

MINISTÈRE DE LA JEUNESSE, DE L'ÉDUCATION NATIONALE 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 LAVIE ET DE LA TERRE

Rapport présenté par M^{me} Annie MAMECIER,

Inspecteur **G**énéral de l'Éducation **N**ationale

Président du jury

SESSION 2004

Le jury du CAPES-CAFEP 2004

Président

M^{me} Annie MAMECIER Inspecteur général de SVT

Vice-présidents

M. Guy MENANT Inspecteur général de SVT
M. André SCHAAF Professeur, Université de Strasbourg

Membres du jury

M. Michel ARNAUD	Maître de conférences, Université d'Aix-Marseille
M. Bernard AUGÈRE	Professeur agrégé, Académie de Toulouse
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. Pierre BEAUJARD	Professeur agrégé, Académie de Nantes
M ^{me} Ghislaine BEAUX	Professeur agrégé, Académie de Versailles
M ^{me} Catherine BERRIER	Maître de conférences, Université de Paris-Sud
M ^{me} Michèle BLAISE	Professeur agrégé, Académie de Paris
M. Christian BOCK	Professeur agrégé, Académie de Paris-Sud
M ^{me} Claude BRIAULT	Professeur agrégé, Académie de Poitiers
M. Franck BRIGNOLAS	Maître de conférences, Université d'Orléans
M. Gérard BRULÉ	Professeur, Université d'Amiens
M. Rémi CADET	Maître de conférences, Université de Clermont-Ferrand
M. Roland CALDERON	IA-IPR, Académie d'Aix-Marseille
M. Jean-Claude CALLEN	Maître de conférences, Université de Paris-Sud
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 ^{me} Annie DELETTRE	Professeur agrégé, Académie de Créteil
M. André DUCO	IA-IPR, Académie de Clermont-Ferrand
M ^{lle} Claude FARISON	Professeur agrégé, Académie de Lyon
M. Marc FOURNIER	Maître de conférences, Université de Paris VI
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. Georges GROUSSET	IA-IPR, Académie de Lyon

M ^{me} Isabelle HURIOT	Professeur agrégé, Académie de Reims
M ^{me} Maryse JAÏ	Professeur agrégé, Académie de Paris
M ^{me} Catherine JEAN-MARIE	Professeur agrégé, Académie de Lyon
M. Claude JOSEPH	Maître de conférences, Université d'Orléans
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 ^{lle} Valérie LÈGUE	Maître de conférences, Université de Nancy
M. Jean-Marie LÉPOUCHARD	IA-IPR, Académie de Créteil
M. Philippe LESUR	Professeur agrégé, Académie de Paris
M. Jean-Pierre LEVISTRE	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. Gilles MERZERAUD	Maître de conférences, Université de Montpellier
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. Daniel PANSIERI	Professeur agrégé, Académie d'Aix-Marseille
M. Daniel PETIT	Professeur, Université de Lille
M. Émilien-Pierre PETIT	IA-IPR, Académie de La Martinique
M. Éric QUEINNEC	Maître de conférences, Université de Paris VI
M. François ROSÉ	Professeur agrégé, Académie de Paris
M ^{me} Anne-Marie ROSSETTO	Professeur agrégé, Académie de Versailles
M. Alain SARRIEAU	Professeur, Université de Bordeaux
M. Jean-Luc SCHNEIDER	Professeur, Université de Bordeaux
M. Marc-André SELOSSE	Professeur, Université de Montpellier
M ^{me} Marie-Claude YON	Professeur agrégé, Académie de Reims
M. Daniel ZACHARY	Professeur, Université de Strasbourg

Pour la session 2004 du concours, la Direction des Personnels enseignants a annoncé 110 postes pour le CAFEP et 594 postes pour le CAPES, soit une diminution du nombre de postes respectivement de 15,4% et 39,5% par rapport à la session précédente (130 et 855). Le 19 juillet, une liste principale de 54 admis au CAFEP et 594 admis au CAPES a été signée. Aucune liste complémentaire de noms n'a été établie. Ainsi, la session 2004 du concours a permis de recruter 648 stagiaires en sciences de la vie et de la Terre.

1196 des 4325 candidats inscrits aux épreuves écrites ont été déclarés admissibles au CAPES. Sur les 626 candidats inscrits au CAFEP, 112 ont été déclarés admissibles. La barre d'admissibilité a été fixée à 06,55/20 pour les deux concours (la barre était à 06/20 l'an dernier). Le meilleur total d'écrit a été de 105,60/120 pour le CAPES et de 104,73/120 pour le CAFEP. Par rapport à la session précédente, on note une très légère augmentation du nombre de candidats inscrits au CAPES (+ 80, soit 1,9 %) et une augmentation importante du nombre de candidats postulants au CAFEP (+ 167, soit 36,4 %).

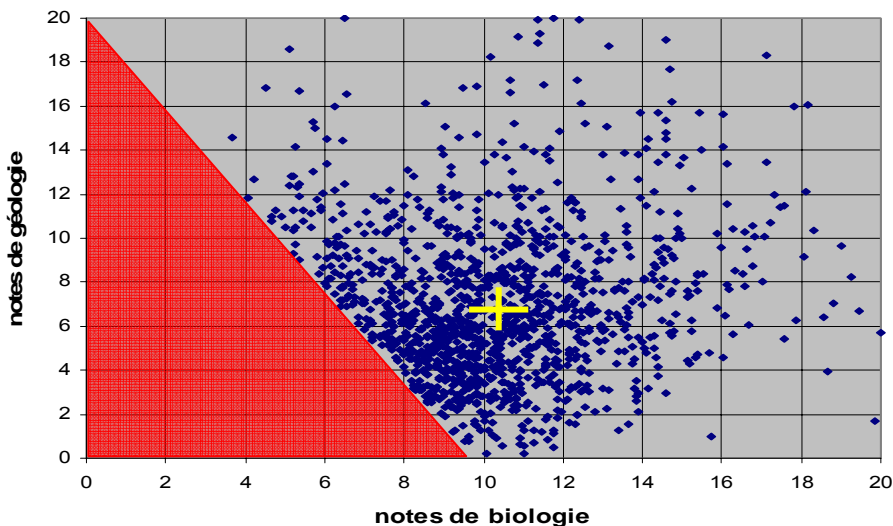
Au total ce sont donc 4951 candidats qui se sont inscrits au CAPES-CAFEP de SVT, 3797 (soit près de 77%) ont terminé les deux épreuves et le tiers de ces derniers a été déclaré admissible. La réduction du nombre de postes mis au concours et l'augmentation du nombre de candidats ont nettement accentué la pression sélective du concours 2004 : 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).

1313 candidats (1201 pour le CAPES et 112 pour le CAFEP) ont été convoqués au lycée Victor Duruy, 33 boulevard des Invalides, 75007 PARIS pour les épreuves orales, dont 5 candidats normaliens dispensés d'écrit. Les oraux se sont déroulés du 18 juin au 18 juillet 2004. Je tiens à remercier tous les candidats admis à différents concours : professeurs des écoles, concours de l'agriculture, CAPES interne et réservé qui ont démissionné du CAPES externe afin de libérer leur poste. Mes remerciements vont également à Monsieur DAUCA, président de l'agrégation externe, qui a accepté de terminer le concours plus tôt que les années précédentes afin de faire passer les candidats double-admissibles, non reçus à l'agrégation, dans de bonnes conditions (83 étudiants) et permettent à grand nombre d'obtenir le CAPES.

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%).

Pour les 1313 candidat(e)s admissibles les notes des épreuves écrites et orales sont les suivantes.

Écrit	Biologie	Géologie	Total/ 20
Note moyenne /20	10,36	7,04	9,25
Écart-type	2,56	3,41	2,07
Note la plus haute /20	20,00	20,00	17,51
Note la plus basse /20	3,66	0,22	6,55



La repartition des notes d'écrit des candidat(e)s admissibles

Épreuve scientifique	Exposé	Premier entretien	Second entretien
Note moyenne /20	5,91	5,06	9,29
Écart-type	3,66	3,50	3,76
Note la plus haute /20	20,00	20,00	19,67
Note la plus basse /20	0	0	0

Épreuve sur dossier	Exposé	Entretien
Note moyenne /20	5,89	6,12
Écart-type	3,59	3,69
Note la plus haute /20	18,67	18,67
Note la plus basse /20	0	0

TOTAL ORAL
6,47
2,53
18,69
0,75

Le dernier candidat reçu au CAPES a obtenu un total de 101,34 points sur 280 soit 7,23 sur 20. Le dernier candidat reçu au CAFEP a le même total, ce qui explique le fait qu'il n'y ait que 54 admis pour les 110 postes proposés.

La candidate reçue 1^{ère} du concours a obtenu un total de 254,58 sur 280 soit 18,18 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, aucune modification majeure n'a été faite pour la session prochaine. Le programme 2005, très légèrement modifié est paru au BO spécial n° 5 du 20 mai 2004, et rappelé en fin de rapport. Par contre, un groupe de travail est constitué afin de faire des propositions à Monsieur le Directeur des Personnels pour une refonte complète du programme. Cette décision prise par l'ensemble du jury est liée d'une part, à la mise en place du LMD dans les universités et, d'autre part, le 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. Le bilan des travaux sera donné à la réunion des formateurs organisée par le ministère et animée par Monsieur DAUÇA et moi-même au mois d'octobre. Les formateurs concernés doivent se faire connaître auprès de Madame Virginie TROISPOUX (virginie.troispoux@education.gouv.fr) afin qu'elle puisse établir les invitations.

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 4 et une épreuve de géologie à coefficient 2. 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. Trois conseils cependant :

- dominer au maximum le contenu scientifique du programme,
- s'entraîner à des synthèses pouvant intégrer des informations apportées par l'étude de documents,
- s'entraîner à une illustration pertinente.

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 sous 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) Aucune modification n'est envisagée pour l'épreuve sur dossier. Pour la session 2005, les programmes restent les mêmes de la 6^{ème} à la Terminale. 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} et Terminale) ou les **Itinéraires De Découverte** (cycle central) puisque ces nouvelles modalités pédagogiques sont conduites dans plusieurs disciplines. Par contre, ces innovations pédagogiques doivent être connues 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.

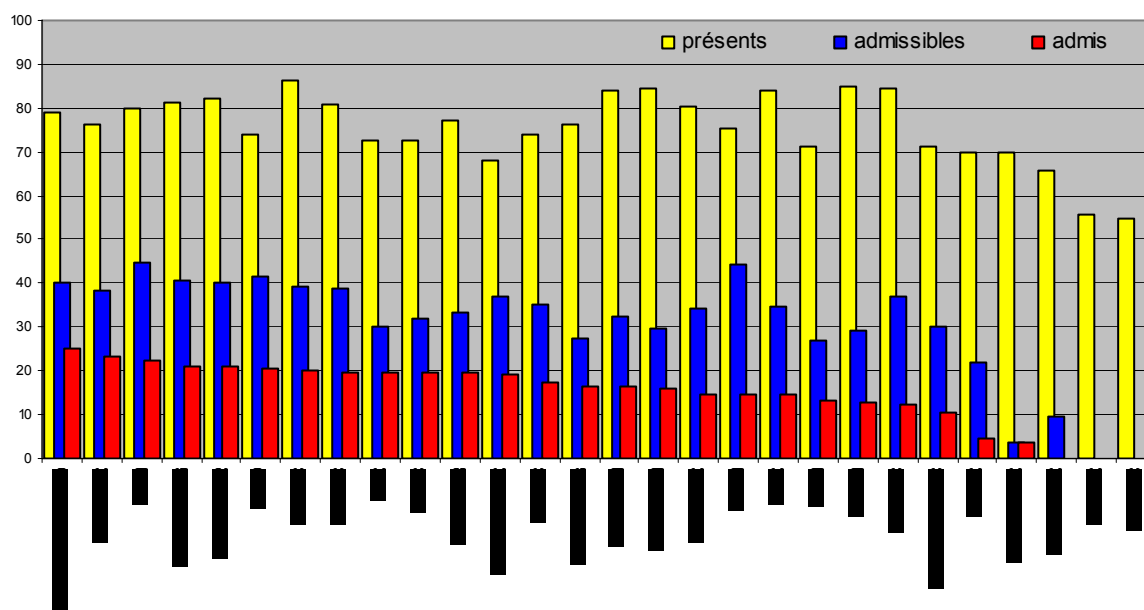
Je conclurai cette introduction en remerciant l'équipe administrative du lycée Victor Duruy pour son accueil et son aide afin que le concours se déroule dans de bonnes conditions. Mes remerciements s'adressent également à l'ensemble des membres du jury pour leur compétence, leur disponibilité, leur écoute et leur impartialité. Enfin, je remercie l'équipe technique à laquelle j'associe les agrégés préparateurs, pour son dévouement, son professionnalisme et sa gentillesse. Même si la majorité des candidats ont un comportement exemplaire, je regrette qu'un grand nombre d'entre eux se distinguent par des comportements peu compatibles avec la déontologie liée à leur futur métier d'éducateur.

Annie MAMECIER
Inspectrice générale de l'éducation nationale
Présidente du jury

ANNEXES

Centres d'écrits	inscrits	présents	présents/inscrits	admissibles	admissibles/inscrits	admissibles/présents	admis	admis/inscrits	admis/présents	admis/admissibles
AIX-MARSEILLE	222	151	68,02%	56	25,23%	37,09%	29	13,06%	19,21%	51,79%
AMIENS	100	74	74,00%	26	26,00%	35,14%	13	13,00%	17,57%	50,00%
BESANCON	88	74	84,09%	24	27,27%	32,43%	12	13,64%	16,22%	50,00%
BORDEAUX	253	195	77,08%	65	25,69%	33,33%	38	15,02%	19,49%	58,46%
CAEN	94	67	71,28%	18	19,15%	26,87%	9	9,57%	13,43%	50,00%
CLERMONT-FERRAND	91	72	79,12%	29	31,87%	40,28%	18	19,78%	25,00%	62,07%
CORSE	33	23	69,70%	5	15,15%	21,74%	1	3,03%	4,35%	20,00%
C-P-V	600	445	74,17%	184	30,67%	41,35%	91	15,17%	20,45%	49,46%
DIJON	126	95	75,40%	42	33,33%	44,21%	14	11,11%	14,74%	33,33%
GRENOBLE	208	159	76,44%	61	29,33%	38,36%	37	17,79%	23,27%	60,66%
GUADELOUPE	40	28	70,00%	1	2,50%	3,57%	1	2,50%	3,57%	100,00%
GUYANE	18	10	55,56%	0						
LA REUNION	104	88	84,62%	26	25,00%	29,55%	14	13,46%	15,91%	53,85%
LILLE	266	224	84,21%	78	29,32%	34,82%	33	12,41%	14,73%	42,31%
LIMOGES	40	22	55,00%	0						
LYON	213	170	79,81%	76	35,68%	44,71%	38	17,84%	22,35%	50,00%
MARTINIQUE	32	21	65,63%	2	6,25%	9,52%	0			
MONTPELLIER	249	190	76,31%	52	20,88%	27,37%	31	12,45%	16,32%	59,62%
NANCY-METZ	139	114	82,01%	46	33,09%	40,35%	24	17,27%	21,05%	52,17%
NANTES	168	136	80,95%	53	31,55%	38,97%	27	16,07%	19,85%	50,94%
NICE	91	66	72,53%	20	21,98%	30,30%	13	14,29%	19,70%	65,00%
ORLEANS-TOURS	121	86	71,07%	26	21,49%	30,23%	9	7,44%	10,47%	34,62%
POITIERS	161	136	84,47%	50	31,06%	36,76%	17	10,56%	12,50%	34,00%
REIMS	77	56	72,73%	18	23,38%	32,14%	11	14,29%	19,64%	61,11%
RENNES	241	208	86,31%	82	34,02%	39,42%	42	17,43%	20,19%	51,22%
ROUEN	121	103	85,12%	30	24,79%	29,13%	13	10,74%	12,62%	43,33%
STRASBOURG	151	123	81,46%	50	33,11%	40,65%	26	17,22%	21,14%	52,00%
TOULOUSE	278	223	80,22%	76	27,34%	34,08%	33	11,87%	14,80%	43,42%
	4325	3359	77,66%	1196	27,65%	35,61%	594	13,73%	17,68%	49,67%

Les statistiques du CAPES 2004



Centres d'écrits	inscrits	présents	présents/inscrits	admissibles	admissibles/inscrits		admis	admis/inscrits		adm./prés.	adm./admiss.
AIX-MARSEILLE	39	29	74,36%	6	15,38%	20,69%	4	10,26%	13,79%	66,67%	
AMIENS	11	8	72,73%	4	36,36%	50,00%	1	9,09%	12,50%	25,00%	
BESANCON	14	8	57,14%	0							
BORDEAUX	30	19	63,33%	8	26,67%	42,11%	4	13,33%	21,05%	50,00%	
CAEN	8	5	62,50%	2	25,00%	40,00%	0				
CLERMONT-FERRAND	18	13	72,22%	5	27,78%	38,46%	3	16,67%	23,08%	60,00%	
CORSE	1	0	0,00%								
C-P-V	62	39	62,90%	6	9,68%	15,38%	2	3,23%	5,13%	33,33%	
DIJON	20	14	70,00%	1	5,00%	7,14%	1	5,00%	7,14%	100,00%	
GRENOBLE	23	15	65,22%	2	8,70%	13,33%	2	8,70%	13,33%	100,00%	
LA REUNION	2	2	100,00%	1	50,00%	50,00%	1	50,00%	50,00%	100,00%	
LILLE	56	44	78,57%	9	16,07%	20,45%	5	8,93%	11,36%	55,56%	
LIMOGES	5	3	60,00%	1	20,00%	33,33%	0				
LYON	53	35	66,04%	10	18,87%	28,57%	5	9,43%	14,29%	50,00%	
MARTINIQUE	2	1	50,00%	0			0				
MONTPELLIER	42	24	57,14%	4	9,52%	16,67%	2	4,76%	8,33%	50,00%	
NANCY-METZ	13	5	38,46%	0							
NANTES	56	44	78,57%	19	33,93%	43,18%	12	21,43%	27,27%	63,16%	
NICE	13	10	76,92%	0							
ORLÉANS-TOURS	7	3	42,86%	0							
POITIERS	8	6	75,00%	3	37,50%	50,00%	0				
REIMS	13	8	61,54%	3	23,08%	37,50%	1	7,69%	12,50%	33,33%	
RENNES	70	58	82,86%	13	18,57%	22,41%	5	7,14%	8,62%	38,46%	
ROUEN	10	7	70,00%	1	10,00%	14,29%	1	10,00%	14,29%	100,00%	
STRASBOURG	9	6	66,67%	1	11,11%	16,67%	1	11,11%	16,67%	100,00%	
TOULOUSE	41	32	78,05%	13	31,71%	40,63%	4	9,76%	12,50%	30,77%	
	626	438	69,97%	112	17,89%	25,57%	54	8,63%	12,33%	48,21%	

Les statistiques du CAFEP 2004

	CAPES					CAFEP				
	inscrits	présents	admissibles	présents/inscrits	admissibles/présents	inscrits	présents	admissibles	présents/inscrits	admissibles/présents
ELEVE IUFM de 1ère ANNEE	1033	1018	663	98,55%	65,13%	69	66	50	95,65%	72,46%
ETUDIANT HORS IUFM	1328	1126	290	84,79%	25,75%	95	74	19	77,89%	20,00%
SANS EMPLOI	613	350	84	57,10%	24,00%	117	63	13	53,85%	11,11%
CONTRACTUEL 2ND DEGRE	522	365	65	69,92%	17,81%	26	13	1	50,00%	3,85%
VACATAIRE DU 2ND DEGRE	124	90	20	72,58%	22,22%	26	18	2	69,23%	7,69%
SURVEILLANT D'EXTERNAT	97	77	16	79,38%	20,78%	12	7	1	58,33%	8,33%
ELEVE D'UNE ENS	13	13	13	100,00%	100,00%	1	1	0	100,00%	0,00%
ASSISTANT D'EDUCATION	73	47	9	64,38%	19,15%	2	1	0	50,00%	0,00%
MAITRE AUXILIAIRE	69	43	8	62,32%	18,60%	169	130	18	76,92%	10,65%
SALARIES SECTEUR TERTIAIRE	73	41	7	56,16%	17,07%	14	8	0	57,14%	0,00%
CONTRACT ENSEIGNANT SUPERIEUR	16	12	4	75,00%	33,33%	3	1	1	33,33%	33,33%
MAITRE D'INTERNAT	54	37	3	68,52%	8,11%	-	-	-	-	-
SALARIES SECTEUR INDUSTRIEL	35	13	3	37,14%	23,08%	3	1	0	33,33%	0,00%
EMPLOI-JEUNES HORS MEN	20	9	2	45,00%	22,22%	2	1	0	50,00%	0,00%
PERS FONCTION PUBLIQUE	14	9	2	64,29%	22,22%	1	0	0	0,00%	0,00%
CADRES SECT PRIVE CONV COLLECT	53	15	1	28,30%	6,67%	15	7	0	46,67%	0,00%
FORMATEURS DANS SECTEUR PRIVE	25	15	1	60,00%	6,67%	6	4	1	66,67%	16,67%
MAITRE OU DOCUMENT. DELEGUE	12	8	1	66,67%	12,50%	24	16	4	66,67%	16,67%
AG NON TITULAIRE FONCT PUBLIQ	11	6	1	54,55%	16,67%	-	-	-	-	-
PERS ENSEIG NON TIT FONCT PUB	8	7	1	87,50%	14,29%	2	1	1	50,00%	50,00%
ENSEIGNANT DU SUPERIEUR	6	4	1	66,67%	25,00%	4	3	0	75,00%	-
CERTIFIE	4	2	1	50,00%	50,00%	-	-	-	-	-
PLP	12	3	0	25,00%	-	1	1	0	100,00%	-
PROFESSEUR ECOLES	10	4	0	40,00%	-	-	-	-	-	-
MAIT. OU DOCUMENT. AGREE REM MA	8	4	0	50,00%	-	17	13	1	76,47%	5,88%
PERS ADM ET TECH MEN	8	6	0	75,00%	-	-	-	-	-	-
PROFESSIONS LIBERALES	8	1	0	12,50%	-	3	1	0	33,33%	-
AIDES EDUCATEURS 2ND DEGRE	7	5	0	71,43%	-	-	-	-	-	-
CONTRACTUEL APPRENTISSAGE(CFA)	6	2	0	33,33%	-	-	-	-	-	-
VACATAIRE ENSEIGNANT DU SUP.	6	3	0	50,00%	-	2	1	0	50,00%	-
ARTISANS/COMMERCANTS	5	2	0	40,00%	-	1	0	0	-	-
CONTRACTUEL FORMATION CONTIN.	5	3	0	60,00%	-	-	-	-	-	-
EMPLOI-JEUNES MEN	5	1	0	20,00%	-	3	3	0	100,00%	-
FONCT STAGIAIRE FONCT PUBLIQUE	5	2	0	40,00%	-	1	0	0	-	-
PERS FONCT HOSPITAL	5	1	0	20,00%	-	1	0	0	-	-
ADJOINT D'ENSEIGNEMENT	3	2	0	66,67%	-	1	0	0	-	-
AIDES EDUCATEURS 1ER DEGRE	3	2	0	66,67%	-	-	-	-	-	-
PERS ENSEIG NON TIT 2 DE.AEFE	3	3	0	100,00%	-	1	1	0	100,00%	-
PERS ENSEIG NON TIT ETAB SCOL.ETR	3	1	0	33,33%	-	1	1	0	100,00%	-
AG NON TITULAIRE FONCT TERRIT.	2	2	0	100,00%	-	-	-	-	-	-
INSTITUTEUR SUPPLEANT	2	0	0	-	-	1	1	0	100,00%	-
MAIT. OU DOCUMENT. AGREE REM TIT	2	1	0	50,00%	-	-	-	-	-	-
MILITAIRE	2	1	0	50,00%	-	-	-	-	-	-
PERS FONCT TERRITORIALE	2	0	0	-	-	-	-	-	-	-
STAGIAIRE IUFM 2E DEGRE COL/LY	2	1	0	50,00%	-	-	-	-	-	-
AG NON TITULAIRE FONCT HOSPITAL	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-
CONTRACT MEN ADM OU TECHNIQUE	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-
CONTRACTUEL INSERTION(MGI)	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-
FONCT STAGI FONCT HOSPITAL	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-
INSTITUTEUR	1	1	0	100,00%	-	-	-	-	-	-
PROFESSEUR ASSOCIE 2ND DEGRE	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-
STAGIAIRE IUFM PROF DES ECOLES	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-
STAGIAIRE SITUATION 2E DEGRE	1	1	0	100,00%	-	-	-	-	-	-
VACATAIRE APPRENTISSAGE (CFA)	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-

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	1018	663	401	39,39%	60,48%	66	50	33	50,00%	66,00%
ETUDIANT HORS IUFM	1126	290	122	10,83%	42,07%	74	19	8	10,81%	42,11%
SANS EMPLOI	350	84	26	7,43%	30,95%	63	13	5	7,94%	38,46%
CONTRACTUEL 2ND DEGRE	365	65	17	4,66%	26,15%	13	1	0	-	-
VACATAIRE DU 2ND DEGRE	90	20	2	2,22%	10,00%	18	2	1	5,56%	50,00%
SURVEILLANT D'EXTERNAT	77	16	2	2,60%	12,50%	7	1	0	-	-
ELEVE D'UNE ENS	13	13	4	30,77%	30,77%	-	-	-	-	-
ASSISTANT D'EDUCATION	47	9	2	4,26%	22,22%	-	-	-	-	-
MAITRE AUXILIAIRE	43	8	6	13,95%	75,00%	130	18	5	3,85%	27,78%
SALARIES SECTEUR TERTIAIRE	41	7	4	9,76%	57,14%	-	-	-	-	-
CONTRACT ENSEIGNANT SUPERIEUR	12	4	2	16,67%	50,00%	1	1	0	-	-
MAITRE D'INTERNAT	37	3	0	-	-	-	-	-	-	-
SALARIES SECTEUR INDUSTRIEL	13	3	1	7,69%	33,33%	-	-	-	-	-
EMPLOI-JEUNES HORS MEN	9	2	0	-	-	-	-	-	-	-
PERS FONCTION PUBLIQUE	9	2	1	11,11%	50,00%	-	-	-	-	-
CADRES SECT PRIVE CONV COLLECT	15	1	1	6,67%	100,00%	-	-	-	-	-
FORMATEURS DANS SECTEUR PRIVE	15	1	1	6,67%	100,00%	4	1	0	-	-
MAITRE OU DOCUMENT. DELEGUE	8	1	0	-	-	16	4	2	12,50%	50,00%
AG NON TITULAIRE FONCT PUBLIQ	6	1	0	0,00%	0,00%	-	-	-	-	-
PERS ENSEIG NON TIT FONCT PUB	7	1	1	14,29%	100,00%	1	1	0	-	-
ENSEIGNANT DU SUPERIEUR	4	1	1	25,00%	100,00%	-	-	-	-	-
CERTIFIE	2	1	0	-	-	-	-	-	-	-
MAIT. OU DOCUMENT. AGREE REM MA	4	0				13	1	0	-	-

La répartition par profession et les résultats d'admission

LE SUJET

QUELQUES ASPECTS DE LA RESPIRATION DES VERTÉBRÉS

On entend par respiration l'ensemble des processus assurant l'apport d'O₂ aux cellules, l'élimination du CO₂ vers le milieu extérieur ainsi que les mécanismes intracellulaires de l'utilisation de l'O₂ et de la production du CO₂ à des fins énergétiques.

1) La respiration au niveau cellulaire

En exploitant les figures 1, 2 et 3 et vos connaissances, présentez les principales étapes de la respiration cellulaire. L'analyse détaillée de la figure 1 n'est pas demandée, mais celle-ci contient des informations utiles à l'analyse des figures 2 et 3. Vous préciserez notamment l'origine de l'acétyl-CoA, le mécanisme mitochondrial de production d'ATP et son contrôle.

2) Les paramètres physiques des milieux respiratoires

À partir des données contenues dans le tableau 1, dégagez les contraintes liées à chaque milieu pour la fonction respiratoire. À partir de vos connaissances, montrez en quoi les appareils respiratoires des poissons téléostéens et des mammifères sont adaptés à ces contraintes.

3) La ventilation et son contrôle

En exploitant la figure 4 (A, B et C), présentez le rôle du surfactant alvéolaire. Précisez son origine et sa composition.

Après avoir précisé l'utilité de la ventilation des appareils respiratoires, analysez l'influence respective de l'O₂ et du CO₂ sur le débit ventilatoire de l'Homme en exploitant la figure 5. Précisez les mécanismes par lesquels agissent l'O₂ et le CO₂.

Les poissons présentent-ils la même sensibilité à l'O₂ et au CO₂ que les mammifères ?

Conclure en établissant la relation entre les modalités de contrôle du débit ventilatoire et le milieu de vie chez les vertébrés.

4) Le transport et les échanges des gaz respiratoires

À partir de vos connaissances et de l'exploitation du tableau 2 et de la figure 6, présentez les modalités du transport sanguin de l'O₂ et du CO₂, ainsi que les mécanismes permettant les échanges gazeux au niveau de la zone d'hématose et au niveau des tissus. Montrez en quoi certaines modalités du transport des gaz respiratoires sont de nature à faciliter les échanges aux niveaux tissulaire et pulmonaire.

5) L'ajustement des échanges gazeux aux besoins de l'organisme : exemple de l'exercice physique

En exploitant les figures 7 et 8 présentez les mécanismes permettant d'ajuster les échanges gazeux aux besoins créés par l'exercice.

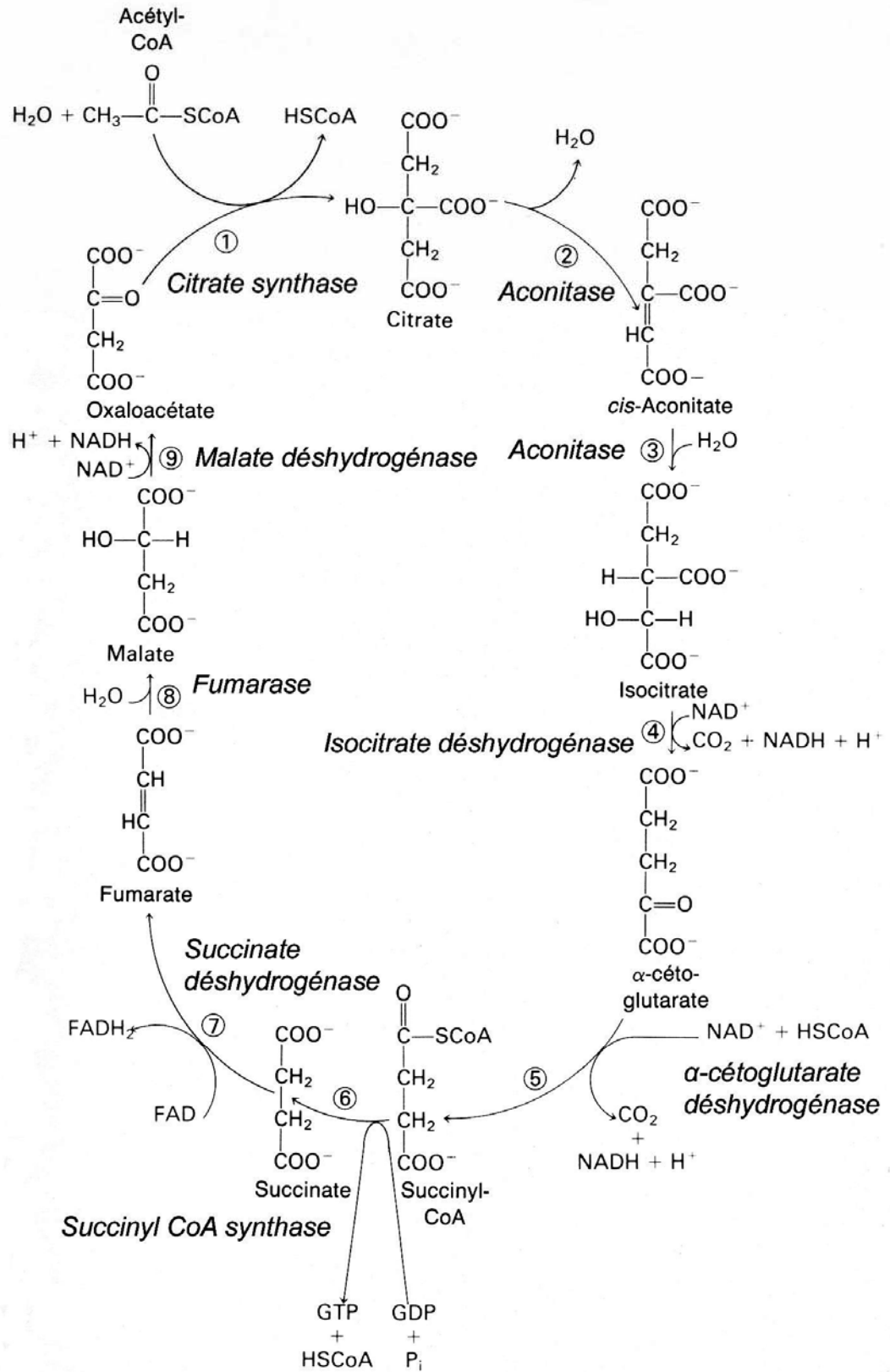


Fig 1 : Cycle de l'acide citrique (cycle de Krebs)

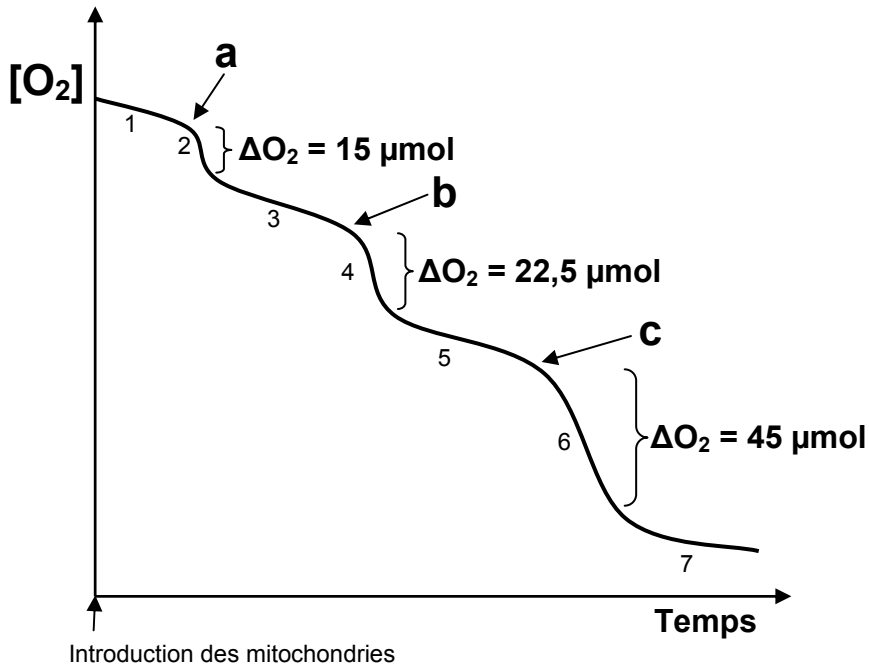


Fig 2 : Mesure de la concentration de l'O₂ au cours du temps, à l'aide d'une électrode de Clark, dans un milieu adéquat contenant une suspension de mitochondries.

Les mitochondries sont ajoutées au temps 0 (d'après VOET & VOET, Biochimie, DeBoeck – Université)

- a) Addition de 90 μmol d'ADP et d'un excès de β-hydroxybutyrate ;
consommation d'O₂ de la région 2 : ΔO₂ = 15 μmol.
Le β-hydroxybutyrate est oxydé par une déshydrogénase à NAD⁺ dans les mitochondries ; l'addition de malate à la place du β-hydroxybutyrate aurait donné le même résultat.
- b) Addition de 90 μmol d'ADP, d'un excès de succinate et de roténone ;
consommation d'O₂ de la région 4 : ΔO₂ = 22,5 μmol.
La roténone inhibe le transfert d'électrons en provenance du NADH.
- c) Addition de 90 μmol d'ADP, d'antimycine, et d'un excès du mélange ascorbate + TMPD ;
consommation d'O₂ de la région 6 : ΔO₂ = 45 μmol.
Le TMPD (tétraméthyl-p-phénylènediamine) est un transporteur d'électrons réduit par l'ascorbate et qui transfère ses électrons directement au cytochrome c. L'antimycine inhibe le transfert d'électrons provenant du FADH₂.

Remarque : les trois expériences sont réalisées successivement sur la même préparation mitochondriale.

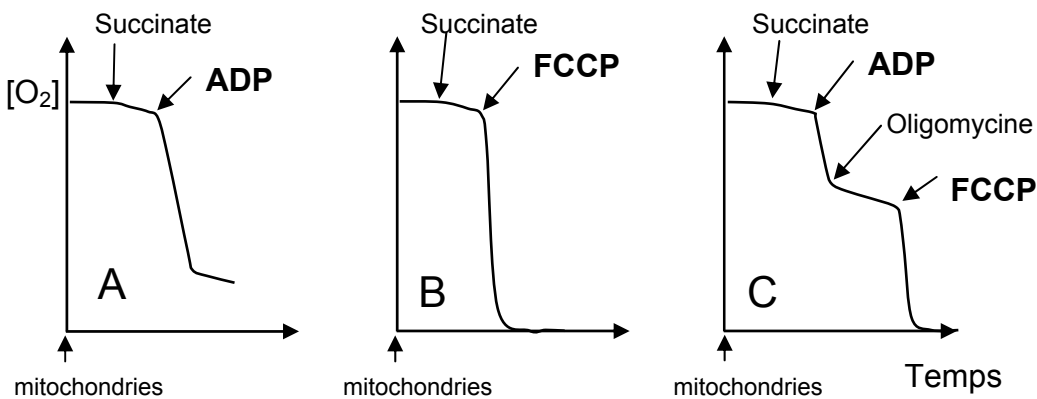


Fig 3 : On réalise trois expériences indépendantes (A, B et C) avec trois suspensions mitochondriales identiques. La concentration de l'O₂ dans le milieu d'incubation des mitochondries est mesurée au cours du temps à l'aide d'une électrode de Clark. On ajoute successivement les substances indiquées sur les graphiques (d'après SHECHTER, Biochimie et biophysique des membranes, Dunod)

- ADP : adénosine diphosphate.
- FCCP : substance protonophore (le dinitrophénol aurait le même effet).
- Oligomycine : inhibiteur de l'ATP synthétase.

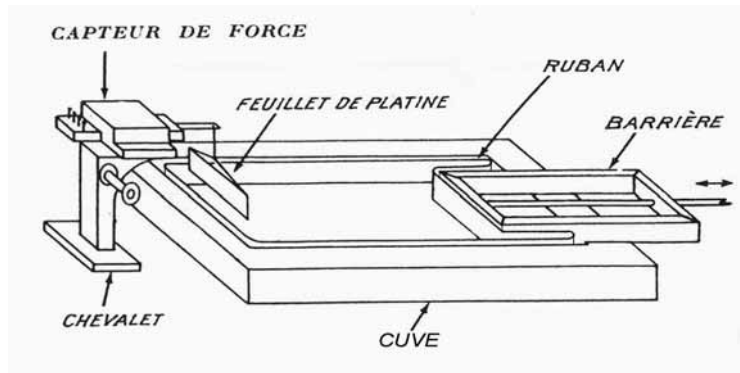


Fig 4A : Balance de surface de Clements (d'après COMROE, *Physiologie de la respiration*, Masson)

Ce dispositif, appelé balance de surface, permet de mesurer la tension superficielle à la surface d'un liquide tout en faisant varier la dimension de cette surface.

Le liquide à tester est placé dans une cuve délimitée par une barrière mobile mue par un moteur. Le déplacement de la barrière vers la gauche réduit la surface de la cuve jusqu'à 20 % de sa taille initiale, puis un déplacement vers la droite rétablit la surface initiale (100 %). La tension superficielle est mesurée en suspendant un feuillet de platine dans le liquide et en mesurant la traction de la surface liquidienne sur le feuillet à l'aide d'un capteur de force.

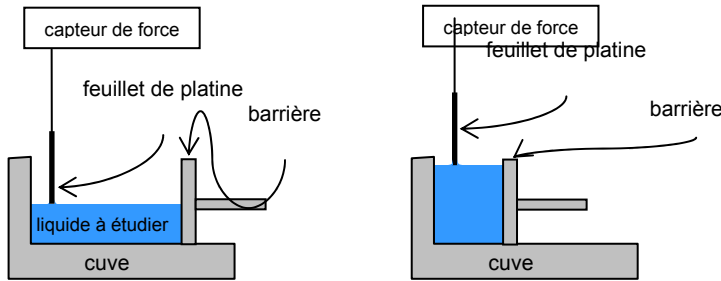


Fig 4B : Coupes verticales schématiques de la balance de surface

- À gauche : la barrière est en position initiale.
- À droite : la barrière est déplacée vers la gauche, réduisant ainsi la surface de la cuve.

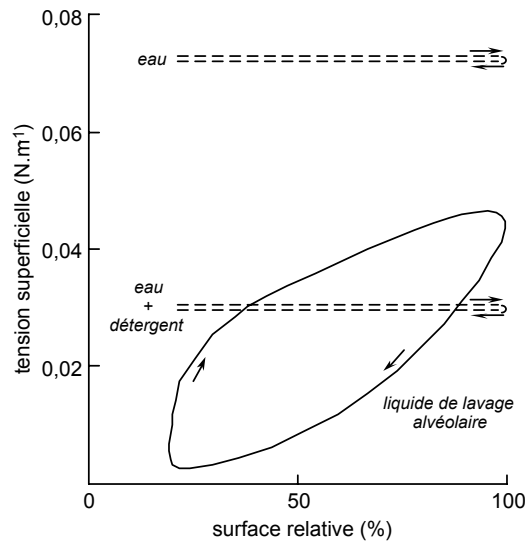


Fig 4C : Tension superficielle en fonction de la surface relative de la cuve de la balance de surface (d'après COMROE, *Physiologie de la respiration*, Masson)

La tension superficielle est mesurée avec une balance de surface dont la cuve contient soit de l'eau, soit de l'eau additionnée de détergent, soit une solution aqueuse ayant préalablement servi à réaliser le lavage alvéolaire d'un poumon de mammifère.

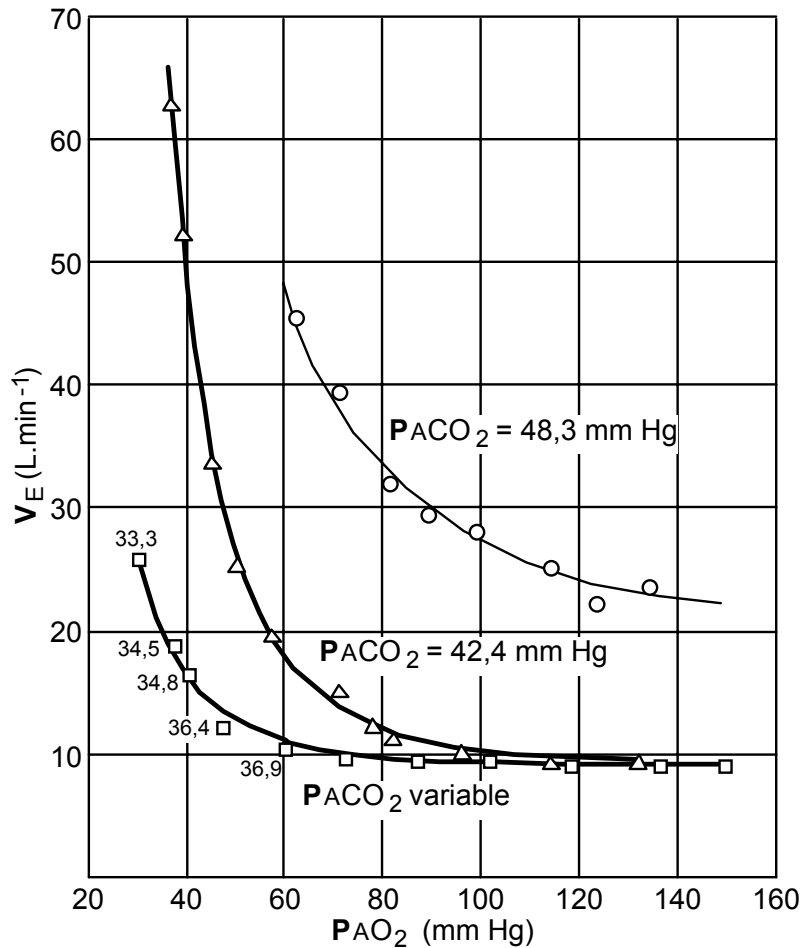


Fig 5 : Contrôle de la ventilation par l'O₂ et le CO₂ chez l'Homme (d'après GREGÈR & WINDHORST, *Comprehensive human physiology*, Springer)

Effet de la pression partielle alvéolaire de l'O₂ (PAO₂) sur le débit ventilatoire V_E (L.min⁻¹) pour différentes valeurs de pression partielle alvéolaire de CO₂ (PACO₂) chez l'Homme. Les variations de PAO₂ sont obtenues en modifiant la teneur en O₂ de l'air inspiré.

- (cercles blancs) : la PACO₂ est maintenue à 48,3 mm Hg en contrôlant également la teneur en CO₂ de l'air inspiré.
- △ (triangles) : la PACO₂ est maintenue à 42,4 mm Hg en contrôlant également la teneur en CO₂ de l'air inspiré.
- (carrés blancs) : la PACO₂ n'est pas maintenue constante et évolue spontanément du fait des variations de V_E. Les valeurs prises par la PACO₂ sont indiquées sur le graphique (en mm Hg).

Remarque : le mm Hg est une unité de pression couramment utilisée en physiologie ; 1 mm Hg = 133,3 Pa.

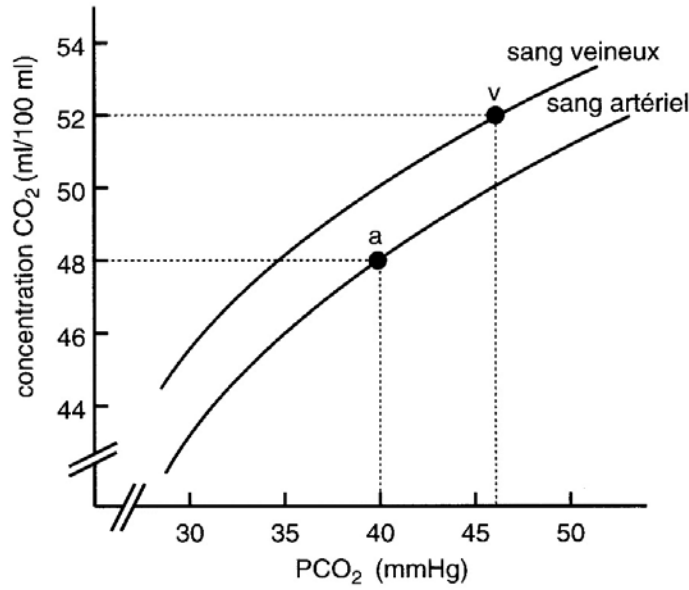


Fig 6 : Transport sanguin du CO₂ chez l'Homme
 (d'après GUENARD, Physiologie humaine, Pradel)

Concentration sanguine du CO₂ total en fonction de la pression partielle du CO₂ (PCO₂). L'expérience est réalisée *in vitro* soit avec du sang dont la saturation en O₂ est de 75 % (indiqué « sang veineux » sur le graphique) soit avec du sang dont la saturation en O₂ est de 98 % (indiqué « sang artériel » sur le graphique).

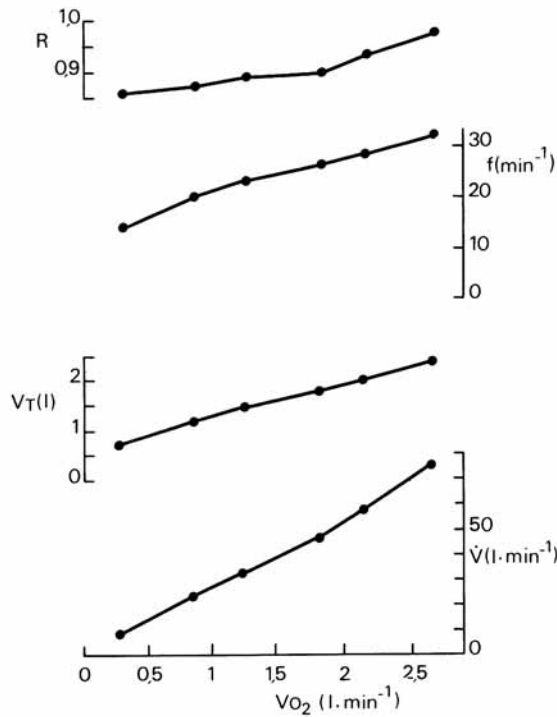


Fig 7 : Evolution de différents paramètres respiratoires en fonction de l'intensité d'un exercice chez l'Homme
 (d'après MONOD & FLANDROIS, Physiologie du sport, Masson)

L'intensité de l'exercice est quantifiée grâce à la consommation d'O₂ nécessaire à la réalisation de l'exercice (VO₂).

- | | | | |
|-----|--|------------------|--------------------|
| R : | quotient respiratoire (VCO ₂ /VO ₂) | V : | débit ventilatoire |
| f : | fréquence ventilatoire | V _T : | volume courant |

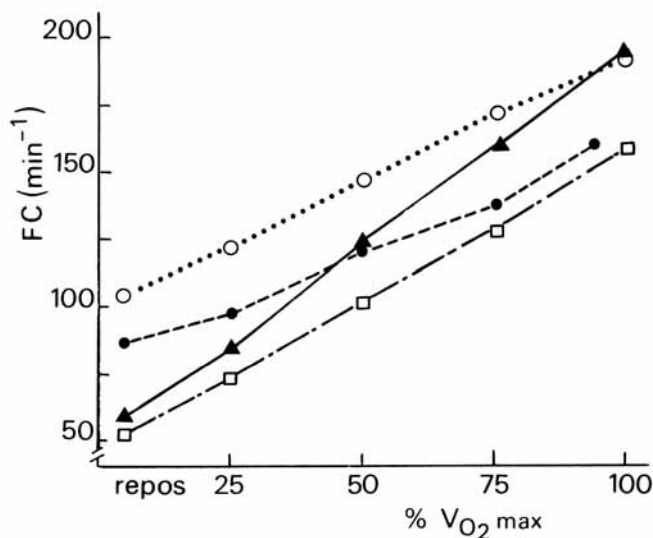


Fig 8 : Fréquence cardiaque (FC) en fonction de l'intensité de l'exercice

(d'après MONOD & FLANDROIS, *Physiologie du sport*, Masson)

L'intensité de l'exercice est évaluée grâce à la consommation d'O₂ nécessaire à sa réalisation, exprimée en % de la consommation d'O₂ maximale du sujet dans les conditions expérimentales (VO₂ max).

- ▲ (triangles noirs) : sujets témoins.
- (cercles blancs) : sujets traités avec de l'atropine (antagoniste des récepteurs cholinergiques muscariniques)
- (carrés blancs) : sujets traités avec du propranolol (antagoniste des récepteurs β-adrénergiques).
- (cercles noirs) : sujets traités avec de l'atropine et du propranolol.

	Air	Eau
Densité	$1,2 \cdot 10^{-3}$	1
Viscosité dynamique (kg.m ⁻¹ .s ⁻¹)	$18,5 \cdot 10^{-6}$	10^{-3}
	Air	Eau
Coefficient de capacitance (mol.L ⁻¹ .Pa ⁻¹)		
βO ₂	$4,105 \cdot 10^{-7}$	$1,365 \cdot 10^{-8}$
βCO ₂	$4,105 \cdot 10^{-7}$	$3,892 \cdot 10^{-7}$
	Air	Eau
Constante de diffusibilité (constante de Krogh, mol.s ⁻¹ .m ⁻¹ .Pa ⁻¹)		
KO ₂	$7,83 \cdot 10^{-9}$	$3,38 \cdot 10^{-14}$
KCO ₂	$6,12 \cdot 10^{-9}$	$6,98 \cdot 10^{-13}$

Tableau 1 : Comparaison des propriétés de l'air et de l'eau

(d'après BEAUMONT, TRUCHET & DU PASQUIER, *Respiration, circulation et système immunitaire*, Dunod)

	Forme transportée	Sang artériel	Sang veineux
600 mL de plasma	CO ₂ dissous	0,7	0,8
	HCO ₃ ⁻	15,2	16,2
400 mL d'hématies	CO ₂ dissous	0,3	0,4
	CO ₂ carbaminé	1,0	1,4
1 L de sang	HCO ₃ ⁻	4,3	4,4
	CO ₂ total	21,5	23,2

Tableau 2 : Contenu en CO₂ d'un litre de sang humain (valeurs exprimées en mmoles)

(d'après GUENARD, *Physiologie humaine*, Pradel)

LA CORRECTION DU SUJET

Le sujet concernait un thème très classique et très vaste du programme de biologie, la respiration des vertébrés, abordée de l'échelle subcellulaire jusqu'à l'échelle des organismes, en envisageant les contraintes liées au milieu de vie. Il visait à évaluer les connaissances des candidats, leur aptitude à intégrer ces connaissances de façon synthétique dans un raisonnement ainsi que leur capacité à extraire des informations pertinentes de documents expérimentaux. Environ 40% des points étaient affectés à l'analyse des documents. Le travail des candidats était guidé par un questionnaire organisé en cinq parties.

1) La respiration au niveau cellulaire

Compte tenu du temps qu'il était raisonnable de consacrer à cette partie (environ une heure) le niveau des connaissances exigé était élémentaire. Il s'agissait de faire une présentation synthétique et cohérente des mécanismes cellulaires de la respiration, en s'appuyant sur les documents et de préférence à l'aide de schémas.

Les attentes du jury

Le bilan de la respiration

Il convenait de mentionner l'équation – bilan de la combustion d'un substrat glucidique et d'un substrat lipidique. Cela permettait notamment de définir le quotient respiratoire (QR) qui dépend de la nature des substrats oxydés. La notion de QR était indispensable pour analyser la figure 7 (paragraphe 5).

Combustion du glucose: $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O + \text{chaleur}$, QR=1

Combustion de l'acide palmitique : $CH_3(CH_2)_{14}COOH + 23 O_2 \rightarrow 16 H_2O + 16 CO_2 + \text{chaleur}$, QR= 16/23 = 0,7

Dans la cellule, une partie de l'énergie libérée au cours de ces oxydations est utilisée pour la synthèse d'ATP.

Respiration utilisant du glucose : $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 36 ADP \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 36 ATP + \text{chaleur}$.

Respiration utilisant du palmitate : $CH_3(CH_2)_{14}COOH + 23 O_2 + 130 ADP \rightarrow 16 H_2O + 16 CO_2 + \text{chaleur} + 130 ATP$.

Les mécanismes fondamentaux

- **L'origine de l'acétyl-CoA : glycolyse et oxydation des acides gras**

Les substrats glucidiques et lipidiques sont transformés en acétyl-Coenzyme A, respectivement par la glycolyse et la β -oxydation des acides gras dont il convenait de préciser la localisation cellulaire et l'équation bilan. Les formules chimiques détaillées des différentes molécules impliquées n'étaient pas exigées mais le nombre d'atomes de carbone de chacune d'elles était attendu.

Le choix des substrats en fonction du contexte nutritionnel et hormonal, le métabolisme spécifique de chaque tissu ou organe, le catabolisme des acides aminés, la formation de pyruvate à partir du lactate et la formation d'acétyl-CoA à partir de corps cétoniques n'étaient pas exigés.

- **Le cycle de Krebs**

Le cycle de Krebs étant présenté dans la figure 1, il n'était pas nécessaire d'en faire une étude détaillée. Il suffisait de mentionner qu'il se déroulait pour l'essentiel dans la matrice mitochondriale et d'en présenter le bilan : production de CO_2 et de coenzymes réduits (NADH et $FADH_2$) notamment.

- **L'oxydation des coenzymes réduits par la chaîne respiratoire et la synthèse d'ATP (oxydations phosphorylantes)**

Les étapes précédentes fournissent des coenzymes réduits (NADH et $FADH_2$) qui seront oxydés en cédant des électrons à l' O_2 . Cette oxydation se déroule en plusieurs étapes dans la membrane interne de la

mitochondrie. Le transfert d'électrons s'effectue dans la chaîne respiratoire dans les sens des potentiels redox croissants. Le ΔG qui accompagne la réaction d'oxydation / réduction est suffisant pour synthétiser trois ATP si les électrons proviennent du NADH et deux ATP si les électrons proviennent du $FADH_2$. Ce point pouvait être montré en exploitant la figure 2.

La synthèse d'ATP n'est pas directe mais dépend de la translocation de H^+ dans l'espace inter-membranaire (couplage chimio-osmotique) puis du retour de ces H^+ dans la matrice grâce à l'ATP synthétase (couplage osmo-chimique).

Le rôle de la chaîne respiratoire est donc la synthèse d'ATP et la "régénération" des coenzymes oxydés indispensables pour les étapes en amont (glycolyse et β -oxydation).

L'utilisation de schémas facilitait grandement la présentation de ces mécanismes.

- **Le contrôle de la synthèse mitochondriale d'ATP**

L'ATP n'est pas stocké dans une cellule mais sa concentration est maintenue dans un état stationnaire car sa synthèse compense son utilisation. Ainsi les enzymes de certaines étapes sont directement contrôlées par la charge énergétique de la cellule (rapport ATP/ADP).

Le premier niveau de ce contrôle est la chaîne respiratoire elle-même. Celle-ci doit bien entendu être alimentée en substrats, coenzymes réduits et O_2 , mais cela n'est pas suffisant. Le fonctionnement de la chaîne respiratoire nécessite aussi la transformation d'ADP en ATP par l'ATP synthétase. L'intensité respiratoire dépend donc du rapport ATP/ADP. Le rôle de l'ADP pouvait être montré avec la figure 3.

Le deuxième niveau de contrôle concerne les étapes en amont de la chaîne respiratoire, cycle de Krebs, pyruvate déshydrogénase, glycolyse et β -oxydation des acides gras qui consomment des co-enzymes oxydés que leur fournit la chaîne respiratoire. Par ailleurs certaines étapes de ces réactions sont inhibées par un rapport ATP/ADP élevé ou par le NADH.

L'analyse des figures 2 et 3

L'analyse de ces figures pouvait être insérée dans les paragraphes précédents.

La figure 2 permettait de mettre en relation la consommation d' O_2 et la synthèse d'ATP d'une suspension de mitochondries et d'en faire une analyse quantitative.

En absence de substrats et d'ADP, l'intensité respiratoire est très faible. L'addition de β -hydroxybutyrate (ou de malate) alimente la chaîne respiratoire en NADH tandis que l'addition d'ADP permet le fonctionnement de l'ATP synthétase. Ces substrats accélèrent fortement le fonctionnement de la chaîne respiratoire mesuré ici par la consommation d' O_2 . Lorsque tout l'ADP ajouté est transformé en ATP, la vitesse de la respiration revient à son faible niveau initial.

Lorsque le substrat de la chaîne respiratoire est du NADH, la consommation de 90 μ moles d'ADP s'accompagne de la consommation de 15 μ moles d' O_2 . Trois ATP sont donc synthétisés par électron transféré à l' O_2 ($P/O = 90/(2 \times 15) = 3$).

L'addition de roténone, inhibe le transfert d'électrons en provenance du NADH et inhibe donc le phénomène précédent. L'addition de succinate permet d'alimenter la chaîne respiratoire en $FADH_2$ (action de la succinate déshydrogénase visible sur la fig 1). L'addition d'ADP dans ces conditions fait repartir la chaîne respiratoire mais avec une stoechiométrie différente. La consommation de 90 μ moles d'ADP s'accompagne cette fois de la consommation de 22,5 μ moles d' O_2 . Deux ATP sont donc synthétisés par électron transféré du $FADH_2$ à l' O_2 ($P/O = 90/(22,5 \times 2) = 2$).

En bloquant ce mécanisme par l'antimycine, on peut faire redémarrer la chaîne respiratoire en alimentant en électrons directement le cytochrome c, mais cette fois la consommation de 90 μ moles d'ADP s'accompagne de la consommation de 45 μ moles d' O_2 . Un seul ATP est synthétisé par électron transféré ($P/O = 90/(45 \times 2) = 1$).

En résumé, suivant le point d'entrée dans la chaîne respiratoire, pour un atome d'O consommé, donc pour un électron transféré il y aura trois, deux ou un seul ATP synthétisés.

Un schéma simplifié mais correctement orienté du fonctionnement de la chaîne respiratoire, dans lequel figurait chaque molécule citée dans le document facilitait la présentation de cette analyse.

La figure 3 permettait de mettre en évidence le rôle central du gradient électrochimique de protons dans le contrôle de la vitesse de fonctionnement de la chaîne respiratoire ainsi que le rôle de l'ATP synthétase dans la dissipation de ce gradient. La chaîne de transfert des électrons ne fonctionne que si $\Delta G' + n\Delta\mu H^+ \leq 0$. Lorsque le gradient de protons est tel que $\Delta G' = n\Delta\mu H^+$ le transfert d'électrons s'arrête. Il est donc nécessaire de dissiper ce gradient au fur et mesure qu'il s'établit.

- Figure 3A : L'addition de succinate permet de fournir du $FADH_2$ à la chaîne respiratoire. En présence de succinate et en absence d'ADP, la vitesse de respiration est très faible, liée aux faibles fuites de protons à travers la membrane qui sont indépendantes de l'ATP synthétase. L'addition d'ADP stimule fortement la consommation d' O_2 car la diffusion facilitée de protons par l'ATP synthétase en présence d'ADP conduit à la dissipation plus rapide du gradient protonique et donc à l'activation plus importante de la chaîne respiratoire d'où une consommation accrue d' O_2 . Lorsque tout l'ADP ajouté est transformé en ATP la vitesse de respiration revient à son faible niveau initial car l'ATP synthétase ne permet la diffusion facilitée des protons que si elle réalise la synthèse d'ATP.
- Figure 3B : L'addition d'un protonophore qui permet le passage des protons à travers la membrane interne de la mitochondrie accélère très fortement la consommation d' O_2 , la consommation d' O_2 est ici maximale (plus grande qu'en A) et ne cesse que lorsque l' O_2 est entièrement consommé. La dissipation du gradient protonique provoquée par la substance protonophore est plus importante que celle due à l'ATP synthétase, c'est pour cette raison que la vitesse de consommation d' O_2 est plus grande dans ce cas. La consommation d' O_2 n'étant plus couplée à la synthèse d'ATP les substances protonophores sont qualifiées de découplantes.
- Figure 3C : Cette figure reprend les éléments précédents et permet d'observer que l'oligomycine, inhibiteur de l'ATP synthétase, inhibe la consommation d' O_2 car l'enzyme inhibée ne peut plus dissiper le gradient de protons. Dans ces conditions, l'ADP n'a plus d'effet et seul un protonophore peut faire redémarrer la consommation d' O_2 mais celle-ci ne sera pas accompagnée de synthèse d'ATP.

Les prestations des candidats

Beaucoup de candidats possédaient les connaissances nécessaires pour réussir cette première partie mais très peu ont analysé avec pertinence les figures 2 et 3. Beaucoup de candidats se sont en effet contentés d'une description superficielle voire d'une paraphrase des figures sans faire d'analyse interprétative en relation avec leurs connaissances sur le fonctionnement de la chaîne respiratoire. Parmi les erreurs les plus fréquentes, on relève la confusion entre l'ATP synthétase et une pompe à protons, des expressions malheureuses comme « la cellule fabrique de l'énergie ». Très peu de candidats ont calculé le nombre d'ATP synthétisés par proton transféré. Le mode d'action du FCCP ou du DNP est très fréquemment ignoré.

Cette première partie est toutefois celle qui a été la mieux traitée par les candidats.

2) Les paramètres physiques des milieux respiratoires

Les attentes du jury

L'analyse du tableau 1

Il convenait d'expliciter les contraintes que les milieux aquatiques et aériens exercent sur la fonction respiratoire, en utilisant les données du tableau 1. Un quart des points de cette question était attribué à l'analyse du tableau.

Le milieu aqueux est 1000 fois plus dense et 54 fois plus visqueux que l'air. La mise en mouvement du milieu extérieur (ventilation) est donc beaucoup plus coûteuse en énergie dans l'eau. La comparaison de la capacitance de l'air et de l'eau pour l'O₂ montrait que sous une même pression, un volume d'eau ne peut solubiliser qu'un trentième de l'O₂ contenu dans un même volume d'air. La concentration de l'O₂ dans le milieu aquatique est donc très faible par comparaison avec le milieu aérien. Il en découle que pour se procurer la même quantité d'O₂ un organisme aquatique doit donc ventiler un volume de fluide au moins 30 fois plus important qu'un organisme aérien sachant que ce fluide est 1000 fois plus dense et 54 fois plus visqueux. Le travail ventilatoire est donc beaucoup plus important chez un animal à respiration aquatique que chez un animal à respiration aérienne, et ce d'autant que les gaz diffusent beaucoup mieux dans l'air que dans l'eau.

Le CO₂ est beaucoup plus soluble que l'O₂ dans l'eau, alors qu'il n'y a aucune différence entre les coefficients de capacitance de l'O₂ et du CO₂ dans l'air. Il est donc plus facile pour un animal à respiration aquatique d'éliminer le CO₂ que de se procurer de l'O₂ et cela a des conséquences très importantes sur la pression partielle du CO₂ dans le sang hématosé. En effet, chez les poissons, une intense ventilation branchiale assure l'oxygénation de l'animal et cette ventilation s'accompagne d'une importante perte de CO₂, très soluble dans l'eau. Chez les mammifères, la ventilation alvéolaire est relativement faible, en relation avec l'abondance de l'O₂ dans l'air, par conséquent le CO₂ produit est faiblement éliminé et la PCO₂ du sang hématosé est élevée (environ 40 mmHg). Les mammifères doivent compenser cette PCO₂ élevée en réabsorbant les ions HCO₃⁻ de façon importante au niveau du rein.

La densité de l'eau est environ 1000 fois plus importante que celle de l'air. La poussée d'Archimède dépendant de la densité, elle est beaucoup plus importante dans l'eau que dans l'air.

Les adaptations des appareils respiratoires aux contraintes du milieu

Les candidats devaient, en utilisant leurs connaissances, montrer en quoi les appareils respiratoires des poissons et des mammifères sont adaptés respectivement à la respiration en milieu aquatique et aérien. Ils devaient présenter, illustrer et comparer le fonctionnement des branchies des poissons et des poumons des mammifères. Dans les deux cas, un schéma anatomique pouvait montrer la grande surface et la faible épaisseur des surfaces d'échange, en relation avec les lois de la diffusion. Ces schémas devaient également présenter la vascularisation de ces organes.

En milieu aquatique, compte tenu du coût énergétique de la ventilation, il est primordial que le rendement d'extraction de l'O₂ soit optimisé. Cette optimisation est réalisée chez le poisson par une ventilation unidirectionnelle, presque continue (pompes buccale et operculaire) et de sens opposé à celui de la circulation sanguine (contre-courant).

La poussée d'Archimède, liée à la densité du milieu est beaucoup plus importante dans l'eau que dans l'air. Il en résulte que la « portance » de l'eau peut soutenir la branchie qui est une évagination de l'appareil respiratoire dans le milieu extérieur. A l'air libre, la portance est très faible et les branchies ne sont pas fonctionnelles car elles s'affaissent sur elles-mêmes en absence de structures internes de soutien.

Chez les mammifères, le poumon est de type alvéolaire. L'invagination de la surface respiratoire est une nécessité dans un milieu desséchant et non portant comme l'air. Les voies aériennes de conduction ne participent pas aux échanges gazeux (volume mort anatomique) mais servent à conduire, purifier, réchauffer et humidifier l'air inspiré. L'inspiration se fait par dépression sous l'effet de la contraction des muscles intercostaux et du diaphragme. L'expiration est le plus souvent passive (sauf à l'effort).

La ventilation bi-directionnelle, alternant inspiration et expiration est possible car le travail ventilatoire est relativement faible dans le milieu aérien riche en O_2 , peu dense et peu visqueux. Un tel mécanisme ne permet pas une extraction d' O_2 aussi importante que celle effectuée par une branchie car le renouvellement de l'air alvéolaire à chaque cycle ventilatoire est très partiel (de l'ordre de 10 %). Ce faible renouvellement est également responsable de la forte PCO_2 régnant dans les alvéoles (environ 40 mm Hg).

On pouvait enfin remarquer que la présence de gaz dans les alvéoles provoque l'apparition de forces de tension superficielle à la surface des alvéoles, ce qui augmente le travail ventilatoire. Tous les vertébrés à respiration aérienne produisent une substance tensioactive qui permet de minimiser ce phénomène : le surfactant pulmonaire. Cette remarque pouvait servir de transition avec la deuxième partie de l'épreuve.

Les prestations des candidats

L'analyse du tableau 1 s'est révélée très décevante dans la grande majorité des copies. Beaucoup de candidats ont mentionné qu'il était plus « difficile » de respirer dans l'eau que dans l'air mais n'ont pas dégagé la contribution respective des différents paramètres à ce phénomène. Il était pourtant explicitement demandé de dégager les contraintes du milieu à partir des données du tableau. Très peu de candidats ont su tirer des informations pertinentes du fait que le CO_2 est beaucoup plus soluble dans l'eau que ne l'est l' O_2 . Beaucoup de candidats ont semblé tout ignorer de la structure des poumons et des branchies. Il s'agit pourtant de connaissances de base. L'existence d'un contre-courant dans les branchies était généralement connue des candidats mais son fonctionnement souvent mal compris. Soulignons ici que le contre-courant est un mécanisme assurant le maintien d'un gradient de pression partielle, et non de concentration, favorable à la diffusion de l' O_2 de l'eau vers le sang. De très nombreux candidats ont réalisé un schéma de contre-courant dont les valeurs concernant l' O_2 étaient curieusement exprimées en %.

3) La ventilation et son contrôle

Les attentes du jury

L'exploitation de la figure 4

Le surfactant alvéolaire est une substance tensioactive dont la principale fonction est d'abaisser la tension superficielle à la surface des alvéoles, ce qui a pour effet de diminuer le travail ventilatoire en facilitant la dilatation des alvéoles pendant l'inspiration. La figure 4C montre que le surfactant n'agit pas à la manière d'un détergent puisque son effet tensioactif dépend de la surface de la cuve. Cette propriété lui permet d'égaliser les pressions entre les alvéoles. En effet, le surfactant diminue la tension superficielle de façon plus importante dans les alvéoles de petites tailles (aux parois partiellement étirées) que dans les grandes (parois très étirées). Ceci empêche que la pression soit plus forte dans les petites alvéoles que dans les grandes et évite donc que les petites alvéoles se vident dans les grandes. Ce mécanisme évite également le collapsus des alvéoles lors d'une expiration profonde. Le surfactant est composé de phospholipides et de protéines, il s'étale en film mono-moléculaire lorsqu'il est étiré (inspiration) ou s'empile en film pluri-moléculaire lorsqu'il est comprimé (expiration). Il est sécrété par les pneumocytes de type 2 sous forme de « myéline tubulaire » forme transitoire extracellulaire à partir de laquelle les phospholipides vont s'intégrer dans le film de surface. Le surfactant est aussi responsable de la majeure partie de l'hystérésis pulmonaire.

L'utilité de la ventilation des appareils ventilatoires

La ventilation sert à renouveler le fluide extérieur (air ou eau) de façon à maintenir les gradients de pression partielle nécessaires aux échanges gazeux. En absence de ventilation, les gradients de pression partielle de l' O_2 et du CO_2 s'estomperaient et les échanges par diffusion diminueraient puis cesseraient. Les candidats pouvaient mentionner ici les lois de la diffusion (ou plus tard au paragraphe 4). On pouvait également rappeler ici qu'un

renouvellement sanguin (convection interne) est nécessaire pour les mêmes raisons et que pour remplir son rôle en toute circonstance, la ventilation doit avoir un débit ajustable en fonction des besoins.

L'exploitation de la figure 5

Cette figure montre les effets de la pression partielle de l'O₂ et /ou du CO₂ dans les alvéoles sur le débit ventilatoire. Il convenait dans un premier temps de repérer sur le graphique les valeurs normales de ces pressions (environ 100 mmHg pour l'O₂ et 40 mmHg pour le CO₂). Globalement, une diminution de la PAO₂ ou une augmentation de la PACO₂ entraînent une augmentation du débit ventilatoire. Lorsque la PACO₂ est maintenue à une valeur normale (proche de 40 mmHg), l'hyperventilation est constatée si la PAO₂ est inférieure à 80 mmHg environ. Par contre, une augmentation modérée de la PACO₂, d'environ 6 mmHg au delà de la valeur normale, stimule très fortement la ventilation, même si la PAO₂ est supérieure à la normale. A ce stade, on pouvait conclure que la ventilation est plus sensible aux variations de la PCO₂ qu'à celles de la PO₂, mais cette affirmation était à nuancer car lorsque la PACO₂ est élevée (48,3 mmHg), la moindre diminution de PO₂ entraîne une augmentation de la ventilation, même si la PAO₂ est supérieure à la normale. Lorsque la PACO₂ n'est pas maintenue constante, la ventilation apparaît encore moins sensible à la diminution de la PAO₂ car l'augmentation de la ventilation, en diminuant la PACO₂, s'oppose aux effets de l'hypoxie. Ce dernier mécanisme peut s'observer en altitude et il explique la faible sensibilité de la ventilation à une hypoxie modérée en absence d'hypercapnie (le seuil de PO₂ se situe alors au dessous de 60 mmHg).

Le mode d'action de l'O₂ et du CO₂

Les exigences du jury étaient ici très modestes. Il convenait de mentionner la présence de chémorécepteurs artériels, localisés notamment dans les glomi carotidiens et aortiques, sensibles à la PO₂ et la PCO₂ artérielles. Ces chémorécepteurs sont reliés par des afférences nerveuses aux centres respiratoires bulbaires. Il fallait également indiquer la présence de « chémorécepteurs centraux » qui sont en réalité des neurones sensibles au pH du liquide céphalorachidien. Le LCR ne contenant pas de protéines il ne peut tamponner l'acidification liée à l'excès de CO₂. Ainsi, une hypercapnie se traduit par une acidification du LCR bien avant qu'une acidose sanguine apparaisse. Il était important de souligner que la PO₂ et la PCO₂ alvéolaires influencent la ventilation de façon indirecte en agissant sur la PO₂ et la PCO₂ artérielles et sur le pH du liquide céphalorachidien.

La sensibilité des poissons à la PO₂ et la PCO₂

Comme nombre d'animaux à respiration aquatique, les poissons ne sont généralement pas sensibles au CO₂, mais sont au contraire très sensibles à une diminution de la PO₂ dans l'eau.

Les relations entre les modalités du contrôle de la ventilation et le milieu de vie

En milieu aérien, riche en O₂, la PO₂ est très rarement un facteur limitant de la respiration et la PO₂ de l'air inspiré ne varie généralement pas (sauf en altitude). Par contre, en milieu aquatique la PO₂ est variable puisqu'elle dépend de la température, de l'activité biologique et de l'agitation de l'eau. Les animaux aquatiques possèdent ainsi des mécanismes de contrôle qui leur permettent d'ajuster leur ventilation à la PO₂ variable du milieu.

Les prestations des candidats

Trop peu de candidats ont mentionné de façon exacte le rôle de la ventilation, beaucoup se sont contentés d'écrire que la ventilation servait à prélever de l'O₂ et à évacuer du CO₂. Beaucoup ont même écrit que l'on inspire de l'air riche en O₂ et que l'on expire de l'air riche en CO₂. Ces expressions imagées devraient être évitées car la concentration de l'O₂ dans l'air expiré est beaucoup plus élevée que celle du CO₂.

Le rôle du surfactant, trop souvent confondu avec le mucus bronchique, a été souvent présenté de façon théorique, sans aucun lien avec les informations qu'on pouvait tirer de la figure 4. L'existence même des forces de tension superficielle et la composition du surfactant étaient très souvent inconnues des candidats.

4) Le transport et les échanges des gaz respiratoires

Les attentes du jury

Les modalités du transport sanguin de l'O₂ et du CO₂

Comme il est indiqué dans le tableau 1, l'O₂ et le CO₂ diffusent mal en milieu aqueux ce qui rend obligatoire un mécanisme de convection interne (circulation sanguine) pour assurer la distribution de l'O₂ et l'élimination du CO₂ dans l'organisme.

La faible capacitance des milieux aqueux pour l'O₂ rend également nécessaire la présence d'un pigment respiratoire (l'hémoglobine chez les vertébrés) pour augmenter la concentration de l'O₂ dans le sang.

Le transport de l'O₂

Aucun document n'était fourni pour traiter cette question. Les candidats devaient présenter les principales propriétés de l'hémoglobine : structure, concentration dans le sang, saturation, affinité pour l'O₂, coopérativité entre les sous unités, effet Bohr, rôle du 2-3 diphosphoglycérate (DPG), effets de la température. Ils devaient également aborder brièvement les principales caractéristiques des érythrocytes (origine, structure, propriétés mécaniques, métabolisme).

Le transport du CO₂

Le transport du CO₂ devait être présenté en exploitant la figure 6 et le tableau 2.

L'analyse de la figure 6

Cette figure permettait essentiellement de mettre en évidence l'effet Haldane. La capacité de transport du CO₂ est plus importante pour le sang « veineux » dont l'hémoglobine n'est saturée qu'à 75 % que pour le sang « artériel » dont l'hémoglobine est saturée à 98 %. Ce phénomène favorise les échanges de CO₂ aussi bien au niveau tissulaire que pulmonaire.

La figure permettait de réaliser une analyse quantitative du phénomène en conditions normales. Si les sangs «veineux» et «artériel» avaient la même capacité de transport du CO₂ (par ex celle du sang artériel) la différence artério-veineuse de concentration du CO₂ total (DAV [CO₂]) serait approximativement 2 mL / 100 mL. Grâce à l'effet Haldane la DAV [CO₂] est doublée (4 mL /100 mL). Une partie du mécanisme de l'effet Haldane pouvait être étudiée à partir des données du tableau 2.

Le tableau 2

Ce tableau présentait de façon quantitative les trois formes de transport du CO₂. La forme majoritaire est HCO₃⁻ qui représente 87 % du CO₂ transporté dans le sang veineux. Les carbamines représentent 6% et le CO₂ dissous 5 % du CO₂ transporté dans le sang veineux. Les ions HCO₃⁻ sont formés dans les hématies sous l'action de l'anhydrase carbonique.

Il y a deux compartiments de transport, le plasma qui transporte 73 % du CO₂, et les hématies qui en transportent 27 %. Une grande partie des ions HCO₃⁻ diffuse dans le plasma grâce à l'échangeur HCO₃⁻ / Cl⁻ (effet Hamburger).

La comparaison du sang veineux et du sang artériel permettait de déterminer la contribution de chaque forme aux échanges gazeux. Le CO₂ transporté sous forme dissoute contribue à 12% des échanges alors qu'il ne représente que 5% du CO₂ transporté. Le CO₂ transporté sous forme carbaminée contribue à 23,5 % des échanges alors qu'il ne représente que 6% du CO₂ transporté. Le CO₂ transporté sous forme HCO₃⁻ contribue à 64 % seulement des échanges alors qu'il représente 87 % du CO₂ transporté.

Il convenait de mettre en évidence ces discordances (par un calcul très simple) puis d'en expliquer l'origine.

Le CO₂ produit par une cellule diffuse vers le compartiment plasmatique à l'état dissous. Au niveau pulmonaire, c'est également le CO₂ dissous dans le plasma qui diffuse dans l'alvéole. La forme dissoute est donc directement échangeable, ce qui explique pourquoi elle est sur-représentée dans les échanges.

La forme HCO₃⁻ n'est pas directement échangeable car elle doit changer de compartiment et subir l'action de l'anhydrase carbonique pour diffuser sous forme de CO₂ dissous.

La forme carbaminée est très échangeable car elle est principalement formée avec l'hémoglobine. L'hémoglobine oxygénée se combine moins facilement au CO₂ que l'hémoglobine désoxygénée. Ce mécanisme participe donc à l'effet Haldane mis en évidence par la figure 6 en favorisant la prise en charge du CO₂ au niveau tissulaire et la libération du CO₂ au niveau pulmonaire.

Remarque : L'effet Haldane s'explique également par le pouvoir tampon de l'Hb qui est plus important à l'état désoxygéné qu'à l'état oxygéné. Tout se passe donc comme si l'Hb libérait un H⁺ en fixant une molécule d'O₂ et inversement. Par conséquent, lorsque l'Hb fixe l'O₂ elle facilite la réaction $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. La fixation d'O₂ facilite donc la libération de CO₂ dans les poumons. Inversement, la libération d'O₂ dans les tissus facilite la formation d'HCO₃⁻. En absence de cet effet, la participation des ions HCO₃⁻ aux échanges de CO₂ serait plus faible.

Les mécanismes de la diffusion : la loi de Fick

Les échanges gazeux s'opèrent à l'état dissous selon les mécanismes de la diffusion. Ils sont proportionnels au gradient de pression partielle (et non de concentration) de chaque gaz, à la surface de l'échangeur, aux coefficients de diffusion de chaque gaz (dans l'eau) et inversement proportionnels à l'épaisseur de la barrière de diffusion. Le CO₂ diffuse donc mieux que l'O₂.

La structure de l'échangeur pulmonaire est de nature à optimiser cette diffusion grâce à sa grande surface (environ 100 m²), sa faible épaisseur (< 1 µm) et aux gradients de pressions partielles entretenus par la ventilation et la circulation.

La diffusion dépend également de la densité des réseaux capillaires, pulmonaires et tissulaires, et de la finesse de leur paroi limitée à l'endothélium. La vitesse de circulation du sang dans les capillaires est faible ce qui permet aux pressions partielles de s'équilibrer.

Les prestations des candidats

Les propriétés générales de l'hémoglobine et des érythrocytes ont souvent été omises par les candidats. Les analyses de la figure 6 et du tableau 2 ont été généralement très superficielles. En particulier l'analyse quantitative des données du tableau 2 n'a généralement pas été faite.

Les principes de la diffusion sont imparfaitement compris, les candidats ont fréquemment confondu les gradients de pression partielle avec les gradients de concentration.

Le sang « artériel » est souvent présenté comme étant « pauvre en CO₂ » alors qu'il contient en réalité plus de CO₂ que d'O₂.

5) L'ajustement des échanges gazeux aux besoins de l'organisme : exemple de l'exercice physique

Les attentes du jury

L'exercice physique augmente la consommation musculaire d'ATP. Cette consommation est compensée par une synthèse d'ATP qui est réalisée grâce à une augmentation de la respiration si la puissance de l'exercice est modérée et par des voies anaérobies si la puissance de l'exercice est importante. L'augmentation de la synthèse d'ATP musculaire nécessite un apport accru de substrats respiratoires (acides gras et glucose) et d'O₂ et une élimination accrue de CO₂. Ces adaptations sont réalisées par l'appareil cardiovasculaire. En effet, pendant un effort, le débit cardiaque augmente et est redistribué au profit des muscles. Le débit sanguin musculaire augmente donc fortement. L'augmentation de la consommation d'O₂ par l'organisme doit être compensée par une augmentation de la ventilation alvéolaire qui permet de maintenir la PO₂ alvéolaire à une valeur proche de celle de repos (environ 100 mmHg) afin de permettre la saturation de l'hémoglobine.

Les figures 7 et 8 permettaient d'analyser quelques aspects de ces adaptations cardiovasculaires et ventilatoires.

Les ajustements cardiaques : analyse de la fig 8

Chez le sujet témoin

L'augmentation de la consommation d'O₂ nécessite une augmentation de la livraison d'O₂ aux muscles. L'augmentation de la fréquence cardiaque n'est qu'un des moyens mis en jeu pour assurer cette augmentation.

La FC augmente proportionnellement à la VO₂. Elle est multipliée environ par 3 quand la consommation d'O₂ est multipliée par plus de 10. L'augmentation de la fréquence cardiaque est donc très inférieure à l'augmentation de la VO₂. Il convenait alors de s'interroger sur les mécanismes qui permettent de multiplier par 10 l'apport d'O₂ alors que la fréquence cardiaque n'est multipliée que par 3.

Ces mécanismes sont les suivants :

Pendant un effort, le volume d'éjection systolique augmente d'environ 50 %. L'action combinée de l'augmentation de la fréquence cardiaque et du volume d'éjection systolique fait donc augmenter le débit cardiaque d'un facteur compris entre 4 et 5. L'augmentation du débit cardiaque est donc très inférieure à celle de la VO₂. C'est l'action combinée de l'augmentation du débit cardiaque et de l'augmentation de la différence artério-veineuse de concentration de l'O₂ (DAV[O₂]) qui permet d'ajuster la livraison tissulaire d'O₂ aux besoins créés par l'exercice. Le sang artériel étant généralement saturé en O₂, sa concentration ne peut pas augmenter, la seule possibilité est donc de diminuer la concentration veineuse de l'O₂. En effet, si le sang veineux mêlé d'un sujet au repos contient environ 150 mL d'O₂ par litre (SvO₂ = 75%), lors d'un exercice très intense cette concentration peut diminuer jusqu'à 50 mmHg (SvO₂ = 25 %) sous l'action combinée de la diminution de la PO₂ musculaire, de l'augmentation de la température musculaire et de l'effet Bohr.

L'utilisation d'atropine et de propranolol

Ces expériences permettaient de comprendre la part respective des systèmes ortho- et para-sympathiques dans la tachycardie d'effort. L'utilisation des antagonistes permettait de constater qu'au repos, le tonus parasympathique est beaucoup plus important que le tonus orthosympathique, alors que pendant un effort intense, c'est l'inverse, le tonus parasympathique devient même nul puisque l'atropine n'a plus d'effet. Le tonus ortho-sympathique augmente et le tonus para-sympathique diminue graduellement quand l'intensité de l'effort augmente.

L'emploi simultané de propranolol et d'atropine ne bloque pas totalement l'augmentation de la FC pendant l'effort. Les candidats devaient conclure qu'il existe d'autres mécanismes, ni cholinergiques ni adrénergiques, d'ajustement de la fréquence cardiaque.

Les ajustements ventilatoires : analyse de la fig 7

L'exercice s'accompagne d'une augmentation de la consommation d'O₂ qui nécessite une augmentation du débit ventilatoire afin de maintenir une PAO₂ suffisante pour saturer l'hémoglobine de façon satisfaisante.

L'augmentation du débit ventilatoire (multiplié par 7,5 environ) est obtenue par une augmentation de la fréquence ventilatoire (multipliée par 2,2 environ) et par une augmentation du volume courant (multiplié par 3,33). L'augmentation du volume courant permet d'augmenter la ventilation alvéolaire sans augmenter la ventilation du volume mort, elle donc plus efficace que l'augmentation de la fréquence ventilatoire, cependant la compliance du poumon diminue quand son volume augmente, par conséquent ventiler un grand volume courant est coûteux en énergie pour les muscles inspiratoires. L'organisme joue en réalité sur les deux paramètres.

La VO₂ est multipliée par 9 environ, l'augmentation du débit ventilatoire est donc du même ordre de grandeur que celle de la VO₂. Il y a donc une dissymétrie marquée entre l'adaptation du débit cardiaque et celle du débit ventilatoire et cette dissymétrie pouvait être mise en évidence par les candidats en comparant les figures 7 et 8.

En réalité, le débit ventilatoire augmente un peu moins que la VO₂, ce qui a pour conséquence une diminution de la PO₂ alvéolaire au détriment de la saturation de l'Hb.

L'augmentation du quotient respiratoire en fonction de la puissance de l'exercice témoigne d'un passage progressif d'un catabolisme à dominante lipidique vers un catabolisme glucidique.

Les prestations des candidats

Cette question, basée sur l'analyse minutieuse des figures 7 et 8, a été la moins réussie car la plupart des candidats se sont contentés de décrire sommairement les documents. Très peu de candidats ont fait une analyse quantitative des phénomènes présentés. De très nombreux candidats ignoraient la signification du quotient respiratoire qui était pourtant rappelée dans la légende de la figure 7. Beaucoup de candidats n'ont même pas précisé que l'augmentation du débit ventilatoire était obtenue par une augmentation conjointe de la fréquence ventilatoire et du volume courant et un nombre significatif d'entre eux semblaient même ignorer que le débit ventilatoire est le produit de la fréquence ventilatoire par le volume courant. Le contrôle de la fréquence cardiaque par le système nerveux autonome est généralement connu mais beaucoup de candidats ont indiqué de façon erronée que le système nerveux autonome contrôle le débit ventilatoire.

CONCLUSIONS

Le thème du sujet était très classique et beaucoup de candidats avaient les connaissances suffisantes pour suivre la démarche imposée et répondre aux questions, cependant beaucoup d'entre eux l'ont fait sans s'appuyer sur les documents. Ce sujet a ainsi révélé la très grande difficulté qu'éprouvent beaucoup de candidats pour exploiter des données expérimentales. C'est regrettable car la biologie est avant tout une science expérimentale.

Cette épreuve a également montré que les candidats ont généralement des connaissances plus approfondies en biologie cellulaire qu'en biologie des organismes. Enfin, nombre de notions physico-chimiques élémentaires (pression partielle, concentration, solubilité, diffusion, débit...) sont mal assimilées. Rappelons ici que ces notions devraient être connues par les futurs professeurs de SVT, comme le souligne le préambule du programme du concours.

Le jury rappelle, comme chaque année, l'importance de l'illustration dans un devoir de ce type.

Au total, 599 candidats ont obtenu une note supérieure ou égale à 10/20 et dix d'entre eux ont obtenu une note supérieure ou égale à 18/20.

L'écrit de géologie

SUJET

LA GÉOLOGIE DE LA FRANCE À L'ÉCHELLE DU 1/1 000 000^e

A) De la sismique à la carte géologique

Sur le **document 1** sont localisés différents profils de sismique réflexion présentés dans les **documents 3 et 4**.

1 - Exposez rapidement les principes de la sismique réflexion ; vous préciserez également ce qu'est un réflecteur sismique.

2 - À partir des profils A, B, C (**document 3**), précisez quelles structures majeures peuvent être observées en sismique réflexion. Vous réaliserez une interprétation géologique (*localisation du Moho, de la croûte supérieure et inférieure, identification de failles, unités crustales, ensembles sédimentaires,...*) du profil B du document 3 (**à rendre avec la copie**).

3 - Retrouvez sur ces mêmes profils A, B, C, les grandes structures (*failles, grands ensembles géologiques,...*) identifiables en surface sur la carte de la France au millionième (**planche 1a, b et c**). Après avoir nommé ces structures, vous les localiserez sur la **planche 2 (à rendre avec la copie)**.

4 - Sur les profils D, E et F (**document 4**), identifiez les géométries sismiques observées (*nature des dépôts, type de sédimentation et/ou de géométries,...*).

5 - À l'aide de la carte géologique au millionième (**planche 1a, b, c**), des cartes des anomalies de Bouguer (**document 2**) et des interprétations précédentes, vous établirez, en argumentant vos réponses, quels sont les contextes géodynamiques et/ou géologiques des différentes régions traversées par les profils sismiques des **documents 3 et 4**.

B) De l'affleurement à la carte géologique

La **planche 3** regroupe des photographies de paysages et de roches caractéristiques de grandes régions géologiques en France métropolitaine (la localisation des photographies est reportée sur le document 1).

- À partir d'une analyse détaillée de la **planche 3**, couplée aux informations fournies par la carte géologique (**planche 1a et b**), indiquez quels types de contextes géologiques, géodynamiques, ou climatiques, peuvent être mis en relation avec ces photographies.

C) Les structures géologiques régionales d'après une coupe à l'échelle du millionième

Le **document 5** représente un extrait de la carte de France au millionième sur lequel sont reportées, le long du trait A - B, quelques grandes régions géologiques.

1 - Réalisez une coupe synthétique A – B, en faisant bien ressortir les grandes structures géologiques et la nature des contacts entre les différentes régions ou zones fléchées.

2 - D'après votre coupe et vos connaissances, expliquez la mise en place des unités indiquées par des flèches sur la carte, en précisant les époques de mise en place de la structure de ces différentes régions.

D) L'histoire d'une région d'après des données cartographiques et de terrain

Le **document 6** présente trois agrandissements (**A, B, C**) de la carte de France au millionième dans le bassin du Sud-Est, ainsi qu'un log synthétique de la région de Digne les Bains (**D**) et un schéma de l'évolution de la subsidence au Mésozoïque dans le bassin du Sud-Est (**E**).

- 1 - Définissez le type et le jeu éventuel des structures tectoniques visibles sur les agrandissements **A, B et C** du **document 6**.
- 2 - En vous aidant de la carte (**C**) et de la figure (**D**) du **document 6**, identifiez les principales lacunes de sédimentation et discordances qui affectent la région de Digne. Quelles en sont les causes ?
- 3 - D'après la **figure (D)**, et en vous appuyant sur les indications de faciès, déterminez brièvement l'évolution des milieux de sédimentations du Trias supérieur (*Keuper*) au Miocène.
- 4 - La figure (**E**) représente une courbe d'enfouissement au cours du temps donnant une indication de l'évolution de la subsidence dans le bassin. Quelles sont les causes possibles des variations de vitesse d'enfouissement indiquées par les trois flèches rouges ?
- 5 - À l'aide des documents de votre choix, et en vous aidant de vos interprétations précédentes et de vos connaissances, retracez l'histoire sédimentaire et tectonique de la région de Digne. Vous replacerez cette histoire par rapport aux grands événements géodynamiques susceptibles d'avoir eu des conséquences dans le sud-est de la France au cours des temps géologiques.

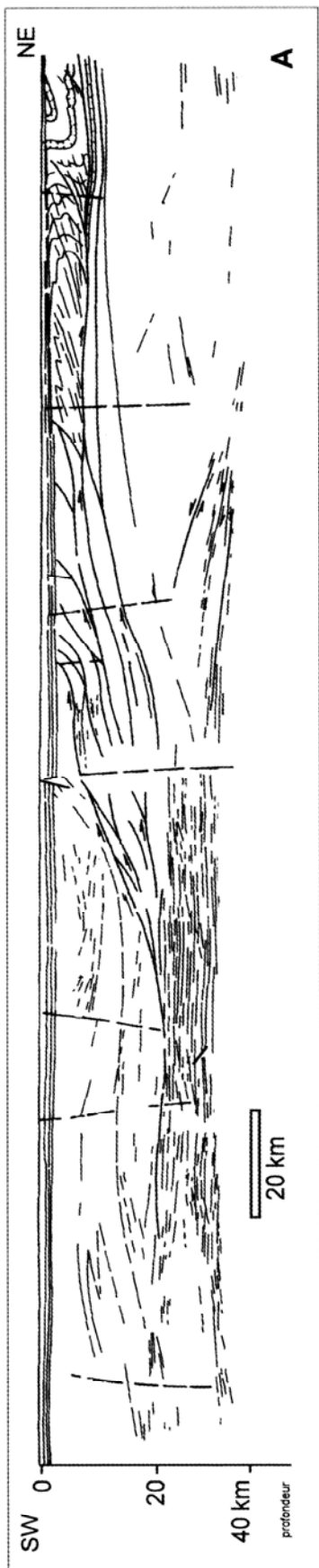
E) Conclusion : Les grandes étapes de l'histoire géologique de la France présentées à partir de la carte au millionième

- En utilisant l'ensemble ou une partie des documents fournis, présentez de façon synthétique (*deux à trois pages maximum*) les grandes étapes de l'histoire géologique de la France métropolitaine en suivant un plan chronologique. Pour illustrer les différents points de votre exposé, vous localiserez sur la **planche 2**, les grands ensembles géologiques que vous serez amené(e) à citer.

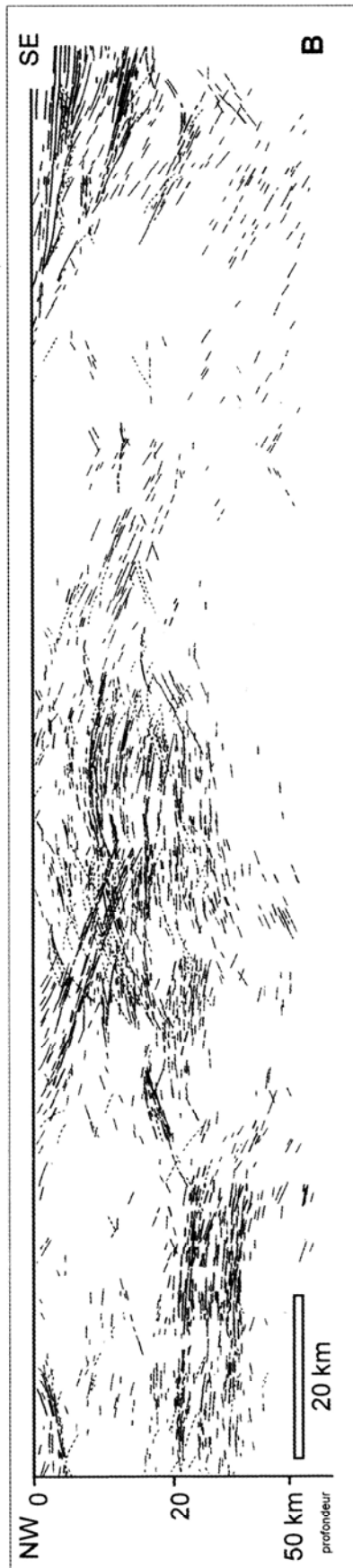
Le **document 3**, et éventuellement le **document 4**, ainsi que la **planche 2** sont à rendre avec la copie ou à coller sur celle ci.

Références bibliographiques

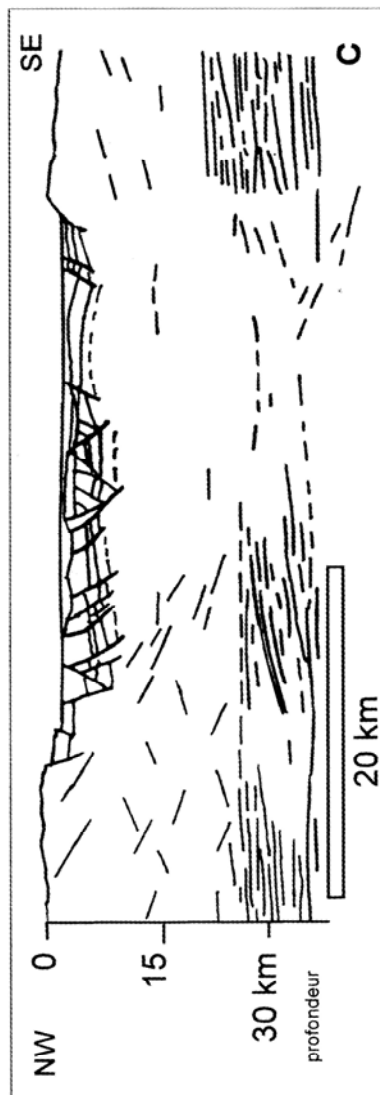
- BIJU-DUVAL B. (1974)** - Carte géologique et structurale des bassins tertiaires du domaine méditerranéen. Commentaires. *Rev. Inst. Fr. Pétrole*, XXIX, 5, p. 607-639.
- BOILLOT G., MONTADERT L., LEMOINE M. et BIJU-DUVAL B. (1984)** - Les marges continentales actuelles et fossiles autour de la France, *Masson ed.*, 342 p.
- BOILLOT G. et COULON C. (1998)** - La déchirure continentale et l'ouverture océanique. *Gordon & Breach Science Publishers*, 208 p.
- CURNELLE R et BOIS P. (1985)** - Évolution mésozoïque des grands bassins français : bassin de Paris, d'Aquitaine et du Sud-Est. *Bull. Soc. géol.*, France, 8, II, p.529-546
- DEBELMAS J. et G. MASCLE (1997)** - Les grandes structures géologiques. *Masson ed.*, 305 p.
- DERCOURT J., (2002)** - Géologie et Géodynamique de la France. *Dunod ed.*, 329 p.



interprétation d'un profil sismique (d'après Dercourt, 2002)

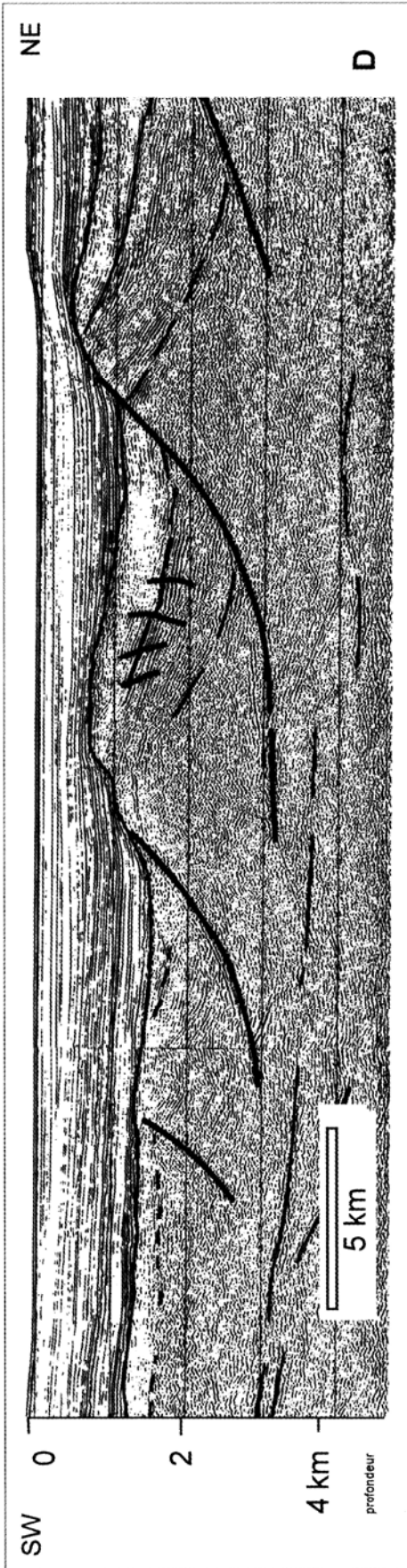


interprétation d'un profil sismique (d'après Nicolas et al., 1990)

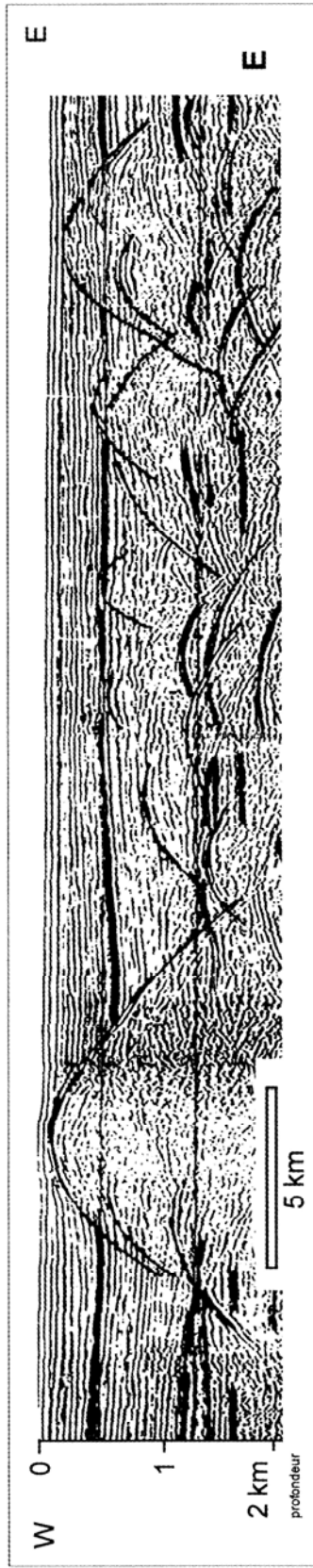


interprétation d'un profil sismique (d'après Debelmas et Mascle, 1997)

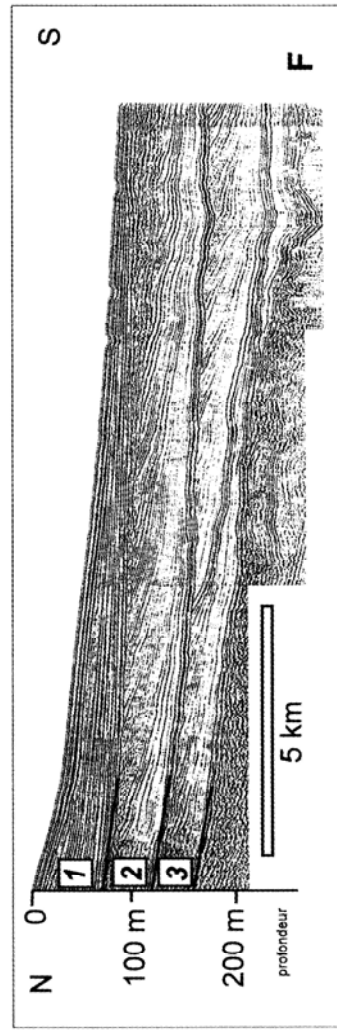
Document 3
à rendre avec la copie



profil sismique interprété (d'après Boillot et al., 1984)



profil sismique (d'après Biju-Duval et al., 1974)



profil sismique interprété (d'après Boillot et Coulon, 1998)

- 1: dépôts post-glaciaires récents et actuels
- 2 et 3 : dépôts Pleistocènes

Document 4

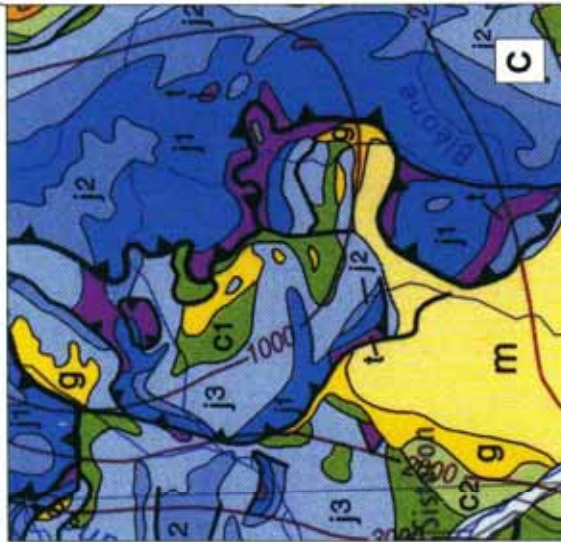
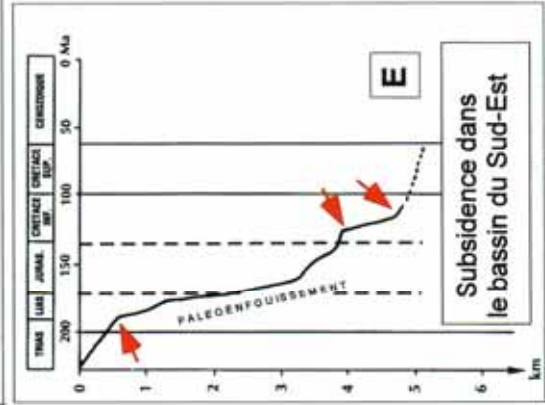
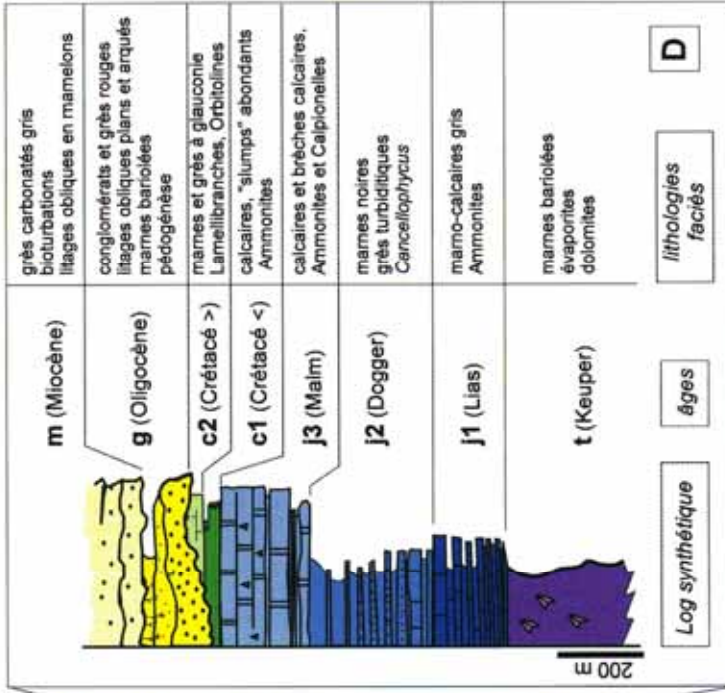
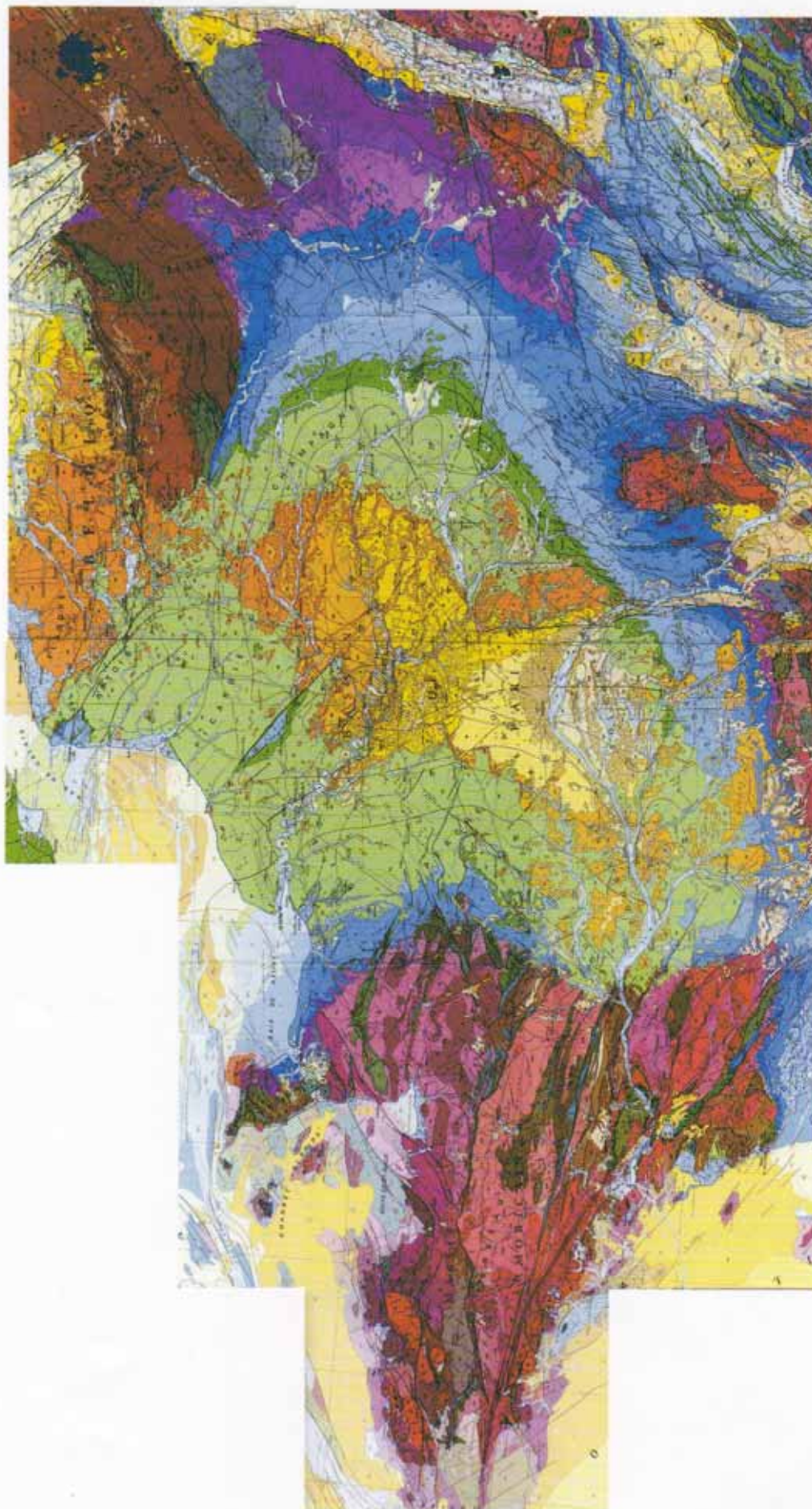


Planche 1a : Extrait de la carte géologique de la France (Nord) à l'échelle du 1 / 1 000 000 e



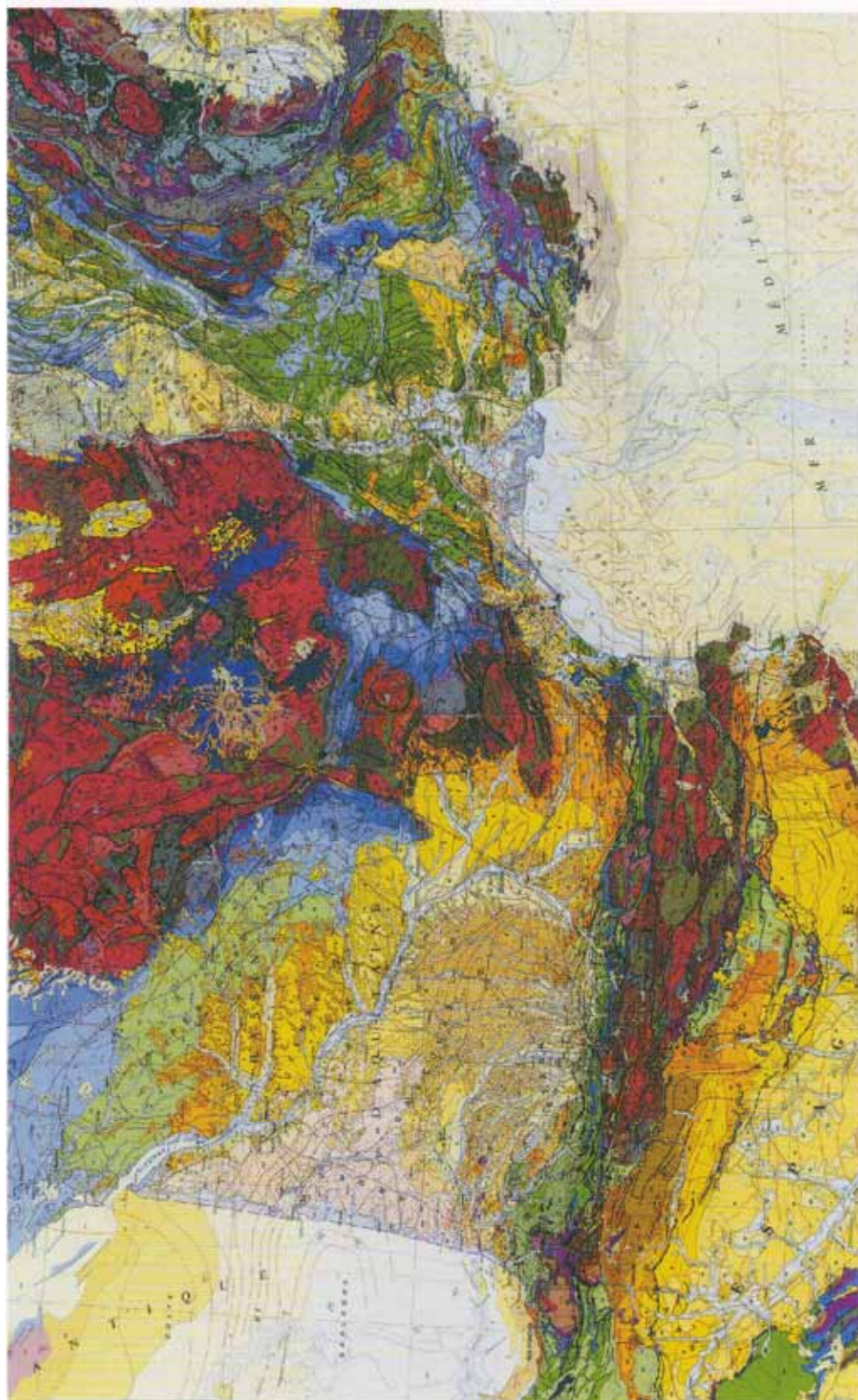


Planche 1b : Extrait de la carte géologique de la France (Sud) à l'échelle du 1 / 1 000 000 e

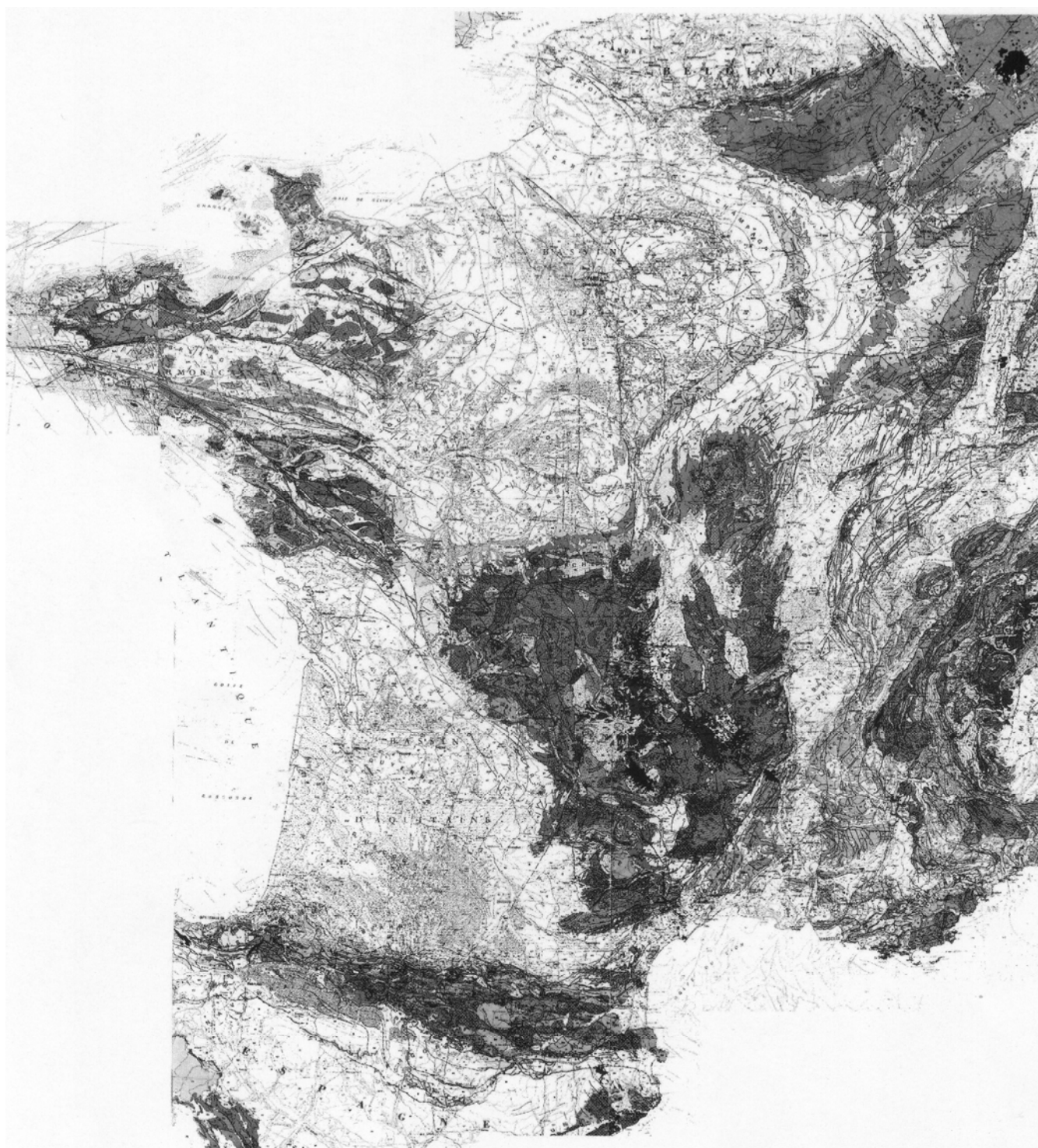
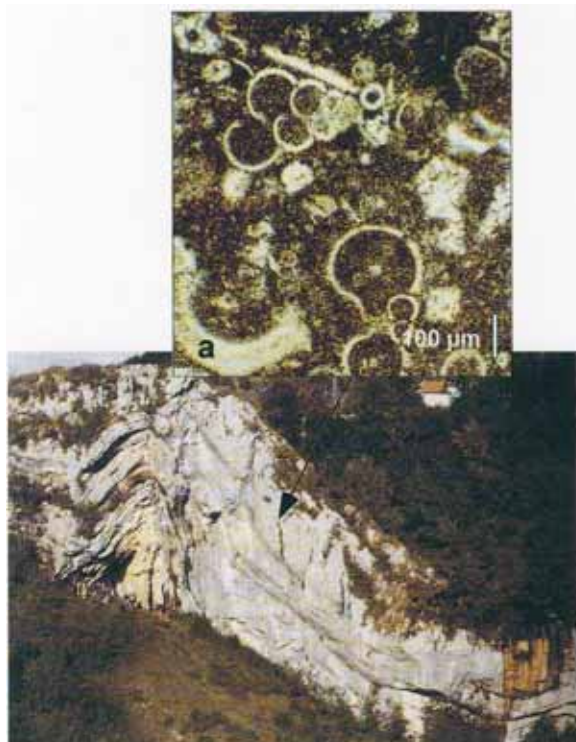
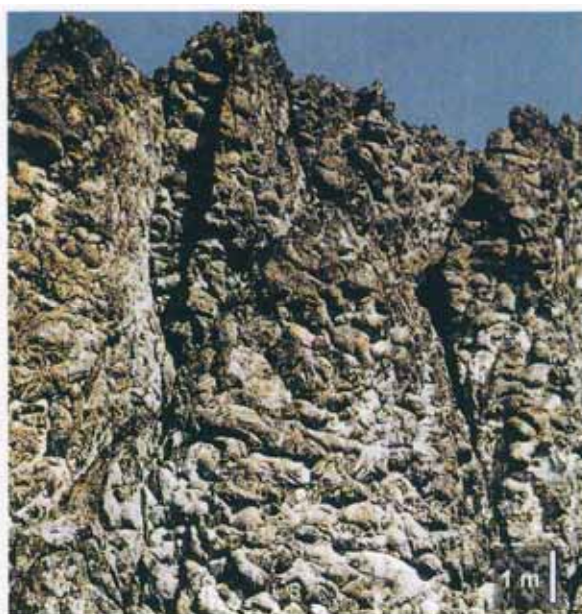


Planche 2 : Extrait de la carte géologique de la France à l'échelle du 1 / 1 000 000 e
à rendre avec la copie



photographie n°1



photographie n°4



photographie n°2



photographie n°5



photographie n°3



photographie n°6

Planche 3 : Photographies d'affleurements et microphotographies de roches

LA CORRECTION DU SUJET

Par une approche naturaliste, le sujet visait à aborder différents aspects de la géologie de la France, en s'appuyant sur la carte au 1/1 000 000^{ème} et sur de nombreux documents complémentaires. Les candidats devaient être capables non seulement de réaliser des observations et des interprétations sur des documents variés (*coupes sismiques, photographies, portions de cartes géologiques, courbe de subsidence, etc.*) mais également d'établir des liens avec les données cartographiques à l'échelle du millionième, lorsque cela était possible. Il leur fallait également, à plusieurs reprises, rédiger de courtes synthèses résumant différents aspects de l'histoire géologique de la France métropolitaine. Pour réaliser ce travail, les candidats devaient suivre le plan indiqué dans le sujet qui comportait quatre parties et une question de synthèse générale.

A) De la sismique à la carte géologique

Sur le **document 1** sont localisés différents profils de sismique réflexion présentés dans les **documents 3 et 4**.

1 - Exposez rapidement les principes de la sismique réflexion ; vous préciserez également ce qu'est un réflecteur sismique.

Les attentes du jury

Cette partie pouvait être traitée rapidement. Des schémas étaient les bienvenus et les notions importantes attendues étaient les suivantes :

° La définition de la sismique réflexion et son principe : il s'agit d'une méthode visant à obtenir des informations sur la structure du sous-sol en utilisant des ondes sismiques provoquées. Elle permet d'établir la géométrie des systèmes géologiques en profondeur. Son principe repose sur l'émission d'ondes élastiques depuis la surface (*vibration ou explosion*) qui sont réfléchies de manière plus ou moins intense en fonction des contrastes de densité, de porosité, des discontinuités mécaniques ou du contenu en fluides des roches rencontrées en profondeur. Les signaux réfléchis sont recueillis en surface par des séries de récepteurs en ligne (*géophones*). Connaissant la vitesse de propagation des ondes dans le milieu traversé et le temps de parcours source-récepteur, la profondeur des structures rencontrées est ensuite calculée.

° La notion de réflecteur : les réflecteurs apparaissent en noir sur les enregistrements et correspondent à des zones de forte réflexion (*roche à forte impédance acoustique, ou fort contraste entre deux types de roches, ou encore discontinuités sédimentaires associées à des cimentations*).

Quelques aspects complémentaires pouvaient faire l'objet de points de bonification.

- La notion de temps double ainsi que la présentation des différents paramètres sismiques : l'impédance acoustique (ρv) qui varie suivant la nature des roches, la cimentation, la porosité, etc., le coefficient de réflexion (contraste d'impédance entre deux roches $(\rho_1 v_1 - \rho_2 v_2) / (\rho_1 v_1 + \rho_2 v_2)$).

- La différence entre sismique "classique" et haute résolution : les fréquences utilisées conditionnent la "pénétration" de la sismique depuis 40 à 80 Hz pour la sismique "classique" (résolution faible — de l'ordre de la dizaine de mètres — mais de forte pénétration de plusieurs km) jusqu'à 2,5 - 3,5 kHz pour la sismique haute résolution (peu pénétrative — quelques dizaines de mètres — mais montrant des détails centimétriques).

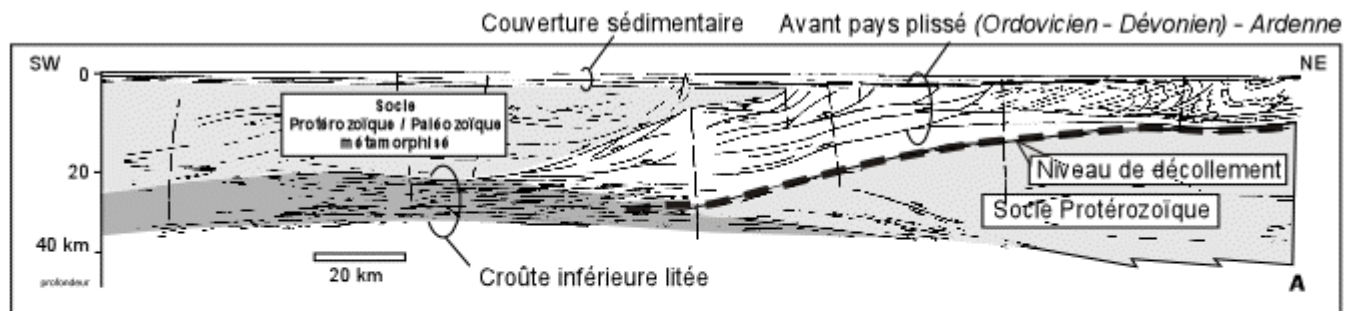
Les prestations des candidats

Cette première partie a été relativement bien traitée mais parfois très partiellement (notion de réflecteur non abordée ou présentation de la sismique marine uniquement, paramètres des roches qui peuvent agir sur les réflexions d'ondes non précisés). Quelques erreurs importantes peuvent néanmoins être signalées : confusion entre sismique et sismologie, sismique réalisée à partir de satellites, etc.

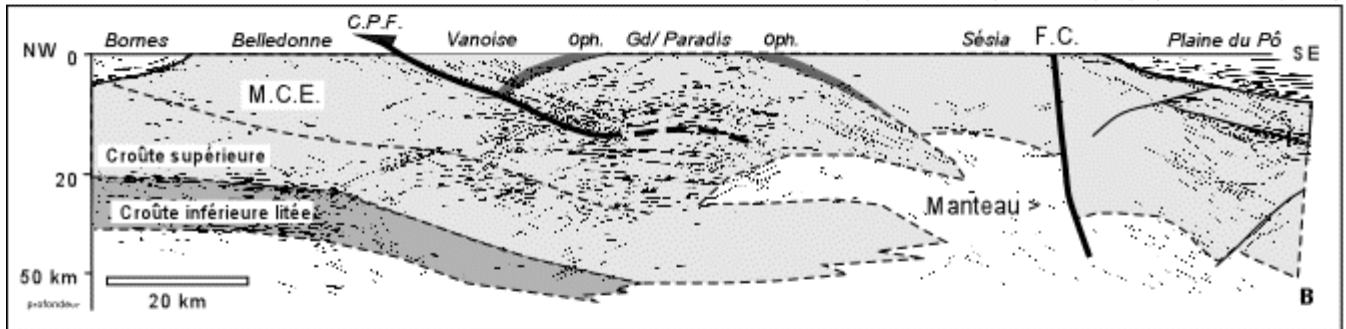
2 - À partir des profils A, B, C (**document 3**), précisez quelles structures majeures peuvent être observées en sismique réflexion. Vous réaliserez une interprétation géologique (localisation du Moho, de la croûte supérieure et inférieure, identification de failles, unités crustales, ensembles sédimentaires,...) du profil B du document 3 (à rendre avec la copie).

Les attentes du jury

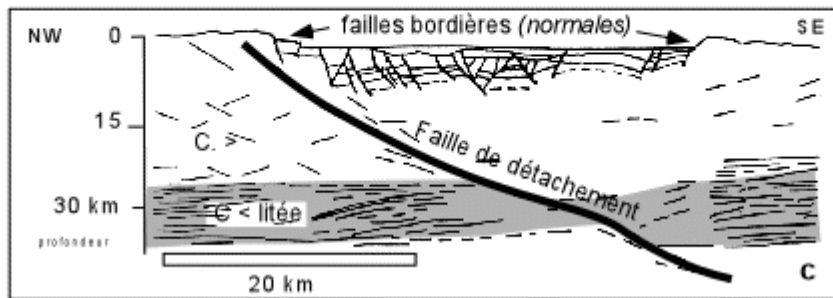
Il s'agissait de repérer dans un premier temps des structures géologiques au sens large (ensembles sédimentaires, structures tectoniques, unités crustales, etc.) sur des profils sismiques. On pouvait distinguer (voir document n° 3 corrigé) :



interprétation d'un profil sismique (d'après Dercourt, 2002)



profil sismique (d'après Nicolas et al., 1990)



interprétation de profil sismique (d'après Debelt et Masclé, 1997)

Document 3

° Des unités sédimentaires. Elles sont repérables sur le profil **(A)** à proximité de la surface. Il s'agit d'une série de réflecteurs parallèles développés sur une faible épaisseur (*quelques kilomètres*) représentant les sédiments stratifiés mésozoïques et cénozoïques.

° De grandes unités structurales et des discontinuités. Sur les profils **(A), (B) et (C)**, les zones "transparentes" correspondent à des unités de croûte supérieure rigide et les zones litées entre 20 et 40 Km de profondeur caractérisent la croûte inférieure litée. Sur ces mêmes profils, les limites croûte < / croûte > et croûte / manteau peuvent également être soulignées.

° Des structures tectoniques. Sur le profil **(A)**, des cisaillements crustaux et un niveau de décollement enraciné en profondeur au niveau de la croûte inférieure litée (*base de l'Ardenne*) étaient visibles. Sur le profil **(B)**, il fallait au moins reconnaître le chevauchement Pennique frontal, et sur le profil **(C)**, une grande faille de détachement. On pouvait également reconnaître la structure en nappe (profil **A**) de la série ardennaise (*Cambrien à Dévonien*) décollée au dessus d'un contact d'angle faible à une dizaine de kilomètres de profondeur.

Dans un second temps un habillage du profil (B) des Alpes était demandé et les informations qui devaient y figurer étaient les suivantes :

° La localisation du Moho, des croûtes inférieure litée et supérieure pauvre en réflecteurs, l'épaississement crustal et le poinçonnement par le manteau, le chevauchement Pennique frontal enraciné en profondeur, les principaux domaines des Alpes (*chaînes sub-alpines, massifs cristallins externes, Briançonnais/Vanoise, massifs cristallins internes, plaine du Pô*). On pouvait également indiquer, bien que cela ne soit pas observable directement sur ce profil (*mais important pour la compréhension de la structure de la chaîne*), la "ligne de Canavèse" et la limite zone de Sesia de la plaine du Pô et l'emplacement des ophiolites.

Les prestations des candidats

Concernant l'identification de structures majeures visibles en sismique réflexion les candidats ont souvent placé correctement le Moho et plus rarement les limites entre les croûtes supérieure et inférieure. L'habillage géologique du profil B reste pauvre et il est assez désolant de constater que peu de candidats ont su repérer le chevauchement Pennique frontal, dessiner (même sommairement) les écailles crustales à l'origine de l'épaississement, ou encore souligner le plongement (subduction) de la croûte inférieure vers l'Est..

3 – Retrouvez sur ces mêmes profils A, B, C, les grandes structures (*failles, grands ensembles géologiques,...*) identifiables en surface sur la carte de la France au millionième (**planche 1a, b et c**). Après avoir nommé ces structures, vous les localiserez sur la **planche 2 (à rendre avec la copie)**.

Les attentes du jury

Cette question pouvait être traitée très rapidement. Il s'agissait de reconnaître :

Sur le profil **A** (Bassin de Paris), la faille du Midi (*chevauchement enraciné à la base de la croûte et niveau de décollement*), sur le profil **B** (Alpes) le chevauchement Pennique frontal et les zones des Alpes, sur le profil **C** (fossé rhénan) les deux failles normales délimitant le fossé. Les structures devaient être localisées correctement sur la planche 2.

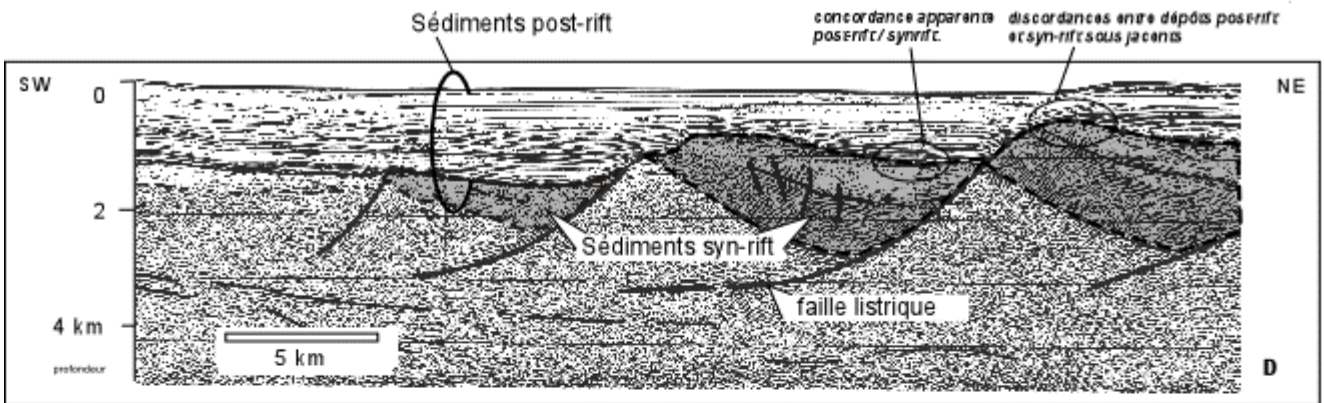
Des points de bonification ont été attribués lorsque les candidats ont correctement habillé les deux profils A et C, afin d'illustrer leur propos.

4 - Sur les profils D, E et F (**document 4**), identifiez les géométries sismiques observées (*nature des dépôts, type de sédimentation et/ou de géométries, ...*).

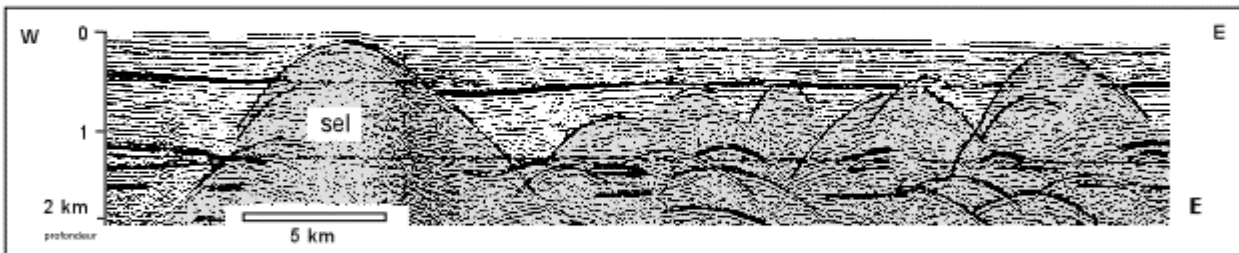
Les attentes du jury

Là encore la question devait être traitée rapidement dans la mesure où il s'agissait uniquement d'observer et de reconnaître des structures sans entrer dans le détail de leur interprétation (voir document n° 4 corrigé).

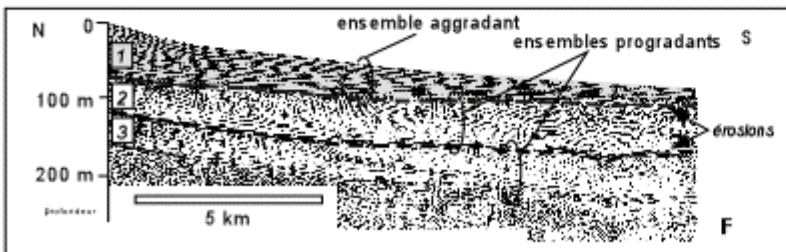
° Sur le profil **D** (*Marge armoricaine*) on peut reconnaître : des failles listriques, des sédiments "syn-rift" en éventail et des sédiments post-rift en concordance apparente dans les fonds de blocs basculés et en discordance sur les têtes de blocs. Sur le profil **E** (*Méditerranée*) sont observés des dômes de sels dans les sédiments (*recouvrement des réflecteurs*). Sur le profil **F** (*au large de l'embouchure du delta du Rhône*) deux géométries progradantes (**2** et **3**) et une aggradante (**1**) ainsi que des surfaces érosives peuvent être identifiées.



profil sismique interprété (d'après Boillot et al., 1984)



profil sismique (d'après Biju-Duval et al., 1974)



profil sismique (d'après Boillot et Coulon, 1998)

1: dépôts post-glaciaires récents et actuels
2 et 3 : dépôts Pléistocènes

Les prestations des candidats

Les documents D et E n'ont pas posé trop de problèmes aux candidats. Environ 40% d'entre eux ont su identifier les failles listriques et les différents types de sédiments (syn-rift, post rift, etc.), ou encore les dômes de sel. Néanmoins, parmi les erreurs rencontrées, les dômes de sel ont souvent été confondus avec des pillow-lavas ou des plutons, et le profil D de marge passive avec un profil de dorsale. Le profil F a été rarement commenté correctement (progradations non reconnues ou confusions de termes progradation / aggradation etc.).

5 - À l'aide de la carte géologique au millionième (**planche 1a, b, c**), des cartes des anomalies de Bouguer (**document 2**) et des interprétations précédentes, vous établirez, en argumentant vos réponses, quels sont les contextes géodynamiques et/ou géologiques des différentes régions traversées par les profils sismiques des **documents 3 et 4**.

Les attentes du jury

Dans cette partie du devoir, les candidats devaient reprendre les observations précédentes, utiliser tous les documents fournis en établissant au besoin des liens entre eux (lien gravimétrie /cartographie/sismique, par exemple, etc.) et arriver à des interprétations en termes de géodynamique.

→ Le profil **A** — L'Ardenne et le Bassin de Paris

° Les données cartographiques (Pl. 2) montrent une succession de terrains depuis le Permo-Trias (*sur les marges du bassin*) jusqu'au Tertiaire (*au centre du BP*) nécessitant une subsidence et donc un contexte de bassin sédimentaire. On peut noter le faible pendage des séries (*auréoles d'affleurements très larges*) et les nombreux contacts discordants (*points triples*) sur le socle indiquant plusieurs épisodes transgressifs notamment au Trias, au Lias, au Dogger et au Crétacé supérieur.

° Les données géophysiques montrent que le Bassin de Paris s'est formé sur une croûte continentale, il n'y a pas de rift central ni de fortes anomalies gravimétriques positives ou négatives ; on peut donc le qualifier de bassin épïcratonique. Au NE on observe la limite nord de la chaîne hercynienne déversée vers le nord, avec la couverture paléozoïque plissée de l'Ardenne charriée sur le socle protérozoïque sur plus de 100 km.

- La sismique (document **3A**) met en évidence une zone centrale essentiellement constituée de matériel ductile (*roches métamorphiques paléozoïques*) présentant une croûte inférieure litée (*ductile également*). Sur la zone nord, la croûte cassante épaisse, essentiellement protérozoïque, se comporte comme un "bloc rigide" (*il y en a trois dans le bassin de Paris : les blocs Ardennais, Armoricaïn et Morvano-Vosgien*).
- La gravimétrie (document **2**) montre une zone à faible anomalie négative allongée de Paris à Orléans jusqu'en Sologne correspondant à l'emplacement de bassins permien et de zones demeurant subsidentes durant tout le Mésozoïque.

→ Le profil **B** — Les Alpes

° Les données cartographiques (Pl. 2) montrent une structure générale en arc de cercle (liée à la rotation anti-horaire de l'Apulie), de multiples fronts de chevauchements, des nappes de charriage et des bassins flexuraux. Les candidats pouvaient évoquer le métamorphisme croissant d'Ouest en Est, les notions de zone externe non métamorphique (*chaînes subalpines et massifs cristallins externes*) et de zone interne métamorphique HP et BT, ainsi que la présence d'ophiolites.

° Les données géophysiques suggèrent la présence d'une racine crustale et d'une paléo-subduction.

- Sur le profil sismique, l'épaississement crustal se matérialise par des chevauchements crustaux impliquant des écailles de croûte continentale. On peut aussi indiquer la remontée du manteau sous la ligne de Canavèse, et le plongement de la croûte inférieure vers l'Est indiquant une subduction de la lithosphère européenne sous la lithosphère apulienne.
- En gravimétrie, (document 2), une forte anomalie positive est observée à l'Est (*corps d'Ivrée, remontée du manteau inférieur, zone de suture*) et une forte anomalie négative presque partout ailleurs (*liée à l'empilement de lames de socle à l'origine de l'épaississement crustal*).

→ Le profil **C** — Le fossé rhénan

° Les données cartographiques (Pl. 2) suggèrent un fossé aux bordures surélevées (*affleurement du socle paléozoïque au Sud ou du Trias germanique au Nord*), encadré par des failles normales associées à des champs de fractures (*le principal est Saverne et montre la couverture mésozoïque affectée par une tectonique en "touches de piano"*), Un volcanisme est visible au Kaiserstuhl (*phonolites, carbonatites, etc.*).

° Les données géophysiques :

- La sismique met en évidence un détachement enraciné à la base de la croûte inférieure ductile, de nombreuses failles normales, ainsi qu'une zone subsidente au centre du fossé et des bordures surélevées.
- La gravimétrie, (document 2), montre une zone d'anomalie fortement négative sous les Vosges cristallines et sous une partie du fossé correspondant au socle granitique. Dans le fossé, un alignement d'anomalies négatives moyennes correspond à une succession de "bassins" comblés par la sédimentation tertiaire épaisse (*entre 600 m et 2000 m d'épaisseur*).

→ Le profil **D** — La marge passive armoricaine

° Les données sismiques montrent des failles listriques, des sédiments syn-rift en éventail formés au moment de la rotation des blocs et des sédiments post-rifts déposés après la distension (*concordance apparente dans les fonds de blocs et discordance sur les têtes de blocs*).

→ Le profil **E** — La sédimentation salifère en Méditerranée

° Les données cartographiques (Pl. 2) mettent en évidence des dépôts salifères cartographiés comme des structures sub-circulaires (*pointillés orange*) éloignées de la marge (*au delà de l'éventail du Rhône*). Il sont les témoins d'une régression majeure au Messinien qui exonde la plate forme du golfe du Lion et entraîne la formation de dépôts évaporitiques dans le centre de la Méditerranée occidentale (*sel parfois directement déposé sur la croûte océanique*).

° Les données géophysiques indiquent une morphologie en "dômes" de sel recoupant les réflecteurs correspondant aux sédiments récents (diapirisme).

→ Le profil **F** — La sédimentation au large du delta du Rhône actuel

° Les données géophysiques et gravimétriques :

- L'anomalie de Bouguer positive sous la Provence indique un amincissement crustal lié à l'extension de la marge provençale.
- Sur le profil sismique, les ensembles de réflecteurs 2 et 3 sont deux prismes progradants correspondant à des épisodes régressifs érodés au toit (*réflecteurs sub-horizontaux peu épais recoupant les réflecteurs obliques*). Les deux épisodes progradants d'âge pléistocène sont classiquement interprétés comme

traduisant des périodes de haut niveau marin (*stades interglaciaires*), suivies par des chutes eustatiques exprimées par l'érosion des prismes sous jacents (*stades glaciaires*). L'ensemble **1** correspond au prisme actuel à géométrie aggradante caractéristique d'un contexte de transgression et associé à la période post-glaciaire récente.

Les prestations des candidats

Cet exercice a été traité de façon très inégale avec souvent un manque d'argumentation, de hiérarchisation des idées et une absence de lien entre les documents. Les candidats ont éprouvé beaucoup de difficultés à exploiter les documents concernant le bassin de Paris (profil A), la Méditerranée et l'embouchure du Rhône (profil E et F). Nombre d'entre eux ont traité seulement l'aspect gravimétrique.

B) De l'affleurement à la carte géologique

Les attentes du jury :

Il s'agissait ici d'évaluer l'esprit d'observation des candidats et leur capacité à déduire de photographies d'affleurement des informations sur les contextes géologiques des différentes régions où avaient été prises les photographies. Il faut noter que les documents proposés sur la planche 3 étaient inspirés des illustrations figurant dans les livres des collèges et lycées.

*La **planche 3** regroupe des photographies de paysages et de roches caractéristiques de grandes régions géologiques en France métropolitaine (la localisation des photographies est reportée sur le document 1).*

- À partir d'une analyse détaillée de la **planche 3**, couplée aux informations fournies par la carte géologique (**planche 1a et b**), indiquez quels types de contextes géologiques, géodynamiques, ou climatiques, peuvent être mis en relation avec ces photographies.

➔ Photographie n°1 : Cette photographie est prise dans le Jura. On y observe des calcaires massifs plissés (*pli en genou ou pli droit*) témoins de la déformation plicative affectant la couverture mésozoïque au front des Alpes en domaine externe. En lame mince, il s'agit d'un calcaire à texture de wackestone ("*grains*" assez nombreux mais disjoints et matrice opaque micritique avec quelques remplissages de cristaux clairs de sparite). On note la présence de foraminifères indiquant un environnement marin franc (*faune pélagique*), de faible énergie, en domaine de plate-forme carbonatée.

➔ Photographie n° 2 : C'est l'illustration d'une vallée glaciaire en auge près de Grenoble. On peut remarquer les moraines de fond ou latérales entaillées par le torrent. Ce type de morphologie est acquis au Quaternaire en relation avec le développement des langues glaciaires au débouché des grands glaciers alpins (*vallées de la Haute Durance, du Guil, etc.*).

➔ Photographie n° 3 : Il s'agit de structures prismatiques typiques du refroidissement des coulées de laves basaltiques observées ici dans le Massif Central (*volcanisme alcalin à partir du Miocène*). Les prismes se développent selon un axe perpendiculaire à la surface de refroidissement.

➔ Photographie n° 4 : L'affleurement du Chenaillet (*Hautes Alpes*) montre des basaltes en coussin en plan structural. La quasi absence de déformation indique que cette portion de croûte océanique n'a pas subi la subduction/exhumation impliquant un métamorphisme et une déformation intense. Elle est donc le témoin du plancher océanique fossile obduit (*ophiolites d'âge jurassique issues de l'océan alpin*).

➔ **Photographie n° 5** : Il s'agit d'une exploitation de bauxite en Provence (*l'arrière plan montre les Alpilles*). Deux types de bauxites sont visibles sur la photo : des bauxites "rouges" et "blanches". Dans les deux cas il s'agit de sédiments (*argiles de type kaolinite, gibbsite $Al(OH)_3$, et graviers d'oxydes ou hydroxydes de fer*) issus de l'altération (*hydrolyse intense de type allitisation ou monosiallisation*) et du lessivage en milieu bien drainé de roches alumino-silicatées. La couleur finale de la roche, blanche ou rouge, dépend des conditions d'oxydo-réduction dans la zone d'accumulation. La lame mince montre une matrice rouge (*Fe, Al, argiles*) et des concrétions d'oxydes de fer (*pisolithes*). Les bauxites en Provence sont d'âge Crétacé inférieur à moyen et témoignent de l'émersion et d'un contexte climatique chaud propice à une altération intense des roches alumino-silicatées.

➔ **Photographie n° 6** : On peut observer des dolomies "ruiniformes" (*relief karstique*) de la région des Causses. Cette photographie illustre l'altération et l'érosion actuelles en climat tempéré de roches carbonatées fissurées. L'aspect en "colonnes" est lié à l'action de l'eau (*chargée en CO_2*) qui s'infiltre dans les fissures et dissout les ciments ou les matrices carbonatées (*phénomène accentué durant les saisons froides et humides pendant lesquelles les eaux sont enrichies en CO_2 dissous*).

Les prestations des candidats

Le jury a été particulièrement surpris par l'incapacité de très nombreux candidats à reconnaître et interpréter les différentes photographies qui, à chaque fois, illustraient pourtant un aspect bien connu et parfois "basique" de la géologie. Ainsi, les pisolithes de fer des bauxites ont été souvent interprétés comme des ammonites, les orgues basaltiques comme des ardoises ou des miroirs de failles, les pillow-lavas du Chenaillet comme des conglomérats, etc. Enfin, très peu de candidats sont allés au delà de la simple reconnaissance du sujet des photographies pour aborder leurs significations géologiques ou climatiques.

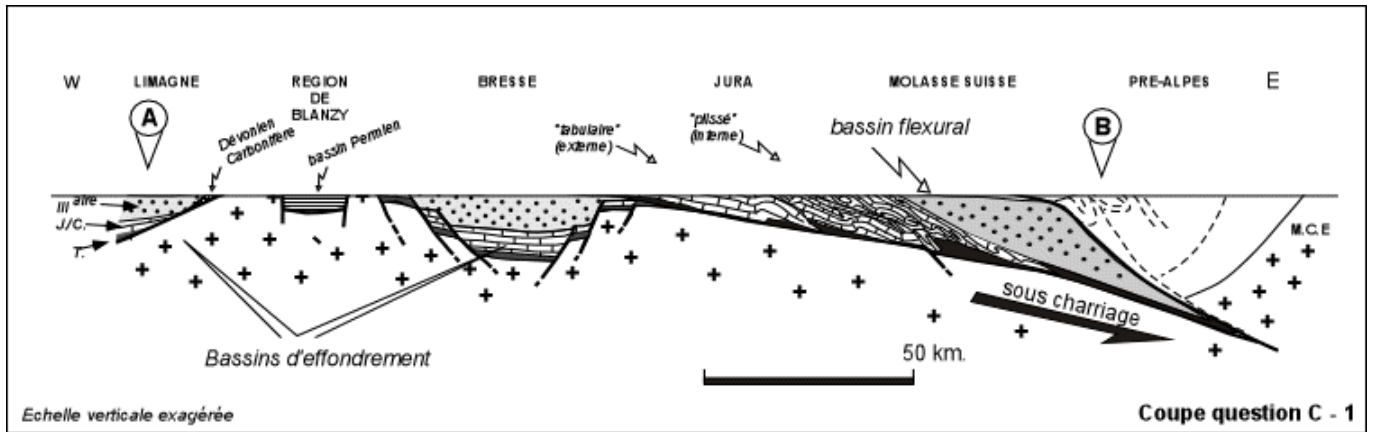
C) Les structures géologiques régionales d'après une coupe à l'échelle du millionième

Les attentes du jury

Pour traiter cette partie, les candidats devaient faire appel à leurs connaissances en géologie régionale. Il s'agissait dans un premier temps de réaliser une coupe géologique synthétique, dans laquelle devaient figurer les principales caractéristiques stratigraphiques sédimentaires et structurales des différentes zones traversées par le trait de coupe. La topographie n'étant pas figurée sur la carte au millionième, la limite supérieure de la coupe devait être représentée par un trait horizontal. Il était particulièrement important de faire ressortir : le bassin de Blanzky délimité par des failles sub-verticales décrochantes, le fossé d'effondrement de Bresse, chevauché à l'Est par le Jura, la structure du Jura (*zone plissée sous-charriée et décollée sur le Trias gypseux*), le bassin molassique suisse chevauché par les chaînes sub-alpines et recouvrant en concordance le Jura. Dans un second temps, les candidats devaient résumer les principales caractéristiques des zones traversées et expliquer brièvement les événements géodynamiques qui ont conduit à leur formation.

Le **document 5** représente un extrait de la carte de France au millionième sur lequel sont reportées, le long du trait A - B, quelques grandes régions géologiques.

1 - Réalisez une coupe synthétique A – B, en faisant bien ressortir les grandes structures géologiques et la nature des contacts entre les différentes régions ou zones fléchées.



Coupe A-B

2 - D'après votre coupe et vos connaissances, expliquez la mise en place des unités indiquées par des flèches sur la carte, en précisant les époques de mise en place de la structure de ces différentes régions.

- ° Les fossés de Limagne et de Bresse sont des fossés d'effondrement liés à la distension oligocène.
- ° La région de Blanzly correspond à un bassin Permien ("pull-apart") encadré par deux failles décrochantes recoupant le socle hercynien. C'est un témoin de la distension fini-permienne qui conduit à la restauration de l'épaisseur normale de la croûte.
- ° Le Jura est un ensemble sédimentaire plissé/faillé chevauchant sur les formations mio-pliocènes du fossé de Bresse et dont le socle est sous-charrié vers l'Est (*sous les massifs cristallins externes alpins*). Le chevauchement du Jura est du globalement à la collision Europe-Apulie et au raccourcissement qui en résulte.
- ° Le bassin molassique suisse est un bassin flexural à remplissage de sédiments tertiaires (*épaisseur des sédiments atteignant 4000 m*). Les molasses sont des formations sédimentaires détritiques à faciès continentaux ou marins peu profonds formés au cours de la collision continentale et issus de l'érosion des reliefs avoisinants. Il s'agit ici de dépôts oligocènes à miocènes en contact sur le Jura et chevauchés par les unités mésozoïques des chaînes sub-alpines.

Les prestations des candidats

Sur l'ensemble des copies corrigées moins d'une dizaine de coupes correctes ont été recensées. Les candidats se sont souvent contentés de retracer un vague profil topographique imaginaire alors qu'à cette échelle, une limite horizontale s'imposait et d'indiquer quelques failles ou limites de couches... La question 2 a également été traitée de manière très décevante ; les connaissances en géologie régionale d'une majorité des candidats étant très limitées. C'est sans doute cette méconnaissance des traits géologiques majeurs des régions concernées qui a empêché une grande majorité de candidats de réaliser correctement la coupe et son interprétation.

D) L'histoire d'une région d'après des données cartographiques et de terrain

Les attentes du jury

Après l'identification de structures géologiques sur des agrandissements de la carte au millionième, les candidats devaient utiliser en parallèle plusieurs documents afin de reconstituer l'histoire géologique d'une région, celle de Digne-les-Bains. Il était important de bien séparer observations et interprétations. Les candidats pouvaient présenter cette partie du devoir sous forme de tableau s'ils le souhaitaient.

Le document 6 présente trois agrandissements (A, B, C) de la carte de France au millionième dans le bassin du Sud-Est, ainsi qu'un log synthétique de la région de Digne-les-Bains (D) et un schéma de l'évolution de la subsidence au Mésozoïque dans le bassin du Sud-Est (E).

1 - Définissez le type et le jeu éventuel des structures tectoniques visibles sur les agrandissements A, B et C du document 6.

° L'agrandissement (A) montre des klippes, des failles décrochantes dextres, et des chevauchements de vergence opposée. Des unités métamorphiques renfermant des roches de plus haute pression sont situées géométriquement en dessous des unités de plus faible pression. L'agrandissement (B) illustre un front de chevauchement à vergence Nord et le graben oligocène de Sault. L'agrandissement (C) montre des fronts de chevauchement vers l'Ouest, dont celui de la "nappe de Digne" et une structure en demi-fenêtre.

2 - En vous aidant de la carte (C) et de la figure (D) du document 6, identifiez les principales lacunes de sédimentation et discordances qui affectent la région de Digne. Quelles en sont les causes ?

° La lacune de l'Eocène correspond à une période de régression de la mer alpine, liée à la compression pyrénéenne qui s'accompagne de la déformation et de l'érosion des dépôts mésozoïques de la région.

° Les discordances de l'Oligocène ou du Miocène sur le Crétacé/Jurassique ou le Trias témoignent de la formation d'un bassin flexural au front de la nappe de Digne. Les premiers dépôts molassiques se mettent en place à l'Oligocène ; ils sont discordants sur le Jurassique et le Crétacé plissés et érodés à l'Eocène.

3 - D'après la figure (D), et en vous appuyant sur les indications de faciès, déterminez brièvement l'évolution des milieux de sédimentation du Trias supérieur (Keuper) au Miocène.

° Au Trias, les évaporites et la dolomie constituent des faciès lagunaires traduisant un milieu soumis à une évaporation intense. Les argiles bariolées sont des indicateurs de paléosols.

° Les dépôts du Lias caractérisent une sédimentation carbonatée de plate forme externe.

- ° Au Dogger, les *Cancellophycus* (traces fossiles) et les turbidites indiquent une sédimentation de bassin subsident, les marnes noires riches en matière organique traduisent des conditions anoxiques.
- ° Au Malm, les écoulements gravitaires (*turbidites*) constituent des indices de remaniement pouvant témoigner de conditions de plate-forme carbonatée externe.
- ° Les dépôts du Crétacé inférieur indiquent un milieu de plate-forme carbonatée, et plus précisément un environnement de "pente" associé à de l'instabilité tectonique (*slumping*)
- ° Au Crétacé supérieur, les lamellibranches, les Orbitolines et la glauconie témoignent de conditions marines.
- ° L'Oligocène se caractérise par des dépôts détritiques affectés de litages obliques arqués et plans, typiques d'une sédimentation continentale (*présence également de marnes bariolées témoins d'une pédogénèse*).
- ° Au Miocène, la lithologie, les bioturbations et les litages indiquent des conditions marines peu profondes influencées par les tempêtes (*litages obliques en mamelons*).

Des points de bonifications ont été attribués aux candidats ayant présenté une courbe d'évolution des milieux de sédimentation ou de variation du niveau marin en parallèle de leurs interprétations.

4 - La figure (E) représente une courbe d'enfouissement au cours du temps donnant une indication de l'évolution de la subsidence dans le bassin. Quelles sont les causes possibles des variations de vitesse d'enfouissement indiquées par les trois flèches rouges ?

° L'accélération au "Lias" est liée au rifting dans le domaine Alpin, ce qui correspond à l'initiation de la subsidence. L'accélération au Crétacé inférieur correspond à la formation de la fosse vocontienne et le ralentissement fin Crétacé inférieur traduit l'inversion tectonique puis la fermeture progressive du bassin du Sud-Est (*émersion et déformation pyrénéo-provençale*).

5 - À l'aide des documents de votre choix, et en vous aidant de vos interprétations précédentes et de vos connaissances, retracez l'histoire sédimentaire et tectonique de la région de Digne. Vous replacerez cette histoire par rapport aux grands événements géodynamiques susceptibles d'avoir eu des conséquences dans le Sud-Est de la France au cours des temps géologiques.

° Les premiers dépôts au Trias indiquent une sédimentation continentale ou lagunaire en contexte aride (*évaaporites*). La subsidence est encore faible : il s'agit d'une période ante-rift (*de l'océan Alpin*). Le Lias correspond à la construction d'une plate-forme externe profonde, témoin de l'accélération de la subsidence contemporaine d'une phase de rifting dans le domaine alpin. Au Dogger, s'installe une sédimentation de bassin profond (*turbidites, Cancellophycus*) dans des conditions anoxiques (*marnes noires dénommées "Terres Noires"*). La sédimentation témoigne d'une mobilité tectonique associée à une subsidence importante (E). Ces faits sont à rattacher à une forte extension crustale au sein de l'océan Alpin. Le Jurassique supérieur correspond à une sédimentation de plate-forme carbonatée (*profondeur et contexte géodynamique très discutés actuellement : plate-forme stable dominée par les tempêtes ou instabilité et formations de brèches turbiditiques ?*).

Au Crétacé inférieur, se développe une sédimentation carbonatée de plate-forme, associée à des instabilités tectoniques (*slumps*) et à une accélération de la subsidence. Les candidats pouvaient évoquer la formation et le remplissage de la fosse vocontienne (*structure subsidente orientée E-W formée en contexte compressif -*

flexuration) à mettre en relation avec le déplacement de la plaque Ibérie (*initiation d'un régime de contraintes devenant S-N en Provence*). À partir du Crétacé supérieur la sédimentation peu profonde et la diminution de la subsidence sont à relier à une tectonique compressive syn-sédimentaire liée aux mouvements pyrénéo-provençaux.

À l'Eocène le régime compressif se poursuit (*mise en place de la chaîne pyrénéenne au Sud*) et une lacune est observée dans la région de Digne. Enfin à l'Oligocène et au Miocène, des molasses continentales puis marines peu profondes se déposent au front de la nappe de Digne (*nappe de charriage externe des Alpes*). Ces dépôts, discordants sur le Jurassique/Crétacé plissé, sont à relier à la formation d'un bassin flexural.

Les prestations des candidats

Les questions 1, 2 et 3 ont été relativement bien traitées. En revanche la question 4 concernant l'analyse de la courbe d'enfouissement n'a presque jamais été traitée correctement. La question 5 a révélé de grosses difficultés de hiérarchisation des idées et de rédaction. Très souvent les candidats se sont contentés de résumer les interprétations environnementales qu'ils avaient faites précédemment, sans les relier à des événements géodynamiques, climatiques ou encore tectono-eustatiques.

E) Conclusion : Les grandes étapes de l'histoire géologique de la France présentées à partir de la carte au millionième

Les attentes du jury

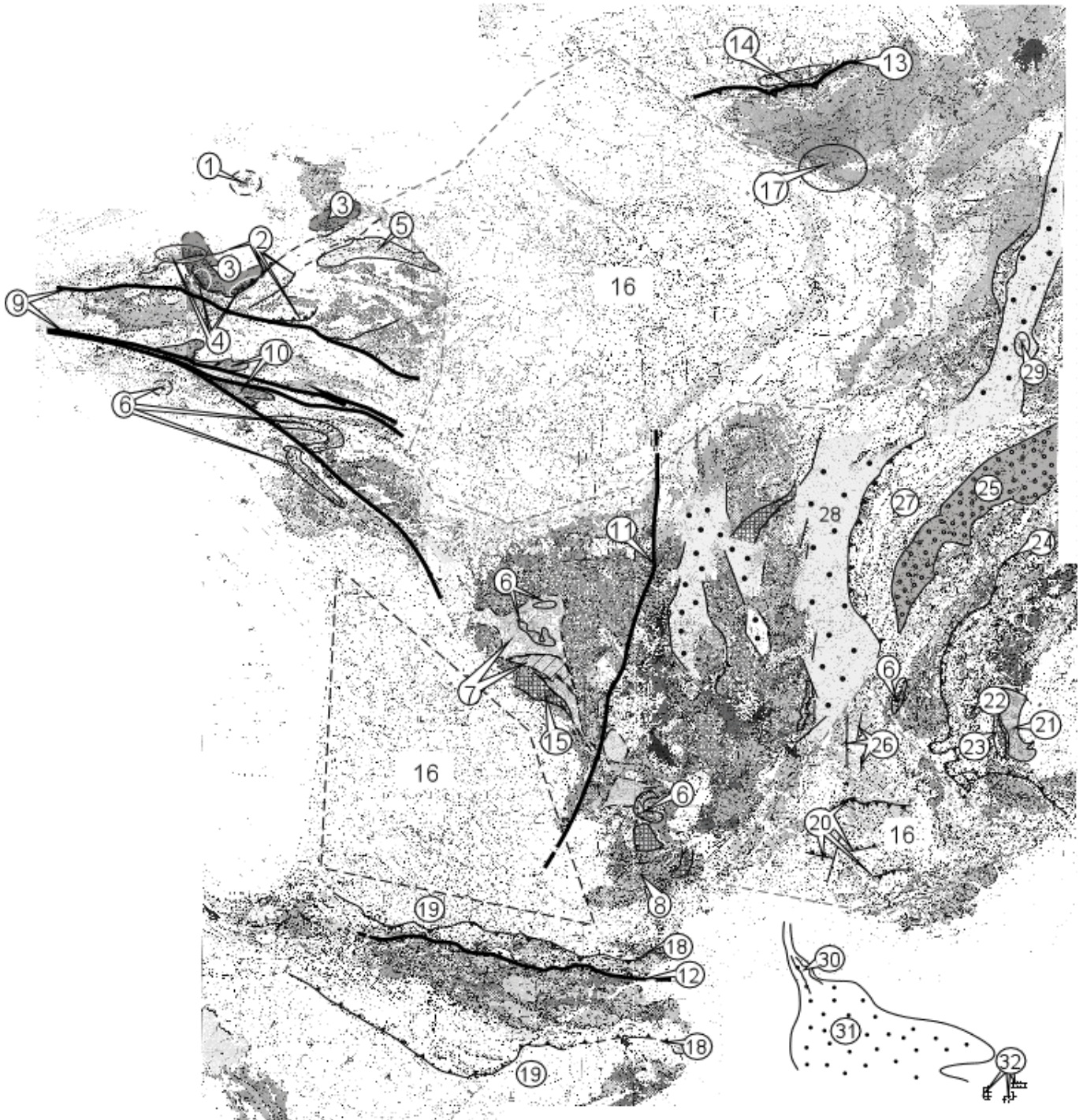
Dans cette dernière partie du devoir les candidats devaient faire preuve d'un esprit de synthèse et faire appel à leurs connaissances générales en géologie de la France. Ils devaient également être capable de localiser sur la carte de France au millionième, des structures ou de grandes régions géologiques susceptibles de servir à l'illustration de leur propos.

Remarques : certaines données importantes pour reconstituer l'histoire géologique de la France n'étaient pas directement observables sur la carte à cette échelle de reproduction. C'était le cas par exemple des données du métamorphisme ou du magmatisme. Les candidats pouvaient cependant utilement les intégrer à leur démarche.

- En utilisant l'ensemble ou une partie des documents fournis, présentez de façon synthétique (*deux à trois pages maximum*) les grandes étapes de l'histoire géologique de la France métropolitaine en suivant un plan chronologique. Pour illustrer les différents points de votre exposé, vous localiserez sur la **planche 2**, les grands ensembles géologiques que vous serez amené(e) à citer.

La correction de cette partie du sujet ne vise pas à donner un corrigé type. Il s'agit plutôt de proposer une synthèse des données utilisables pour traiter une telle question.

** Les (n°) dans le texte renvoient à la planche 2.*



L'histoire protérozoïque

Les plus anciennes roches de France métropolitaine sont datées de 1 800 à 2 800 Ma. (*Trégor et Cotentin*). Bien que ce ne soit pas en territoire français, les candidats pouvaient citer le site de référence d'"Icart Point" (**Guernesey - n°1**). Les roches du Protérozoïque constituent des unités de croûte continentale souvent reprises dans les orogènes paléozoïques et alpins. On les retrouve au sein de massifs anciens (*dans les Massifs Armoricaïn et Central, l'Ardennes, les Vosges moyennes*) et dans les chaînes récentes. Elles sont présentes dans la haute chaîne pyrénéenne et dans certains massifs cristallins des Alpes (*Belledonne, Mercantour, etc.*).

On pouvait détailler par exemple le cas du Massif Armoricaïn où le Protérozoïque est le mieux représenté et fournit des informations sur la période cadomienne (*ou panafricaine*).

→ Principaux points suggérant la convergence ou la déformation pouvant être illustrés sur la carte de France ou sur les documents fournis :

- ° La présence de nappes de roches métamorphiques chevauchantes vers le Sud (*dans la région de St Brieuc - St Malo par exemple*) (**n°2**).
- ° Des indices possibles de marge active sont observés avec vers 650 Ma, avec du magmatisme calco-alcalin et du volcanisme d'arrière arc dans la région de Lannion - Trégor - St Brieuc et des anomalies de densité (*témoins de roches basiques / "ophiolites"*) (**n°3**). La carte gravimétrique montre une anomalie fortement positive sous la région de St Brieuc.
- ° Des remontées granitiques recoupent les principales structures (*580 M.A. formation des reliefs cadomiens*) (**n°4**).
- ° La couverture cambrienne est discordante sur le socle briovérien déformé (**n°5**) (*bocage normand par exemple*).

L'histoire varisque

Il n'y a pas d'arguments cartographiques clairement visibles à l'échelle du 1 / 1 000 000^e en France concernant le cycle calédonien (*il se marque au Nord de l'Ardenne et dans le Boulonnais par des discordances et notamment celle du Dévonien transgressif sur l'ensemble Cambrien à Silurien plissé*).

En revanche la chaîne varisque est bien documentée dans les Massifs Armoricaïn et Central, l'Ardenne, les Vosges, la haute chaîne pyrénéenne et les massifs cristallins alpins.

→ Quelques points importants concernant les principales caractéristiques de cette chaîne et les grandes étapes de sa formation :

- ° La subduction (fin Silurien)
 - Témoins d'une paléo-suture océanique (**n°6**) dans le Massif Armoricaïn au Sud (*roches basiques/ultra basiques au sein d'un complexe leptyno-amphibolique, matériel "océanique" intensément métamorphisé à HP à Groix*), dans le Massif Central, (*roches de haute pression - éclogites en enclaves à la base des gneiss supérieurs dans le Limousin, etc.*) et probablement dans les Alpes (*complexes de gneiss leptyno-amphiboliques dans le massif externe de Belledonne*).

° La collision (Dévonien)

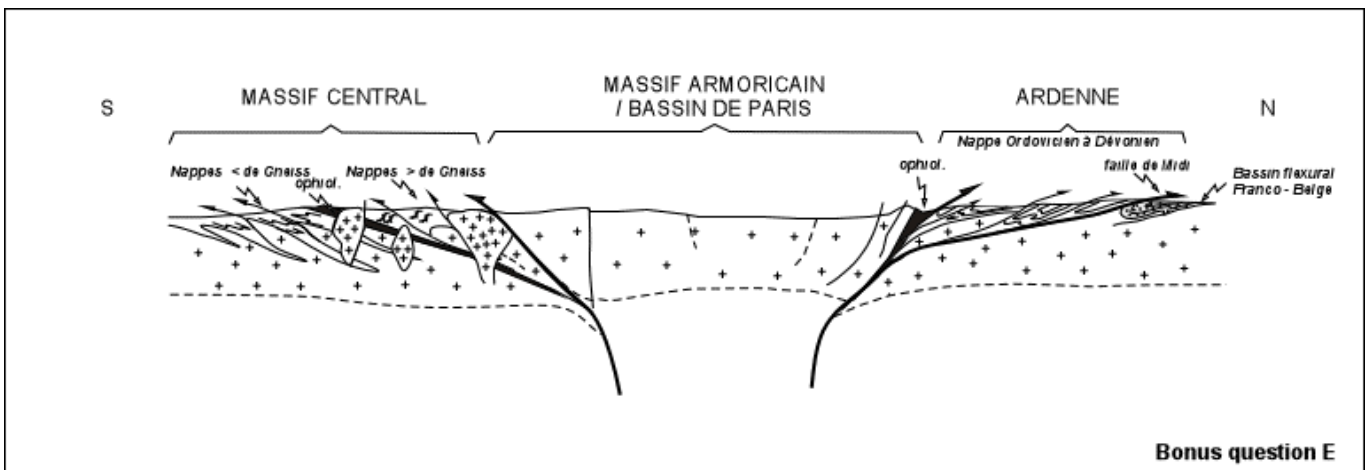
- Mise en place des unités cristallines de gneiss (n°7) ("*nappes internes*") dans le Massif Armoricaïn, (*au Sud en Vendée et au Nord - pays de Léon*), dans les Vosges moyennes, dans le Massif Central (*unités inférieures et supérieures de gneiss d'âge Cambro-Ordovicien*).
- Intrusions de plutons granitiques (*Massif Armoricaïn et Central, Vosges centrales, Pyrénées*) témoignant de la fusion partielle de la croûte épaissie en contexte de collision.

° La collision et la subduction continentale (début Carbonifère)

- Métamorphisme prograde inverse au niveau des Cévennes (**n°8**)

° Les évènements post-collisionnels et le démantèlement de la chaîne (Carbonifère - Permien)

- Mise en place de grands accidents de socle souvent décrochants, plutonisme et formation de bassins en "pull-apart" contemporains de l'extension post-épaississement (*fini-Carbonifère*)
- Cisaillements dextres sud-armoricains / nord-armoricain (**n°9**) datés par les remontées de granites carbonifères le long des failles (**n°10**) (*formes allongées ou pincées entre les failles*), lien avec le document 2 montrant une anomalie négative à l'emplacement de la zone broyée injectée par les granites.
- Formation du Sillon Houiller dans le Massif Central (*décrochement senestre*) (**n°11**), et bassins carbonifères allongés le long des failles.
- Mise en place de la Faille nord-pyrénéenne (**n°12**) et des bassins carbonifères associés.
- Plutonisme d'âge carbonifère, forte anatexie crustale dans les conditions du faciès amphibolite formant des granites, des leucogranites et des granodiorites (*Massif Central, Massif Armoricaïn, Vosges*).
- Mise en place de nappes externes et de bassins flexuraux.
- Décollement de l'Ardenne en zone externe de la chaîne varisque impliquant les dépôts d'âge Cambrien à Dévonien plissés et faillés (*chevauchements vers le nord nombreux*). Niveau de décollement principal dans le Cambrien repérable sur le document 3A (*exprimé par la faille du Midi à l'affleurement - n°13*).
- Présence d'un bassin flexural (*franco-belge*) (**n°14**) à remplissage carbonifère au front de la nappe ardennaise.
- Formation de nombreux bassins carbonifères et permien encadrés par des failles (**n°15**) à sédimentation détritique et de charbons (*flore houillère*) sous climat chaud et humide (*position de la France sur l'équateur*).
- Démantèlement de la chaîne exprimé par une forte sédimentation détritique au Permien.



Bonus question E

L'histoire mésozoïque et cénozoïque : les bassins sédimentaires et les chaînes de montagne

Genèse et remplissage des grands bassins sédimentaires français

L'initiation contemporaine des trois grands bassins français, (*Bassin de Paris, d'Aquitaine et du Sud-Est*) (n°16) est liée à la distension qui affecte tout le domaine européen nord-occidental à la fin du Permien. Leur remplissage sédimentaire couvre une période allant du Permo-Trias au Quaternaire. Ces bassins sont fortement subsidents (*épaisseur des sédiments parfois supérieure à 6000 m dans le bassin de Paris et le bassin d'Aquitaine, et jusqu'à 12 km dans le bassin du Sud-Est*) et l'histoire Mésozoïque/Cénozoïque est dominée par des cycles de transgression/régression d'origine tectono-eustatique (*mers épicontinentales en provenance de la Téthys puis de l'Atlantique à partir du Jurassique moyen pour l'Aquitaine*).

→ Points pouvant illustrer quelques caractéristiques du remplissage et de l'évolution des bassins sédimentaires au Mésozoïque d'après les documents

° Les dépôts sont tabulaires et sont discordants sur un socle. Un exemple pouvait être pris dans le bassin de Paris (*ou d'Aquitaine*) en illustrant les multiples contacts anormaux (n°17) visibles sur la carte de France et traduisant différents épisodes de transgression. Le Trias est transgressif sur le socle, le Jurassique moyen transgressif sur le Trias ou sur le socle paléozoïque, le Crétacé supérieur transgressif sur le socle, etc.

° On pouvait également montrer que l'évolution de la sédimentation et de la subsidence dans un bassin est étroitement liées aux événements géodynamiques avoisinants. Une partie du bassin du Sud-Est, illustrée à partir du document 6, pouvait alors servir d'exemple. Les candidats pouvaient montrer la distension triasique accompagnée de dépôts d'évaporites puis l'initiation des plate-formes carbonatées à partir du Lias. Les instabilités tectoniques à partir du Crétacé inférieur et l'inversion du bassin fin Crétacé supérieur étaient à mettre en relation avec la tectonique pyrénéo-provençale.

Formation des chaînes récentes.

- Les Pyrénées : (*Chaîne formées entre le Crétacé supérieur et l'Eocène : collision Ibérie / Europe*) .

→ Quelques points pouvant illustrer les caractéristiques de cette chaîne et sa formation

° L'épaississement crustal se traduit par une forte anomalie gravimétrique négative à l'axe de la haute chaîne (document 2).

° Le métamorphisme régional HT/BP (*événement thermique, remontée de péridotites litées du manteau*).

° Les témoins de déformation et de raccourcissement : présence d'une structure en éventail, de chevauchements crustaux (faille N. Pyr. n°12) et de couverture (n°18), chevauchements de la zone nord pyrénéenne sur la zone sous pyrénéenne et de la zone axiale sur la zone sud pyrénéenne.

° L'absence d'ophiolites, mais la présence d'un sillon fortement subsident (*flyschs crétacé >*) entre l'Ibérie et la plaque "Europe" reliée à la Téthys alpine.

° Les bassins flexuraux : (n°19) bassins molassiques de l'Ebre et dans le Sud du bassin d'Aquitaine.

° Les déformations des couvertures sédimentaires dans les bassins sédimentaires voisins :

- Déformation de la Provence "calcaire", plis et chevauchements à axes E-W (**n°20**) (*Ste Victoire, Lure, Ste Baume, Eguilles, etc.*).

Les Alpes : (*subductions océanique et continentale du Crétacé > à la fin de l'Eocène et collision oligocène*)

→ Quelques points pouvant illustrer les caractéristiques de cette chaîne et sa formation

° L'épaississement crustal et la remontée du manteau supérieur (au niveau du corps d'Ivrée): la forte anomalie gravimétrique négative au niveau de l'arc alpin et l'image sismique montrant la structure en lames de socle empilées (**document 3 B**) illustrent l'épaississement crustal. La forte anomalie positive à l'aplomb du corps d'Ivrée montre, quant à elle, la remontée du manteau supérieur (*faciès transparent en sismique sur le document 3B*).

° Le métamorphisme HP° à UHP° croissant vers l'Est (faciès éclogite dans les zones Piémontaise et Austro-alpine et éclogite à coésite à Dora-Maira n°21).

° Les témoins de l'existence d'un ancien océan : des ophiolites non métamorphosées au Chenaillet (**n° 22**) et métamorphosées au Mont Viso sont présentes dans la zone Liguro-piémontaise des Alpes (**n°23**).

° De nombreux fronts de chevauchements délimitent les différentes zones alpines, (*dont le chevauchement pennique frontal : n°24*), rétro-charriage dans le Briançonnais, empilement de nappes de charriage (*flyschs à Helminthoides*).

° Des bassins flexuraux molassiques se forment en périphérie de la chaîne (*bassin tertiaire de Digne, molasse suisse, n°25*).

° La déformation et la fracturation tardive des domaines les plus externes : déformation de la couverture Jurassique / Crétacé de la Provence et nombreuses failles N-S (*cisaillements*) (**n°26**). Plissement et décollement sur le Trias (*gypseux*) du Jura et sous-charriage de son socle (**n°27**).

La distension Oligocène et les événements récents

Elle se traduit par la formation de bassins d'effondrement étroits et souvent asymétriques (*failles de détachements*) : fossé rhénan, fossés de Bresse et des Limagnes, fossé d'Alès. (**n°28**). La distension est à mettre en relation avec l'étirement de la lithosphère associé à la subduction continentale dans les Alpes. Les candidats pouvaient également parler de formation de la Méditerranée occidentale (*bassin liguro-provençal, Golfe du Lion*) .

→ Quelques points illustrant l'histoire tertiaire et quaternaire :

° La présence de bassins sensiblement N-S à remplissage tertiaire encadré par des failles normales (Doc. 3C)

° Le volcanisme alcalin lié à de la distension d'âge Mio–Pliocène et sa relation avec une forte anomalie de vitesse dans le manteau sous-jacent interprétable en terme de "point chaud" (*retrouvé dans le fossé rhénan – Kaiserstuhl , Limagne, Cantal, Aubrac, Mont Dore, etc. n°29*).

L'histoire de la Méditerranée

Les candidats pouvaient illustrer, par exemple, les évènements glacio-eustatiques qui s'enregistrent sur la marge du Golfe du Lion. On pouvait également parler de la rotation du bloc corso-sarde aboutissant à l'ouverture du bassin algéro-provençal au Miocène et au fonctionnement en marge passive de la côte méditerranéenne de la France.

Dans cette optique trois types d'observations pouvaient être faites.

° Les progradations/aggradations au Plio-Quaternaire au large du delta du Rhône témoignent de périodes de haut niveau marin ou de transgressions au cours du plio quaternaire.

° La présence de profonds canyons sous-marins dans le prolongement du Rhône, du Var etc... (n°30 repérable sur la carte en couleur) et cônes turbiditiques étendus au débouché des canyons (n°31 zone repérable sur la carte en couleur) (âges plio-quaternaires à actuel) caractérisent "cartographiquement" des périodes d'érosion liées à des chutes du niveau marin.

° La sédimentation salifère (doc 3 F) (n°32 repérable sur la carte en couleur) témoigne de la chute du niveau marin au Messinien.

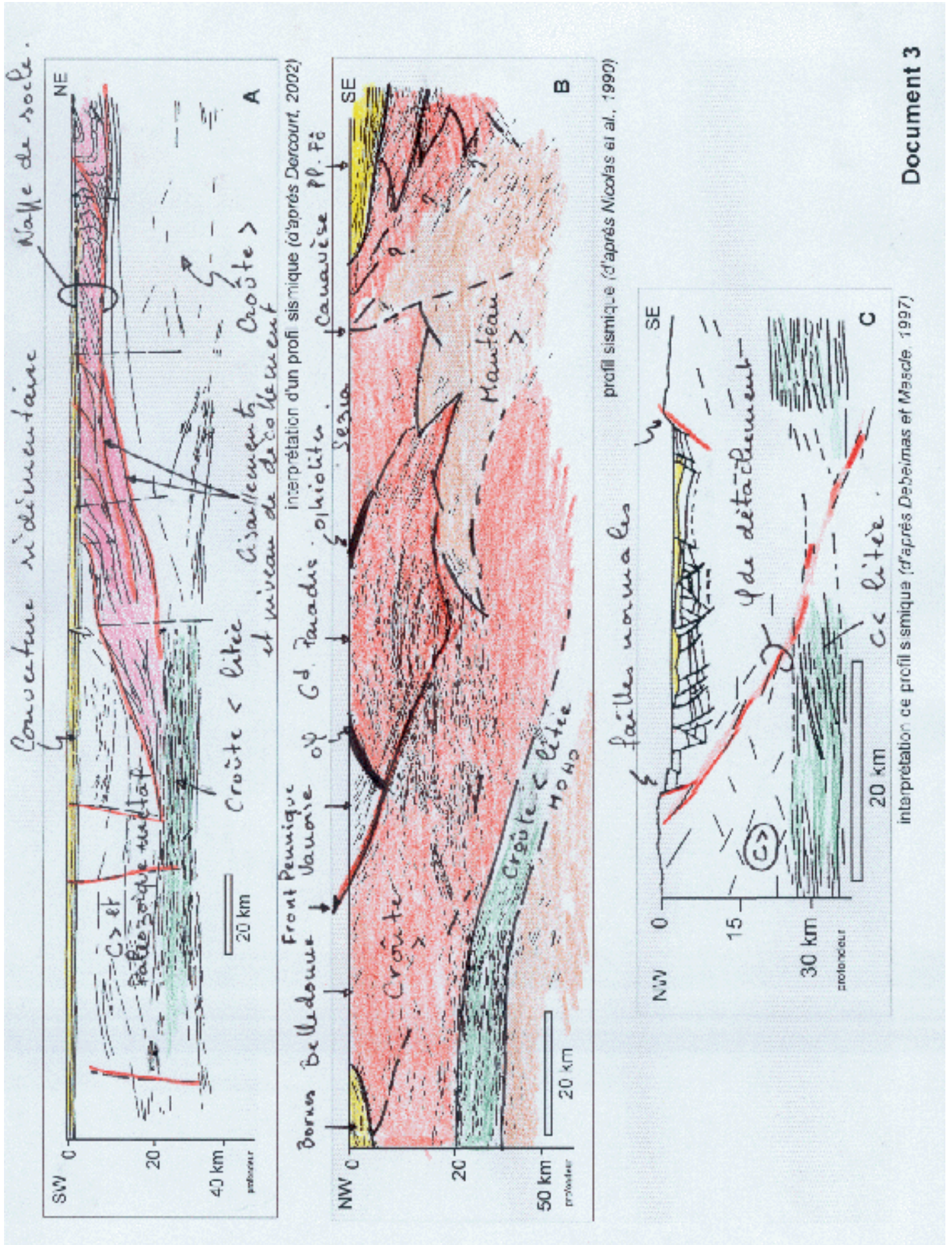
Les prestations des candidats

Cette partie du devoir a souvent été survolée, voire non traitée. Lorsque la question a été abordée, bien souvent les grands cycles orogéniques ont été évoqués superficiellement (hercynien et alpin) et la genèse des bassins sédimentaires a rarement été présentée. Par ailleurs, l'exercice consistant à faire figurer sur la carte 2b les zones ou structures illustrant les différents aspects de l'histoire géologique de la France a très rarement été satisfaisant.

CONCLUSIONS

Le sujet proposé cette année était essentiellement fondé sur l'observation de données géologiques concrètes ne faisant pas appel à des modèles. Ceci a semblé avoir déstabilisé bon nombre de candidats. La plupart d'entre eux n'a pas su utiliser au mieux les documents fournis afin d'arriver aux interprétations demandées. L'utilisation de la carte géologique au millionième, bien qu'il s'agisse d'un document fondamental en Géologie, s'est révélée problématique pour bon nombre de candidats. De même, l'interprétation de photographies de terrains a montré le manque d'esprit d'observation ou de "culture" géologique de la part de nombreux candidats. Le commentaire de carte et la coupe géologique synthétique sont également des exercices fondamentaux qui ne sont pas du tout maîtrisés. Enfin, ce sujet a révélé, pour bon nombre de candidats, une méconnaissance grave de la "Géographie" de la France (*localisation du fossé rhénan au niveau de Nancy, etc.*) ainsi que des problèmes de rédaction récurrent d'années en années. Trop souvent les réponses ne sont pas ciblées par rapport aux questions posées, le raisonnement est absent et les connaissances non hiérarchisées, etc.

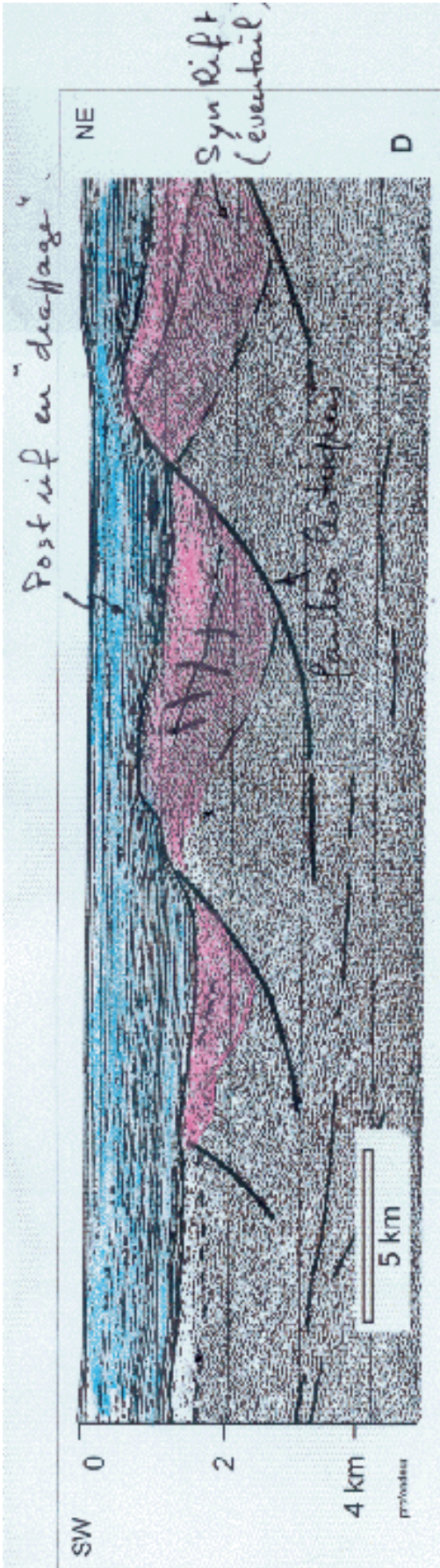
Document n° 3 corrigé



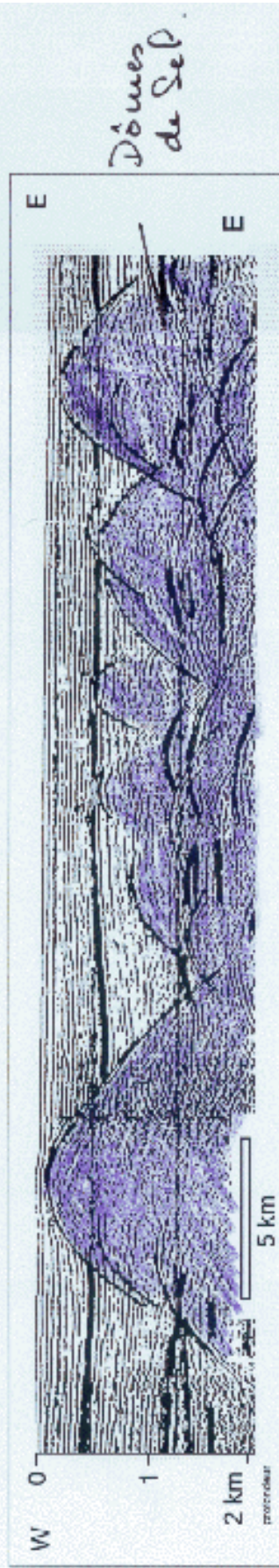
Document 3

interprétation de profil sismique (d'après Debeimas et Mascle, 1997)

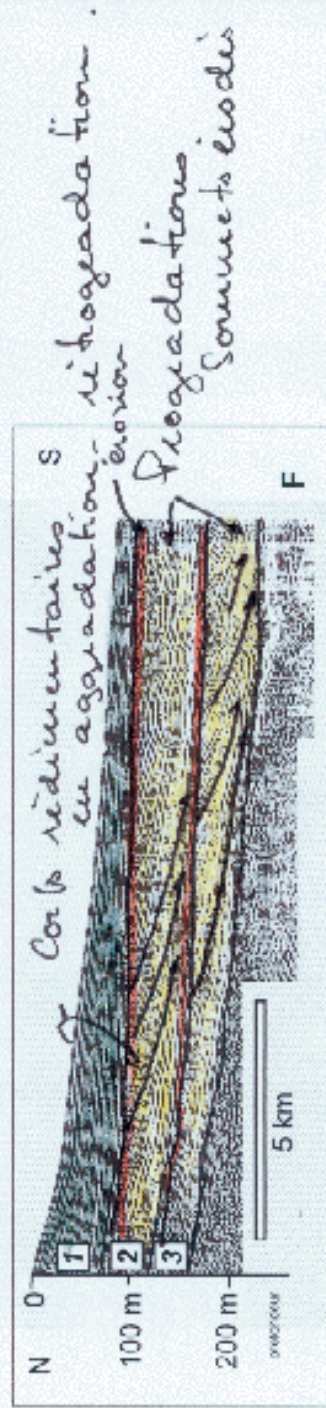
Document n° 4 corrigé



profi sismique interpreté (d'après Bolliot et al., 1984)



profil sismique (d'après Bijur-Cuval et al., 1974)



profi sism que (d'après Bolliot et Coulon, 1998)

- 1. dépôts post-glaciaires récents et actuels
- 2 et 3 : dépôts Pleistocènes

L'écrit de biologie

L'oral du CAPES

L'exposé scientifique et l'entretien en sciences de la vie

L'exposé scientifique permet d'évaluer l'aptitude du candidat à la réalisation d'une synthèse sur le sujet proposé ainsi que le niveau d'acquisition des connaissances et la capacité à communiquer oralement en utilisant des documents divers et, dans la mesure du possible, des supports expérimentaux.

Une lecture attentive et une bonne compréhension du sujet sont indispensables à la réalisation de cet exercice. Pour cela il faut :

- Tenir compte du domaine de la biologie concerné, car des sujets qui semblent identiques sont traités différemment en biologie générale ou en biologie et physiologie animale (cas de la respiration notamment); par ailleurs, si un sujet est posé en biologie animale (cas du cycle cellulaire et de son contrôle) les exemples pris chez les végétaux sont à éviter.
- Faire attention au pluriel éventuel et aux conjonctions de coordination : « et » signifie clairement que les notions citées doivent être traitées de manière associée et non l'une après l'autre ; par exemple, pour le sujet « *Vacuole et lysosome* », il convient de rechercher les points communs et les différences.
- Veiller à ne pas transformer l'intitulé du sujet, erreur étonnante mais néanmoins observée.
- Attacher de l'importance à l'ordre des mots ; par exemple, le sujet intitulé « *L'expression régulée de l'information génétique* » ne sera pas traité comme « *La régulation de l'expression de l'information génétique* ».

Le premier travail à envisager lors de la préparation est de faire la liste des notions auxquelles le sujet fait appel et ensuite seulement d'aller chercher les ouvrages permettant de préciser ces notions. Le nombre d'ouvrages utilisés ne pourra être important étant donné le temps de préparation, trois ouvrages bien choisis constituent une source d'informations probablement suffisante.

Le plan

L'exposé doit être construit autour d'une démarche scientifique répondant à une problématique. Les différentes parties ainsi que leurs titres doivent être révélateurs de cette démarche ; par exemple, à propos du sujet « *Les enzymes dans la vie cellulaire* », plutôt qu'une première partie intitulée « *Présentation des enzymes* », le titre suivant est préférable « *Rôles des enzymes dans le métabolisme* ».

Le plan doit être équilibré et les titres doivent présenter un libellé homogène.

Dans la mesure du possible, il faut partir du concret : observations ou expériences, avant de développer des données plus théoriques. Il est en contradiction avec la démarche scientifique de présenter en premier des modèles ou des synthèses servant de base à la démonstration.

Un plan peut comporter de deux à quatre parties équilibrées ; au delà, la synthèse n'est probablement pas réalisée.

Des phrases de transition et des conclusions partielles sont indispensables pour permettre l'articulation de la démarche.

L'introduction et la conclusion

L'introduction sert à définir les termes du sujet et à en fixer les limites. Elle doit obligatoirement présenter la problématique et expliciter la démarche retenue.

La conclusion, comme toujours, représente une synthèse des données exposées et, quand cela est possible, elle doit ouvrir sur des perspectives élargies du sujet.

Le contenu scientifique

Comme les années précédentes, le niveau des candidats est inégal. Quoiqu'il en soit, trop souvent les connaissances de base sont négligées, soit par ignorance, soit par choix maladroit de présentation de données plus élaborées. Il est certain que celles-ci sont nécessaires, mais elles ne doivent pas occulter les connaissances fondamentales qui sont celles exigées pour de futurs enseignants. Par exemple, le détail de certaines voies métaboliques et de certains faits physiologiques sont souvent présentés, mais les mécanismes physico-chimiques de base sous-tendant les phénomènes sont méconnus. On peut citer, à titre d'exemples, les potentiels oxydo-réducteurs et les échanges d'électrons, les potentiels hydriques dans le cas des mouvements d'eau, les potentiels électrochimiques dans le cas des échanges ioniques.

À ce propos, un certain nombre d'erreurs ou de méconnaissances persistent d'année en année :

- la confusion entre oxydation et réduction,
- l'ignorance des degrés d'oxydation des carbones dans les principales fonctions utilisées en chimie organique,
- la confusion dans les fonctions thermodynamiques de base, enthalpie libre et variations d'enthalpie libre standard.

Les illustrations

Les exposés sont souvent trop peu illustrés, les documents et illustrations sont fréquemment mal exploités. Bien souvent, aucun schéma ou dessin n'apparaît au tableau, étant remplacés par des transparents qui reproduisent des planches d'ouvrages sans aucun apport personnel. Des transparents d'illustration sont à la disposition des candidats, mais ils doivent être utilisés sans excès et ne pas constituer le seul support iconographique. Leur exploitation approfondie ou le choix de certaines parties doivent être judicieusement réalisés ; par exemple, dans le cas de la glycolyse, toutes les étapes ne sont pas d'égale importance et, suivant le thème du sujet, certaines doivent être privilégiées par rapport à d'autres (aspect enzymatique, énergétique, physiologique).

Dans la mesure du possible, les supports documentaires doivent être variés. Si cela est faisable, des échantillons naturels seront présentés à la place de diapositives qui seront réservées à des objets indisponibles. Plus les supports sont variés et plus l'exposé est agréable à suivre et sans doute efficace au plan pédagogique. Noter que les préparations histologiques présentées au microscope doivent être accompagnées d'un dessin ou d'un schéma légendé.

La présentation et la gestion du temps

L'expression doit être correcte sans être pédante ou trop familière. Elle doit être audible, ni trop rapide ni trop lente.

Cette année, un certain nombre d'exposés particulièrement courts ont été remarqués. Rappelons que la durée de l'exposé est de trente cinq minutes. Cela dit, un exposé court est préférable à un exposé plus long donnant l'impression que le candidat veut à tout prix utiliser le temps dont il dispose, tant le débit est lent et les répétitions nombreuses. L'exposé doit être présenté avec dynamisme et conviction. Les notes ne doivent pas être lues, mais doivent être utilisées comme des repères en cours d'exposé. Le candidat devra éviter les réflexions sur sa prestation pendant l'exposé (ou à la fin), par exemple éviter les phrases telles que « *Je sais que ce n'est pas clair mais je ne sais pas comment l'expliquer* », ou encore : « *je vois bien, c'est court, mais je n'ai plus rien à dire* ».

Les traces laissées au tableau

Bien entendu, le tableau doit être soigné. La présence de fautes d'orthographe dans les titres ou les légendes est du plus mauvais effet.

Bien souvent, à la fin de l'exposé, le tableau ne présente pour toutes traces écrites qu'un plan très succinct ; non seulement les têtes de chapitre doivent figurer, mais également les titres des principales sous-parties. Il est souhaitable que certaines illustrations soient réalisées au cours de l'exposé et qu'elles demeurent au tableau.

Le premier entretien

Il suit immédiatement l'exposé et comporte deux périodes de cinq minutes.

La première période porte sur l'exposé. Elle est destinée à approfondir ou préciser certains points ; elle permet d'aborder des points non envisagés au cours de l'exposé. La qualité d'écoute du candidat et son aptitude à mobiliser instantanément ses connaissances ainsi qu'à rectifier certaines erreurs sont très appréciées du jury.

Cet entretien n'est en aucune manière une correction de l'exposé.

La deuxième période est destinée à évaluer les connaissances du candidat dans d'autres domaines de la biologie. Les questions sont simples. Des réponses rapides et claires sont attendues. Le candidat doit éviter de détourner la question ou de répondre par des comparaisons ou de simples exemples.

Il faut éviter de se démobiler au moment de cet entretien. Il est important de se reconcentrer immédiatement après l'exposé avant d'aborder cet exercice.

L'exposé scientifique et l'entretien en géologie

En préambule, il est important de rappeler que l'exposé doit répondre à l'intitulé du sujet. On ne peut, par exemple confondre « collision continentale » et « histoire de la chaîne alpine »; on ne peut consacrer 15 minutes aux théories de l'évolution pour traiter de la chronologie relative. Ces hors sujets et ces inadéquations pénalisent sévèrement le candidat.

Comprendre un sujet c'est aussi savoir mettre en valeur les notions essentielles, choisir des titres de paragraphes qui reflètent une analyse progressive des faits, construire au tableau la coupe, le diagramme, le schéma de synthèse ... le plus à même de donner une vision globale du thème traité. L'effort fait en ce sens par quelques candidats doit se généraliser.

Rappelons aussi que le niveau demandé est à bac +2 et non le niveau auquel est enseigné le thème abordé dans le secondaire.

Se proposer d'enseigner une discipline scientifique commence par une maîtrise rigoureuse de son vocabulaire spécifique. On ne peut pas se gargariser de noms dont on ne maîtrise pas le sens : quel crédit porter à un candidat qui parle d'adakite mais ne connaît pas la composition minéralogique d'un basalte ?

C'est aussi mettre en œuvre une démarche scientifique : on ne peut localiser des marges actives sans avoir, au préalable, défini en quoi elles sont actives. On ne peut construire ou utiliser un modèle si l'on ignore les ordres de grandeur des différents paramètres présidant à sa construction.

Un concept ou un modèle ne peut avoir priorité sur une description ou une analyse : un basalte n'a pas été défini comme le résultat de la fusion partielle du manteau mais comme une roche volcanique présentant une structure microlithique et où l'on observe plagioclases et pyroxènes.

Enfin, le jury déplore que certains concepts ou lois générales des sciences, tels que la loi de la gravité, les lois et équations de diffusion, les caractéristiques des lois sinusoïdales ou bien encore les lois de type Arrhénius, restent peu ou mal comprises d'un grand nombre de candidats.

La compréhension souvent très imparfaite des phénomènes géologiques amène à des approximations de vocabulaire que le jury ne peut cautionner : un gabbro n'est pas la croûte océanique ! la subsidence n'est pas la forme du bassin ! Malgré les mises en garde, nous voyons années après années subduire la croûte océanique (et non la lithosphère) ou reconstituer le paléomagnétisme à partir de l'orientation des microlithes dans un basalte...

Si certains domaines semblent de mieux en mieux maîtrisés : métamorphisme, dynamique externe, les sujets touchant à la géophysique ou à la géochimie posent problèmes à la plupart des candidats.

Le matériel demandé pour illustrer l'exposé reflète la compréhension du sujet ; son utilisation, elle, reflète la maîtrise de la discipline. Rappelons que la carte géologique de la France à l'échelle du millionième, si riche en informations, ne peut se réduire à un simple support géographique. On regrette que les observations minéralogiques, sur échantillons ou en lames minces, soient pratiquement absentes. Une exploitation raisonnée doit permettre d'argumenter l'exposé et peut se traduire par une schématisation des observations.

Il est tentant et classique pour le jury d'ouvrir la discussion à partir des cartes, échantillons, transparents choisis par le candidat. Il serait prudent que celui-ci domine ces documents, affine leur analyse et anticipe cette ouverture pendant son temps de préparation.

L'expérimentation en géologie doit être réalisée dans les meilleures conditions de sécurité.

Les modèles géologiques sont bien connus mais trop souvent présentés sans envisager leurs limites, sans transfert au réel.

Le CAPES étant un concours de recrutement de futurs enseignants, et non un simple examen, le candidat doit prendre conscience de l'importance de l'aspect communication : plus tard, ses traces écrites seront reportées avec soin dans les notes prises par ses élèves ; exactitude et précision sont indispensables en particulier pour les schémas.

Enfin un minimum de motivation d'enthousiasme est la garantie de susciter l'intérêt aujourd'hui du jury, demain des élèves.

Les entretiens qui suivent l'exposé visent dans un premier temps à rectifier les erreurs éventuelles et à préciser certains points du sujet omis par le candidat ou restés imprécis, et dans un deuxième temps à évaluer les connaissances du candidat dans d'autres domaines de la géologie. Si les candidats maîtrisent les « règles du jeu » de l'exposé scientifique (durée, plan écrit au tableau.....), trop souvent les réponses aux entretiens sont retardées par des « euh » répétitifs, restent évasives et amènent le jury à une succession de « pourquoi » et de « comment » pour conduire le candidat à une réponse d'un niveau convenable. Chacune des deux interrogations étant limitée à cinq minutes, il est facile d'imaginer les conséquences d'une telle attitude : des connaissances précises et rapidement mobilisées sont attendues.

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 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
- Altération des roches et formation des sols
- Altération et érosion
- Apport de l'imagerie à l'étude de la Terre
- Approches géophysiques des chaînes de montagnes récentes
- Chaînes de subduction, chaînes de collision : une comparaison
- Chevauchements et nappes de charriage
- Climats et altération
- Comment approcher la Terre inaccessible ?
- Comment dater les événements du Quaternaire
- Comparaison des planètes telluriques du système solaire
- Contrôle climatique de la sédimentation
- Couplage métamorphisme/magmatisme dans les zones de subduction
- De la roche-mère au sol
- Décrochements et structures associées
- Des roches sédimentaires aux roches métamorphiques
- Du gisement fossilifère au paléoenvironnement
- Eau et magmatisme
- El Nino : un exemple de couplage océan-atmosphère
- Énergie solaire, saisons et climats
- Etude comparée de deux massifs granitiques
- 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
- Faits et arguments paléontologiques en faveur de l'évolution
- Fluides et magmatisme
- Flux de chaleur, conduction, convection
- Formation et disparition de la croûte océanique
- Fossiles et paléoclimatologie
- Fusion mantellique et fusion crustale
- Genèse et évolution d'un bassin sédimentaire intracontinental
- Genèse et signification paléogéographique des roches siliceuses sédimentaires
- 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
- Glaces et sédiments : des archives des variations climatiques du Quaternaire
- Granite et basalte : une comparaison
- Histoire d'un bassin sédimentaire français (au choix)

- Histoire d'une chaîne de montagne
- Hydrothermalisme et altérations hydrothermales
- Illustrer quelques unes des particularités de la Terre précambrienne
- Impacts de la géodynamique interne et de la géodynamique externe sur l'évolution
- Intérêt des microfossiles
- La biostratigraphie : bases et applications
- La carte géologique de la France au 1/1 000 000
- 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 conquête du domaine aérien
- La conquête du domaine continental par les êtres vivants
- La cristallisation fractionnée : arguments minéralogiques et géochimiques
- La croûte continentale : composition, genèse et évolution
- La croûte océanique
- La déformation des roches en fonction des conditions de température et de pression
- La diagenèse
- La diagenèse des roches carbonatées
- La disparition des reliefs
- La distension oligocène
- La dynamique des éruptions volcaniques
- La forme de la Terre : apports de la gravimétrie et de la géodésie satellitaire
- La fracturation à l'échelle du globe en relation avec la mobilité lithosphérique
- La France géologique : grands ensembles au 1/1 000 000
- La genèse des magmas
- La genèse des reliefs
- La genèse des sédiments détritiques
- 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 matière organique fossile
- La Méditerranée
- La minéralogie des croûtes
- La minéralogie du manteau
- La mobilité des plaques lithosphériques et la sédimentation
- La mobilité horizontale de la lithosphère
- 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 paléoclimats
- La reconstitution des paléoenvironnements : méthodes et applications
- La répartition des éléments métalliques dans le globe terrestre
- La sédimentation carbonatée
- La sédimentation continentale
- La sédimentation marine
- La sédimentation sur la plate-forme continentale
- La signature géochimique des séries magmatiques
- La signification géodynamique des reliefs terrestres

- La sismicité de la France (métropole et DOM)
- La stratigraphie séquentielle : principes et exemples d'utilisations
- La structure et la dynamique interne du globe terrestre
- La subduction
- La subsidence
- La tectonique des plaques : principales étapes de la découverte
- La Terre : une machine thermique
- La Terre dans l'évolution du système solaire
- La Téthys
- L'activité sismique et sa signification géodynamique
- L'amincissement et l'épaississement de la lithosphère continentale
- L'aplanissement des chaînes de montagne
- L'apport de la sismologie aux Sciences de la Terre
- L'apport des méthodes magnétiques en géologie
- Le Bassin Parisien dans ses relations avec la tectonique globale
- Le comportement mécanique de la lithosphère
- Le comportement mécanique des roches et les déformations associées
- Le Crétacé en France métropolitaine
- Le cycle de l'eau en géodynamique externe
- Le cycle géologique du carbone
- Le domaine océanique alpin et son évolution métamorphique
- Le magmatisme alcalin
- Le magmatisme calco-alcalin
- Le magmatisme intra-plaque
- Le magmatisme lié à la subduction
- Le magmatisme tholéitique
- Le métamorphisme : marqueurs 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 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
- 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 carbonatées
- Le rôle des procaryotes et des végétaux 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 soleil : source d'énergie du système Terre
- Le transport des éléments détritiques
- Le Trias en France métropolitaine
- 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 franco-italiennes
- Les anomalies gravimétriques
- Les apports du paléomagnétisme
- Les arcs insulaires
- Les argiles : structure, propriétés, utilisation
- 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 montagne en France d'après le millionième
- Les chemins pression/température/temps : exemples
- 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 coupures du temps en géologie
- Les cycles en sciences de la Terre
- Les cycles glaciaires et interglaciaires : 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 déformations intracontinentales
- 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 dans les roches
- Les évaporites, témoins des variations climatiques et géodynamiques
- Les événements géologiques du Paléozoïque supérieur
- Les événements majeurs du Mésozoïque français (France métropolitaine)
- Les événements majeurs du Paléozoïque en France métropolitaine et dans les régions limitrophes
- Les faciès et leurs variations au sein des formations carbonatées
- Les facteurs de contrôle de la sédimentation
- Les fonds océaniques actuels et anciens
- Les foraminifères fossiles : intérêts paléoécologique et stratigraphique
- Les formations bioconstruites
- Les fossés d'effondrement en France
- 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 grandes lignes de l'évolution du monde vivant à partir des données géologiques
- Les grands accidents tectoniques de la carte géologique de France au millionième
- Les grands événements du Quaternaire en France métropolitaine
- 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 informations stratigraphiques apportées par les fossiles

- Les limites des plaques lithosphériques
- Les marges actives
- Les marges atlantique et méditerranéenne de la France, structure et origine
- Les marges passives
- Les marges passives actuelles et anciennes
- Les marqueurs géologiques de la collision continentale
- Les marqueurs géologiques de la collision Inde/Asie
- Les marqueurs paléoclimatiques
- Les marqueurs pétrologiques de la convergence de plaques
- Les marqueurs sédimentaires des variations du niveau marin
- Les marqueurs tectoniques de la convergence de plaques
- Les matériaux géologiques entrant dans la construction d'une maison
- Les mécanismes de différenciation magmatique
- Les mécanismes de la formation d'un rift
- Les métamorphismes liés à l'orogénèse alpine
- Les métamorphismes liés à l'orogénèse pyrénéenne
- Les microfaciès des roches sédimentaires et leurs enseignements
- Les microfossiles, marqueurs du temps
- Les mouvements verticaux de la lithosphère
- Les nappes d'eaux souterraines
- Les ophiolites
- Les paléoclimats
- Les phyllosilicates : structure, propriétés, utilisation
- Les points chauds
- Les profils sismiques, leur intérêt dans l'étude des structures géologiques
- Les Pyrénées
- Les racines des chaînes de montagnes : mise en évidence, origine et évolution
- 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 carbonatées et l'eau
- Les roches de la lithosphère océanique
- Les roches mantelliques
- Les roches silico-clastiques et leur signification
- Les séismes et les phénomènes associés
- Les séquences de dépôt
- Les séries magmatiques : définition et signification
- Les séries magmatiques dans leur cadre géodynamique
- Les structures en compression
- Les structures en extension
- Les structures tectoniques à différentes échelles
- les substances minérales utiles à l'homme
- Les témoins de l'action de l'eau dans les séries sédimentaires
- Les traits majeurs des principaux bassins sédimentaires français

- Les traits majeurs du Cénozoïque en France métropolitaine
- Les transferts du continent vers l'océan
- Les transformations métamorphiques des roches magmatiques
- Les transformations minéralogiques et structurales au cours du métamorphisme
- Les variations du niveau de la mer et leurs 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 séismes
- 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'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 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
- L'intrusion des granitoïdes et ses conséquences
- Lithosphère océanique et ophiolites
- Lithosphère océanique/lithosphère continentale
- 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 des granitoïdes
- 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 du carbone
- L'utilisation des isotopes en géologie
- L'utilisation des isotopes radiogéniques en géologie
- L'utilisation des isotopes stables en géologie
- L'utilisation du métamorphisme dans la reconstitution d'événements géodynamiques
- Magmatisme et minéralisations
- Manteau et roches mantelliques
- Marges actives et marges passives
- Métamorphisme et hydrothermalisme en domaine océanique
- Métamorphisme et tectonique
- Métamorphisme prograde et métamorphisme rétrograde
- Microfossiles et paléoenvironnements
- Milieux et sédimentation glaciaire et périglaciaire
- Mollusques et paléoenvironnements
- Montrer à partir de quelles observations, on peut reconstituer le déplacement des masses continentales
- Montrer comment l'étude à différentes échelles d'une série sédimentaire permet de reconstituer les étapes de son histoire
- Nature et structure de la croûte continentale à partir de la carte de France au 1/1 000 000

- Océan Atlantique/océan Pacifique : une comparaison
- Origine et mise en place des turbidites
- Origine et signification des séismes
- Origine, genèse et signification paléogéographique des roches siliceuses
- Phénomènes géologiques associés aux zones de subduction
- Plis, chevauchements et décrochements : origine et signification dans une chaîne de montagnes
- 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
- Rythmes et cycles dans la sédimentation
- Séismes et risques sismiques
- Signification des structures macroscopiques et microscopiques des roches magmatiques
- Sismicité et contexte géodynamique
- Tectonique cassante, tectonique ductile
- Tectonique et formes du relief
- Tectonique et sédimentation
- Terre actuelle, Terre primitive : une comparaison
- Texture et structure des roches volcaniques, leurs significations
- Transferts de chaleur et de matière dans les zones de subduction
- Transgression et régression
- Un exemple de coupure en géologie : la crise Crétacé/Tertiaire
- Un seul magma, des roches différentes
- Une chaîne de montagne 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
- À partir d'une étude pratique, dégager les caractéristiques structurales et fonctionnelles de la cellule végétale
- 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
- 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 ?
- Comparer les métabolismes photosynthétiques en C3 et C4
- Coopération et compétition, à partir d'exemples faisant intervenir des végétaux et/ou des champignons.
- De la fleur au fruit
- De la solution du sol à la sève brute
- De l'ovule à la graine
- Différenciation, dédifférenciation de la cellule végétale
- 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
- Importance des facteurs édaphiques dans la vie des végétaux
- Importance des lipides chez les végétaux
- Influence des facteurs du milieu sur la photosynthèse
- Intérêt évolutif des gymnospermes (au sens large ; on entendra par gymnospermes "au sens large" l'ensemble des Cycadophytes, Ginkgophytes, Coniférophytes)
- Intérêt évolutif des ptéridophytes. (on entendra par ptéridophytes l'ensemble des Lycophytes, Sphénophytes et Filicophytes)
- 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 dans les cycles de matière au sein d'un écosystème.
- La croissance des Angiospermes

- 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 diversité fonctionnelle des glucides chez les végétaux : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- La dormance dans la vie des plantes
- 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 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 matière organique du sol : son importance et son devenir
- La maturation des fruits
- La multiplication végétative chez les végétaux d'après l'étude de quelques échantillons
- La nutrition azotée
- La nutrition carbonée
- La paroi des cellules végétales
- La photorespiration
- La production de matière organique par les végétaux chlorophylliens
- La régulation de l'organogenèse chez les Angiospermes
- 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 chez les végétaux d'après l'étude de quelques exemples
- 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 climats froids
- La vie des végétaux en conditions extrêmes
- La vie des végétaux en milieux secs
- La vie végétale en milieu marin
- L'absorption racinaire
- 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
- Le Blé : un exemple de plante cultivée

- Le bois
- Le calcium et la cellule végétale
- Le cambium, mise en place et fonctionnement
- Le cambium, mise en place et fonctionnement
- Le chloroplaste et ses fonctions : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- Le chloroplaste, un organe compartimenté
- Le CO₂ et les végétaux chlorophylliens
- Le cytosquelette et ses rôles dans la cellule végétale
- Le gamétophyte mâle des Embryophytes
- Le Maïs : un exemple de plante cultivée
- Le passage de la mauvaise saison chez les végétaux
- Le passage de l'état végétatif à l'état floral
- Le photopériodisme et la floraison
- Le phytoplancton marin
- Le port des Spermaphytes
- Le rôle photosynthétique de la feuille : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- 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 les cartes de végétation correspondantes
- L'édification de la fleur des Angiospermes
- L'édification de la tige feuillée des Angiospermes
- L'édification de l'appareil racinaire des Angiospermes
- L'équilibre hydrique 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 caractéristiques des graines : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- Les céréales
- Les champignons parasites des plantes
- Les communications intercellulaires chez les végétaux
- Les Coniférophytes : biologie et écologie
- Les conversions énergétiques dans la cellule chlorophyllienne
- Les coopérations entre les organites de la cellule végétale
- Les Cyanobactéries
- Les différenciations pariétales chez les végétaux
- Les Fabacées et leur biologie
- Les facteurs de répartition des végétaux
- Les fermentations et leurs applications : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- 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 évolutives des végétaux

- Les interactions hormonales au sein du végétal
- Les interactions trophiques au sein du végétal chlorophyllien
- Les landes : constitution, dynamique, particularités biologiques
- Les levures : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- Les Lichens : un exemple de symbiose
- 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 Orchidacées et leur biologie
- Les organes de réserve et de pérennance
- Les phytochromes et leurs fonctions
- Les pigments des végétaux
- 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 plastes des algues
- Les plastes et leurs fonctions : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- Les Poacées
- Les polysaccharides des végétaux
- les réactions de défense chez les 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 de développement chez les Angiospermes
- Les rythmes saisonniers chez les Angiospermes
- Les semences : intérêts biologiques et pratiques d'après l'étude de quelques échantillons
- Les sèves
- Les Solanacées et leurs utilisations par l'homme
- Les successions végétales
- Les systèmes de reconnaissance inter et intraspécifiques impliqués dans la biologie des végétaux
- 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 végétale et chloroplaste
- Mycorhizes et nodosités
- Organes sources, organes puits
- Particularités d'un type biologique : l'arbre
- Photosynthèse et chimiosynthèse
- Plantes annuelles, bisannuelles et vivaces
- Pollen et pollinisation
- Pollinisation et fécondation chez les Angiospermes
- Principales adaptations des Angiospermes au milieu aérien
- Qu'est ce que la biodiversité ?
- Qu'est-ce qu'une fleur ?
- Relations fonctions-structures à partir de l'exemple de la racine
- 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 cellules végétales : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
- Unité et diversité des Monocotylédones
- Unité et diversité des Monocotylédones
- Unité et diversité des Spermaphytes
- Utilisation biomédicale et agroalimentaire des microorganismes
- Végétaux et pollutions
- Zoïdogamie et siphonogamie

Les leçons de biologie et de physiologie animale

- Adaptations cardiovasculaires, respiratoires et métaboliques à l'exercice physique
- Clonage et transgénèse
- Colonies et sociétés
- Comparaison des classifications traditionnelles et actuelles
- Contrôle de l'activité respiratoire chez les mammifères
- Coopérations cellulaires et réponses immunitaires
- De l'ovocyte à la gastrula chez les amphibiens
- De l'ovocyte à la gastrula chez les mammifères
- 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
- Équilibre acido-basique et pH sanguin
- Étude comparative de la vie dans l'air et dans l'eau
- Étude comparée d'un lamellibranche et d'un céphalopode
- Gonochorisme et hermaphrodisme
- Homéostasie du milieu intérieur

- Importance du rein dans l'équilibre hydrominéral chez les mammifères
- L'activité électrique du muscle cardiaque
- L'alimentation liquide chez les animaux
- L'apoptose chez les animaux
- L'audition chez l'Homme
- L'endothermie
- L'excrétion azotée chez les animaux
- L'homéostasie phospho-calcique chez les mammifères
- L'immunité cellulaire
- L'importance du cytoplasme de l'œuf dans le développement
- L'induction du mésoderme
- L'insecte, un animal aérien
- L'osmorégulation chez les vertébrés aquatiques
- La biologie des lymphocytes
- La cavité palléale des mollusques
- La circulation artérielle chez les mammifères
- La circulation sanguine chez les vertébrés
- La communication hormonale
- La communication nerveuse
- La croissance chez les arthropodes
- 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 gastrulation
- La gestion des réserves énergétiques chez les mammifères
- La jonction neuro-musculaire
- La lactation
- La maîtrise de la reproduction humaine
- La métamérie
- La microphagie
- La mise en mouvement du milieu intérieur
- La motricité volontaire
- La multiplication asexuée chez les animaux
- La naissance chez les mammifères
- La neurosécrétion
- La neurulation
- 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 prédation
- La pression artérielle
- La respiration aérienne
- La respiration branchiale
- La respiration dans l'eau
- La sélection naturelle
- La somesthésie
- La spermatogenèse
- La transduction des signaux chimiques

- La vaccination : aspects historiques et actuels
- La ventilation chez les animaux
- La vie animale dans le sol
- La vie animale dans les déserts
- La vie animale dans les milieux extrêmes
- La vie animale en eau douce
- La vie des animaux fixés
- La vie des insectes aquatiques
- La vie des mammifères aquatiques
- La vie larvaire
- La vie parasitaire
- La vie planctonique
- La vision chez l'Homme
- La vision chez les animaux
- Le carrefour duodénal
- Le cholestérol
- Le clivage de l'œuf
- Le CO₂ dans l'organisme
- Le codage de l'information sensorielle
- Le coelome
- Le cœur des vertébrés
- Le complexe hypothalamo-hypophysaire
- Le contrôle hormonal de la croissance des squelettes
- Le cycle cellulaire chez les eucaryotes
- Le déterminisme de la métamorphose chez les amphibiens
- Le déterminisme de la mue et de la métamorphose chez les insectes
- Le fer et son métabolisme chez l'animal
- Le foie et le métabolisme glucidique
- Le lait
- Le liquide céphalo-rachidien
- 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 rapprochement des sexes
- Le réflexe myotatique
- Le renouvellement des téguments
- Le SIDA
- Le système lymphatique
- Le système nerveux autonome
- Le tissu nodal
- Le transport du dioxygène chez les métazoaires
- Le vol chez les animaux
- Les ciliés

- Les animaux et la température
- Les annexes embryonnaires
- Les anticorps
- Les appareils excréteurs
- Les appendices des arthropodes
- Les bases physiologiques d'une alimentation équilibrée
- Les capillaires
- Les cellules de l'immunité
- Les cellules musculaires
- Les cnidaires
- Les compartiments liquidiens des mammifères
- Les cycles ovarien et utérin
- Les déterminismes des métamorphoses
- Les diabètes
- Les échanges de gaz respiratoires chez les mammifères
- Les érythrocyte
- Les flux calciques chez les mammifères
- Les fonctions cardiaques
- Les fonctions de l'hypothalamus
- Les fonctions des branchies
- Les fonctions du foie
- Les fonctions du sang chez les vertébrés
- Les fonctions exocrines du foie
- Les fonctions sensorielles
- 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 insectes et le milieu aquatique
- Les interactions durables : du parasitisme à la symbiose
- Les larves
- Les maladies génétiques
- Les méthodes de la classification du vivant
- Les migrations animales
- Les molécules de l'immunité
- Les muscles
- Les nématodes
- Les neurotransmetteurs
- Les œufs des animaux
- Les phénomènes cellulaires du développement embryonnaire
- Les phéromones
- 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 de l'œuf et leur mise en place chez les oiseaux
- 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 soins à la progéniture (œufs, jeunes ou larves)
- 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
- 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
- Oviparité et viviparité chez les vertébrés
- Phagocytes et réponses immunitaires
- Qu'est - ce - qu'un mollusque ?
- Réactions de l'organisme à une hémorragie
- Réactions des mammifères aux variations de la température extérieure
- Régulation de la température corporelle
- Relation structure-fonction au niveau des surfaces d'échanges
- 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
- Rythmes et reproduction
- Symbiose et nutrition animale
- Un exemple de glande endocrine : la thyroïde
- Unité et diversité des protozoaires
- Vaccins et sérums
- Vie libre et vie parasitaire chez les plathelminthes

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 pris chez les Eucaryotes, établissez la succession des événements conduisant du gène à la protéine fonctionnelle
- À partir d'un exemple de votre choix, dégager les caractéristiques d'un écosystème
- Autotrophie et hétérotrophie dans les cellules eucaryotes
- Caractéristiques de la cellule végétale
- Compartimentation cellulaire et métabolisme énergétique
- Conséquences génétiques de la mitose et de la méiose
- Décrivez les phénomènes génétiques accompagnant la gamétogenèse et la fécondation dans l'espèce humaine
- Du caractère héréditaire au chromosome puis au gène : approche historique et expérimentale
- Du gène à la protéine chez les Eucaryotes
- Étude comparée de l'expression du génome chez les Eucaryotes et les Eubactéries

- Étude d'un agrosystème au choix du candidat
- Hémoglobine et myoglobine
- Importance biologique des glucides
- Importance biologique des lipides
- Importance du calcium dans la vie cellulaire
- La biodiversité et sa préservation
- La catalyse enzymatique : illustrer l'exposé à l'aide d'observations concrètes, de manipulations et/ou d'expériences
- La compartimentation cellulaire
- La membrane plasmique des cellules eucaryotes
- La polarisation électrochimique des membranes biologiques
- La prairie, un exemple d'écosystème
- La recombinaison génétique chez les Procaryotes
- La spéciation
- La transmission de l'information génétique au cours des divisions cellulaires
- La vie à proximité des sources hydrothermales des fonds océaniques
- La vie anaérobie
- La vie en milieu intertidal
- La vie fixée
- La vie planctonique
- L'appareil de Golgi
- L'ATP
- Le brassage génétique lié à la sexualité
- Le chromosome eucaryote au cours du cycle cellulaire
- 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 des populations et ses conséquences
- Le potentiel d'action
- Le système endomembranaire de la cellule eucaryote
- Le trafic des protéines dans la cellule eucaryote
- L'écosystème forestier
- Les ATPases et ATPsynthases membranaires
- Les canaux ioniques
- Les cellules excitables
- Les coenzymes dans le métabolisme
- Les conséquences génétiques de la méiose
- 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 divisions cellulaires et leurs conséquences génétiques
- Les enzymes : activité et régulation
- Les enzymes dans la vie cellulaire
- Les flux de matière dans la cellule eucaryote
- Les gamètes
- Les jonctions cellulaires
- Les lipides, relation structure/fonction
- Les macromolécules de réserve
- Les macromolécules structurales
- Les matrices extracellulaires des cellules eucaryotes
- Les membranes des cellules eucaryotes

- Les micro-organismes dans le cycle de l'azote
- Les micro-organismes du sol
- Les mouvements cellulaires
- Les nucléotides
- Les parois cellulaires
- Les plastes
- Les principes utilisés dans les classifications du vivant
- Les processus d'exocytose et d'endocytose
- Les protéines allostériques
- 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 stratégies parasitaires
- Les symbioses
- Les systèmes membranaires de couplage énergétique
- Les transferts de gènes chez les bactéries
- Les transports transmembranaires de matière
- Les variations du potentiel transmembranaire et leur signification biologique
- Les virus
- Les voies de transduction cellulaires des signaux chimiques
- L'étang : un exemple d'écosystème
- L'état macromoléculaire
- L'expression régulée des gènes eucaryotes
- L'intervention des micro-organismes dans les cycles biogéochimiques
- L'oxydation du glucose, source d'énergie pour la cellule
- L'unité du vivant à l'échelle cellulaire et moléculaire
- L'utilisation de l'ATP dans les cellules
- L'utilisation des champignons par l'Homme
- L'utilisation des micro-organismes en génétique
- Mitochondries et chloroplastes
- Mitose, méiose
- Qu'est-ce qu'une cellule ?
- Relations entre mode de reproduction et milieu de vie
- Respiration et fermentation
- Sélection naturelle et domestication
- Stabilité et variabilité de la molécule d'ADN
- Vacuoles et lysosomes

Le second entretien

Les modalités pratiques du second entretien

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 peut donc faire une **petite pause** et reprendre ses esprits. Puis il se rend dans la salle du second entretien. Il doit patienter en attendant son tour. Le candidat ayant exposé à 11h 30 passe le second entretien à 14h.

Le second entretien en biologie

Le second entretien en biologie s'adresse aux candidats qui ont tiré un sujet de Sciences de la Terre et de l'univers pour leur exposé scientifique. Sa durée est de quinze minutes et comprend des questions de biologie animale et de biologie végétale. Il est noté sur 30, les points étant répartis de façon équitable entre les deux domaines explorés. Cet entretien débute par la reconnaissance d'échantillons (animaux ou végétaux, vivants ou de collection, pièces du squelette, fruits, graines, micrographies...) à partir desquels les aspects physiologiques, métaboliques voire biochimiques peuvent être abordés. Il peut se prolonger par des questions de biologie générale qui s'appuient sur l'analyse de graphiques, de résultats expérimentaux ou la réalisation d'exercices courts, de génétique par exemple.

Tel qu'il est organisé cet entretien permet, d'abord, d'apprécier la culture naturaliste des candidat(e)s et les connaissances de base de la systématique et de l'organisation des êtres vivants. Il teste 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, les candidat(e)s révélant une méconnaissance surprenante des représentants les plus courants du monde vivant qui les entoure et privilégiant la restitution des connaissances plutôt qu'une démarche analytique simple, concise et argumentée.

Quelques points propres à la biologie :

Les examinateurs du second entretien en biologie proposent toujours des échantillons servant de point de départ à une série de questions. Le contenu naturaliste de cette épreuve est bien sûr très marqué : animaux vivants ou conservés, pièces squelettiques, préparations microscopiques, plantes, etc. constituent le plus souvent les objets initialement proposés. Mais des documents plus physiologiques ou de génétique ne sont pas exclus. Il s'agit toujours de choses très classiques.

Le second entretien en géologie

Les interrogations peuvent avoir pour support des images extraites de banques de données informatisées (BIODISC, INC. 6963, EASTONCOURT, SARASOTA, FL34238-2610).

Quelques points propres à la géologie

Les connaissances aussi y sont testées à partir de questions formulées à partir de supports concrets : roches, minéraux, fossiles, lames minces, diapositives et clichés, schémas et graphiques, tableaux de mesures, cartes à diverses échelles ... Tous ces supports ont, en principe, déjà été manipulés par les candidats au cours de leur cursus.

Le candidat ne doit pas seulement se contenter de décrire l'échantillon ou le document proposé. Il doit également souligner les informations apportées par cet échantillon ou ce document. Il doit par exemple replacer une roche dans son contexte, préciser la position chronologique d'un fossile, les conditions thermodynamiques qui ont permis la cristallisation d'un basalte ou la formation d'une roche métamorphique.

Un exercice sur carte (géologique, hydrogéologique, topographique ...) est presque systématiquement proposé. Le dynamisme réfléchi permet de mieux cerner les capacités, de proposer davantage d'exercices, d'aller plus loin sur tel support en faveur du candidat. Il est évident que la brièveté d'une analyse cartographique (5 à 8 minutes) ne permet pas de fournir au candidat la notice géologique. Il est donc indispensable de connaître la signification des indices et des couleurs employés en légende des cartes classiques.

Dans **l'analyse des cartes géologiques**, il est indispensable de savoir dégager les grands ensembles structuraux d'un domaine régional (le plus souvent à partir de cartes à petites échelles : 1/1 000 000 ou 1/125 000) ou d'étudier en détail une structure géologique intéressante (analyse d'un pli, d'une discordance, d'une faille ...). L'une des premières difficultés des candidats, inadmissible, est la méconnaissance de la situation géographique des grands ensembles géologiques de la France et à l'heure de l'Europe, de ses abords immédiats. Par ailleurs, l'exploitation des informations de la carte conduit souvent à situer les événements observés dans un cadre temporel, ce qui suppose une bonne connaissance du calendrier géologique et des grands traits de l'histoire régionale

La lecture rapide de cartes révèle souvent un manque de bases en Géologie. Mettre en évidence une **discordance angulaire** sur une carte, donner une signification à **l'âge des sédiments et aux failles transformantes** d'une carte océanique, définir correctement un **pli** (avant d'appliquer le « truc de l'âge » il faut déjà savoir reconnaître le plissement !), estimer un **pendage** constituent des exercices rarement réussis. L'effort demandé quand à la reconnaissance et la classification des **minéraux** et surtout des **fossiles et microfossiles** est à poursuivre. La reconnaissance d'une roche sans lame mince peut très bien conduire à une incertitude.

Le minimum pétrographique passe par la connaissance de : clivage, macle, pléochroïsme, quartz, les « deux » feldspaths et les « deux » micas, l'olivine, « le » pyroxène, « l' » amphibole, la calcite, « l' » argile (MEB), les trois silicates d'alumine anhydre (disthène = cyanite), « le » grenat, la sillimanite et la staurotide . Par réalisme ce serait même un optimum !

La préparation à l'épreuve en cours d'étude

À la vue de la proportion entre les seconds entretiens de biologie et de géologie (40/60) on ne saurait donc trop souligner l'intérêt de **maîtriser un corpus de connaissances de bases en géologie**. Actuellement cette maîtrise met en valeur les candidats qui en sont capables. Les bases physico-chimiques de la géologie rebutent de nombreux candidats mais ce qu'on attend d'eux ne va jamais jusqu'à la complexité, commune avec la biologie, de phénomènes irréductibles à des systèmes simplifiés.

Pour ce qui est de l'entraînement à l'épreuve on peut encourager la méthode des **jeux de rôles en binôme**. L'un des étudiants joue le rôle de l'examineur avec suffisamment de conviction pour déstabiliser son camarade et l'entraîner au stress. Choisir des questions est aussi explorer ses propres connaissances.

Enfin il faut souligner que **la préparation** aux concours de l'enseignement s'**amorce** dès la première année des études universitaires, au plus tard dès le début de la licence avec le souci d'emmagasiner les connaissances sous une forme facile à mobiliser lors des révisions. Il n'y a pas de remise à plat à l'entrée en préparation comme il y en a une à l'entrée en DEA. C'est donc une perspective différente dont il faut prendre conscience assez tôt. Le candidat doit se familiariser avec l'utilisation des ouvrages de référence dès la première année. Il doit aussi s'intéresser aux manuels de collège et lycée.

On aura donc compris que le second entretien teste une culture naturaliste et scientifique à travers l'analyse d'objets et de documents. C'est indispensable au futur professeur dont le public, les tâches et la culture évolueront tout au long de sa carrière.

Le jury espère par ces indications avoir donné des pistes utiles aux candidats pour les initier à la nature de ce second entretien et pour s'y préparer.

L'oral du CAPES

L'épreuve sur dossier et l'entretien

Ce texte a pour principale finalité de préciser 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 avoir acquises à ce stade de leur formation, mais plutôt **une aptitude à se projeter dans le métier qu'ils ambitionnent d'exercer**. Cela suppose la maîtrise des connaissances scientifiques concernées par les programmes, 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, un repérage rapide des supports motivants qui vont servir à poser les problèmes et donner du sens à l'étude.

Cela suppose aussi de pouvoir construire des activités d'élève variées dont les objectifs sont explicites et qui peuvent raisonnablement être mises en œuvre dans un établissement scolaire.

Le métier d'enseignant est en outre un métier de communication : les qualités telles que la clarté de l'expression, l'écoute mais aussi le 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 fait référence avec ce qui pourrait être établi 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 respecte les consignes. Pour cela, il doit lire le sujet avant de commencer l'étude des documents du dossier.

En effet, l'exploitation des documents doit être en relation étroite avec ce qui est explicitement demandé. 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 jeu, ou encore à développer l'organisation 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 doit être bien clair que **l'ordre dans lequel les notions sont présentées dans le programme ne s'impose en aucune façon aux candidats, dans l'enchaînement logique d'activités ou l'ordre d'utilisation des documents qui leur sont généralement demandés.**

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 guère constituer le titre de l'exposé demandé.**

L'inscription au tableau du contenu général de l'exposé est appréciée, mais ce titre 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 devrait faire l'objet d'une réflexion plus sérieuse de la part des candidats. Il devrait 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. Enfin, s'il est bon en conclusion 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'évolution 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.

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. 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 ou de sous-problèmes qui ne sont, le plus souvent, que des questions.

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 de la 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 soit logique, de bon sens et 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.

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).

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 la réalisation d'une activité d'élève dans une deuxième phrase de l'énoncé. Il n'est pas pour autant impératif d'en faire une deuxième partie de l'exposé ; il peut être au contraire plus judicieux d'**intégrer cette activité à sa place logique** dans l'enchaînement souvent présenté par ailleurs.

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 explicites.

On évitera de commencer un exposé - c'est à dire de motiver l'étude qui suit - par l'exploitation d'un document illustrant une construction intellectuelle alors qu'un document montrant un fait ou une situation proche du réel est disponible dans le dossier.

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 qui serait sans rapport direct avec ce que les documents permettent de construire. Ces éléments de programme ne sont pas directement destinés aux élèves et n'ont pas à être recopiés tels quels.

Il faut penser également à une éventuelle représentation sous forme de **schémas bilans**, éventuellement 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 sa 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 un ensemble de 4 à 8 documents.

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 aménager à sa guise, à la condition de se montrer capable d'en expliquer 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 l'insuffisance de tel ou tel document. **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 exploiter correctement le 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,
- la réaction de dissolution 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 suffisamment le contenu scientifique illustré par un document pour 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 constitue un entraînement 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 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 convient de ne rien écrire 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 dynamisme. 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 imaginées ; rédaction des titres des différents paragraphes qui seront inscrits au tableau durant l'exposé ; éventuellement réalisation d'un schéma fonctionnel. 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. La superposition possible de plusieurs transparents, la possibilité de compléter « en direct » un transparent rendent plus vivante la présentation de schémas explicatifs ou fonctionnels.

On évitera les textes longs et non illustrés sur les transparents.

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 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.

Il est par exemple indispensable que le candidat 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 collègue, 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 **imaginer d'autres façons de faire**. 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 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 du 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 :

- la **formulation de problème(s)** 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,
- l'adéquation entre le **libellé du sujet** et le contenu de l'exposé,
- 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 lié 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 – scientifique ou non – 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 des 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.**

Dossier n° 1 (Collège)

Classe : **Quatrième**

Domaine du programme concerné : La « machine » Terre

Sujet

Après avoir présenté brièvement (moins de 5 minutes) le contenu du dossier, proposez une exploitation raisonnée d'un choix justifié de documents pour construire les notions d'écartement des plaques et de formation de la lithosphère océanique au niveau des dorsales. Détaillez plus particulièrement une activité d'élève à partir d'un document de votre choix.

SOMMAIRE DU DOSSIER 5-4-06

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

1. EXTRAIT DU PROGRAMME DE QUATRIÈME

2. DOCUMENTS

Document 1 : Répartition mondiale du volcanisme et des séismes
(manuel de 4ème - Bordas - 1998)

Document 2 : Carte du relief du fond des océans (Atlantique)
(manuel de 4ème - Nathan - 1995)

Document 3 : Contours de l'Afrique et de l'Amérique du Sud
et similitude des roches et des fossiles sur les deux continents
(manuel de 4ème - Hatier - 1998)

Document 4 : Mesure par satellite de l'éloignement de l'Europe et de l'Amérique du Nord
(manuel de 4ème - Hatier - 1998)

Document 5 : Vitesse de propagation des ondes sismiques en fonction de la profondeur
(manuel de 4ème - Hatier - 1998)

Document 6 : Fissures au niveau d'une dorsale
(manuel de 4ème - Hatier - 1998)

Document 7 : Âge du fond de l'océan Atlantique
(manuel de 4ème - Nathan - 1998)

E. La « machine Terre »

(Classe de 4^e - durée conseillée : 6 heures)

L'étude des séismes et du volcanisme a fait percevoir l'existence d'une activité interne de la Terre, activité qu'il s'agit maintenant d'explicitier de façon simple et accessible à un élève de 4^e, même si certains éléments restent inconnus en fin de compte, ou ne font pas l'objet d'une étude pour eux-mêmes. Ainsi par exemple, en ce qui concerne la structure de la Terre, on s'en tient à la distinction lithosphère - asthénosphère, et, à l'intérieur de la lithosphère, à la mise en évidence de la croûte océanique et de la croûte continentale.

Cette étude reste cependant suffisamment globale pour donner une vue d'ensemble cohérente du fonctionnement de la Terre.

Exemples d'activités

I/Ra - observation des variations de vitesse d'ondes sismiques profondes à la base de la croûte et au passage entre lithosphère et asthénosphère.

C - localisation sur un schéma du globe de la lithosphère, de l'asthénosphère et de la croûte.

I - identification des mouvements de part et d'autre des frontières des plaques sur un planisphère.

Ra - calcul de la vitesse de déplacement de deux plaques qui s'écartent, à l'aide d'une carte des fonds océaniques.

Ra - Mise en relation de l'existence de fosses, de séismes profonds avec l'enfoncement de la lithosphère océanique.

I - recherche (CDI) et étude de documents montrant l'élévation de la température avec la profondeur.

Contenus - notions

La partie externe de la Terre est formée de plaques animées d'un mouvement permanent.

La répartition et les caractères des séismes et des manifestations volcaniques permettent de délimiter les plaques.

Les variations de la vitesse des ondes sismiques en profondeur permettent de distinguer la lithosphère, rigide, de l'asthénosphère qui l'est moins.

La croûte, partie superficielle de la lithosphère, est constituée en grande partie de granite dans les aires continentales, de basalte sous les océans. La base de la lithosphère et l'asthénosphère sont constituées de péridotite.

À raison de quelques centimètres par an, les matériaux des plaques se forment et s'écartent à l'axe des dorsales, se rapprochent et s'enfouissent aux frontières de convergence.

L'énergie responsable du mouvement des plaques provient de l'intérieur de la Terre.

L'augmentation de la température avec la profondeur témoigne de cette énergie.

Une partie importante de cette énergie provient de matériaux radioactifs présents en profondeur.

Compétences

Relier la localisation des séismes et du volcanisme à l'existence des plaques et à leur dynamique.

Relier sur un planisphère dorsales et fosses océaniques aux limites des plaques.

Annoter un schéma fonctionnel de la partie externe de la Terre.

... →

→
T.S.V.P.

Re - réalisation de maquettes montrant l'emboîtement des continents (Afrique, Amérique du Sud).

I/Ra - reconstitution du déplacement d'une masse continentale, de la disparition d'un océan et de la formation d'une chaîne de montagnes, à partir de cartes et de schémas.

I - repérage de la répartition mondiale des déformations de la lithosphère.

I - observation de déformations des roches à différentes échelles.

Re/Ra - réalisation de modèles reproduisant ces déformations.

Les mouvements des plaques transforment la lithosphère.

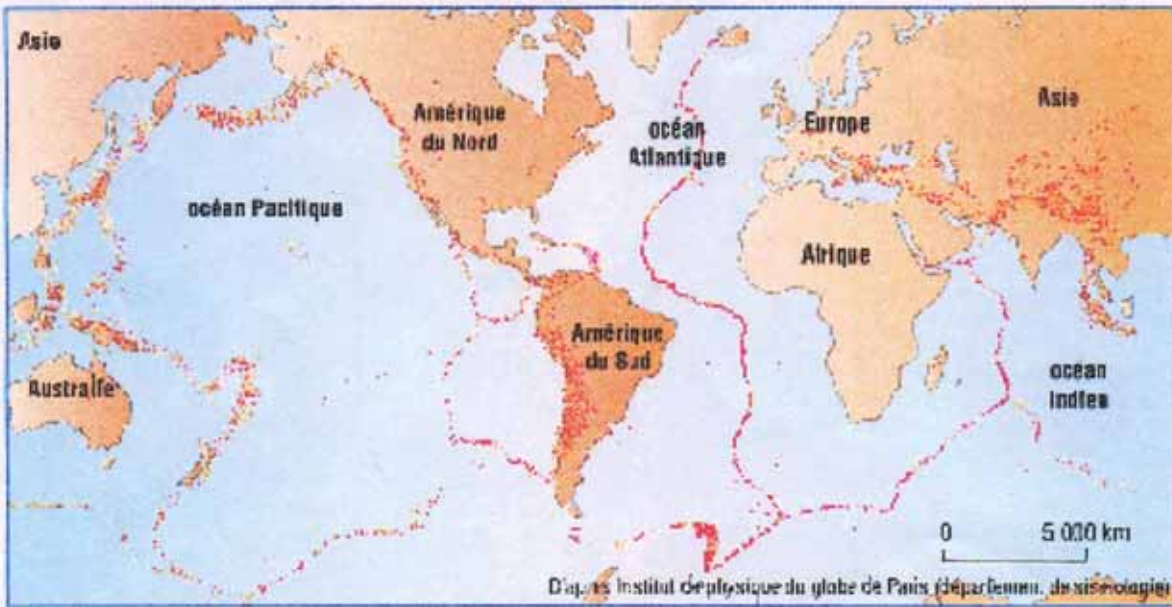
Ces mouvements assurent le déplacement des continents, l'ouverture et la fermeture des océans.

L'affrontement des plaques dans les zones de convergence engendre des déformations souples ou cassantes de la lithosphère (plis, failles), et aboutit à la formation de chaînes de montagnes.

Relier la formation et l'évolution d'un océan et la formation d'une chaîne de montagnes aux mouvements des plaques.

Dossier 5-4-06

Document 1 : Répartition mondiale du volcanisme et des séismes



5 Répartition mondiale des séismes.



6 Répartition mondiale des volcans.

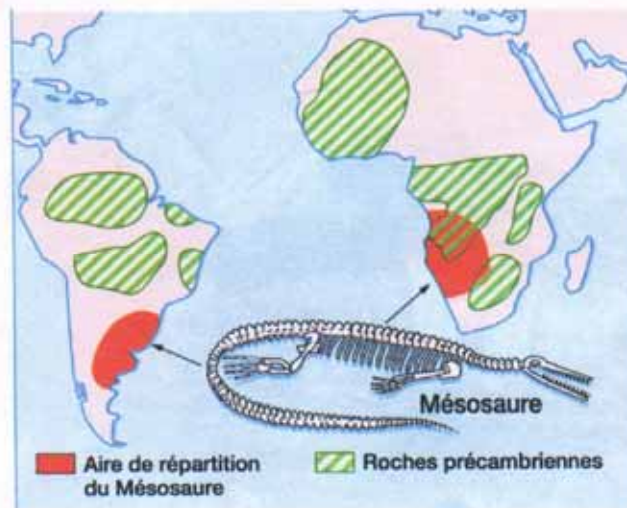
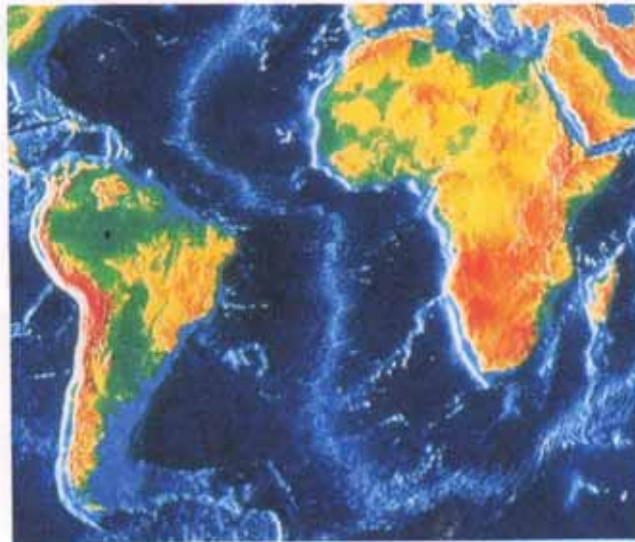
Dossier 5-4-06

Document 2 : Carte du relief du fond des océans (Atlantique)



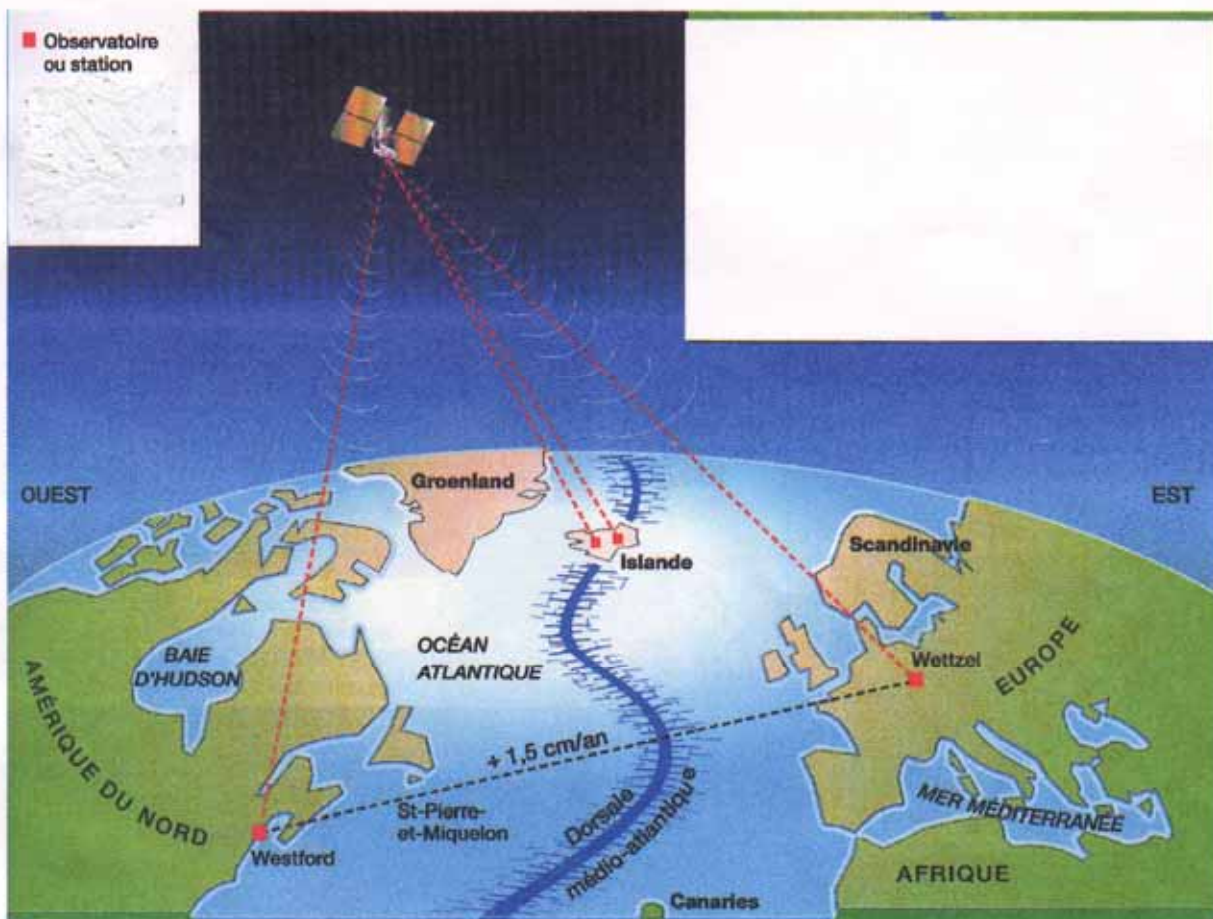
Dossier 5-4-06

Document 3 : Contours de l'Afrique et de l'Amérique du sud et similitude des roches et des fossiles sur les deux continents.



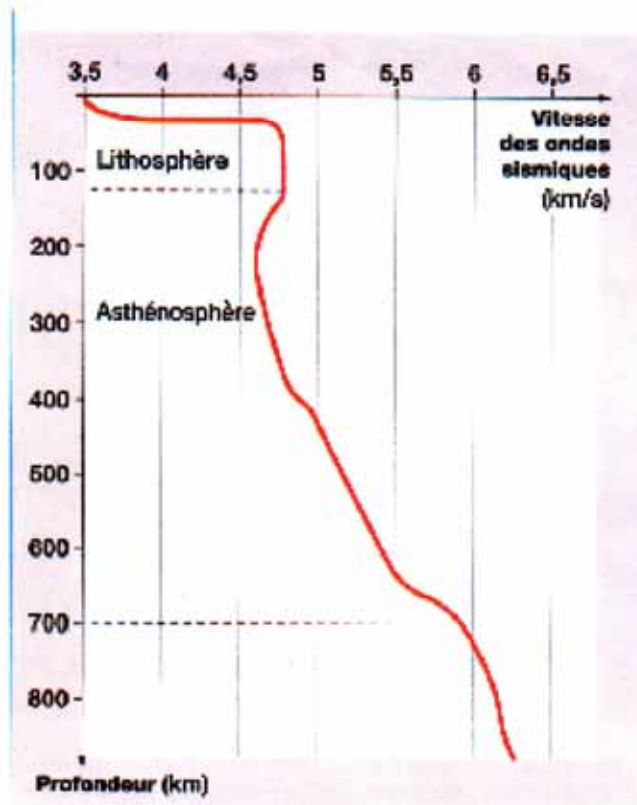
Dossier 5-4-06

Document 4 : Mesure par satellite de l'éloignement de l'Europe et de l'Amérique du Nord.



Dossier 5-4-06

Document 5 : Vitesse de propagation des ondes sismiques en fonction de la profondeur



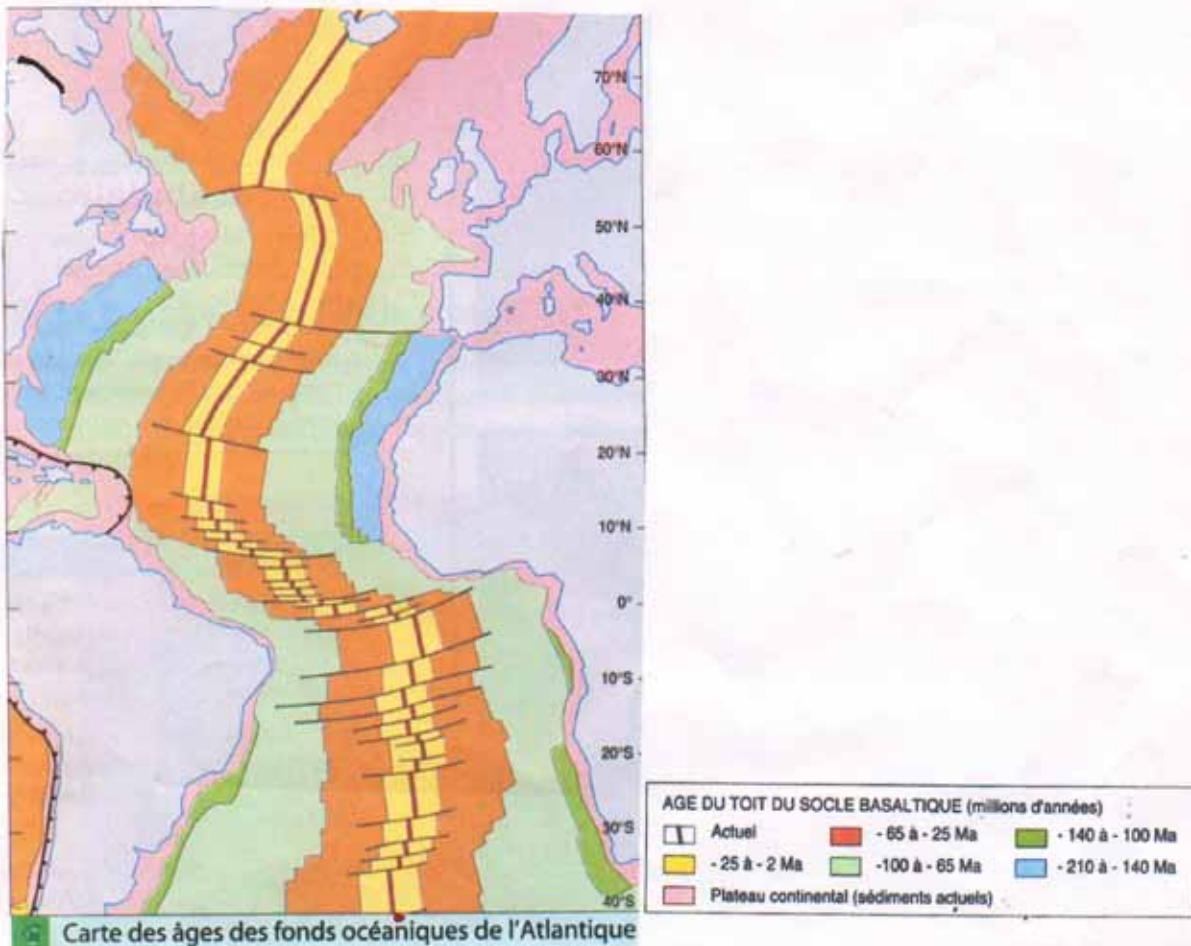
Vitesse de propagation des ondes sismiques (ondes S) en fonction de la profondeur. Lors d'un séisme, des ébranlements sous forme d'ondes se déplacent dans le globe terrestre à partir des foyers sismiques. La vitesse de propagation de ces ondes dépend en particulier de la rigidité des roches qu'elles traversent. La vitesse diminue lorsque le milieu traversé par les ondes est moins rigide.

Document 6 : Fissures au niveau d'une dorsale



Fissures au niveau d'une dorsale, au sein de basaltes.

Document 7 : Age du fond de l'océan Atlantique



Carte des âges des fonds océaniques de l'Atlantique

Proposition d'exploitation

La proposition d'exploitation développée ci-après est un exemple d'exploitation parmi d'autres possibles. Des choix ont été faits en particulier dans l'ordre d'exploitation des documents et dans l'activité mise en place.

La lecture du titre et du contenu de cette partie du programme permet d'en apprécier les objectifs principaux : il s'agit d'expliciter l'activité interne de la Terre pour donner une vue d'ensemble cohérente du fonctionnement de la Terre . Le sujet demande de construire les notions d'écartement des plaques et de formation de la lithosphère océanique au niveau des dorsales. S'il ne demande pas explicitement de construire une démarche explicative, l'exploitation raisonnée des documents choisis implique d'en prévoir un ordre d'utilisation permettant de les enchaîner de façon logique et d'**identifier les informations** apportées par chaque document :

- Document 1

La répartition mondiale du volcanisme et des séismes témoigne de l'activité de notre planète. Volcans et séismes ne sont pas distribués au hasard à la surface de la Terre. Ils sont concentrés dans des zones bien définies et relativement étroites. Les zones sismiques et volcaniques se correspondent.

- Document 2

La topographie du fond de l'océan Atlantique est caractérisée par un relief : la dorsale Atlantique.

- Document 3

On peut remarquer la similitude des contours des continents de l'Afrique et de l'Amérique du Sud ainsi que la similitude des roches et des fossiles sur les deux continents.

- Document 4

Des mesures satellitales très précises des coordonnées géographiques de stations situées en Amérique du Nord et en Europe permettent de calculer leur vitesse actuelle d'éloignement.

- Document 5

Ce document a été exploité dans une séance précédente . L'analyse de la variation de la vitesse de propagation des ondes sismiques en profondeur permet de distinguer la lithosphère, enveloppe rigide externe de la Terre, d'une épaisseur moyenne de 100 Km, de l'asthénosphère.

- Document 6

Les dorsales sont le lieu d'une activité volcanique, il y a production de basalte . On peut observer des fissures.

- Document 7

L'âge du toit du socle basaltique du fond de l'océan Atlantique est actuel au niveau de la dorsale. Les basaltes sont de plus en plus vieux en s'éloignant de la dorsale et sont disposés de façon symétrique par rapport à la dorsale.

A. Exploitation raisonnée des documents

Exploiter un document ne consiste pas à commenter son contenu scientifique. L'exploitation implique d'avoir réfléchi à l'utilisation que pourrait en faire un professeur avec ses élèves. Il faut donc prévoir un questionnement opératoire qui permette aux élèves d'aboutir à la construction d'une notion.

Une brève introduction situe d'abord l'étude. Nous sommes en classe de 4° et le fait d'aborder des explications relatives au fonctionnement de la « machine » Terre constitue la motivation.

Dans le document 3, la première figure ne sera pas utilisée , le document 2 sera exploité à sa place.

1) Des zones actives délimitent les plaques :

Document 1

Consignes de travail et réponses attendues :

La répartition mondiale des séismes et des volcans est un acquis de la partie du programme « Evolution des paysages : effets de l'activité interne du globe ». Le travail commence par une première consigne .

Reportez sur le même planisphère le volcanisme explosif en bleu, le volcanisme effusif et le volcanisme de l'axe des dorsales en rouge, les séismes en noir.

Décrivez les zones actives, précisez leurs localisations.

Réponses attendues: Les volcans et les séismes sont concentrés dans des zones étroites, localisées autour du Pacifique, dans les chaînes de montagnes, sur le bord de certains continents et dans les océans. Ces zones actives semblent former un réseau autour de vastes zones de la surface de la Terre relativement stables.

Comment expliquer cette répartition?

Notion construite : La répartition des séismes et des manifestations volcaniques permet de délimiter les plaques. On appelle plaques ces zones « tranquilles » de la surface de la Terre . Les zones actives marquent les frontières de plaques. Une même plaque peut être constituée à la fois d'une portion de continent et d'océan.

On va rechercher maintenant les causes des séismes et du volcanisme aux frontières des plaques.

2) Des plaques en mouvement :

Document 3

Consignes de travail et réponses attendues :

Reproduire sur un papier calque les contours de l'Amérique du Sud et de l'Afrique.

Reporter l'aire de répartition du Mésosaure et les roches précambriennes.

Découper les deux continents, les rapprocher jusqu'à les accoler l'un à l'autre. Que remarque-t-on ?

Réponses attendues: les contours des deux continents semblent s'emboîter. Les aires de répartition du Mésosaure et les aires des roches d'âge précambrien sont en continuité.

Pouvez vous proposer une hypothèse explicative ?

Les deux continents formaient autrefois un seul continent qui, par fracturation due à des activités volcanique et sismique intenses, s'est scindé en deux parties qui se sont éloignées.

Il s'agit de trouver des arguments permettant de valider cette hypothèse dans des documents apportant des informations supplémentaires.

Document 2

Consignes de travail et réponses attendues :

Décrire le relief du fond de l'océan Atlantique au niveau de la zone sismique et volcanique Nord-sud.

Réponse attendue : Le fond de l'océan est caractérisé par un relief allongé de profondeur moyenne -2500m , affleurant parfois en surface (l'Islande) et dominant les plaines abyssales . C'est la dorsale médio-atlantique . La dorsale semble avoir un tracé parallèle aux côtes de l'Afrique.

La dorsale, zone active, est peut-être le lieu de l'écartement.

On peut, à ce stade du raisonnement, faire formuler des conséquences vérifiables.

Si tel est le cas, il doit être possible de mesurer la vitesse actuelle de cet écartement et de trouver des preuves de son existence (dans le passé).

Document 4

Consignes de travail et réponses attendues :

Comment faire pour mesurer l'éloignement de l'Europe et de l'Amérique du Nord?

Dans quelles directions se déplacent la Grande Bretagne , St- Pierre et Miquelon ?

Réponses attendues : On place des repères en des points précis, puis à l'aide de satellites on obtient la position géographique de ces points à différents moments. On calcule ensuite l'éloignement entre ces points.

La Grande Bretagne et St-Pierre et Miquelon vont dans des directions opposées et s'éloignent l'une de l'autre. Un écartement de 1,5 cm par an est mesurable.

Notion construite : À raison de quelques centimètres par an les plaques s'écartent à l'axe des dorsales.

3)La formation de la lithosphère océanique :

Document 6

Consignes de travail et réponse attendue :

Expliquer cet écartement des plaques à l'axe des dorsales.

Réponse attendue : Au niveau des dorsales il y a une activité volcanique importante avec émission de basaltes . On peut y observer des fissures.

Document 7 **Détail d'une activité** : **reconstitution de l'emplacement des continents à différentes époques du passé.**

Consignes de travail et réponses attendues :

Préciser l'âge des basaltes au niveau de la dorsale puis comment évolue cet âge lorsqu'en partant de la dorsale on se dirige vers les continents. Quelle remarque pouvez vous faire sur leur répartition ?

Organisation de l'activité: *Les élèves sont répartis par groupes de quatre ou cinq. Un élève de chaque groupe présentera les résultats, tracés sur transparent et correctement légendés au rétroprojecteur.*

Montrer en quoi les réponses aux questions et les reconstitutions présentées confirment l'hypothèse émise auparavant.

Découper sur transparent les contours des deux continents ainsi que des bandes colorées avec les âges. Reconstituer la position des continents à un âge donné (un cas par groupe d'élèves).

Réponses attendues : La zone centrale de l'océan Atlantique est formée de basaltes d'âge actuel. L'âge des basaltes augmente depuis la dorsale vers les continents et de façon symétrique.

Validation de l'hypothèse et bilan professeur :

On peut conclure que les dorsales sont des zones où sont créés les fonds océaniques . Les basaltes qui forment les fonds océaniques migrent de part et d'autre de la dorsale. Le modèle de l'expansion océanique au niveau de l'axe de la dorsale est justifié par l'âge croissant des basaltes avec leur distance à cette dorsale.

Notions construites : les matériaux des plaques se forment à l'axe des dorsales. Les mouvements des plaques assurent le déplacement des continents et l'ouverture des océans.

Dans les séances suivantes il restera à préciser la nature des roches dans la lithosphère continentale et dans la lithosphère océanique et définir la croûte comme la partie superficielle de la lithosphère . Il faudra relier l'existence des fosses et des chaînes de montagnes à d'autres mouvements des plaques et chercher l'origine de l'énergie responsable des mouvements.

Dossier n° 2 (Lycée)

Épreuve sur dossier

Classe : terminale S

Partie du programme : Stabilité et variabilité des génomes et évolution

Sujet

Après avoir présenté brièvement (moins de cinq minutes) le contenu du dossier, proposez un enchaînement des activités conduisant les élèves à s'approprier un des mécanismes du brassage génétique : le brassage intra-chromosomique. Précisez les objectifs poursuivis.

Sommaire du dossier

1 – Extrait de programme

2 – Documents

Document 1 : étude d'un croisement de deux souches de *Sordaria*

Document 2 : mise en évidence d'un brassage intrachromosomique

Document 3 : mise en évidence d'un brassage interchromosomique

Document 4 : chromosomes dans une cellule en prophase I de méiose.

Extrait de programme de la classe de terminale S

I.3. Stabilité et variabilité des génomes et évolution (6 semaines)

Cette partie du programme s'articule directement avec les acquis des classes de seconde et de première qu'elle complète (nature du matériel génétique et son expression, notion de mutant et de mutation, rôle de l'environnement dans l'élaboration du phénotype). Elle s'appuie sur des données récentes issues des études des génomes pour mettre en évidence deux des processus importants de leur évolution : formation de nouveaux allèles et de nouveaux gènes par mutation et duplication de gènes. Elle montre le rôle de la reproduction sexuée dans la stabilité du génome et dans sa variabilité.

Activités envisageables	Notions et contenus
<p>Comparaison de séquences nucléotidiques et protéiques : comparaison de différents allèles d'un gène, comparaison des gènes d'une famille multigénique (hémoglobines et myoglobine, gènes homéotiques, etc.).</p> <p>Utilisation de logiciels de traduction pour étudier les conséquences des mutations sur les protéines.</p> <p>Etude de deux cycles biologiques : celui d'un mammifère et celui d'un champignon ascomycète. Comparaison de caryotypes de cellules haploïdes et diploïdes. Observations cytologiques d'événements de méiose et de fécondation.</p> <p>Interprétation de caryotypes présentant une trisomie libre du chromosome 21.</p> <p>Analyse de résultats de test-cross chez un organisme diploïde (cas d'un et de deux couples d'allèles).</p> <p>Réalisation, observation et analyse de préparations microscopiques d'asques (cas d'un couple d'allèles).</p>	<p>L'apport de l'étude des génomes : les innovations génétiques</p> <p>Au sein d'une espèce, le polymorphisme des séquences d'ADN résulte de l'accumulation de mutations au cours des générations. Suivant leur nature et leur localisation, les mutations (substitution, addition ou délétion d'un ou plusieurs nucléotides) ont des conséquences phénotypiques variables.</p> <p>Au sein du génome d'une espèce, les similitudes entre gènes (familles de gènes) sont interprétées comme le résultat d'une ou plusieurs duplications d'un gène ancestral.</p> <p>La divergence des gènes d'une même famille s'expliquent par l'accumulation de mutations. Dans certains cas ces processus peuvent conduire à l'acquisition de gènes correspondant à de nouvelles fonctions.</p> <p>Les innovations génétiques sont aléatoires et leur nature ne dépend pas des caractéristiques du milieu.</p> <p><i>Limites :</i> <i>Les mécanismes à l'origine des mutations ou des duplications de gènes et l'étude des différents types d'ADN extragénique ne sont pas au programme.</i></p> <p>Méiose et fécondation participent à la stabilité de l'espèce.</p> <p>Chez les organismes présentant une reproduction sexuée, une phase haploïde et une phase diploïde alternent.</p> <p>La méiose assure le passage de la phase diploïde à la phase haploïde. Elle suit une phase de réplication de l'ADN et se compose de deux divisions cellulaires successives qui conduisent à la présence d'un lot haploïde de chromosomes par cellule fille.</p> <p>La fécondation rétablit la diploïdie en réunissant les lots haploïdes des gamètes d'une même espèce.</p> <p>Des perturbations dans la répartition des chromosomes lors de la formation des gamètes conduisent à des anomalies du nombre des chromosomes.</p> <p><i>Limites :</i> <i>L'étude de l'ovogenèse et de la spermatogenèse n'est pas au programme.</i> <i>L'étude des cycles autres que ceux d'un mammifère et d'un champignon ascomycète n'est pas au programme.</i> <i>Les mécanismes cellulaires et moléculaires de la fécondation ne sont pas au programme.</i> <i>Les différentes étapes de la prophase de la première division de méiose ne sont pas au programme.</i></p> <p>Méiose et fécondation sont à l'origine du brassage génétique.</p> <p>La variabilité allélique se manifeste au sein de l'espèce par une hétérozygotie à de nombreux locus.</p> <p>La variabilité génétique est accrue par la réunion au hasard des gamètes lors de la fécondation et par les brassages intrachromosomique et interchromosomique lors de la méiose.</p> <p>Le brassage intrachromosomique, ou recombinaison homologue par crossing-over, a lieu entre chromosomes homologues appariés lors de la prophase de la première division de méiose.</p> <p>Le brassage interchromosomique est dû à la migration indépendante des chromosomes homologues de chaque paire lors de l'anaphase de la première division de méiose.</p> <p><i>Limites :</i> <i>Les mécanismes de crossing-over, les calculs de distance génique et les termes de post-réduction et de pré-réduction ne sont pas au programme.</i></p>

Document 1 : étude d'un croisement de deux souches de *Sordaria*



▲ Culture de *Sordaria*, avec périthèces visibles sur la ligne médiane.

Chez *Sordaria*, la couleur de la spore est un caractère héréditaire. Les spores de la souche sauvage sont pigmentées en noir; l'autofécondation d'une telle souche produit des asques dont les 8 spores sont noires. On peut cultiver au laboratoire de nombreux mutants variant par la couleur de leurs spores : blanches, jaunes, roses, ...

On croise ici deux souches de *Sordaria* génétiquement différentes (mais toutes deux incapables de s'autoreproduire) : l'une est une souche à spores noires (J^*), l'autre est une souche à spores jaunes (J). Après croissance des filaments mycéliens, il se forme des périthèces sur la ligne médiane de la boîte de culture.



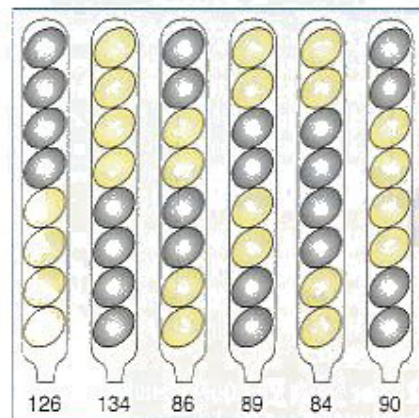
▲ Asque produit par autoreproduction de la souche sauvage.



× 160

© Denise Zekler.

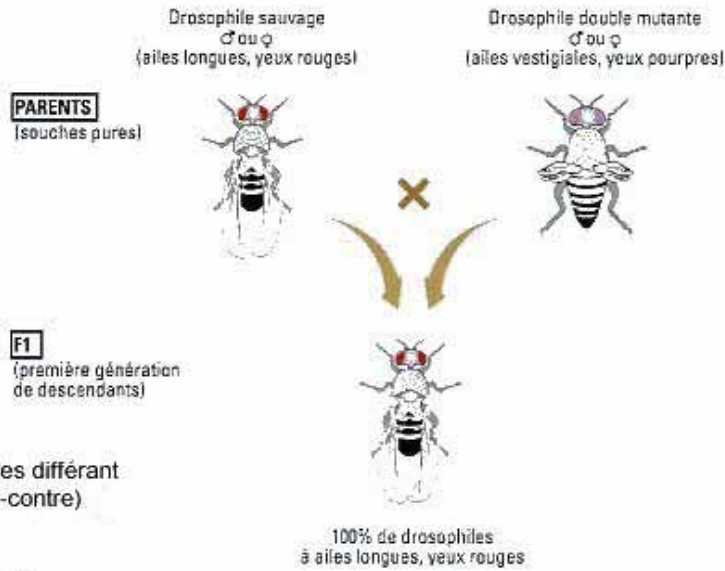
Des périthèces sont prélevés à l'aide d'une pince fine, puis déposés dans une goutte d'eau sur une lame de verre et recouverts d'une lamelle. La préparation est légèrement écrasée de façon à ouvrir les périthèces et à faire sortir le bouquet d'asques qu'ils contiennent.



Dénombrement des différents types d'asques résultant de l'observation de plusieurs périthèces.

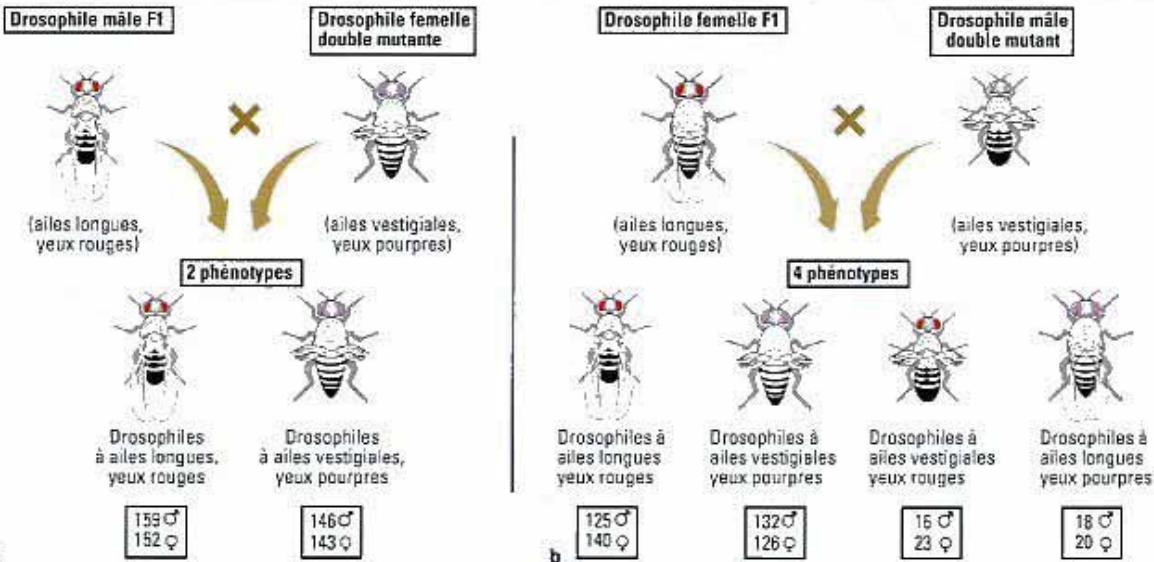
Document 2 : mise en évidence d'un brassage intrachromosomique

● La taille des ailes (longues ou vestigiales) de la drosophile est étudiée en association avec un autre caractère phénotypique : la couleur des yeux (rouges ou pourpres). Dans ce but, la souche sauvage (ailes longues, yeux rouges) est croisée avec une souche double récessive (ailes vestigiales, yeux pourpres). Chacun de ces caractères est contrôlé par un couple d'allèles (VG,vg) pour la taille des ailes et (P,p) pour la couleur des yeux.

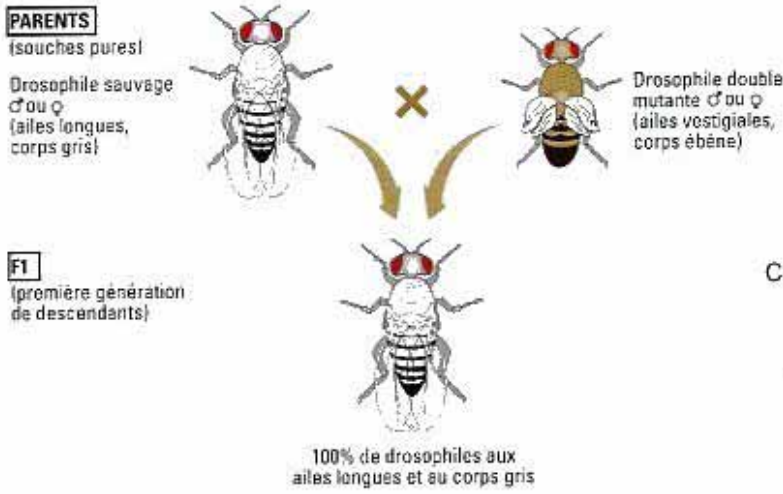


Croisement entre drosophiles différent par deux caractères (ci-contre)

Les test-cross correspondants (ci-dessous)

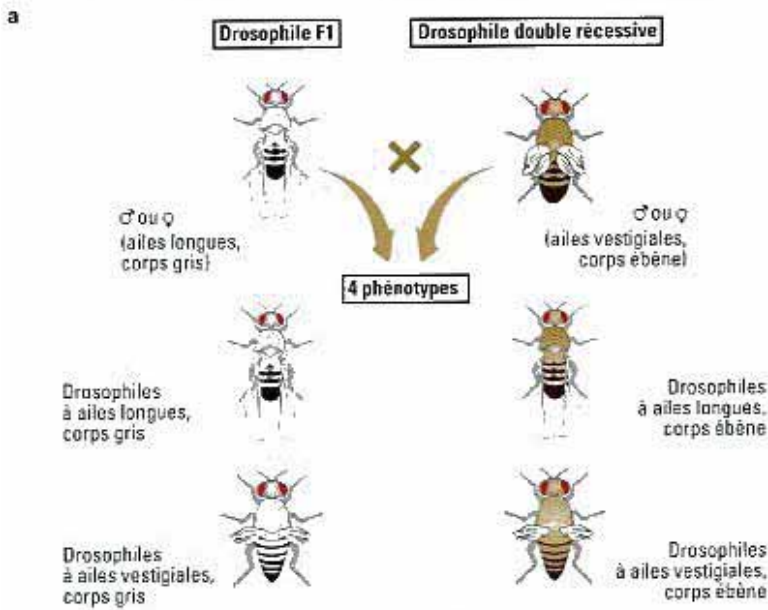


Document 3 : mise en évidence d'un brassage interchromosomique



Croisement entre drosophiles différent par deux caractères : ci-contre

Le test-cross correspondant (a) et résultats (b) : ci-dessous



b

Phénotype	Nombre de Drosophiles obtenues présentant ce phénotype	
	Mâles	Femelles
Ailes longues Corps gris	72	82
Ailes vestigiales Corps gris	69	78
Ailes longues Corps ébène	79	74
Ailes vestigiales Corps ébène	75	71

Document 4 : chromosomes dans une cellule en prophase I de méiose



Proposition d'exploitation

Présentation du contenu du dossier

Document 1 « observation du résultat d'un croisement de deux souches de Sordaria »

Il s'agit de l'étude d'un croisement de deux souches d'un champignon unicellulaire, Sordaria. Ces deux souches se distinguent par la couleur des spores (l'une à spores noires, l'autre à spores jaunes). Un périthèce éclaté permet d'observer le bouquet d'asques qu'il contient. Un tableau présente le dénombrement des différents types d'asques (disposition des spores dans l'asque), résultat de l'observation de plusieurs périthèces.

Document 2 « les conséquences du brassage intra-chromosomique »

Le document 2 présente les résultats de deux croisements entre drosophiles différant par deux caractères (longueur des ailes et couleur des yeux) :

- le premier est réalisé entre une souche sauvage et une souche mutante pour les deux caractères
- le deuxième est le croisement test correspondant c'est à dire le croisement entre une femelle F1 et une drosophile mâle double mutante ainsi que le croisement réciproque.

Document 3 « les conséquences du brassage inter-chromosomique »

Il s'agit également des résultats de deux croisements entre drosophiles différant par deux autres caractères (longueur des ailes et couleur du corps)

- le premier entre une souche sauvage et une souche mutante pour les deux caractères
- le deuxième est le croisement test correspondant

Document 4 « appariement d'une paire de chromosomes homologues »

Ce document montre une électronographie (microscope électronique à transmission) des chromosomes d'une cellule en prophase de la division réductionnelle de la méiose. Elle permet d'observer l'appariement des chromosomes homologues.

Introduction

Le sujet demande un enchaînement d'activités montrant les mécanismes du brassage intra-chromosomique : le document 3 est exploité pour présenter les acquis des élèves et situer l'exposé dans la progression annuelle.

Les documents 2 et 4 sont consacrés au brassage intra-chromosomique : ils seront exploités dans le but de répondre directement au sujet.

Pré-requis

L'étude des cycles biologiques d'un mammifère et d'un champignon ascomycète a permis précédemment de situer la méiose et la fécondation. Les conséquences chromosomiques de ces deux phénomènes sont donc connues des élèves. Le comportement des chromosomes lors des deux divisions cellulaires de la méiose a également été établi.

Le croisement présenté dans **le document 3** permet d'étudier le comportement de deux couples d'allèles indépendants. En effet, le croisement-test donne des proportions équivalentes pour chacun des quatre phénotypes obtenus. Ceci témoigne de l'équiprobabilité des gamètes produits par la drosophile femelle F1 et donc de la ségrégation aléatoire des allèles à l'anaphase de la division réductionnelle.

Le brassage inter-chromosomique a donc déjà été appréhendé.

1 – Des résultats qui ne s'expliquent pas par le brassage inter-chromosomique

On s'intéresse alors au **document 2** et plus précisément aux résultats du croisement-test.

Consignes

- Exploiter les résultats du premier croisement pour établir les relations de dominance et de récessivité pour chacun des deux couples d'allèles.
- Etudier le croisement test et dire en quoi les résultats obtenus suggèrent un mécanisme de brassage autre que le brassage inter-chromosomique.

Objectifs méthodologiques

- Saisir des informations
- Adopter une démarche explicative

Réponses attendues

- La première génération des descendants est constituée exclusivement des drosophiles à ailes longues et yeux rouges. Les allèles « aile longue » et « œil rouge » sont dominants et les allèles « aile vestigiale et « œil pourpre » sont récessifs.
- Les proportions des quatre phénotypes obtenus lors du croisement-test ne sont pas équivalentes ; on observe environ 87 % de phénotypes parentaux et 13 % de phénotypes nouveaux (dits recombinés). Il n'y a donc pas d'équiprobabilité des gamètes produits par la drosophile femelle F1. Ces résultats ne s'intègrent donc pas dans les mécanismes explicatifs appréhendés précédemment.

➤ **Il faut donc envisager un autre mécanisme explicatif**

C'est l'objet de l'exposé qui suit. Le brassage intra-chromosomique est d'abord mis en évidence chez une espèce haploïde (*Sordaria*) puis exploité pour expliquer le brassage génétique chez une espèce diploïde.

2 – Echange de segments de chromatides entre chromosomes homologues.

Le **document 1** peut être remplacé, en situation de classe, par une étude pratique d'un croisement de deux souches de *Sordaria*. C'est l'occasion de mettre en œuvre des capacités expérimentales

Consignes

- ~ Réaliser une préparation microscopique de deux ou trois périthèces.
- ~ Observer au microscope la diversité phénotypique des asques (disposition des spores)
- ~ Réaliser un schéma illustrant cette diversité phénotypique.

Capacités expérimentales

- Réalisation d'une préparation microscopique
- Utilisation du microscope
- Utiliser des modes de représentation des sciences expérimentales

Réponses attendues

- Le schéma pourrait être proche de celui présenté dans le document. Il serait alors complété avec les légendes appropriées.
- On observe trois types de disposition : « 4/4 », « 2/2/2/2 » et « 2/4/2 »

➤ **On recherche alors une explication à la disposition des spores dans les asques.****Consignes**

Sur le document de travail fourni, rechercher comment peut se réaliser la disposition « 4/4 » des spores. Pour cela compléter les noyaux en figurant chromosomes et allèles impliqués dans la couleur des spores.

Formuler alors une hypothèse permettant d'expliquer la disposition 2/2/2/2. Celle-ci est présentée sous la forme d'une phrase illustrée de schémas.

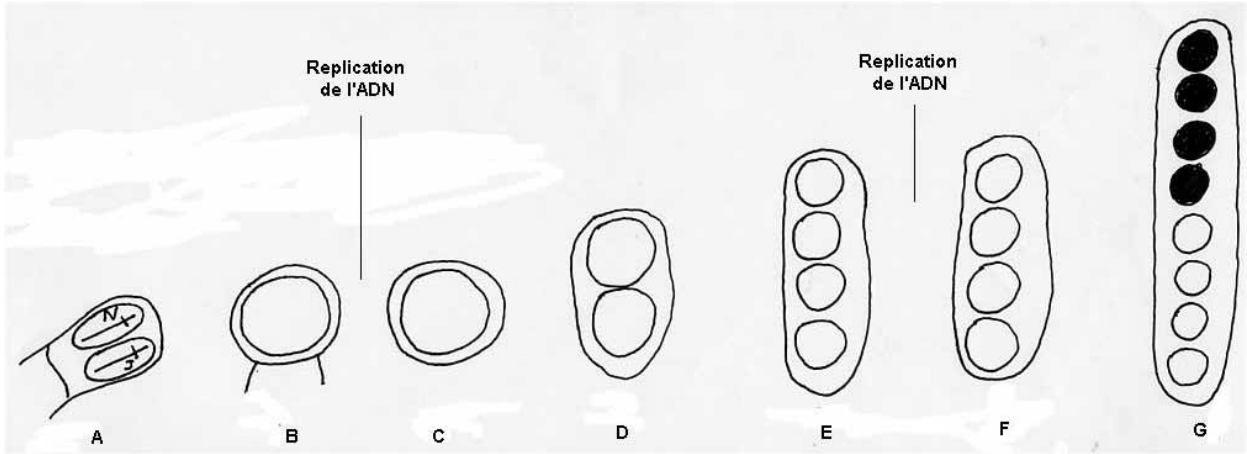
- Discussion collective et confrontation des idées

Exploiter alors les informations du **document 4** et dire en quoi elles contribuent à valider l'hypothèse sélectionnée.

Objectifs méthodologiques

- Saisir des informations
- Adopter une démarche explicative
- Représenter schématiquement

B. Exemple de document de travail à faire compléter par les élèves



Les étapes de la méiose chez *Sordaria*

Réponses attendues

- Schéma complété. Les spores sont haploïdes et leur couleur révèle leur génotype. La disposition des spores dans les asques reflète donc la disposition des chromatides portant l'allèle lors des différentes divisions de la méiose.
- Pour expliquer les autres dispositions des spores, Il faut envisager un échange de segments de chromatides entre chromosomes homologues.
- Lors de la prophase I, les chromosomes homologues s'apparient pour former des bivalents. On observe alors des chevauchements de chromatides au niveau desquels peuvent se produire des échanges qui peuvent donner naissance à des chromatides recombinés. Ce phénomène est appelé crossing-over.
- Remarque : les asques « 2/2/2/2 » et « 2/4/2 » sont minoritaires et ceci suggère que les crossing-over n'ont lieu que pour certaines méioses.

Bilan

Lors de la prophase de la division réductionnelle, les chromosomes homologues s'apparient et forment des bivalents. Il peut y avoir alors des échanges de segments de chromatides ou crossing-over.

3 – Brassage génétique et crossing-over

➤ On recherche une relation entre ces échanges de segments de chromatides et la non équiprobabilité des phénotypes obtenus dans le croisement-test du document 2.

Consignes

- Exploiter les résultats du croisement-test a pour montrer que les caractères envisagés sont gouvernés par des gènes liés.
- Exploiter les connaissances acquises précédemment sur les échanges de segments de chromatides pour envisager une explication aux résultats obtenus lors du croisement-test b.

Proposer une représentation schématique de votre explication en utilisant les symboles fournis par les documents

Dire en quoi la méiose est à l'origine d'un brassage des allèles

Objectifs méthodologiques

- Saisir des informations
- Mettre en relation ces informations et adopter une démarche explicative
- Représenter schématiquement

Réponses attendues

- Les phénotypes de la descendance sont identiques à ceux des parents. Les couples d'allèles sont donc transmis ensemble. Il faut envisager que les deux gènes gouvernant ces caractères sont des gènes liés c'est à dire situés sur le même chromosome (**remarque : il n'y a pas de crossing-over chez le mâle**).
- Les crossing-over créent de nouvelles combinaisons alléliques. La fréquence des crossing-over étant relativement faible (ici 13 % entre les deux locus), les phénotypes recombinés sont donc minoritaires par rapport aux phénotypes parentaux.
- Schéma
- **Conclusion** : la méiose assure un brassage intra-chromosomique lors de la prophase I. Les crossing-over permettent une recombinaison entre les allèles des gènes d'une paire de chromosomes. Ce brassage crée de nouvelles combinaisons alléliques lorsque l'individu est hétérozygote pour les gènes considérés.

La méiose assure également un brassage inter-chromosomique. Celui-ci est dû à la migration indépendante des chromosomes homologues lors de l'anaphase de la division réductionnelle.

Le brassage inter-chromosomique s'effectue entre des chromosomes dont les allèles ont été recombinés.

LA BIBLIOGRAPHIE DE LA SESSION 2004

GÉOLOGIE

A - OUVRAGES GÉNÉRAUX

- ALLEGRE : De la pierre à l'étoile. 1985 (Fayard)
 ALLEGRE : L'écume de la Terre. 1983 (Fayard)
 APBG : La Terre. 1997 (A.P.B.G.)
 APBG : Pleins feux sur les Volcans. 1993 (A.P.B.G.)
 BERNARD & al. : Le temps en géologie. Collection "Synapes" 1995 (Hachette)
 BIJU-DUVAL & SAVOYE : Océanologie. 1994 (Dunod)
 BOTTINELLI & al. : La Terre et l'Univers. 1993 (Hachette "Synapses")
 BRAHIC, HOFFERT, SCHAAF & TARDY : Sciences de la Terre et de l'Univers. 1999 (Vuibert)
 CARON & al. : Comprendre et enseigner la planète Terre. 2003 (OPHRYS)
 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 : 1982-2002
 Géologues : 1993-97, 2000-2001
 MNHN : Les Ages de la Terre. 1999
 POMEROL, LAGABRIELLE & RENARD : Éléments 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 - GÉOCHIMIE - MINÉRALOGIE – PÉTROLOGIE

- ALBAREDE : La géochimie. 2001 (Gordon & Breach Science Publishers)
 ALBAREDE & CONDOMINES : La géochimie. 1976 (Puf, "Que sais-je?")
 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)
 BARDINTZEFF : Les volcans. 1997 (Liber)
 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. 1994 (B.R.G.M., Manuels et méthodes)
 GIROD : Les roches volcaniques. 1978 (Doin)
 JUTEAU & 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)
 a : Minéraux et roches magmatiques, 2000
 b : 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 - GÉOPHYSIQUE - GÉOLOGIE STRUCTURALE –TECTONIQUE

AGARD & 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 & COULON : La déchirure continentale et l'ouverture océanique. 1998 (Gordon & Breach Science Publishers)

BOILLOT : Introduction à la géologie - la dynamique de la lithosphère. 2000 (Dunod)

BOILLOT : Les marges continentales actuelles et fossiles autour de la France. 1984 (Masson)

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 & Breach Science Publishers)

LAMBERT : Les tremblements de terre en France, 1997 (BRGM)

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

LEMOINE, de GRACIANSKY & TRICART : De l'océan à la chaîne de montagne. 2000 (Gordon & Breach Science Publishers)

LLIBOUTRY : Géophysique et géologie. 1998 (Masson)

MATTAUER : Ce que disent les pierres. 1999 (Belin)

MATTAUER : Déformation des matériaux de l'écorce terrestre. 1980 (Hermann)

MATTAUER : Monts et merveilles. 1989 (Hermann)

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

NOUGIER : Structure et évolution du globe terrestre. 2000 (Ellipses)

Bureau central sismologique français : Observations Sismologiques (en France)

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

VIALON, RUHLAN & -GROLIER : Éléments de tectonique analytique. 1976 (Masson)

VILA : Dictionnaire de la tectonique des plaques et de la géodynamique. 2000 (Gordon & Breach Science Publishers)

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

D - SÉDIMENTOLOGIE - ENVIRONNEMENTS SÉDIMENTAIRES

BLANC : Sédimentation des marges continentales. 1982 (Masson)
 CAMPY & MACAIRE : Géologie des formations superficielles. 1989 (Masson)
 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 (2 tomes). 1980 (Technip)
 SLANSKY : Terminologie et classification des roches sédimentaires. 1992 (B.R.G.M.)
 VATAN : Manuel de sédimentologie. 1967 (Technip)

E - STRATIGRAPHIE - PALÉONTOLOGIE

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 & 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 & GAYRARD-VALY : Fossiles de tous les temps. 1976 (Ed. Pacifique)
 GALL : Paléoécologie, paysages et environnements disparus. 1998 (Masson)
 LETHIERS : Évolution de la biosphère et événements géologiques. 1998 (Gordon & Breach Science Publishers)
 POMEROL & al. : Stratigraphie et paléogéographie : principes et méthodes. 1980 (Doin)
 POMEROL & al. : Stratigraphie et paléogéographie. (Doin)
 Tome 1 - Ère Paléozoïque (pour illustration seulement) (1977)
 Tome 2 - Ère Mésozoïque (1975)
 Tome 3 - Ère Cénozoïque (1973)
 POUR LA SCIENCE : Les origines de l'Homme. 1992 (Belin)
 POUR LA SCIENCE : Les fossiles témoins de l'évolution. 1996 (Belin)
 RISER (dir.) : Le Quaternaire, géologie et milieux naturels. 1999 (Dunod)
 ROGER : Paléontologie générale. 1974 (Masson)
 MISKOVSKY : Géologie de la préhistoire. 2002 (Géopré)

F - GÉOMORPHOLOGIE - PÉDOLOGIE - CLIMATOLOGIE

BERGER : Le climat de la Terre. 1992 (De Boeck)
 CHAPEL & 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)
 DUCHAUFOUR : Précis de pédologie. 1965 (Masson)
 GODARD & 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)
 LEROU : 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 - GÉOLOGIE APPLIQUÉE - HYDROGÉOLOGIE

A.S.I.M. : Guide des mines et carrières. 2000
 BODELLE : L'eau souterraine en France. 1980 (Masson)
 CASTANY : L'hydrogéologie, principes et méthodes. 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 (Gordon & Breach Science Publishers)
 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 - GÉOLOGIE DE LA FRANCE - GÉOLOGIE 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.)
 POMEROL : Découverte géologique de Paris et de l'Île de France. 1988 (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 (2 tomes). 1991 (C.N.R.S.)
 POMEROL & 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 GÉOLOGIQUES REGIONAUX (Masson)

France Géologique
 Volcanisme en France
 Alpes de Savoie
 Alpes du Dauphiné
 Alpes maritimes, Maures, Estérel
 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

BIOLOGIE

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

BIOLOGIE GENERALE**REVUES SCIENTIFIQUES**

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

A - GÉNÉTIQUE – ÉVOLUTION - OUVRAGES GÉNÉRAUX

- ALLANO & CLAMENS : Evolution, des faits aux mécanismes. 2000 (Ellipses)
 BRONDEX : Evolution, synthèse des faits et des théories. 2000 (Dunod)
 CAMPBELL : Biologie. 1995 (De Boeck)
 DAVID & 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)
 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)
 BERNARD & al. : Génétique, les premières bases. 1992 (Hachette, Synapses)
 GRIFFITHS & al. : Analyse génétique moderne. 2001 (De Boeck)
 GRIFFITHS & al. : Introduction à l'analyse génétique. 1997 (De Boeck)
 HOUDEBINE : Transgénèse animale et clonage. 2001 (Dunod)
 LECOINTRE & Le GUYADER : Classification phylogénétique du vivant. 2001 (Belin)
 LEWIN : Gènes VI . 1999 (De Boeck)
 LOCQUIN (dir.) : 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 & al. : Génétique. 1999 (Dunod)
 PLOMIN : Des gènes au comportement. 1999 (De Boeck)
 POULIZAC : La variabilité génétique. 1999 (Ellipses)
 POUR LA SCIENCE (dir. Le Guyader) : L'évolution. 1998 (Belin)
 POUR LA SCIENCE : Hérité et manipulations génétiques. 1987 (Belin)
 POUR LA SCIENCE : L'évolution. 1979 (Belin)
 PURVES, ORIAN, HELLER & SADAVA: Le monde du vivant. 2000 (Flammarion)
 RIDLEY : Evolution biologique. 1997 (De Boeck)
 ROSSIGNOL & al. : Génétique, gènes et génomes. 2000 (Dunod)
 RUSSEL : Génétique. 1988 (Medsic-Mc Graw Hill)
 SERRE & coll : Diagnostics génétiques. 2002 (Dunod)
 SMITH & SZATHMARY : Les origines de la vie. 2000 (Dunod)
- SOLIGNAC & al. : Génétique et évolution. 1995 (Hermann)
 Tome 1 : La variation, les gènes dans les populations
 Tome 2 : L'espèce, l'évolution moléculaire
 WATSON & al. : L'ADN recombinant. 1994 (De Boeck)

B - BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE - BIOCHIMIE - MICROBIOLOGIE

- ALBERTS & al. : Biologie moléculaire de la cellule. 1995 (Flammarion)
- AUGERE : Les enzymes, biocatalyseurs protéiques. 2001 (Ellipses)
- BERKALOFF & al. : Biologie et physiologie cellulaire (4 tomes). 1977 (Hermann)
- BERNARD : Bioénergétique cellulaire. 2002 (Ellipses)
- BOCCARA & VERDIERE : Les acides nucléiques. 1998 (Diderot)
- BOITARD : Bioénergétique. Collection "Synapses". 1991 (Hachette)
- BOREL & al. : Biochimie dynamique. 1987 (De Boeck)
- BRANDEN & TOOZE : Introduction à la structure des protéines. 1996 (De Boeck)
- BYRNE & SCHULTZ : Transport membranaire et biolélectrique. 1997 (De Boeck)
- CALLEN : Biologie cellulaire : des molécules aux organismes. 1999 (Dunod)
- 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 & 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 & al. : Principes de biochimie. 1994 (De Boeck)
- KAPLAN : Biologie moléculaire appliquée à la médecine. 1993 (Flammarion)
- KARP : Biologie cellulaire et moléculaire. 1998 (De Boeck)
- KRUH : Biochimie. 1989 (Hermann)
- Tome 1 : Biologie cellulaire et moléculaire.
- Tome 2 : Métabolismes.
- LECLERC & al. : Microbiologie générale. 1983 (Doin)
- LEHNINGER : Biochimie. 1994 (Flammarion)
- LIPPARD & BERG : Principes de biochimie minérale. 1997 (De Boeck)
- LODISH & al. : Biologie moléculaire de la cellule. 1997 (De Boeck)
- MOUSSARD : Biochimie structurale et métabolique. 1999 (De Boeck)
- PELMONT : Bactéries et environnement. 1993 (Pug)
- PELMONT : Enzymes. 1987 (Pug)
- PENASSE : Les enzymes. 1974 (Masson)
- 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 & VIAN : Eléments de Biologie cellulaire. 1998 (Doin)
- ROLAND, SZÖLLÖSI & 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 & al. : Cytobiologie (2 tomes). 1985 (Ellipses)
- VOET & VOET : Biochimie. 1998 (De Boeck)
- WEIL : Biochimie générale. 2001 (Dunod)
- WEINMAN & MEHUL : Biochimie, structure et fonction des protéines. 2000 (Dunod)

C - REPRODUCTION - EMBRYOLOGIE – DÉVELOPPEMENT

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

PHYSIOLOGIE ANIMALE**A - PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE ET HUMAINE**

- ASTRAND & RODAHL : Manuel de physiologie de l'exercice musculaire. 1972 (Masson)
 BEAUMONT, TRUCHOT & Du PASQUIER : Respiration - Circulation – Système immunitaire. 1995 (Dunod)
 BEAUMONT, CASSIER & TRUCHOT : Biologie et physiologie animales. 1998 (Dunod)
 CALVINO : Introduction à la physiologie : Cybernétique et régulation. 2003 (Belin Sup)
 ECKERT & 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 & 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)
 Tome 1 : Les cellules dans l'organisme
 Tome 2 : Les grandes fonctions
 SCHMIDT : Physiologie. 1999 (De Boeck)
 SCHMIDT-NIELSEN : Physiologie animale: adaptation et milieux de vie. 1998 (Dunod)
 SHERWOOD : Physiologie humaine. 2000 (De Boeck)
 TORTORA & GRABOWSKI: Principes d'anatomie et physiologie. 1999 (De Boeck)
 VANDER & al. : Physiologie humaine. 1989 (Mac-Graw-Hill)
 WILMORE & COSTILL : Physiologie du sport et exercice physique. 1998 (De Boeck)
 WRIGHT : Physiologie appliquée à la médecine. 1980 (Flammarion)

B - NEUROPHYSIOLOGIE

- BAL & CALAMAND : La régulation des fonctions. Collection "Synapses". 1995 (Hachette)
 BOWNDS : La biologie de l'esprit : origine et structure de l'esprit du cerveau et de la conscience. 2001 (Dunod)
 BUSER & 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 & TRITSCH : Neurobiologie cellulaire. 1990 (Doin)
 NEUROBIOLOGIE : Le système nerveux, système de communication. 1990 (Hachette Coll. Synapses)
 PERRET : Les fonctions nerveuses. 1991 (Doin)
 POSNER & RAICHLER : L'esprit en image. 1998 (De Boeck)
 POUR LA SCIENCE : Les Drogues et le cerveau. 1987 (Belin)
 LE BELLEGARD & al. : Neurobiologie, les système nerveux, système d'intégration. 1994 (Hachette, coll. "Synapses")
 POL : Dictionnaire encyclopédique des drogues. 2002 (Ellipses)
 POUR LA SCIENCE : Le Cerveau. 1988 (Belin)
 PURVES & al. : Neurosciences. 1999 (De Boeck)
 REVEST & LONGSTAFF : Neurobiologie moléculaire. 2000 (Dunod)
 ROSENZWEIGL : Psychobiologie. 1999 (De Boeck)
 SCHMIDT & al. : Neurophysiologie. 1984 (Le Francois)
 SPRINGER & DEUTSCH : Cerveau droit et cerveau gauche. 2000 (De Boeck)
 RICHARD-ORSAL : Neurophysiologie. 2001 (Dunod)
 Tome 1 : Physiologie cellulaire et systèmes sensoriels. 1994 (Nathan)
 Tome 2 : Motricité et grandes Fonctions du système nerveux central. 1994 (Nathan)

C - ENDOCRINOLOGIE

- BAULIEU & al. : Hormones. 1978 (Hermann)
 BERTHEZENE & al. : Le système endocrine. 1979 (Simep)
 BROOK & MARSHALL : Endocrinologie. 1998 (De Boeck)
 COMBARNOUS & VOLLAND : Les gonadotropines. 1997 (INRA)
 DUPOUY : Hormones et grandes fonctions. 1993 (Ellipses)
 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 & TRAVERS : Immunobiologie. 1997 (De Boeck)

REVILLARD & ASSI : Immunologie.1998 (De Boeck)

ROITT & al. : Immunologie. 1997 (De Boeck)

E - NUTRITION

BONVALET (dirigé par) : 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 & al. : La Respiration. 1976(Simep)

HOUDAS & GUIEU : La Fonction thermique. 1977 (Simep)

MINAIRE & LAMBERT : La Digestion. 1976 (Simep)

PELLET : Milieu intérieur et rein (2 tomes). 1977 (Simep)

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 & BRACEGIRDLE: An advanced atlas of histology. 1976 (H.E.B.)
 SECCHI & LECAQUE : Atlas d'histologie animale. 1981 (Maloine)
 STEVENS & LOWE : Histologie humaine. 1997 (De Boeck)
 WHEATER & al. : Histologie fonctionnelle. 1982 (Medsis)

BIOLOGIE ANIMALE**A - ZOOLOGIE**

- BEAUMONT & CASSIER : Biologie animale - Des Protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens (2 tome). 1998 & 2000 (Dunod)
 BEAUMONT & CASSIER : Biologie animale: les cordés, anatomie comparée des Vertébrés. 2000 (Dunod)
 CASSIER : Rythmes biologiques et rythmes astronomiques : structure et organisation temporelle des animaux. 2002 (Ellipses)
 CASSIER & al. : Le parasitisme. 1998 (Masson)
 CAVIER : Parasitologie. 1970 (Sedes)
 CHINERY : Les prédateurs et leurs proies. 1983 (Delachaux & 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 & BRACEGIRDLE : Atlas of invertebrate structure. 1979(H.E.B.)
 GINET & ROUX : Les Plans d'organisation du règne animal. 1986 (Doin)
 GRASSE (sous la direction de) : Traité de Zoologie - 12 volumes, 30 fascicules
 GRASSE, POISSON & TUZET : Zoologie I : Invertébrés .1961 (Masson)
 GRASSE & DEVILLERS : Zoologie II - Vertébrés. 1965 (Masson)
 GRASSE, DEVILLERS & CLAIRAMBAULT : Zoologie des Vertébrés. 1975 (Masson).
 Tome 1 : Anatomie comparée
 Tome 2 : Reproduction, biologie, évolution et systématique. Agnathes, poissons, amphibiens, reptiles
 Tome 3 : Reproduction, biologie, évolution et systématique. Oiseaux et mammifères
 GRASSE : Abrégé de zoologie : Vertébrés (tome 2). 1979 (Masson)
 HEUSER & 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. (3 tomes) 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 - Invertébrés. 1998 (Dunod)
 PICAUD, BAEHR & MAISSIAT : Biologie animale - Vertébrés. 2000 (Dunod)
 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)

Tome 2 : L'organisme en équilibre avec son milieu 1994 (Dunod)

VERON : Organisation et classification du monde animal. 2002 (Dunod)

WEHNER & GEHRING : Biologie et physiologie animales. 1999 (De Boeck)

B - ÉTHOLOGIE

ARON & PASSERA : Les sociétés animales. 2000 (De Boeck)

BROSSUT : Les phéromones. 1996 (Belin)

CHAUVIN : Le comportement social chez les animaux. 1973 (Puf)

GUYOMARC'H : Ethologie. 1980 (Masson)

LA RECHERCH :: Ethologie. Les comportements animaux et humains. 1979 (Point Sciences)

STREBLER : Les médiateurs chimiques. 1989 (Lavoisier)

VON FRISCH : Vie et moeurs des abeilles. 1955 (Albin Michel)

C - FAUNES & ENCYCLOPÉDIES (illustrations)

CHAUVIN : Les animaux des jardins. 1982 (Ouest France)

CHAUVIN : La vie dans les ruisseaux. 1982 (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)

Tome 1 : Le peuplement de la Terre

Tome 2 : La progression de la vie

Tome 3 : 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 (Bourrelier)

BIOLOGIE & PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

A - BOTANIQUE

BOUCET & al. : Mycologie générale et médicale. 1989 (Masson)

BOWES : Atlas en couleur. Structure des plantes. 1998 (INRA)

CAMEFOR :: Morphologie des végétaux vasculaires. 1996 (Doin)

CAMEFORT & BOUE : Reproduction et biologie des végétaux supérieurs. 1979 (Doin)

CHADEFAUD & EMBERGER : Traité de botanique (3 tomes). 1960 (Masson)

De REVIERS : Biologie, Physiologie des Algues (2 tomes). 2003 (Belin sup.)

DES ABBAYES & al. : Précis de botanique. 1963 (Masson)

DEYSSON : Organisation et classification des plantes vasculaires (2 tomes). 1978 (Sedes)

DUCREUX : Introduction à la botanique. 2003 (Belin sup)

ENCYCLOPEDIA UNIVERSALIS : Dictionnaire de la botanique. 1999 (Albin Michel)

GAYRAL & VINDT : Anatomie des végétaux vasculaires. 1961 (Doin)

GORENFLOT : Biologie Végétale, plantes supérieures. 1992 (Masson)

Tome 1 : Appareil végétatif

Tome 2 : Appareil reproducteur

GUIGNARD : Botanique, systématique moléculaire. 2001 (Masson)

- JUDD & al. : 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 & Doc Lavoisier)
- MAROUF : Dictionnaire de botanique, les phanérogames. 2000 (Dunod)
- NULTSCH : Botanique générale. 1998 (De Boeck)
- POL : Biologie des levures (travaux pratiques). 1996 (Ellipses)
- Pour la Science (dossier) : De la graine à la plante, janvier 2000
- PRAT : Expérimentation en physiologie végétale. 1994 (Hermann)
- RAVEN, EVERT & 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 (Université d'Aix-Marseille 3)
- ROBERT & ROLAND : Biologie végétale Tome 1 : Organisation cellulaire. 1998 (Doin)
- ROBERT & CATESSON : Biologie végétale Tome 2 : Organisation végétative. 2002 (Doin)
- ROBERT, BAJON & DUMAS : Biologie végétale Tome 3 : La Reproduction. 1998 (Doin)
- ROLAND & ROLAND : Atlas de biologie végétale. Organisation des plantes à fleurs. 5ème édition. 1999 (Dunod)
- ROLAND & VIAN : Atlas de biologie végétale. Organisation des plantes sans fleurs. 5ème 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 VÉGÉTALE

- ALAIS, LINDEN & MICLO : Abrégé de Biochimie alimentaire, 5è édition. 2004 (Dunod)
- GUIGNARD : Biochimie végétale. 2000 (Dunod)
- HAICOURT & al. : Biotechnologies végétales : techniques de laboratoire. 2003 (Tec & Doc)
- HARTMANN, JOSEPH & 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
- JUPIN & LAMANT : La photosynthèse. 1999 (Dunod)
- LAVAL-MARTIN & MAZLIAK : TP-TD de physiologie végétale. 1995 (Hermann)
- LEDBETTER & PORTER : Introduction to the fine structures of cell. 1970 (Springer Verlag)
- MAZLIAK & al. : Physiologie végétale. (Hermann)
- Tome 1 : Nutrition et métabolisme. 1995
- Tome 2 : Croissance & développement. 1998
- 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 & ZEIGER : Plant Physiology. 1998 & 2002 (Sinauer)

C - BIOLOGIE VÉGÉTALE APPLIQUÉE - AGRICULTURE – AGRONOMIE

- ASTIER, ALBOUY, MAURY & LECOQ : Principes de virologie végétale: génomes, pouvoir pathogène et écologie des Virus. 2001 (INRA Editions)
- AUGE & al. : La culture in vitro et ses applications horticoles. 1989 (Lavoisier)
- CALLOT (coord.) : La truffe, la terre, la vie. 1999 (I.N.R.A.)
- CALLOT : Mieux comprendre les interactions sol-racine. 1983 (I.N.R.A.)
- CLAVILIER, HERVIEU & LETODE : Gènes de résistance aux antibiotiques et plantes transgéniques. 2001 (INRA Editions)

- CLEMENT : Larousse agricole. 1981 (Larousse)
 De VIENN :: 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 & LEVY : Biologie des plantes cultivées. 1998 (Tec & 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 bases de la production végétale. (S.T.A.)
 Tome 1 : Le Sol. 1985
 Tome 2 : Le Climat. 1984
 SOLTNER : Les grandes productions végétales. 1983 (S.T.A.)
 TOURTE : Génie génétique et biotechnologies : Concepts, méthodes et applications agronomiques. 2002 (Dunod)
 TOURTE : Les OGM, la transgénèse chez les plantes. 2001 (Dunod)
 TOURTE : Génie génétique et biotechnologies : concepts et méthodes. 1998 (Dunod)

D - FLORES

- BOCK : Les arbres. 1997 (Liber)
 BONNIER & DE LAYENS : Petite flore. 1969 (Lib. gén. de l'Ens. Paris)
 COSTE : Flore de France (3 tomes). (Blanchard)
 FAVARGER & ROBERT : Flore et végétation des Alpes (2 tomes). 1966 (Delachaux & Niestlé)
 FOURNIER : Les 4 flores de France . 1961 (Lechevalier)
 OZENDA & CLAUZADE : Les lichens. 1970 (Masson)
 QUARTIER & al. : Guide des arbres et arbustes d'Europe. 1973 (Delachaux & Niestlé)
 ROMAGNESI : Petit atlas des champignons (3 tomes). 1965 (Bordas)

E - ÉCOLOGIE

- BARBAULT : Ecologie des populations et des peuplements. 1981 (Masson)
 BARBAULT : Ecologie générale. 1999 (Masson)
 BECKER, PICARD & TIMBAL : La forêt. 1981 (Masson, "Collection verte")
 BIROT : Les formations végétales du globe. 1965 (Sedes)
 BOUGIS : Ecologie du plancton marin. 1974 (Masson)
 Tome 1 : Phytoplancton.
 Tome 2 : Zooplancton.
 BOURNERIAS, POMEROL & TURQUIER : La Bretagne du Mont-Saint-Michel à la Pointe du Raz. 1995
 (Delachaux & Niestlé)
 BOURNERIAS & al. : Guide des groupements végétaux de la région parisienne. 2003 (Belin)
 CADEL & GILOT : Eléments de biologie végétale alpine. I- Exposés théoriques. 1964 (Laboratoire de Biologie
 végétale - Université de Grenoble)
 CLAUSTRES & LEMOIN :: 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)
- DUVIGNEAUD : La synthèse écologique. 1974 (Doin)
- ELHAI : Biogéographie. 1968 (Armand Colin)
- ENCYCLOPEDIA UNIVERSALIS : Dictionnaire de l'écologie . 1999 (Albin Michel)
- FRONTIER & PICHOD-VIALE : Ecosystèmes. 1998 (Dunod)
- FRONTIER, DAVOULT, GENTILHOMME & LAGADEUC : Statistiques pour les sciences de la vie et l'environnement, cours et exercices corrigés. 2001 (Dunod)
- GOBAT, ARAGNO & MATTHEY : Le sol vivant. 1998 (Presses polytechniques & 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
- GUINOCHE : Logique et dynamique du peuplement végétal. 1955 (Masson)
- GUINOCHE : Phytosociologie. 1973 (Masson)
- HARRANT & JARRY : Guide du naturaliste dans le Midi de la France. 1961 (Delachaux & Niestlé)
- HENRY : Biologie des populations animales et végétales. 2001 (Dunod)
- KUHNELT : Écologie générale. 1969 (Masson) .
- LACOSTE & SALANON : Éléments 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 & Niestlé)
- LONG : Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire. 1973 (Masson)
Tome 1 : Principes généraux et méthodes
Tome 2 : Application du diagnostic phytoécologique
- MANNEVILLE (coord.) : Le monde des tourbières et des marais. 1999 (Delachaux & Niestlé)
- MATTHEY, DELLA SANTA & WANNENMACHER : Manuel pratique d'Ecologie. 1984 (Payot)
- MOLINIER & VIGNES : Ecologie et biocénotique. 1971 (Delachaux & Niestlé)
- OZENDA : Les végétaux dans la biosphère. 1980 (Doin)
- OZENDA : Végétation des Alpes Sud occidentales. 1981 (C.N.R.S)
- PEGUY : Précis de climatologie. 1970 (Masson)
- PEREZ : Océanographie biologique et biologie marine. (2 tomes) 1963 (Puf)
- PESSON : Actualités d'écologie forestière : sol, flore, faune. 1980 (Gauthier-Villars)
- RAMADE : Écologie des ressources naturelles. 1981 (Masson)
- RAMADE : Éléments d'écologie appliquée. 1978 (Mac Graw-Hill)
- SACCHI & TESTARD : Écologie animale, organisme et milieu. 1971 (Doin)
- SCHAER, VEYRET, FAVARGER & al. : Guide du naturaliste dans les Alpes. 1989 (Delachaux & 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)

Programme du CAPES 2004

Sciences de la vie et de la Terre

Le programme suivant concerne les épreuves d'admissibilité et d'admission.

L'épreuve orale sur dossier, à caractère pré-professionnel, n'est pas dotée d'un programme spécifique. Elle se déroule dans le cadre du programme général du concours.

1 - Programme de sciences de la vie

1.1 Préambule

La maîtrise du programme de sciences de la Vie implique de connaître :

- les notions de physique et de chimie nécessaires à la compréhension des phénomènes biologiques au niveau requis pour l'exposé,
- les principes des techniques communément utilisées dans les laboratoires de biologie,
- les utilisations de l'informatique dans les situations où elle est employée en biologie dans les lycées et collèges,
- une bonne connaissance de la systématique et des mécanismes de l'évolution est indispensable ; appuyée sur des exemples bien choisis elle doit permettre au candidat d'exposer la phylogénie des espèces et des groupes aux niveaux biochimique, physiologique et anatomique,
- les fonctions des organes doivent être connues selon leurs différents niveaux d'organisation, en relation avec les structures impliquées et, le cas échéant, avec le mode et le milieu de vie,
- des notions élémentaires d'histoire des sciences de la vie : histoire du concept d'espèce, des théories de l'Évolution, de la théorie cellulaire, aspects historiques des démarques scientifiques.

1.2 Biologie cellulaire et moléculaire

1.2.1 Les constituants chimiques fondamentaux des êtres vivants. Relations entre la structure chimique des molécules et leurs fonctions

1.2.2 Les caractères des cellules eucaryotes, procaryotes et des virus

1.2.3 Le cycle cellulaire et son déterminisme chez les eucaryotes

1.2.4 Les échanges et les communications intra et intercellulaires

1.2.5 Le métabolisme énergétique cellulaire. Sources et conversions de l'énergie dans la vie des cellules: respiration, fermentation, photosynthèse, chimiosynthèse.

1.2.6 L'information génétique: nature, transmission et expression chez les procaryotes et les eucaryotes

1.2.7 Stabilité et variations de l'information génétique: recombinaisons in vivo et in vitro, mutations

1.3 Biologie et Physiologie animales

1.3.1 Plans d'organisation des principaux taxons : « Protozoaires »/Métazoaires, Diploblastiques/Triploblastiques, Protostomiens/ Deutérostomiens...

1.3.2 Fonction de relation : Organisation structurale, fonctionnelle et régulation des systèmes assurant la fonction de relation dans le règne animal

1.3.2.1 La transmission de l'information au sein de l'organisme:communications nerveuses et humorales

1.3.2.2 Les fonctions sensorielles (définition et description générale de la fonction sensorielle à partir d'exemples ; les organes et cellules sensorielles spécialisés ; la transduction des stimuli sensoriels en potentiel de récepteur puis en message nerveux propagé ; (intéroception, extéroception)

1.3.2.3 Mouvements réflexes, mouvements volontaires

1.3.2.4 Le fonctionnement des effecteurs:muscle et squelette

1.3.3 Rythmes biologiques

1.3.4 Fonction de nutrition : Organisation structurale, fonctionnelle et régulation des systèmes assurant la fonction de nutrition dans le règne animal

1.3.4.1 Les besoins alimentaires

1.3.4.2 L'alimentation et la digestion

1.3.4.3 La respiration

1.3.4.4 La circulation

1.3.4.5 Les grandes voies du métabolisme et leur régulation à l'échelle de l'organisme

1.3.4.6 L'excrétion

1.3.5 Fonction de reproduction, le développement et la croissance

1.3.5.1 La multiplication asexuée, l'organisation coloniale

1.3.5.2 La détermination et la différenciation du sexe

1.3.5.3 La gamétogenèse et la fécondation dans le règne animal

1.3.5.4 La parthénogenèse

1.3.5.5 Les développements embryonnaires et post-embryonnaires, leurs déterminismes

1.3.5.6 Physiologie embryonnaire, fœtale et néonatale chez les Mammifères

1.3.5.7 La parturition et la lactation

1.3.5.8 Les cycles de reproduction

1.3.5.9 La maîtrise de la reproduction humaine

1.3.6 Le maintien de l'intégrité et de l'identité de l'organisme

1.3.6.1 Immunologie:réactions immunitaires non spécifiques et spécifiques, l'immunité cellulaire et humorale, dérèglements et déficiences du système immunitaire, principe de l'immunothérapie

1.3.6.2 Le milieu intérieur:la régulation des paramètres sanguins, l'hémostase, le bilan hydrique et l'osmorégulation

1.3.6.3 Les réactions de l'organisme en fonction de son milieu de vie

1.3.7 Comportement animal

1.3.7.1 Déterminisme de quelques comportements alimentaires, sexuels et territoriaux

1.3.7.2 Communication intraspécifique

1.3.7.3 Sociétés animales

1.4 Biologie et Physiologie végétales

1.4.1 Cytologie, histologie et anatomie végétales

1.4.2 Les différentes organisations morphologiques en relation avec leurs fonctions chez les Thallophytes (y compris les Champignons), les Cormophytes (y compris les Bryophytes)

1.4.3 Croissance et développement des végétaux

1.4.3.1 La cellule végétale et les tissus végétaux, structure, mise en place, rôle

1.4.3.2 Croissance et organogenèse: cellule apicale, notion de méristème, d'organogenèse illimitée et d'histogenèse

1.4.3.3 Les rythmes de croissance, les corrélations, les régulateurs de croissance

1.4.4 Reproduction sexuée

1.4.4.1 La méiose, la fécondation, le zygote, l'alternance de générations

1.4.4.2 La fleur: édification, structure, fonctionnement ; l'ovule et la graine, la germination, le fruit

1.4.4.3 Physiologie de la floraison: mise à fleur, vernalisation, photopériodisme

1.4.5 Multiplication végétative

1.4.5.1 Diversité de la multiplication végétative naturelle et artificielle

1.4.5.2 La culture in vitro, bases biologiques et physiologiques, intérêts

1.4.6 Importance du sol dans la biologie de la plante

1.4.7 La nutrition des végétaux

1.4.7.1 Nutrition minérale: absorption, transport, utilisation de l'eau et des éléments minéraux, transpiration

1.4.7.2 Photosynthèse ; photorespiration ; devenir des constituants synthétisés ; autotrophie ; hétérotrophie

1.5 Écologie

1.5.1 Notion d'écosystème. Quelques exemples de fonctionnement d'un écosystème

1.5.2 Relations et interactions entre espèces vivantes: parasitisme, saprophytisme, symbiose, compétition, prédation

1.5.3 Rôle des facteurs biotiques et abiotiques du milieu

1.5.4 Action de l'homme sur les écosystèmes

1.5.5 La vie dans les milieux extrêmes

1.5.6 Organisation des communautés et dynamique des peuplements

1.6 Évolution (voir aussi le paragraphe 2.4.4)

1.6.1 Les aspects ontogéniques et phylogéniques de l'évolution

1.6.2 La spéciation

1.6.3 Génétique et évolution. Polymorphisme génétique

1.6.4 La classification phylogénétique du vivant

1.6.5 Notions d'homologie et d'homoplasie

2 Programme de sciences de la Terre

2.1 Préambule

2.1.1 La maîtrise du programme de sciences de la terre implique de connaître les méthodes d'observation, d'utilisation, de détermination et d'étude :

- des minéraux, roches et fossiles (observations macro- et microscopiques),
- des cartes et coupes géologiques à différentes échelles,
- des documents géochimiques et géophysiques usuels,
- des documents satellitaires et des photographies aériennes.

2.1.2 Les candidats devront être formés à la démarche et aux raisonnements propres aux sciences de la terre, sur le terrain et au laboratoire

2.1.3 Sont également requises :

- les notions de base de physique et de chimie indispensables à la compréhension des processus ; les méthodes usuelles de calcul et de représentation des résultats,
- la connaissance des grands traits de la géologie de la France métropolitaine, des régions limitrophes et de la France d'outre-mer,
- les utilisations de l'informatique dans les situations où elle est employée en géologie dans les lycées et collèges.

2.2 La Terre actuelle

2.2.1 Forme et relief

2.2.1.1 Géoïde, continents et océans

2.2.1.2 Morphologie des terres émergées et des fonds océaniques

2.2.2 Structure

2.2.2.1 Enveloppes internes : croûtes continentale et océanique, manteau, noyau ; distinction lithosphère/asthénosphère ; lithosphère/croûte

2.2.2.2 Enveloppes externes:atmosphère, hydrosphère, relations avec la biosphère

2.2.3 Énergie et activité

2.2.3.1 Dynamique interne : origine de l'énergie, flux géothermique, transfert d'énergie et de matière, conduction et convection ; tectonique des plaques, mobilités verticale et horizontale de la lithosphère. Sismicité et volcanisme actuels (répartition et origine), interactions entre les enveloppes ; champ magnétique et paléomagnétisme

2.2.3.2 Dynamique externe : capture et répartition de l'énergie solaire, circulations atmosphériques et océaniques, climats, cycle de l'eau, flux de matière et d'énergie ; interactions entre les enveloppes, perturbations d'origine humaine

2.3 La lithosphère : origine et devenir

2.3.1 Les domaines continentaux

2.3.1.1 Structure et composition de la lithosphère continentale

2.3.1.2 Mobilité et devenir : fragmentation continentale, marges passives, suture, collision, formation des chaînes de montagne (aspects cinématiques, tectoniques, métamorphiques et magmatiques), bassins sédimentaires

2.3.1.3 Altération, genèse des sols, érosion, transport et sédimentation continentale, diagenèse

2.3.1.4 Élaboration des formes du relief terrestre

2.3.2 Les domaines océaniques

2.3.2.1 Structure et composition de la lithosphère océanique, ophiolites

2.3.2.2 Genèse de la croûte océanique (aspects cinématiques, tectoniques et magmatiques), hydrothermalisme associé

2.3.2.3 Sédimentation océanique, diagenèse

2.3.2.4 Migration et devenir de la lithosphère océanique: magmatisme intraplaque océanique ; marges actives, subduction et obduction (mécanismes, phénomènes tectoniques, magmatiques et métamorphiques associés)

2.4 L'histoire de la Terre et de la vie

2.4.1 Le temps en géologie

2.4.1.1 Chronologie relative et chronologie absolue, les géochronomètres

2.4.1.2 Bases et méthodes de la stratigraphie (y compris stratigraphie séquentielle, chimiostratigraphie, magnétostratigraphie)

2.4.1.3 Échelle des temps géologiques et ses coupures

2.4.2 La Terre dans le système solaire

2.4.2.1 Système solaire, étude comparée des planètes, spécificité de la Terre

2.4.2.2 Origine du système solaire et différenciation planétaire

2.4.3 L'histoire de la Terre

2.4.3.1 Terre précambrienne, origine des continents et constitution des boucliers

2.4.3.2 La Terre au cours du Phanérozoïque : reconstitutions paléogéographiques, paléoécologiques et paléoclimatiques

2.4.3.3 Evolution de l'atmosphère et de l'hydrosphère

2.4.3.4 Notion de cycle (orogénique, géochimique et climatique), bilan des transferts d'éléments

2.4.4 L'origine et l'évolution de la vie (voir aussi le paragraphe 1.6)

2.4.4.1 Grandes étapes de la diversification de la Vie, corrélations avec les changements d'environnement, radiations, extinctions

2.4.4.2 Reconstitutions phylogénétiques: notion d'espèce paléontologique, analyse des lignées, analyse cladistique

2.4.4.3 Apports de la paléontologie à l'analyse des modalités et mécanismes de l'évolution biologique

2.4.4.4 Hominisation

2.5 Les applications des Sciences de la Terre

2.5.1 Ressources minérales et énergétiques dans leur cadre géologique

2.5.2 Eaux souterraines: gisements, recherche, exploitation et protection

2.5.3 Gestion et protection de l'environnement

2.5.4 Analyse, prévision et prévention des risques géologiques

2.5.5 Géologie du Génie Civil dans le cadre des grands travaux

INFORMATIONS PRATIQUES

Les conditions d'accès au CAPES, le 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).

Le **concours** 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, coefficient 5 ; épreuve sur dossier, préparation 2 heures, 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 au Lycée Victor Duruy, 33 boulevard des Invalides, 75015.

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 spécial du BOEN publié en mai, où figurent les programmes ;
- 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 WEB du Ministère de la jeunesse, de l'éducation 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 200 - 86 980 FUTUROSCOPE CEDEX

Le site internet du CAPES externe de SVT : **<http://svt-capes.scola.ac-paris.fr>**