

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

DIRECTION DES PERSONNELS ENSEIGNANTS

**CONCOURS EXTERNE DE
RECRUTEMENT DE PROFESSEURS CERTIFIÉS
(CAPES)
ET
CONCOURS D'ACCÈS À DES LISTES D'APTITUDE
(CAFEP)
EN
SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE**

Rapport présenté par M. André SCHAAF,

Professeur des Universités

Président du jury

SESSION 2005

Le jury du CAPES-CAFEP 2005

Président

M. André SCHAAF Professeur, Université de Strasbourg

Vice-présidents

M. Guy MENANT Inspecteur général de sciences de la vie et de la Terre
M. Jean-Louis MICHARD Inspecteur général de sciences de la vie et de la Terre

Membres du jury

M. Michel ARNAUD	Maître de conférences, Université d'Aix-Marseille
M. Bernard AUGÈRE	Professeur agrégé, Académie de Toulouse
M ^{me} Armelle BALDEYROU	Professeur agrégé, Université de Strasbourg
M. Bernard BARBARIN	Maître de conférences, Université de Clermont-Ferrand
M. Jacques-Marie BARDINTZEFF	Professeur, Université de Paris-Sud
M ^{me} Laure BARTHES	Maître de conférences, Université de Paris-Sud
M. Christian BOCK	Professeur agrégé, Académie de Paris-Sud
M. Gérard BRULÉ	Professeur, Université d'Amiens
M. Rémi CADET	Maître de conférences, Université de Clermont-Ferrand
M ^{me} Marie-Christine CARIOU	Professeur agrégé, Académie de Clermont-Ferrand
M. Denis COFFRANT	Maître de conférences, Université de Lyon
M. Patrick COQUILLARD	Maître de conférences, Université de Nice
M ^{me} Hélène CORDOLIANI	Professeur agrégé, Académie de Paris
M. Marc CORIO	Maître de conférences, Université de Bordeaux
M. Jean-Pierre CORNEC	Maître de conférences, Université d'Aix-Marseille
M ^{me} Martine COURTOIS	Maître de conférences, Université de Tours
M. Jacky DE MONTIGNY	Maître de conférences, Université de Strasbourg
M ^{me} Dominique DUBOIS	Professeur agrégé, Académie de Paris
M. André DUCO	IA-IPR, Académie de Clermont-Ferrand
M. Alain FARALLI	IA-IPR, Académie d'Aix-Marseille
M ^{me} Claude FARISON	Professeur agrégé, Académie de Lyon
M. Hervé FROISSARD	Professeur agrégé, Académie de Lyon
M. Alain FRUGIÈRE	Maître de conférences, Université d'Amiens
M. Patrick GAVIGLIO	Professeur, Université de Besançon
M ^{me} Isabelle HURIOT	Professeur agrégé, Académie de Reims
M ^{me} Catherine JEAN-MARIE	Professeur agrégé, Académie de Lyon
M. Claude JOSEPH	Maître de conférences, Université d'Orléans
M. Frédéric JULLIEN	Maître de conférences, Université de Saint-Étienne

M. Loïc LABROUSSE	Maître de conférences, Université de Paris VI
M. Jean-Marc LARDEAUX	Professeur, Université de Nice
M. Dominique LARROUY	Maître de conférences, Université de Toulouse
M. Michel LE BELLEGARD	IA-IPR, Académie de Rennes
M. Jean-Marie LÉPOUCHARD	IA-IPR, Académie de Créteil
M. Philippe LESUR	Professeur agrégé, Académie de Paris
M. Bernard GISSOT	IA-IPR, Académie de Créteil
M ^{me} Christiane LICHTLÉ	Maître de conférences, Université de Paris VI
M ^{me} Jacqueline MARGUIER	Professeur agrégé, Académie de Besançon
M. Pascal THIBERGE	IA-IPR, Académie de Caen
M ^{me} Marie-Antoinette MOUNIER	Professeur agrégé, Académie de Créteil
M ^{me} Élisabeth NICOT	Maître de conférences, Université de Paris VI
M ^{me} Cécile PABA-ROLLAND	Professeur agrégé, Académie d'Aix-Marseille
M. Éric PÉRILLEUX	Professeur agrégé, Académie de Paris
M ^{lle} Gaëlle PROUTEAU	Maître de conférences, Université de Paris VI
M ^{me} Françoise RIBOLA-DURANEL	IA-IPR, Académie de Versailles
M. François ROSÉ	Professeur agrégé, Académie de Paris
M. Alain SARRIEAU	Professeur, Université de Bordeaux
M. Jean-Luc SCHNEIDER	Professeur, Université de Bordeaux
M. Marc-André SELOSSE	Professeur, Université de Montpellier
M. Bertrand STOLIAROFF	Professeur agrégé, Académie de Rennes
M. Alain PUPPO	Professeur, Université de Nice
M. Laurent VIRIOT	Maître de conférences, Université de Poitiers
M ^{me} Marie-Claude YON	Professeur agrégé, Académie de Reims
M. Daniel ZACHARY	Professeur, Université de Strasbourg

Pour la session 2005 du concours, la Direction des Personnels Enseignants a annoncé 565 postes pour le CAPES et 110 postes pour le CAFEP, soit une diminution du nombre de postes de 4,88 % pour le CAPES, le nombre de postes attribué au CAFEP restant stable. Le 21 juillet, une liste principale de 57 admis au CAFEP et 565 admis au CAPES a été signée. Aucune liste complémentaire de noms n'a été établie. Ainsi, la session 2005 du concours a permis de recruter 622 stagiaires en sciences de la vie et de la Terre.

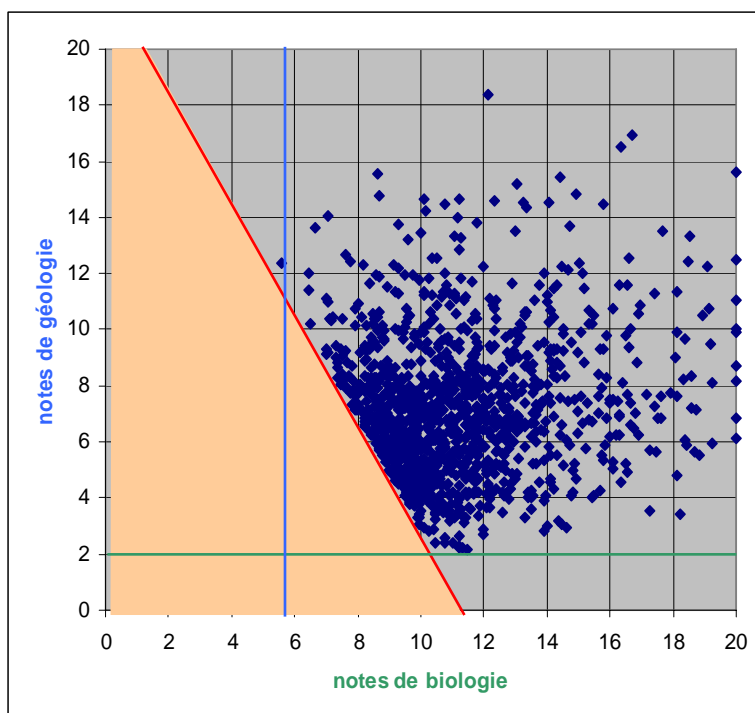
1087 des 4543 candidats inscrits aux épreuves écrites ont été déclarés admissibles au CAPES. Sur les 767 candidats inscrits au CAFEP, 110 ont été déclarés admissibles. La barre d'admissibilité a été fixée à 7,66/20 pour les deux concours (la barre était à 6,55/20 l'an dernier). Le meilleur total d'écrit a été de 105,00/120 pour le CAPES et de 111,26/120 pour le CAFEP. Par rapport à la session précédente, on note une nette augmentation du nombre de candidats inscrits au CAPES (+ 218, soit 5,04 %) et une importante augmentation du nombre de candidats postulants au CAFEP (+ 141, soit 22,52 %).

Au total ce sont donc 5310 candidats qui se sont inscrits au CAPES-CAFEP de SVT, 3804 (soit près de 72 %) ont terminé les deux épreuves et un petit tiers de ces derniers a été déclaré admissible. La réduction du nombre de postes mis au concours et l'augmentation du nombre de candidats ont nettement accentué la pression sélective du concours 2005 : 35,6 % des présents au CAPES et 25,6 % des présents au CAFEP ont été déclarés admissibles (51,7 % et 38,2 % respectivement, en 2003).

1202 candidats (1092 ~ dont 5 candidats normaliens dispensés d'écrit ~ pour le CAPES et 110 pour le CAFEP) ont été convoqués pour les épreuves orales qui se sont déroulées du 20 juin au 20 juillet 2005 au lycée Henri IV, 23 rue Clovis, 75005 Paris. Je tiens à remercier tous les candidats admis à différents concours : professeurs des écoles, CAPES interne et réservé, Agrégation qui ont démissionné du CAPES externe et ont ainsi libéré leur poste.

Pour les 1202 candidat(e)s admissibles les notes des épreuves écrites et orales sont les suivantes.

Écrit	Biologie	Géologie	Total/ 20
Note moyenne /20	11,26	7,19	9,91
Écart-type	2,52	2,45	1,93
Note la plus haute /20	20,00	18,40	18,54
Note la plus basse /20	5,6	2,19	7,66



Plus de trois quart des admissibles sont représentés par des élèves d'IUFM (54,3%) et des étudiants (20,5%). La féminisation du concours reste toujours assez importante (66,3%).

Épreuve scientifique	Exposé	Premier entretien	Second entretien
Note moyenne /20	6,34	4,87	9,28
Écart-type	3,65	3,75	3,64
Note la plus haute /20	19,20	18,00	19,33
Note la plus basse /20	0	0	0

Épreuve sur dossier	Exposé	Entretien
Note moyenne /20	6,95	6,84
Écart-type	3,79	3,73
Note la plus haute /20	19,33	18,66
Note la plus basse /20	0	0

TOTAL ORAL
6,92
2,62
16,13
0,50

Le dernier candidat reçu au CAPES a obtenu un total de 106,34 points sur 280 soit 7,59 sur 20. Le dernier candidat reçu au CAFEP a le même total, ce qui explique le fait qu'il n'y ait que 57 admis pour les 110 postes proposés.

La candidate reçue 1^{ère} du concours a obtenu un total de 213,88 sur 280 soit 15,28 sur 20.

Le rapport présente dans les pages suivantes les sujets d'écrit, d'oral ainsi que les commentaires des membres du jury relatifs aux différentes épreuves. Quelques informations et conseils concernant les questions qui sont le plus souvent posées sont rappelés ci-après.

1) À propos du programme du concours, des modifications majeures ont été faite pour la prochaine session. Le programme 2006, paru au BO spécial n° 5 du 19 mai 2005 (voir annexe, en fin de rapport), consiste en une refonte complète du programme décidée par l'ensemble du jury. Elle est liée d'une part, à la mise en place définitive des LMD dans les universités et, d'autre part, au constat fait depuis plusieurs années que les candidats ne peuvent se présenter dans de bonnes conditions au concours du fait de l'étendue des champs de connaissances à mobiliser tant en sciences de la vie qu'en sciences de la Terre.

2) En ce qui concerne la nature des sujets d'écrit, le texte officiel n'impose aucun modèle. La seule obligation est de donner une épreuve de biologie à coefficient 5 (durée : 6 heures) et une épreuve de géologie à coefficient 3 (durée 5 heures). Les sujets peuvent être des sujets de synthèse ou bien des sujets portant pour partie ou intégralement sur une étude de documents. Le sujet de biologie peut porter sur la biologie-physiologie animale et/ou la biologie-physiologie végétale et/ou la biologie-physiologie cellulaire. Toutes les combinaisons et toutes les options restent donc possibles. Les trois conseils du rapport 2004 peuvent être rappelés ici :

- dominer au maximum le contenu scientifique du programme,
- s'entraîner à des synthèses pouvant intégrer des informations apportées par l'étude de documents,
- s'exercer à réaliser des illustrations pertinentes.

3) Prenant en compte les évolutions récentes, tant en recherche que dans les ouvrages de vulgarisation, le jury a intégré les méthodes et les résultats de la phylogénie dans ses sujets et ses questions. Au-delà des histoires évolutives, la compréhension des mécanismes de l'évolution et, plus globalement, du néo-darwinisme restent insuffisants. Les notions de polymorphisme, de sélection, de neutralisme, de dérive, d'évolution convergente ... devraient être maîtrisés. Les concepts de base d'évolution feront donc l'objet d'un questionnement accru lors des sessions ultérieures.

4) Le jury déplore pour l'épreuve scientifique orale une utilisation de plus en plus importante et de plus en plus systématique des transparents de rétroprojection au détriment de matériel concret. De plus, les transparents sont utilisés tels que, sans adaptation pour la leçon proposée et sans commentaire spécifique. Les préparateurs regrettent de n'avoir à apporter que des supports papier aux candidats qui refusent tout matériel d'expérimentation ou de manipulation ou même de simples supports concrets. Les nombreux végétaux rassemblés par l'équipe technique et le jury restent malheureusement peu utilisés. Les leçons « naturalistes » sont toujours moins bien réussies que les leçons de physiologie ou de biologie cellulaire. Les prestations des candidats pour les leçons de géologie sont toujours moins brillantes qu'en biologie et plus tranchées avec des exposés très bons ou très insuffisants mais peu d'exposés moyens.

5) Le concours recrute des enseignants de sciences de la vie et de la Terre qui seront confrontés à de nombreuses demandes de la part de leurs élèves quant aux reconnaissances de végétaux, de roches, d'animaux et aux explications simples relatives à leur environnement. Il est donc indispensable que les candidats possèdent une culture naturaliste. Le second entretien, renforcé dans cette direction, reste malheureusement très décevant.

6) Des modifications importantes sont envisagées pour l'épreuve sur dossier. Pour la session 2006, la durée de la préparation est portée à 3 heures et le nouveau programme de la 6^{ème} sera pris en compte. Les candidats disposent des programmes et des compléments dans leur intégralité pendant la préparation de l'épreuve. Il ne peut pas y avoir de dossier sur les **Travaux Personnels Encadrés** (1^{ère}) ou les **Itinéraires De Découverte** (cycle central) puisque ces modalités d'enseignement sont conduites dans plusieurs disciplines. Par contre, ces dispositifs doivent être connus des candidats. Certains sujets proposent également des ouvertures en matière d'éducation à la santé, à l'environnement, de questions d'actualité afin de tester la culture générale utile à tout enseignant de sciences de la vie et de la Terre. Cette épreuve reste très sélective et le nombre de bonnes prestations reste assez faible bien que quelques candidats excellent dans cette épreuve. Il est rappelé que la bibliothèque est réservée en priorité aux candidats de l'épreuve scientifique mais que des ouvrages généralistes peuvent être fournis pour une durée n'excédant pas 15 minutes. Cette disposition n'est pas systématique et dépend des ouvrages demandés. Le jury déplore une chute dans les prestations des candidats. Il faut rappeler qu'il n'est pas demandé un exercice professionnel et qu'un exposé didactique qui ne s'appuie pas sur l'exploitation des documents et l'intégration des informations recueillies ne peut être évalué positivement. Les candidats doivent dominer le contenu scientifique et faire attention à coller au maximum au sujet proposé pour obtenir une bonne note.

7) La communication via Internet des leçons au jour le jour a été réalisée comme l'an dernier et sera maintenue l'an prochain. Le présent rapport sera également en ligne dès la fin du concours.

Le concours du CAPES recrute, au travers d'épreuves complémentaires, des candidats aptes à faire face aux exigences du métier qu'ils ont choisi. La préparation dans les IUFM place les étudiants dans les meilleures conditions pour réussir. Les candidats de maîtrise qui arrivent à l'oral sont souvent en situation d'échec du fait de l'absence de maîtrise des connaissances et du manque d'entraînement aux épreuves orales. Mon conseil est de présenter le concours après avoir suivi une année de préparation et de lire attentivement le rapport du jury.

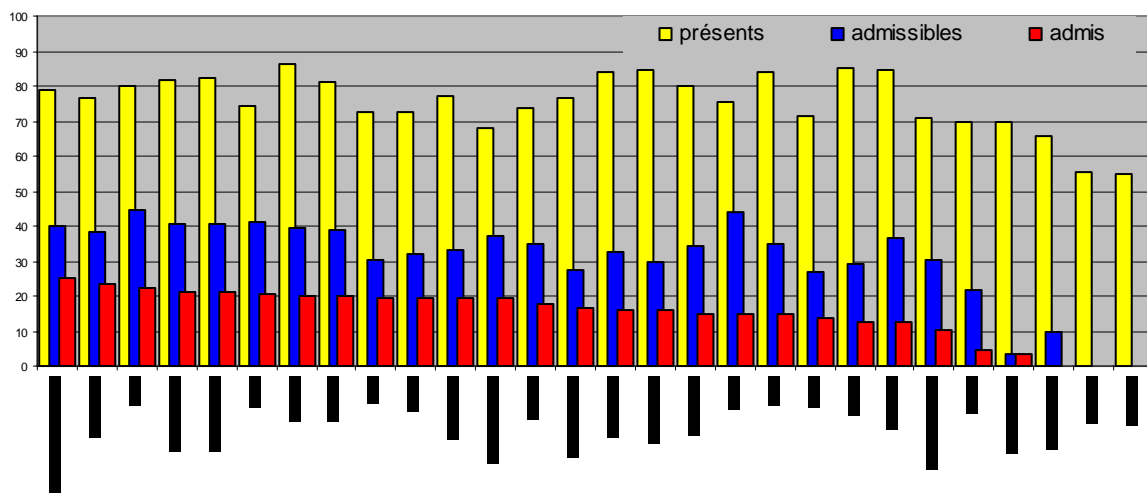
Je conclurai cette introduction en remerciant l'équipe administrative du lycée Henri IV, et particulièrement son Proviseur M^r Corre, pour son accueil et son aide afin que le concours se déroule dans de bonnes conditions. Les conseils et l'efficacité de M^r Éric Périlleux ont été particulièrement précieux. Mes remerciements s'adressent également à l'ensemble des membres du jury pour leur compétence, leur disponibilité, leur écoute et leur impartialité. Enfin, je remercie l'équipe technique à laquelle j'associe les agrégés préparateurs, pour son dévouement, son professionnalisme et sa gentillesse.

André SCHAAF
Professeur des universités
Président du jury

ANNEXES

Centres d'écrits	inscrits	présents	présents/inscrits	admissibles	admissibles/inscrits	admissibles/présents	admis	admis/inscrits	admis/présents	admis/admissibles
AIX-MARSEILLE	206	153	74,27%	46	22,33%	30,07%	20	9,71%	13,07%	43,48%
AMIENS	103	67	65,05%	17	16,50%	25,37%	9	8,74%	13,43%	52,94%
BESANCON	102	80	78,43%	26	25,49%	32,50%	15	14,71%	18,75%	57,69%
BORDEAUX	233	180	77,25%	42	18,03%	23,33%	23	9,87%	12,78%	54,76%
CAEN	93	66	70,97%	25	26,88%	37,88%	15	16,13%	22,73%	60,00%
CLERMONT-FERRAND	96	76	79,17%	30	31,25%	39,47%	13	13,54%	17,11%	43,33%
CORSE	27	20	74,07%	1	3,70%	5,00%	-	-	-	-
DIJON	125	101	80,80%	44	35,20%	43,56%	24	19,20%	23,76%	54,55%
GRENOBLE	210	154	73,33%	48	22,86%	31,17%	23	10,95%	14,94%	47,92%
GUADELOUPE	48	20	41,67%	3	6,25%	15,00%	0	0,00%	0,00%	0,00%
GUYANE	10	6	60,00%	0	-	-	-	-	-	-
LA REUNION	118	80	67,80%	15	12,71%	18,75%	7	5,93%	8,75%	46,67%
LILLE	301	241	80,07%	69	22,92%	28,63%	32	10,63%	13,28%	46,38%
LIMOGES	29	14	48,28%	2	6,90%	14,29%	0	0,00%	0,00%	0,00%
LYON	217	165	76,04%	84	38,71%	50,91%	39	17,97%	23,64%	46,43%
MARTINIQUE	28	22	78,57%	2	7,14%	9,09%	1	3,57%	4,55%	50,00%
MONTPELLIER	238	165	69,33%	57	23,95%	34,55%	37	15,55%	22,42%	64,91%
NANCY-METZ	164	122	74,39%	44	26,83%	36,07%	20	12,20%	16,39%	45,45%
NANTES	174	127	72,99%	37	21,26%	29,13%	20	11,49%	15,75%	54,05%
NICE	126	83	65,87%	19	15,08%	22,89%	7	5,56%	8,43%	36,84%
ORLEANS-TOURS	151	100	66,23%	23	15,23%	23,00%	12	7,95%	12,00%	52,17%
POITIERS	140	118	84,29%	29	20,71%	24,58%	11	7,86%	9,32%	37,93%
P-V-C	695	502	72,23%	184	26,47%	36,65%	105	15,11%	20,92%	57,07%
REIMS	67	53	79,10%	15	22,39%	28,30%	9	13,43%	16,98%	60,00%
RENNES	248	206	83,06%	71	28,63%	34,47%	40	16,13%	19,42%	56,34%
ROUEN	125	102	81,60%	36	28,80%	35,29%	20	16,00%	19,61%	55,56%
STRASBOURG	177	139	78,53%	54	30,51%	38,85%	28	15,82%	20,14%	51,85%
TOULOUSE	292	226	77,40%	64	21,92%	28,32%	35	11,99%	15,49%	54,69%
	4543	3388	74,58%	1087	23,93%	32,08%	565	12,44%	16,68%	51,98%

Les statistiques du CAPES 2005



CAFEP	AIX-MARSEILLE	50	33	66,00%	6	12,00%	18,18%	2	4,00%	6,06%	33,33%
	AMIENS	25	14	56,00%	1	4,00%	7,14%	1	4,00%	7,14%	100,00%
	BESANCON	9	9	100,00%	3	33,33%	33,33%	2	22,22%	22,22%	66,67%
	BORDEAUX	39	29	74,36%	9	23,08%	31,03%	2	5,13%	6,90%	22,22%
	CAEN	8	4	50,00%	2	25,00%	50,00%	1	12,50%	25,00%	50,00%
	CLERMONT-FERRAND	19	14	73,68%	5	26,32%	35,71%	3	15,79%	21,43%	60,00%
	DIJON	12	8	66,67%	0	-	-	-	-	-	-
	GRENOBLE	30	17	56,67%	4	13,33%	23,53%	3	10,00%	17,65%	75,00%
	GUADELOUPE	3	2	66,67%	0	-	-	-	-	-	-
	LA REUNION	7	4	57,14%	0	-	-	-	-	-	-
	LILLE	65	46	70,77%	10	15,38%	21,74%	3	4,62%	6,52%	30,00%
	LIMOGES	3	1	33,33%	1	33,33%	100,00%	0	0,00%	0,00%	0,00%
	LYON	59	47	79,66%	16	27,12%	34,04%	11	18,64%	23,40%	68,75%
	MARTINIQUE	4	3	75,00%	0	-	-	-	-	-	-
	MONTPELLIER	41	28	68,29%	3	7,32%	10,71%	1	2,44%	3,57%	33,33%
	NANCY-METZ	13	7	53,85%	0	-	-	-	-	-	-
	NANTES	63	44	69,84%	10	15,87%	22,73%	6	9,52%	13,64%	60,00%
	NICE	15	10	66,67%	1	6,67%	10,00%	1	6,67%	10,00%	100,00%
	ORLEANS-TOURS	10	4	40,00%	0	-	-	-	-	-	-
	POITIERS	8	6	75,00%	2	25,00%	33,33%	0	0,00%	0,00%	0,00%
	P-V-C	104	65	62,50%	11	10,58%	16,92%	8	7,69%	12,31%	72,73%
	REIMS	14	12	85,71%	1	7,14%	8,33%	0	0,00%	0,00%	0,00%
	RENNES	103	74	71,84%	13	12,62%	17,57%	7	6,80%	9,46%	53,85%
ROUEN	13	8	61,54%	2	15,38%	25,00%	1	7,69%	12,50%	50,00%	
STRASBOURG	9	8	88,89%	5	55,56%	62,50%	3	33,33%	37,50%	60,00%	
TOULOUSE	41	24	58,54%	5	12,20%	20,83%	2	4,88%	8,33%	40,00%	
	767	521	67,93%	110	14,34%	21,11%	57	7,43%	10,94%	51,82%	

Les statistiques du CAFEP 2005

	CAPES					CAFEP				
	inscrits	présents	admissibles	présents/inscrits	admissibles/présents	inscrits	présents	admissibles	présents/inscrits	admissibles/présents
ELEVE IUFM de 1ERE ANNEE	1159	1120	607	96,64%	54,20%	105	99	53	94,29%	50,48%
ETUDIANT HORS IUFM	1332	1125	291	84,46%	25,87%	141	109	14	77,30%	9,93%
SANS EMPLOI	750	361	70	48,13%	19,39%	135	71	15	52,59%	11,11%
CONTRACTUEL 2ND DEGRE	377	260	29	68,97%	11,15%	33	20	3	60,61%	9,09%
VACATAIRE DU 2ND DEGRE	148	115	21	77,70%	18,26%	33	25	5	75,76%	15,15%
SURVEILLANT D'EXTERNAT	78	48	4	61,54%	8,33%	7	4	1	57,14%	14,29%
ELEVE D'UNE ENS	14	13	13	92,86%	100,00%	-	-	-	-	-
ASSISTANT D'EDUCATION	148	105	20	70,95%	19,05%	7	0	0	-	-
MAITRE AUXILIAIRE	68	44	6	64,71%	13,64%	174	130	9	74,71%	5,17%
SALARIES SECTEUR TERTIAIRE	85	32	7	37,65%	21,88%	14	7	0	50,00%	-
CONTRACT ENSEIGNANT SUPERIEUR	20	6	1	30,00%	16,67%	3	1	0	33,33%	-
MAITRE D'INTERNAT	44	33	6	75,00%	18,18%	2	1	0	50,00%	-
SALARIES SECTEUR INDUSTRIEL	35	14	2	40,00%	14,29%	5	3	0	60,00%	-
EMPLOI-JEUNES HORS MEN	14	4	1	28,57%	25,00%	-	-	-	-	-
PERS FONCTION PUBLIQUE	13	5	1	38,46%	20,00%	4	1	1	25,00%	25,00%
CADRES SECT PRIVE CONV COLLECT	53	12	2	22,64%	16,67%	11	1	0	9,09%	-
FORMATEURS DANS SECTEUR PRIVE	28	15	2	53,57%	13,33%	8	2	0	25,00%	-
MAITRE OU DOCUMENT. DELEGUE	12	5	0	41,67%	-	31	19	4	61,29%	12,90%
AG NON TITULAIRE FONCT PUBLIQ	12	1	0	8,33%	-	2	0	0	-	-
PERS ENSEIG NON TIT FONCT PUB	8	4	0	50,00%	-	2	2	0	100,00%	-
ENSEIGNANT DU SUPERIEUR	9	2	0	22,22%	-	5	3	1	60,00%	20,00%
CERTIFIE	5	1	0	20,00%	-	-	-	-	-	-
PLP	5	1	0	20,00%	-	-	-	-	-	-
PROFESSEUR ECOLES	19	9	0	47,37%	-	-	-	-	-	-
MAIT. OU DOCUMENT. AGREE REM MA	8	6	0	75,00%	-	-	-	-	-	-
PERS ADM ET TECH MEN	11	7	0	63,64%	-	-	-	-	-	-
PROFESSIONS LIBERALES	14	4	0	28,57%	-	2	1	1	50,00%	50,00%
AIDES EDUCATEURS 2ND DEGRE	6	5	0	83,33%	-	1	0	0	-	-
CONTRACTUEL APPRENTISSAGE (CFA)	4	1	0	25,00%	-	2	0	0	-	-
VACATAIRE ENSEIGNANT DU SUP.	7	3	0	42,86%	-	3	2	0	66,67%	-
ARTISANS/COMMERCANTS	3	2	1	66,67%	50,00%	-	-	-	-	-
CONTRACTUEL FORMATION CONTINUE	2	2	0	100,00%	-	1	0	0	-	-
EMPLOI-JEUNES MEN	2	1	1	50,00%	100,00%	1	1	0	100,00%	-
FONCT STAGIAIRE FONCT PUBLIQUE	1	0	0	-	-	1	0	0	-	-
PERS FONCT HOSPITAL	2	1	0	50,00%	-	-	-	-	-	-
ADJOINT D'ENSEIGNEMENT	4	2	0	50,00%	-	3	2	0	66,67%	-
PERS ENSEIG NON TIT 2 DE.AEFE	7	4	0	57,14%	-	1	1	1	100,00%	100,00%
PERS ENSEIG NON TIT ETAB SCOL.ETR	3	2	0	66,67%	-	-	-	-	-	-
AG NON TITULAIRE FONCT										
TERRITORIALE	4	1	1	25,00%	100,00%	-	-	-	-	-
AGRICULTEUR	2	1	0	50,00%	-	1	0	0	-	-
MAIT. OU DOCUMENT. AGREE REM TIT	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-
MILITAIRE	3	2	0	66,67%	-	-	-	-	-	-
PERS FONCT TERRITORIALE	2	0	0	-	-	-	-	-	-	-
STAGIAIRE IUFM 2E DEGRE COL/LY	3	3	1	100,00%	33,33%	1	1	1	100,00%	100,00%
AG NON TITULAIRE FONCT HOSPITAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONTRACT MEN ADM OU TECHNIQUE	5	0	0	-	-	-	-	-	-	-
PEGC	1	1	0	100,00%	-	-	-	-	-	-
FONCT STAGI FONCT HOSPITAL	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-
INSTITUTEUR	1	0	0	-	-	1	1	1	100,00%	100,00%
PROFESSEUR ASSOCIE 2ND DEGRE	1	1	0	100,00%	-	1	1	0	100,00%	-
STAGIAIRE IUFM PROF DES ECOLES	4	1	0	25,00%	-	-	-	-	-	-
STAGIAIRE SITUATION 2E DEGRE	1	0	0	-	-	2	1	0	50,00%	-
VACATAIRE APPRENTISSAGE (CFA)	-	-	-	-	-	1	1	0	100,00%	-

La répartition par profession et les résultats d'admissibilité

	CAPES					CAFEP				
	présents	admissibles	admis(e)s	admis/présents	admis(e)s/admissibles	présents	admissibles	admis(e)s	admis/présents	admis(e)s/admissibles
ELEVE IUFM de 1ère ANNEE	1120	607	388	34,64%	63,92%	105	53	36	34,29%	67,92%
ETUDIANT HORS IUFM	1125	291	126	11,20%	43,30%	141	14	6	4,26%	42,86%
SANS EMPLOI	361	70	24	6,65%	34,29%	135	15	3	2,22%	20,00%
CONTRACTUEL 2ND DEGRE	260	29	5	1,92%	17,24%	33	3	2	6,06%	66,67%
VACATAIRE DU 2ND DEGRE	115	21	3	2,61%	14,29%	33	5	0	-	-
SURVEILLANT D'EXTERNAT	48	4	0	0,00%	0,00%	7	1	0	-	-
ELEVE D'UNE ENS	18	18	1	5,56%	5,56%	-	-	-	-	-
ASSISTANT D'EDUCATION	105	20	8	7,62%	40,00%	7	-	-	-	-
MAITRE AUXILIAIRE	44	6	1	2,27%	16,67%	174	9	4	2,30%	44,44%
SALARIES SECTEUR TERTIAIRE	32	7	1	3,13%	14,29%	14	0	-	-	-
CONTRACT ENSEIGNANT SUPERIEUR	6	1	0	-	-	3	0	-	-	-
MAITRE D'INTERNAT	33	6	4	12,12%	66,67%	2	0	-	-	-
SALARIES SECTEUR INDUSTRIEL	14	2	1	7,14%	50,00%	5	0	-	-	-
EMPLOI-JEUNES HORS MEN	4	1	0	-	-	-	-	-	-	-
PERS FONCTION PUBLIQUE	5	1	0	0,00%	0,00%	4	1	1	25,00%	100,00%
CADRES SECT PRIVE CONV COLLECT	12	2	1	8,33%	50,00%					
FORMATEURS DANS SECTEUR PRIVE	15	2	0	-	-					

La répartition par profession et les résultats d'admission

L'écrit de biologie

LE SUJET

LA SYMBIOSE

Ce sujet comprend deux parties : la première consiste en une analyse de documents et la seconde nécessite de construire une synthèse, où le candidat pourra réutiliser des éléments de la première partie. La symbiose sera définie comme une association durable et à bénéfices mutuels entre espèces différentes.

I – Analyse de documents (10 points)

La **figure 1** présente les structures intracellulaires formées par deux champignons du groupe des Eumycètes qui vivent sur des plantes.

La **figure 1A** est un bloc-diagramme de suçoirs intracellulaires (aussi appelés haustorium). Ils sont émis par un parasite du blé, un oïdium (*Erysiphe graminis*; diagramme d'après C. E. Bracker). **S**, suçoir ; **C**, col reliant le suçoir à l'hyphe extracellulaire ; **Eic**, espace inter-cellulaire entre les partenaires ; **Lo**, lobes du suçoir ; **Pa**, paroi de la cellule-hôte ; **Pl**, membrane plasmique de la cellule végétale repoussée par le suçoir.

La **figure 1B** est une image en microscopie électronique à balayage d'un arbuscule d'une endomycorhize. Il est formé par un symbiote, *Glomus mossae*, sur une racine de maïs (cliché R. Honegger). L'emplacement d'un hyphe intercellulaire est indiqué en pointillé. **A**, arbuscule et, comme précédemment : **C**, col reliant l'arbuscule à l'hyphe intercellulaire ; **Pa**, paroi de la cellule-hôte, déchirée par la coupe. On rappelle que cette méthode de microscopie détruit le cytosol et les membranes cellulaires.

Question 1 - Indiquez brièvement le rôle de ces structures (suçoir et arbuscule) et exposez de façon synthétique les mécanismes qui s'y déroulent en montrant en quoi ces structures sont adaptées à leur fonction.

Pouvez-vous en conclure, en vous limitant à l'observation de ces seules structures, que l'un des champignons est parasite et que l'autre est symbiotique ?

Les tableaux suivants comportent des données sur la symbiose entre des cnidaires et leurs algues intracellulaires, des dinophytes que l'on nomme xanthelles. Les xanthelles peuvent être expulsées par l'animal à la suite d'une exposition prolongée à l'obscurité : on obtient ainsi expérimentalement des animaux sans xanthelle. On réalise alors des expériences dont les résultats sont rapportés dans les tableaux 1 à 3.

Tableau 1. On réalise un isolement *in vitro* de la xanthelle du cnidaire *Anthopleura elegantissima*. À l'aide d'un marquage effectué au $^{14}\text{CO}_2$, on étudie l'activité photosynthétique (quantité de ^{14}C fixé, en coups par minute) et le rejet de carbone organique par la xanthelle dans le milieu (^{14}C relâché, en % du total fixé). On fait varier le milieu où sont placées les xanthelles, en y ajoutant éventuellement un broyat de cnidaire (jus acellulaire d'animal broyé) ayant lui-même subi différents traitements (d'après Trench, 1971).

Traitement expérimental :	^{14}C fixé	^{14}C org. relâché
Xanthelle dans l'eau de mer seulement :	1,4	31%
Xanthelle dans l'eau de mer, additionnée de broyat d'un cnidaire pourvu de xanthelles :	14,1	58%
Xanthelle dans l'eau de mer, additionnée de broyat d'un cnidaire dépourvu de xanthelle après passage à l'obscurité :	4,5	30%
Xanthelle dans l'eau de mer, additionnée de broyat d'un cnidaire initialement dépourvu de xanthelle, puis réinfecté avec des xanthelles :	14,9	55%

Par ailleurs, l'étude des molécules relâchées a permis d'identifier parmi les composés marqués, essentiellement du glycérol et des acides aminés neutres (alanine, en particulier), ainsi que des traces de glucose et d'acides organiques.

Tableau 2. Dix animaux ont été maintenus pendant 5 heures dans de l'eau de mer filtrée, sous illumination constante. On mesure l'excrétion azotée (perte d'ammonium) de l'animal, en microgrammes d'azote par gramme de matière fraîche (d'après Cates & McLaughlin, 1976).

Espèce	animal avec xanthes	animal sans xanthe
<i>Condylactis</i> sp.	0,0	0,3
<i>Cassiopeia</i> sp.	0,0	0,3

Tableau 3. On étudie le taux de calcification (vitesse d'incorporation de $^{45}\text{Ca}^{2+}$ radioactif) chez le cnidaire *Manicina aureolata*, avec ou sans xanthes. Les valeurs sont exprimées en coups par minute et par mg de squelette calcifié, au bout de 80 heures d'incubation dans la solution radioactive (d'après Goreau, 1959).

Conditions d'éclairage	incorporation de Ca^{2+} avec xanthes	incorporation de Ca^{2+} sans xanthe
À la lumière	462	28
À l'obscurité	72	30

Question 2 - Pour chaque tableau 1 à 3, analysez en quelques phrases les résultats, puis donnez la (les) conclusion(s) que vous pouvez en tirer.

Question 3 - Résumez sur un grand schéma l'ensemble des interactions observées entre les cnidaires et les xanthes. En une unique phrase de conclusion, indiquez le(s) rôle(s) biologique(s) de cette symbiose pour les deux partenaires, que mettent en évidence ces données.

La **figure 2A** présente l'extrémité d'un cordon d'infection, au sein d'une nodosité de légumineuse, vue en microscopie électronique. Elle montre une étape de la mise en place des nodosités fixatrices d'azote chez ces végétaux : c'est à ce niveau que des bactéries du genre *Rhizobium* entrent dans les cellules de la nodosité et deviennent des bactéroïdes. **B**, bactéries du cordon d'infection ; **Bo**, bactéroïdes intracellulaires ; **CN**, cytosol de la cellule de la nodosité ; **Mp**, membrane plasmique bordant le cordon d'infection ; **Mpb**, membrane pér bactéroïde ; **Mu**, mucilage remplissant le cordon d'infection (cliché de J.-P. Gourret).

Question 4 - À partir de ce document, expliquez en quelques lignes comment se fait l'entrée de la bactérie dans la cellule hôte. Appuyez votre exposé sur un schéma mettant en évidence l'origine des bactéroïdes et de la membrane pér bactéroïde.

La **figure 2B** étudie l'effet de la présence d'azote sur la mise en place des nodosités chez une luzerne, *Medicago sativa*. On étudie, huit jours après la mise en contact des rhizobiums avec les plantes, le nombre de nodosités formées et le nombre de poils absorbants courbés par plante. On rappelle que la courbure du poil absorbant est une des réponses de la plante à la présence de bactéries, et qu'elle accompagne souvent la formation du cordon d'infection (*d'après Munns, 1968*).

Question 5 – Analysez la figure 2B et proposez une conclusion. Indiquez l'intérêt biologique des réponses différentes de la plante selon la disponibilité en azote du milieu.

La **figure 3A** présente une portion de cellule animale. La **figure 3B** est un arbre phylogénétique non raciné comprenant les trois domaines du vivant : il a été réalisé à l'aide d'un gène de la petite sous-unité ribosomique (la barre indique l'échelle des branches – 0,1 substitution par site). Les positions des trois génomes (nucléaire, mitochondrial et chloroplastique) contenus dans le maïs (*Zea mays*) y sont indiquées ; on rappelle que le genre *Synechococcus* appartient aux Cyanobactéries (*d'après Lang et coll., 2000*). Enfin, on donne dans le tableau 4, des indications sur la composition des trois membranes annotées sur la figure 3A.

Tableau 4. Comparaison de membranes eucaryotiques et procaryotiques (eubactériennes) quant à la présence de quelques composants lipidiques et du cytochrome *aa3* (intervenant dans les transferts d'électrons liés à la respiration). Les proportions indiquées sont exprimées en pourcentage des phospholipides totaux dans les membranes concernées (*d'après Margulis, 1993*).

	Membrane 1 reticulum rugueux	Membrane 2 mb. mitochon- driale externe	Membrane 3 mb. mitochon- driale interne	Membranes eubactériennes (<i>E. coli</i> par ex.)
Cholestérol	6 à 10 %	5 %	traces	0 %
Cardiolipides	0 %	3,5 %	18 %	5 %
Phosphatidyl-inositol	6,5 %	13,5 %	6 %	0 %
Sphingomyéline	3 à 12 %	5 %	2,5 %	0 %
Phosphatidyl-glycérol	0 %	2,5 %	2 %	15 %
Cytochrome <i>aa3</i>	absent	< 0,02 $\mu\text{mol.g}^{-1}$	0,24 $\mu\text{mol.g}^{-1}$	abondant

Question 6 - Formulez une hypothèse sur l'origine des mitochondries à partir de l'analyse de la figure 3A et du tableau 4.

Question 7 - Expliquez en quoi la position, sur la figure 3B, des trois génomes contenus dans le maïs apporte un argument supplémentaire en faveur de cette hypothèse.

II – Question de synthèse (10 points)

Les rôles écologiques et évolutifs de la symbiose. Montrez en quoi et comment, au-delà de l'importance dans la physiologie des partenaires impliqués, la symbiose joue un rôle dans le fonctionnement des écosystèmes ainsi que dans l'évolution des organismes et de la biosphère.

Les mécanismes physiologiques mis en jeu chez les partenaires impliqués ne doivent être abordés ni en détail, ni pour eux-mêmes, puisque cet aspect a déjà été développé dans la première partie. Il vous est demandé de construire une réponse argumentée et structurée par un plan apparent et doté d'une introduction et d'une conclusion. Il est indispensable d'intégrer à votre texte des illustrations, et un choix d'exemples issus des domaines animal, végétal et microbien. Utilisez vos connaissances personnelles, ainsi que des données issues de la partie précédente si vous le souhaitez.

Figure 1

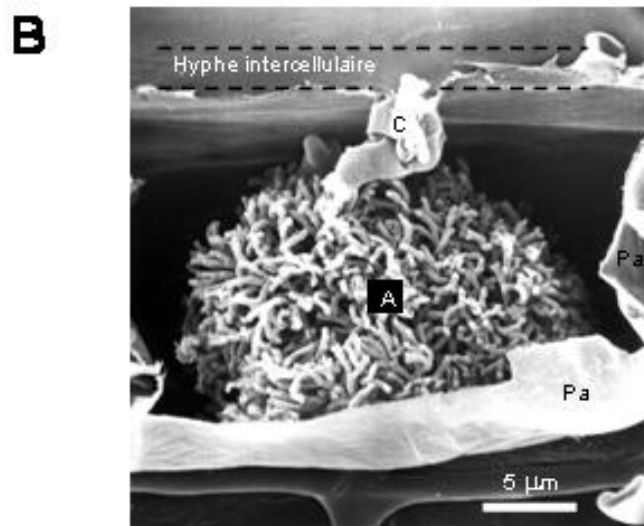
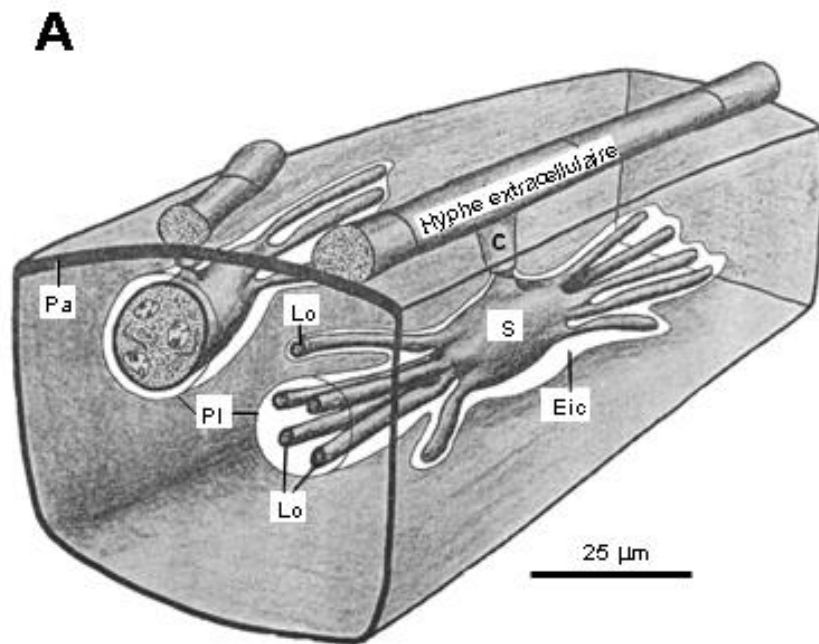


Figure :

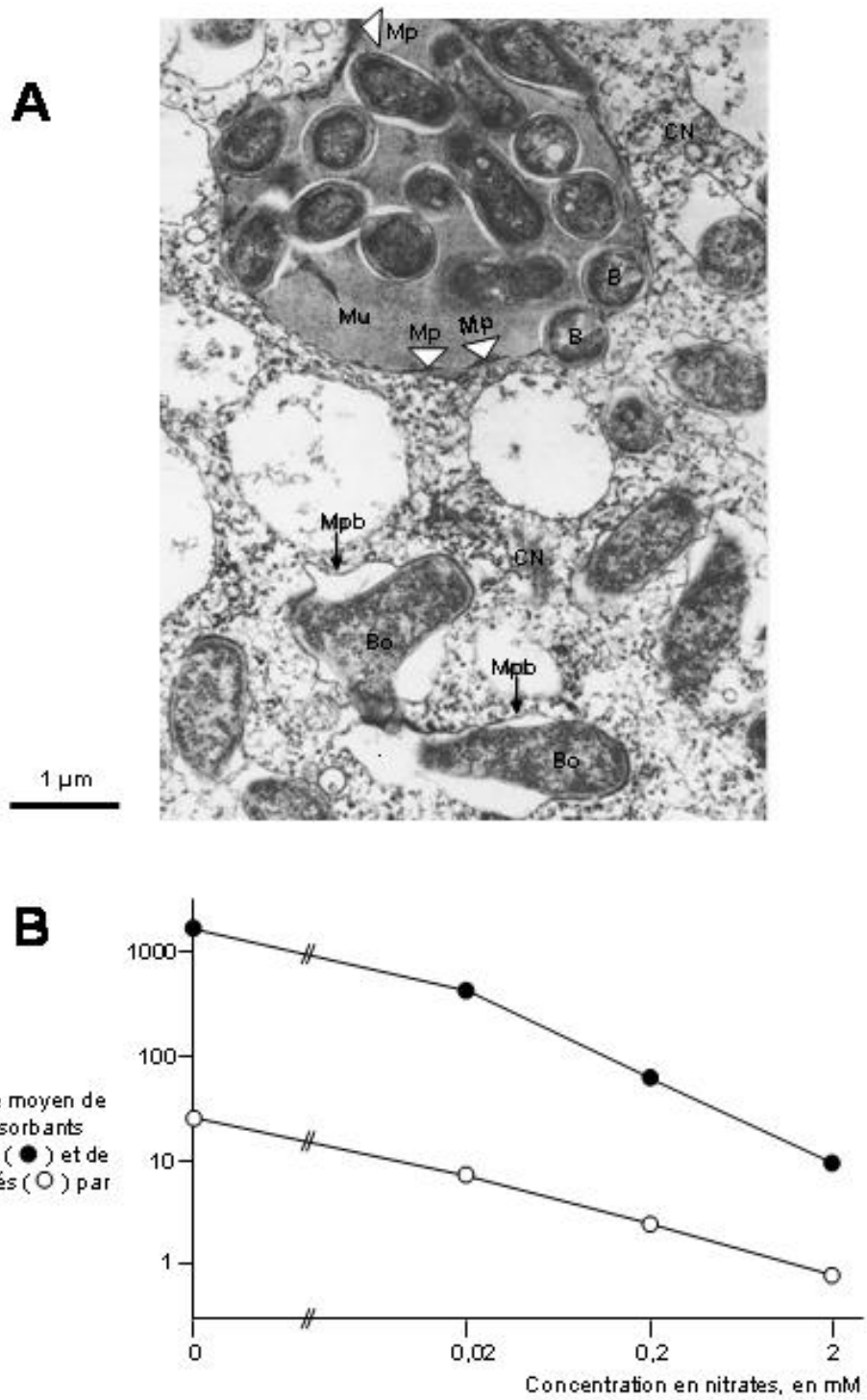
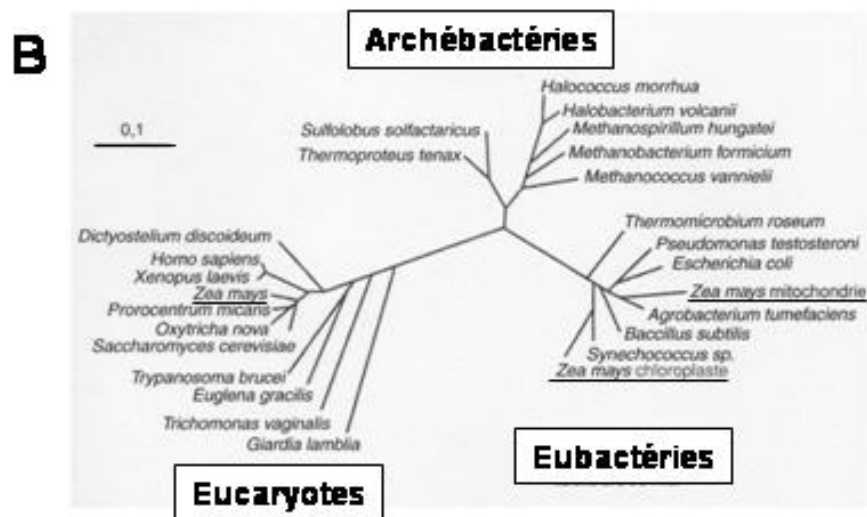
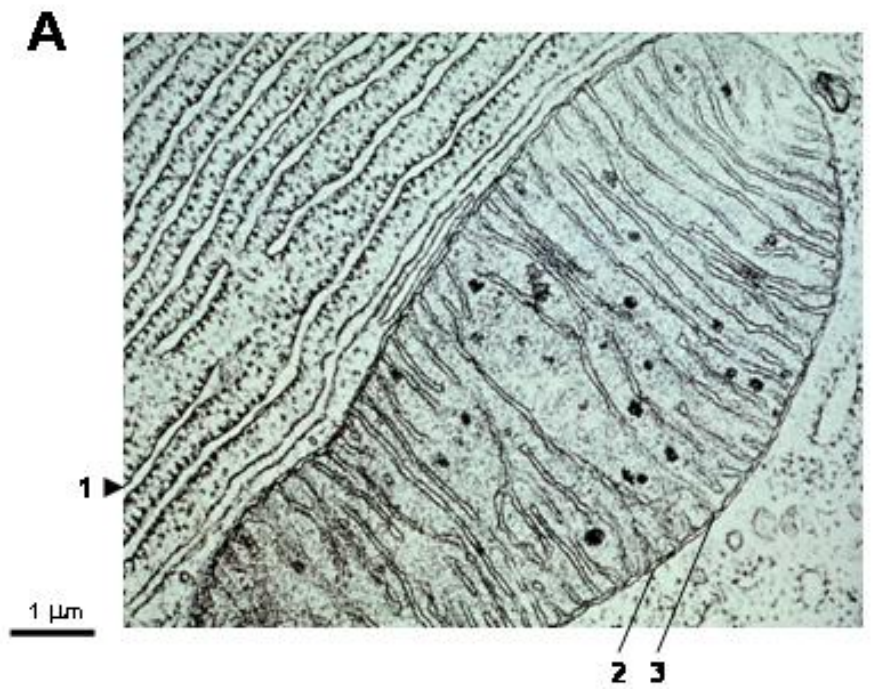


Figure 3



RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ÉCRITE DE BIOLOGIE

L'épreuve de biologie comprenait cette année deux parties, une analyse de documents et une rédaction de synthèse.

I – Analyse de documents

Elle concernait la moitié des points, et portait sur des documents d'un type classique, que tous les candidats ont abordés.

Fréquemment, les candidats ont **manqué de concision** : est-il prudent de répondre à la question 1 du I en quatre à cinq pages, comme ce fut souvent le cas, alors que cette partie comportait sept questions ? Certains ont inutilement rédigé une introduction et des transitions entre questions qui n'étaient pas demandées (donc, pas notées). Il fallait **suivre simplement les questions** en indiquant clairement la numérotation (on ne doit pas fusionner les questions entre elles !). D'autre part, il est **inutile de perdre du temps à dissenter hors-sujet**, comme à expliquer les techniques de microscopie (à propos de la figure 1) ou à détailler la question 4, qui demandait en "quelques lignes... l'entrée dans la cellule-hôte" (les facteurs nod et les étapes précédant l'internalisation elle-même étaient hors-sujet). Il faut **lire attentivement les questions** pour y répondre pleinement : trop souvent la réponse à la question 1 manquait (sur la distinction du type d'interaction en fonction de la structure observée) et, à la question 4, le schéma expliquant l'origine de la membrane péribactéroïde était omis. On ne peut qu'insister sur l'utilité d'une première lecture rapide de l'ensemble des questions pour répartir les réponses (et éviter par exemple de faire un schéma récapitulatif à la question 2, alors qu'il est explicitement demandé à la question 3). En revanche, des **initiatives comme des schémas explicatifs, ou des liens entre questions** (comparaison de la membrane des mitochondries à celle entourant les bactéroïdes dans les nodosités ; lien entre l'utilisation de l'azote des cnidaires au tableau 2 par les xanthelles et leur production d'acides aminés...) ont tiré vers le haut les notes de certaines copies (le barème comportait des points pour de telles originalités).

Sur la méthode, analyser des résultats expérimentaux (tableaux 1 à 3, par exemple) ne consiste pas à retranscrire en phrases les résultats, ni à **redire (ou paraphraser longuement) l'énoncé**, redessiner ou coller un document sans le légendier ou le compléter, ni à calculer tous les taux de variations possibles entre traitements. Beaucoup de candidats ne concluent pas. Il faut **dégager synthétiquement les informations** apportées. Puis, dans un second temps, on peut **formuler éventuellement des hypothèses explicatives**. Concision et rigueur étaient notées sur 5% du total des points. Une question fondamentale doit rester à l'esprit du candidat : quel(s) problème(s) cherche-t-on à étudier ? Il ne faut pas omettre non plus **l'importance biologique** du phénomène observé. Trop souvent les candidats ignorent cet aspect : on ne peut constater (tableau 1) l'augmentation de la quantité de C organique relâché sans mentionner son rôle pour l'hôte ; on ne peut constater les variations de la quantité de nodosité sans les relier au manque d'azote dans le milieu (ou, à l'inverse, à l'excès d'azote disponible, question 5). La question du **déterminisme** est aussi souvent omise : les variations d'exsudation ou de nodulation sont seulement constatées (voire, débouchent sur des propositions étonnantes comme "la plante évitera ainsi d'être intoxiquée par un excès d'azote"), sans déboucher sur des hypothèses quant à la régulation.

Par ailleurs, des points du barème étaient réservés à la **présentation formelle des copies**, qui a été souvent, mais pas toujours, soignée. L'orthographe est souvent déplorable ; des fautes et des variations de l'orthographe au sein de la copie sur des termes figurant dans l'énoncé (comme rhizobium ou mycorhize – huit fautes sur ce seul mot dans une copie !) sont inacceptables : on attend au moins du candidat qu'il ne déforme pas les données auxquelles il a accès !

Une correction, question par question, et des commentaires spécifiques font l'objet de **l'annexe I**.

II – Question de synthèse

La seconde moitié des points était attribuée à la question de synthèse, exercice plus inhabituel mais très encadré par l'énoncé et qui s'est avéré très discriminant. Environ 12% des copies n'ont pas abordé cet exercice, et beaucoup de candidats l'ont parfois réduit à un bref texte d'une page, sans tenir compte du nombre de points attribué à cette partie.

Sur le fond, les copies ont révélé une maîtrise de **l'écologie souvent limitée à une description formelle** et générale des réseaux et pyramides trophiques (alors qu'elle ne sont pas le cœur de ce sujet). La dynamique de la végétation (dont les végétaux pionniers), l'adaptation à la vie en milieu difficile, le rôle des symbioses dans les chaînes trophiques et les flux de matière ne sont pas souvent abordés. Quant aux aspects évolutifs, si **les faits sont parfois connus** (sortie des eaux des plantes potentialisée par les mycorhizes, origines endosymbiotiques de certains organites...), les exemples sont assez pauvres, et **ne dégagent pas de notions générales d'évolution** : évolution complexifiante (= création de nouvelles structures et de nouvelles fonctions par la symbiose), co-évolution et co-spéciation, transferts génétiques (dans les endosymbioses), limites floues, variables au cours du temps (ou avec les conditions écologiques !) entre symbiose et parasitisme.

Plus grave, la pensée écologique et évolutive des candidats est empreinte de **mauvais finalisme et d'optimisation**, qui laissent penser que la pensée de Bernadin de Saint-Pierre a plus survécu que celle de Darwin. On lit souvent des formules comme « la Nature a créé un ensemble de règles à suivre », « le but de la symbiose », « le sucoir a pour but » : sans doute issues de maladresses, ces formulations finalistes laissent entendre que les processus et structures étudiés ont une volonté, ou remplissent un projet – ce qui pourra être grave devant des élèves. Plus grave, la vision des écosystèmes et de l'évolution est souvent "panglossienne", c'est-à-dire suggérant que tout est pour le mieux dans le meilleur des mondes. On parle de « fonctionnement harmonieux des écosystèmes (permis par la symbiose) », d'associations qui sont « bonnes pour l'écosystème » ou « permettent un métabolisme optimum », etc. Les symbioses ne sont pas le résultat d'une évolution qui améliore les écosystèmes, pas plus que les associations parasitaires. Certes, si on les supprime dans un écosystème, celui-ci peut fonctionner différemment, voire ne plus fonctionner du tout. Présentes depuis longtemps, les symbioses sont intégrées dans son fonctionnement, qui a co-évolué avec elles : mais d'autres modes de fonctionnement seraient sélectionnés sans elles. D'ailleurs, la disparition d'une symbiose améliore au moins la survie des compétiteurs de ses deux partenaires, du point de vue desquels elle n'est pas "optimale" ! De plus, l'évolution est encore **trop souvent vue comme seulement complexifiante**, créant continûment et irréversiblement de la complexité : aucune copie n'aborde la perte de la symbiose dans l'évolution (comme la perte des associations mycorhiziennes chez certaines plantes ou la perte des mitochondries chez certains

Eucaryotes)¹. Enfin, **la vision des écosystèmes comme des équilibres** nie leur capacité à évoluer ou à échanger de la matière avec d'autres écosystèmes voisins.

Bien que la forme ait souvent été correcte, **les dessins sont très rares** et ne donnent pratiquement jamais entière satisfaction : absence de soin, absence d'échelle, lien au sujet discutable (le dessin détaillé du cycle de l'azote, surtout si les étapes symbiotiques ne ressortent pas, est en dehors du sujet). Autre défaut grave, beaucoup de copies **ne présentent aucune démarche nette**. L'introduction est souvent une conclusion, qui ne pose aucune définition (écosystèmes, évolution - c'est pourtant une première fonction possible), ni aucun problème (deuxième fonction)... L'articulation de **la progression est souvent basée sur la juxtaposition** (« passons maintenant à... »), ou sur des transitions résumant de façon anticipée la suite : les transitions menant naturellement d'un problème à l'autre restent rares. Le plan reprenait trop souvent celui suggéré dans l'énoncé, sans construire de sous-parties. La conclusion sert souvent à entasser ce qui n'a pas été dit par ailleurs et, sous prétexte d'ouvrir le débat, débouche parfois sur des sujet « branchés » mais non pertinents ici (OGM, pollution par les nitrates...). L'ensemble forme + progression était noté sur 9% de la note totale ; les défauts d'orthographe (dont les abréviations), de syntaxe et de vocabulaire étaient notés sur 9% de la note aussi.

Connaissances biologiques et exemples sont parfois limités, mais pas d'une façon qui empêchait de traiter le sujet : la plupart des notions pouvait être abordée à partir d'un petit nombre d'exemples, comme lichens + endosymbioses. Le jury a d'ailleurs noté séparément la diversité des exemples et leur pertinence (utilisation comme illustration, ou, mieux mais trop rare, comme mise en évidence). Paradoxalement, **les candidats manquent moins d'exemples biologiques que de la démarche permettant de les utiliser pour démontrer, ou établir des notions pertinentes** (comme celles indiquées plus haut). La ré-utilisation des données de la partie I, non exigée, a trop peu été pratiquée : question I mettant sur la voie de la différence symbiose / parasitisme ; figure 2A et tableau 1 mettant en évidence le coût de l'association et, de là, la possibilité de sélectionner des tricheurs ne payant plus ce coût ; tableau 4 (composition des membranes mitochondriales) et notion de chimère issue de la symbiose. Trop souvent, les candidats s'affranchissaient, explicitement ou par leurs choix d'exemples, de la définition retenue dans l'énoncé (coexistence d'espèces différentes).

Sur **le fond**, le jury a noté les rubriques suivantes (mais toute autre idée des candidats était valorisée) :

- tous les groupes vivants forment des symbioses \pm intégrées ;
- les symbioses permettent l'exploitation des ressources ;
- elles ont un rôle dans certains flux de matière ;
- elles permettent la vie en conditions hostiles ;
- elles assurent une protection contre les parasites (et peuvent donc modifier des chaînes trophiques) ;
- elles peuvent modifier le résultat d'une interaction comme la compétition ;
- elles contribuent aux successions écologiques et ont notamment un rôle pionnier ;
- elles constituent de nouvelles structures, de nouveaux métabolismes...
- ... avec éventuellement de nouvelles capacités écologiques (ex. mycorhizes et conquête du milieu terrestre).

¹ Sur ce problème, et en lien avec le nouveau programme, les candidats sont invités à lire des ouvrages comme :
Gouyon P.H. & Arnould J. Les avatars du gène. Belin, 1997.
Gould, S.J. L'éventail du vivant. Traduction au Seuil, 1997.

- des endosymbioses peuvent être reconnues chez les eucaryotes : arguments, exemples d'endosymbioses primaire et secondaire, transferts génétiques vers le noyau ;
- on constate des phénomènes de coévolution (notion d'interaction durable, modalité de transmission intergénérationnelle), de cospéciation ;
- les limites entre symbiose et parasitisme sont versatiles (notion de tricherie) dans l'évolution ;
- des liens peuvent être cités avec des pratiques de gestion des milieux naturels ou anthropisés.

Le jury a souhaité joindre, pour l'information des candidats, un document de travail qui a constitué une base de réflexion et d'information avant la mise en place d'un barème de l'épreuve (**annexe II**). Ces notes détaillées ne constituent pas une correction ; les grandes lignes de celle-ci sont données par les éléments de barème indiqués ci-dessus. Quelques erreurs récurrentes font l'objet de l'annexe III.

REMARQUES FINALES

Les copies témoignent globalement d'un effort réel des candidats. Elles souffrent cependant souvent, comme d'habitude, de défauts élémentaires et prévisibles, que les candidats devraient donc anticiper : absence de progression, qui ouvre la porte aux hors-sujets, insuffisance d'illustration, orthographe indigente.

Il apparaît néanmoins que les candidats connaissent, ou ont entrevu beaucoup de modèles biologiques. Il est donc attristant qu'ils ne puissent y puiser matière à concepts : les données semblent occuper entièrement le champ qui devrait être dévolu à la réflexion sur le monde vivant. La biodiversité nuit à l'analyse. Le nouveau programme de ce concours, qui entre en vigueur dès l'an prochain (B.O. spécial n°5, 19 mai 2005), allégé et recentré autour d'un nombre limité d'exemples et de notions, permettra peut-être de laisser plus de temps aux candidats pour développer leurs capacités d'analyse au cours de l'année.

L'épreuve de cette année a aussi révélé les limites des candidats dans deux matières intégratives essentielles, situées toutes deux à l'interface avec la géologie et donc, au cœur des sciences de la vie et de la Terre : l'écologie et l'évolution. Elles sont très présentes dans le nouveau programme. Les candidats ne semblent que faiblement armés pour les traiter. On doit espérer que cette situation changera.

ANNEXE I – CORRECTION COMMENTEE DE LA PARTIE I

Question 1

Ces structures, toutes deux réalisées par des champignons (hétérotrophes au carbone) interagissant avec des plantes (autotrophes au carbone), sont formées de ramifications très fines (de l'ordre du micromètre). Elles réalisent donc une grande surface entre les deux organismes. Par ailleurs, elles sont très proches du partenaire (cellule de la plante) avec lequel se font des échanges, puisqu'elles sont situées en-dedans de la paroi pectocellulosique de la cellule-hôte (structure intracellulaire). Il est difficile de comparer les distances entre la paroi du champignon et la membrane plasmique de la cellule-hôte (environ 1 à 2 μm dans le cas du suçoir, mais membranes disparues à la fixation sur l'arbuscule), mais on peut présumer qu'elles sont minces dans les deux cas. Grande surface de contact et proximité entre les compartiments mis en contact signent une structure d'échange (on peut évoquer la loi de Fick pour étayer cela). Ces échanges peuvent être passifs (selon le gradient, au travers des membranes ou facilités par des transporteurs), voire actifs (utilisation du gradient protonique transmembranaire du champignon), comme le suggère l'abondance de mitochondries dans le corps de l'un des suçoirs sur la figure 1A.

Mais rien ne permet de prédire le sens des échanges, qui d'après l'énoncé sont unidirectionnels dans le cas du champignon parasite (prélèvement de carbone et de sels minéraux), mais bidirectionnels dans le cas des mycorhizes (du carbone contre des sels minéraux). La structure ne révèle que l'existence d'échanges, mais non leur sens, ni l'avantage qu'en tirent les partenaires. On peut juste noter (quoique rien ne le prouve dans le cas 1B !) que la cellule-hôte vit, car elle garde sa membrane plasmique : c'est une association biotrophe dans les deux cas. Les différences de nom (suçoir/arbuscule) sont connotées par notre connaissance de la relation physiologique (suçoir paraît en effet bien unidirectionnel !).

Remarques : trop de candidats ont essayé de relier systématiquement les différences observables à des différences entre parasites et symbiotes ; beaucoup ont omis de répondre à ce point de la question en se bornant à de longues descriptions, et en refaisant les schémas.

Question 2

Le **tableau 1** montre, en comparant la première ligne (qui sert de témoin, les unités choisies ne permettant pas de commenter les valeurs dans l'absolu) à la seconde, que la présence d'un broyat de cnidaire avec xanthes augmente d'un facteur 10 la photosynthèse et double l'exsudation carbonée des xanthes libres. Noter que la quantité relarguée est donc plus forte en présence de ce broyat. Noter qu'étant acellulaire, le broyat n'a sans doute plus d'activité métabolique complexe.

Deux interprétations :

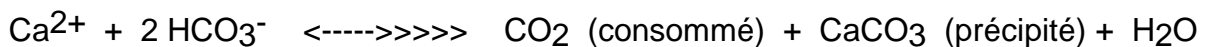
1) le sens biologique est évident, car ceci profite au cnidaire, vue la nature des composés rejetés (mais la différence entre les deux facteurs laisse penser que la xanthelle profite aussi de l'augmentation de la photosynthèse : le carbone réduit par l'augmentation de la photosynthèse n'est pas entièrement rejeté) ;

2) on peut supposer qu'un signal inducteur allant du cnidaire vers la xanthelle induit ces augmentations. Dans le cas de l'augmentation de la photosynthèse, un simple effet trophique peut être proposé : apport de nutriments issus de l'hôte, par exemple sels minéraux (mais pas de CO₂ puisqu'il n'y a plus de respiration dans le broyat).

La ligne 3 du tableau 1 montre par rapport à la ligne 1 (témoin) qu'un cnidaire sans xanthelle augmente la photosynthèse d'un facteur 3, mais pas le relargage. Par rapport à la ligne 2, photosynthèse et relargage sont plus faibles. Un signal du cnidaire induit donc une augmentation partielle de la photosynthèse mais non du relargage. En revanche, les similitudes entre les lignes 2 et 4 montrent qu'un cnidaire re-colonisé par des xanthes redevient capable de stimuler photosynthèse et relargage. La production d'un signal inducteur du relargage est donc elle-même induite par la présence de xanthelle. Le signal augmentant la photosynthèse n'est quant à lui que partiellement inductible. (Noter que la fraction de l'augmentation de la photosynthèse non-inductible à la ligne 3 peut être soit un signal constitutif, soit un simple effet trophique).

Le **tableau 2** montre que les cnidaires sans xanthelle perdent de l'azote, tandis que les cnidaires avec xanthes n'en perdent pas. Ces pertes peuvent s'expliquer comme une excrétion azotée. La présence des xanthes annule les pertes d'ammonium. On peut proposer que cet azote soit récupéré comme source d'azote par l'algue. Ceci fait écho aux hypothèses trophiques invoquées pour l'augmentation de la photosynthèse au tableau 1 et explique la source de l'azote rejeté par l'algue sous forme d'acides aminés dans ses exsudats. On note donc un échange trophique réciproque : la xanthelle fournit des composés carbonés et reçoit de l'azote. (Une interprétation alternative, mais moins plausible, est que l'alimentation des cnidaires est modifiée en l'absence de xanthes, de telle sorte qu'une excrétion azotée, inexistante en symbiose, apparaît alors).

Le **tableau 3** montre une moindre calcification à l'ombre et en l'absence de xanthelle. De plus la lumière ne joue un rôle qu'en présence de xanthes. On peut imaginer que, mieux alimenté grâce aux xanthes, ce qui se produit surtout si l'algue photosynthétise (lumière), le cnidaire a plus d'énergie à consacrer à la calcification : l'énoncé indique les produits libérés par les xanthes, susceptibles de nourrir l'hôte. Mais les xanthes à la lumière interviennent également en consommant du CO₂ lors de la photosynthèse, ce qui joue sur l'équilibre de dissolution des carbonates et entraîne un dépôt de calcaire formant l'exosquelette du cnidaire :

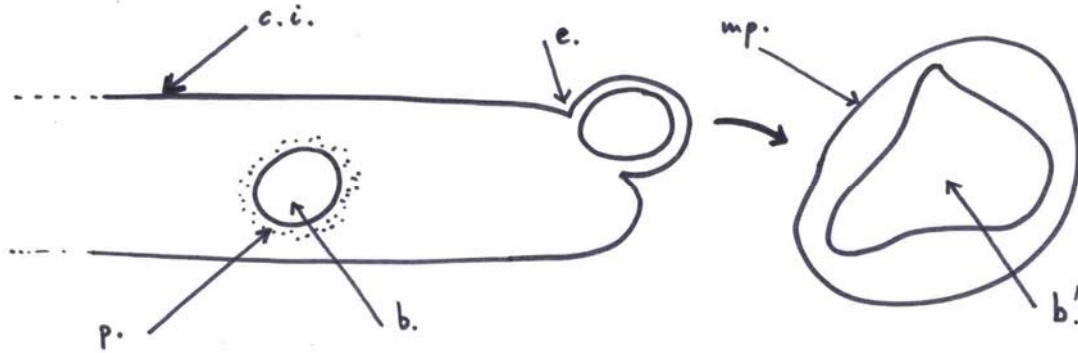


Les candidats pourraient justement déplorer l'absence d'écart-types, empêchant de discerner les différences significatives. Ils pourront conclure sur le fait qu'on observe ici des modifications physiologiques réciproques liées à la symbiose.

Remarques : trop de candidats n'ont pas analysé la source des variations du tableau 1 (inductions rarement évoquées) ; d'autres les ont interprétées comme résultant du métabolisme des cnidaires (respiration fournissant du CO₂) ou des xanthes ajoutées : mais le broyat est « acellulaire », et n'assure donc plus aucun métabolisme. Beaucoup estiment les valeurs obtenues en l'absence de broyat comme « faibles », alors que les unités arbitraires ne permettent aucune estimation absolue ! L'utilisation de l'ammonium par les xanthes n'est que rarement reliée à l'exsudation d'acides aminés ou à l'accélération de leur photosynthèse en présence de broyat de cnidaire. L'équilibre de dissolution des carbonates (essentiel en Sciences de la Vie et de la Terre) n'est pas connu de la majorité des candidats.

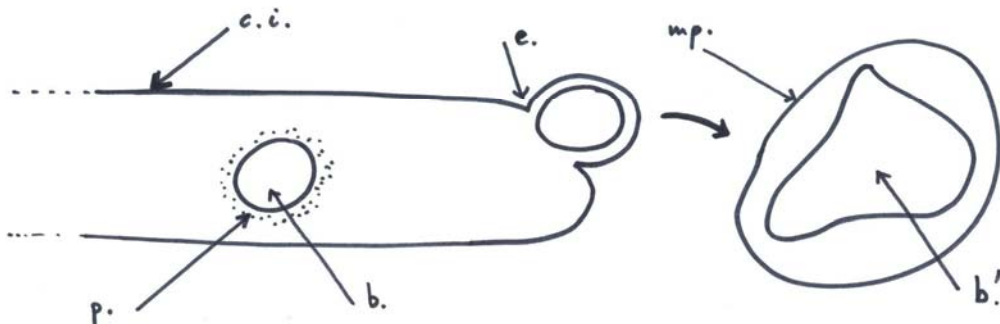
Question 4

Les bactéries encore libres, ovoïdes et dotées d'une paroi (visible en blanchâtre), colonisent le cordon d'infection (ou peut en conclure qu'elles sont mobiles). Elles sont au contact de la membrane limitant le cordon d'infection, qui n'est autre qu'une invagination de la membrane plasmique de la cellule.



On voit une des bactéries contre la membrane qui s'invagine et fait passer dans le cordon d'infection les bactéries se lisses et de membrane bactéroïde non visible

Remarques: les copies ont présenté beaucoup de réécritures de cours sur les facteurs nod, la leghémoglobine, la courbure des poils absorbants, et quelques incompréhensions (l'entrée des bactéroïdes est parfois présentée comme une exocytose, une perforation membranaire ou encore un passage dans la vacuole, la cellule est confondue avec l'ensemble de la nodosité).



Question 5

On voit que plus le milieu est pauvre en nitrate, plus il y a de poils absorbants courbés (donc, d'initiation de la colonisation) et plus il y a de nodosités (l'intensité de cette réponse est masquée par les échelles doublement logarithmiques !). La plante compense donc la pauvreté en azote soluble du milieu en ayant recours à la symbiose, mais l'établissement de cette symbiose dépend des conditions écologiques. En présence de nitrates, on peut supposer que la réduction du nombre de nodosités provient d'une baisse de sensibilité de la plante à l'infection (et non, par exemple, d'un turn-over accru). Les coûts comparés de la réduction de N_2 et de NO_3^- montrent que cette seconde source est moins coûteuse ; de plus, elle ne nécessite pas de nourrir les rhizobiums ni l'organe végétal (nodosité) qui les abrite (coût total : 30% des photosynthétats de la plante). En présence de NO_3^- , il est donc plus rentable d'utiliser cette source pour la plante. On ignore ce qui arrive, dans ces conditions, aux rhizobiums, pour lesquels cette réponse n'est peut-être pas optimale : il s'agit d'une réaction contrôlée par la plante. On remarque au passage que la coopération n'est pas favorisée en elle-même : ceci illustre « l'égoïsme » sélectif des partenaires symbiotiques (même si cela peut être suicidaire à terme, e.g. si le milieu redevient pauvre en NO_3^-).

On notera que cette réponse postule que les nodosités formées ont des capacités fixatrices d'azote identiques (ce qui n'est pas, en fait, toujours le cas). Pour mémoire, coût de la synthèse réductrice d'un ammonium :

Source d'N	Coût ATP	Coût e-	Equivalent ATP (2e- = 3 ATP) par N
NO_3^-	0	8	12 eq. ATP
N_2 *	8	4	14 eq. ATP

* par N et en comptant la fuite de H_2

Remarques : L'hypothèse d'une régulation à la mise en place (lien entre courbure et initiation de l'entrée) due à la plante, ainsi que le coût de la symbiose, sont rarement abordés. Dans les copies, la symbiose est seulement envisagée sous l'angle de la plante (et l'effet sur le rhizobium, ainsi que l'égoïsme sélectif, n'apparaissent que rarement – voir dans les commentaires sur la seconde partie la notion de vision panglossienne).

Question 6

Sur la figure 3A, la mitochondrie est limitée par deux membranes continues, à l'opposé de l'unique membrane du réticulum, ce qui évoque les deux membranes entourant les bactéroïdes de la figure 2A. On peut aussi noter que la taille de la mitochondrie est de l'ordre de grandeur de celle d'une bactérie. Sur le tableau 4, les deux membranes mitochondriales ont une composition différente. La membrane interne (mb. 3) ressemble à celle des procaryotes par la présence de cardiolipides, de phosphatidyl-glycérol et de cytochrome aa3 et l'absence de cholestérol, un composé caractéristique des eucaryotes. La membrane externe (mb. 2) est en revanche riche en cholestérol, plus riche en phosphatidyl-inositol que la mb. 3, et se rapproche de la membrane du réticulum, qui est elle évidemment d'origine eucaryote.

On peut donc proposer que la membrane interne soit d'origine procaryote (par comparaison avec la membrane eubactérienne et par opposition à celle du réticulum), avec des ajouts eucaryotes ultérieurs. On peut aussi proposer une origine mixte de la membrane

mitochondriale externe et la discuter comme suit : (1) soit c'est une membrane eucaryote (avec stéroïdes, donc), de type membrane de séquestration issue de l'endocytose, contaminée, au cours de l'évolution, par des lipides procaryotes voisins, (2) soit c'est une membrane procaryote contaminée, au cours de l'évolution, par des lipides eucaryotes. A l'appui du second scénario, on se rappellera (non demandé au candidat) que certains procaryotes, dont ceux proches des mitochondries, sont Gram- et ont donc une membrane externe, qui n'existe plus chez les mitochondries. On peut donc enfin proposer que les mitochondries soient issues d'un procaryote ayant subi une endocytose, ce qu'on peut récapituler dans un schéma explicatif.

Remarques : la réponse à cette question est parfois fusionnée à la septième, ce qui casse toute la démarche hypothèse / validation. Le lien entre les figures 2A et 3A (notion d'endocytose) manque trop souvent ; les stéroïdes ne sont pas vus comme des marqueurs eucaryotes. Les candidats ne discutent presque jamais la nature apparemment chimérique de la membrane mitochondriale externe. L'endosymbiose est connue de tous, mais pas redémontrée à l'aide des données.

Question 7

Sur la phylogénie de la figure 3B, on détermine la place évolutive des différents génomes contenus dans la cellule de Maïs. Le génome nucléaire est, comme attendu, un génome eucaryote (proche de l'algue verte *Prorocentrum micans*). Le génome mitochondrial, quant à lui, se place près de bactéries comme *A. tumefaciens* (qui interagit d'ailleurs aussi avec les cellules eucaryotes), ce qui indique une origine eubactérienne. Ceci est conforme à l'hypothèse d'une origine bactérienne des mitochondries, et des membranes qui les entourent. Le génome du plaste est voisin évolutivement de la cyanobactérie *Synechococcus sp.*, or les plastes des végétaux verts sont aussi limité par deux membranes continues. Ce point est conforme à l'hypothèse d'une origine bactérienne des organites limités par deux membranes continues.

Remarques : quelques formulations confuses montrent que les candidats ne savent pas toujours ce qu'est un arbre phylogénétique ; l'analyse de cette question quant aux plastes est souvent hâtive. Les trois génomes n'ont pas été clairement présentés.

ANNEXE 2 - ELEMENTS DE REFLEXION CONCERNANT LA PARTIE II

NB – ces données brutes et parfois très techniques ne constituent pas un corrigé, mais un document de travail qui a constitué une base de réflexion et d'information avant la mise en place d'un barème de l'épreuve. Sa présentation sous forme de points numérotés n'en fait pas non plus un plan (des redondances ont été introduites pour développer complètement chaque idée dans chaque paragraphe).

Une **introduction** peut récapituler la définition proposée (« la symbiose sera définie comme une association durable et à bénéfices mutuels entre espèces différentes ») et poser le problème des implications à d'autres échelles d'espace (écosystèmes) et de temps (évolution) que l'interaction deux à deux. Elle peut aussi partir du paradoxe que ces associations sont fréquentes, alors qu'elles ont un coût pour les partenaires (cas des xanthelles de la question 2 ou des plantes nourrissant des rhizobiums dans la question 5). On peut rappeler que la symbiose intéresse tous les organismes connus, des bactéries aux eucaryotes, des champignons aux animaux (**universalité du phénomène**).

1 – La symbiose crée de nouvelles entités biologiques (c'est une modalité d'innovation biologique), et leur assure un contact durable, voire une transmission commune (notion d'interaction durable).

1.1 - La symbiose est un facteur d'innovation évolutive, car elle rapproche plus ou moins étroitement des organismes phylogénétiquement différents, tout en maintenant un équilibre dynamique dans leurs développements respectifs. L'intégration est plus ou moins poussée ; elle crée dans certains cas :

- de nouvelles structures chimériques, par exemple,
 - de nouvelles cellules (figures 2A et 3A !), cas de l'origine des cellules eucaryotes avec mitochondries, voire plaste, cas des cellules des nodosités des racines des Légumineuses),
 - de nouveaux organes (mycorhizes, mycétanges de certains insectes symbiotiques avec des champignons...),
 - de nouveaux organismes (cas du thalle lichénique) ;
(la plupart du temps, toutefois, les partenaires restent distincts – ségrégation par une, voire deux, membrane(s) plasmique(s) !).
- de nouveaux métabolismes chimériques, par exemple, la fixation de l'azote (pour fixer l'azote, le rhizobium doit à la fois respirer beaucoup et éviter l'inactivation de la nitrogénase -dilemme insoluble sans barrière de diffusion et sans leghémoglobine, qui apporte assure le maintien d'une pO₂ faible), ou la synthèse des acides lichéniques (molécules aromatiques protégeant les lichens contre les forts éclaircissements et les herbivores), ou encore la méthanogenèse (par syntrophie, voire en 2.3 ce mot) ; ces métabolismes ne sont possibles que lorsque les deux partenaires sont réunis ;
- ... donc, de nouveaux traits phénotypiques et physiologiques ;
 - dans certains cas, ces traits sont inductibles par la présence du partenaire, grâce à des molécules qui peuvent être mentionnées brièvement (facteurs Nod induisant les nodosités, facteurs des cnidaires stimulant la photosynthèse et l'exsudation des xanthelles...),

- ils sont parfois acquis : la présence continue du partenaire finit par sélectionner leur présence constitutive même en l'absence du symbiote (mycétanges des insectes symbiotiques, domacies (ou domatie), les loges à arthropodes comme des fourmis ou des acariens présentées par certaines plantes...).

En recrutant des symbiotes, chaque organisme modifie donc son phénotype au-delà de ce que permet son génotype (notion de phénotype étendu au sens de Dawkins).

Parfois, ces nouveaux phénotypes créent de nouveaux milieux (innovations écologiques) : c'est le cas des cnidaires des récifs coralliens, qui, en s'acclimatant constituent la base d'un écosystème où s'abritent les 2/3 de la biodiversité marine. Un autre exemple classique d'innovation écologique est l'origine des végétaux terrestres, qui proviendraient de la symbiose entre un organisme dérivé d'une algue verte et un champignon ancêtre des Glomales formant actuellement les endomycorhizes vésiculo-arbusculaires (exploitation respective de l'atmosphère et du sol, voir 2ème point).

1.2 - Les partenaires entrent dans des interactions continues, au sein d'une génération, qui se répètent entre générations : ceci crée donc des interactions durables et des associations parfois héréditaires :

Les modalités de transmission peuvent être brièvement rappelées :

- d'une génération à la suivante (transmission verticale : reproduction asexuée des lichens par isidies et sorédies, mitochondries et plastes, cas des symbiotes du TD des mammifères transmis lors des contacts oraux (ou fécaux) mère / petit),
- par infection à partir du milieu (transmission horizontale : mycorhizes, nodosités...),
- par transmission pseudo-verticale, qui résulte de la proximité des descendants et des parents : acquisition horizontale, mais qui recrute les partenaires parentaux (similitude entre flore maternelle et flore du petit des mammifères, des mycorhizes des plantules et des plantes adultes des espèces à graines peu disséminées).

La coexistence est donc longue au cours du cycle de vie, et répétée : on parle d'interaction durable.

Dans les transmissions verticales, on forme parfois de nouveaux génotypes car deux voire trois génomes sont transmis ensemble entre générations (cas des mitochondries et des plastes avec le noyau : les généticiens ont peiné à démêler l'existence de compartiments génétiques d'origine différente au sein de la cellule, à cause de cette transmission conjointe). Par ailleurs (voir 3ème point), ceci facilite les flux de gènes d'un compartiment à l'autre.

2 – En conséquence, écologiquement, la symbiose intervient (avec d'autres facteurs, bien sûr) à différents niveaux dans les écosystèmes :

2.1 - Dans l'occupation de la niche écologique, la symbiose aide :

- à exploiter les ressources de la niche ;
 - aspect trophique : le cas des mycorhizes et de l'exploitation des ressources du sol est évidemment recommandé, mais il existe d'autres exemples (des

endosymbiontes d'insectes (comme les *Buchnera* des Pucerons) apportant un complément d'acides aminés, des virus des hyménoptères parasitoïdes qui leur permettent d'affaiblir leur hôte...); on sait aussi que chez les animaux l'utilisation des édifices lignino-cellulosique est souvent le fait de symbioses digestives (Termites) ou d'insectes champignonnistes (Fourmis et Termites) ;

- adaptation à des conditions hostiles (c'est-à-dire habituellement inappropriées pour un phylum donné) : cas des *Riftia* des dorsales (avec des bactéries chimiolithotrophes), des Cnidaires adaptés par le recyclage des déchets (question 3!) aux eaux tropicales oligotrophes, des Ericacées dont les partenaires mycorhiziens exploitent N et P organiques dans les sols mal minéralisés des landes, lichens aux températures extrêmes... ; en se plaçant dans l'histoire de la biosphère, la conquête des milieux émergés (évoquée au point 1.1) est de cet ordre ;

- à éviter l'exclusion par compétition avec d'autres organismes :
 - en intraspécifique, par production de toxines ou d'antibiotiques éliminant des souches sensibles (certaines bactéries de protozoaires, virus cytoplasmiques des levures *killer*...)
 - en protégeant et en nourrissant mieux le partenaire ; la symbiose assure ainsi un meilleur succès compétitif au détriment des non-symbiotiques (exemple des graminées abritant un champignon endophyte produisant des alcaloïdes toxiques, qui améliorent leur succès compétitif en les soulageant des phytophages - cultivar Kentucky 31 de *F. arundinacea*).

2.2. - Dans la structuration des communautés et de leurs liens (mais cet aspect est peu vulgarisé et sans doute difficile à traiter), la symbiose intervient dans :

- la diversité des biocénoses ; celles-ci sont souvent structurées par la diversité des partenaires (par exemple, la présence et l'abondance de certaines espèces de plantes dépendent de la diversité des mycorhiziens sous terre, et vice-versa ; on connaît aussi le rôle déterminant des symbioses nettoyantes sur la diversité des poissons des écosystèmes coralliens : l'élimination de crevettes et poissons nettoyeurs réduit fortement la diversité des espèces de poissons nettoyyés) ;
- les chaînes trophiques ; elles sont modifiées par la présence du symbiote ; la protection contre les parasites est une forme de modification des chaînes trophiques qui devrait être abordée ; par exemple, la micro-flore du tube digestif des animaux et les mycorhizes réduisent le succès des consommateurs parasites ; dans ces deux cas, trois effets se conjuguent : antibiose directe, compétition pour les ressources et stimulation (c'est-à-dire pré-munition) des défenses de l'hôte (système immunitaire / élicitation des défenses végétales) ; on peut aussi citer le cas des arthropodes protecteurs (domacies à acariens, plantes myrmécophiles) ;
- la dynamique temporelle des biocénoses, notamment les successions écologiques (apparition / disparition successives d'espèces à la mise en place de la biocénose) :
 - de façon directe, aux stades pionniers (en fait, un cas de "conditions hostiles", voir plus bas) ; les lichens (résistants à la dessiccation, aux températures extrêmes, surtout à l'état desséché, aux forts rayonnements grâce aux substances

lichéniques évoquées plus haut) sont des exemples classiques d'espèces pionnières ;

- de façon indirecte, en jouant dans les mécanismes de succession écologique ; l'arrivée d'un symbiote peut renverser la balance compétitive en faveur d'une espèce symbiotique, là où une espèce non-symbiotique (ou dépendant d'un autre symbiote) réussissait en l'absence de celui-ci ; il en résulte un remplacement (des exemples documentés pour les mycorhizes, mais souvent peu vulgarisés).

Enfin, on peut mentionner ici la conquête de milieux hostiles (point déjà évoqué plus haut, 2.1) : zonation des lichens au niveau de la zone littorale (entre éclaboussures hyper-salées et milieu sec) ; Aulnes (plantes fixatrices d'azote à *Frankia*) sur dépôts fluviatiles ou torrentiels.

2.3 - Enfin, et en conséquence, la symbiose intervient dans les flux de matière au sein des écosystèmes :

- elle permet des recyclages plus rapides, importants dans les écosystèmes oligotrophes : de nouveau, cas des mycorhizes de sols mal minéralisés (landes, écosystèmes boréaux) qui exploitent le N et le P organique pour la plante, recyclage des déchets par la xanthelle (question 3 !).
- elle permet des flux entre organismes de même position dans les chaînes trophiques : c'est le cas de plantes connectées au(x) même(s) champignon(s) mycorhizien(s) qui peuvent échanger entre elles du carbone, voire du phosphate ou de l'azote ; c'est l'une des bases de l'effet fertilisant d'une co-culture avec une légumineuse ; c'est aussi ce qui a permis l'émergence de plantes non-chlorophylliennes nourries par un champignon, comme la Néottie Nid-d'oiseau ou le Monotrope (Suce-pins) : le champignon leur fournit du carbone synthétisé par des plantes voisines.
- surtout, des symbioses ont un rôle prédominant dans certaines étapes du cycle d'éléments chimiques, dont voici deux exemples majeurs.
 - L'essentiel (50-75%) de la fixation de l'azote terrestre est rempli par des symbioses : création de milieux micro-aérobies pour protéger la nitrogénase et fort apport carboné (donc énergétique) par le partenaire non-fixateur facilitent ce métabolisme (voir 1.1).
 - De même l'essentiel du méthane (un gaz à effet de serre) est d'origine symbiotique (50 à 95%) : en milieu anaérobie riche en M.O., une syntrophie (alimentation conjointe) s'opère entre une bactérie fermentaire produisant du H₂ et une méthanogène (CO₂ + H₂ -> CH₄ + H₂O + énergie) [le métabolisme de la seconde exige du H₂, celui de la première n'est rentable énergétiquement qu'à très basse pH₂].

3 – Evolutivement, la symbiose crée de nouveaux systèmes biologiques et de nouvelles pressions de sélection.

3.1 – La symbiose (l'endosymbiose intracellulaire, ou endocytobiose, chez les Eucaryotes) est un phénomène de complexification qui crée de nouvelles espèces d'origine chimérique, et permet la radiation des phylums entiers.

Arguments sur l'origine endosymbiotique de certains organites :

- observation d'endosymbioses actuelles (Rhizobiums, xanthelles : questions 2 à 5 !),
- arguments morphologiques (phycobilisomes des algues rouges et des cyanobactéries, double membrane...),
- arguments biochimiques structuraux (lipides membranaires : tableau 4 !),
- arguments biochimiques fonctionnels (cycle de Krebs, cycle de Calvin et chaînes de transfert d'électrons sont homologues de métabolismes similaires des procaryotes),
- arguments génétiques (nature et expression des génomes endosymbiotiques, figure 3B).

Tous les Eucaryotes connus dériveraient d'un ancêtre qui avait des mitochondries issues de bactéries : chez les Eucaryotes sans mitochondries, il y a eu perte ; l'acquisition serait un événement unique, ancêtre des formes actuelles.

Plusieurs origines des plastes expliquent en partie la diversité des groupes d'algues et de végétaux chlorophylliens :

- endosymbiose primaire et plastes à 2 membranes : cyanobactérie dans l'ancêtre de la « Lignée Verte », qui comprend les Algues Rouges, Vertes et les Embryophytes = Archégoniates ;
- endosymbiose secondaire et plaste à 3 ou 4 membranes : algue rouge dans l'ancêtre de l'ensemble Algues Brunes + Diatomées ; algue verte dans l'ancêtre des Euglènes...
- cas d'endosymbiose tertiaire chez les Dinoflagellés (le plaste dérive d'une algue proche des brunes, fait encore peu vulgarisé).

En augmentant le temps passé ensemble par deux espèces, la symbiose favorise les échanges génétiques au cours de l'évolution. Ce sont les transferts de gènes dans le noyau de la cellule-hôte : il y a de nouvelle innovation par chimérisation, débouchant ici sur la création de nouveaux génomes. On peut distinguer les étapes suivantes : passage de fragments d'ADN de l'organite dans l'ADN « poubelle » (non codant), puis activation de l'expression du pseudo-gène obtenu par mutations.

- Exemple de gènes nucléaires issus des organites, dont le produit protéique sert encore dans l'organite après adressage : petite sous-unité de la RuBisCO chez les Embryophytes. Une séquence a été acquise, codant un peptide-signal qui sert à l'adressage de la petite sous unité vers le plaste, après sa synthèse cytosolique. (Au passage, la grande sous-unité étant codée dans le plaste, on observe une coopération plaste/noyau pour la mise en place de la RuBisCO ; un phénomène semblable dans le cas du PSII : sous-unités du centre réactionnel codées dans le plaste et sous-unités des antennes propres codées dans le noyau).
- Exemple de gènes nucléaires issu des organites, dont le produit protéique est réaffecté à d'autres activités cellulaires : gènes des cellulose-synthases pariétales ou des phytochromes, tous d'origine plastidiale ; la glycolyse ferait intervenir les produits de gènes d'origine mitochondriale.

3.2 – La symbiose crée des pressions de sélection sur les partenaires (notion de coévolution).

La présence continue du symbiote dans l'environnement immédiat contribue à en faire une pression de sélection. Beaucoup de traits phénotypiques présents chez les espèces symbiotiques mais pas chez leurs parents asymbiotiques (domacies, mycétanges, voir 1.1) ont été sélectionnés à cause de la présence du partenaire. Lorsque toute évolution de l'un entraîne une évolution de l'autre (chacun peut exercer des pressions de sélection sur l'autre), on parle de coévolution.

Un cas de coévolution est la co-spéciation (les arbres phylogénétiques sont alors les mêmes pour les deux partenaires) ; exemple : plastes et mitochondrie + cellule-hôte, insectes champignonnistes (de la co-spéciation le plus souvent, mais parfois des changements de partenaire fongique) ; absence de co-spéciation : champignon mycorhiziens ou lichénisés et leur hôte photosynthétique.

Comme exemple de co-évolution, on peut citer la perte de certaines fonctions redondantes avec celles de l'hôte : évolution régressive. Elle est évidente dans le cas des organites (la réduction de leur génome résulte à la fois des transferts et de pertes de gènes devenus inutiles : mobilité, paroi, réponse aux stress... On pouvait s'appuyer sur la transition Rhizobium → bactéroïde pour discuter ce point). La symbiose peut alors devenir obligatoire (cas des orchidées, des champignons des endomycorhizes vésiculo-arbusculaires).

3.3 – La symbiose évolue instablement à la marge avec le parasitisme (théorie de la Reine Rouge).

La symbiose repose parfois sur des dispositifs anatomiques ou morphologiques semblables au parasitisme (figure 1 !) ; dans certaines symbioses, l'un des partenaires consomme en partie l'autre (pollinisateurs du figuier et du Yucca, dont les larves mangent quelques graines ; microflore du rumen en partie digérée par le ruminant comme source de N et P, insectes champignonnistes mangeant une partie du champignon qu'ils entretiennent...).

Par ailleurs, la sélection porte sur le nombre de descendants (notion de *fitness* = valeur sélective, VS), non sur la coopération elle-même, sauf si elle améliore la VS ! On le voit lorsqu'un partenaire abandonne l'autre lorsqu'il n'en a pas besoin (figure 2B ! : au risque même de sa survie, plus tard, la plante ne coopère que si cela est nécessaire). On peut parler d'égoïsme sélectif.

A chaque instant existe le risque que l'un des partenaires (ou une troisième espèce) mute pour utiliser les échanges symbiotiques à son avantage, sans réciprocité. Un tel organisme, qui exploite une symbiose en parasite, est un tricheur. Exemple de tricherie, les mitochondries mâle-stérilisantes (stérilité mâle cytoplasmique) des plantes hermaphrodites : en réduisant la production de pollen, elles augmentent la quantité d'ovules et donc leur transmission (maternelle)... au risque de voir disparaître tous les mâles ! Comment expliquer la stabilité des symbioses face à la sélection de tricheurs ?

Les organismes peuvent choisir leur partenaire, et cesser de collaborer avec ceux qui ne payent pas de réciprocité (on parle de sanction). Ceci crée une pression continue contre-sélectionnant les tricheurs : cas des Yuccas qui font avorter les fruits

abritant des larves de *Tegeticula* trop gourmands, cas des légumineuses qui privent d'oxygène les nodosités dont les rhizobiums ne produisent pas d'ammonium...

Il en résulte qu'une symbiose peut dériver à tout moment vers le parasitisme et réciproquement. On peut rappeler l'exemple des symbioses nettoyantes : à tout moment, le nettoyeur peut en profiter pour arracher de la chair du nettoyé, tandis que le second peut gober le nettoyeur... Il faut donc continûment évoluer (même si le milieu physique ne change pas) pour s'adapter au partenaire et limiter l'apparition de tricherie. Comme le parasitisme, la symbiose relève du modèle de la Reine Rouge (ce modèle explique l'existence d'extinctions biologiques, même quand le milieu ne change pas, comme le produit des associations qui ont débouché sur l'exploitation totale et irrémédiable d'un partenaire par l'autre).

Une **conclusion** peut donc récapituler que la symbiose est un mécanisme écologique et évolutif... au même titre que d'autres interactions interspécifiques (voire, intraspécifiques). On pouvait aussi indiquer, mais en l'illustrant brièvement, en quoi l'homme tire parfois profit, empiriquement ou de façon raisonnée, des symbioses dans la gestion des milieux, notamment des agrosystèmes.

ANNEXE 3 - QUELQUES ERREURS RECURRENTES :

- L'accumulation de dioxygène à l'Archéen n'est pas nécessairement liée aux plastes, mais plus sûrement à des bactéries libres (comme des Cyanobactéries) effectuant la photosynthèse oxygénique.
- La pluricellularité ou d'autres liens intraspécifiques (comme la relation placentaire) sont une forme de coopération, mais n'entrent pas dans la symbiose, définie en introduction comme « une association... entre espèces différentes ».
- Il en va de même de la pollinisation où (sauf exception des yuccas et figuiers) les partenaires ne sont pas en association durable.
- Les substances lichéniques ont divers rôles, mais ne sont pas émises dans le milieu (ni toujours acides) : ce sont des acides plus habituels, comme l'acide citrique, qui permettent l'attaque du substrat minéral chez les formes pionnières.
- Les poissons-pilotes profitent de la présence d'un plus grand poisson comme protection, sans contre-partie, tandis que les oiseaux « pique-bœuf » provoquent souvent par leur action des lésions épidermiques des bovidés où prolifèrent les larves dont ils se nourrissent – ces deux derniers cas ne relèvent donc pas directement de la symbiose.
- La *fitness* peut être appelée, en français, « valeur sélective » – une expression qui est en elle-même une définition et évite des malentendus.
- Les champignons ne fixent pas l'azote atmosphérique : seules les bactéries le peuvent - sans doute les Actinomycètes, ces bactéries qui fixent parfois l'azote et qu'on ferait mieux de nommer des Actinobactéries, sont-elle à l'origine de cette erreur.
- La fixation de l'azote (fonctionnement de la nitrogénase) ne donne pas de nitrates, mais de l'ammonium qui est par la suite intégré à des acides aminés.

L'écrit de géologie

SUJET

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

Remarques importantes

- 1 - Le sujet est organisé en quatre parties et comprend 13 documents, dont l'un (doc. 6) est à rendre avec la copie.
- 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 des 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 - Si au cours de l'épreuve le candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en indiquant les initiatives qu'il est amené à prendre de ce fait.

La différenciation des planètes telluriques

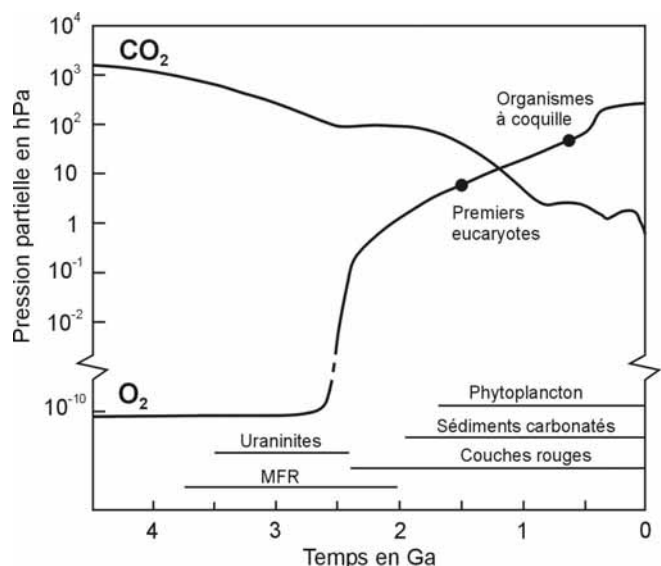
Le sujet proposé traite de la structure et de la dynamique de quelques objets telluriques du système solaire : Vénus, la Terre, la Lune, Mars et les météorites. Plusieurs aspects seront abordés : les atmosphères, les surfaces, les processus conduisant à la différenciation des enveloppes internes. Enfin la formation de la croûte continentale terrestre sera étudiée à partir de la carte structurale de l'Europe.

1. Les atmosphères

En utilisant les documents 1a et 1b ci-dessous, expliquez en quoi l'évolution physicochimique de l'atmosphère terrestre se différencie de celle des autres planètes telluriques Vénus et Mars. Quelles en sont les conséquences en termes de développement et d'évolution de la vie ?

en %	Vénus	Terre	Mars
CO ₂	96,5	0,037	95,3
N ₂	3,5	78,08	2,7
O ₂	--	20,95	--
Ar	0,007	0,93	1,6
H ₂ O	--	0 à 4	0,03
T en °C au sol	+ 457	+ 15	- 55
P en hPa	90000	1000	6
g en m.s ⁻²	8,88	9,81	3,73
vitesse de libération km.s ⁻¹	10,3	11,2	5,0

Document 1a. Paramètres physicochimiques des atmosphères et valeur de la pesanteur sur Vénus, la Terre et Mars



Document 1b. Evolution chimique de l'atmosphère terrestre au cours du temps
MFR : Minerais de fer rubanés

2. Les surfaces

Les surfaces des objets telluriques du système solaire présentent une cratérisation contrastée. Vous commenterez le document 2 qui en fournit plusieurs exemples. Après avoir expliqué ce phénomène, vous-en développerez des applications à l'étude des surfaces des corps telluriques (document 3).

Le document 4 est un extrait de la carte géologique au 1/50 000 de Rochechouart (Haute-Vienne).

En utilisant les documents 4 et 5, identifiez et commentez l'ensemble des marqueurs pétrographiques et géophysiques qui permettent de caractériser un des événements géologiques majeurs subis par la région.

Complétez votre argumentation en construisant et interprétant une coupe géologique dessinée à main levée sur le profil topographique du document 6 (à rendre avec la copie).

3. Les météorites et la différenciation interne

Des échantillons de météorites sont présentés sur les photos du document 7. Identifiez chacun d'eux à partir d'une description et d'une analyse rigoureuse. Le tableau du document 8a complète l'échantillonnage. Vous montrerez qu'il est possible d'établir une classification raisonnée de ces objets en utilisant leurs caractéristiques minéralogiques et physiques.

En intégrant les données des documents 8a et 8b, montrez comment l'étude des météorites nous renseigne sur la différenciation interne des corps telluriques tels que la Terre ou la Lune (doc. 9).

4. Les dynamiques globales et l'originalité de la Terre

A. Le volcanisme

Les modelés des surfaces des corps telluriques résultent également de l'activité volcanique actuelle ou passée. En utilisant le document 10, vous comparerez la répartition des appareils volcaniques à la surface des planètes Vénus, Terre et Mars. Quelles conclusions peut-on en tirer quant à l'originalité de la dynamique interne de la Terre ?

B. Formation et évolution des continents : l'exemple de l'Europe

La planète Terre se distingue des autres planètes par l'existence d'une croûte continentale dont la formation remonte à l'Archéen. Les photographies du document 11 présentent des roches caractéristiques de cette croûte. Après les avoir identifiées, et en vous aidant du document 8, vous proposerez des processus généraux pouvant conduire à la formation de la croûte continentale terrestre.

En Europe, la plus ancienne croûte continentale (3,2 Ga) se trouve au nord de la Scandinavie (péninsule de Kola) ainsi que le montre la carte structurale du document 12. À l'aide de vos connaissances et en vous aidant du document 13, vous reconstituerez les grands processus géologiques qui ont abouti à l'édification de la croûte continentale de l'Europe actuelle.

Origine des documents

Document 2a. Lick Observatory

Documents 2b, 2c, 9, 10a et 10c. NASA

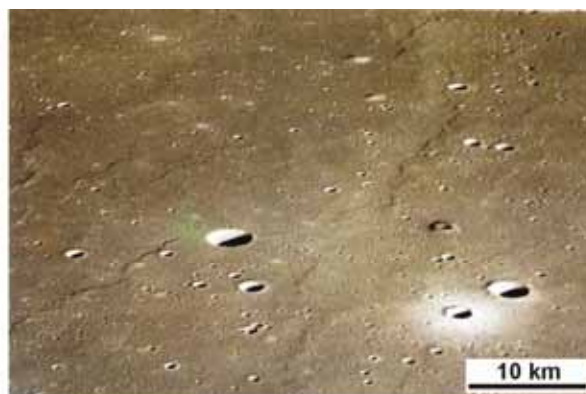
Documents 4a, 4b et 5b. BRGM, Carte de Rochechouart 1/50000

Document 7c. Alain Carion, Météorites en France, 2003

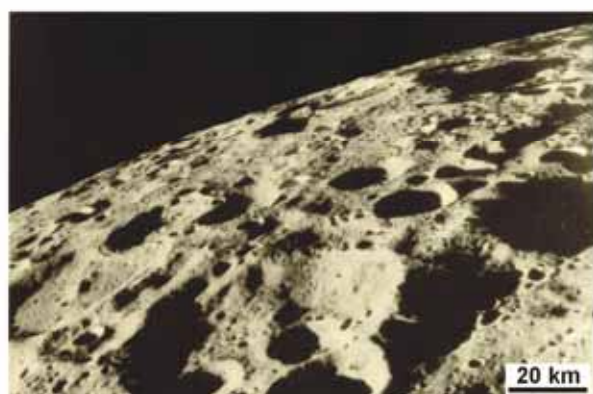
Document 13. Derek Blundell, The European Geotraverse, 1992



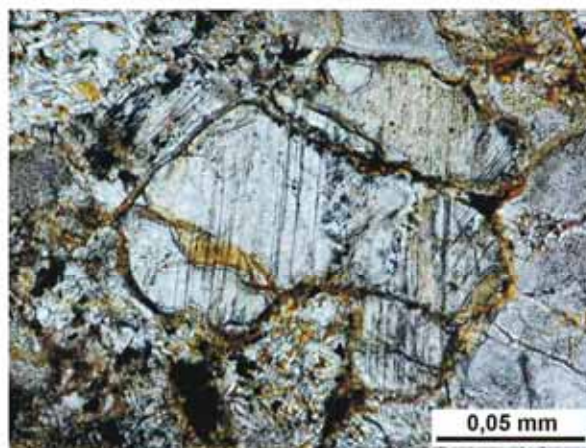
Document 2a. Image de la pleine Lune vue de la Terre



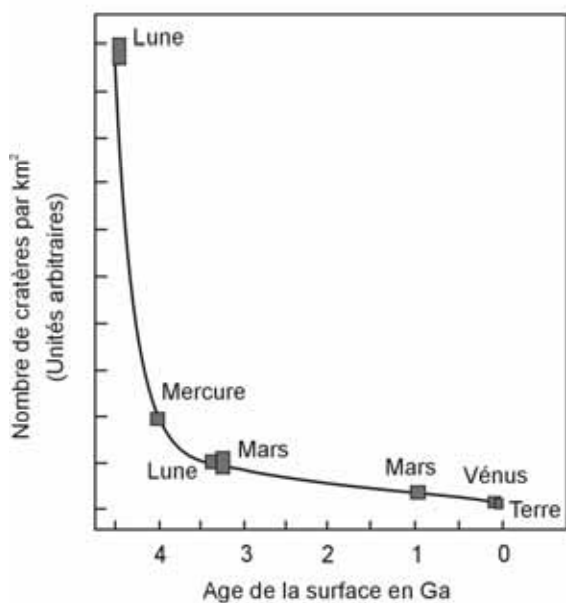
Document 2b. Une "mer" lunaire, vue prise par la mission Apollo 16



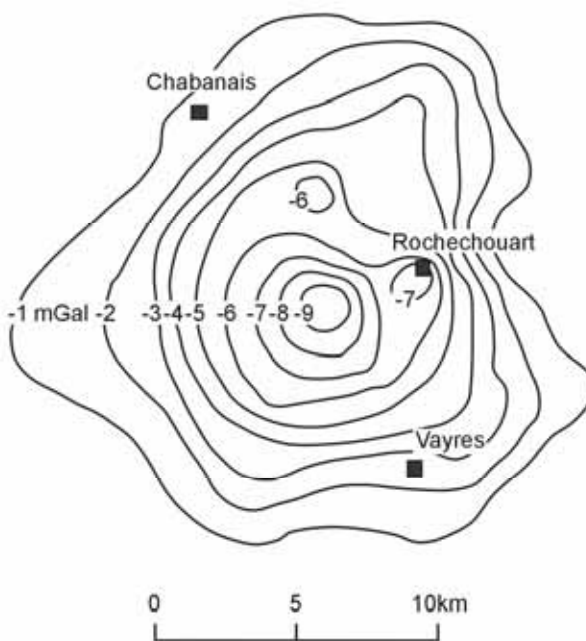
Document 2c. Une "terre" lunaire, vue prise par la mission Apollo 17



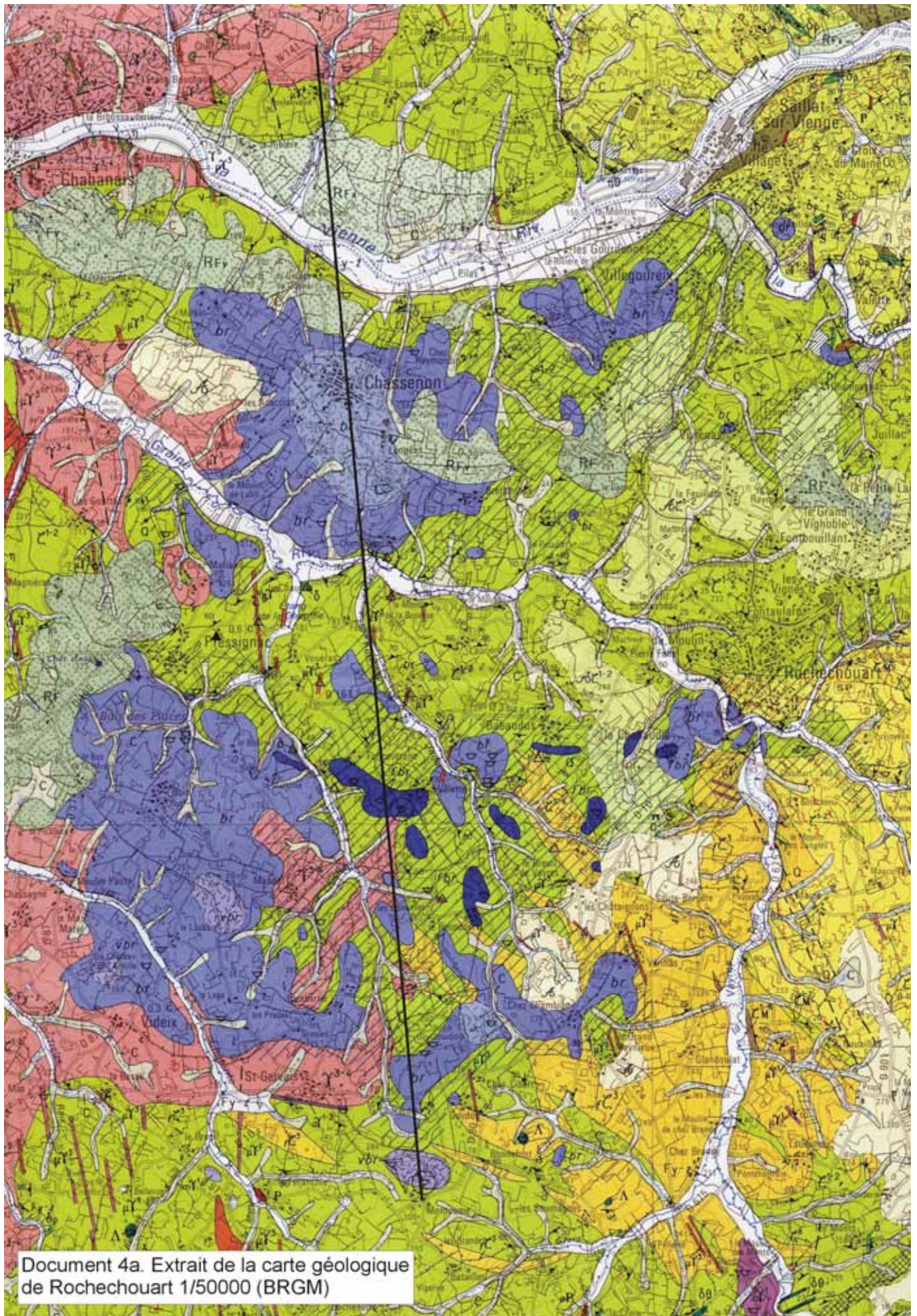
Document 5a. Microphotographie de cristaux de quartz provenant de la région de Rochechouart. En lumière polarisée non analysée



Document 3. Cratérisation des surfaces des corps telluriques du système solaire en fonction de l'âge



Document 5b. Anomalie gravimétrique de Rochechouart



FORMATIONS SUPERFICIELLES ROCHES MÉTAMORPHIQUES

Dépôts anthropiques

X Débris divers

Altérites

Ab Altérites de faciès divers

Ab¹⁻²

Ab²

Ab⁴M Arènes sablo-argileuses

Formations colluviales

C Colluvions

Formations fluviales

Fy-z Alluvions subrécentes à récentes

RF_x Alluvions anciennes

Fv Alluvions anciennes en terrasses

RF_v - faciès résiduel

F Alluvions très anciennes

RF - faciès résiduel

Brèches

br¹ Brèches polygéniques allochtones
1 - à matrice clastique sans verre
2 - à matrice clastique, à fragments de verre

ybr - rouges, à matrice clastique vitreuse

fbr - à fort taux de fusion

Brèches monogéniques

Cônes de percussion :

Δ - en place au sein de la roche

▲ - dans des pierres volantes

○ Impactites

ε¹ Micaschistes à deux micas et parfois grenat

Paragneiss plagioclasiques

ε¹⁻² - à muscovite et/ou biotite abondante(s), avec parfois sillimanite et/ou grenat, staurotide, voire disthène
- Intrusion de pegmatite
- Métatexites associées

ε² - à deux micas ou à biotite seule, avec parfois sillimanite et/ou grenat
ε³ - Métatexites associées
S - Niveau de schistes plus ou moins graphiteux à deux micas, rutile et parfois sulfures
ε⁴ - à lépidomélane, amphibole et fréquent grenat

ε⁵⁻⁶ - à amphibole et/ou biotite, avec parfois grenat ou feldspath potassique
ε⁶ - Métatexites associées

Gneiss leptynitiques (gneiss clairs généralement à deux feldspaths, orthodérivés pour l'essentiel)

ε³ - ceillées à ocellées, à deux micas

ε³ - rubanées et localement ceillées, à deux micas et parfois grenat
MC³ - Diatexites associées

ε³ - isogranulaires à grain fin, à biotite et rare muscovite, très rare grenat et magnétite accessoire

ε³ - isogranulaires à grain fin, à biotite et fréquent grenat (en intercalations dans ε³)

ε⁴ - isogranulaires à grain fin.

ε⁴ - isogranulaires à grain fin à moyen.

ε⁴ - Métatexites associées
MC⁴ - Diatexites associées

ε⁴ - isogranulaires à grain moyen et texture linéaire.
λ⁴ - Faciès relativement riche en zircon

ε⁵ Gneiss-à-silicates-calciques

ROCHES PLUTONIQUES EN MASSIFS

Association alumineuse leucocrate

Leucogranites

γ¹ à grain moyen

α¹ orienté, à grain fin à moyen

β¹ à grain fin à moyen

α¹ porphyroïde

Association alumineuse mésocrate à subleucocrate

Granites (massif de la Glane)

γ^{3A} à grain moyen

α^{3A} porphyroïde

Association hybride, calco-alcaline à alumineuse

γ³ Granite à grain moyen, des Cars
η - Enclave de diorite quartzifère

Association calco-alcaline

Granites-granodiorites

γ³⁻⁴ à grain moyen

α³⁻⁴ à tendance porphyroïde
η - Enclave de diorite quartzifère

Roches intermédiaires à basiques, orientées

γ³ Tonalites

η Diorites quartzifères

η⁰ Diorites et/ou gabbros

ROCHES FILONIENNES OU EN PETITS CORPS INTRUSIFS

Q Quartz **QAs** - à miapicclé

Roches subvolcaniques

Microleucogranites

μγ¹ granophyriques et/ou porphyrique^l

ρμγ¹ porphyriques

μγ³ Microgranites porphyriques

μγ³⁻⁴ Microgranites - granodiorites porphyriques

ν Lamprophyres

Intercalations de roches basiques et ultrabasiques

Amphibolites

δp rubanées à clinopyroxène et sulfures

δ à grain fin, localement rubanées

δψ à petits nodules plagioclasiques et rares reliques de grenat

δθ à grain moyen

Roches ultrabasiques

SA Amphibolo-chloritoeschistes

Λ Péridotites serpentinisées

ÉLÉMENTS STRUCTURAUX

1 2 Orientation magmatique planaire
1 - pendage normal, 2 - vertical

1 2 3 Foliation métamorphique
1 - normale, 2 - verticale, 3 - horizontale

10 10 Foliation et pitch de la linéation

45 20 Foliation et linéation

1 18 2 Linéation d'étirement, linéation minérale
1 - normale, 2 - horizontale

1 2 Cisaillement fragile, 1 - dextre, 2 - senestre ductile dextre

1 2 3 4 5

1 - Contour géologique observé
2 - Contour géologique supposé
3 - Faille observée
4 - Faille masquée ou supposée
5 - Chevauchement supposé

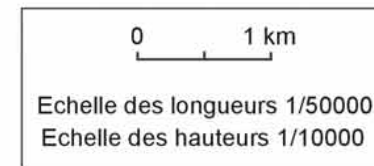
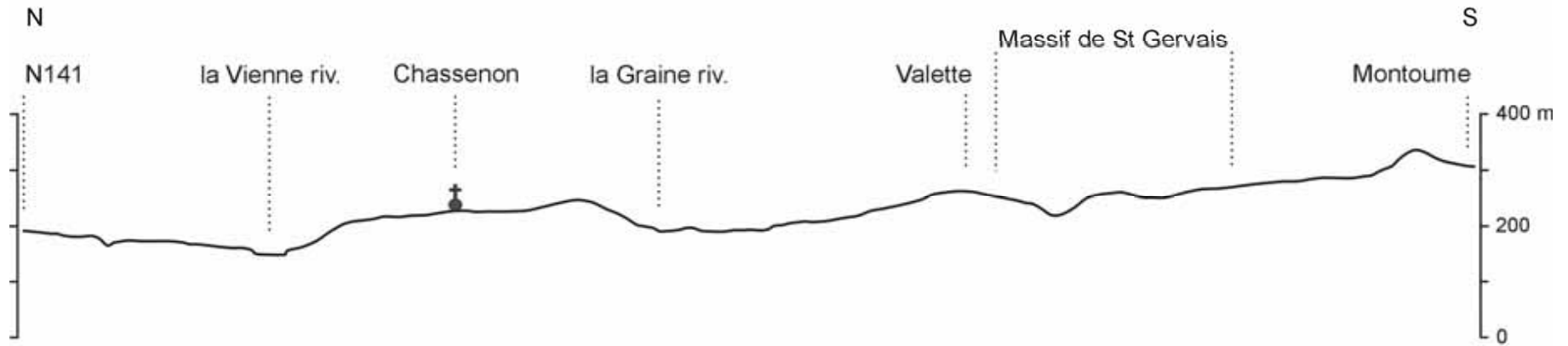
Cataclastites **Mylonites**

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

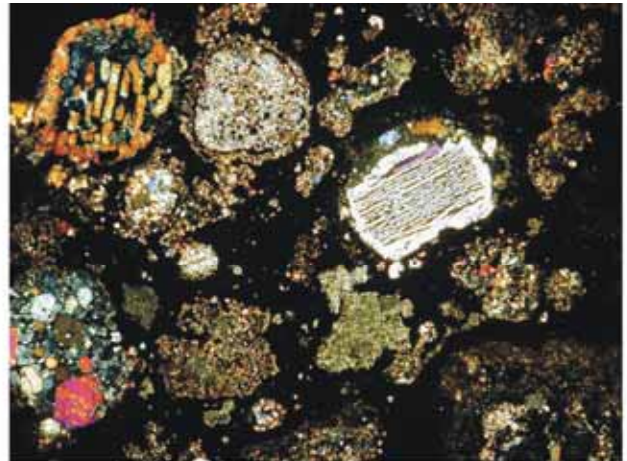
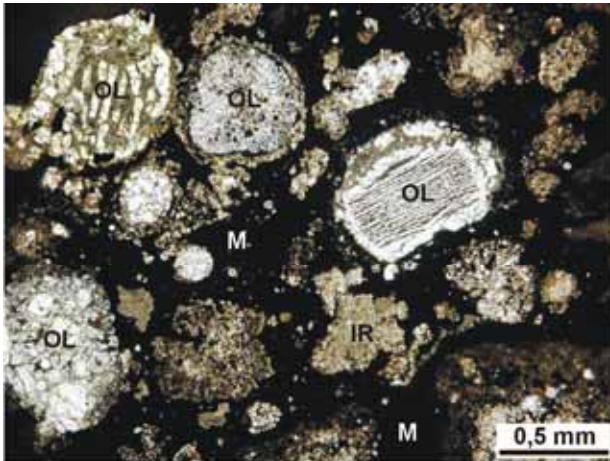
1 2 3 Carrière à ciel ouvert :
1 - en activité,
2 - abandonnée,
3 - extension réelle

Document 4b. Légende de la carte de Rochechouart 1/50 000^{ème} BRGM

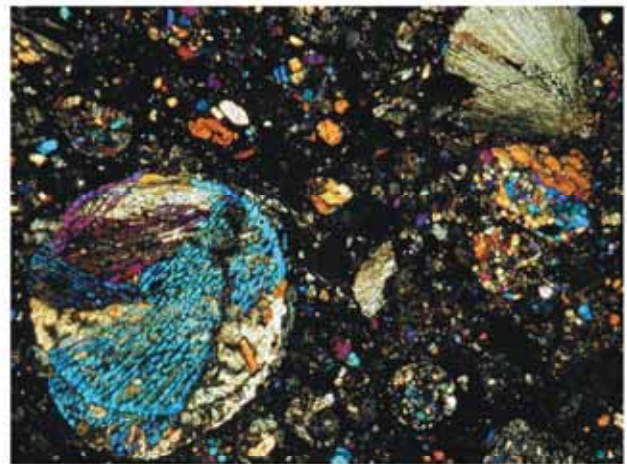
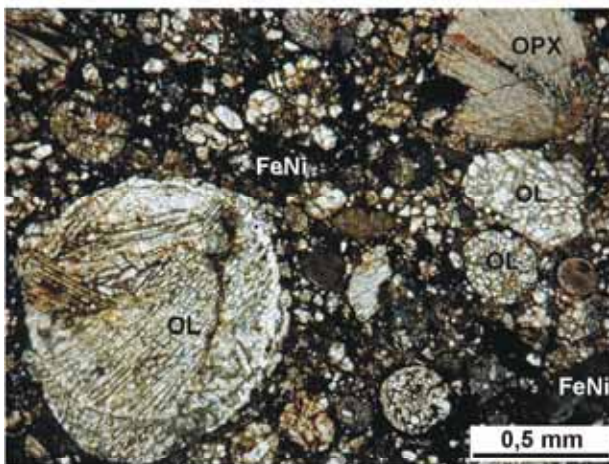
Rochechouart 1/50000



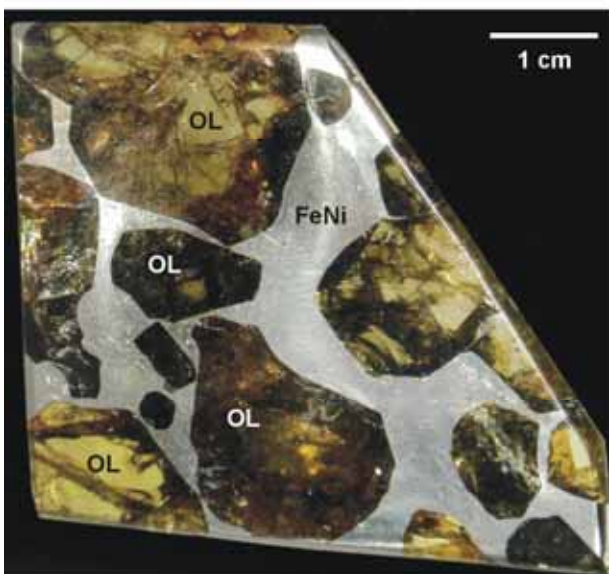
Document 6
à rendre avec la copie



Document 7a. Météorite de type 1, microphotographie en lumière polarisée non analysée à gauche et en lumière polarisée analysée à droite. OL : Olivine, IR : Inclusions réfractaires, M : Matrice d'argiles, de composés carbonés et de sulfures



Document 7b. Météorite de type 2, microphotographie en lumière polarisée non analysée à gauche et en lumière polarisée analysée à droite. OL : Olivine, OPX : Orthopyroxènes, FeNi : Alliage fer/nickel métallique et sulfures



Document 7c. Section polie d'une météorite de type 4
OL : Olivine, FeNi : Alliage fer/nickel métallique



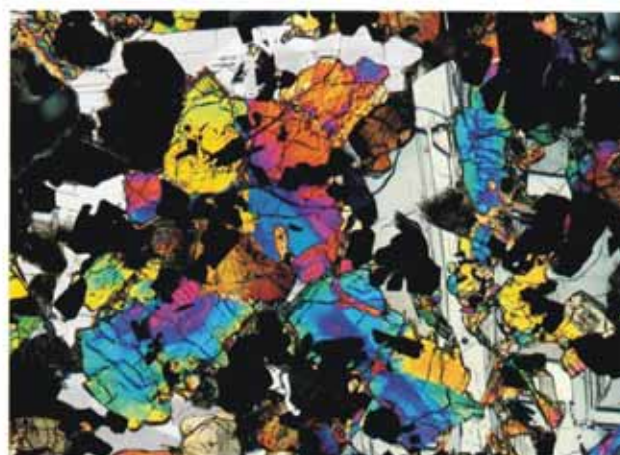
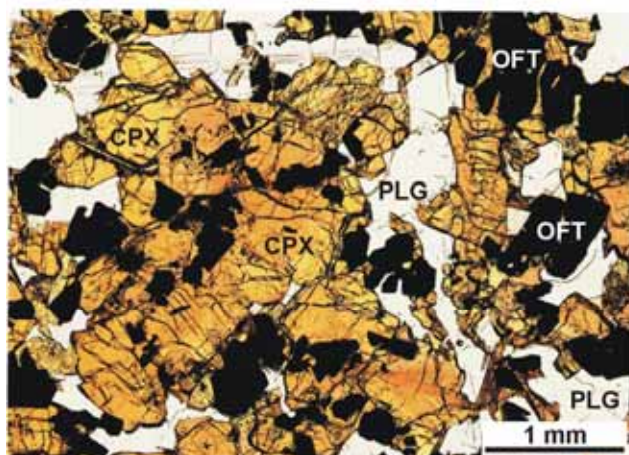
Document 7d. Météorite de type 5 entièrement constituée d'un alliage fer/nickel métallique

	Météorites de type 1	Météorites de type 2	Météorites de type 3	Météorites de type 4	Météorites de type 5
Minéraux	olivine orthopyroxène carbonates argiles composés organiques	olivine orthopyroxène fer/nickel métallique <20% sulfures	olivine pyroxène plagioclases sulfures oxydes	grains d'olivine dans alliage de fer/nickel métallique	alliage fer/nickel avec 5-10 % d'éléments sidérophiles
Structure	document 7a	document 7b	gabbroïque ou bréchique	document 7c	document 7d
Densité	2,2 à 2,9	3,5 à 4	2,6 à 3	4,3 à 7	7,8 à 8
Abondance des chutes %	21	65	8	1	5

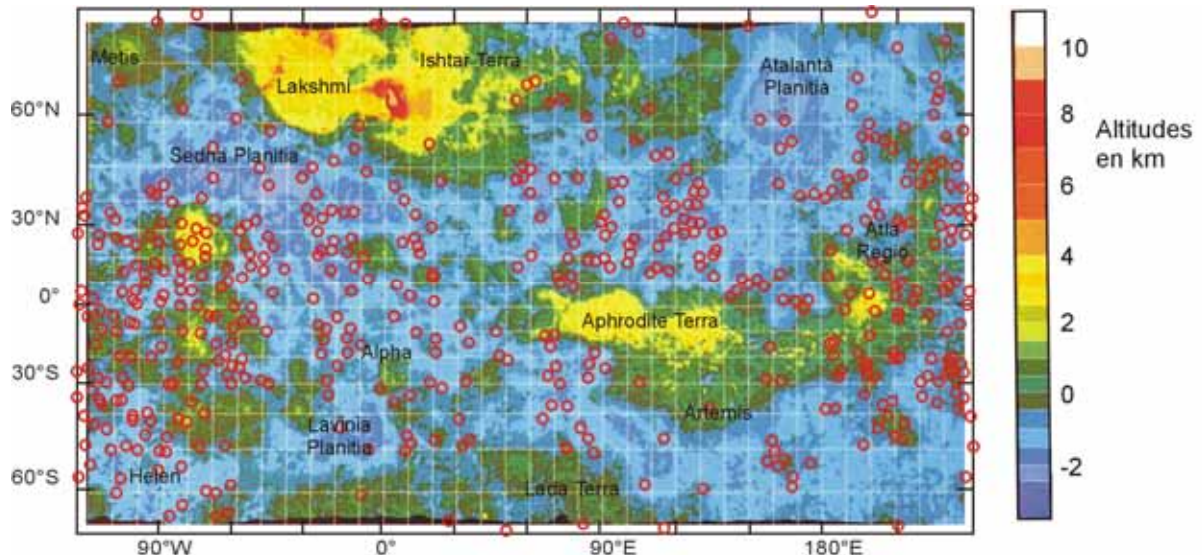
Document 8a. Composition des différents types de météorites

	météorite de type 1	noyau	manteau	croûte océanique	croûte continentale
O en %	45,0	4	44,0	44,0	45,0 %
Na	0,51		0,24	2,08	2,30
Mg	9,89		22,8	4,64	3,20
Al	0,86		2,17	8,47	8,41
Si	10,70	7	21,5	23,10	26,77
K	0,05		0,02	0,12	0,91
Ca	0,93		2,28	8,08	5,29
Fe	18,51	81	5,85	8,16	7,07
C en ppm	35000	2000	18	500	480 ppm
S	54000	19000	250	900	930
Cr	2660	9000	3000	440	185
Ni	11000	50000	2080	150	105
Rb	2,3		0,5	2,2	32
Sr	7,8		18,2	130	260
U	0,01		0,02	0,07	0,91
⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	0,7045		0,702	0,702	0,720
Densité	2,5	8	4	3,1	2,8

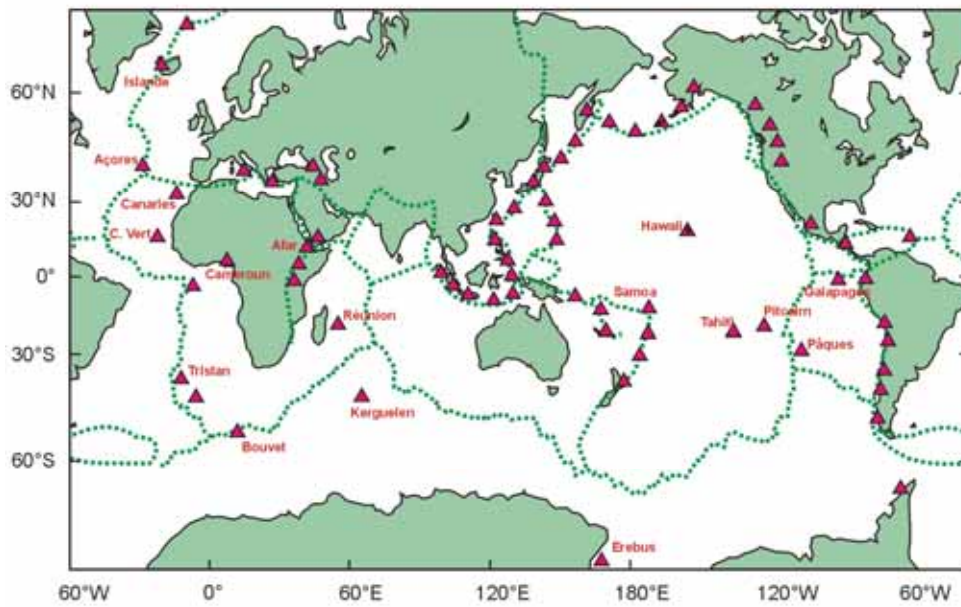
Document 8b. Composition chimique (en % en haut, en ppm en bas) des différentes enveloppes de la Terre comparées à la météorite de type 1 des documents 7a et 8a



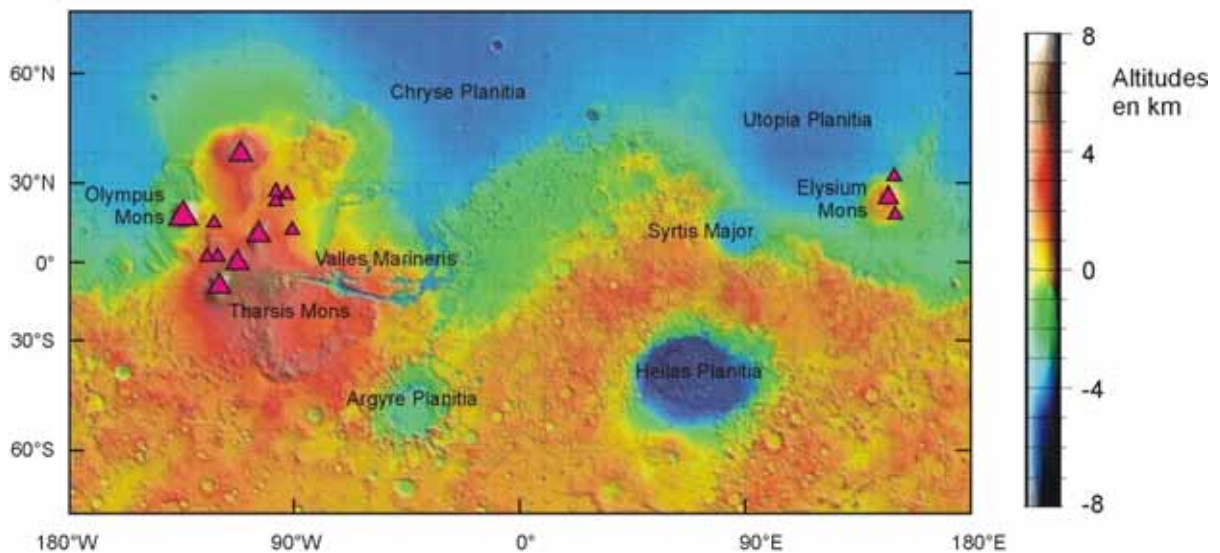
Document 9. Roche des "terres" lunaires, mission Apollo 17, vallée de Taurus-Littrow, microphotographie en lumière polarisée non analysée à gauche et en lumière polarisée analysée à droite
 CPX : Clinopyroxènes, OFT : Oxydes ferrotitanés, PLG : Plagioclases



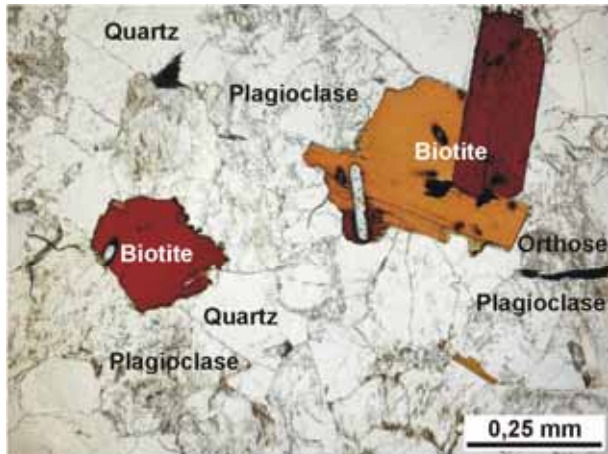
Document 10a. Distribution des appareils volcaniques sur Vénus ○



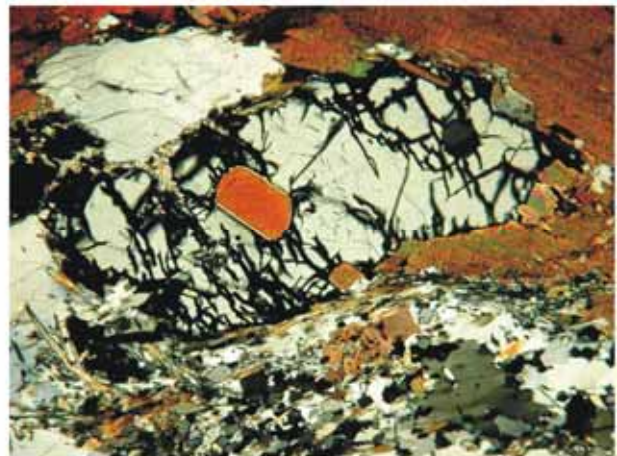
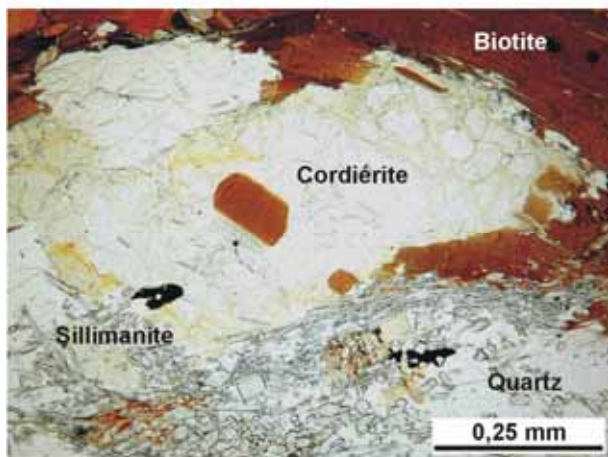
Document 10b. Distribution des appareils volcaniques actuels sur la Terre ▲



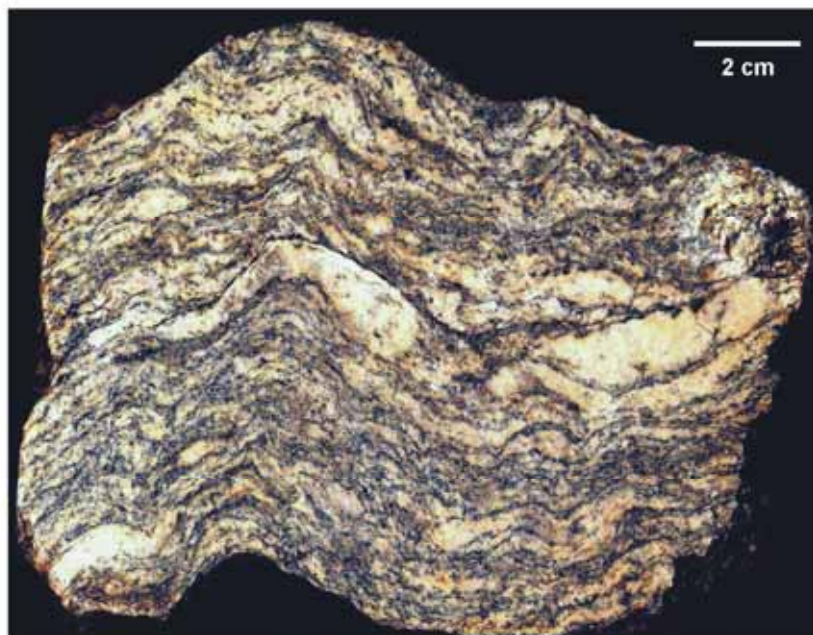
Document 10c. Distribution des appareils volcaniques sur Mars ▲



Document 11a. Microphotographie en lumière polarisée non analysée à gauche et en lumière polarisée analysée à droite. Provenance : Massif Armoricain

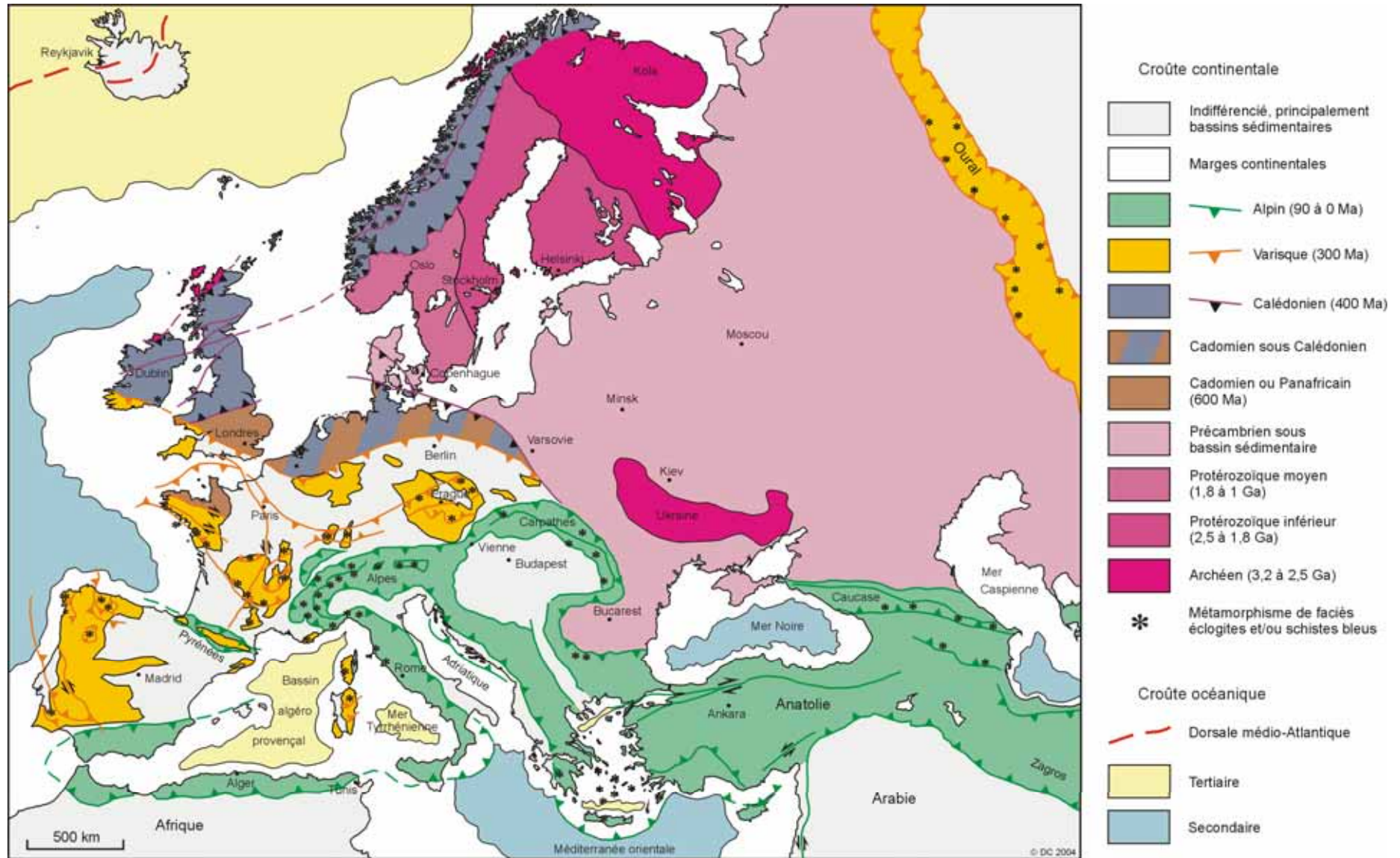


Document 11b. Microphotographie en lumière polarisée non analysée à gauche et en lumière polarisée analysée à droite. Provenance : Massif Central

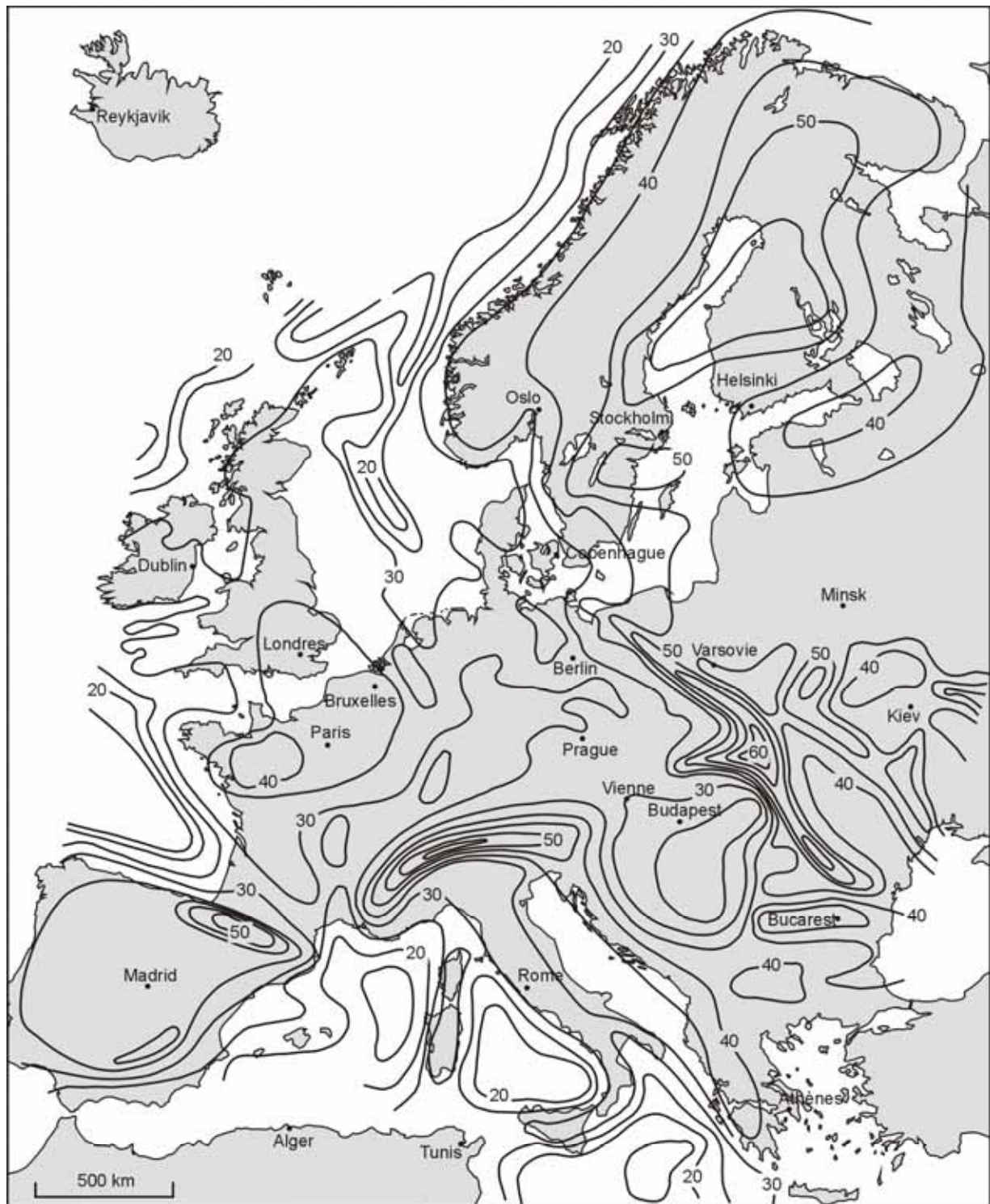


Document 11c. Macrophotographie. Provenance : Massif Central

Document 11. Des roches de la croûte continentale terrestre. Les principaux minéraux des microphotographies sont identifiés



Document 12. Carte structurale simplifiée de l'Europe



Document 13. Profondeur en km du Moho sous l'Europe

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ÉCRITE DE GÉOLOGIE

La différenciation des planètes telluriques

Le sujet proposé traite de la structure et de la dynamique de quelques objets telluriques du système solaire : Vénus, la Terre, la Lune, Mars et les météorites. Plusieurs aspects seront abordés : les atmosphères, les surfaces, les processus conduisant à la différenciation des enveloppes internes. Enfin la formation de la croûte continentale terrestre sera étudiée à partir de la carte structurale de l'Europe.

1. Les atmosphères

En utilisant les documents 1a et 1b, expliquez en quoi l'évolution physicochimique de l'atmosphère terrestre se différencie de celle des autres planètes telluriques Vénus et Mars. Quelles en sont les conséquences en termes de développement et d'évolution de la vie ?

Les attentes du jury

Il s'agissait de **montrer comment les quantités de dioxygène et de dioxyde de carbone ont évolué au cours de l'Archéen et du Protérozoïque. L'effet de serre actuel et ses conséquences sur l'existence de la vie terrestre devaient être discutés.** La réflexion pouvait s'articuler en quatre parties, comme ci-dessous.

A. Composition globale

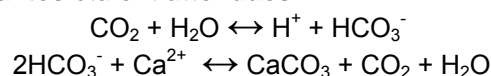
Les atmosphères actuelles de Mars et de Vénus ont la même composition chimique, 96% de CO₂ et 3% de N₂, seule la pression au sol diffère à cause de la gravité, plus de deux fois plus faible sur Mars. Ces atmosphères primitives proviennent du dégazage du manteau par l'intermédiaire du volcanisme.

L'atmosphère primitive de la Terre avait une composition proche de celle des atmosphères actuelles de Mars et de Vénus. Actuellement la Terre possède une atmosphère secondaire appauvrie en CO₂ et enrichie en O₂. Cette composition particulière apparaît autour de 2 Ga.

B. Le dioxyde de carbone

Le CO₂ s'est dissout dans l'eau liquide des océans (sous forme d'ion hydrogénocarbonate HCO₃⁻) et a précipité ensuite sous forme de carbonates (calcite ou aragonite CaCO₃, dolomite CaMg(CO₃)₂).

Les équations correspondantes étaient attendues :



La présence des premiers stromatolites à 3,5 Ga, des sédiments carbonatés vers 2 Ga, puis des premiers organismes à coquille vers 0,6 Ga atteste du piégeage progressif du CO₂ et donc de sa diminution dans l'atmosphère.

Actuellement, le dioxyde de carbone terrestre est stocké dans les carbonates, c'est-à-dire essentiellement les roches calcaires, les squelettes (Cnidaires et Bryozoaires coloniaux, Vertébrés), coquilles (Mollusques, Brachiopodes) et tests (Foraminifères et Coccolithophoridés) de la biomasse, ainsi que les charbons et les pétroles.

C. Le dioxygène

L'absence d'O₂ à l'Archéen est attestée :

- par la présence de dépôts d'uraninite UO₂ ; dans ce minéral insoluble, l'uranium présente un degré d'oxydation de 4 ; actuellement, en présence d'oxygène, l'uranium a un degré d'oxydation de 6, ce qui aboutit à la formation de l'ion uranyle UO₂²⁺ soluble ;

- par l'existence de dépôts abondants de minerais de fer rubanés (MFR), formés d'une alternance de lamines millimétriques d'hématite Fe₂O₃ et de quartzite. Avant 2 Ga, le fer mis en solution à l'état ferreux (Fe²⁺) est lessivé en grande quantité de la surface des continents et transporté par les eaux dans des bassins marins peu profonds. Il est alors oxydé – et précipité – à l'état ferrique (Fe³⁺) par l'oxygène produit par la biomasse photosynthétique.

A partir de 2,5 Ga, on observe des couches rouges continentales riches en hématite où le fer est à l'état ferrique (Fe³⁺) du fait de la richesse en dioxygène de l'atmosphère.

Le dioxygène O₂ est libéré par la photosynthèse des premières cyanobactéries apparues vers 3,5 Ga et qui forment un phytoplancton abondant à partir de 2 Ga.

L'équation correspondante était attendue :



D. Pression, température et effet de serre

La pression atmosphérique au sol dépend à la fois de la quantité et de la nature des gaz présents dans l'atmosphère, et de la gravité de la planète.

L'effet de serre contrôle les conditions de température de la basse atmosphère. Les gaz responsables, principalement H₂O et CO₂, absorbent les infrarouges émis par le sol lui-même chauffé par le rayonnement solaire. Le bilan global est nul. La température au sol est donc liée à l'opacité de l'atmosphère aux infrarouges, c'est-à-dire surtout à la pression partielle de CO₂.

L'effet de serre contrôle alors l'état physique de l'eau, dont dépend l'existence et le développement de la vie. Celui-ci est très différent sur Vénus, la Terre et Mars.

Dans l'atmosphère de Vénus, la pression partielle de CO₂ est très élevée (près de 90 bars). A l'effet de serre s'ajoute la proximité du Soleil, et la température très forte (457°C) est impropre à la vie. De plus l'eau a disparu par photodissociation.

Dans l'atmosphère terrestre actuelle où la pression partielle de CO₂ est faible, l'effet de serre amène la température au sol de -18 à +15°C. La vie qui nécessite une température régulière permettant l'état liquide de l'eau a ainsi pu se développer.

Dans l'atmosphère martienne, l'eau ne peut être que sous forme gazeuse ou solide à cause de la pression très faible (< 6 hPa qui est la pression du point triple de l'eau) et de la température très basse (-55°C). La vie y est également impossible, d'autant que les ultraviolets solaires ne sont pas absorbés par suite de l'absence d'ozone dans l'atmosphère.

Un **schéma de l'effet de serre** avec bilan d'énergie ainsi que le **diagramme de phases de l'eau** étaient attendus.

Des points ont été attribués lorsque les candidats ont su développer certains aspects des relations entre atmosphère et biosphère, par exemple la formation de trioxygène ou ozone O_3 dans la basse stratosphère vers 20 km d'altitude par photodissociation du dioxygène sous l'action des ultraviolets ($\lambda < 242 \text{ nm}$), ou bien le fonctionnement des cyanobactéries filamenteuses à l'origine des stromatolites.

Les prestations des candidats

Dans l'introduction, les candidats considèrent souvent que le Big Bang est à l'origine de la formation du Système Solaire, ce qui traduit une difficulté à situer les grands événements sur une échelle de temps et d'espace. Le rapprochement entre l'atmosphère primitive de la Terre et les atmosphères actuelles de Mars et de Vénus a en général été bien compris. Mais si la plupart des candidats savent que la photosynthèse est la source de l' O_2 terrestre, en revanche bien peu savent que les carbonates (calcaires et coquilles diverses) sont des puits de CO_2 . Certains ont même attribué l'apparition de la vie à la présence d'oxygène.

Le rôle des premières cyanobactéries édifiant les stromatolites est relativement bien connu, ainsi que la signification des minerais de fer rubanés, mais les uraninites sont totalement ignorées.

L'origine de l'ozone stratosphérique est parfois mentionnée.

L'effet de serre est rarement expliqué correctement.

La discussion sur la présence ou l'absence de vie sur les planètes telluriques est globalement correcte, même si le diagramme de phase de l'eau n'est qu'exceptionnellement évoqué.

2. Les surfaces

Les surfaces des objets telluriques du système solaire présentent une cratérisation contrastée. Vous commenterez le document 2 qui en fournit plusieurs exemples. Après avoir expliqué ce phénomène, vous en développerez des applications à l'étude des surfaces des corps telluriques (document 3).

Les attentes du jury

Les candidats devaient **connaître et savoir utiliser la densité de cratérisation comme outil de datation des surfaces planétaires.**

A. La cratérisation

Le document 2a montre des exemples de surfaces cratérisées sur la Lune. Il en existe deux types très contrastés :

- les "terres" à albédo élevé, très cratérisées, à cratères de grande taille (jusqu'à 50 km de diamètre sur le document 2c) et à morphologie d'autant plus émoussée et érodée qu'ils sont de grande taille. On remarque que la surface des grands cratères est également cratérisée par de plus petits
- les "mers" à albédo plus faible, moins cratérisées, à cratères de petite taille (4 km sur le document 2b), à la morphologie bien marquée.

Tous les objets du système solaire, planètes telluriques, satellites, astéroïdes présentent une telle cratérisation sur leur surface. C'est un phénomène morphologique très important dans le système solaire.

Cette cratérisation résulte du bombardement météoritique à l'origine de l'accrétion des planètes. Ce bombardement météoritique était très abondant pendant le premier milliard de l'existence du système solaire (queue d'accrétion). Il a ensuite diminué, aussi bien en fréquence de collisions qu'en taille des objets, au fur et à mesure que le système solaire était "nettoyé" des planétoïdes d'orbites chaotiques.

B. Applications

On utilise la densité de cratérisation comme chronomètre relatif pour dater les surfaces planétaires. On obtient la courbe du document 3 après étalonnage à partir des échantillons lunaires et terrestres, les seuls dont on connaisse l'âge absolu en radiochronométrie. Cette courbe montre que les surfaces les plus cratérisées sont les plus anciennes alors que les surfaces sans cratères sont très récentes, voire actuelles. Ceci peut être mis en relation avec l'âge de l'activité géologique.

Sur la Lune, les "terres" plus cratérisées sont les plus anciennes (4,5 Ga) et correspondent à une croûte primitive, les "mers" moins cratérisées sont plus récentes (3,5 Ga) et sont constituées de coulées basaltiques. La forme circulaire des "mers" résulte elle-même d'impacts de météorites géantes.

Ces deux types de surface se retrouvent sur Mars, et sont visibles sur le document 10. La plus ancienne (3,2 Ga), bien cratérisée, forme l'hémisphère sud, la plus récente (1 Ga), peu cratérisée constitue les plaines de l'hémisphère nord.

Les cratères d'impact sont très rares sur Terre à cause de l'activité géologique toujours actuelle (érosion, sédimentation, volcanisme, tectonique globale) qui en fait disparaître les traces.

Pour expliquer la rareté des cratères d'impact sur Vénus, on peut faire intervenir l'atmosphère très dense qui ralentit et fragmente les plus gros météorites, ou bien une activité géologique toujours actuelle, par exemple des coulées volcaniques qui recouvrent les cratères d'impact, ou encore une rhéologie particulière de la surface de la croûte liée à sa température élevée (457°C).

Les prestations des candidats

Les différences entre "terres" et "mers" lunaires sont à peu près connues, même si quelques candidats mettent de l'eau dans les mers lunaires.

L'origine de la cratérisation est bien connue, quelques rares candidats parlent encore de volcans lunaires. La cratérisation de plus en plus faible avec le temps est le plus souvent expliquée uniquement par une tectonique récente et les effets de l'érosion faisant disparaître les cratères. Peu de candidats font intervenir un bombardement météoritique moins dense avec le temps, à la suite d'un "nettoyage" du système solaire.

C. La carte géologique de Rochechouart 1/50000

Le document 4 est un extrait de la carte géologique au 1/50 000 de Rochechouart (Haute-Vienne).

En utilisant les documents 4 et 5, identifiez et commentez l'ensemble des marqueurs pétrographiques et géophysiques qui permettent de caractériser un des événements géologiques majeurs subis par la région.

Les attentes du jury

Il s'agissait ici de **commenter les différents marqueurs géologiques et géophysiques d'un impact météoritique dans le Massif Central.**

Une coupe permettait d'**établir la distinction entre le socle varisque et les impactites, c'est-à-dire entre un métamorphisme général et un métamorphisme de choc.**

La carte géologique de Rochechouart (document 2) est située dans l'ouest du Massif Central en Limousin sur des terrains gneissiques et granitiques mis en place lors de l'orogénèse varisque à la fin du Paléozoïque (380 à 300 Ma).

Le socle est formé d'un ensemble de paragneiss et de gneiss leptyniques à biotite, muscovite, sillimanite, grenat, staurotide, parfois disthène, c'est-à-dire les conditions du faciès amphibolite (environ 600°C et 6 kb). La foliation métamorphique est fortement plissée, et son pendage varie de 35 à 80°. Ces gneiss sont intrudés par des granites et des granodiorites conformes ou discordants par rapport à la foliation.

Recouvrant en discordance cet ensemble métamorphique, on observe trois types de brèches (définition : roches constituées d'éléments rocheux anguleux liés par une matrice ou un ciment) :

- des brèches monogéniques autochtones (surcharge en lignes obliques sur le fond de couleur de la carte), formées aux dépens des roches en place, étendues sur une dizaine de kilomètres,
- des brèches polygéniques allochtones (br, vbr), recouvrant les précédentes et qui sont des brèches de retombée (ou d'écoulement gravitaire) constituées d'éléments de lithologie variable,
- des brèches polygéniques allochtones à fort taux de fusion (fbr) à matrice vitreuse et vacuolaire abondante, à éléments rares, concentrées au centre de la structure bréchique, près de Babaudus.

Ces brèches sont des impactites, formées à la suite d'un impact de météorite ayant développé un métamorphisme de choc. D'autres arguments sont visibles sur les documents proposés :

- les cônes de percussion (ou shatter-cones, figurés en triangles sur la carte du document 2) sont caractéristiques du métamorphisme de choc ; ils se traduisent dans les roches par un débit naturel en surfaces coniques emboîtées, les cônes ayant une hauteur de quelques centimètres ; on les trouve surtout au centre de la structure ;
- le document 5a montre un cristal de quartz choqué présentant des pseudoclivages, correspondant à des plans de dislocations très rapprochés (de l'ordre de quelques microns) ; ces déformations planaires nécessitent une pression très élevée, entre 10 et 25 GPa ;
- l'existence de brèches à matrice fondue et vacuolaire révèle des conditions de pression et de température extrêmes aboutissant à la fusion et même à la vaporisation des roches (10000°C et plusieurs centaines de GPa) ;
- sur le document 5b une anomalie gravimétrique négative de – 9 mgal au maximum, circulaire, large de 15 km (donc plus étendue que les brèches réduites par l'érosion), révèle un défaut de masse dû à la densité plus faible des brèches qui remplissent le cratère.

La structure mise en évidence est un astroblème, trace d'une ancienne chute de météorite. Le centre de la structure se trouve à proximité de Valette. Le cratère lui-même, d'un diamètre d'une vingtaine de km, a disparu par érosion. La chute peut être datée post-Carbonifère d'après la carte. Son âge a pu être déterminé plus précisément,

par des méthodes radiochronologiques, de la fin du Trias (Norien, 214 ± 8 Ma). Quant au diamètre de la météorite, on peut l'estimer à 1 km environ.

Complétez votre argumentation en construisant et interprétant une coupe géologique dessinée à main levée sur le profil topographique du document 6 (à rendre avec la copie).

La coupe géologique (voir page suivante) montre les brèches polygéniques de retombée qui forment localement des reliefs par inversion sur lesquels sont installés des villages comme Chassenon ou Bore. Ces brèches recouvrent les brèches monogéniques qui résultent de l'écrasement des roches en place. Le centre du cratère, c'est-à-dire le point d'impact de la météorite révélé par les brèches à fort taux de fusion, peut être repéré vers Valette. Les formations gneissiques très plissées contiennent des passées de leptynites et sont recoupées par des intrusions de granites. Quelques filons de microgranites orientés nord-sud recoupent également l'ensemble. Les cônes de percussion se sont surtout développés dans ces roches à grain fin.

Des points ont été attribués aux candidats qui ont évoqué des marqueurs géochimiques d'impact tels que l'abondance d'éléments sidérophiles (Ni, Cr ou Ir) dans les impactites.

La chute de la météorite de Rochechouart pourrait être mise en relation avec les extinctions massives de taxons de la fin du Trias. Deux autres cratères de même âge ont d'ailleurs été mis en évidence au Canada, alors à proximité du Massif Central, ce qui pourrait évoquer une "pluie" de météorites.

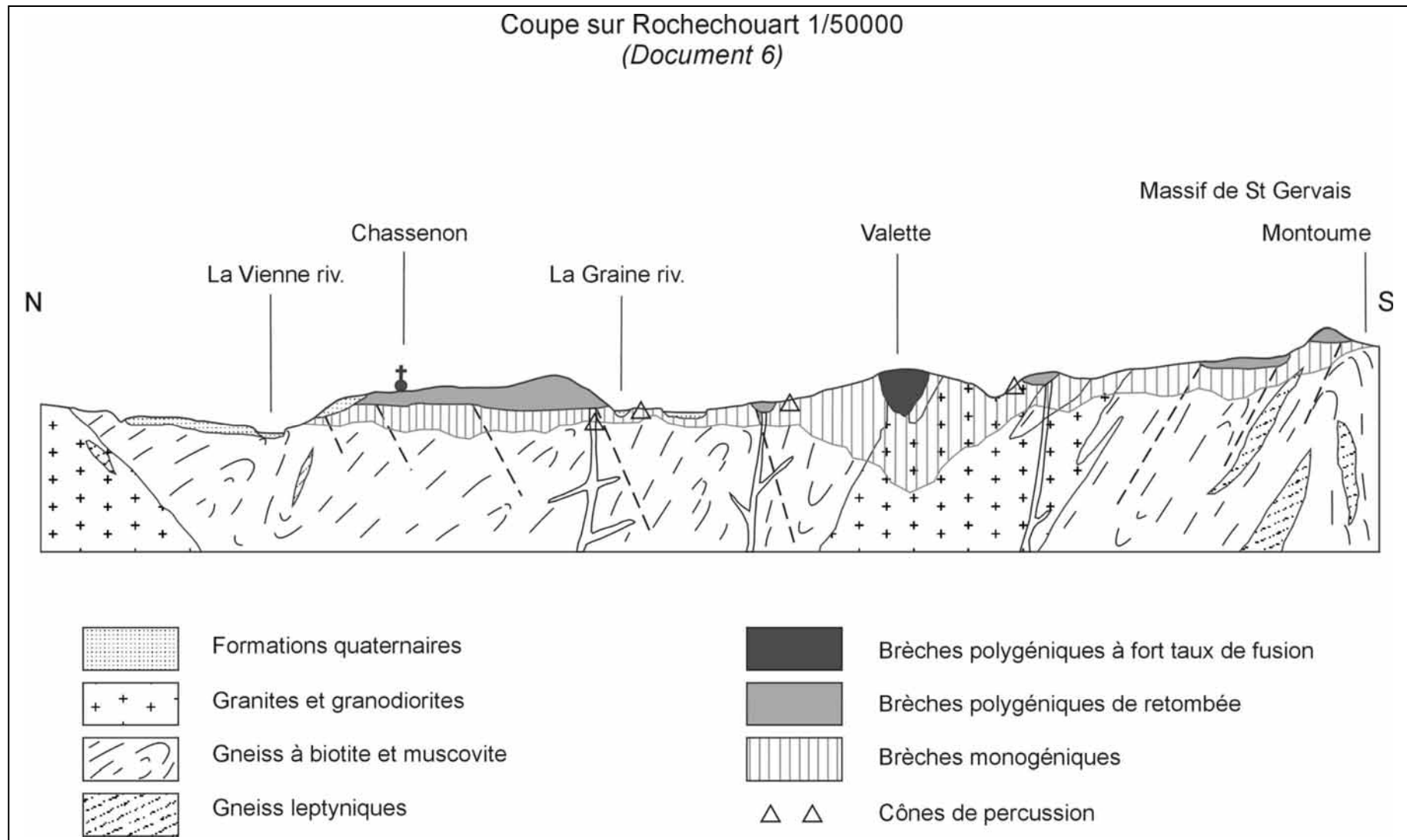
Les prestations des candidats

17% des candidats ignorent l'existence d'un astroblème à Rochechouart. D'ailleurs le mot astroblème lui-même figure rarement dans les copies. Les brèches et les quartz choqués sont souvent évoqués comme marqueur d'impact. Les anomalies gravimétriques (souvent confondues avec des anomalies magnétiques) sont très mal interprétées.

Plus grave, la presque totalité des candidats attribue à l'impact le métamorphisme varisque à sillimanite de moyenne pression et moyenne température ainsi que la fusion de la croûte à l'origine des granites. La pression nécessaire à la cristallisation de la sillimanite (5 kb) est sans commune mesure avec la pression développée par un impact météoritique, sur un temps très court (20 GPa).

La coupe à main levée a été irréalisable pour beaucoup de candidats. Elle révèle souvent une ignorance totale des relations entre granites et roches métamorphiques. Les candidats essayent de rendre compte de la succession des terrains par des anticlinaux et des synclinaux (en superposant des couches de gneiss, de granite et d'alluvions par exemple). Les brèches monogéniques n'ont été représentées que de manière exceptionnelle et leur signification a échappé à beaucoup de candidats.

L'abondance d'éléments sidérophiles (Ni, Cr, Ir..) est parfois évoquée comme marqueur d'impact. Des allusions à la météorite de la limite Crétacé-Tertiaire (Chicxulub) et aux extinctions qui ont suivi se trouvent dans quelques copies et ont été valorisées.



3. Les météorites et la différenciation interne

Des échantillons de météorites sont présentés sur les photos du document 7. Identifiez chacun d'eux à partir d'une description et d'une analyse rigoureuse. Le tableau du document 8a complète l'échantillonnage. Vous montrerez qu'il est possible d'établir une classification raisonnée de ces objets en utilisant leurs caractéristiques minéralogiques et physiques.

Les attentes du jury

Les candidats devaient **dominer la classification des météorites et pouvoir les utiliser comme modèles de la constitution des planètes telluriques.**

Le jury attendait un **dessin de l'accrétion des planétoïdes et de la différenciation des planètes**, ainsi qu'une **coupe actuelle de la Terre** réalisée à partir d'arguments géophysiques et montrant la différenciation chimique.

La classification des météorites est basée sur la proportion relative entre deux composants :

- le fer silicaté, c'est-à-dire oxydé en Fe^{2+} , présent dans des olivines ou des orthopyroxènes (hypersthène),
- et le fer métallique, c'est-à-dire à l'état natif.

Du pôle silicaté au pôle métallique, les météorites sont classées selon une richesse croissante en éléments lourds, soit en fait par densité croissante.

On définit alors :

- les météorites de "type 1" ; chondrites carbonées (document 7a) caractérisées par la présence de chondres à olivine ;

Ce sont de petites structures sphériques de 0,5 mm de diamètre résultant de la cristallisation de globules fondus. Le document en montre quatre de formes différentes. On observe aussi des inclusions réfractaires, dont les minéraux ne sont pas reconnaissables sur le document (ce sont des oxydes et silicates de Ca, Al et Ti). Ces inclusions à aspect duveteux renferment les premiers minéraux qui se sont condensés à haute température (1400°C) dans les chondrites à partir des gaz de la nébuleuse solaire. La matrice opaque est formée de minéraux cristallisés à basse température, riches en éléments légers et volatils (H, C, N, O, S), tels que argiles, sulfures, sulfates, carbonates ainsi que des composés carbonés dits "organiques" variés. Densité faible, de 2,2 à 2,9.

Des points ont été attribués aux candidats qui ont détaillé ces composés carbonés, fondamentaux dans une réflexion sur l'origine de la vie. On y trouve des hydrocarbures aliphatiques et aromatiques, des acides carboxyliques, des amines, des amides, et 74 acides aminés dont 55 n'ont pas d'équivalents terrestres. On peut penser que la vie terrestre a pu se développer à partir de ces molécules prébiotiques d'origine météoritique. Toutefois toutes ces molécules sont racémiques, ce qui n'est pas le cas des molécules organiques terrestres qui sont toutes des énantiomères L.

- les météorites de "type 2" ; chondrites ordinaires (document 7b), caractérisées par la présence de chondres à olivine (gros cristaux) ou hypersthène (cristaux aciculaires) pouvant atteindre 1 mm de diamètre ;

Sur le document, on observe aussi des phases opaques peu abondantes formées d'un alliage fer-nickel métallique (5 à 10 % Ni) et de sulfure de fer. Chimiquement et par rapport aux chondrites carbonées, les chondrites ordinaires sont plus pauvres en éléments légers et volatils. Densité moyenne, de 3,5 à 4.

L'ensemble des chondrites, carbonées et ordinaires, représente globalement les météorites les plus communes, avec 86 % des chutes observées.

- les météorites de "type 3" ou achondrites ;

Contrairement aux deux types précédents, ces météorites silicatées ne possèdent pas de chondres. Elles sont très proches des roches magmatiques terrestres par la structure grenue parfois cumulative, à grain plus ou moins fin, et la minéralogie, olivine, orthopyroxène et plagioclase calcique. Ces roches gabbroïques, comme leurs équivalents terrestres, sont formées par fusion partielle suivie d'une cristallisation fractionnée.

Densité faible, de 2,6 à 3. Chutes relativement rares, 8 %.

- les météorites de "type 4" ;

Sidérolites ou pallasites (document 7c) sont formées d'un mélange de silicates (cristaux d'olivine le plus souvent) et d'un alliage de fer-nickel métallique, en proportion égale. Densité assez forte de 4,3 à 7. Les sidérolites sont les plus rares des météorites avec seulement 1 % des chutes.

- les météorites de "type 5" ;

Les sidérites (document 7d) sont formées exclusivement d'un alliage de fer et nickel métallique, comprenant de 5 à 15 % de Ni. Quelques silicates ou sulfures peuvent être présents en très faible quantité.

Densité forte, de 8. Chutes relativement rares, 5 %.

En intégrant les données du document 8, montrez comment l'étude des météorites nous renseigne sur la différenciation interne des corps telluriques tels que la Terre ou la Lune (doc. 9).

Dans cette classification, les météorites se répartissent selon un degré de différenciation croissante, c'est-à-dire depuis les chondrites carbonées, les moins différenciées par rapport au Soleil, les plus riches en éléments légers, volatils, jusqu'aux sidérites, les plus différenciées, les plus riches en éléments lourds.

Les météorites sont des fragments d'astéroïdes plus ou moins différenciés. On peut donc les utiliser comme témoins de la différenciation des planètes en noyau, manteau, croûte. Cette différenciation des objets planétaires se fait selon des processus physico-chimiques simples, accumulation par gravité d'un noyau de fer nickel, puis différenciation d'un manteau péridotitique et d'une croûte gabbroïque par fusion et cristallisation fractionnée de la partie silicatée.

Les chondrites carbonées ont une composition chimique primitive, riche en éléments légers (3,5 % C), proche de celle de la nébuleuse présolaire à l'origine de tous les objets du système solaire. Elles se rapprochent de la composition du Soleil actuel aux gaz près, ou bien des comètes. Elles ont l'âge du système solaire, soit 4,56 Ga.

Les chondrites ordinaires, plus pauvres en éléments légers (et donc plus différenciées) que les chondrites carbonées, correspondent au manteau silicaté primitif de la Terre formé lui aussi essentiellement d'olivine. Le modèle chondritique est un modèle de manteau primitif utilisé en géochimie. Ages de 4,56 à 4,50 Ga.

Les achondrites gabbroïques correspondent aux croûtes primitives des planètes telluriques. Le document 9 montre un échantillon des "terres" lunaires, donc de la croûte primitive, c'est un gabbro à clinopyroxène et

plagioclase à structure grenue. Les structures brèchiques des achondrites sont des brèches d'impact dues aux nombreuses chutes de météorites sur la surface des objets telluriques. Ages de 4,55 à 4,40 Ga.

Les sidérolites avec leur composition moitié silicates et moitié fer peuvent correspondre à l'interface noyau-manteau ou couche D".

Les sidérites entièrement métalliques correspondent aux noyaux de fer nickel des planètes telluriques.

D'après le document 8b, on constate un fractionnement des éléments chimiques à partir de la chondrite carbonée au cours de la différenciation des planètes.

Le noyau ferreux concentre les éléments sidérophiles, Fe, Cr, Ni avec des quantités plus faibles d'éléments légers, O, Si, C, S.

Le manteau péridotitique concentre les éléments lithophiles, Mg, Al, Si, Ca

La croûte terrestre océanique gabbroïque qui se forme par fusion partielle du manteau, concentre les éléments lithophiles incompatibles ou hygromagmatophiles, Na, Al, Si, K, Ca, Rb, Sr, U.

On peut considérer que la croûte océanique terrestre est analogue dans sa formation et sa nature aux achondrites ou aux croûtes primitives des planètes.

Par contre la croûte continentale n'a aucun équivalent parmi les météorites : son mode de formation est propre à la Terre.

Les météorites représentent ainsi un échantillonnage des enveloppes actuelles ou passées des objets du système solaire. Elles nous permettent de suivre la différenciation de la matière solaire lors de la formation des objets telluriques du système solaire.

Les prestations des candidats

La classification des météorites avec ses termes principaux (chondrites, achondrites, sidérolites, sidérites) est rarement connue. La majorité des candidats a pourtant entendu parler des chondrites et des achondrites, mais sont incapables de reconnaître les chondrites sur les photos.

L'existence et la signification des chondrites carbonées, pourtant fondamentales, sont très rarement connues. Les molécules carbonées complexes, dont des acides aminés, que l'on y trouve sont inconnues des candidats. La relation entre les météorites et les astéroïdes corps parents n'est jamais mentionnée.

Les analogies entre les météorites et les enveloppes de la Terre sont plus ou moins bien expliquées. De nombreux candidats considèrent que la composition des météorites est la même que celle du manteau. Erreur grave et fondamentale, beaucoup de candidats pensent que la croûte continentale terrestre a un équivalent parmi les météorites, en général la chondrite carbonée sur le critère de la seule densité.

*Les compositions chimiques ne sont pratiquement pas utilisées pour cette comparaison, ce qui montre une **absence de connaissances en géochimie de base**. Bien peu de candidats ont regroupé les éléments chimiques en incompatibles, compatibles, sidérophiles... pour comprendre la différenciation de la Terre.*

4. Les dynamiques globales et l'originalité de la Terre

A. Le volcanisme

Les modelés des surfaces des corps telluriques résultent également de l'activité volcanique actuelle ou passée. En utilisant le document 10, vous comparerez la répartition des appareils volcaniques à la surface des planètes Vénus, Terre et Mars. Quelles conclusions peut-on en tirer quant à l'originalité de la dynamique interne de la Terre ?

Attentes du jury

On attendait **une réflexion sur la répartition des manifestations volcaniques en fonction de l'existence ou non de plaques lithosphériques et du régime thermique des enveloppes des planètes.**

Document 10b : La répartition linéaire des appareils volcaniques actuels sur Terre le long des limites de plaques en convergence (subductions) ou en divergence (dorsales) est caractéristique. La fusion partielle du manteau asthénosphérique est donc liée aux mouvements des limites de plaques. Seuls les volcans de points chauds ont une répartition aléatoire. L'ensemble révèle un système mantellique convectif surmonté par une couche limite conductrice, morcelée et de faible épaisseur : la lithosphère.

Document 10a : Sur Vénus la répartition des très nombreux volcans est uniforme et aléatoire sur toute la surface. Ils semblent plus rares ou absents sur les deux zones élevées, le plateau de *Ishtar Terra* au nord et celui de *Aphrodite Terra* sur l'équateur. Le volcanisme est lié ici à une activité globale et continue d'un manteau très chaud entièrement convectif, sans couche limite conductrice.

Document 10c : Sur Mars, on observe un très petit nombre de volcans (une quinzaine) concentrés en deux zones, le bombement *Tharsis*, zone élevée sur l'équateur, et la région *d'Elysium* sous les basses latitudes de l'hémisphère nord. A l'intérieur du manteau de faible volume (six fois plus petit que celui de la Terre), seules deux zones ont été suffisamment chaudes pour fondre et correspondent à deux mega-points chauds. En l'absence de tectonique des plaques, les volcans engendrés sont de très grande taille (exemple, le volcan Olympus Mons dépasse 25 km d'altitude).

Conclusion : Vénus, la Terre et Mars sont trois planètes qui présentent une activité volcanique actuelle ou passée contrastée, révélant un fonctionnement de la lithosphère et du manteau fondamentalement différent. Seule la Terre possède une tectonique des plaques et tout ce qui en découle : distribution linéaire des structures géologiques le long des limites de plaques, existence de dorsales, de subductions, de métamorphisme, de granite et d'une croûte continentale...

Les prestations des candidats

La comparaison des volcanismes des trois planètes est globalement satisfaisante mais rarement mise en relation avec le régime thermique de l'ensemble manteau et lithosphère.

B. Formation et évolution des continents, exemple de l'Europe

La planète Terre se distingue des autres planètes par l'existence d'une croûte continentale dont la formation remonte à l'Archéen. Les photographies du document 11 présentent des roches caractéristiques de cette croûte. Après les avoir identifiées, et en vous aidant du document 8, vous proposerez brièvement des processus généraux pouvant conduire à la formation de la croûte continentale terrestre.

Les attentes du jury

Concernant la nature de la croûte continentale, le jury attendait **une discussion sur les relations entre métamorphisme et anatexie**. Les candidats devaient présenter **un diagramme PT** montrant les limites des faciès métamorphiques, les polymorphes SiAl_2O_5 et le solidus du granite hydraté.

1. Pétrographie et géochimie de la croûte continentale

La planète Terre est caractérisée par l'existence d'une croûte continentale secondaire, dont la formation remonte à 4 Ga.

Le document 11 représente deux roches caractéristiques de cette croûte :

- un granite (document 11a), roche magmatique plutonique grenue non orientée, à quartz, feldspath alcalin, plagioclase, biotite.

- un gneiss (documents 11b et 11c), roche métamorphique schisteuse et litée à quartz, feldspaths, biotite, cordiérite, sillimanite. Ces deux derniers minéraux sont des géothermomètres et révèlent une température élevée, 600 à 700°C, et une pression moyenne, 4 à 6 kb, typiques du faciès amphibolite. Le document 11c montre un gneiss plissé dont le litage est dérangé par la fusion commençante ou anatexie des lits quartzofeldspathiques.

Chimiquement (document 8b), les roches de la croûte océanique sont caractérisées par un enrichissement en éléments incompatibles ou hygromagmatophiles (Na, Al, Si, K, Rb, Sr, U) de l'ordre de 2 à 9 fois par rapport au manteau.

Les roches de la croûte continentale montrent un enrichissement encore plus marqué en éléments incompatibles, de l'ordre de 4 à 60 fois par rapport au manteau. On y observe des valeurs élevées en ^{87}Sr radiogénique ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} > 0,705$) dues à la grande concentration en Rb de la croûte continentale. En effet le ^{87}Sr se forme à partir du ^{87}Rb par désintégration β^- .

Corrélativement, on note un appauvrissement en éléments compatibles (Mg, Cr, Ni) de l'ordre de 7 à 20 fois par rapport au manteau.

2. Formation de la croûte continentale

La différenciation de la croûte continentale s'est faite après l'accrétion et la différenciation primitive de la Terre, par extraction puis concentration d'éléments incompatibles du manteau. Pour cela, on peut envisager deux processus magmatiques successifs :

- la fusion partielle du manteau réalise une première concentration en éléments incompatibles en formant un magma basaltique ;

- la crystallisation fractionnée de ce magma entraîne une deuxième concentration en éléments incompatibles et forme des magmas granitiques caractéristiques de la croûte continentale.

A l'Archéen on peut envisager une fusion partielle hydratée de la croûte océanique sous fort gradient thermique formant des magmas granitiques pauvres en potassium, les TTG (tonalites-trondhjemites-granodiorites).

Lors des orogénèses, la croûte continentale peut se recycler par anatexie, comme le gneiss du document 11c qui, en fondant partiellement, engendre des magmas granitiques. Un recyclage par érosion et sédimentation peut également être évoqué.

Les prestations des candidats

Granite et gneiss sont souvent reconnus, mais très peu de candidats précisent le type de métamorphisme et ont reconnu une anatexie dans l'échantillon du document 11c.

La définition de la croûte continentale terrestre sur le plan géochimique (enrichissement en éléments incompatibles) est rarement proposée, ce qui révèle, une fois de plus, l'incapacité des candidats à construire des raisonnements basés sur des données géochimiques.

En Europe, la plus ancienne croûte continentale (3,2 Ga) se trouve au nord de la Scandinavie (péninsule de Kola) ainsi que le montre la carte structurale du document 12. A l'aide de vos connaissances et en vous aidant du document 13, vous reconstituerez les grands processus géologiques qui ont abouti à l'édification de la croûte continentale de l'Europe actuelle.

Les attentes du jury

Les candidats devaient **montrer la croissance de la croûte continentale européenne par ajout de ceintures orogéniques successives au craton archéen du nord de la Scandinavie.**

Chaque continent possède un ou plusieurs cratons archéens.

Les continents se forment par accrétion de ceintures orogéniques successives autour des cratons archéens. Le résultat final d'un orogène est de raccourcir et d'épaissir la croûte continentale par sous-charriages successifs, en y intégrant les marges passives des anciens domaines océaniques. Le volume et la surface des boucliers ou cratons sont donc augmentés à chaque orogénèse.

3. L'Europe Précambrienne

L'Europe s'est édifiée à partir du craton est-européen auquel on donne le nom de Baltica.

Ce craton affleure au nord de la Scandinavie et forme les terrains métamorphiques archéens de la péninsule de Kola (orogène Karélien à 2,5 Ga). La croûte continentale y est très épaisse, de l'ordre de 55 km (document 13).

Puis trois ceintures orogéniques successives sont venues s'y ajouter du nord vers le sud :

- au Protérozoïque inférieur, à 1,8 Ga, en Suède septentrionale et Finlande,
- au Protérozoïque moyen, à 0,9 Ga, en Scandinavie méridionale,
- au Protérozoïque supérieur, l'orogène Cadomien ou Panafricain à 0,6 Ga, en Europe du nord, Angleterre et Normandie.

Le craton est-européen affleure également en Ukraine, où la croûte a une épaisseur d'environ 50 km. Le reste du craton est sous le bassin Paléozoïque de Moscou recouvert de plusieurs km d'épaisseur de sédiments (jusqu'à 20 km). La croûte y a une épaisseur de 45 km.

Un deuxième craton est visible en Europe, un fragment du craton nord-atlantique sur la marge NW de l'Ecosse. On peut le rattacher au craton nord-américain ou Laurentia.

4. L'Europe Phanérozoïque

Trois autres ceintures orogéniques se forment successivement du nord vers le sud :

- au Paléozoïque moyen (Dévonien), l'orogène Calédonien à 400 Ma, est formé par la collision entre la Laurentia et la Baltica pour aboutir à l'édification de la Laurussia. Cet orogène s'étend en Norvège, Ecosse et Irlande.

- au Paléozoïque supérieur (Carbonifère), l'orogène Varisque (ou Hercynien) à 350 Ma, se forme par la collision entre le Gondwana et la Laurussia. On l'observe actuellement dans toute l'Europe moyenne depuis l'Ibérie

et l'Irlande du sud jusqu'à la Bohème à l'est. Au Permien, l'Oural s'édifie par collision entre la Laurussia et la plaque asiatique. Il en résulte un supercontinent, la Pangée.

- depuis la fin du Crétacé, l'orogène Alpin au sens large se développe par collision entre l'Eurasie et l'Afrique. Il s'étend d'ouest en est depuis le Rif marocain, en passant par les Apennins, les Alpes, les Carpates, l'Anatolie, le Caucase, le Zagros. La croûte y est fortement épaissie par les subductions de croûte continentale : on note des valeurs de 60 km sous les Alpes et les Carpates, de 50 km sous les Pyrénées.

Ces trois orogènes sont des chaînes de collision à double déversement, avec des chevauchements et des charriages globalement vers le nord au nord, et vers le sud au sud. On observe très fréquemment un métamorphisme de faciès schistes bleus et éclogites, témoin de subductions antérieures aux collisions. A l'exception des Alpes franco-italiennes, le métamorphisme de faciès amphibolite, conséquence de la collision continentale, y est très répandu, et conduit à une anatexie crustale abondante et à la formation de nombreux granites.

Les prestations des candidats

Très peu de candidats sont allés jusqu'à cette dernière partie et ont su exploiter la carte structurale simplifiée de l'Europe ainsi que le document montrant la profondeur du Moho. Quelques uns ont toutefois su reconnaître le rôle des grandes orogènes du Paléozoïque et de l'orogène alpin dans l'édification de l'Europe.

Conclusion

Ce devoir a révélé une fois de plus la faible culture en Sciences de la Terre de bon nombre de candidats. Des thèmes pourtant largement diffusés par les médias (effet de serre, météorites martiennes, impacts météoritiques) semblent mal connus. Et la plupart n'ont pas le recul nécessaire pour situer les grands événements géologiques dans le temps et l'espace, confondant système solaire et galaxie, Big Bang et supernova, voire étoile et planète.

L'illustration est déficiente, avec des dessins peu nombreux, de mauvaise qualité, parfois absents.

Mais ce que le jury a le plus déploré, c'est le langage trop souvent utilisé par les candidats, français déplorable, syntaxe approximative avec des noms sans articles, des verbes non conjugués, et une orthographe catastrophique avec des mots souvent écrits en phonétique. Ces défauts sont très inquiétants de la part de futurs enseignants.

L'oral du CAPES

L'épreuve d'exposé scientifique

L'exposé scientifique permet d'évaluer l'aptitude du candidat à réaliser une synthèse sur un sujet tiré au sort et ses aptitudes à communiquer oralement à l'aide d'illustrations, de démonstrations et/ou d'expériences.

La préparation de l'exposé scientifique dure trois heures ; elle se fait dans une salle dédiée dans laquelle sont mises à disposition des candidats des listes de matériel utilisable lors de l'exposé (diapositives, lames d'histologie, électrographies, classeur rassemblant un nombre conséquent de transparents). Pendant les deux premières heures de préparation, les candidats disposent d'une bibliothèque en accès libre. L'utilisation d'ouvrages disponibles de la bibliothèque est un atout pour des compléments d'informations, des exemples,... Il ne faut pas les découvrir le jour de la leçon mais les avoir parcourus auparavant.

La demande de matériel fait l'objet d'une fiche remise en cours de préparation au membre de l'équipe technique qui assiste chaque candidat. Les rubriques de cette liste concernent les échantillons, frais ou conservés, les photographies, transparents, lames, diapositives ainsi que le matériel d'expérience souhaité.

La liste de matériel sera renseignée avec soin ; il sera en particulier fait mention du titre des documents et pas uniquement de leur numéro de référence ; document de travail pour le technicien, elle sera remise au jury et rendra compte des conditions matérielles dans lesquelles la préparation de l'exposé a été effectuée.

Pour la dernière heure, le candidat rejoint la salle dans laquelle sera présenté l'exposé en apportant les manuels qui lui sont nécessaires pour terminer sa préparation. Il lui est alors possible de réaliser les manipulations prévues, de préparer son tableau, de vérifier le fonctionnement du matériel de projection.

Le temps de préparation arrivé à son terme, les membres de la commission entrent dans la salle ; le candidat dispose alors de 35 minutes (30 minutes à partir de la session 2006) sans aucune intervention de la part du jury pour exposer son sujet.

Conseils pour la préparation

Le jury conseille vivement une lecture très attentive du sujet. Le candidat doit être capable d'en définir tous les termes et d'en trouver les incidences et les limites précises. Un recours au dictionnaire de langue française ou au dictionnaire de biologie ou de géologie n'est pas à exclure.

Un exposé mal ciblé par mauvaise interprétation du titre est évidemment préjudiciable. Par exemple le sujet « Un exemple de glande endocrine : la thyroïde » n'attend pas un exposé sur les hormones thyroïdiennes ; il s'agit de montrer en quoi la thyroïde est une glande endocrine. « Coopérations cellulaires et réponses immunitaires » n'appelle pas un traitement séquentiel de ces deux propositions mais vise à montrer comment les coopérations cellulaires permettent le déroulement des réponses immunitaires.

Une prise de recul par rapport au sujet est indispensable de manière à le cerner dans sa globalité et à faire le tri entre les notions essentielles et les points accessoires. Les sujets proposés supposent le plus souvent un travail de synthèse de notions abordées dans des cours différents du cursus universitaire ; le candidat doit réaliser un travail important de décloisonnement. Cet exercice est difficile à réaliser en trois heures sans entraînement préalable et régulier au cours de l'année de préparation CAPES.

Le plan doit être clair et précis. Il est révélateur de la démarche. Il est structuré et écrit progressivement au cours du déroulement de l'exposé. Chaque notion doit être accompagnée d'un exemple précis. Les titres doivent

être signifiants et le plan doit être sous-tendu par une logique biologique. L'introduction doit mettre en évidence une problématique, et non conclure sur le sujet.

L'exposé est à traiter au plus haut niveau possible tout en restant accessible à un public non spécialiste. Il est construit autour de problèmes scientifiques. L'énumération de faits non corrélés entre eux et non appuyés par exemple sur des résultats expérimentaux ou des données de terrain reste stérile ; des notions assénées au jury sans base expérimentale ou autre argumentation rendent l'exposé dogmatique et ennuyeux. Toutes les expérimentations ne sont bien sûr pas envisageables dans le cadre de l'exposé, mais il appartient au candidat d'orienter sa recherche bibliographique vers des supports lui permettant d'étayer sa démonstration. En biologie, par exemple, les mécanismes physiologiques doivent absolument être replacés dans leur contexte anatomique. L'énumération laborieuse de réactions métaboliques n'apporte pas grand-chose à l'exposé ; il est fondamental, au contraire, de dégager les étapes essentielles d'une voie métabolique ou d'un cycle : dans le cas du cycle de Krebs, il s'agit par exemple, de mettre en exergue les décarboxylations et la formation de transporteurs réduits.

Cette année encore, le jury déplore la faiblesse du niveau scientifique de nombreux candidats et constate la superficialité et la fragilité de leurs connaissances. Les bases de physique et de chimie, pourtant nécessaires à l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre ne sont, en général, pas maîtrisées. Les connaissances en histoire des sciences sont quasi-inexistantes. Les ordres de grandeur et les notions d'échelle sont inconnus de beaucoup trop de candidats.

Enfin, de trop nombreux candidats ne maîtrisent pas les connaissances exigibles des élèves de l'enseignement secondaire. Une lecture attentive des manuels en usage dans ces classes (connaissances scientifiques, démarche, expérimentations et synthèses) constituerait une préparation adéquate pour beaucoup d'exposés scientifiques.

Sur la forme, il faut rappeler que les qualités de communication du candidat sont prises en compte dans l'attribution de la note d'exposé scientifique. La motivation du candidat doit se manifester au travers de son discours ; un exposé enthousiaste est toujours apprécié pour autant que le niveau scientifique soit à la hauteur. Il n'est cependant pas nécessaire de produire un « numéro » avec force gesticulations, modulations outrancières de la voix et martèlement excessif des idées clés. A l'inverse, comment convaincre le jury avec un exposé monocorde, délivré sans dynamisme par un candidat qui ne semble pas y croire lui-même ?

La maîtrise du français, à l'oral comme à l'écrit, est indispensable lorsque l'on se destine au métier d'enseignant. Il est vivement conseillé aux candidats de réviser certaines conjugaisons : le verbe « acquérir » par exemple produit bon nombre d'horreurs au présent comme au passé composé.

La trace écrite sera particulièrement soignée tant dans le soin du tableau, la réalisation des schémas essentiels et la qualité de l'orthographe. Le plan apparaîtra au tableau tout au long de la leçon.

Enfin, il convient de ne pas oublier que le métier d'enseignant implique des relations avec le public. Cela impose donc une tenue et un comportement corrects.

Remarques sur l'exposé de biologie

Le matériel biologique et les documents présentés lors de l'exposé scientifique sont au service de la démarche et ne constituent pas une simple illustration d'un propos dogmatique. L'illustration doit être pertinente, diversifiée, et se situer aussi souvent que nécessaire aux différents niveaux d'organisation : écosystème, organisme, cellule, molécule. Il est conseillé aux candidats de privilégier le réel (échantillons, dissections, préparations microscopiques) pour l'illustration de leur exposé sans tomber dans l'excès ; il est en effet inutile de présenter un morceau de foie en train de décongeler dans une cuvette à dissection pour illustrer un exposé sur les fonctions de l'organe.

Le volume de l'illustration doit être raisonnable, de manière à laisser suffisamment de temps à l'exploitation. Dans la plupart des cas, le jury regrette une exploitation insuffisante du matériel et des documents présentés :

- les préparations microscopiques doivent être accompagnées d'un schéma interprétatif,
- la projection de diapositives ou de transparents n'a pas pour fonction d'égayer les murs d'un fond coloré devant lequel le candidat continue à lire ses notes ; au contraire, le geste (précis !) doit être joint à la parole dans la présentation des structures comme dans l'explication de mécanismes.

Enfin, une exploitation efficace des documents ne peut être conduite si le candidat découvre l'illustration en même temps que le jury. Un temps suffisant de préparation sera donc consacré à l'étude du matériel fourni par le personnel technique.

La session 2005 a vu une augmentation de l'utilisation de logiciels. Mais ceux-ci ont été trop souvent réduits à de simples instruments iconographiques ; est-il nécessaire par exemple, de lancer le logiciel « Phylogène » pour montrer une photo d'oiseau ou de grenouille ? Outre que les supports numériques ne sauraient remplacer les échantillons réels, un usage raisonné des logiciels ne devient pertinent que dès lors que le candidat en maîtrise l'utilisation.

Une importante collection de transparents, réalisés à la demande des candidats pour l'illustration de leur exposé, a été accumulée progressivement au cours des sessions précédentes. Cette collection n'est en aucune mesure une sélection de documents imposés, et il revient au candidat de bien en mesurer l'adéquation éventuelle à son sujet. Il est souvent préférable d'élaborer un schéma personnel, notamment au tableau mural dont l'utilisation est souvent trop marginalisée.

Le premier entretien en biologie

L'entretien qui fait suite à l'exposé comprend deux phases. La première, d'une durée de 5 minutes, concerne exclusivement la présentation qui vient d'être faite. La seconde, de 5 minutes également, porte sur un élargissement de la discussion dans le même domaine, biologie et physiologie végétale, biologie et physiologie animale ou biologie générale à propos de sujets différents de celui de l'exposé.

Les cinq premières minutes sont destinées à préciser le vocabulaire ou les notions auxquels le candidat a fait référence. Elles permettent d'apporter des précisions sur différents points abordés ou oubliés lors de l'exposé scientifique ; il s'agit de fournir au candidat l'occasion de les compléter et de les expliciter. Il est également parfois nécessaire de faire une relecture du sujet de manière à en préciser par exemple l'aspect pluriel, comme c'est le cas pour « Les fonctions cardiaques ». Cette première phase de l'entretien contribue de plus à rechercher si des erreurs relèvent du lapsus ou de mauvaises connaissances. Si, au cours de son exposé, le candidat utilise des termes scientifiques, présente des illustrations, ou encore réalise des manipulations sans en préciser la signification réelle, cette première partie de l'entretien permet d'y remédier. Ainsi lorsque dans un sujet sur la maturation des fruits par exemple, le terme de maturation n'a pas été défini, cette information sera demandée. Dans ce même cadre, si les noms de maturation et de maturité ont été utilisés de façon aléatoire, des précisions seront sollicitées. Enfin, si la notion de fruit à crise climactérique n'a pas été évoquée, la discussion sera engagée sur ce point.

La seconde phase de l'entretien est destinée à tester les connaissances du candidat dans le même champ disciplinaire et la facilité avec laquelle il les mobilise. Elle peut couvrir un secteur assez large, ou porter sur un thème précis différent de celui de l'exposé. Les questions sont de plus en plus pointues si le candidat possède, en ce domaine, une culture satisfaisante. Dans le cas contraire, d'autres aspects sont successivement abordés. L'aptitude à la mobilisation des connaissances et la réactivité du candidat peuvent ainsi être appréciées en plus de sa culture scientifique. Le candidat peut être questionné par différents membres du jury ce qui ne devrait en aucun

cas le déstabiliser : il s'agit de lui donner la possibilité de mettre en avant ses connaissances. D'une façon générale, les réponses doivent être brèves, précises et rapides et ne doivent en aucun cas détourner la question.

Cette méthode d'interrogation en deux fois 5 minutes dans le même grand domaine scientifique semble moins déconcertante pour le candidat que ce qui était pratiqué lors des sessions antérieures (par exemple, 5 minutes sur un exposé de biologie végétale suivi de 5 minutes de questions en biologie animale).

Remarques sur l'exposé de géologie

L'exposé oral de géologie est présenté pendant 35 minutes après une préparation d'une durée de 3 heures. Cet exposé doit présenter tous les points essentiels pour le traitement du sujet dans une démarche rigoureuse et avec un bon niveau de connaissances en partant d'une situation initiale qui peut se placer au niveau collège ou lycée ; il ne peut en aucun cas correspondre à un cours qui serait dispensé dans le secondaire.

S'il est préjudiciable de prolonger artificiellement la durée de l'exposé, il est regrettable de constater que bien souvent le candidat n'ait plus rien à dire au bout de 20 ou 25 minutes, cette mauvaise gestion du temps étant rarement le fait de la rapidité de l'expression.

En dehors de quelques excellentes leçons qui ont réussi à couvrir l'intégralité d'un sujet tout en le présentant de façon argumentée et illustrée, bon nombre de leçons sont très superficielles et négligent des parties plus ou moins conséquentes du sujet ou traitent en détail des points inutiles sans rapport avec ce qui est attendu, pénalisant du même coup le candidat. Souvent, la non définition des termes du sujet mène à des exposés hors sujet.

Ces constats reflètent une culture générale en sciences de la Terre qui comporte des lacunes ou qui est trop cloisonnée. Ceci empêche les candidats de mettre en relief les liens entre les différentes disciplines ou spécialités, qui sont pourtant connues des candidats. Plus grave encore, un certain nombre de connaissances fondamentales communes à toutes les sciences (lois de diffusion, forces et contraintes, fonctions de transferts, flux et gradients, etc.) sont ignorées des candidats.

En ce qui concerne l'illustration, on déplore de façon fréquente la faible utilisation des cartes comme support argumentaire de faits géologiques concrets, dont la localisation géographique est réelle et non théorique. Dans le même ordre d'idée, le simple fait de sortir des cartes, échantillons, lames minces,... ou la présentation de transparents ou d'un logiciel ne constitue pas une illustration (et encore moins une argumentation) pour la leçon si ce matériel n'est pas exploité avec rigueur.

Le jury déplore le très mauvais usage qui est fait des ouvrages généraux, dictionnaire de géologie par exemple : une réflexion approfondie sur leur utilisation s'impose lors de l'année de préparation.

Les qualités appréciées par le jury

- *Sur le fond :*
 - sujet traité dans son ensemble, sans oublis majeurs, ni hors sujets ; contenu en adéquation parfaite avec le libellé ; vision synthétique des problèmes évoqués, grandes lignes dégagées ;
 - explications à un niveau correspondant à la licence ;
 - connaissances actualisées ; utilisation intelligentes des ouvrages, des revues ;
 - diversité des sources (personnelles, ouvrages, revues, cartes, logiciels...) et choix adéquat des documents pour la préparation ;
 - démarche logique, bien construite ; présentation d'observations et/ou de mesures comme point de départ, argumentation progressive réalisée grâce à une exploitation précise des supports

utilisés, construction d'une synthèse pas à pas, modèles proposés après les faits (observations, mesures...) et limites discutées...

- approche quantifiée des observations ; évaluation des ordres de grandeur de temps et d'espace ;
 - ouverture d'esprit aux sciences en général (physique-chimie, mathématiques en particulier) montrée au travers de la connaissance de lois fondamentales ou de certaines équations de chimie par exemple ;
- *Sur la forme.*
 - durée respectée et équilibre des différentes parties ;
 - exposé ne présentant pas l'aspect d'un catalogue, et choix pertinent des exemples concrets qui servent de base à l'argumentation ;
 - supports servant à l'illustration : choix judicieux, diversité et surtout exploitation raisonnée ;
 - tenue du tableau irréprochable : plan clair écrit au fur et à mesure ou complété durant l'exposé, schémas en couleurs réalisés ou complétés pendant l'exposé (exactitude des légendes, titre explicite) ;
 - expressions orale et écrite correctes (syntaxe, orthographe, etc.) ;
 - vocabulaire scientifique maîtrisé ;
 - dynamisme et motivation ;
 - attitude franche et assurée par rapport au jury.

Quelques conseils aux candidats.

- Avant tout, bien lire le libellé du sujet, comprendre le(s) sens des termes présents et leurs limites afin de bien circonscrire l'étendue de ce qui est attendu.
- Elaborer une question à laquelle l'exposé doit répondre.
- Construire un plan synthétique (n'omettant aucune partie importante) et logique, partant des objets, des faits géologiques avant d'arriver aux modèles.
- Utiliser intelligemment les ouvrages proposés en bibliothèque : la construction de ce plan doit se faire de préférence avant de se plonger dans les ouvrages. Ceux-ci doivent seulement fournir des exemples ou des données pour argumenter l'exposé. La structuration de la démarche scientifique et le plan qui en découle doivent être personnels (attention de ne pas se laisser influencer...).
- Argumenter avec des situations et des supports concrets et précis. Eviter le flou, le théorique.
- Corréler les données de différentes provenances pour aboutir à une notion claire.
- Rechercher des illustrations ciblées et diversifiées, en rapport direct avec les besoins d'argumentation, et surtout penser à les exploiter soigneusement ;
 - lames minces : schéma légendé à côté du microscope ;
 - roches : elles peuvent être observées à la loupe binoculaire (et schéma légendé à côté) ;
 - fossiles et microfossiles : adaptés et observables en fonction de leurs tailles respectives ;
 - diapositives : un schéma peut être réalisé au tableau ou sur un transparent ;
 - cartes géologiques : faire des coupes à main levée, des schémas structuraux au tableau ou sur une feuille à côté de la carte ;

- graphes ou tableaux de valeurs (géochimie) : bien noter les unités, la signification des abscisses et ordonnées...
- Utilisation des transparents : préférer des documents « faits main », avec des couleurs ou des surlignages, éventuellement complétés au moment de l'exposé, aux transparents provenant de photocopies de planches d'ouvrages.
- Logiciels de simulation : attention de ne pas tomber dans l'utilisation abusive de ce type de support au détriment de l'utilisation de matériels classiques : le virtuel ne doit pas remplacer le réel, par contre il peut aider à comprendre un phénomène dynamique (séismes, tectonique, géodynamique interne et externe, etc.). Utiliser un logiciel pour montrer seulement une ou deux figures en couleurs ne présente que peu d'intérêt.

Le premier entretien en géologie

Le premier entretien fait suite à l'exposé scientifique, il reste dans la discipline du sujet (géologie). Il se déroule en deux phases ayant chacune une durée de cinq minutes.

La première phase porte sur le sujet de la leçon, mais ne constitue pas une correction. Elle permet d'apporter des précisions :

- sur les points abordés par le candidat au niveau du vocabulaire, des concepts... ; par exemple, si le candidat évoque la fusion des péridotites, des questions pourront porter sur les modalités de cette fusion et ses conséquences sur la nature du magma produit ;
- sur les omissions, afin de savoir si elles sont dues à un simple oubli, à une absence de connaissances ou à un choix du candidat qu'il pourra justifier ;
- sur le matériel et les documents ayant servi à illustrer la leçon, l'adéquation des objets proposés, leur présentation complète ; par exemple, quand les éléments constitutifs d'une roche n'ont pas été identifiés, il pourra lui être demandé de le faire.

La deuxième phase ouvre un champ de questions plus vaste, distinct de celui de la leçon, mais toujours en géologie. On vérifie à la fois l'étendue des connaissances et la capacité du candidat à les mobiliser.

Les réponses doivent être rapides et brèves. Au terme de l'exposé, le candidat est parfois démobilisé. Il peut aussi être déstabilisé par des questions auxquelles il croit avoir déjà répondu. Il est donc nécessaire de s'entraîner à ce type d'épreuve au cours de l'année, et de réfléchir à l'entretien pendant le temps consacré à la préparation du sujet.

Les leçons de géologie

- À partir de documents (au choix) reconstituer un exemple d'environnement sédimentaire au Cénozoïque
- À partir de documents (au choix) reconstituer un exemple d'environnement sédimentaire au Mésozoïque
- À l'aide d'exemples, montrer comment on peut reconstituer les paléoenvironnements
- À l'aide d'exemples, montrer comment on peut reconstituer les paléoenvironnements
- À partir de carte(s) géologique(s), présenter l'étude d'un massif ancien : le Massif Armoricaïn
- À partir de carte(s) géologique(s), présenter l'étude d'un massif ancien : le Massif Central
- À partir de carte(s) géologique(s), présenter l'étude d'une chaîne de montagne ancienne
- À partir de l'étude de cartes hydrogéologiques, étudier l'alimentation et la circulation des eaux souterraines
- À partir de roches, de lames minces et de fossiles, reconstituer un paléoenvironnement
- À partir d'échantillons et de lames minces, établir les critères de classification des roches magmatiques
- Chaînes de subduction et chaînes de collision : une comparaison
- Chevauchements et nappes de charriage
- Climats, altération, érosion et sols
- Comparaison des planètes telluriques du système solaire
- Contrôle climatique de la sédimentation
- Couplage métamorphisme-magmatisme dans les zones de subduction
- Décrochements et structures associées
- Des roches sédimentaires aux roches métamorphiques
- Eau et magmatisme
- El Niño : un exemple de couplage océan-atmosphère
- Énergie solaire, saisons et climats
- Évolution de la sédimentation dans l'océan alpin et sur sa marge occidentale
- Expérimentations et modélisations en sciences de la Terre
- Faits et arguments de la tectonique globale
- Formation et disparition de la lithosphère océanique
- Fossiles et paléoclimatologie
- Fusion mantellique et fusion crustale
- Genèse et évolution des magmas
- Genèse et évolution du bassin parisien
- Géodynamique globale et climats
- Géologie des eaux souterraines
- Géologie des sources d'énergie non renouvelables
- Géologie des substances utiles
- Géologie des substances utiles (eau et ressources énergétiques exclues)
- Géologie du bassin parisien à partir de l'étude de cartes géologiques
- Géologie et génie civil à travers quelques exemples
- Granite et basalte : une comparaison
- Histoire d'un bassin sédimentaire français (au choix)
- Histoire d'une chaîne de montagnes
- Hydrothermalisme et altérations hydrothermales
- Intérêt des microfossiles
- Intérêts géologiques des argiles
- La biostratigraphie : bases et applications
- La carte géologique de la France au 1/1000 000
- La chaleur interne du globe et ses manifestations
- La chronologie relative en géologie
- La cinématique des plaques
- La circulation thermohaline : origine, fonctionnement et implications climatologiques
- La collision continentale
- La cristallisation fractionnée : arguments minéralogiques et géochimiques
- La croûte continentale : composition, genèse et évolution
- La déformation des roches en fonction des conditions de température et de pression
- La diagenèse des roches carbonatées
- La disparition des reliefs
- La distension oligocène en France

- La diversité des granitoïdes à travers deux exemples français
- La formation d'un rift continental
- La forme de la Terre : apports de la gravimétrie et de la géodésie satellitaire
- La France géologique : grands ensembles au 1/1000 000
- La genèse des magmas
- La genèse des reliefs
- La géologie de la Provence
- La géologie du Jura
- La géothermie : une exploitation du flux de chaleur
- La gestion des nappes d'eau souterraines
- La gravimétrie : principes et exemples d'utilisations
- La lithosphère océanique
- La lithosphère océanique alpine et son évolution métamorphique
- La matière organique fossile
- La minéralogie du manteau
- La notion de socle et de couverture
- La Pangée : formation et dislocation
- La reconstitution des milieux de sédimentation anciens à l'aide des structures sédimentaires
- La reconstitution des paléoenvironnements : méthodes et applications
- La sédimentation carbonatée
- La sédimentation continentale
- La sédimentation détritique, environnements et contextes géodynamiques
- La sédimentation marine
- La sédimentation sur les marges continentales
- La signification géodynamique des reliefs terrestres
- La sismicité de la France (métropole et DOM)
- La sismologie et ses apports en sciences de la Terre
- La sortie de l'eau
- La stratigraphie séquentielle : principes et exemples d'utilisations
- La subduction
- La subsidence
- La tectonique des plaques: principales étapes de la découverte
- La Terre : une machine thermique
- La Téthys : formation et évolution
- L'amincissement et l'épaississement de la lithosphère continentale
- L'aplanissement des chaînes de montagnes
- Le comportement mécanique de la lithosphère
- Le comportement mécanique des roches
- Le Crétacé en France métropolitaine
- Le cycle externe de l'eau et ses conséquences
- Le cycle géologique du carbone
- Le magmatisme alcalin : définition et différents contextes
- Le magmatisme calco-alcalin
- Le magmatisme intra-plaque
- Le magmatisme lié à la subduction océanique
- Le magmatisme terrestre
- Le magmatisme tholéitique : définition et différents contextes
- Le métamorphisme : marqueur des déplacements verticaux de la lithosphère
- Le métamorphisme à partir d'exemples français
- Le métamorphisme dans l'évolution orogénique
- Le métamorphisme dans son contexte géodynamique
- Le métamorphisme de haute pression-basse température et sa signification géodynamique
- Le métamorphisme en domaine océanique
- Le paléomagnétisme et ses applications en sciences de la Terre
- Le pétrole et la prospection pétrolière
- Le pétrole: gisements, origine, exploitation
- Le phénomène métamorphique à partir d'une étude régionale (cartes, roches, lames minces)
- Le recyclage des croûtes continentale et océanique
- Le rôle de la biosphère dans les processus géologiques

- Le rôle de la température dans les phénomènes géologiques de surface
- Le rôle de la température dans les phénomènes géologiques internes
- Le rôle de l'eau dans la formation des roches sédimentaires
- Le rôle de l'eau dans la géodynamique externe
- Le rôle des êtres vivants dans la formation des roches sédimentaires
- Le rôle des organismes photosynthétiques dans la formation des roches
- Le rôle des processus géodynamiques externes dans la genèse et l'évolution des paysages
- Le rôle du climat dans les processus d'altération et d'érosion
- Le rôle du volcanisme dans l'évolution de la planète
- Le site géologique d'une ville de France (métropole ou DOM-TOM)
- Le volcanisme à partir d'exemples français
- Le volcanisme cénozoïque en France métropolitaine
- Le volcanisme dans son contexte géodynamique
- L'effet de serre
- L'énergie solaire et les circulations atmosphériques
- L'enregistrement géologique des climats
- Les Alpes occidentales
- Les arcs insulaires
- Les basaltes dans leur cadre géodynamique
- Les bassins d'avant-pays
- Les bassins houillers français
- Les bassins sédimentaires dans leur contexte géodynamique
- Les céphalopodes fossiles : intérêts paléoécologique et stratigraphique
- Les chaînes de montagnes en France d'après le millionième
- Les chemins pression/température/temps à travers quelques exemples français
- Les circulations atmosphériques
- Les circulations océaniques
- Les concentrations métallifères dans leur cadre géodynamique
- Les conséquences métamorphiques de la collision continentale
- Les couplages océan-atmosphère
- Les cycles glaciaires : mise en évidence et origine
- Les déformations de la croûte continentale à partir d'études cartographiques (différentes échelles)
- Les déformations des roches aux différentes échelles
- Les diagenèses
- Les diverses méthodes de datation géochronologique
- Les données permettant de construire le modèle de structure et de composition du globe terrestre
- Les dorsales
- Les enregistrements de la température par les roches
- Les évaporites, témoins des variations climatiques et géodynamiques
- Les événements géologiques du Paléozoïque supérieur
- Les événements majeurs du Cénozoïque en France métropolitaine
- Les événements majeurs du Paléozoïque en France métropolitaine et dans les régions limitrophes
- Les événements majeurs du Quaternaire en France métropolitaine
- Les faciès et leurs variations au sein des formations carbonatées
- Les facteurs de contrôle de la sédimentation
- Les failles : marqueurs de la mobilité lithosphérique
- Les foraminifères fossiles : intérêts paléoécologique et stratigraphique
- Les formations bioconstruites
- Les fractionnements géochimiques dans la fusion partielle et la cristallisation
- Les glaciations au cours des temps géologiques
- Les glaciers et leurs rôles géologiques
- Les grandes étapes de l'évolution des vertébrés
- Les grands accidents tectoniques de la carte géologique de France au millionième
- Les grands traits de l'histoire de la planète Terre
- Les granitoïdes : unité et diversité
- Les granitoïdes dans leur contexte géodynamique
- Les informations apportées par les fossiles
- Les informations paléoécologiques apportées par les fossiles
- Les limites des plaques lithosphériques

- Les marges actives
- Les marges passives
- Les marges passives actuelles et anciennes en France
- Les marqueurs géologiques de la collision continentale
- Les marqueurs géologiques de la collision Inde/Asie
- Les marqueurs géologiques de la convergence de plaques
- Les matériaux géologiques entrant dans la construction d'une maison
- Les mécanismes de différenciation magmatique
- Les métamorphismes liés à l'orogénèse alpine
- Les microfossiles, marqueurs du temps
- Les mobilités de la lithosphère
- Les ophiolites
- Les origines des granitoïdes
- Les profils sismiques et leur intérêt dans l'étude des structures géologiques
- Les Pyrénées
- Les reconstitutions paléogéographiques
- Les relations des granitoïdes avec leur encaissant
- Les relations magmatisme-métamorphisme
- Les reliefs des domaines continentaux et leur signification géodynamique
- Les reliefs des domaines sous-marins et leur signification géodynamique
- Les reliefs d'origine volcanique
- Les ressources minérales en contexte sédimentaire
- Les rifts continentaux
- Les risques géologiques
- Les risques volcaniques
- Les roches carbonatées
- Les roches détritiques et leurs significations
- Les séismes et les phénomènes associés
- Les séries magmatiques : définition et signification
- Les séries magmatiques dans leur cadre géodynamique
- Les sols dans leur contexte géologique : exemples français
- Les structures en compression
- Les structures en extension
- Les structures tectoniques à différentes échelles
- Les substances minérales utiles à l'Homme
- Les traits majeurs des principaux bassins sédimentaires français
- Les transferts de matières du continent vers l'océan
- Les transformations métamorphiques des roches magmatiques (on se limitera à la série basique)
- Les transformations minéralogiques et structurales au cours du métamorphisme
- Les transitions de phases dans le manteau
- Les variations du niveau de la mer : causes et conséquences
- Les végétaux fossiles : intérêt paléoécologique
- Les volcans des DOM-TOM
- Les volcans et l'Homme
- L'établissement du calendrier géologique
- L'étude de la subduction par les méthodes géophysiques
- L'étude des chaînes de montagnes récentes par les méthodes géophysiques
- L'étude d'une carte géologique au 1/250 000, au choix du candidat
- L'étude d'une carte géologique au 1/50 000 au choix du candidat
- L'étude microscopique des roches sédimentaires et ses enseignements
- L'évolution des Hominidés
- L'exploitation de cartes géologiques (au choix du candidat) dans le Jura
- L'exploitation de cartes géologiques (au choix du candidat) dans le Massif Armoricaïn
- L'exploitation de cartes géologiques (au choix du candidat) dans le Massif Central
- L'exploitation de cartes géologiques (au choix du candidat) dans les Alpes
- L'exploitation de cartes géologiques (au choix du candidat) dans les Pyrénées
- L'exploitation de cartes géologiques (au choix du candidat) dans l'Est de la France
- L'histoire géologique de la France d'après la carte géologique de la France au 1/1000 000
- L'histoire géologique d'une grande région naturelle française au choix du candidat

- L'histoire géologique d'une région française à partir de cartes géologiques
- L'intérêt des météorites pour la connaissance de la Terre
- Lithosphère océanique et lithosphère continentale : une comparaison
- Lithosphères océaniques et ophiolites
- L'observation de roches exogènes à différentes échelles et la reconstitution de leur histoire
- L'Océan Atlantique
- L'Océan Indien
- L'Océan Pacifique
- L'origine, la structure et la dynamique de l'atmosphère terrestre
- L'orogénèse alpine en France
- L'orogénèse paléozoïque en France
- L'utilisation des isotopes radioactifs en géologie
- L'utilisation des isotopes stables en géologie
- Magmatisme et minéralisations
- Manteau et roches mantelliques
- Marges actives et marges passives : une comparaison
- Métamorphisme et tectonique
- Microfossiles et paléoenvironnements
- Milieux et sédimentation glaciaire et périglaciaire
- Mollusques et paléoenvironnements
- Montrer comment l'étude à différentes échelles d'une série sédimentaire permet de reconstituer les étapes de son histoire
- Océan Atlantique et Océan Pacifique : une comparaison
- Origine et mise en place des turbidites
- Phénomènes géologiques associés aux zones de subduction
- Plis, chevauchements et décrochements: origine et signification dans une chaîne de montagnes
- Points chauds et panaches
- Présentation d'une excursion géologique dans une région de votre choix
- Présentez une excursion géologique dans un bassin sédimentaire
- Présentez une excursion géologique dans un domaine volcanique
- Présentez une excursion géologique dans une chaîne de montagne ancienne
- Présentez une excursion géologique dans une chaîne de montagne récente
- Reconstituer les étapes de l'histoire d'une roche métamorphique replacée dans son contexte géodynamique
- Reconstituer les étapes de l'histoire d'une roche métamorphique replacée dans son contexte géodynamique
- Séismes et risques sismiques
- Signification des textures macroscopiques et microscopiques des roches magmatiques
- Sismicité et contexte géodynamique
- Tectonique et formes du relief
- Tectonique et sédimentation
- Textures et structures des roches volcaniques : leurs significations
- Transferts de chaleur et de matière dans les zones de subduction
- Transgressions et régressions au Mésozoïque et au Cénozoïque : exemples français
- Un exemple de coupure en géologie : la crise Crétacé-Tertiaire
- Un exemple de coupure en géologie : la crise Permo-Trias
- Une chaîne de montagnes récente à partir de cartes géologiques
- Une coupe de la France à partir des données géologiques et géophysiques
- Volcanisme de dorsale, volcanisme de marge active : une comparaison

Les leçons de biologie et de physiologie végétale

- À l'aide de quelques exemples, montrez les interactions plantes-microorganismes
- À l'aide de quelques exemples, présentez les modes de vie des champignons
- Absorption et assimilation de l'azote chez les végétaux
- Agrobacterium tumefaciens et la transformation des plantes
- Autogamie et allogamie chez les Angiospermes
- Bases scientifiques et intérêts des biotechnologies végétales
- Biologie des halophytes
- Biologie et écologie des algues marines de la zone intertidale.
- Biologie et écologie des mousses et hépatiques.
- Biologie et physiologie des fruits: le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- Cellulose et lignine : leurs rôles chez les végétaux.
- Climats et végétation
- CO₂ et photosynthèse
- Comment les plantes maintiennent-elles leur équilibre hydrique face aux fluctuations des facteurs du milieu ?
- Comment peut-on définir les grandes divisions du monde végétal ?
- Coopération et compétition, à partir d'exemples faisant intervenir des végétaux et/ou des champignons.
- De la fleur au fruit
- De la graine à la plante
- De la solution du sol à la sève brute
- De l'ovule à la graine
- Diversité des cycles de reproduction des algues
- Diversité structurale et fonctionnelle des tissus végétaux : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- Du Blé au pain.
- Du raisin au vin
- En vous appuyant sur quelques exemples, dégagez la notion d'hormone chez les végétaux.
- Étamine et pollen
- Étude d'une carte de la végétation au 1/200 000 au choix du candidat
- Importance de l'eau dans la vie du végétal
- Influence des facteurs du milieu sur la photosynthèse
- Intérêt évolutif des gymnospermes (au sens large)
- Intérêt évolutif des ptéridophytes. (On entendra par ptéridophytes l'ensemble des Lycophytes, Sphénophytes et Filicophytes).
- Intérêts génétiques des champignons
- La circulation de l'eau dans la plante : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- La collecte de l'énergie lumineuse par les organismes chlorophylliens
- La colonisation d'un milieu neuf par les végétaux
- La compartimentation de la cellule végétale
- La conquête du milieu terrestre par les végétaux
- La contribution des végétaux et des champignons aux cycles de matière au sein d'un écosystème
- La couleur des fleurs
- La croissance des Angiospermes
- La culture in vitro chez les végétaux vasculaires
- La dissémination chez les Angiospermes d'après l'étude de quelques échantillons
- La dissémination des végétaux terrestres d'après l'étude de quelques échantillons
- La diversité des plastes chez les algues
- La fécondation chez les Embryophytes
- La feuille : interface entre le végétal et le milieu
- La fixation symbiotique de l'azote chez les végétaux
- La fleur des Angiospermes d'après l'étude de quelques échantillons
- La floraison
- La fonction photosynthétique de la feuille : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations

- La formation de la graine
- La graine et sa germination : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- La lumière et la croissance des végétaux
- La maturation des fruits
- La multiplication végétative chez les végétaux d'après l'étude de quelques échantillons
- La nutrition azotée chez les végétaux
- La nutrition carbonée
- La paroi des cellules végétales
- La photorespiration
- La production de matière organique par les végétaux chlorophylliens
- La reproduction des champignons
- La reproduction sexuée des Angiospermes
- La reproduction sexuée des Gymnospermes
- La reproduction sexuée des Spermaphytes
- La spéciation, chez les végétaux
- La symbiose Rhizobium-Légumineuse
- La Tomate, un exemple de plante cultivée
- La transformation génétique des plantes
- La végétation de montagne : on pourra utiliser les cartes de la végétation correspondantes
- La végétation des dunes littorales et sa dynamique
- La végétation méditerranéenne : on pourra utiliser les cartes de végétation correspondantes
- La vie de la feuille
- La vie de la racine
- La vie de l'arbre
- La vie des végétaux en conditions extrêmes
- La vie des végétaux en milieux secs
- La vie végétale en milieu marin
- L'allogamie chez les Angiospermes
- L'alternance de générations chez les végétaux
- L'amélioration de la production végétale
- L'amélioration des plantes
- L'amidon chez les végétaux : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- L'arbre au cours des saisons
- L'ATP dans la cellule végétale
- L'auxine et l'édification de l'appareil végétatif des Angiospermes
- L'azote du sol et son utilisation par les êtres vivants
- Le Blé : un exemple de plante cultivée
- Le bois
- Le calcium et ses rôles dans la cellule végétale
- Le chloroplaste et ses fonctions : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- Le CO₂ et les végétaux chlorophylliens
- Le contrôle de l'organogenèse chez les Angiospermes
- Le gamétophyte mâle des Embryophytes
- Le grain de pollen
- Le Maïs : un exemple de plante cultivée
- Le passage de la mauvaise saison chez les végétaux
- Le photopériodisme et la floraison
- Le phytoplancton marin
- Le port des Spermaphytes
- Le saccharose, origine et devenir chez les Angiospermes
- Le stomate et ses fonctions : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- L'eau, facteur de répartition des végétaux : on pourra utiliser des cartes de végétation
- L'édification de la fleur des Angiospermes
- L'édification de la tige feuillée des Angiospermes
- L'édification de l'appareil racinaire des Angiospermes
- Les adaptations de la reproduction au milieu aérien chez les Angiospermes.

- Les algues de la zone de balancement des marées
- Les alternances jour/nuit dans la vie du végétal
- Les Angiospermes parasites
- Les bactéries du sol et leurs rôles
- Les bourgeons dans la vie de la plante
- Les Brassicacées et leurs utilisations par l'homme.
- Les caractéristiques des Angiospermes
- Les céréales
- Les communications intercellulaires chez les végétaux
- Les Conifères : biologie et écologie
- Les conversions énergétiques dans la cellule chlorophyllienne
- Les coopérations entre les organites de la cellule végétale
- Les Cyanobactéries
- Les Fabacées et leur biologie
- Les facteurs de répartition des végétaux
- Les fonctions de la feuille : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- Les fonctions des racines : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- Les gamétophytes des Spermaphytes
- Les glucides dans la vie des cellules végétales
- Les grandes étapes de l'évolution chez les végétaux
- Les interactions hormonales au sein du végétal
- Les interactions trophiques au sein du végétal chlorophyllien
- Les levures : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- Les Lichens : un exemple de symbiose
- Les lipides chez les végétaux
- Les maladies des plantes
- Les mécanismes favorisant la diversité génétique chez les Angiospermes
- Les méristèmes
- Les méristèmes caulinaires
- Les mouvements des végétaux
- Les mycorhizes
- Les organes de réserve et de pérennance
- Les phytochromes et leurs fonctions
- Les phytohormones
- Les pigments photosynthétiques et leur rôles : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- Les plantes du bord de mer
- Les plantes en C4 et CAM
- Les plantes et le sol
- Les plantes et l'oxygène
- Les plantes succulentes
- Les plastides et leurs fonctions : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- Les Poacées
- Les polysaccharides des végétaux
- Les relations hôte-parasite chez les végétaux
- Les relations interspécifiques, à partir d'exemples faisant intervenir des végétaux et/ou des champignons.
- Les réserves des végétaux : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- Les rythmes saisonniers chez les Angiospermes
- Les semences : intérêts biologiques et pratiques d'après l'étude de quelques échantillons
- Les Solanacées et leurs utilisations par l'homme
- Les tissus conducteurs des sèves
- Les tissus de revêtement chez les végétaux
- Les tourbières et leurs intérêts
- Les tropismes
- Les vacuoles des cellules végétales et leurs fonctions: le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- Les végétaux aliments de l'homme
- Les végétaux des eaux douces

- Les végétaux et le froid
- Les végétaux et les champignons dans l'écosystème forestier
- Les végétaux et les champignons, matériels expérimentaux en génétique
- Les végétaux pionniers
- Les xérophytes
- L'éthylène : une hormone végétale
- L'évolution de la fécondation chez les végétaux en rapport avec la conquête du milieu aérien
- L'évolution d'un milieu sous l'influence de l'homme (on pourra utiliser les cartes de végétation)
- L'importance de la lumière dans la biologie du végétal (photosynthèse exclue)
- L'importance des microorganismes dans la vie des plantes.
- L'occupation du milieu par les végétaux
- L'ovule des Spermaphytes
- Mitochondrie et chloroplaste dans le fonctionnement de la cellule végétale
- Mycorhizes et nodosités
- Particularités d'un type biologique: l'arbre
- Plantes annuelles, bisannuelles et vivaces.
- Pollen et pollinisation
- Principales adaptations des Angiospermes au milieu aérien
- Qu'est-ce qu'une fleur ?
- Sols et végétation
- Tissus primaires et secondaires
- Un exemple de surface d'échange entre le végétal et le milieu extérieur : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- Unité et diversité des Monocotylédones

Les leçons de biologie et de physiologie animale

- Adaptations cardiovasculaires, respiratoires et métaboliques à l'exercice physique
- Comparaison des muscles striés, des muscles lisses et du muscle cardiaque
- Coopérations cellulaires et réponses immunitaires
- Déterminisme du sexe chez les métazoaires
- Déterminisme et différenciation du sexe chez les mammifères
- Développement direct, développement indirect
- Digestion et absorption des glucides
- Digestion et absorption des lipides
- Digestion et absorption des protéines
- Ectothermie et endothermie
- Équilibre acido-basique et pH sanguin
- Étude comparée d'un lamellibranche et d'un céphalopode
- Gonochorisme et hermaphrodisme
- Homéostasie du milieu intérieur
- Importance de l'état larvaire.
- Importance du rein dans l'équilibre hydrominéral chez les mammifères
- L'activité électrique du cœur
- L'apoptose
- L'endothermie
- L'excrétion azotée chez les animaux
- L'homéostasie phospho-calcique chez les mammifères
- L'immunité cellulaire
- L'importance du cytoplasme de l'oeuf dans le développement
- L'induction du mésoderme
- L'osmorégulation chez les vertébrés aquatiques
- La biologie des lymphocytes
- La circulation du sang chez les mammifères
- La circulation sanguine chez les vertébrés
- La communication hormonale
- La communication nerveuse
- La croissance chez les arthropodes

- La croissance des squelettes et son contrôle.
- La dépense énergétique à l'échelle des organismes
- La digestion chez les animaux
- La fécondation à partir d'un exemple de votre choix
- La fonction endocrine des gonades
- La fonction gonadotrope
- La formation du système nerveux chez les vertébrés
- La gastrulation
- La gestation
- La gestion des réserves énergétiques chez l'Homme
- La jonction neuro-musculaire
- La lactation
- La maîtrise de la reproduction humaine
- La métamérie
- La métamorphose des amphibiens et son contrôle
- La métamorphose des insectes et son contrôle
- La mise en mouvement du milieu intérieur
- La motricité volontaire
- La multiplication asexuée chez les animaux
- La naissance chez l'Homme
- La neurosécrétion
- La notion de boucle de régulation à partir d'un exemple de votre choix
- La nutrition des embryons de vertébrés
- La physiologie de l'os
- La physiologie placentaire
- La phytophagie
- La pression artérielle et sa régulation chez les Mammifères
- La régulation de la glycémie
- La régulation de la température corporelle
- La respiration en milieu aérien
- La somesthésie
- La spermatogenèse
- La transduction des signaux chimiques
- La vaccination
- La ventilation et son contrôle chez les mammifères
- La vie animale dans le sol
- La vie des animaux fixés
- La vie parasitaire
- La vie planctonique
- La vision chez l'Homme
- La vision chez les animaux
- L'adaptation de l'insectes à la vie terrestre
- Le carrefour duodéal
- Le cholestérol
- Le CO₂ dans l'organisme
- Le codage de l'information sensorielle
- Le coelome
- Le coeur des vertébrés
- Le complexe hypothalamo-hypophysaire
- Le déterminisme de la métamorphose chez les amphibiens
- Le déterminisme de la mue et de la métamorphose chez les insectes
- Le foie et le métabolisme glucidique
- Le lait
- Le membre chiridien
- Le mésoderme
- Le métabolisme glucidique chez les mammifères
- Le néphron des mammifères
- Le neurone
- Le paludisme

- Le pancréas endocrine
- Le pancréas exocrine
- Le passage de la mauvaise saison chez les animaux
- Le plan d'organisation des annélides
- Le plan d'organisation des cordés
- Le plan d'organisation des insectes
- Le potentiel d'action
- Le renouvellement des téguments
- Le SIDA
- Le système lymphatique
- Le système nerveux végétatif
- Le tissu nodal
- Le transport du dioxygène chez les métazoaires
- Le vol chez les animaux
- Les adaptations physiologiques des Mammifères des déserts chauds.
- Les animaux filtreurs
- Les annexes embryonnaires
- Les anticorps
- Les appareils excréteurs
- Les bases d'une alimentation équilibrée
- Les capillaires
- Les caractéristiques générales des fonctions sensorielles
- Les caractéristiques générales des fonctions sensorielles
- Les cellules de l'immunité
- Les cellules du système nerveux
- Les cellules musculaires
- Les cnidaires
- Les compartiments liquidiens chez les animaux
- Les compartiments liquidiens des mammifères
- Les cycles ovarien et utérin
- Les diabètes
- Les échanges de gaz respiratoires chez les mammifères
- Les érythrocytes
- Les événements moléculaires et cellulaires lors de la segmentation de l'œuf
- Les flux calciques chez les mammifères
- Les fonctions cardiaques
- Les fonctions de l'hypothalamus
- Les fonctions de la cavité palléale des mollusques
- Les fonctions des branchies
- Les fonctions du foie
- Les fonctions du sang chez les vertébrés
- Les fonctions exocrines du foie
- Les gènes du développement
- Les glandes exocrines
- Les grandes étapes de l'évolution des vertébrés
- Les hormones du stress
- Les hormones du tube digestif
- Les hormones stéroïdes
- Les inductions lors de l'embryogenèse
- Les molécules de l'immunité
- Les neurotransmetteurs
- Les oeufs des animaux
- Les organismes face au froid
- Les originalités des Echinodermes
- Les phénomènes cellulaires du développement embryonnaire
- Les pièces buccales des insectes et leurs fonctions
- Les pigments respiratoires
- Les poissons, un groupe homogène ?
- Les pompes cardiaques

- Les protéines plasmatiques et leurs fonctions
- Les réflexes neuroendocriniens
- Les relations mère/embryon chez les mammifères
- Les reproductions monoparentales
- Les reptiles, un groupe homogène ?
- Les réserves glucidiques chez les vertébrés
- Les réserves lipidiques chez les vertébrés
- Les rôles du rein
- Les rythmes biologiques chez les animaux
- Les sécrétions pancréatiques
- Les squelettes et leurs fonctions
- Les stratégies des animaux parasites
- Les systèmes d'échanges à contre-courant
- Les téguments et leurs fonctions
- Les tissus adipeux
- Les vaisseaux sanguins des mammifères
- Métamorphoses et changement de milieu
- Métamorphoses et changement de modes de vie
- Mise en place des polarités et des symétries au cours du développement
- Néphridies et néphrons
- Organisation fonctionnelle de la moelle épinière
- Organisation fonctionnelle du système nerveux des Mammifères
- Oviparité et viviparité chez les vertébrés
- Phagocytes et réponses immunitaires
- Réactions de l'organisme à une hémorragie
- Réactions des mammifères aux variations de la température extérieure
- Relation structure-fonction au niveau des surfaces d'échanges
- Relations circulation - respiration chez les animaux
- Relations entre système nerveux et glandes endocrines
- Relations structure-fonction aux différents niveaux de l'appareil circulatoire
- Reproduction sexuée et multiplication asexuée dans le cycle de développement des animaux
- Respiration et milieu de vie
- Respirer en altitude: problèmes et solutions
- Rythmes et reproduction
- Un exemple de glande endocrine : la thyroïde
- Vaccins et sérums

Les leçons de biologie générale

- À partir de quelques exemples , dégager les caractéristiques d'une cellule eucaryote
- À partir d'un exemple de votre choix, dégager les caractéristiques d'un écosystème
- Autotrophie et hétérotrophie dans les cellules eucaryotes
- Compartimentation cellulaire et métabolisme énergétique
- Conséquences génétiques de la mitose et de la méiose
- Du caractère héréditaire au chromosome puis au gène : approche historique et expérimentale
- Du gène à la protéine fonctionnelle chez les Eucaryotes
- Étude comparée de l'expression du génome chez les Eucaryotes et les Eubactéries
- Forme et mouvements des cellules eucaryotes
- Importance biologique des protéines
- La compartimentation cellulaire
- La membrane plasmique des cellules eucaryotes
- La sélection naturelle
- La spéciation
- La transmission de l'information génétique au cours des divisions cellulaires
- La vie en milieu intertidal
- L'allostérie et son importance biologique
- L'appareil de Golgi

- L'ATP
- L'azote du sol et son utilisation par les êtres vivants
- Le brassage génétique lié à la sexualité
- Le calcium dans l'organisme
- Le chromosome eucaryote au cours du cycle cellulaire
- Le contrôle de l'expression des gènes chez les eucaryotes
- Le cycle cellulaire chez les eucaryotes
- Le cycle de l'azote
- Le cytosquelette
- Le flux d'énergie dans la cellule eucaryote hétérotrophe
- Le génie génétique : principes et applications
- Le polymorphisme génétique : origine maintien et conséquences.
- L'écosystème forestier
- Les ATPases et ATPsynthases membranaires
- Les canaux ioniques
- Les différences de potentiel électrochimique ionique des cellules eucaryotes et leur signification biologique
- Les différences de potentiel électrochimique protonique et leur importance biologique
- Les différentes formes d'énergie dans la cellule
- Les enzymes : activité et régulation
- Les jonctions cellulaires
- Les matrices extracellulaires des cellules eucaryotes
- Les mécanismes de l'évolution
- Les micro-organismes du sol
- Les principes utilisés dans les classifications du vivant
- Les processus d'exocytose et d'endocytose
- Les protéines membranaires
- Les protéines nucléaires
- Les réactions d'oxydo-réduction dans la cellule
- Les réactions de phosphorylation et de déphosphorylation dans la cellule
- Les récepteurs membranaires
- Les relations interspécifiques au sein de l'écosystème forestier
- Les relations plantes-insectes
- Les transferts de gènes chez les bactéries
- Les transports transmembranaires de matière
- Les variations du potentiel transmembranaire et leur signification biologique
- L'étang : un exemple d'écosystème
- L'oxydation du glucose, source d'énergie pour la cellule
- L'utilisation de l'ATP dans les cellules
- L'utilisation de microorganismes pour la transformation et la conservation des aliments
- Mouvements et déplacements cellulaires
- Qu'est-ce qu'un virus
- Qu'est-ce qu'une cellule ?
- Stabilité et variabilité de la molécule d'ADN
- Utilisation biomédicales et agroalimentaires des microorganismes

Le second entretien

Les modalités pratiques du second entretien

D'une durée de 15 minutes, il fait suite à l'exposé scientifique et au premier entretien, dans l'heure suivante et après un délai d'une dizaine de minutes environ. Le candidat ou la candidate se rend dans la salle du second entretien, et doit patienter en attendant son tour.

Le second entretien en biologie

Le second entretien en biologie s'adresse aux candidats qui ont présenté un exposé scientifique dans le domaine de la géologie. Limité à quinze minutes, cet entretien aborde différents domaines des sciences biologiques, animales, végétales et générales. Résolument concret, il se déroule à partir d'objets et de documents de natures diverses.

Les échantillons susceptibles d'être proposés au candidat sont très variés. Dans le domaine de la biologie animale, il peut s'agir d'animaux, de micrographies de préparations histologiques, de pièces ostéologiques, dans le domaine végétal, de végétaux représentatifs des grands groupes systématiques, avec éventuellement les différentes parties de leur cycle de reproduction, d'échantillons fleuris de quelques familles communes d'Angiospermes, de graines, fruits, tubercules, bulbes, de préparations microscopiques, de cartes ...

Après la reconnaissance argumentée de l'échantillon, les aspects physiologiques, génétiques, métaboliques voire biochimiques peuvent être abordés, dans la mesure où ils offrent comme support les objets proposés. L'entretien peut se prolonger par des questions de biologie générale qui s'appuient sur l'analyse de graphiques, de résultats expérimentaux ou la résolution d'un court exercice de génétique par exemple. Il s'agit toujours de choses très classiques.

Tel qu'il est organisé cet entretien permet, d'abord, d'apprécier les réactions des candidats devant le réel, leur culture naturaliste ainsi que leurs connaissances de base de la systématique, de l'organisation et de la biologie des êtres vivants. Il permet d'évaluer également leurs capacités d'analyse et de raisonnement en même temps que leur rapidité à réagir et à proposer des réponses claires et précises formulées avec un vocabulaire adapté et parfaitement maîtrisé.

Force est de constater que les prestations fournies sont rarement à la hauteur des attentes, beaucoup trop de candidats sont désorientés devant le concret, révélant une méconnaissance surprenante des représentants les plus courants du monde vivant qui les entourent. L'analyse des objets proposés est trop souvent laborieuse et confuse. Les diverses techniques d'investigations microscopiques sont fréquemment confondues, et par suite les notions d'échelles très mal maîtrisées, d'où des interprétations erronées des documents proposés.

Les candidats tendent à privilégier la restitution des connaissances plutôt qu'une démarche analytique simple, concise et argumentée. La préparation à cette épreuve ne doit pas se faire dans les cours et les ouvrages, mais surtout au contact du monde vivant, sur le terrain comme au laboratoire et en travaux pratiques.

Le second entretien en géologie

Cet entretien est destiné aux candidats ayant exposé une leçon de biologie. Il permet d'évaluer les connaissances générales en sciences de la Terre et leurs capacités à réagir.

Les interrogations sont basées sur des observations naturalistes ; elles s'appuient très souvent sur :

- l'examen d'une carte géologique (1/50 000, 1/250 000, 1/ 1 000 000, cartes thématiques) ;
- l'observation de quelques échantillons (roches, minéraux, fossiles, objets déformés) ou/et de lames minces ;
- l'examen d'un ou deux documents (enregistrements divers, courbes, coupes, profils géophysiques, données géochimiques) ou de photos de paysages ou d'affleurements sur support papier ou à l'écran.

Le jury attend une analyse simple mais rigoureuse des objets et des documents, une diagnose précise. En ce qui concerne les cartes géologiques, il est souhaitable que les candidats soient capables de distinguer et caractériser les grands ensembles ainsi que de reconstituer les grandes lignes d'une histoire géologique. Les types de questions sont variés et peuvent porter plutôt sur des aspects tectoniques, stratigraphiques, chronologiques appréhendés à différentes échelles. Il peut être utile de savoir replacer la carte dans son contexte régional. Cet exercice peut être l'occasion de vérifier les connaissances en matière de lecture des symboles cartographiques les plus courants, de détermination de la géométrie des grandes structures. Un schéma réalisé par le candidat est parfois demandé pour étayer une explication à propos d'une carte, d'une lame mince ou d'un échantillon...

Peu de candidats analysent les cartes avec méthode :

- les observations sont souvent livrées sans ordre et les grands ensembles sont rarement présentés correctement ;
- la localisation, notamment des cartes au 1 / 50 000, est trop souvent approximative ou absente ;
- souvent l'analyse précise des structures (plis, chevauchements, grands accidents) est escamotée au profit d'une interprétation en termes de grand événement géodynamique (collision par exemple à l'examen d'un pli) ;
- d'une manière générale les méthodes cartographiques ne sont pas acquises ou maîtrisées, les candidats semblent appliquer souvent des recettes et la réalisation de coupes à main levée très simples, ou de schémas structuraux, paraissent être des exercices difficiles.

L'observation des échantillons révèle une méconnaissance de certaines disciplines, la minéralogie par exemple : la composition chimique des minéraux, le système cristallin, la notion même de réseau cristallin...

L'oral du CAPES

L'épreuve sur dossier

Ce texte a pour principale finalité de préciser aux candidats les attentes du jury. Les remarques et les conseils déjà 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**.

Cela exige au préalable une maîtrise des connaissances scientifiques concernées par les programmes, à un niveau supérieur à celui enseigné, permettant l'indispensable prise de recul. Cette maîtrise s'avère en effet indispensable pour transposer les savoirs universitaires au niveau collège ou lycée et pour permettre une mise en relation des notions ou des concepts, une identification de la cohérence d'ensemble d'un thème donné ou un repérage rapide des supports motivants qui vont servir à faire émerger les problèmes et donner du sens à l'étude. Ce sont là des préalables à la construction d'une démarche explicative.

Cela suppose aussi d'être capable de construire des activités d'élève diversifiées avec des objectifs explicites et pouvant être raisonnablement être mises en œuvre dans un établissement scolaire.

Le métier d'enseignant est en outre un métier de communication : les qualités telles que clarté et précision dans l'expression orale et écrite, capacité d'écoute mais aussi dynamisme sont des atouts indispensables.

L'épreuve, qui consiste en **un exposé suivi d'un entretien**, de 30 minutes **maximum** chacun, doit permettre au jury d'évaluer chez les candidats 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 des deux heures de préparation, chaque candidat reçoit le sujet qu'il a tiré au sort et le dossier correspondant.

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

En effet, l'exploitation des documents devra être en relation étroite avec ce qui est explicitement demandé dans le sujet. Le candidat peut, par exemple, être invité à faire des choix de supports d'activités d'élève, à concentrer son exposé sur certains documents, à développer particulièrement les articulations de la démarche explicative 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 complètement la réflexion menée sur le contenu du dossier. En revanche, il est bien clair que **l'ordre dans lequel**

les notions sont présentées dans le programme ne s'impose en aucune façon aux candidats, dans l'ordre d'utilisation des documents ou l'enchaînement logique d'activités.

Il est essentiel que le candidat identifie précisément l'objet de l'étude qui sera délimité à partir des documents du dossier et du programme officiel, objet qui l'amènera à définir, le cas échéant, le problème scientifique à résoudre, c'est à dire la recherche d'une explication des mécanismes impliqués.

2- Le niveau et le programme concernés :

Le sujet remis avec le dossier comporte l'indication du niveau de scolarité concerné et précise le domaine du programme impliqué ; **ce domaine, très large, ne peut pas d'emblée constituer le titre de l'exposé attendu.**

L'inscription au tableau du contenu général de l'exposé n'est pas une obligation. Un titre de l'exposé est, en revanche, attendu ; il doit être concis. Il ne doit pas reprendre intégralement la partie de programme à traiter ou l'énoncé du sujet mais 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, le candidat dispose en outre de l'ensemble des programmes de collège et de lycée ainsi que des documents d'accompagnement ; la consultation des programmes de la classe à laquelle se rapporte le dossier, parfois de ceux des autres classes, est utile pour mieux situer le sujet à traiter.

Les acquis antérieurs sont souvent proposés en introduction par les candidats, mais ils pourraient être plus utilement insérés au moment opportun en cours d'exposé. Le rappel initial 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 serait souvent le bienvenu. Il présenterait en outre l'intérêt de servir de point de départ à un schéma bilan qui, en conclusion de l'exposé, révélerait 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 doit être déduit de la formulation du sujet ou du problème à résoudre. Il doit en tout cas être logique, en adéquation avec le titre et 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. 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 exemples ci-dessous illustrent cette diversité :

- 1- Vous proposerez un enchaînement logique d'activités utilisant les documents du dossier pour atteindre les objectifs du programme. Vous détaillerez une de ces activités en précisant le(s) support(s) utilisé(s), les objectifs visés, le questionnement, les réponses attendues.
- 2- Vous proposerez un ordre logique d'utilisation des documents dans le cadre de la partie du programme de la classe de 5^{ème} "respiration et occupation des milieux" et vous rédigerez les traces écrites destinées au cahier des élèves qui résultent de leur utilisation.

À partir de documents de votre choix (tels quels ou modifiés) vous élaborerez en détail une activité d'élève dans ce cadre. Vous en préciserez les objectifs.

- 3- Elaborez pour les élèves deux activités s'intégrant dans une démarche explicative. Pour ces deux activités, vous définirez les objectifs et rédigerez les traces écrites. Vous montrerez en quoi l'utilisation en classe des documents 3 ou 4 permet d'apporter des informations s'inscrivant dans une démarche d'éducation à la santé.
- 4- Vous rédigerez la ou les notions qui peuvent être construites à partir de l'exploitation de chacun de ces documents. Vous proposerez ensuite à partir de documents de votre choix, une activité permettant aux élèves de parfaire leur formation à la pratique du raisonnement scientifique.

Seuls les trois premiers sujets demandent explicitement une démarche d'ensemble. En revanche, le plus souvent, une activité doit être décrite en détail ; toujours au service de la construction d'une notion, elle doit donc placer les élèves en situation de raisonner et de mettre en œuvre un ou plusieurs autres savoir-faire. Cette obligation de raisonnement conduit tout naturellement à **intégrer l'activité dans une démarche**. La démarche explicative est une transposition d'une démarche scientifique visant à expliquer des faits d'observation. Les candidats devront donc s'attacher à construire et exprimer dans le cadre d'une démarche explicative les notions fondamentales du programme précisées par le sujet.

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

Beaucoup d'exposés affichent une problématique ou des problèmes qui n'ont pas d'intérêt didactique, en ceci qu'ils n'induisent pas d'activité de recherche raisonnée ; 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 affirmative : "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) éventuellement 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.**

On évitera d'employer le terme de problématique qui n'est pas synonyme de problème scientifique. 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.

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.

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 (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 qui se propose simplement d'illustrer un phénomène.

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.

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

Aucune démarche a priori n'est donc 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 de raisonnement. Très 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.

En revanche, **la description d'une activité d'élève** comprend nécessairement une motivation, des objectifs explicites (notionnels, méthodologiques, techniques, éducatifs), un ou des support(s), un questionnement opératoire, les réponses ou les productions attendues. Le questionnement doit laisser place au raisonnement autonome de l'élève ; **de multiples questions fermées, ponctuelles ne sont pas conformes à cette intention**. Par ailleurs, il peut être judicieux - le sujet le demande parfois explicitement - de proposer une organisation du travail de la classe en ateliers diversifiés, avec élaboration d'un bilan commun. Pour la désignation des objectifs de méthode, il est au minimum attendu l'utilisation des termes du programme de collège, qui désignent les capacités correspondantes : 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 une comparaison ou 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 orientée vers une investigation).

Dans tous les cas, on attend d'une activité qu'elle soit construite et que, dans le cas d'une activité ayant comme objectif méthodologique "Raisonner", le raisonnement attendu des élèves, particulièrement l'articulation des arguments, soit présenté réellement.

Certains sujets imposent, dans une deuxième phrase de l'énoncé, la réalisation d'une activité d'élève. Il n'est pas pour autant impératif d'en faire une deuxième partie de l'exposé ; il est au contraire plus judicieux d'**intégrer cette activité à sa place logique** dans l'enchaînement.

Il faut évoquer également **la place des études morphologiques, anatomiques, histologiques et structurales dans la démarche mise en oeuvre**. Elles sont encore trop souvent envisagées en soi, avant le problème géologique, biologique ou physiologique qui devrait les motiver, leur donner du sens. **Une démarche ou un plan initiés ou guidés par une approche descriptive laissent les élèves passifs**, en différant la réflexion sur les relations fonctionnelles explicatives.

En outre, **l'observation** 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 faute 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.

Il est ainsi regrettable que beaucoup de candidats placent l'exploitation d'un modèle analogique a priori et sans exercer aucun esprit critique.

Les notions rédigées - avec précision et concision - sont construites à partir des activités proposées. On prendra garde à 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 ne constituent donc pas une trace écrite pertinente.

Il faut penser également à une éventuelle représentation sous forme de **schémas bilans**, de préférence **construits progressivement au cours de l'exposé**, même lorsque le sujet ne l'exige pas expressément. A fortiori, 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.

D'une façon générale et sans formalisme inutile, le candidat doit veiller à la bonne utilisation des termes : problème, hypothèse, expérience, démarche expérimentale et/ou scientifique. Par ailleurs, l'attention des candidats est attirée sur le "finalisme" de certains raisonnements.

4 - Les documents du dossier :

Le dossier comprend une série comportant souvent de 4 à 8 documents, parfois moins ou davantage.

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

Les documents sont très souvent des supports qui pourraient être utilisés, tels quels, dans les classes. Ils représentent fréquemment des objets concrets que l'on pourrait facilement se procurer dans un établissement et, 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 de se montrer capable d'en argumenter les raisons. 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.

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

- la répartition des chromosomes en anaphase de mitose,
- la formule brute de molécules biologiques courantes (amidon, maltose...), la liaison peptidique,
- les spécificités de colorants très couramment utilisés en histologie (eau iodée, carmin acétique...),
- l'organisation des végétaux, leurs organes spécialisés les plus courants,
- l'identification des espèces animales et végétales usuelles,
- la représentation schématique de la lithosphère et le fonctionnement magmatique de la dorsale,
- l'équation d'équilibre des carbonates,
- la représentation schématique du fonctionnement d'un volcan,
- 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.

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

La présentation du dossier au jury doit être rapide comme cela est demandé mais elle doit lui permettre de prendre connaissance des documents. **Le candidat ne doit pas procéder, à ce moment, à une étude des documents** qui se ferait au détriment du temps d'exposé.

Cette présentation doit être réalisée avec clarté et efficacité : une présentation témoignant de la compréhension des documents fait toujours bonne impression. On apprécie que le candidat situe le niveau et le domaine scientifique dès la présentation. Elle peut aussi être l'occasion d'argumenter de la non-utilisation de tel ou tel document 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.

Il ne faut pas oublier que **le métier d'enseignant est, pour une part importante, un métier de communication.**

Une communication performante suppose **un travail efficace durant les deux heures de préparation** : réalisation de transparents soignés, facilement lisibles et en **nombre raisonnable**, notamment sur les activités d'élève à construire ; rédaction des titres des différents paragraphes qui seront inscrits au tableau durant l'exposé ; éventuellement réalisation d'un schéma bilan fonctionnel ou 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. Par ailleurs, 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 d'**utiliser le tableau** ; celui-ci est notamment préférable pour l'affichage progressif du plan de l'exposé. Là encore, la lecture doit en être aisée et l'orthographe soignée.

Il va de soi qu'une tenue soignée, sans être forcément recherchée, est attendue de la part d'un futur enseignant. Plus généralement, une attitude en adéquation avec le métier envisagé est vivement appréciée.

Enfin, il est utile d'achever sa période de préparation par un rangement méthodique des éléments du dossier, de ses notes et transparents, prévu suffisamment avant l'heure dite pour ne pas se trouver dans la situation de tout ramasser à la hâte et en vrac, car cela n'aide pas à aborder l'exposé de la façon la plus sereine possible...

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.

On attend par exemple du candidat qu'il soit capable, dans une photographie représentant un paysage, de **reconnaître les espèces animales ou végétales** les plus visibles, de préciser les caractéristiques les plus frappantes d'**un phénomène géologique...** ; 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 scientifique** s'efforce de **vérifier si le candidat a le niveau de connaissances nécessaire à un professeur** pour être à l'aise en classe sur le sujet, et pour maîtriser la lecture des documents de manière à pouvoir au besoin en expliciter les données à des élèves.

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, d'aborder de façon rigoureuse une réflexion sur l'énergie...

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 importants pour l'enseignement secondaire

Le **questionnement didactique** peut amener le candidat à **envisager d'autres approches, d'autres façons de procéder**. Très souvent, la démarche peut être construite différemment, pour être plus explicative, mieux former les élèves au raisonnement scientifique. Les activités peuvent être organisées autrement, par exemple pour être plus adaptées aux objectifs éducatifs, au développement de l'autonomie, de la responsabilité, de l'aptitude au travail en équipe,...

Cette **faculté d'analyse** de son propre travail, conduisant à **remédier aux inconvénients soulignés**, est un atout important pour le futur professeur et entre pour une part importante dans l'évaluation. **Un bon entretien** peut ainsi compenser en partie un exposé peu satisfaisant.

Le jury évalue également la connaissance des **grandes lignes des programmes et de l'organisation de l'enseignement** (cohérence verticale des notions, liaison primaire-secondaire) ; ceci, dans le but de vérifier l'aptitude du candidat à replacer son exposé dans une situation réaliste, du point de vue des acquis et de l'âge des élèves d'une part, des effectifs, des horaires et du matériel raisonnablement disponible d'autre part – par exemple, l'achat d'un microscope électronique est largement hors de portée du budget d'un établissement scolaire, quel qu'il soit... Une connaissance raisonnable des règlements sanitaires et de la responsabilité vis à vis des élèves est bienvenue.

Les objectifs méthodologiques et techniques sont rarement bien identifiés lors de l'exposé ; l'entretien permet au candidat de les préciser.

Les **qualités de communication** prises en compte durant l'entretien sont donc 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 doit faire preuve de réactivité : être capable de corriger le plan ou la démarche lorsque l'exposé n'a pas exprimé les idées essentielles.

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 présager 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 servait 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,
- la **formulation de problème(s)** véritables amorçant une véritable **démarche explicative**,
- les **étapes du raisonnement scientifique**, notamment expérimental, qui ne doivent pas se limiter à des concepts abstraits ou à une liste d'opérations formelles, les problèmes posés restant souvent artificiels,
- 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 appareils les plus couramment utilisés en classe** ; une étude des manuels scolaires serait en cela d'une grande utilité, de même que la réalisation des manipulations les plus usuelles ; ne pas oublier également que les programmes, à consulter en priorité, proposent des activités envisageables, qui, pour être facultatives, n'en sont pas moins instructives,
- la conception et la **rédaction des activités d'élève** ; le questionnement est généralement absent, ou à l'inverse trop lourd avec une succession de nombreuses questions fermées ; les objectifs méthodologiques et techniques sont le plus souvent mal définis, la production attendue n'est pas précisée,
- les **objectifs éducatifs** : fortement présents dans les programmes de sciences de la vie et de la Terre, notamment au collège nécessitent des activités adaptées, développant responsabilité, autonomie, communication, aptitude au travail en équipe, attitude citoyenne...
- **l'orthographe et l'expression orale et écrite**, qui laissent souvent à désirer ; les fautes, parfois abondantes, vont au-delà du simple lapsus provoqué par le stress ; encore trop de candidats négligent le 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, peuvent éviter de commettre des erreurs qui seraient choquantes si elles apparaissaient en classe,
- les éléments de connaissances fondamentales **en chimie et physique** indispensables à la compréhension des notions de géologie ou de biologie enseignées,
- 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,
- 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 accrue à une approche historique des connaissances ;

- une attitude rigoureuse est attendue des candidats.

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.

Il peut être notamment fructueux d'observer des exposés concernant les programmes de collège : fondées 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.

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.

Exemple de traitement d'un dossier de géologie niveau lycée

Sujet n°...

Classe : terminale S

Partie du programme : La convergence lithosphérique et ses effets.
Convergence et subduction.

Sujet

Après avoir présenté brièvement (moins de cinq minutes) le contenu du dossier, proposez une démarche logique d'exploitation des cinq documents pour comprendre la subduction. Détaillez une activité d'élèves à partir des documents 3 et 5, afin d'atteindre des objectifs de méthode et/ou de technique que vous préciserez.

Sommaire du dossier n° ...

1 – Extrait de programme

2 – Documents :

1. Les plaques lithosphériques et leurs frontières - Frontière divergente : la dorsale
2. Géographie de la marge andine - Les reliefs émergés et immergés de la côte chilienne - Flux thermique et altitude au niveau d'une zone de subduction - Les roches des Andes péruviennes.
3. Sismicité en Amérique du Sud.
4. Densités estimées des lithosphères océanique et continentale et de l'asthénosphère au niveau de la subduction d'Amérique du sud - modèle d'évolution du flux de chaleur lors de l'expansion de la lithosphère océanique - Différentes données sur la lithosphère.
5. Fiche technique du logiciel SISMOLOG.

Dossier n°...

Extrait de programme

Classe de TERMINALE S

I.5 La convergence lithosphérique et ses effets (4 semaines)

Les notions sur la structure du globe et la convection du manteau, les connaissances sur les plaques lithosphériques et leur cinématique, sur certains processus magmatiques ont été acquis en classe de première. Les principales caractéristiques de la convergence introduites en première sont réinvesties pour traiter les phénomènes liés à la convergence des plaques.

La convergence lithosphérique est caractérisée :

- par le rapprochement de repères fixés aux plaques,
- par une destruction de surface lithosphérique,
- par la formation de reliefs.

1.5.1 Convergence et subduction

Activités envisageables	Notions et contenus
<p>Analyse de documents (cartes, coupes, base de données sismiques, photographies) permettant de dégager les principales caractéristiques des marges actives actuelles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - fosse océanique, - chaîne de montagnes, - arc magmatique, - prisme d'accrétion, - prisme d'accrétion, <p><i>On exclura tout document relatif à la gravimétrie</i></p> <p>Construction de plan(s) de Wadati/Benioff à partir des profondeurs des profondeurs des foyers des séismes</p> <p>À partir des densités moyennes de la croûte océanique et du manteau lithosphérique, calcul de la densité moyenne en fonction de son épaisseur et de son âge. Comparaison avec la densité de l'asthénosphère.</p>	<p>La convergence se traduit par la disparition de lithosphère océanique dans le manteau ou subduction.</p> <p>La lithosphère océanique s'enfonce sous la marge active d'une plaque comprenant une croûte continentale ou une croûte océanique. Les caractéristiques principales des zones de subduction sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La présence de reliefs particuliers (positifs et négatifs). - Une activité magmatique importante. - Une déformation lithosphérique importante. - Une répartition particulière des flux de chaleur. <p><i>Limites :</i> <i>Les caractéristiques gravimétriques des zones de subduction ne sont pas au programme.</i></p> <p>La distribution géométrique des séismes matérialise le plongement d'une portion rigide de lithosphère à l'intérieur du manteau plus chaud et ductile.</p> <p><i>Limites :</i> <i>L'étude exhaustive de la diversité des structures et des fonctionnements des zones de subduction n'est pas au programme. On se limite à la distinction entre subduction sous une marge continentale et subduction intra-océanique.</i></p> <p>L'évolution de la lithosphère océanique qui s'éloigne de la dorsale s'accompagne d'une augmentation de sa densité, jusqu'à dépasser la densité de l'asthénosphère : cette différence de densité est l'un des principaux moteurs de la subduction.</p>

Etude (texture, composition) de roches magmatiques : volcaniques (andésite, rhyolite) et plutoniques (granitoïde).

Les zones de subduction sont le siège d'une importante activité magmatique caractéristique : volcanisme, mise en place de granitoïdes.

Limites :

Les caractéristiques chimiques des séries magmatiques et la diversité des dynamismes éruptifs ne sont pas au programme.

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).

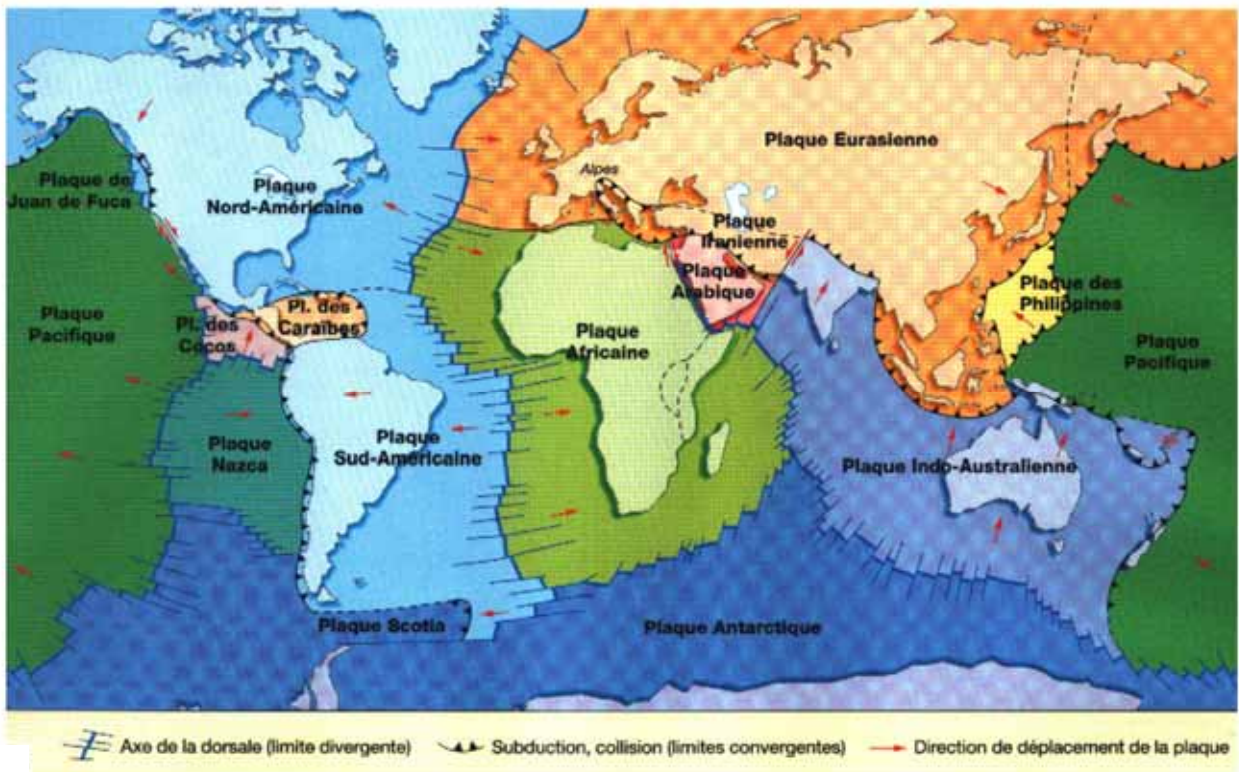
Le magma provient de la fusion partielle des péridotites au-dessus du plan de Bénihoff, cette fusion est due à l'hydratation du manteau.

Utilisation de grilles pétrogénétiques pour retrouver les conditions d'apparition de ces minéraux.

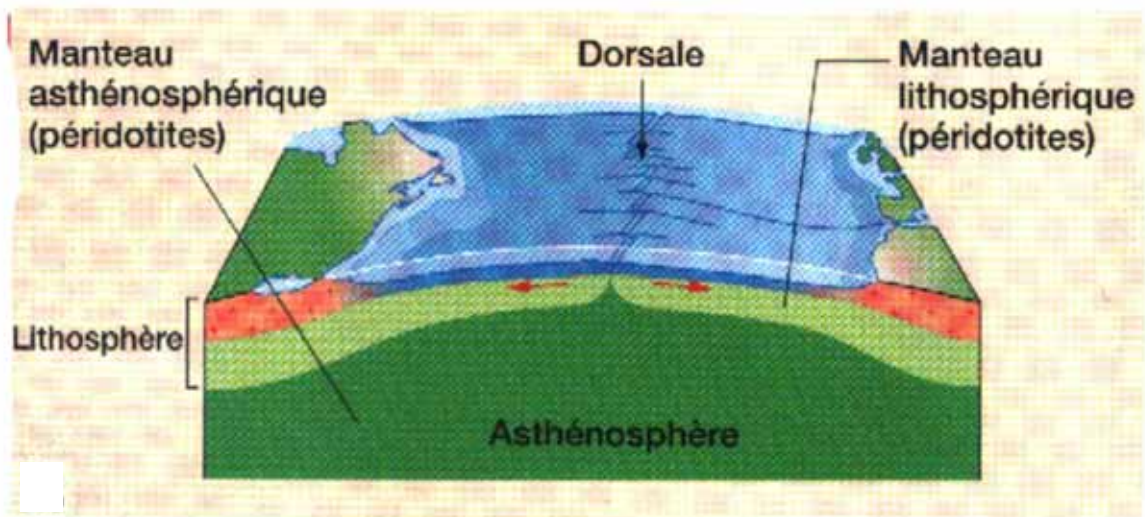
L'eau provient de la déshydratation des roches de la plaque plongeante. Le long du plan de Bénihoff, les roches de la lithosphère océanique sont soumises à des conditions de pression et de température différentes de celles de leur formation. Elles se transforment et se déshydratent. Des minéraux caractéristiques des zones de subduction apparaissent.

DOCUMENT 1

1 Les plaques lithosphériques et leurs frontières

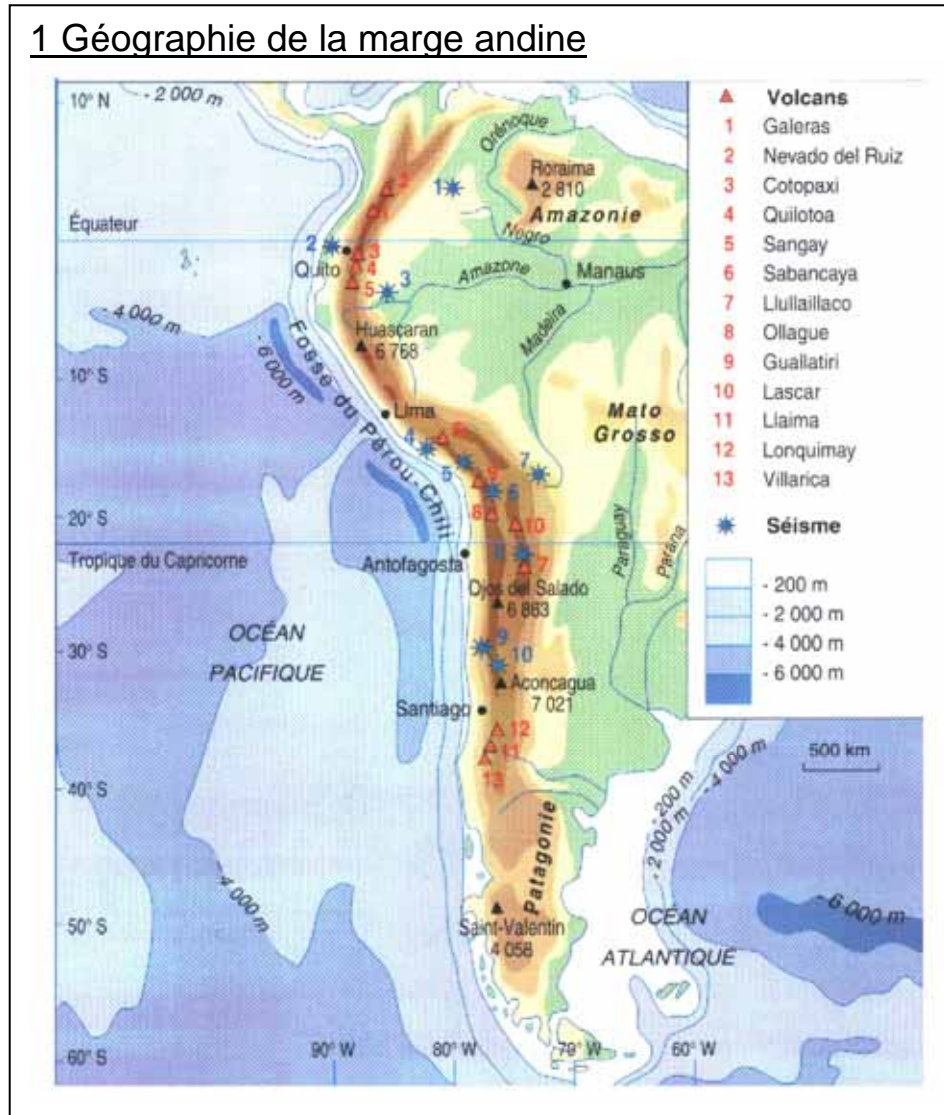


2 Frontière divergente : la dorsale océanique



DOCUMENT 2

1 Géographie de la marge andine



2 Les reliefs émergés et immergés de la cote chilienne (Pacifique).

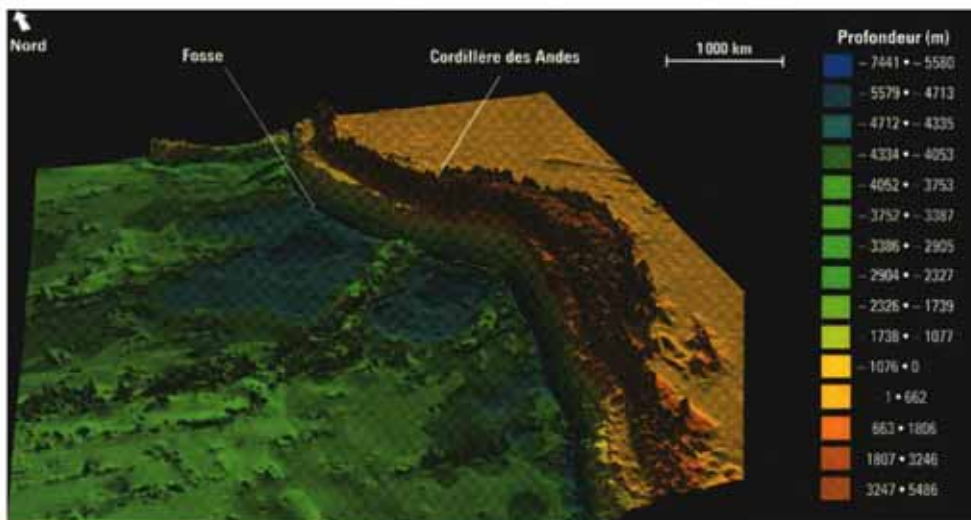
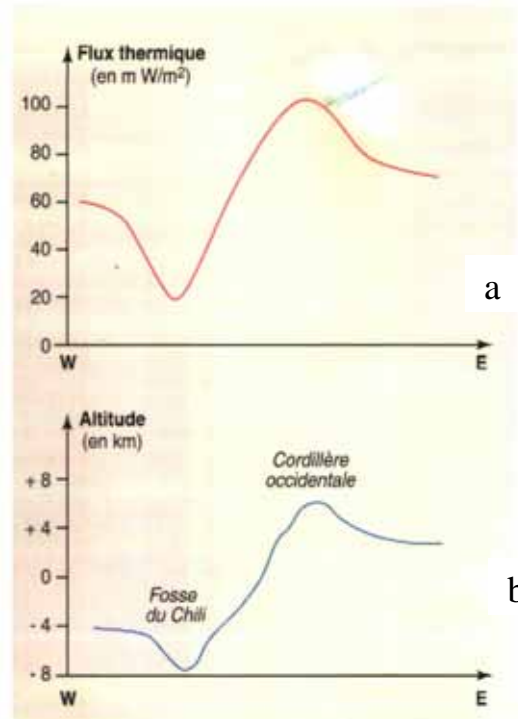


Image 3D reconstituée à partir de cartes topographiques du fond des océans. (Echelle verticale x5)

DOCUMENT 2 (suite)

3 Flux thermique et altitude au niveau d'une zone de subduction



a Distribution du flux thermique selon une coupe W-E

b Distribution de l'altitude selon une coupe W-E

4 Les roches des Andes péruviennes.

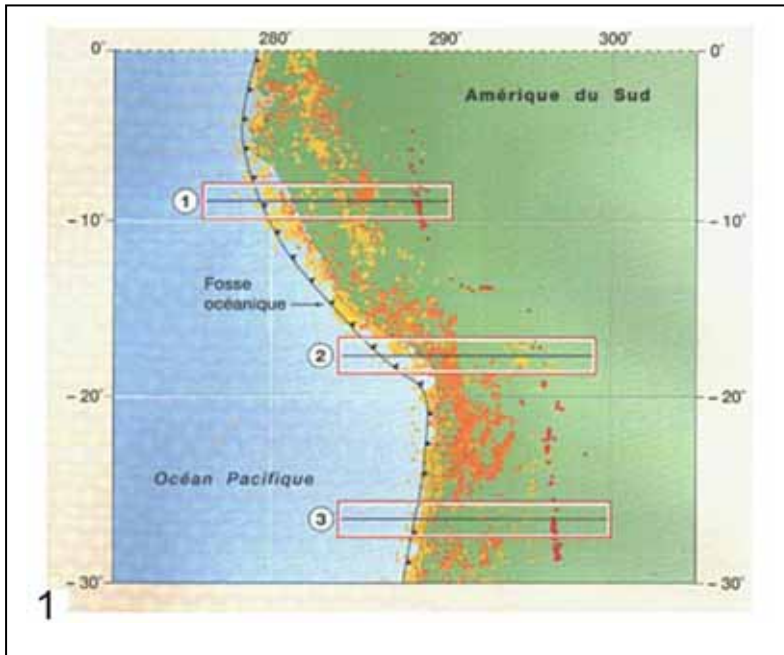
Les roches plissées de la Cordillère témoignent d'un raccourcissement de la croûte continentale.

Les sommets culminent à plus de 6000 m d'altitude.



DOCUMENT 3

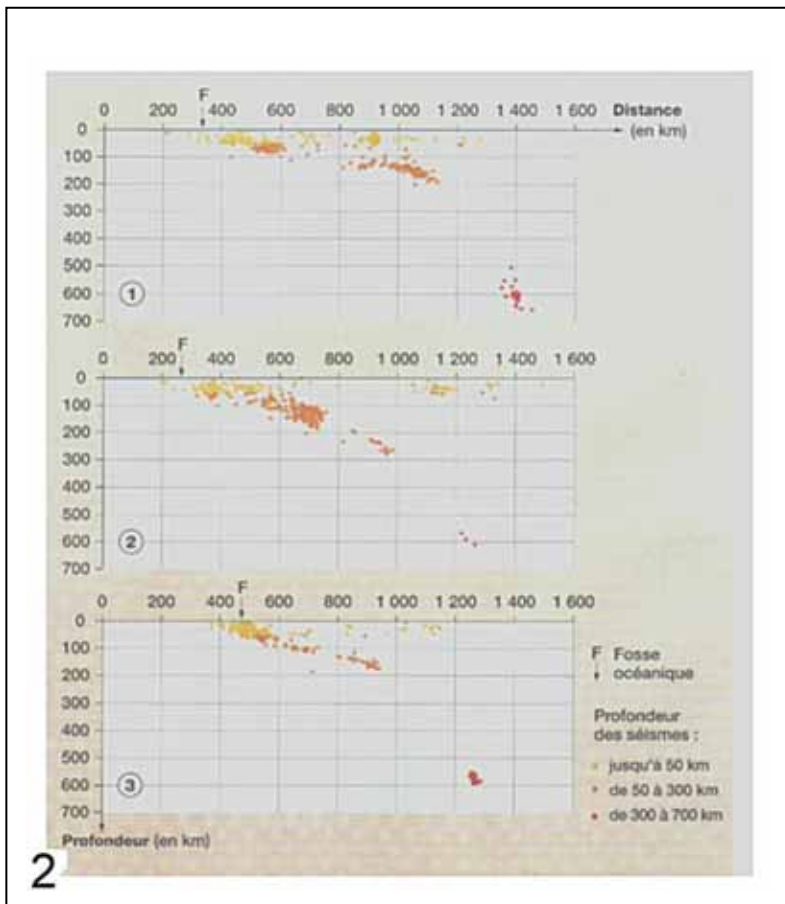
Sismicité en Amérique du Sud.



1 Localisation géographique et profondeur des foyers sismiques

- jusqu'à 50 km
- de 50 à 300 km
- de 300 km à 700 km

Equivalent logiciel sismolog.

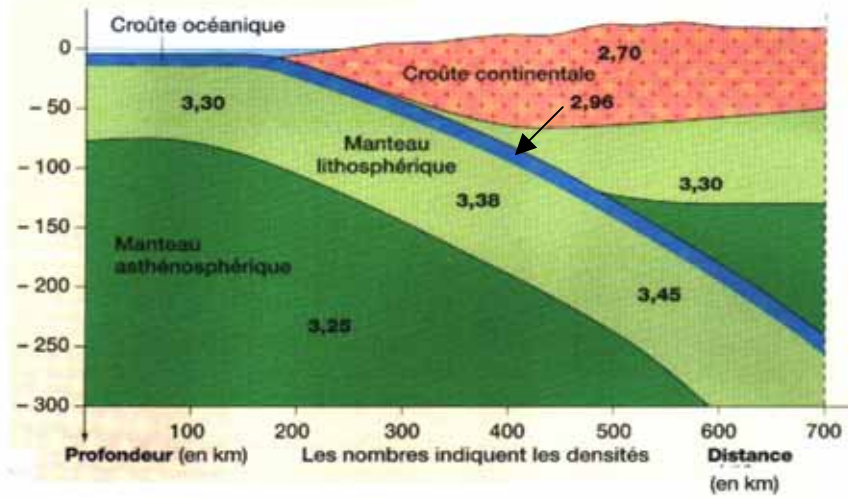


2 Répartition des foyers sismiques en fonction de la profondeur

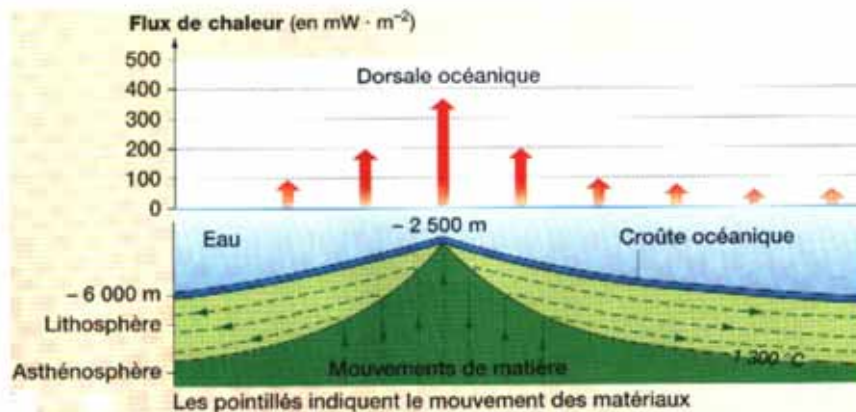
Equivalent logiciel Sismolog.

DOCUMENT 4

1 Densités estimées des lithosphères océanique et continentale et de l'asthénosphère au niveau de la subduction d'Amérique du Sud.



2 Modèle d'évolution du flux de chaleur lors de l'expansion de la lithosphère océanique

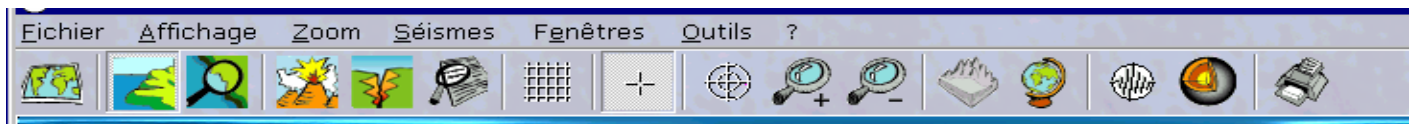


3 Différentes données sur la lithosphère.

Age (10 ⁶ ans)	2	10	15	25	30	40	60	80	100
Distance à l'axe de la dorsale en km	160	800	1200	2000	2400	3200	4800	6400	8000
Epaisseur en km	Croûte	5	5	5	5	5	5	5	5
	Manteau	8	24	31	41	45	53	66	77
Masse d'une colonne de lithosphère de surface égale à 1m ² en 10 ³ tonnes	40,7	93,5	116,6	149,5	162,8	189,2	232,1	268,4	301,4
Masse d'une colonne d'asthénosphère de surface égale à 1m ²	42,3	94,3	117,0	149,5	162,5	188,5	230,7	166,5	299

Dossier n°16-0-1

DOCUMENT 5. Fiche technique du logiciel SISMOLOG

1 Signification des icônes.

- **Positionner** le curseur sur une icône pour faire apparaître sa fonction.
 - **Afficher** les informations utiles en cliquant directement sur l'icône ou en passant par affichage.
- A. 2 Affichage des séismes.
- On peut choisir la magnitude minimale des séismes affichés en cliquant sur l'onglet séisme de la barre d'outils. Par défaut l'ordinateur affiche les séismes de magnitude supérieure à 5.
- B. 3 Altitudes.
- Les altitudes positives et négatives sont représentées par des codes couleurs. En mode carte, une barre située en bas de l'écran à droite permet de retrouver ces codes couleurs. Il suffit de déplacer le curseur dessus pour obtenir les valeurs en mètres correspondant à chaque couleur.
- C. 4 Visualisation de la coupe d'une région
- **Définir** la zone de la coupe en passant par outils / coupe: 2 pastilles apparaissent numérotées 1 et 2.
 - **Positionner** les pastilles qui détermineront l'axe de la coupe (largeur et position). Pour cela, amener le curseur sur l'une ou l'autre des pastilles, puis la déplacer en restant cliqué.
 - **Dessiner** la coupe en passant par outils / coupe et cocher la case échelle 1 sur 1.

Proposition d'exploitation

Présenter le contenu du dossier

Document 1 " Les plaques lithosphériques et leurs frontières - Frontière divergente : la dorsale".

Le document 1.1 montre un planisphère avec la lithosphère découpée en plaques irrégulières, dont les frontières sont des limites convergentes ou divergentes. Les directions de mouvements relatifs sont indiqués par des flèches. Le document 1.2 est un bloc diagramme qui résume la divergence au niveau d'une dorsale océanique.

Document 2 " Géographie de la marge andine ".

Le document 2.1 est une carte partielle du continent sud américain indiquant les reliefs, les séismes, le volcanisme, et des courbes bathymétriques dans l'océan pacifique.

Le document 2.2 indique les reliefs (en 3D) émergés et immergés de la côte chilienne.

Le document 2.3 est constitué de deux courbes qui montre les variations du flux thermique et de l'altitude selon la même coupe W-E.

Le document 2.4 est une photographie de trois sommets andins qui culminent à plus de 6000m d'altitude où les roches plissées témoignent d'un raccourcissement.

Document 3 "Sismicité en Amérique du Sud".

3.1 Carte de la côte chilienne, obtenue à partir de données numériques du logiciel de simulation SISMOLOG,

3.2 Les foyers des séismes sont affichés 3 coupes orientées W-E seront pratiquées tout en encadrant à la fois la fosse océanique et la Cordillère des Andes. Résultats de ces coupes à 3 latitudes différentes.

Document 4 " Densités estimées des lithosphères océanique et continentale et de l'asthénosphère au niveau de la subduction d'Amérique du sud ".

Le document 4.1 est un schéma regroupant les densités des différentes parties lithosphériques de la zone de subduction. Elles sont stables sauf celle de la lithosphère océanique plongeante qui est croissante au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la fosse et que la profondeur augmente.

Le document 4.2 est un modèle d'évolution du flux de chaleur, nous remarquons que le flux maximal est au niveau de la dorsale océanique.

Le document 4.3 est un tableau où sont consignés des données lithosphériques comme son âge, la distance à la dorsale, les épaisseurs et les masses d'une colonne soit de lithosphère, soit d'asthénosphère.

Document 5 " Fiche technique du logiciel SISMOLOG ".

Signification des icônes de la barre d'outils et les différentes possibilités d'affichage.

Cerner le sujet

Il s'agit d'expliquer la subduction dans le cadre du chapitre « la convergence lithosphérique et ses effets » en classe de terminale S. Cette explication passe par la construction d'une démarche explicative intégrant l'utilisation de la totalité des documents du dossier. Au cours de cette construction, le terme d' « exploitation » sous-entend que les activités d'élèves sont à ébaucher ; l'une d'elles doit être détaillée. Cette activité, dont les objectifs (méthodologiques et/ou techniques) doivent être précisés, se base sur l'exploitation de deux documents également imposés, incitant le candidat à montrer l'utilisation pédagogique de documents géologiques traités par un logiciel.

Titre de l'exposé : la disparition de la lithosphère océanique par subduction

Introduction

Le sujet demande une démarche logique d'exploitation de tous les documents. Le document 1 est choisi pour présenter les acquis des élèves.

Ces **acquis** sont antérieurs à la classe de terminale S.

Sur le document 1.1, un planisphère montre la lithosphère découpée en plaques irrégulières, dont les frontières sont des limites convergentes ou divergentes. Les directions de mouvements relatifs sont indiquées par des flèches. Rappel de la définition des lithosphères océanique et continentale.

Le document 1.2 précise la formation de la lithosphère océanique au niveau de la dorsale, ce qui correspond à une zone de divergence.

Repérer sur le document 1.1 la côte ouest de l'Amérique du sud : c'est une limite convergente avec une zone de subduction entre la plaque océanique Nazca et la plaque Sud-Américaine. En associant la photographie du document 2.4 (sommets) on constate que c'est à la fois une frontière de plaque et une limite de continent, ce qui définit une **marge continentale active**.

Nous allons **expliquer la disparition de la lithosphère océanique par subduction, au niveau de la marge active andine**.

1. Recherche de marqueurs topographiques et géologiques de la subduction océano-continentale.

On s'intéresse au **document 2**.

Consignes

- Repérer la répartition des volcans et des séismes sur le continent, et la disposition de la fosse dans l'océan par rapport à la Cordillère des Andes. *Document 2.1*
- Noter les particularités topographiques révélées par l'image 3D des zones émergées et immergées de la côte. *Document 2.2*
- Relever des marqueurs tectoniques pour la convergence. *Document 2.4*
- Emettre des hypothèses explicatives de la ressemblance des deux courbes présentées pour le flux thermiques et l'altitude selon une coupe W-E. *Document 2.3*

Objectifs méthodologiques

- Saisir des informations
- Adopter une démarche explicative.

Réponses attendues

- Volcanisme et séismes sont uniquement situés à l'Est de la limite, sur le continent américain.
- On observe un parallélisme entre les dispositions de la fosse océanique et de la chaîne andine sur une distance de plusieurs milliers de kilomètres.
- La fosse qui est longue et étroite présente des reliefs négatifs (- 6000 m).
- La chaîne de montagne dite de subduction présente des reliefs positifs (+ 6000 m).
- Les déformations lithosphériques (plis failles) engendrée par la convergence témoignent d'un raccourcissement des distances.
- Un flux de chaleur anormalement élevé est associé aux reliefs positifs ; à l'aplomb de la fosse, relief négatif, le flux est anormalement faible. Ces anomalies conduisent à émettre l'hypothèse de la présence d'un matériel froid au niveau de la fosse et d'un matériel chaud au niveau de la Cordillère des Andes.

➤ **Bilan**

- Les **caractéristiques de la marge active andine** sont la présence de reliefs particuliers, une déformation de la croûte continentale, une répartition particulière des flux thermiques, une activité volcanique et sismique.

Pour expliquer les corrélations entre ces différents marqueurs **en surface** de la subduction, il faut rechercher d'autres phénomènes dynamiques au niveau de la marge active andine mais cette fois-ci **en profondeur**.

2. Relation entre la répartition des séismes et le comportement de la lithosphère océanique en profondeur.

Le **document 3** est remplacé, en situation de classe, par l'utilisation d'un logiciel de simulation SISMOLOG et de la fiche technique du document 5. C'est l'occasion de mettre en œuvre des compétences techniques liées à l'outil informatique.

Motivation de l'activité : recherche de la position de la lithosphère plongeante en étudiant la distribution des séismes.

Organisation pratique : les élèves s'organisent par binômes, en suivant les consignes ci-après.

REPARTITION DES FOYERS SISMIQUES AU NIVEAU DE LA MARGE ANDINE

Protocole d'utilisation du logiciel « Sismolog »

- 1 – Sur le bureau, cliquer sur « **Sismolog** » (raccourci)
Une **carte globale** et une **barre outils** apparaissent.
- 2 – Cliquer sur « **Carte globale** »
- 3 – Cliquer sur l'icône « **Dessiner les séismes** » - « **afficher toutes les magnitudes et afficher toutes les profondeurs**»
- 4 – Cliquer une fois au niveau de la marge andine
- 5 - Cliquer sur l'icône « **Curseur** » puis sur l'icône « **Centrer** »
Le curseur s'affiche à l'endroit choisi. La carte globale se centre par rapport au curseur (démarche indispensable pour réaliser un zoom)
- 6 – Cliquer sur l'icône « **Zoom avant +** »
de façon à obtenir une visualisation correcte de la région choisie
- 7 – Cliquer sur « **Outils** », choisir le sous-menu « **Coupe** » et sélectionner « **Définir** »
- 8 – Délimiter une zone précise avec les pastilles
- coupe Ouest-Est encadrant la fosse et les séismes les plus éloignés et perpendiculaire à la fosse.
- 9 – Cliquer sur le menu « **Outils** », choisir le sous-menu « **Coupe** », sélectionner l'option « **Dessiner** » et cocher la case « **échelle 1-1** »
- 10 – Imprimer.
- 11 – Le deuxième élève doit réaliser sa propre coupe et confronter la production avec la première.

Objectifs de méthodes et de techniques

- Utilisation d'un logiciel spécialisé
- Réalisation d'une coupe géologique
- Communication (utilisation des modes de représentation des sciences expérimentales).

Réponses attendues

- Sur la carte : plus on s'éloigne de la fosse en direction de la plaque continentale, plus les séismes sont profonds.
- Les foyers des séismes se répartissent en profondeur selon un plan incliné de la fosse vers la plaque plongeante : c'est de plan de Wadati – Benioff.
- Les contraintes liées au ploiement de la plaque plongeante, à sa déformation propre et aux frottements avec la plaque chevauchante sont à l'origine des séismes.

➤ **Bilan**

- Le plan de Wadati – Benioff matérialise le plongement d'une lithosphère océanique froide à l'intérieur de l'asthénosphère plus chaude.

Il est maintenant nécessaire de rechercher un moteur de cette subduction.

3. Recherche d'un moteur de la subduction.

Acquis : densité des différentes enveloppes terrestres.

L'anomalie thermique négative au niveau de la fosse est liée à une plaque lithosphérique froide. On recherche la relation entre ce fait et la densité de la plaque plongeante. On exploite alors le document 4

Consignes

- Repérer sur le schéma des densités estimées (document 4 – 1) l'évolution de la densité du manteau lithosphérique océanique
- Expliquer l'évolution du flux de chaleur lors de l'expansion de la lithosphère océanique à partir du modèle (document 4 – 2).
- Mettre en relation les différentes données sur la lithosphère à l'aide du tableau 4 – 3

Objectifs méthodologiques

- Saisir des informations
- Adopter une démarche explicative.

Réponses attendues

- La densité du manteau lithosphérique océanique croît au fur et à mesure du plongement. Les densités des autres enveloppes sont stables
- Le maximum du flux de chaleur se situe au niveau de la dorsale océanique. Ce flux décroît quand on s'éloigne de la dorsale.
- La masse d'une colonne de lithosphère de surface déterminée âgée de 30 millions d'années devient supérieure à la masse d'une colonne d'asthénosphère de même surface.
- L'épaisseur du manteau lithosphérique augmente avec son âge et avec la distance à l'axe de la dorsale.

➤ **Bilan**

- En s'éloignant de la dorsale, la lithosphère océanique devient plus dense, se refroidit et s'épaissit. Dans un contexte de convergence, elle plonge dans l'asthénosphère.
- Un moteur de la subduction est donc la différence de densité entre la lithosphère océanique et l'asthénosphère.

CONCLUSION

Les **marqueurs** de la zone de subduction sont des reliefs particuliers, des anomalies du flux thermique et une activité sismique et volcanique intense sur la plaque chevauchante.

En plongeant dans l'asthénosphère, la lithosphère océanique plonge selon un angle d'inclinaison qui est matérialisé par **le plan de Bénéioff**.

Un des **moteurs** de la subduction est la différence de densités entre la lithosphère océanique et l'asthénosphère. Le volcanisme est un marqueur de la subduction : celle-ci génère une importante activité magmatique directement liée à des phénomènes métamorphiques qui seront traités dans la suite du programme de terminale S.

Exemple de questions posées lors de l'entretien

(NB : cette liste est évidemment loin d'être exhaustive ; le questionnement dépend beaucoup des réactions du candidat et peut s'orienter de façon plus approfondie dans certains domaines).

Histoire des sciences : Wegener

Subduction à toutes les échelles

Origine du magmatisme, type de volcanisme

Apport et utilisation de l'outil informatique dans le traitement des données

Critique de l'utilisation d'un modèle numérique ou analogique

Proposer une autre utilisation possible d'un document...

Exemple de traitement d'un dossier de biologie niveau collège

Sujet n° ...

Classe : troisième

Domaine du programme concerné : Relations à l'environnement et activité nerveuse.

Sujet

Présentez brièvement – moins de 5 minutes – les documents du dossier.

Indiquez de quelle façon vous enchaîneriez l'utilisation de tout ou partie des documents proposés, éventuellement complétés de données de votre choix, dans une démarche explicative pour montrer, en classe de troisième, comment des informations de l'environnement déclenchent un comportement moteur.

Vous détaillerez plus particulièrement une des activités (élaborée à partir d'un ou des document(s) de votre choix) et présenterez un schéma de synthèse.

Sommaire du dossier n°...

Textes de référence :

Les programmes complets et leurs documents d'accompagnement sont à votre disposition pour de plus amples renseignements si nécessaire.

- Extrait du programme de la classe de troisième

page 3

Documents : (La numérotation ne préjuge pas de l'ordre de l'utilisation)

Document 1 : la sensibilité tactile

page 4

(Manuel sciences de la vie et de la Terre, éditions Bordas, 1999)

Document 2 : l'image rétinienne

page 4

Document 3 : les aires cérébrales

page 5

1969) (Éléments de physiologie, J. Malméjac, éditions médicales Flammarion,

Document 4 : observation directe de l'activité du cerveau page 6
(Manuel sciences de la vie et de la Terre, éditions Bordas, 1999)

Document 5 : le trajet des messages nerveux page 7
(Manuel sciences de la vie et de la Terre, éditions Bordas, 1999)

Document 6 : organisation microscopique des nerfs page 7
(Manuel sciences de la vie et de la Terre, éditions Bordas, 1999)

Document 7 : réponses motrices page 8
(Manuel sciences de la vie et de la Terre, éditions Magnard, 1999)
(L'officiel du rugby 2001 – 2002)

Extrait du programme de la classe de troisième

D - Relations à l'environnement et activité nerveuse (durée conseillée : 7 heures)

Un premier schéma fonctionnel du système nerveux a été mis en place au cycle central. En classe de 3e, il s'agit, en se référant à ce schéma, de montrer que le système nerveux recueille le flux d'informations émanant du milieu de vie, que le cerveau élabore à partir de celles-ci une perception de cet environnement. A ce niveau, l'élève doit également comprendre que la motricité est inséparable de la sensibilité. Ainsi, ce chapitre achève la mise en place d'une conception d'ensemble de l'architecture et du fonctionnement du système nerveux.

Une brève présentation d'un petit nombre de réactions à des stimulations de l'environnement permet de rappeler les divers sens et organes des sens. Un seul exemple de système sensoriel est particulièrement étudié. Si le choix se porte sur la vision, il convient de tenir compte des contenus correspondants des programmes de physique-chimie du cycle central et de la classe de 3e. Quel que soit l'exemple choisi, il est étudié pour définir les caractéristiques d'un système sensoriel : spécificité du stimulus et des récepteurs, transmission de messages nerveux vers des zones du cerveau où la perception se construit. Le message nerveux n'est pas décrit ; sa nature n'est pas au programme.

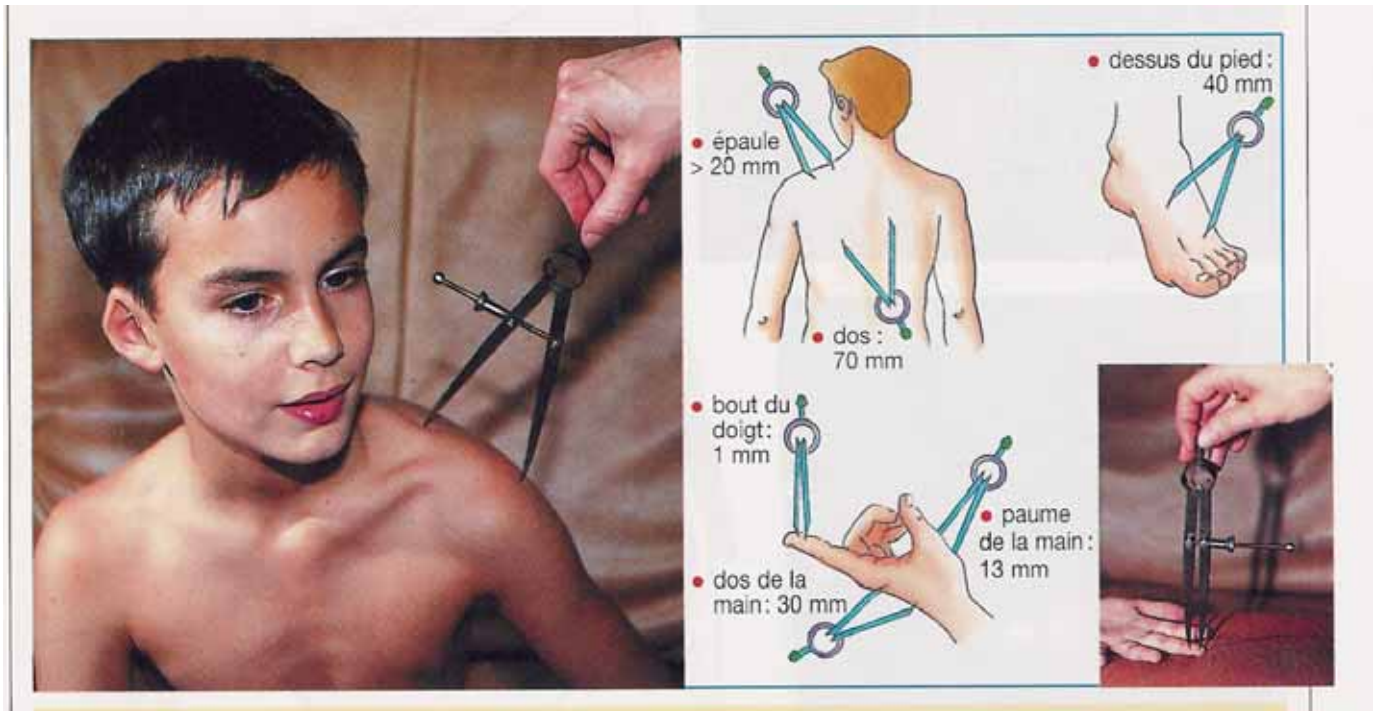
Cette partie du programme fournit aux élèves des bases scientifiques d'une éducation à la santé et à la responsabilité à l'égard de pratiques à risques : toxicomanies, consommation d'alcool, exposition prolongée à des stimulations lumineuses ou auditives agressives. Ainsi, les élèves sont-ils préparés à aborder au lycée, l'étude des aspects biochimiques du fonctionnement du système nerveux.

EXEMPLES D'ACTIVITÉS	CONTENUS - NOTIONS	COMPÉTENCES
	L'organisme capte en permanence des informations liées à des variations de paramètres physico-chimiques de son environnement.	Expliquer la perception d'un élément de l'environnement.
I - Identification des organes des sens. Re - Réalisation de manipulations afin de localiser diverses sensibilités au niveau de la peau ou de la rétine. I - Observation microscopique d'une coupe de peau ou de rétine. Re - Dissection d'un oeil de vertébré.	* L'activité des récepteurs sensoriels, dispersés ou groupés en organes des sens, est déclenchée par un stimulus spécifique, provoquant la naissance de messages nerveux.	Relier la variation d'un paramètre physico-chimique de l'environnement à l'intervention de récepteurs spécialisés.
I-Re - Dilacération d'un nerf pour identifier les fibres nerveuses.	* La propagation des messages nerveux vers le cerveau se fait le long de fibres nerveuses en relation avec les récepteurs sensoriels. <i>[physique-chimie, cycle central : l'oeil, un détecteur de lumière - lumière - 3e : lumière et images.]</i>	Mettre en évidence des fibres nerveuses dans un nerf.
	La perception de l'environnement et la commande motrice sont des phénomènes cérébraux.	Réaliser un schéma fonctionnel du trajet du message nerveux, d'un récepteur sensoriel à un organe effecteur.
I - Repérage des hémisphères cérébraux et du cortex cérébral sur un encéphale. Ra - Mise en relation de la perte de sensibilité avec une lésion d'une aire cérébrale spécifique ou avec la section du nerf correspondant. Ra-C - Schématisation du trajet d'un message nerveux depuis une aire motrice jusqu'à l'organe effecteur correspondant. I - Observation microscopique de neurones.	* Elles s'élaborent au niveau du cortex cérébral. * Elles mettent en jeu des aires cérébrales localisées, où aboutissent et d'où partent les messages nerveux. * Elles supposent des communications entre les différentes régions du cerveau et la mise en jeu de la mémoire. Les organes effecteurs reçoivent des messages nerveux venant du cerveau.	Expliquer dans une situation concrète le fonctionnement d'un système sensoriel ou d'un système moteur.
	* La propagation des messages nerveux se fait le long de fibres nerveuses en relation avec des aires spécialisées du cortex cérébral.	

Vous êtes prié de **NE RIEN INSCRIRE** sur les documents fournis et de remettre le dossier complet à l'issue de l'entretien

DOCUMENT 1

La sensibilité tactile

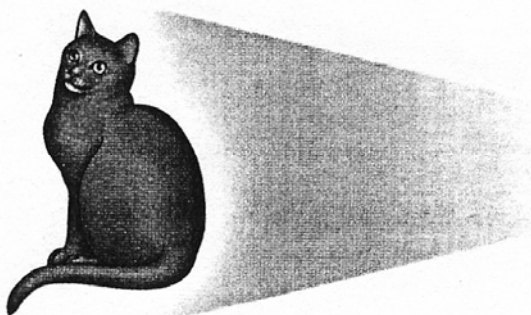


DOCUMENT 2

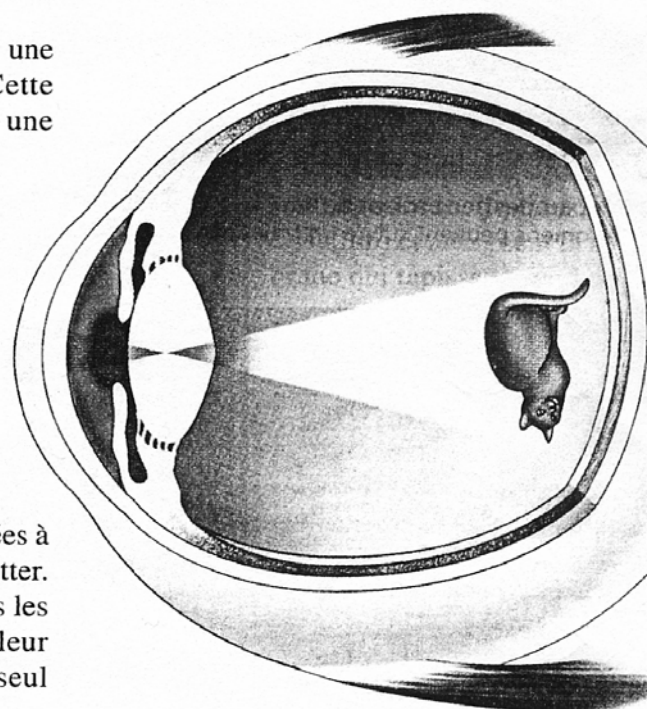
L'image rétinienne

L'image des objets sur la rétine

● Grâce au cristallin, structure transparente de l'œil, une image d'un objet éclairé se forme sur la rétine. Cette image est renversée, le cristallin est comparable à une **lentille convexe**.



● Des lunettes qui renversent l'image ont été proposées à des volontaires. Ces derniers ne devaient pas les quitter. Dans un premier temps, ces volontaires voyaient tous les objets à l'envers. Mais au bout de quelques jours, leur **vision** était redevenue normale. L'œil n'est pas le seul organe impliqué dans la vision.



DOCUMENT 3

Les aires cérébrales

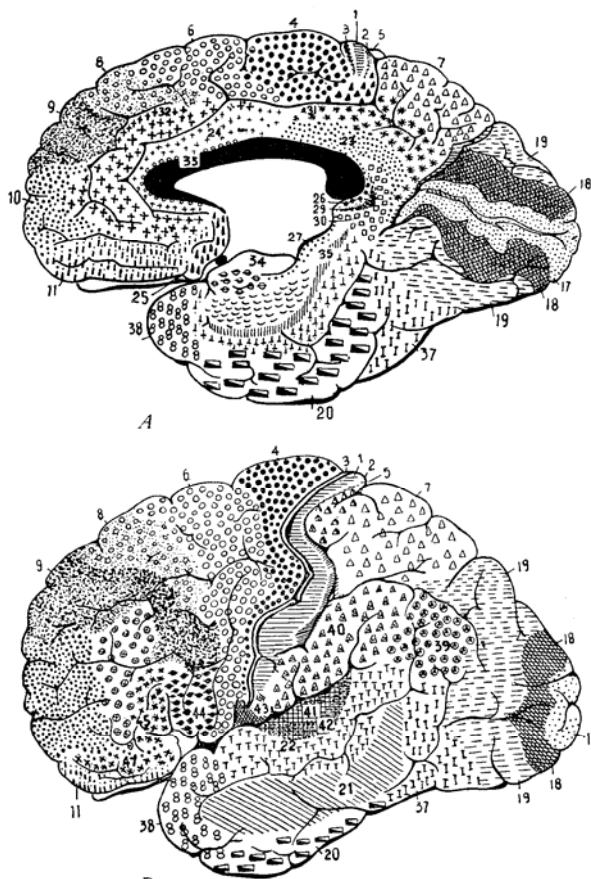


FIG. 174. — Aires corticales de Brodmann.
A, face interne ; B, face externe. (D'après Brodmann.)

L'activité de l'écorce cérébrale

La couche de substance grise a une épaisseur de 2 à 4 mm chez l'homme. Sa structure est complexe et présente des variations régionales qui ont permis à Von Economo, C. et O. Vogt, à Brodmann d'établir une carte générale de la cytoarchitecture corticale correspondant à des localisations fonctionnelles particulières...

L'aire de projection corticale des voies visuelles est située sur les deux lèvres de la scissure calcarine (zone 17 de Brodmann) chez le singe et chez l'homme... Les zones de projection visuelle corticale correspondent aux sensations lumineuses brutes. Leur excitation éveille chez l'homme l'apparition de points très brillants, immobiles (phosphènes), différemment localisés dans le champ visuel selon que l'excitation porte sur les lèvres inférieures et supérieures de la scissure calcarine. Ces sensations sont différentes de celles éveillées dans les zones voisines d'association...

Les zones d'association visuelles corticales correspondent aux aires parastriées 18 et 19 de Brodmann ; elles se situent au-dessus et au-dessous des deux lèvres de la scissure calcarine et s'étendent sur la face externe du lobe occipital. Ce sont des aires d'association primaires (aire 18) et secondaires (aire 19) impliquant une organisation consciente des images. Les sensations visuelles brutes sont groupées et coordonnées : les images sont fixées, retenues et interprétées.

La destruction de ces zones provoque une agnosie visuelle : le sujet voit un objet mais est incapable de le reconnaître. Il a perdu le souvenir de toute image, de toute perception visuelle antérieure.

Leur stimulation électrique provoque chez l'homme de véritables hallucinations. Limitées, pour la zone 18, à des images d'objets, elles correspondent à des scènes complexes quand l'excitation porte sur la zone 19.

DOCUMENT 4

Observation directe de l'activité du cerveau

Observation directe de l'activité du cerveau.

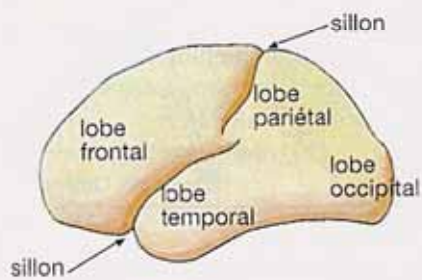
Une technique très moderne

Lorsqu'une région du cerveau est active, les vaisseaux sanguins qui irriguent cette zone se dilatent et le débit sanguin augmente localement. Il suffit donc de mesurer les débits sanguins pour visualiser les zones actives.

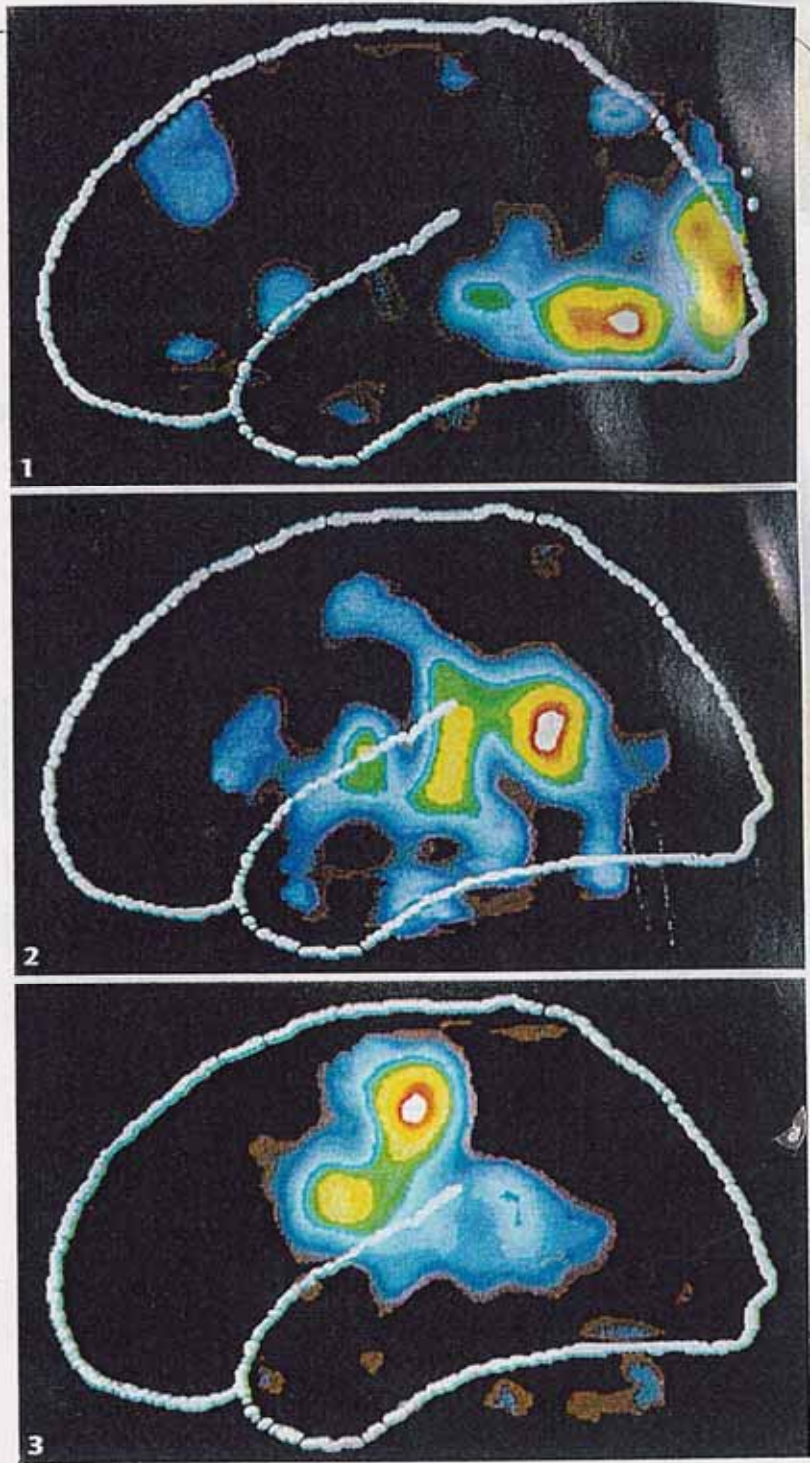
On y arrive par une technique complexe qui consiste à injecter dans une veine une substance radioactive. Cette substance injectée est rapidement distribuée dans tout le cerveau. Un puissant ordinateur, relié à des détecteurs, calcule les débits sanguins et fournit des images de l'activité du cerveau :

- en vert : valeur moyenne du débit sanguin ;
- en bleu : valeur inférieure à la moyenne ;
- en jaune, rouge, blanc : valeurs supérieures à la moyenne.

Les clichés ci-contre présentent trois situations différentes.

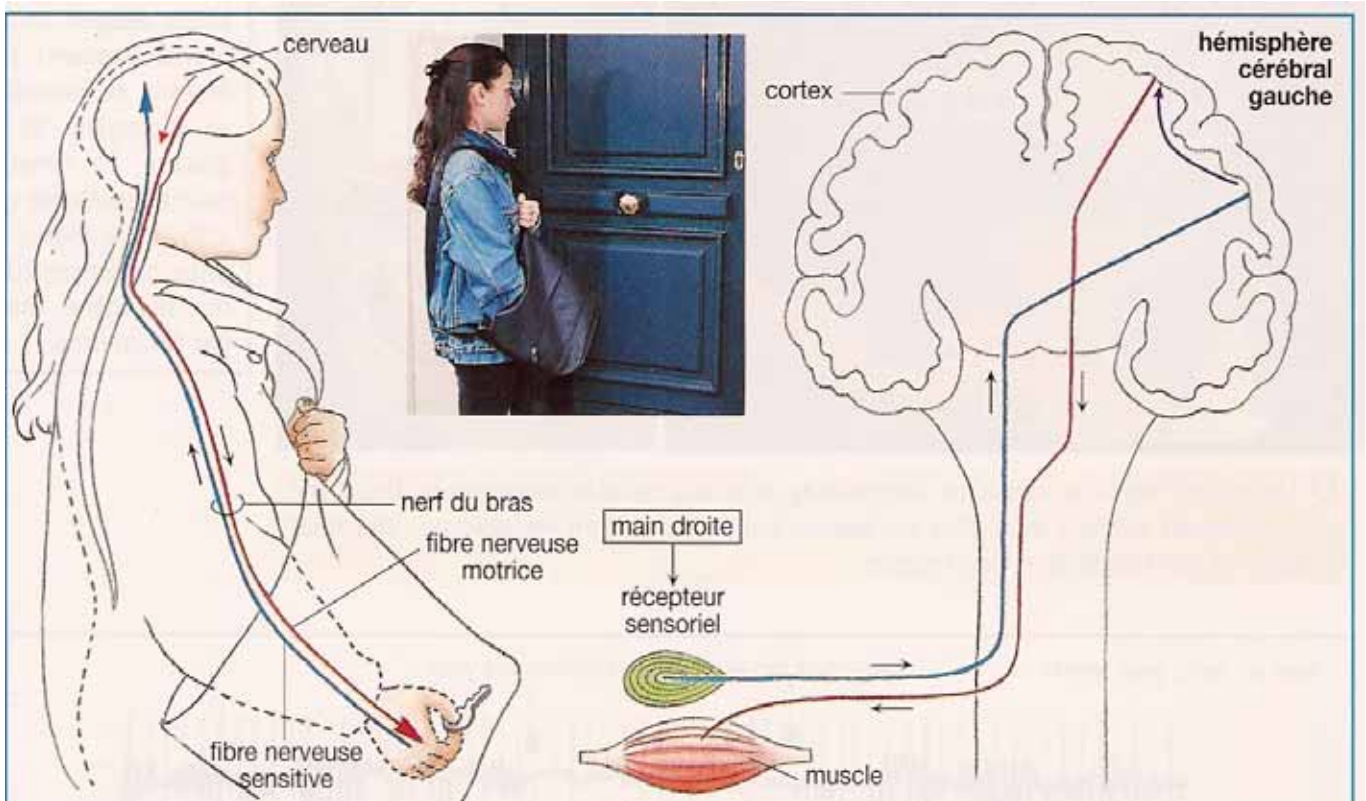


- Hémisphère cérébral gauche d'un sujet qui
- 1 : regarde un objet qui se déplace ;
- 2 : écoute parler une personne ;
- 3 : parle à voix basse (mouvements du pharynx).



DOCUMENT 5

Le trajet des messages nerveux

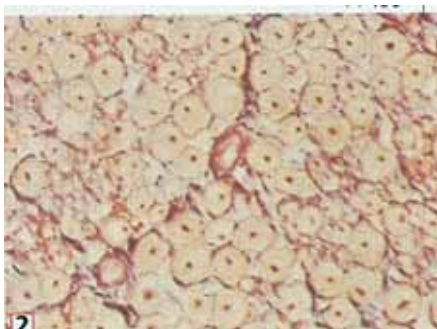


DOCUMENT 6

Organisation microscopique du nerf.

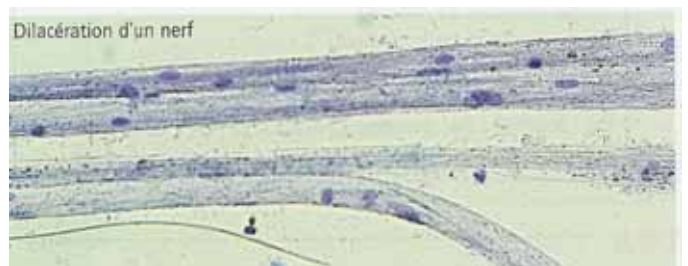
Coupe transversale de nerf humain.

Cliché en microscopie optique, grossissement 450X



Nerf dilacéré.

Cliché en microscopie optique, grossissement 400X



DOSSIER N°...

DOCUMENT 7

Réponses motrices





Proposition d'exploitation

Présenter le contenu du dossier

Document 1 : « la sensibilité tactile »

Ce document décrit par l'image une technique de mesure de la sensibilité tactile et en indique des résultats.

Document 2 : « l'image rétinienne »

Il présente un schéma de la formation de l'image renversée, plus petite que l'objet, sur la rétine.

Un texte relate des effets, sur des volontaires, du port de lunettes qui renversent l'image.

Document 3 : « Les aires cérébrales »

Un texte présente l'écorce cérébrale et explique l'activité des aires de projection corticale des voies visuelles et celle des zones d'association visuelles, cartographiées sur deux schémas.

Les résultats de la destruction ou de la stimulation de ces zones sont fournis.

Document 4 : « Observation directe de l'activité du cerveau »

Il s'agit en réalité d'une observation indirecte de cette activité cérébrale, la technique d'imagerie médicale utilisée étant fondée sur la mesure du débit sanguin dans les zones actives après injection d'une substance.

Trois images de l'hémisphère cérébral gauche permettent ainsi de localiser des variations du débit sanguin pour trois activités différentes.

Document 5 : « Les trajet des messages nerveux »

Il montre une situation mettant en jeu la sensibilité tactile et schématise les éléments du système nerveux mis en jeu. Un deuxième schéma précise les structures et montre la contra-latéralité.

Document 6 : « Organisation microscopique du nerf »

Deux préparations microscopiques, coupe transversale de nerf humain et nerf dilacéré, permettent de découvrir la présence des fibres nerveuses.

Document 7 : « Réponses motrices »

Deux situations sont envisagées :

- celle d'un enfant qui va saisir un épi que sa mère lui présente,
- celle d'un rugbyman qui arrête un ballon.

Cerner le sujet

Il fixe deux tâches :

- la construction d'une démarche de résolution du problème des mécanismes permettant le déclenchement de comportements moteurs à partir du traitement des informations sensorielles, démarche aboutissant à la construction d'un schéma de synthèse,
- l'élaboration détaillée d'une des activités mises en œuvre dans la démarche.

Construire une approche possible

Introduction

Les situations observées dans les documents 7 (mouvement du bras du sportif en réponse à une stimulation visuelle) et 5, photo centrale (saisie de la clé en réponse à une stimulation tactile suivie d'une identification de l'objet au fond du sac) permettent de poser le problème : comment les informations de l'environnement déclenchent-elles un comportement moteur ?

Il s'agit d'abord de réactiver les acquis de la classe de cinquième. Le schéma de gauche du document 5, modifié (pas de légende) et fourni à chaque élève, peut constituer le support d'une courte activité consistant à rédiger un texte décrivant ce qui se passe. On attend que soient exprimées les idées suivantes : une stimulation extérieure reçue par un organe des sens est à l'origine d'un message nerveux transmis aux centres nerveux par un nerf ; de nouveaux messages nerveux transmis aux muscles par les centres nerveux commandent le mouvement répondant à la stimulation extérieure. Le professeur précise alors les légendes : cerveau, moelle épinière, nerfs, muscles.

La réactivation de ce premier niveau d'explication permet d'affiner la formulation initiale du problème : il s'agit de préciser les relations fonctionnelles entre les structures permettant aux organes effecteurs de répondre aux informations captées par l'organisme.

La résolution de ce problème passera par une démarche explicative basée sur des activités d'élèves ; on a choisi de détailler celle de la partie III de cet exposé.

I – La mise en jeu des organes sensoriels

- Le test présenté par le document 1 peut être aisément reproduit par les élèves et constituer ainsi l'objet d'une activité pratique que nous ne développerons pas.
- Ce test révèle des seuils différents de sensibilité : ainsi, la peau du doigt est plus sensible que la peau du dos de la main. Cette caractéristique fait naître une recherche d'explication : le candidat peut proposer la présentation d'une image de récepteur sensoriel, associée à l'exploitation d'un tableau indiquant le nombre de récepteurs par unité de surface dans les zones considérées. La peau du doigt a davantage de récepteurs sensoriels au cm^2 que la peau du dos de la main : il devient alors possible de mettre en relation le degré de sensibilité avec la densité superficielle des récepteurs. Le canevas simplifié du schéma de droite du document 5 (pas de récepteur, pas de voies nerveuses) est fourni à chaque élève : on peut alors faire représenter schématiquement un récepteur sensoriel, premier élément d'un schéma fonctionnel qui va se construire progressivement.

II – Le rôle des centres nerveux

Il est précisé par l'exploitation successive des documents 2, 4 et 3.

II – 1 – La perception visuelle des objets

Le document 2 se prête à une exploitation collective, plus qu'à une activité individuelle. Les connaissances de physique des élèves facilitent la saisie des informations suivantes :

- l'image formée sur la rétine est renversée et plus petite que l'objet alors que le chat est perçu, par l'observateur, à l'endroit et avec une taille « normale ».
- chez les porteurs de lunettes renversant l'image, il y a remise à l'endroit de la perception des objets après un temps d'accoutumance.

Ces faits montrent que l'œil n'est pas le seul organe à intervenir dans la vision. Les acquis de la classe de cinquième permettent de formuler l'**hypothèse** d'une action des centres nerveux dans le traitement de l'information sensorielle et d'en repérer une **conséquence vérifiable** : si cette hypothèse est valide, alors une modification de

l'environnement perceptible par les récepteurs sensoriels doit se traduire par une modification de l'activité des centres nerveux.

(NB : on est bien, avec ce document 2, devant des faits expérimentaux ; cependant, ici, on n'a pas fait le choix de construire une activité faisant raisonner les élèves sur la démarche ayant conduit à réaliser ces expériences, car ce raisonnement serait redondant avec celui qu'on a choisi ici de mettre en œuvre).

II – 2 – Le traitement des messages sensitifs

L'activité débute par l'exploitation du document 4 : la comparaison des trois situations, guidée par un questionnement précis, conduit à constater l'existence d'aires cérébrales spécialisées.

L'exploitation du document 3 (qui doit être simplifié) apporte des informations complémentaires sur le rôle des aires corticales : recevoir les messages nerveux en provenance des organes des sens et élaborer une perception de l'environnement, donc traiter l'information.

NB : le document 3 est volontairement soumis au candidat sous une forme proche des documents d'origine qu'il a pu rencontrer dans ses études. On attend qu'il le simplifie de façon pertinente afin de le rendre accessible à des élèves de troisième.

A partir des acquis de la classe de cinquième et de ces nouvelles données, on parvient ainsi à compléter le schéma ébauché dans la première partie, pour aboutir au schéma de droite du document 5 (*NB : la contra-latéralité évoquée par ce document n'est pas explicitement au programme*).

III – La conduction des messages dans les nerfs

On rappelle (acquis de la classe de cinquième) que les nerfs conduisent les messages nerveux. Il s'agit de préciser quelle organisation du nerf permet cette conduction.

L'activité qui y conduit est ici détaillée. Les objectifs visés (**I, Ra, Re, C** : s'informer, raisonner, réaliser, communiquer) sont indiqués entre parenthèses.

Les élèves peuvent émettre l'idée d'un câblage, ce qui conduit à rechercher des structures allongées, et donc à organiser l'activité de la façon suivante.

1 - Observation collective de coupe transversale d'un nerf (image du document 6 remplacée par une observation microscopique de préparation du commerce retransmise au vidéoprojecteur) pour repérer la présence de structures microscopiques rondes possédant une zone centrale colorée ; cette observation est traduite par l'annotation d'un croquis muet fourni. La discussion s'engage sur l'interprétation : s'agit-il de cellules sphériques, la zone centrale étant un noyau, ou s'agit-il de coupes dans structures allongées recherchées ? La nécessité d'une observation complémentaire dans la dimension longitudinale induit le travail suivant. (**I, C**)

2 – Dilacération d'un nerf et observation

Elle s'effectue par un travail en binômes aboutissant à l'observation microscopique (**Re**) et à la réalisation d'un dessin d'observation (**C**).

Matériel fourni :

- 2 lames – lamelles
- épingle fine ou aiguille montée
- colorant : bleu de méthylène
- fragment de nerf (prélevé sur des cuisses de grenouilles décongelées)

(NB : une préparation correspondant à celle des élèves est projetée, il s'agit pour eux de parvenir à une qualité de dilacération permettant de retrouver les structures)

Fiches fournies :

- fiche technique d'utilisation du microscope
- fiche indiquant les critères de réalisation d'un dessin d'observation
- fiche technique indiquant le protocole de la dilacération du nerf

(NB : ces fiches, dont les deux premières, classiques, ont déjà été utilisées par les élèves au cours d'activités pratiques, ne sont pas détaillées ici).

Consignes données aux élèves par écrit :

- 1 – Réaliser la dilacération du fragment de nerf selon le protocole fourni
- 2 – Réaliser la coloration du fragment dilacéré
- 3 – Réaliser la préparation microscopique
- 4 – Observer (choisir l'objectif 10x)
- 5 – Réaliser un dessin d'observation en respectant les critères de la fiche (légende à indiquer : « fibres nerveuses »)

Questions guidant l'exploitation des informations recueillies (**Ra, C**) :

- 1 - Préciser par une phrase l'organisation du nerf
- 2 – Mettre en relation vos nouvelles connaissances sur cette organisation du nerf et sa fonction de conduction du message nerveux sensitif ou moteur.
- 3 – Donner un titre au schéma

Notion construite notée sur les cahiers à l'issue de l'activité : la conduction des messages nerveux est permise par l'organisation des nerfs en fibres allongées reliant les organes sensoriels au cerveau et le cerveau aux organes effecteurs.

Conclusion

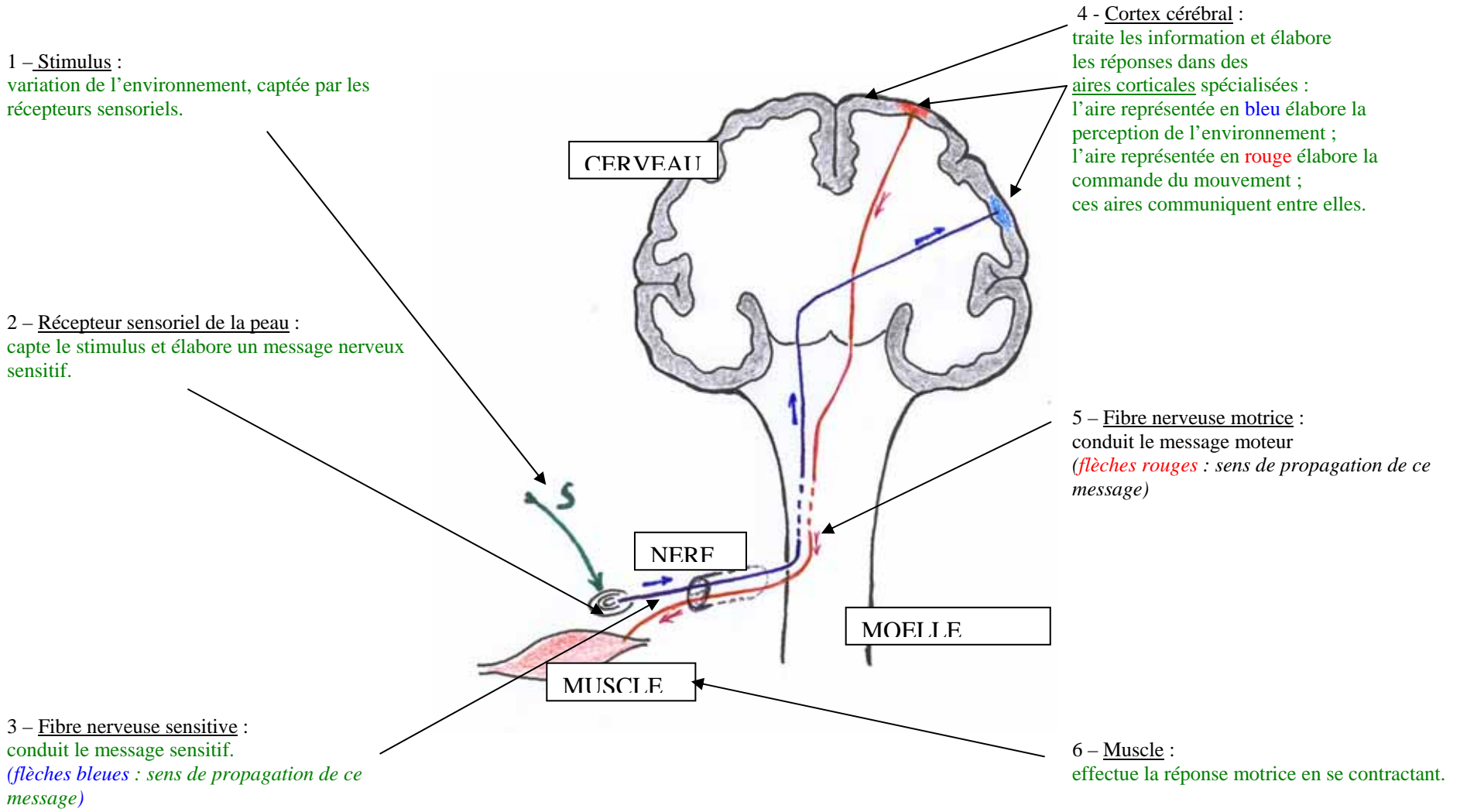
On peut alors compléter le schéma fonctionnel précédemment ébauché (cf. ci-après).

(NB : on a fait le choix de conserver sur ce schéma la représentation d'une contra-latéralité qui n'est pas explicitée, de même que la communication entre aires corticales est seulement mentionnée : ces points pourraient être évoqués en cours, en réponse aux éventuelles questions des élèves, mais ne font pas l'objet d'une trace écrite détaillée).

Les notions acquises en classe de cinquième ont été consolidées et précisées à l'échelle des récepteurs sensoriels, des fibres nerveuses et d'un premier niveau de connaissance de l'organisation et du fonctionnement de l'encéphale. Ceci permettra d'aborder ultérieurement la notion de neurone et de montrer la fragilité du cerveau, toujours en classe de troisième. Ces acquis seront utiles aux professeurs de première S pour traiter le paragraphe « Les parts du génotype et de l'expérience individuelle dans le fonctionnement du système nerveux » et à ceux de première L pour aborder « la représentation visuelle du monde ».

Par ailleurs, la construction de ces notions s'est accompagnée d'une consolidation de compétences méthodologiques et techniques préparant les élèves à maîtriser des capacités expérimentales qui leur seront utiles quelle que soit leur future orientation.

Proposition de schéma fonctionnel :
De la perception de l'environnement à la commande motrice



Exemples de questions posées lors de l'entretien

(NB : cette liste est évidemment loin d'être exhaustive ; le questionnement dépend beaucoup des réactions du candidat et peut s'orienter de façon plus approfondie dans certains domaines).

Questions scientifiques

Présenter les principaux types de récepteurs sensoriels présents chez l'Homme, selon la nature des stimulus auxquels ils sont sensibles.

Décrire de façon précise les images microscopiques du document 6.

Expliquer comment l'intensité d'un stimulus sensoriel est codée.

Qu'est-ce que la substance grise mentionnée dans le texte du document 3 et quelles caractéristiques du tissu nerveux est à la base des agnosies visuelles décrites dans ce document ?

Questions didactiques

Comment associer les élèves à la construction du schéma de synthèse ?

Comment l'exploitation du document 6 peut-elle contribuer à construire la notion de neurone ?

Quels critères choisiriez-vous de faire figurer sur la fiche « réalisation d'un dessin d'observation » ?

Justifier que la question « comment des informations de l'environnement déclenchent un comportement moteur » constitue un problème scientifique.

Comment l'étude de la communication nerveuse sera-t-elle approfondie au lycée ?

LA BIBLIOGRAPHIE DE LA SESSION 2005

IMPORTANT : en relation avec le nouveau programme du concours, la bibliographie de référence sera modifiée pour la session 2006.

BIOLOGIE

NOTE : De nombreux volumes concernant plusieurs disciplines ne figurent que dans l'une d'elles et devront y être recherchés.

BIOLOGIE GENERALE

ARTICLES SCIENTIFIQUES

POUR LA SCIENCE : Intégrale des articles 1996-2000 (CD-Rom)

A - GENETIQUE – EVOLUTION - OUVRAGES GENERAUX

- ALLANO et CLAMENS : Evolution, des faits aux mécanismes. 2000 (Ellipses)
 BERNARD et coll. : Génétique, les premières bases. 1992 (Hachette collection "Synapses")
 BRONDEX : Evolution, synthèse des faits et des théories. 2000 (Dunod)
 CAMPBELL : Biologie. 1995 (De Boeck)
 DAVID et SAMADI : La théorie de l'évolution. 2000 (Flammarion)
 DE BONIS : Evolution et extinctions dans le règne animal. 1991 (Masson)
 DEVILLERS-MAHE : Mécanismes de l'évolution animale. 1979 (Masson)
 Dossier La Recherche : L'histoire de la vie, Juillet 2005.
 DUPRET: L'état pluricellulaire. 2003 (Ellipse)
 ETIENNE-DECANT : Biochimie génétique. 1987 (Masson)
 FEINGOLD-FELLOUS-SOLIGNAC : Principes de génétique humaine. 1998 (Hermann)
 FORD : Génétique écologique. 1972 (Gauthier-Villars)
 GENERMONT : Les Mécanismes de l'évolution. 1979 (Dunod)
 GRIFFITHS et al. : Introduction à l'analyse génétique. 1997 (De Boeck)
 GRIFFITHS et al. : Analyse génétique moderne. 2001 (De Boeck)
 HOUDEBINE : Transgénèse animale et clonage. 2001 (Dunod)
 INDGE : Biologie de A à Z. 2004 (Dunod)
 LECOINTRE et Le GUYADER : Classification phylogénétique du vivant. 2001 (Belin)
 LEWIN : Gènes VI. 1999 (De Boeck)
 LOCQUIN (collectif) : Aux origines de la vie. 1987 (Fayard)
 MAUREL : La naissance de la vie. 1998 (Diderot)
 MAYR : Population, espèces et évolution. 1974 (Hermann)
 MORERE, PUJOL: Dictionnaire raisonné de Biologie. 2003 (Frison-Roche)
 OULMOUDEN et al. : Génétique. 1999 (Dunod)
 PLOMIN : Des gènes au comportement. 1999 (De Boeck)
 POULIZAC : La variabilité génétique. 1999 (Ellipses)
 POUR LA SCIENCE : Hérité et manipulations génétiques. 1987 (Belin)
 POUR LA SCIENCE : L'évolution. 1979 (Belin)
 POUR LA SCIENCE (dir. Le Guyader) : L'évolution. 1998 (Belin)
 PURVES, ORIANIS et HELLER : Le monde du vivant. 1994 (Flammarion)
 PURVES, ORIANIS, HELLER et SADAVA : Le monde du vivant. 2000 (Flammarion)
 RIDLEY : Evolution biologique. 1997 (De Boeck)
 ROSSIGNOL et al. : Génétique, gènes et génomes. 2000 (Dunod)

- RUSSEL : Génétique.1988 (Meds-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
 Tome 2 : l'espèce, l'évolution moléculaire
 WATSON et al. : L'ADN recombinant. 1994 (De Boeck)

B - BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE - BIOCHIMIE - MICROBIOLOGIE

- ALBERTS et al. : Biologie moléculaire de la cellule.1995 (Flammarion)
 AUGERE : Les enzymes, biocatalyseurs protéiques. 2001 (Ellipses)
 BERKALOFF et al. : Biologie et physiologie cellulaire. 1977(Hermann)
 Tome 1
 Tome 2
 Tome 3
 Tome 4
 BERNARD : Bioénergétique cellulaire. 2002 (Ellipses)
 BOCCARA- VERDIERE : Les acides nucléiques. 1998 (Diderot)
 BOITARD : Bioénergétique. 1991 (Hachette collection "Synapses »)
 BOREL et al. : Biochimie dynamique.1987 (De Boeck)
 BRANDEN et TOOZE : Introduction à la structure des protéines. 1996 (De Boeck)
 BYRNE et SCHULTZ : Transport membranaire et biolélectrique. 1997 (De Boeck)
 CALLEN : Biologie cellulaire : des molécules aux organismes. 1999 (Dunod)
 CLOS , COUMANS et MULLER : Biologie cellulaire et moléculaire 1. 2003 (Ellipse)
 COOPER. La cellule, une approche moléculaire. 1999 (De Boeck)
 De DUVE : La Cellule vivante.1987 (Belin)
 DESAGHER : Métabolisme : approche physiologique. 1998 (Ellipses)
 FREIFELDER : Biologie moléculaire.1990 (Masson)
 GARRETT et GRISHAM : Biochimie. 2000 (De Boeck)
 HARPER : Précis de biochimie.1989 (E.S.K.A.)
 HENNEN : Biochimie 1^{er} cycle. 2001 (Dunod)
 HERZBERG : Atlas de Biologie moléculaire.1972 (Hermann)
 HORTON et al. : Principes de biochimie. 1994 (De Boeck)
 KAPLAN : Biologie moléculaire appliquée à la médecine. 1993 (Flammarion)
 KARP : Biologie cellulaire et moléculaire. 1998 (De Boeck)
 KRUIH : Biochimie. 1973 (Hermann)
 KRUIH : Biochimie. Tome 1 - Biologie cellulaire et moléculaire. 1989 (Hermann)
 KRUIH : Biochimie. Tome 2 - Métabolismes. 1989 (Hermann)
 LECLERC et al. : Microbiologie générale.1983 (Doin)
 LEHNINGER : Biochimie.1994 (Flammarion)
 LIPPARD et BERG : Principes de biochimie minérale. 1997 (De Boeck)
 LODISH et al. : Biologie moléculaire de la cellule.1997 (De Boeck)
 MOUSSARD : Biochimie structurale et métabolique. 1999 (De Boeck)
 PELMONT : Enzymes.1993 (Pug)
 PELMONT : Bactéries et environnement. (Pug)
 PENASSE : Les enzymes.1974 (Masson)
 PERRY , STALEY, LORY : Microbiologie. 2004 (Dunod)
 PETIT, MAFTAH, JULIEN : Biologie cellulaire. 2002 (Dunod)
 POL : Travaux pratiques de biologie des levures. 1996 (Ellipses)
 PRESCOTT : La cellule. 1989 (Flammarion)
 PRESCOTT : Microbiologie.1995 (De Boeck)

ROBERT et VIAN : Eléments de Biologie cellulaire.1998 (Doin)
 ROLAND, SZÖLLÖSI et CALLEN : Atlas de biologie cellulaire.1996 (Masson)
 SHECHTER : Biochimie et biophysique des membranes : aspects structuraux et fonctionnels. 2000 (Dunod)
 SINGLETON : Bactériologie. 1999 (Dunod)
 SMITH : Les biomolécules (Protéines, Glucides, Lipides,A.nucléiques).1996 (Masson)
 STRYER : Biochimie.1985 (Flammarion)
 SYDNEY : Structure et fonction des enzymes.1969 (Ediscience)
 TERZIAN : Les virus. 1998 (Diderot)
 THERET et al. : Cytobiologie I et II. 1985 (Ellipses)
 VOET et VOET : Biochimie. 1998 (De Boeck)
 WEIL : Biochimie générale. 2001 (Dunod)
 WEINMAN et MEHUL : Biochimie, structure et fonction des protéines. 2000 (Dunod)

C - REPRODUCTION - EMBRYOLOGIE – DEVELOPPEMENT

ARMS-CAMP : Biologie . 1989 (De Boeck)
 Tome 1
 Tome 2
 BEAUMONT-HOURDRY : Développement. 1994 (Dunod)
 BEETSCHEN : La Génétique du développement (Que sais-je ?).1990 (Puf)
 BOUNHIOL : Larves et métamorphoses.1980 (Puf)
 BRIEN : Biologie de la reproduction animale.1966 (Masson)
 CARUELLE, CASSIER et HOURDRY : La régénération. 2000 (Belin Sup. Sciences)
 CASSIER et al. : La reproduction des Invertébrés. 1997 (Masson)
 CHAPRON : Principes de zoologie. 1999 (Dunod)
 CHIBON : Embryologie causale des vertébrés.1977 (Puf)
 COLLENOT et SIGNORET : L'organisme en développement. 1991 (Hermann)
 De VOS-VAN GANSEN : Atlas d'embryologie des Vertébrés. 1980 (Masson)
 FRANQUINET et FOUCRIER : Atlas d'embryologie descriptive. 1998 (Dunod)
 FREEMAN : An atlas of embryology.1978 (Third)
 GILBERT : Biologie du développement. 1996 (De Boeck)
 HOURDRY-BEAUMONT : Les métamorphoses des amphibiens.1985 (Masson)
 HOURDRY : Biologie du développement.1998 (Ellipses)
 LARSEN : Embryologie humaine. 1996 (De Boeck)
 LE MOIGNE, FOUCRIER : Biologie et développement. (5^{ème} + 6ème édition). 2004 (Masson)
 LUCOTTE : Biologie animale et humaine. 1980 (Masson)
 MARTAL: l'Embryon, chez l'Homme et l'Animal. 2002 (INRA éditions)
 PATTIER : Croissance et développement des animaux. 1991 (Ellipses)
 REPRODUCTION : 1992 (Hachette collection "Synapses".)
 SALGUEIRO, REYSS: Biologie de la reproduction sexuée. 2002 (Belin Sup)
 SAUNDERS : Developmental biology.1982 (Macmillan)
 THIBAUT-BEAUMONT-LEVASSEUR : La reproduction des Vertébrés. 1998 (Masson)
 THIBAUT – LEVASSEUR : Reproduction chez les Mammifères et chez l' Homme. 1993 (INRA)
 VAN GANSEN : Biologie générale.1994 (Masson)
 WOLPERT : Biologie du développement.1999 (Dunod)

PHYSIOLOGIE ANIMALE

A - PHYSIOLOGIE GENERALE ET HUMAINE

ASTRAND et RODAHL: Manuel de physiologie de l'exercice musculaire. 1972 (Masson)

- BEAUMONT, TRUCHOT et Du PASQUIER : Respiration - Circulation – Système immunitaire.1995 (Dunod)
- BEAUMONT, CASSIER et TRUCHOT: Biologie et physiologie animales. 1998, 2004 (Dunod)
- CALVINO : introduction à la physiologie, Cybernétique et régulation. 2003 (Belin Sup)
- ECKERT et al.: Physiologie animale. 1999 (De Boeck)
- GANONG: Physiologie médicale. 1977 (Masson)
- GUENARD: Physiologie humaine.1996 (Pradel-Edisem)
- GUYTON: Traité de physiologie médicale.1980 (Doin)
- GUYTON: Physiologie de l'Homme. 1974 (H.R.W)
- LAMB: Manuel de Physiologie.1990 (Masson)
- LASCOMBES: Manuel de T.P. de physiologie animale et végétale. 1968 (Hachette)
- LASCOMBES: Enregistrements de physiologie. 1968 (Hachette)
- MARIEB: Anatomie et Physiologie Humaines.1999 (De Boeck)
- MEYER: Physiologie humaine.1983 (Flammarion)
- RICHARD et al.: Physiologie des animaux (Nathan)
- Tome 1: Physiologie cellulaire et fonctions de nutrition. 1997
- Tome 2 : construction de l'organisme, homéostasie et grandes fonctions.1998
- RIEUTORT: Abrégé de physiologie animale.1991 (Masson)
- A16a Tome 1 : Les cellules dans l'organisme
- A16b Tome 2 : Les grandes fonctions
- SAMSON-WRIGHT: Physiologie appliquée à la médecine. 1980 (Flammarion)
- SCHMIDT: Physiologie. 1999 (De Boeck)
- SCHMIDT-NIELSEN: Physiologie animale: adaptation et milieux de vie.1998 (Dunod)
- SHERWOOD : Physiologie humaine. 2000 (De Boeck)
- TORTORA et GRABOWSKI: Principes d'anatomie et physiologie. 1999 (De Boeck)
- VANDER et al.: Physiologie humaine. 1989 (Mac-Graw-Hill)
- WILMORE et COSTILL: Physiologie du sport et exercice physique.1998 (De Boeck)

B - NEUROPHYSIOLOGIE

- BAL-CALAMAND: La régulation des fonctions. ". 1995 (Hachette collection "Synapses)
- BOWNDS : La biologie de l'esprit : origine et structure de l'esprit du cerveau et de la conscience. 2001 (Dunod)
- BUSER et IMBERT: Vision. 1987 (Hermann)
- CHURCHLAND : Le cerveau. 1999 (De Boeck)
- FIX: Neuroanatomie. 1996 (De Boeck)
- GODAUX: Les neurones, les synapses et les fibres musculaires .1994 (Masson)
- GREGORY : L'œil et le cerveau. 2000 (De Boeck)
- HABIB: Bases neurologiques des comportements.1993 (Masson)
- HAMMOND et TRITSCH: Neurobiologie cellulaire.1990 (Doin)
- KORN (coordinateur) : Neurosciences et maladies du système nerveux. 2003 (Tec et Doc)
- LE BELLEGARD et al. : Neurobiologie, les système nerveux, système d'intégration. 1994 (Hachette collection « Synapses »)
- MARCONIS et al. : Le système nerveux, système de communication, 1990 (Hachette collection Synapses)
- PERRET: Les fonctions nerveuses.1991 (Doin)
- POL : Dictionnaire encyclopédique des drogues. 2002 (Ellipses)
- POSNER et RAICHLE: L'esprit en image. 1998 (De Boeck)
- POUR LA SCIENCE: Les Drogues et le cerveau.1987 (Belin)
- POUR LA SCIENCE: Le Cerveau. 1988 (Belin)
- PURVES et al.: Neurosciences. 1999 (De Boeck)
- REVEST et LONGSTAFF: Neurobiologie moléculaire. 2000 (Dunod)
- RICHARD-ORSAL: Neurophysiologie. 2001 (Dunod)
- Tome I : Physiologie cellulaire et systèmes sensoriels. 1994 (Nathan)
- Tome 2 : Motricité et grandes Fonctions du système nerveux central. 1994 (Nathan)

ROSENZWEIGL: Psychobiologie.1999 (De Boeck)
 SCHMIDT et al.: Neurophysiologie.1984 (Le Francois)
 SPRINGER et DEUTSCH: Cerveau droit et cerveau gauche. 2000 (De Boeck)
 TRITSCH,CHESNOY-MARCHAIS et FELTZ : Physiologie du neurone. 1998 (Doin)

C - ENDOCRINOLOGIE

BAULIEU et al. : Hormones.1978 (Hermann)
 BERTHEZENE et al.: Le système endocrine. 1979 (Simep)
 BROOK et MARSHALL : Endocrinologie. 1998 (De Boeck)
 COMBARNOUS et VOLLAND: Les gonadotropines.1997 (INRA)
 DUPOUY: Hormones et grandes fonctions.1993 (Ellipses)
 Tome 1
 Tome 2
 GIROD: Introduction à l'étude des glandes endocrines.1980 (Simep)
 HERLAND: Endocrinologie comparée des Vertébrés.1978 (Puf)
 IDELMAN: Endocrinologie.1990 (Pug)
 TEPPERMAN: Physiologie endocrine et métabolique.1976 (Masson)
 THIBAUT-LEVASSEUR: La fonction ovarienne chez les Mammifères.1979 (Masson)

D - IMMUNOLOGIE

BACH: Immunologie.1991 (Flammarion)
 GENETET: Immunologie.1993 (EM Inter)
 GOLDSBY, KINDT, OSBORNE : Immunologie, le cours de Janis KUBY. 2001 (Dunod)
 JANEWAY et TRAVERS: Immunobiologie. 1997 (De Boeck)
 ROITT et al.: Immunologie.1997 (De Boeck)
 REVILLARD et ASSIM: Immunologie.1998 (De Boeck)

E - NUTRITION

BONVALET: La Fonction rénale. 1980 (Flammarion)
 BURTON: Physiologie et biophysique de la circulation. 1967 (Masson)
 COMROE: Physiologie de la respiration.1967 (Masson)
 DAVENPORT: Physiologie de l'appareil digestif.1968 (Masson)
 FLANDROIS et al.: La Respiration. 1976 (Simep)
 HOUDAS-GUIEU: La Fonction thermique. 1977 (Simep)
 MINAIRE-LAMBERT: La Digestion. 1976 (Simep)
 PELLET: Milieu intérieur et rein. 1977 (Simep)
 Tome 1
 Tome 2
 PITTS: Physiologie du rein et du milieu intérieur. 1970 (Masson)
 VADOT: La Circulation. 1975 (Simep)

F - HISTOLOGIE FONCTIONNELLE

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

BIOLOGIE ANIMALE

A - ZOOLOGIE

- BEAUMONT-CASSIER: Biologie animale - Des Protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens.
Tome 1. 1998 (Dunod)
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)
- CASSIER : Rythmes biologiques et rythmes astronomiques : structure et organisation temporelle des animaux, 2002 (Ellipses)
- CAVIER: Parasitologie. 1970 (Sedes)
- CHINERY: Les Prédateurs et leurs proies. 1983 (Delachaux et Niestlé)
- COINEAU: Introduction à l'étude des microarthropodes du sol. 1974 (Doin)
- CORSIN : Biologie animale : structures et fonctions. 1999 (Ellipses)
- DARRIBERE: Biologie du développement. Le modèle Amphibien. 1997 (Diderot)
- FREEMAN: Atlas of invertebrate structure. 1979 (H.E.B.)
- GINET-ROUX: Les Plans d'organisation du règne animal. 1986 (Doin)
- GRASSE-POISSON-TUZET: Zoologie I: Invertébrés .1961 (Masson)
- GRASSE-DEVILLERS: Zoologie II - Vertébrés. 1965 (Masson)
- GRASSE-DEVILLERS-CLAIRAMBAULT: Zoologie des Vertébrés. 1975 (Masson).
Tome I : Anatomie comparée
Tome II : Reproduction, biologie, évolution et systématique. Agnathes, poissons, amphibiens, reptiles
Tome III : Reproduction, biologie, évolution et systématique.
Oiseaux et Mammifères
- GRASSE: Abrégé de zoologie : Vertébrés (tome 2). 1979 (Masson)
- HEUSER et DUPUY: Atlas de Biologie animale (Dunod)
Tome 1: Les grands plans d'organisation. 1994
Tome 2: Les grandes fonctions. 2000
- HOURDRY-CASSIER: Métamorphoses animales. 1995 (Hermann)
- MEGLITSCH: Zoologie des Invertébrés. 1973 (Doin)
Tome 1 : Protistes et métazoaires primitifs
Tome 2 : Des vers aux arthropodes
Tome 3 : Arthropodes, mandibulés et protostomiens
- PICAUD-BAEHR-MAISSIAT: Biologie animale (Dunod)
Invertébrés. 1998
Vertébrés. 2000
- PLATEL: Des Protozoaires aux Echinodermes. 1996 (Ellipses)
- PLATEL: Zoologie des Cordés. 1997 (Ellipses)
- RACCAUD: Les insectes physiologie développement. 1980 (Masson)
- RENOUS: Locomotion. 1994 (Dunod)
- SIRE: L'étang, sa flore, sa faune. 1976 (Boubée)
- SIRE: L'aquarium. 1973 (Boubée)
- TIXIER-GAILLARD: Anatomie animale et dissection. 1969 (Vigot frères)
- TURQUIER: L'organisme dans son milieu
Tome 1 : Les fonctions de nutrition. 1994 (Doin)
- TURQUIER: L'organisme dans son milieu.
Tome 2 : L'organisme en équilibre avec son milieu. 1994 (Dunod)
- VERON : Organisation et classification du monde animal. 2002 (Dunod)
- 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)
 CHAUVIN R: Le comportement social chez les animaux. 1973 (Puf)
 DANCHIN, GIRALDEAU, CEZILLY : Ecologie comportementale. 2005 (Dunod).
 GUYOMARC'H: Ethologie. 1980 (Masson)
 LA RECHERCHE: Ethologie. Les comportements animaux et humains.
 1979 (Point Sciences)
 STREBLER G.: Les médiateurs chimiques. 1989 (Lavoisier)
 VON FRISCH: Vie et moeurs des abeilles. 1955 (Albin Michel)

C - FAUNES ET ENCYCLOPEDIES (illustrations)

- 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)
 GRASSE: La vie des animaux - 3 tomes. 1969 (Larousse)
 Le peuplement de la Terre
 La progression de la vie
 La montée vers l'Homme
 KOWALSKI: Les oiseaux des marais. 1978 (Ouest France)
 MERTENS: La vie des amphibiens et reptiles. 1959 (Horizons de France)
 PIPONNIER: Le petit peuple des ruisseaux. 1956 (Bourellelier).

BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VEGETALE**A - BOTANIQUE**

- ABBAYES et al : Botanique. 1963 (Grassé)
 BOUCHET et al.: Mycologie générale et médicale. 1989 (Masson)
 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)
 CHADEFAUD et EMBERGER: Traité de botanique. 1960 (Masson)
 Tome 1
 Tome 2
 Tome 3
 De REVIERS: Biologie, Physiologie des Algues . 2003 (Belin sup)
 Tome 1
 Tome 2
 DEYSSON: Organisation et classification des plantes vasculaires. 1978 (Sedes)
 Tome 1
 Tome 2
 Dossier Pour La Science : De la graine à la plante. janvier 2000
 DUCREUX : Introduction à la botanique. 2003 (Belin sup)
 ENCYCLOPEDIA UNIVERSALIS : Dictionnaire de la botanique. 1999 (Albin Michel)
 GORENFLOT: Biologie Végétale, plantes supérieures. 1992 (Masson)
 Tome 1 : Appareil végétatif

Tome 2 : Appareil reproducteur

- GUIGNARD : Botanique, systématique moléculaire. 2001 (Masson)
 GUIGNARD : Botanique. 1998 (Masson)
 JUDD et coll : Botanique systématique. Une perspective phylogénétique. 2002 (De Boeck)
 KLEIMAN: La reproduction sexuée des Angiospermes. 2002 (Belin sup)
 LABERCHE: Biologie végétale. 1999 (Dunod)
 LUTTGE – KLUGE – BAUER: Botanique. 1997 (Tec et Doc Lavoisier)
 NULTSCH: Botanique générale. 1998 (De Boeck)
 POL: Biologie des levures (travaux pratiques). 1996 (Ellipses)
 PRAT: Expérimentation en physiologie végétale. 1994 (Hermann)
 RAVEN, EVERT et EICHHORN : Biologie végétale. 2000 (De Boeck)
 RAYNAL-ROQUES: La Botanique redécouverte. 1995 (Belin)
 REILLE. Images de la reproduction des végétaux et notions fondamentales associées. 2000. (Laboratoire de botanique historique et notions fondamentales associées, UFR de propédeutique scientifique -Université d'Aix-Marseille 3)
 MEYER, REEB, BOSDEVEIX : Botanique, biologie et physiologie végétale. 2004 (Maloine).
 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: Organisation des plantes à fleurs. 1980 (Masson)
 ROLAND-VIAN: Organisation des plantes sans fleurs. 1980 (Masson)
 ROLAND-ROLAND: Atlas de biologie végétale
 Organisation des plantes à fleurs. 5^{ème} édition. 1999 et 2004 (Dunod)
 ROLAND-VIAN: Atlas de biologie végétale
 Organisation des plantes sans fleurs. 5^{ème} édition. 1999 (Dunod)
 SELOSSE : La symbiose. 2000 (Vuibert)
 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, 5^e édition ,) 2004 (Dunod)
 GUIGNARD: Biochimie végétale. 2000 (Dunod)
 HAICOURT R et coll : Biotechnologies végétales : techniques de laboratoire. 2003 (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
 Tome 2 : Croissance et développement. 2000
 HELLER: Abrégé de physiologie végétale. (Masson)
 Tome 2 : Développement. 1998
 JUPIN – LAMANT: La photosynthèse. 1999 (Dunod)
 LAVAL-MARTIN - MAZLIAK: TP-TD de physiologie végétale. 1995 (Hermann)
 LAVAL-MARTIN-MAZLIAK: Physiologie végétale. Tome I - Nutrition et métabolisme. 1995 (Hermann)
 LEDBETTER-PORTER: Introduction to the fine structures of cell (Springer Verlag)
 MAZLIAK: Physiologie végétale
 Tome 2 - Croissance et développement. 1998 (Hermann)
 MOROT-GAUDRY: Assimilation de l'azote chez les plantes. 1997 (I.N.R.A.)
 STRULLU: Les mycorhizes des arbres et des plantes cultivées. 1991 (Lavoisier)
 TAIZ and ZEIGER : Plant Physiology. 1998 et 2002 (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)
- AUGE et al.: La culture in vitro et ses applications horticoles.1989 (Lavoisier)
- CALLOT: Mieux comprendre les interactions sol-racine.1983 (I.N.R.A.)
- CALLOT (coord.) : La truffe, la terre, la vie.1999 (I.N.R.A.)
- CLAVILIER, HERVIEU, LETODE: Gènes de résistance aux antibiotiques et plantes transgéniques. 2001 (INRA Editions)
- CLEMENT: Larousse agricole. 1981 (Larousse)
- De VIENNE: Les marqueurs moléculaires en génétique et biotechnologies végétales. 1998 (INRA éditions)
- INRA: Le hêtre. 1982 (I.N.R.A.)
- JAHIER: Techniques de cytogénétique végétale. 1992 (INRA éditions)
- LAFON, THARAUD-PRAYER et LEVY : Biologie des plantes cultivées. 1998 (Tec et Doc-Lavoisier)
- Tome 1 : organisation, physiologie de la nutrition,
Tome 2 : physiologie du développement, génétique et amélioration.
- LEPOIVRE : Phytopathologie. 2003 (DeBoeck)
- MESSIAEN: Les variétés résistantes.1981 (I.N.R.A.)
- MOULE: Céréales. 1972 (La Maison rustique)
- MOULE: Plantes sarclées. 1982 (La Maison rustique)
- PESSON: Pollinisation et productions végétales. 1984 (I.N.R.A.)
- SEMAL: Traité de pathologie végétale. 1989 (Presses Agronomiques de Gembloux)
- SOLTNER: L'arbre et la haie. 1985 (S.T.A.)
- SOLTNER: Les grandes productions végétales. 1983 (S.T.A.)
- SOLTNER: Les bases de la production végétale. (S.T.A.)
- Tome 1 : 1985 - Le Sol
Tome 2- Le Climat. 1984
- TOURTE: Génie génétique et biotechnologies : concepts et méthodes. 1998 (Dunod)
- TOURTE : Les OGM, la transgenèse chez les plantes. 2001 (Dunod)
- TOURTE : Génie génétique et biotechnologies : Concepts, méthodes et applications agronomiques. 2002 (Dunod)

D - FLORES

- BOCK : Les arbres. 1997 (Liber)
- BONNIER- DE LAYENS: Petite flore. 1969 (Lib.gén. de l'Ens. Paris)
- COSTE: Flore de France (Blanchard)
- Tome I
Tome II
Tome III
- 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)
- OZENDA-CLAUZADE : Les lichens. 1970 (Masson)
- QUARTIER et al. Guide des arbres et arbustes d'Europe. 1973 (Delachaux et Niestlé)
- ROMAGNESI: Petit atlas des champignons. 1965 (Bordas)
- Tome I
Tome II
Tome III

E - ECOLOGIE

- BARBAULT: Ecologie des populations et des peuplements. 1981 (Masson)
- BARBAULT: Ecologie générale. 1999 (Masson)
- BECKER-PICARD-TIMBAL: La forêt. 1981 (Masson)
- BIROT: Les formations végétales du globe. 1965 (Sedes)
- BOUGIS: Ecologie du plancton marin. 1974 (Masson)
Tome I : Phytoplancton.
Tome II : Zooplancton.
- BOURNERIAS: Guide des groupements végétaux de la région parisienne. 1979 (Sedes) et 2003 (Belin)
- BOURNERIAS, POMEROL et TURQUIER: La Bretagne du Mont-Saint-Michel à la Pointe du Raz. 1995 (Delachaux et Niestlé)
- CADEL et GILOT : Eléments de biologie végétale alpine. I- Exposés théoriques. 1964 (Laboratoire de Biologie végétale –Université de Grenoble)
- 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)
- DAJOZ: Précis d'écologie. 1996 (Dunod)
- DERUELLE-LALLEMANT: Les lichens témoins de la pollution. 1983 (Vuibert)
- DOUMERGUE: Biologie des sols. 1977 (Puf)
- DUCHAUFOR: Pédologie, sol, végétation, environnement. 1991 (Masson)
- DUHOUX, NICOLE : Atlas de biologie végétale, associations et interactions chez les plantes. 2004 (Dunod).
- DUVIGNEAUD: La synthèse écologique. 1974 (Doin)
- ELHAI: Biogéographie. 1968 (Armand Colin)
- ENCYCLOPEDIA UNIVERSALIS : Dictionnaire de l'écologie. 1999 (Albin Michel)
- FRONTIER, DAVOULT, GENTILHOMME, LAGADEC : Statistiques pour les sciences de la vie et l'environnement, cours et exercices corrigés. 2001 (Dunod)
- FRONTIER - PICHOD-VIALE: Ecosystèmes. 1998 (Dunod)
- GIRARD et al : Sols et environnements. 2005 (Dunod)
- GOBAT J.M., ARAGNO M. MATTHEY W. : Le sol vivant. 1998 (Presses polytechniques et universitaires romandes)
- GOUNOT: Méthodes d'étude quantitative de la végétation. 1969 (Masson)
- GROSCLAUDE: l'eau. 1999 (INRA Editions)
Tome 1: milieu naturel et maîtrise
Tome 2: usages et polluants
- GUINOCHET: Logique et dynamique du peuplement végétal. 1955 (Masson)
- GUINOCHET: Phytosociologie. 1973 (Masson)
- HARRANT-JARRY: Guide du naturaliste dans le Midi de la France. 1961 (Delachaux et Niestlé)
- HENRY : Biologie des populations animales et végétales. 2001 (Dunod)
- KUHNELT: Ecologie générale. 1969 (Masson).
- 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)
- LIEUTAGHI: L'environnement végétal. 1972 (Delachaux et Niestlé)
- LONG : Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire. 1973 (Masson)
Tome I : Principes généraux et méthodes
Tome II : Application du diagnostic phytoécologique
- MANNEVILLE (coord.) : Le monde des tourbières et des marais. 1999 (Delachaux et Niestlé)
- MATTHEY W., DELLA SANTA E., WANNENMACHER C. Manuel pratique d'Ecologie. 1984 (Payot)
- MOLINIER-VIGNES: Ecologie et biocénose. 1971 (Delachaux et Niestlé)

- OZENDA: Végétation des Alpes Sud occidentales. 1981 (C.N.R.S)
 OZENDA : Les végétaux dans la biosphère. 1980 (Doin)
 PERES: Océanographie biologique et biologie marine. 1963 (Puf)
 Tome 1
 Tome 2
 PESSON: Actualités d'écologie forestière : sol, flore, faune. 1980 (Gauthier-Villars)
 RAMADE: Eléments d'écologie appliquée. 1978 (Mac Graw-Hill) et 2005, 6ème édition (Dunod).
 RAMADE: Ecologie des ressources naturelles.1981 (Masson)
 SACCHI-TESTARD: Ecologie animale. (Organisme et milieu). 1971 (Doin)
 SCHAEER, VEYRET, FAVARGER et al. Guide du naturaliste dans les Alpes. 1989 (Delachaux et Niestlé)
 SCHILTHUIZEN : Grenouilles, mouches et pissenlits : les mécanismes de la spéciation. 2002 (Dunod)
 SCHUMACHER: L'univers inconnu des coraux. 1977 (Elsevier)
 SOUCHON: Les insectes et les plantes. 1974 (Puf)

GEOLOGIE

A - OUVRAGES GENERAUX

- ALLEGRE : L'écume de la Terre. 1983 (Fayard)
 ALLEGRE : De la pierre à l'étoile. 1985 (Fayard)
 APBG : Pleins feux sur les Volcans.1993 (A.P.B.G.)
 APBG : La Terre.1997 (A.P.B.G.)
 BERNARD et al. Le temps en géologie. Collection "Synapses". 1995 (Hachette)
 BIJU-DUVAL : Océanologie. 1994 et 1991 (avec SAVOYE) (Dunod)
 BOTTINELLI et al. La Terre et l'Univers. Collection "Synapses". 1993 (Hachette)
 BRAHIC, HOFFERT, SCHAAF et TARDY : Sciences de la Terre et de l'Univers. 1999 (Vuibert)
 CARON et al. Comprendre et enseigner la planète Terre.1995 et 2003 (OPHRYS)
 CHAMLEY : Environnements géologiques et activités humaines. 2002 (Vuibert)
 DERCOURT-PAQUET : Géologie : Objets et méthodes.1999 (Dunod)
 ENCYCLOPEDIA UNIVERSALIS : Dictionnaire des Sciences de la Terre.1998 (Albin Michel)
 FOUCAULT-RAOULT : Dictionnaire de géologie.1995 (Masson)
 Géochronique : 1982-2000 (reliés, A17a à f) 2001 et 2002 (non reliés, A17g à v)
 Géologues : 1993-97, 2000-2001
 MNHN : Les Ages de la Terre. 1999
 POMEROL-LAGABRIELLE-RENARD : Eléments de géologie. 2000 (Dunod)
 PROST : La Terre, 50 expériences pour découvrir notre planète. 1999 (Belin)
 SALAME : Activités scientifiques informatisées. 1992 (I.N.R.P.)

B - GEOCHIMIE - MINERALOGIE – PETROLOGIE

- ALBAREDE : La géochimie. 2001 (Gordon and Breach Science Publishers)
 ALBAREDE-CONDOMINES : La géochimie. (Que sais-je?) 1976 (Puf)
 ALLEGRE-MICHARD : Introduction à la géochimie.1973 (Puf)
 BARD : Microtexture des roches magmatiques et métamorphiques.1990 (Masson)
 BARDINTZEFF : Volcans. 1993 (Armand Colin)
 BARDINTZEFF : Volcanologie. 1998 (Dunod)
 BARDINZEFF : Connaître et découvrir les volcans. 2004 (Minerva)
 BAYLY : Introduction à la pétrologie.1976 (Masson)
 BONIN : Pétrologie endogène. 1998 (Dunod)
 BONIN - DUBOIS – GOHAU : Le métamorphisme et la formation des granites.1997 (Nathan)

- BOURDIER : Le volcanisme (Manuels et méthodes). 1994 (B.R.G.M.)
 De GOER De HERVE Alain : Volcanisme et volcans d'Auvergne. 2002 (Parc des volcans d'Auvergne)
 GIROD : Les roches volcaniques.1978 (Doin)
 JUTEAU et MAURY : Géologie de la croûte océanique. 1997 (Masson)
 KORNPROBST : Roches métamorphiques et leur signification géodynamique.1996 (Masson)
 LAMEYRE : Roches et minéraux.1975 (Doin)
 Tome 1 : Les formations
 Tome 2 : Les matériaux.
 MARRE : Méthode d'analyse structurale des granitoïdes.1982 (B.R.G.M.)
 PONS : La pétro sans peine, (Focus CRDP Grenoble)
 Minéraux et roches magmatiques, 2000
 Minéraux et roches métamorphiques, 2001
 POUR LA SCIENCE : La dérive des continents. 1990 (Belin)
 TARDY : Pétrologie des latérites et sols tropicaux.1993 (Masson)
 VIDAL : Géochimie. 1994 (Dunod)

C - GEOPHYSIQUE - GEOLOGIE STRUCTURALE –TECTONIQUE

- AGARD et LEMOINE : Visage des Alpes : structure et évolution géodynamique. 2003 (CCGM)
 AMAUDRIC DU CHAFFAUT : Tectonique des plaques : l'activité interne du globe terrestre et ses conséquences. 1999 (Focus CRDP Grenoble)
 BLES-FEUGA : La fracturation des roches. 1981 (B.R.G.M.)
 BOILLOT : Les marges continentales actuelles et fossiles autour de la France. 1984 (Masson)
 BOILLOT : Introduction à la géologie - la dynamique de la lithosphère. 2000 (Dunod)
 BOILLOT et COULON : La déchirure continentale et l'ouverture océanique.1998 (Gordon and Breach Science Publishers)
 CARION : Les météorites et leurs impacts.1993 (Colin)
 CAZENAVE - FEIGL : Formes et mouvements de la terre: satellites et géodésie. 1994 (Belin)
 CHOUKROUNE : Déformations et déplacements dans la croûte terrestre. 1995 (Masson)
 DEBELMAS-MASCLE : Les grandes structures géologiques. 1997 (Masson)
 DUBOIS-DIAMENT : Géophysique. 1997 (Masson)
 JOLIVET : La déformation des continents. 1995 (Hermann)
 JOLIVET-NATAF : Géodynamique. 1998 (Dunod)
 LALLEMAND : La subduction océanique.1999 (Gordon and Breach Science Publishers)
 LALLEMAND, HOUCHON, JOLIVET, PROUTEAU : Convergence lithosphérique. 2005 (Vuibert)
 LAMBERT : Les tremblements de terre en France. 1997 (BRGM)
 LARROQUE, VIRIEUX : Physique de la Terre solide, observations et théories. 2001 (GB, Coll. Géosciences)
 LEMOINE, de GRACIANSKY et TRICART : De l'océan à la chaîne de montagne.2000 (Gordon and Breach Science Publishers)
 LLIBOUTRY : Géophysique et géologie. 1998 (Masson)
 MARTHALER : Le Cervin est-il africain ? 2002 (Loisirs et pédagogie)
 MATTAUER : Déformation des matériaux de l'écorce terrestre. 1980 (Hermann)
 MATTAUER : Monts et merveilles.1989 (Hermann)
 MATTAUER : Ce que disent les pierres.1999 (Belin)
 MECHLER : Les méthodes de la géophysique. 1982 (Dunod)
 MERCIER-VERGELY : Tectonique. 1999 (Dunod)
 MERLE : Nappes et chevauchements. 1990 (Masson)
 MONTAGNER : Sismologie – la musique de la Terre. 1997 (Hachette supérieur)
 NICOLAS : Les montagnes sous la mer. 1990 (B.R.G.M.)
 NICOLAS : Principes de tectonique. 1988 (Masson)
 NOUGIER : Structure et évolution du globe terrestre. 1993 et 2000 (Ellipses)

NOUGIER : Déformation des roches et transformation de leurs minéraux. 2000 (Ellipses)
 Observations Sismologiques (en France). 2002 (Bureau central sismologique français)
 POIRIER : Les profondeurs de la Terre. 1991 (Masson)
 POUR LA SCIENCE : Les tremblements de terre. 1982 (Belin)
 POUR LA SCIENCE : Les volcans. 1984 (Belin)
 SOCIETE GEOLOGIQUE DE France : Des Océans aux continents. 1984 (S.G.F)
 SOREL et VERGELY : Initiation aux cartes et coupes géologiques. 1999 (Dunod)
 VIALON-RUHLAND-GROLIER : Eléments de tectonique analytique. 1976 (Masson)
 VILA : Dictionnaire de la tectonique des plaques et de la géodynamique. 2000 (G B S P)
 WESTPHAL, WHITECHURCH, MUNSHY : La tectonique des plaques. 2002 (GB, Coll. Géosciences)

D - SEDIMENTOLOGIE - ENVIRONNEMENTS SEDIMENTAIRES

BLANC : Sédimentation des marges continentales. 1982 (Masson)
 CAMPY-MACAIRE : Géologie des formations superficielles. 1989 (Masson)
 CAMPY-MACAIRE : Géologie de la surface. 2003 (Dunod)
 CHAMLEY : Les milieux de sédimentation. 1988 (Lavoisier)
 CHAMLEY : Sédimentologie. 1987 (Dunod)
 CHAMLEY : Bases de sédimentologie. 2000 (Dunod)
 COJAN-RENARD : Sédimentologie. 1997 (Masson)
 PURSER : Sédimentation et diagenèse des carbonates néritique. 1980 (Technip)
 Tome 1
 Tome 2
 SLANSKY : Terminologie et classification des roches sédimentaires. 1992 (B.R.G.M.)
 VATAN : Manuel de sédimentologie. 1967 (Technip)

E - STRATIGRAPHIE - PALEONTOLOGIE

BABIN : Eléments de paléontologie. 1971 (Armand Colin)
 BABIN : Principes de paléontologie. 1991 (Armand Colin)
 BIGNOT : Les microfossiles. 1982 (Dunod)
 BIGNOT : Introduction à la micropaléontologie. 2001 (Gordon and Breach Science Publishers)
 CHALINE : Le Quaternaire. 1972 (Doin)
 COPPENS : Le singe, l'Afrique et l'Homme. 1983 (Pluriel)
 COTILLON : Stratigraphie. 1988 (Dunod)
 ELMI-BABIN : Histoire de la Terre. 1994 (Masson)
 FISCHER : Fossiles de France et des régions limitrophes. 1989 (Masson)
 FISCHER et GAYRARD-VALY : Fossiles de tous les temps. 1976 (Ed. Pacifique)
 GALL : Paléoécologie, paysages et environnements disparus. 1998 (Masson)
 GARGAUD, DESPOIS, PARISOT : L'environnement de la Terre primitive. 2001 (Ed. presses universitaires de Bordeaux).
 LETHIERS : Evolution de la biosphère et événements géologiques. 1998 (G.B.S.P.)
 MISKOVSKY : Géologie de la préhistoire. 2002 (Géopré)
 POMEROL et al. : Stratigraphie et paléogéographie : principes et méthodes. 1980 (Doin)
 POMEROL et al. : Stratigraphie et paléogéographie. (Doin)
 Tome 1 - Ere Paléozoïque - 1977 (Doin)
 Tome 2 - Ere Mésozoïque. (1975)
 Tome 3 - Ere Cénozoïque. (1973)
 POUR LA SCIENCE : Les origines de l'Homme. 1992 (Belin)
 POUR LA SCIENCE : Les fossiles témoins de l'évolution. 1996 (Belin)
 RISER. J. dir. : Le Quaternaire, géologie et milieux naturels 1999 (Dunod)
 ROGER : Paléontologie générale. 1974 (Masson)

F - GEOMORPHOLOGIE - CLIMATOLOGIE

- BERGER : Le climat de la Terre.1992 (De Boeck)
 CHAPEL et al. : Océans et atmosphère.1996 (Hachette Education)
 COQUE : Géomorphologie.1998 (Armand Colin)
 DERRUAU : Les formes du relief terrestre.1996 (Masson)
 DERRUAU : Précis de géomorphologie. 1969 (Masson)
 GODARD et TABEAUD : Les climats – mécanismes et répartition. 1998 (Armand Colin)
 I.G.N. : Atlas des formes du relief. 1985 (Nathan)
 JOUSSEAUME : Climat d' Hier à demain. 1993 (C.N.R.S)
 LEROUX : La dynamique du temps et du climat. 2000 (Dunod)
 MINSTER : Les océans.1994 (Dominos Flammarion)
 PEULVAST, VANNEY : Géomorphologie structurale : terre, corps planétaires solides. 2001 (GB. Coll. Géosciences)

G - GEOLOGIE APPLIQUEE – HYDROGEOLOGIE

- A.S.I.M : Guide des mines et carrières. 2000
 BODELLE : L'eau souterraine en France.1980 (Masson)
 CASTANY : L'hydrogéologie, principes et méthodes. 1992 et 1998 (Dunod)
 CHAUSSIER-MORER : Manuel du prospecteur minier. 1985 (B.R.G.M.)
 GOGUEL : Application de la géologie aux travaux de l'ingénieur. 1967 (Masson)
 GOGUEL : La géothermie. 1975 (Doin)
 LEFEVRE, SCHNEIDER : Les risques naturels majeurs. 1999 (GB) coll. Géosciences
 LETOURNEUR-MICHEL : Géologie du génie civil. 1971 (Armand Colin)
 MARTIN: La géotechnique : principes et pratiques. 1997 (Masson)
 NICOLINI : Gîtologie et exploration minière. 1990 (Lavoisier)
 PERRODON : Géodynamique pétrolière. (2ème édition). 1985 (Masson)
 SOCIETE GEOLOGIQUE DE France : La géologie au service des Hommes.1985 (S.G.F.)
 TARDY : Le cycle de l'eau : climats, paléoclimats et géochimie globale. 1986 (Masson)

H - GEOLOGIE DE LA FRANCE - GEOLOGIE REGIONALE

- BOUSQUET-VIGNARD : Découverte géologique du Languedoc Méditerranéen.1980 (B.R.G.M)
 BRIL : Découverte géologique du Massif Central du Velay au Quercy. 1998 (B.R.G.M.)
 CABANIS : Découverte géologique de la Bretagne. 1987 (B.R.G.M.)
 DEBELMAS : Découverte géologique des Alpes du Nord.1979 (B.R.G.M.)
 DEBELMAS : Découverte géologique des Alpes du Sud. 1987 (B.R.G.M.)
 DERCOURT : Géologie et géodynamique de la France.1997 (Dunod)
 GUILLE - GOUTIERE – SORNEIN : Les atolls de Mururoa et Fangataufa - I.Géologie, pétrologie et hydrogéologie. 1995 (Masson - CEA)
 PICARD : L'archipel néo-calédonien. 1999 (CDP Nouvelle-calédonie)
 PIQUE : Les massifs anciens de France. 1991 (C.N.R.S.)
 Tome 1
 Tome 2
 POMEROL : Découverte géologique de Paris et de l'île de France. 1988 (B.R.G.M.)
 POMEROL et RICOUR : Terroirs et thermalisme de France. 1992 (B.R.G.M.)
 VOGT : Les tremblements de terre en France. 1982 (B.R.G.M.)

I – 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 Rhone.
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

Programme du CAPES 2006

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.	Ces constituants, organiques et minéraux, seront étudiés en relation avec leurs fonctions biologiques.

1.2 – Organisation des cellules eucaryote et procaryote. Notion d'unicellulaire.	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.
1.3 – Notion de virus.	Le virus du SIDA ; un bactériophage.
1.4 – Organisation supra-cellulaire du vivant.	Notions de tissu et d'organe à partir d'exemples pris chez les Mammifères et les Spermaphytes. Un exemple de biofilm.
1.5 – Plans d'organisation des principaux taxons.	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.	Supports moléculaire et cellulaire de l'information génétique. Le gène, unité d'information. Génomes eucaryotes et procaryotes ; cas des génomes cytoplasmiques eucaryotes (voir 6.1). Conservation de l'information génétique lors de la réplication ; mutation (délétion, dimérisation de thymines, désamination et dépurination spontanées, voir 6.2) ; réparation.
2.2 – Expression de l'information génétique et son contrôle.	Mécanismes fondamentaux de la transcription et de la traduction chez les procaryotes (<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 procaryotes (<i>Escherichia coli</i>) ; facteurs de transcription, hétérochromatinisation et euchromatinisation chez les eucaryotes.
2.3 – Transmission et recombinaison de l'information génétique ; génétique formelle et génétique moléculaire.	Transmission verticale à la mitose et recombinaison à la méiose (voir 5.3). Transmission horizontale chez les Procaryotes : conjugaison, transformation et transduction (seul le mécanisme moléculaire de conjugaison est exigible).
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</i> . <i>Escherichia coli</i> comme outil de clonage moléculaire. Principe de l'invalidation (<i>knock-out</i>) 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>Respiration cellulaire et son contrôle (on se limitera au contrôle de la glycolyse). Fermentations éthanolique (cas des Levures) et lactique (myocyte squelettique des Mammifères).</p> <p>Utilisation de l'ATP dans la cellule musculaire (voir 4.2) ; thermogenèse chez les animaux (voir 3.4).</p> <p>Autotrophie au carbone - photolithotrophie des plantes: la photosynthèse oxygénique ; métabolismes en C3, en C4 et CAM, photorespiration ; chimiolithotrophie bactérienne : la nitrification.</p> <p>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.</p> <p>Besoins nutritifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>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.</p> <p>La fonction respiratoire selon les milieux (un exemple de respiration branchiale, un exemple de respiration pulmonaire, un exemple de respiration trachéenne chez les insectes).</p> <p>Excrétion azotée en relation avec le milieu de vie (voir osmorégulation au point 3.4)..</p>
--	--

3.3 – Réserves.	Les réserves énergétiques chez les Mammifères.
3.4 – Milieu intérieur et échanges avec le milieu extérieur.	<p>Les réserves glucidiques chez les Angiospermes (voir 5.3).</p> <p>Chez l'Homme : compartiments liquidiens, circulation sanguine et son contrôle, transport des gaz, constance du milieu intérieur (glycémie, pression artérielle).</p> <p>Equilibre hydrominéral selon les milieux (un exemple marin, un exemple dulçaquicole, un exemple aérien).</p> <p>Endo- et ecto-thermie chez les Vertébrés.</p> <p>Flux hydrique dans la plante (voir 7.1), circulation des sèves, 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 (voir 5.3) ; communication dans la réponse immunitaire (voir 4.3) et le développement embryonnaire (voir 5.4.)</p> <p>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>
4.2 – Réception des signaux de l'environnement et intégration de l'information.	<p>Les fonctions sensorielles limitées aux cas de la vision et de la somesthésie. Mouvements réflexes, mouvements volontaires.</p> <p>La photoperception chez les plantes : la lumière comme signal, dans le déterminisme de la floraison (voir 5.4), l'abscission foliaire et le phototropisme. Notion de photorécepteur, principe de fonctionnement des phytochromes.</p> <p>Les exemples procaryotes sont hors-programme.</p>

<p>4.3 – Défenses de l'organisme.</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 – Renouvellement et mort cellulaire (voir 2.3).</p> <p>5.2 – Reproduction asexuée.</p> <p>5.3 – Reproduction sexuée (voir 6.2).</p>	<p>Cycle cellulaire ; son déterminisme moléculaire chez la Levure. Cellules souches animales et cellules méristématiques. Mort cellulaire et apoptose (modalités et rôles biologiques).</p> <p>Modalités et conséquences biologiques, à partir d'exemples végétaux et animaux (Cnidaires). La reproduction monoparentale chez les Métazoaires (parthénogenèse : automixie et apomixie).</p> <p>Totipotence cellulaire et nucléaire, clonage.</p> <p>La culture <i>in vitro</i>, bases biologiques et intérêts (voir 4.1).</p> <p>La diversité des cycles de reproduction des végétaux et des champignons sera étudiée à partir des organismes suivants : Ulve, Fucus, algue rouge trigénétique, <i>Plasmopora</i>, Coprin, Levure, <i>Puccinia graminis</i>, Polytric, Polypode, Pin et une angiosperme.</p> <p>Diversité des modalités de la fécondation à partir des exemples ci-dessus.</p> <p>Modalités de la pollinisation (voir 5.4), incompatibilités pollen-pistil (modèle <i>Brassica</i> uniquement).</p> <p>Déterminisme et différenciation du sexe, lignée germinale et gamétogenèse dans l'espèce humaine (voir 2.3). Anisotropie de l'oeuf et contribution maternelle chez les Métazoaires.</p> <p>Contrôle (neuro-)endocrinien des cycles de reproduction des Mammifères et maîtrise de la reproduction humaine.</p>

<p>5.4 – Croissance et développement et leur contrôle</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, à partir d'organismes animaux modèles classiques. Viviparité et oviparité, lécitotrophie et maternotrophie, annexes embryonnaires. Axes de polarité et identité positionnelle. Détermination et diversification des types cellulaires.</p> <p>Processus morphogénétiques ; organogenèse à partir de quelques exemples : système nerveux et membre. Voir 4.1 et 6.1.</p> <p>Croissance et développement post-embryonnaire des Insectes et des Amphibiens (y compris le contrôle).</p> <p>Le détail des étapes du développement embryonnaire n'est pas au programme.</p>
---	--

<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>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 et 11.3).</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).</p> <p>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 et 11.3).</p> <p>Organisation et polyphylétisme des algues et des champignons (Eumycètes et Oomycètes), à</p>
---	--

<p>6.2 – Génétique des populations et mécanismes de l'évolution</p>	<p>l'aide des exemples du 5.3.</p> <p>Le gène, unité de sélection (gène égoïste).</p> <p>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.</p> <p>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, - compétition - associations symbiotiques et mutualismes : coraux (scléactiniaires), mycorhizes, nodosités, lichens, plastes (voir 2.1 et 6.1) ; - relations hôtes-parasites : <i>Plasmodium</i>, Schistosomes, Cestodes, cas des virus (exemples du 1.3) ; - les parasites des plantes : un exemple de champignon nécrotrophe, de champignon

<p>7.4 – Cycles de la matière et flux d'énergie, à l'échelle de la biosphère.</p> <p>7.5 – Impact des activités humaines sur les écosystèmes. .</p>	<p>biotrophe, de plante hémiparasite et d'holoparasite(voir 4.3).</p> <p>Dynamique des populations (croissance logistique, modèle de Lotka et Volterra, extinction des populations : processus naturels et d'origine anthropique, voir 7.5).</p> <p>Participation des êtres vivants aux cycles de l'azote et du carbone (voir 3.1, 3.2 et 11.4).</p> <p>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 et 11.3).</p>
---	---

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
<p>1 - La Terre dans le système solaire</p> <p>1.1. Le fonctionnement du Soleil.</p> <p>1.2. Les différents types de corps du système solaire : planètes telluriques et non telluriques, astéroïdes, comètes, météorites.</p> <p>1.3. La spécificité de la Terre.</p>	<p>Seule une connaissance des grandes caractéristiques du système solaire est attendue.</p> <p>Bien que le programme soit limité à la connaissance du système solaire, des bases concernant la nucléosynthèse sont attendues.</p>
<p>2 - La structure interne de la Terre</p> <p>2.1. La masse de la Terre.</p> <p>2.2. La nature et les propriétés physico-chimiques des constituants (roches et minéraux) des enveloppes terrestres internes.</p> <p>2.3. Les météorites et la différenciation chimique de la Terre.</p> <p>2.4. Le modèle radial de la Terre.</p>	<p>La masse de la Terre est présentée comme une donnée utile à la connaissance de la structure interne de la Terre.</p> <p>À partir des études sismiques, pétrographiques et expérimentales.</p>
<p>3 - La géodynamique interne du globe terrestre</p> <p>3.1. Le flux de chaleur à la surface du globe, conduction et advection de la chaleur, convection.</p> <p>3.2. La dynamique mantellique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tomographie sismique et hétérogénéités du manteau. • Modèles de convection, panaches. <p>3.3. La dynamique du noyau et le champ magnétique.</p>	<p>On se limite à la composante dipolaire du champ magnétique.</p>

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 isostatique.
 - 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. Sismogénèse.
 - 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.

La diversité d'échelle.

Une nomenclature exhaustive n'est pas attendue.

<ul style="list-style-type: none"> • Variations dans le temps des assemblages minéralogiques présents dans une roche : chemin PTt. <p>5.3. Les transformations structurales et minéralogiques dans leurs contextes géodynamiques.</p>	
<p>6 - Le magmatisme dans son contexte géodynamique</p> <p>6.1. Les processus fondamentaux du magmatisme :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fusion partielle. • Extraction et ascension du magma. • Différenciation magmatique et cristallisation. • Contamination. <p>6.2. Le plutonisme et volcanisme.</p>	<p>À l'aide d'un petit nombre d'exemples, il s'agit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 tholéiitique, du magmatisme calco-alcalin, du magmatisme alcalin et du magmatisme alumineux.
<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. 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.</p> <p>La pédogenèse est traitée dans la partie X 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>
--	---

<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 ^{14}C 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. 	<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 CO_2 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 ;

<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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>
--	---

<p>12 - Les applications des sciences de la Terre</p> <p>12.1 Les ressources minérales et énergétiques dans leur cadre géologique.</p> <p>12.2 Matériaux de construction.</p> <p>12.3 Les eaux continentales de surface et souterraines.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Notion d'aquifère. • L'exploitation, la protection et la gestion des ressources en eau <p>12.4 L'analyse, la prévision et la prévention des aléas et risques.</p>	<p>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.</p> <p>Risque sismique, risque de mouvement de terrain, risque volcanique et risque d'inondation.</p>
--	---

INFORMATIONS PRATIQUES

Les conditions d'accès au CAPES et l'organisation du concours

Pour se présenter au CAPES il faut :

- une licence ou un diplôme de niveau au moins égal ;
- être ressortissant de l'Union Européenne ou d'un État faisant partie de l'Espace Economique Européen ;
- avoir un casier judiciaire vierge.

Aucune condition d'âge n'est exigée.

La **préparation** au concours se réalise dans le cadre des IUFM. On peut également se préparer seul avec l'aide du CNED. Le programme du concours est publié dans le numéro spécial du BOEN en mai de l'année précédente.

L'inscription au concours se réalise auprès du rectorat de votre académie (dates à respecter impérativement : cf. B.O.E.N. spécial n° 6 du 16/06/2005).

Le concours :

- jusqu'à la session 2005, il comprend deux épreuves écrites d'admissibilité (biologie, 6 heures, coefficient 4 ; géologie, 4 heures, coefficient 2) et deux épreuves orales d'admission (exposé scientifique, préparation 3 heures, durée de l'exposé 35 minutes, premier entretien 10 minutes, second entretien 15 minutes, coefficient 5 ; épreuve sur dossier, préparation 2 heures, durée de l'exposé 30 minutes, entretien 30 minutes maximum, coefficient 3) ;
- à partir de la session 2006, il comprend deux épreuves écrites d'admissibilité (biologie, 6 heures, coefficient 5 ; géologie, 5 heures, coefficient 3) et deux épreuves orales d'admission (exposé scientifique, préparation 3 heures, durée de l'exposé 30 minutes, premier entretien 10 minutes, second entretien 20 minutes, coefficient 5 ; épreuve sur dossier, préparation 3 heures, durée de l'exposé 30 minutes, entretien 30 minutes maximum, coefficient 3).

Les épreuves écrites ont lieu dans les centres d'écrit répartis en métropole et outre-mer. Les épreuves orales ont lieu à Paris ; pour la session 2005, elles se sont déroulées au lycée Henri IV, 23 rue Clovis (5^{ème}).

Après la réussite au concours vous êtes rémunéré en qualité de professeur stagiaire durant un an. Le stage est validé par un examen de qualification professionnelle. Après réussite à cet examen vous êtes titularisé(e) dans le corps des professeurs certifiés.

Où obtenir des informations pratiques détaillées ?

Le Centre Régional de Documentation Pédagogique (CRDP) de votre académie possède une importante documentation et les textes officiels relatifs au concours.

Sont particulièrement utiles :

- le numéro 17 du 28 avril 2005 du BOEN, qui définit les nouvelles modalités du concours à partir de la session 2006 ;
- le numéro spécial du BOEN publié en mai, où figurent les programmes (BO spécial n°5 du 19 mai 2005 pour la session 2006) ;
- le numéro spécial du BOEN publié en juin, qui précise les modalités d'inscription (BO spécial n°6 du 16 juin 2005 pour la session 2006) ;
- la brochure « Enseigner dans les collèges et lycées » où figure un annuaire d'adresses utiles (IUFM, Rectorats, CRDP) pour chaque académie ;
- sur Internet, le serveur du ministère de l'éducation, de l'enseignement supérieur et de la recherche :

<http://www.education.gouv.fr/>

Autres sources de documentation

Deux cassettes vidéo, d'un prix modique, éditées par le CNED :

- CAPES externe de SVT : exemples d'épreuves orales (réf. 714)
- Les épreuves orales au CAPES externe de SVT (réf. 928)

CNED

tél. : 05 49 49 94 94

Internet : <http://www.cned.fr>

Minitel : 3615 CNED

ou par courrier : CNED - BP 60200 – Futuroscope CHASSENEUIL cedex

Le site Internet du CAPES externe de SVT :

<http://svt-capes.scola.ac-paris.fr>