

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

DIRECTION GENERALE DES RESSOURCES HUMAINES

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

Rapport présenté par Madame Annie MAMECIER-DEMOUNEM

Inspectrice générale de l'éducation nationale

Présidente du jury

SESSION 2006

Le jury du CAPES-CAFEP 2006

Présidente

M^{me} Annie MAMECIER-DEMOUNEM Inspectrice générale de l'éducation nationale

Vice-présidents

M. Dominique LARROUY Maître de conférences, Université de Toulouse
M. Jean-Louis MICHARD Inspecteur général de sciences de la vie et de la Terre

Membres du jury

M ^{me} Marianne ALGRAIN-PITAVY	Professeur agrégé, Académie de Paris
M. Bernard AUGÈRE	Professeur agrégé, Académie de Toulouse
M. Bernard BARBARIN	Maître de conférences, Université de Clermont-Ferrand
M ^{me} Cécile BARBAROUX	Maître de conférences, Université d'Orléans -Tours
M ^{me} Laure BARTHES	Maître de conférences, Université de Paris-Sud
M ^{me} Ghislaine BEAUX	Professeur agrégé, Académie de Versailles
M. Nicolas BERTRAND	Maître de conférences, Université de Marseille
M. Christian BOCK	Professeur agrégé, Académie de Paris-Sud
M. Gérard BRULÉ	Professeur, Université d'Amiens
M. Rémi CADET	Maître de conférences, Université de Clermont-Ferrand
M ^{me} Marie-Christine CARIOU	Professeur agrégé, Académie de Clermont-Ferrand
M. Claude CENSIER	IA - IPR, Académie de DIJON
M. Denis COFFRANT	Maître de conférences, Université de Lyon
M. Patrick COQUILLARD	Maître de conférences, Université de Nice
M ^{me} Hélène CORDOLIANI	Professeur agrégé, Académie de Paris
M. Marc CORIO	Maître de conférences, Université de Bordeaux
M. Jean-Pierre CORNEC	Maître de conférences, Université d'Aix -Marseille
M ^{me} Martine COURTOIS	Maître de conférences, Université de Tours
M. Jacky DE MONTIGNY	Maître de conférences, Université de Strasbourg
M ^{me} Dominique DUBOIS	Professeur agrégé, Académie de Paris
M. André DUCO	IA - IPR, Académie de Clermont-Ferrand
M. Jean-Yves DUPONT	IA - IPR, Académie d'Orléans-Tours
M. Gérard DUTRUGE	Professeur agrégé, Académie de LYON
M. Alain FARALLI	IA - IPR, Académie d'Aix-Marseille
M ^{me} Emmanuelle FRANCOIS	Professeur agrégé, Académie de Besançon
M. Hervé FROISSARD	Professeur agrégé, Académie de Lyon
M. Alain FRUGIÈRE	Maître de conférences, Université d'Amiens
M. Patrick GAVIGLIO	Professeur, Université de Besançon

M ^{me} Marie GERBE	Maître de conférences, Université de Saint -Etienne
M. Bernard GISSOT	IA - IPR, Académie de Créteil
M. Pierre-Jean GODARD	Professeur agrégé, Académie d'Aix -Marseille
M ^{me} Isabelle HURIOT-MARCHAND	Professeur agrégé, Académie de Reims
M ^{me} Catherine JEAN-MARIE	Professeur agrégé, Académie de Lyon
M. Claude JOSEPH	Maître de conférences, Université d'Orléans
M. Frédéric JULLIEN	Maître de conférences, Université de Saint-Étienne
M. Loïc LABROUSSE	Maître de conférences, Université de Paris VI
M. Philippe LESUR	Professeur agrégé, Académie de Paris
M ^{me} Marie-Antoinette MOUNIER	Professeur agrégé, Académie de Créteil
M ^{me} Cécile PABA-ROLLAND	Professeur agrégé, Académie d'Aix -Marseille
M. Éric PÉRILLEUX	Professeur agrégé, Académie de Paris
M ^{lle} Gaëlle PROUTEAU	Maître de conférences, Université de Paris VI
M. Alain PUPPO	Professeur, Université de Nice
M ^{me} Françoise RIBOLA-DURANEL	IA - IPR, Académie de Versailles
M. François ROSÉ	Professeur agrégé, Académie de Paris
M. Alain SARRIEAU	Professeur, Université de Bordeaux
M. Jean-Luc SCHNEIDER	Professeur, Université de Bordeaux
M. Marc-André SELOSSE	Professeur, Université de Montpellier
M. Bertrand STOLIAROFF-PEPIN	Professeur agrégé, Académie de Rennes
M. Pascal THIBERGE	IA - IPR, Académie de Caen
M. Laurent VIRIOT	Maître de conférences, Université de Poitiers
M ^{me} Marie-Claude YON	Professeur agrégé, Académie de Reims

Pour la session 2006 du concours, la Direction Générale des Personnels Enseignants a annoncé 370 postes pour le CAPES et 110 postes pour le CAFEP, soit une diminution du nombre de postes de 34,55 % pour le CAPES, le nombre de postes attribué au CAFEP restant stable. Le 17 juillet, une liste de 33 admis au CAFEP et 370 admis au CAPES a été signée. Ainsi, la session 2006 du concours a permis de recruter 403 stagiaires en sciences de la vie et de la Terre.

925 des 4498 candidats inscrits aux épreuves écrites ont été déclarés admissibles au CAPES. Sur les 768 candidats inscrits au CAFEP, 100 ont été déclarés admissibles. La barre d'admissibilité a été fixée à 7,50/20 pour le CAPES, 7,25/20 pour le CAFEP (la barre était à 7,66/20 l'an dernier pour les deux concours). Le meilleur total d'écrit a été de 140,29/160 pour le CAPES et de 136,82/160 pour le CAFEP. Par rapport à la session précédente, on note une légère diminution du nombre de candidats inscrits au CAPES (- 45, soit 1% de baisse) et une stabilité du nombre de candidats postulants au CAFEP (+ 1 soit 0,1 % de plus).

Au total ce sont donc 5266 candidats qui se sont inscrits au CAPES-CAFEP de SVT, 3770 (soit 71,6 %) ont terminé les deux épreuves et 27% de ces derniers ont été déclarés admissibles. La réduction du nombre de postes mis au concours a nettement accentué la pression sélective du concours 2006 : 28,45% des présents au CAPES et 19,19% des présents au CAFEP ont été déclarés admissibles (35,6 % et 25,6 % respectivement, en 2003).

1025 candidats (922 plus 3 candidats normaliens dispensés d'écrit pour le CAPES et 100 pour le CAFEP) ont été convoqués pour les épreuves orales qui se sont déroulées du 18 juin au 14 juillet 2006 au lycée Victor Duruy, 33 boulevard des Invalides, 75007 Paris.

Je tiens à remercier tout particulièrement les candidats admis à différents concours : professeurs des écoles, CAPES interne et réservé, Agrégation ... qui ont démissionné du CAPES externe et ainsi libéré leur poste.

Pour les 1025 candidat(e)s admissibles les notes des épreuves écrites et orales sont les suivantes.

Écrit	Biologie		Géologie		Total/ 20
	Présents	Admissibles	Présents	Admissibles	
Note moyenne /20	05,77	10,25	05,87	09,63	10,20
Écart-type	3,57	2,65	3,50	2,88	2,37
Note la plus haute /20	20,00	20,00	19,65	19,65	17,54
Note la plus basse /20	00,10	02,35	00,10	01,45	7,49

Près de la moitié des admissibles sont représentés par des élèves d'IUFM (47,48%) et un tiers par des étudiants (33,90). La féminisation du concours reste toujours assez importante : 59,59% des présents sont des femmes et 63,51 % des admis.

Épreuve scientifique	Exposé	Premier entretien	Second entretien
Note moyenne /20	06,86	05,60	10,11
Écart-type	3,84	4,25	3,57
Note la plus haute /20	20,00	20,00	20,00
Note la plus basse /20	00,40	00,00	01,33

Épreuve sur dossier	Exposé	Entretien
Note moyenne /20	07,24	07,37
Écart-type	4,06	4,24
Note la plus haute /20	18,67	20,00
Note la plus basse /20	00,33	00,33

TOTAL ORAL
08,37
3,88
16,68
01,63

Le dernier candidat reçu au CAPES a obtenu un total de 140,83 sur 280 soit 8,82 sur 20. Le dernier candidat reçu au CAFEP a obtenu un total de 139,40 sur 280 soit 8,71 sur 20. La différence s'explique par le fait qu'aucun candidat du CAFEP obtenait un total de 140,83. Le total le plus proche est de 139,40 ; ce qui explique aussi le fait qu'il n'y ait que 33 admis pour les 110 postes proposés.

La candidate reçue 1^{ère} du concours a obtenu un total de 251,61 sur 280 soit 16,38 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, aucun changement n'a été proposé pour la prochaine session. Le programme, lourdement remanié pour la session 2006, a donné satisfaction aux membres du jury.
- 2) En ce qui concerne la nature des sujets d'écrit, le texte officiel n'impose aucun modèle. La seule obligation est de donner une épreuve de biologie à coefficient 5 (durée : 6 heures) et une épreuve de géologie à coefficient 3 (durée 5 heures). Les sujets peuvent être des sujets de synthèse ou bien des sujets portant intégralement ou pour partie sur une étude de documents. Le sujet de biologie peut porter sur la biologie-physiologie animale et/ou la biologie-physiologie végétale et/ou la biologie-physiologie cellulaire. Toutes les combinaisons et toutes les options restent donc possibles. Les trois conseils du rapport 2005 peuvent être rappelés ici :
 - dominer au maximum le contenu scientifique du programme, ne pas faire d'impasse ni de pronostics qui se révèlent aléatoires le plus souvent,
 - s'entraîner à des synthèses pouvant intégrer des informations apportées par l'étude de documents,
 - s'exercer à réaliser des illustrations pertinentes.
- 3) Prenant en compte les évolutions récentes, tant en recherche que dans les ouvrages de vulgarisation, le jury a intégré les méthodes et les résultats de la phylogénie dans ses sujets et ses questions. Au-delà des histoires évolutives, la compréhension des mécanismes de l'évolution et, plus globalement, du néodarwinisme restent insuffisants. Les notions de polymorphisme, de sélection, de neutralisme, de dérive, d'évolution convergente ... devraient être maîtrisées. Les concepts de base d'évolution ont fait l'objet de questions au cours de cette session. Ce questionnement sera accru lors des prochaines sessions.
- 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 rétro-projection au détriment du matériel concret. De plus, les transparents sont utilisés tels que, sans adaptation pour la leçon proposée et sans commentaire spécifique. Les préparateurs regrettent de n'avoir à apporter que des supports papier aux candidats qui refusent tout matériel d'expérimentation ou de manipulation ou même de simples supports concrets. Les nombreux végétaux rassemblés par l'équipe technique et le jury restent malheureusement peu utilisés. Les leçons « naturalistes » sont toujours moins bien réussies que les leçons de physiologie ou de biologie cellulaire. Les prestations des candidats pour les leçons de géologie sont toujours moins brillantes qu'en biologie et plus tranchées avec des exposés très bons ou très insuffisants mais peu d'exposés moyens. Il est très important que, dans les centres de préparation, la formation naturaliste des étudiants ne soit pas négligée surtout à une époque où les questions d'environnement, de biodiversité, de développement durable sont au cœur de l'actualité.
- 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 et conforte les propos tenus pour l'illustration des exposés.
- 6) Des modifications importantes ont été mises en oeuvre pour l'épreuve sur dossier. A cette session, la durée de la préparation a été portée à 3 heures. De plus, à la même heure, les 6 candidats travaillent sur le

même dossier. Cette disposition a permis d'améliorer la qualité des dossiers et d'améliorer l'évaluation entre les membres des commissions pour un même sujet.

Comme les autres années, les candidats ont disposé de la totalité des programmes et des compléments actuellement en vigueur pendant la préparation de l'épreuve. Mais, cette année, tous les dossiers ont été renouvelés : le choix en nombre et en qualité des documents a été plus rigoureux. Au minimum, chaque dossier contenait un document extrait d'un ouvrage ne provenant pas de manuels du secondaire et n'était pas didactisé. Le sujet rappelait chaque fois que nécessaire la notion du programme qui était étudiée. Le vocabulaire employé était le plus simplifié possible. Cette épreuve tient avant tout à évaluer les compétences d'un(e) candidat(e) pour analyser des documents, mettre en ordre logique des informations, développer l'esprit critique, développer l'esprit d'initiative, mesurer sa réactivité, mesurer ses qualités de communication ... Il ne s'agit pas de « piéger » les futur(e)s enseignant(e)s par un vocabulaire professionnel (didactique et pédagogique) qui sera expliqué et mis en œuvre au cours de la seconde année de formation. Par contre, il est important, en formation, de « montrer » aux futur(e)s candidat(e)s les outils et supports dont dispose les enseignants des collèges et lycées pour préparer leurs cours et travaux pratiques. A écouter les étudiant(e)s, on ne peut plus rien disséquer car c'est interdit, l'ExAO reste très peu développé et c'est une affaire de professeurs, les salles multimédias paraissent être un rêve irréalisable Bref des candidat(e)s ouvrent de grands yeux étonnés quand on les interroge sur les supports classiques et usuels des laboratoires de SVT !!

Il est également important de rappeler qu'il ne peut pas y avoir de dossier sur les **Travaux Personnels Encadrés** (1^{ère}) ou les **Itinéraires De Découverte** (cycle central) ou thèmes de convergence (collège) puisque ces modalités d'enseignement sont conduites dans plusieurs disciplines. Par contre, ces dispositifs doivent être connus des candidats. Certains sujets proposent également des ouvertures en matière d'éducation à la santé, d'éducation au développement durable, 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. Pour la session 2007 du concours, des dossiers porteront sur le **nouveau programme de 6^{ème}** (version mise en œuvre à la rentrée 2005).

Cette session, une bibliothèque d'une dizaine d'ouvrages très généralistes a été mise à disposition des candidats de l'épreuve sur dossier. Ceux-ci ne peuvent pas emporter de livres à leur place mais peuvent consulter sur place les ouvrages pendant un temps qui ne doit pas dépasser 15 minutes. Cette disposition a été appréciée par la majorité des étudiants interrogés. Ils ont pu s'assurer d'une connaissance, vérifier un schéma bilan, rafraîchir une définition ...

La mise en place de la bibliothèque, l'augmentation du temps de préparation, la simplification des sujets, l'homogénéisation des dossiers ont permis une nette amélioration des prestations des candidats. Ce progrès reste bien sûr à confirmer.

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 mois de septembre.

Les concours du CAPES et du CAPEF recrutent, 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 dois malheureusement aussi rappeler que les épreuves orales représentent, pour les étudiant(e)s, l'équivalent d'un examen d'embauche et que les membres du jury attendent de leur part une tenue en adéquation avec les exigences de la profession envisagée. Le jury n'accepte pas de shorts, bermudas, tenues proches de celles de la plage ... Même par temps de canicule les membres du jury respectent leur auditoire par une tenue correcte, ils espèrent le même respect en retour. Cette remarque est également valable pour les formateurs, étudiants malheureux et autres visiteurs qui viennent assister aux épreuves.

Elles se déroulent dans un lycée d'état dont le règlement intérieur interdit le port du voile. Les étudiantes voilées qui assistent aux cours de l'université ou de l'IUFM seront amenées à quitter le voile pour écouter des oraux au lycée.

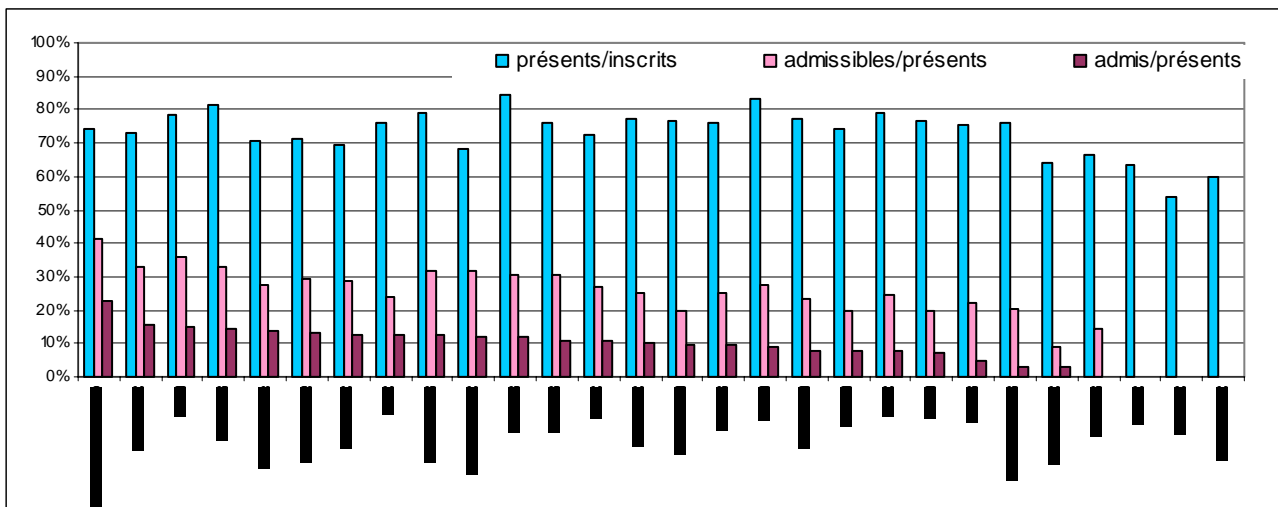
Je remercie l'équipe administrative du lycée Victor Duruy pour son accueil et son aide afin que le concours se déroule dans de bonnes conditions. Mes remerciements très chaleureux et sincères s'adressent à l'ensemble des membres du jury pour leur compétence, leur disponibilité, leur écoute et leur impartialité et tout particulièrement l'équipe de présidence (Messieurs LARROUY et MICHARD) qui m'a considérablement allégé la tâche. Enfin, je remercie l'équipe technique à laquelle j'associe les agrégés préparateurs, pour son dévouement, son professionnalisme et sa gentillesse.

Annie MAMECIER-DEMOUNEM
Inspectrice générale, doyenne du groupe des sciences de la vie et de la Terre
Présidente du jury

ANNEXES

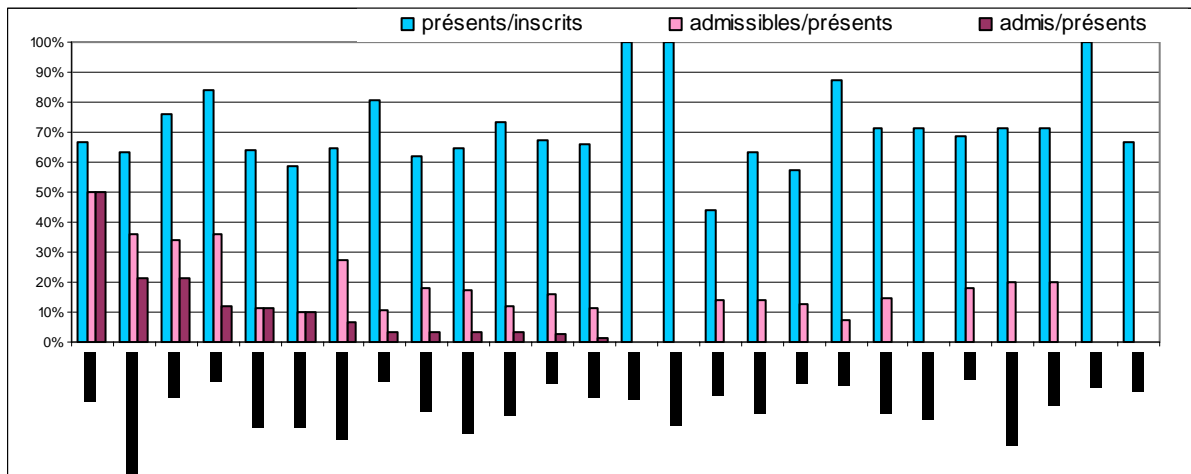
Centres d'écrits	inscrits	présents	présents/inscrits	admissibles	admissibles/inscrits	admissibles/présents	admis	admis/inscrits	admis/présents	admis/admissibles
	CAPES	4498	3378	75,10%	922	20,50%	27,29%	370	8,23%	10,95%
AIX-MARSEILLE	207	141	68,12%	45	21,74%	31,91%	17	8,21%	12,06%	37,78%
AMIENS	95	72	75,79%	18	18,95%	25,00%	7	7,37%	9,72%	38,89%
BESANCON	100	77	77,00%	18	18,00%	23,38%	6	6,00%	7,79%	33,33%
BORDEAUX	232	169	72,84%	56	24,14%	33,14%	26	11,21%	15,38%	46,43%
CAEN	91	70	76,92%	14	15,38%	20,00%	5	5,49%	7,14%	35,71%
CLERMONT-FERRAND	108	80	74,07%	33	30,56%	41,25%	18	16,67%	22,50%	54,55%
CORSE	33	21	63,64%	0	0,00%	0,00%	0	-	-	-
DIJON	144	120	83,33%	33	22,92%	27,50%	11	7,64%	9,17%	33,33%
GRENOBLE	201	140	69,65%	40	19,90%	28,57%	18	8,96%	12,86%	45,00%
GUADELOUPE	53	34	64,15%	3	5,66%	8,82%	1	1,89%	2,94%	33,33%
GUYANE	13	7	53,85%	0	-	-	0	-	-	-
LA REUNION	120	92	76,67%	18	15,00%	19,57%	9	7,50%	9,78%	50,00%
LILLE	316	250	79,11%	61	19,30%	24,40%	19	6,01%	7,60%	31,15%
LIMOGES	21	14	66,67%	2	9,52%	14,29%	0	0,00%	0,00%	0,00%
LYON	237	186	78,48%	67	28,27%	36,02%	28	11,81%	15,05%	41,79%
MARTINIQUE	30	18	60,00%	0	0,00%	0,00%	0	-	-	-
MONTPELLIER	223	157	70,40%	43	19,28%	27,39%	22	9,87%	14,01%	51,16%
NANCY-METZ	162	115	70,99%	34	20,99%	29,57%	15	9,26%	13,04%	44,12%
NANTES	159	121	76,10%	37	23,27%	30,58%	13	8,18%	10,74%	35,14%
NICE	126	96	76,19%	23	18,25%	23,96%	12	9,52%	12,50%	52,17%
ORLEANS-TOURS	128	97	75,78%	20	15,63%	20,62%	3	2,34%	3,09%	15,00%
POITIERS	128	104	81,25%	34	26,56%	32,69%	15	11,72%	14,42%	44,12%
P-V-C	662	479	72,36%	128	19,34%	26,72%	51	7,70%	10,65%	39,84%
REIMS	78	59	75,64%	13	16,67%	22,03%	3	3,85%	5,08%	23,08%
RENNES	266	224	84,21%	69	25,94%	30,80%	27	10,15%	12,05%	39,13%
ROUEN	123	91	73,98%	18	14,63%	19,78%	7	5,69%	7,69%	38,89%
STRASBOURG	154	122	79,22%	39	25,32%	31,97%	15	9,74%	12,30%	38,46%
TOULOUSE	288	222	77,08%	56	19,44%	25,23%	22	7,64%	9,91%	39,29%

Les statistiques du CAPES 2006



Centres d'écrits	inscrits	présents	CAFEP			admis	admis/inscrits	admis/présents	admis/admissibles	
			présents/inscrits	admissibles	admissibles/inscrits					admissibles/présents
AIX-MARSEILLE	45	29	64,44%	8	17,78%	27,59%	2	4,44%	6,90%	25,00%
AMIENS	16	7	43,75%	1	6,25%	14,29%	0	0,00%	0,00%	0,00%
BESANCON	11	7	63,64%	1	9,09%	14,29%	0	0,00%	0,00%	0,00%
BORDEAUX	45	33	73,33%	4	8,89%	12,12%	1	2,22%	3,03%	25,00%
CAEN	14	8	57,14%	1	7,14%	12,50%	0	0,00%	0,00%	0,00%
CLERMONT-FERRAND	22	14	63,64%	5	22,73%	35,71%	3	13,64%	21,43%	60,00%
CORSE	0	0	-	0	-	-	0	-	-	-
DIJON	16	14	87,50%	1	6,25%	7,14%	0	0,00%	0,00%	0,00%
GRENOBLE	28	20	71,43%	3	10,71%	15,00%	0	0,00%	0,00%	0,00%
GUADELOUPE	1	0	0,00%	0	0,00%	-	0	0,00%	-	-
GUYANE	1	1	100,00%	0	-	-	0	-	-	-
LA REUNION	7	5	71,43%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	-
LILLE	68	55	80,88%	6	8,82%	10,91%	2	2,94%	3,64%	33,33%
LIMOGES	3	2	66,67%	1	33,33%	50,00%	1	33,33%	50,00%	100,00%
LYON	50	42	84,00%	15	30,00%	35,71%	5	10,00%	11,90%	33,33%
MARTINIQUE	1	1	100,00%	0	0,00%	0,00%	0	-	-	-
MONTPELLIER	45	29	64,44%	5	11,11%	17,24%	1	2,22%	3,45%	20,00%
NANCY-METZ	17	10	58,82%	1	5,88%	10,00%	1	5,88%	10,00%	100,00%
NANTES	74	56	75,68%	19	25,68%	33,93%	12	16,22%	21,43%	63,16%
NICE	16	11	68,75%	2	12,50%	18,18%	0	0,00%	0,00%	0,00%
ORLEANS-TOURS	7	5	71,43%	1	14,29%	20,00%	0	0,00%	0,00%	0,00%
POITIERS	7	5	71,43%	1	14,29%	20,00%	0	0,00%	0,00%	0,00%
P-V-C	111	75	67,57%	12	10,81%	16,00%	2	1,80%	2,67%	16,67%
REIMS	7	7	100,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	-
RENNES	91	60	65,93%	7	7,69%	11,67%	1	1,10%	1,67%	14,29%
ROUEN	6	4	66,67%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	-
STRASBOURG	14	9	64,29%	1	7,14%	11,11%	1	7,14%	11,11%	100,00%
TOULOUSE	45	28	62,22%	5	11,11%	17,86%	1	2,22%	3,57%	20,00%
TOTAL	768	537	69,92%	100	13,02%	18,62%	33	4,30%	6,15%	33,00%

Les statistiques du CAFEP 2006



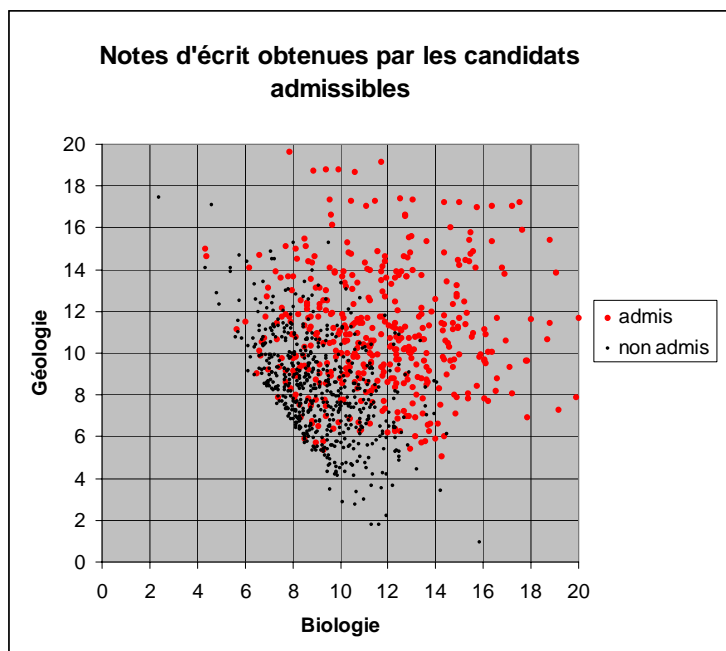
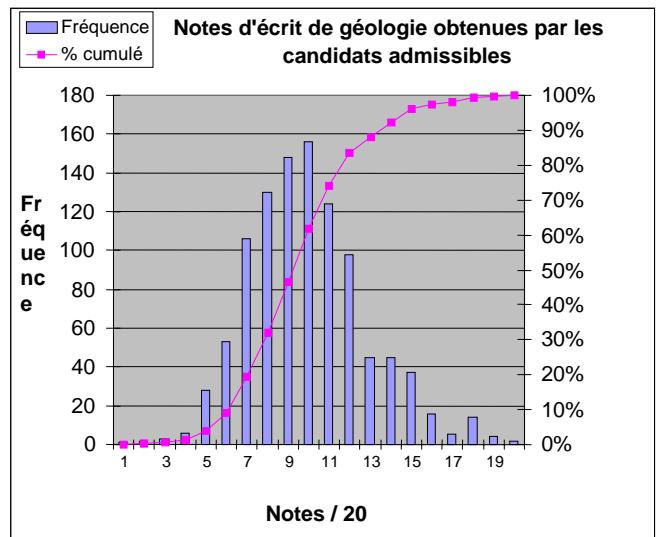
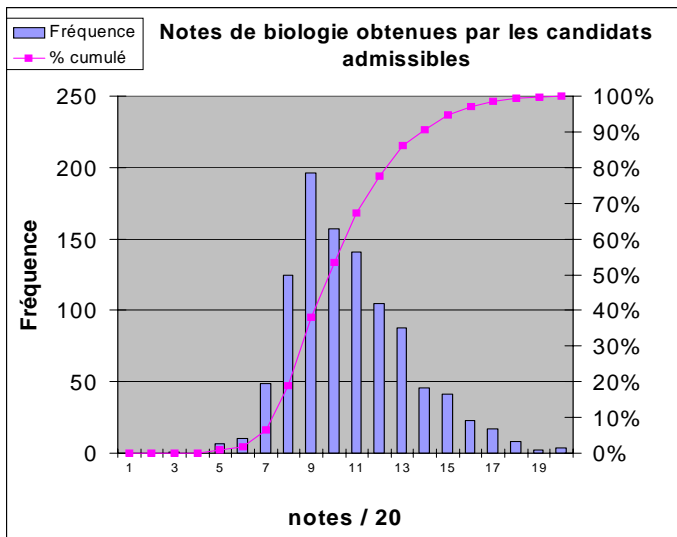
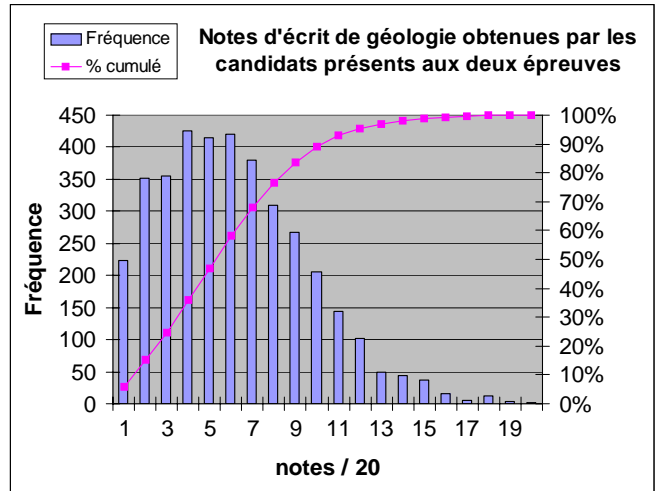
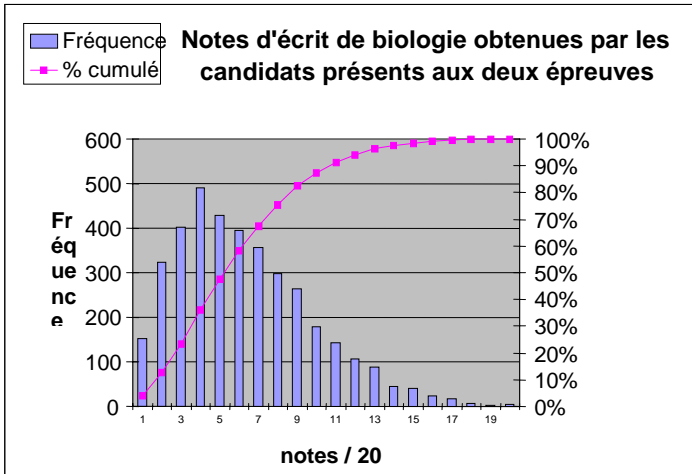
	CAPES					CAFEP				
	inscrits	présents	admissibles	présents/inscrits	admissibles/présents	inscrits	présents	admissibles	présents/inscrits	admissibles/présents
ELEVE IUFM de 1ERE ANNEE	1166	1134	555	97,26%	48,94%	105	101	41	96,19%	39,05%
ETUDIANT HORS IUFM	1380	1161	213	84,13%	18,35%	127	100	20	78,74%	15,75%
SANS EMPLOI	572	303	49	52,97%	16,17%	128	75	9	58,59%	7,03%
CONTRACTUEL 2ND DEGRE				-	-	44	33	2	75,00%	4,55%
VACATAIRE DU 2ND DEGRE				-	-	41	24	2	58,54%	4,88%
SURVEILLANT D'EXTERNAT				-	-				-	-
ELEVE D'UNE ENS	22	22	20	100,00%	90,91%				-	-
ASSISTANT D'EDUCATION				-	-				-	-
MAITRE AUXILIAIRE				-	-	201	150	18	74,63%	8,96%
SALARIES SECTEUR TERTIAIRE	94	36	2	38,30%	5,56%	12	3	0	25,00%	0,00%
CONTRACT ENSEIGNANT SUPERIEUR				-	-				-	-
MAITRE D'INTERNAT				-	-				-	-
SALARIES SECTEUR INDUSTRIEL	35	7	1	20,00%	14,29%	3	1	0	33,33%	0,00%
EMPLOI-JEUNES HORS MEN	12	3	0	25,00%	0,00%	1	1	1	100,00%	100,00%
PERS FONCTION PUBLIQUE	16	3	0	18,75%	0,00%	2	0	0	0,00%	0,00%
CADRES SECT PRIVE CONV COLLECT	55	12	1	21,82%	8,33%	12	3	1	25,00%	8,33%
FORMATEURS DANS SECTEUR PRIVE	28	7	1	25,00%	14,29%	7	2	1	28,57%	14,29%
MAITRE OU DOCUMENT. DELEGUE	8	3	0	37,50%	0,00%	21	13	2	61,90%	9,52%
AG NON TITULAIRE FONCT PUBLIQ	20	7	1	35,00%	14,29%	4	1	0	25,00%	0,00%
PERS ENSEIG NON TIT FONCT PUB	21	13	3	61,90%	23,08%	2	2	0	100,00%	0,00%
ENSEIGNANT DU SUPERIEUR	9	1	1	11,11%	100,00%	7	1	0	14,29%	0,00%
CERTIFIE	4	0	0	0,00%	-	1	0	0	0,00%	0,00%
PROFESSEUR ECOLES				-	-	1	0	0	0,00%	0,00%
MAIT. OU DOCUMENT. AGREE REM MA	1	1	1	100,00%	100,00%	7	5	0	71,43%	0,00%
PERS ADM ET TECH MEN	10	4	0	40,00%	0,00%	1	1	0	100,00%	0,00%
PROFESSIONS LIBERALES	7	3	1	42,86%	33,33%	4	1	1	25,00%	25,00%
AIDES EDUCATEURS 2ND DEGRE	5	2	0	40,00%	0,00%				-	-
CONTRACTUEL				-	-				-	-
APPRENTISSAGE(CFA)				-	-	1	0	0	0,00%	0,00%
VACATAIRE ENSEIGNANT DU SUP.				-	-	1	0	0	0,00%	0,00%
ARTISANS/COMMERCANTS	1	1	0	100,00%	0,00%				-	-
CONTRACTUEL FORMATION				-	-				-	-
CONTINUE				-	-	1	0	0	0,00%	0,00%
EMPLOI-JEUNES MEN	1	1	0	100,00%	0,00%	2	1	0	50,00%	0,00%
FONCT STAGIAIRE FONCT PUBLIQUE	2	0	0	0,00%	-				-	-
PERS FONCT HOSPITAL	3	0	0	0,00%	-				-	-
ADJOINT D'ENSEIGNEMENT				-	-	3	3	0	100,00%	0,00%
PERS ENSEIG NON TIT 2 DE.AEFE				-	-				-	-
PERS ENSEIG NON TIT ETAB				-	-				-	-
SCOLETR	5	3	0	60,00%	0,00%				-	-
AG NON TITULAIRE FONCT				-	-				-	-
TERRITORIALE	6	0	0	0,00%	-				-	-
AGRICULTEUR				-	-				-	-
MAIT. OU DOCUMENT. AGREE REM TIT	1	1	1	100,00%	100,00%				-	-
PERS FONCT TERRITORIALE	2	0	0	0,00%	-				-	-
STAGIAIRE IUFM 2E DEGRE COL/LY				-	-	1	0	0	0,00%	0,00%
AG NON TITULAIRE FONCT HOSPITAL	4	2	0	50,00%	0,00%	1	0	0	0,00%	0,00%
CONTRACT MEN ADM OU TECHNIQUE				-	-				-	-
FONCT STAGI FONCT HOSPITAL				-	-				-	-
INSTITUTEUR				-	-	1	0	0	0,00%	0,00%
AGREGE	1	0	0	0,00%	-				-	-

La répartition par profession et les résultats d'admissibilité

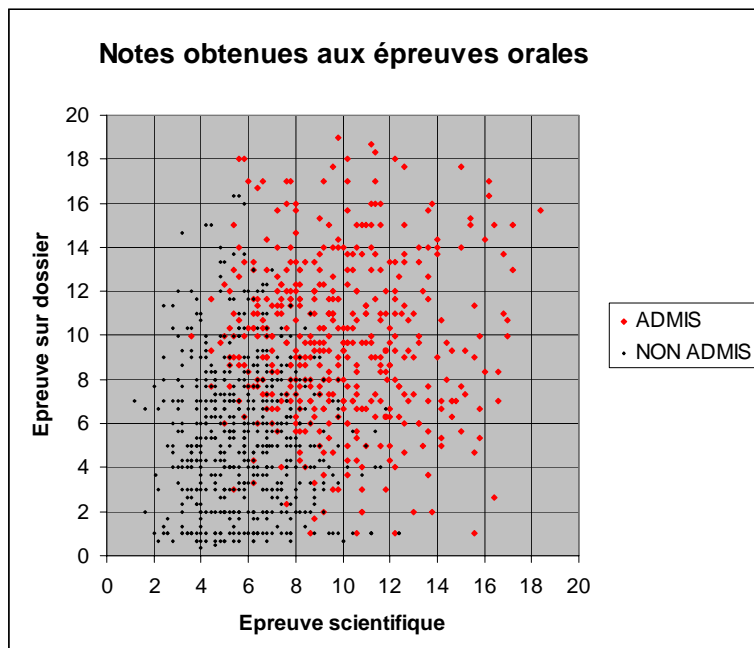
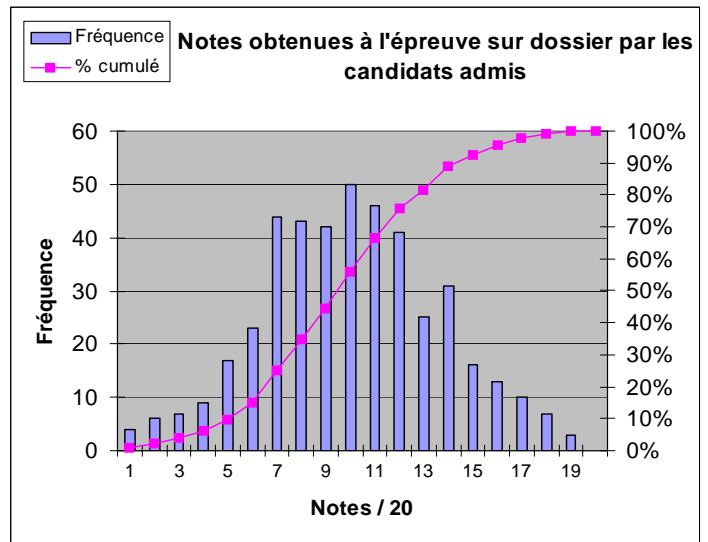
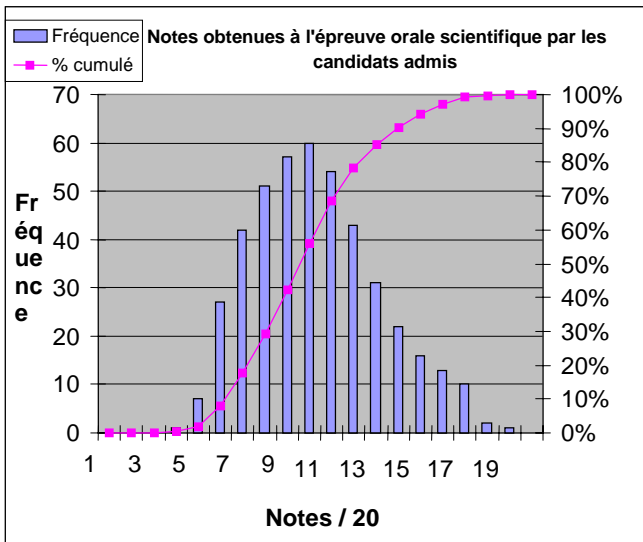
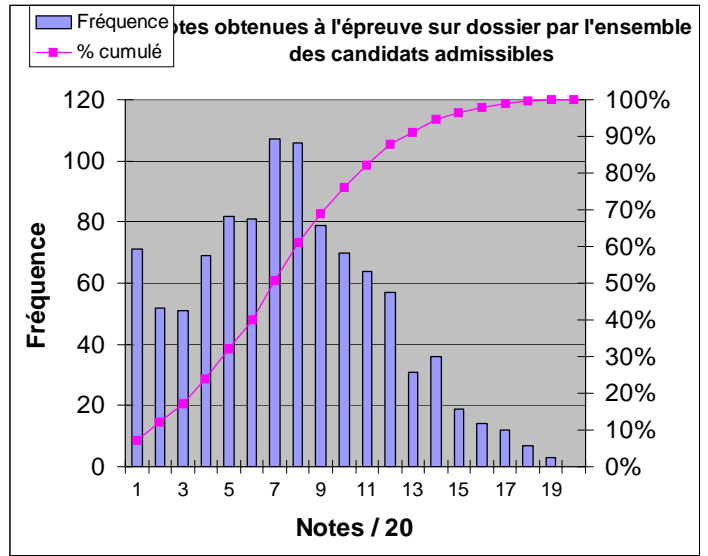
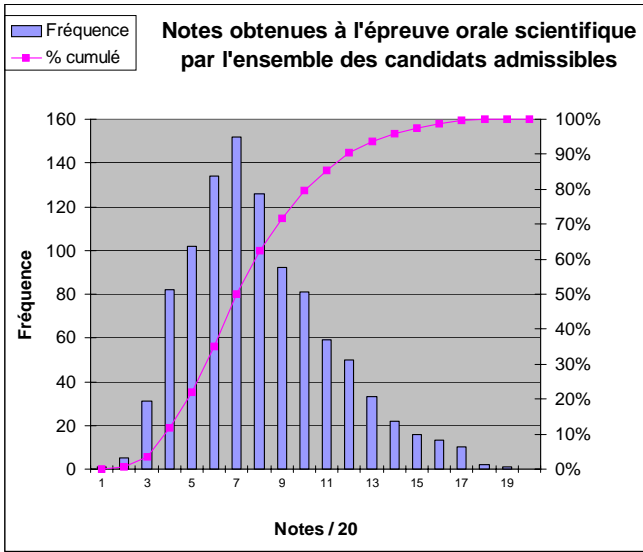
	CAPES					CAFEP				
	présents	admissibles	admis(e)s	admis/présents	admis(e)s/admissibles	présents	admissibles	admis(e)s	admis/présents	admis(e)s/admissibles
ELEVE IUFM de 1ère ANNEE	555	555	262	47,21%	47,21%	41	41	21	51,22%	51,22%
ETUDIANT HORS IUFM	213	213	74	34,74%	34,74%	20	20	5	25,00%	25,00%
SANS EMPLOI	49	49	14	28,57%	28,57%	9	9	3	33,33%	33,33%
CONTRACTUEL 2ND DEGRE	17	18	1	5,88%	5,56%	2	2	2	100,00%	100,00%
VACATAIRE DU 2ND DEGRE	21	21	2	9,52%	9,52%	2	2	0	-	-
SURVEILLANT D'EXTERNAT	3	3	1	33,33%	33,33%	1	1	0	-	-
ELEVE D'UNE ENS	22	23	4	18,18%	17,39%	-	-	-	-	-
ASSISTANT D'EDUCATION	25	25	7	28,00%	28,00%	1	1	0	-	-
MAITRE AUXILIAIRE	1	1	0	0,00%	0,00%	18	18	1	5,56%	5,56%
SALARIES SECTEUR TERTIAIRE	2	2	1	50,00%	50,00%	-	-	-	-	-
CONTRACT ENSEIGNANT SUPERIEUR	2	2	0	-	-	-	-	-	-	-
MAITRE D'INTERNAT	1	1	1	100,00%	100,00%	-	-	-	-	-
SALARIES SECTEUR INDUSTRIEL	1	1	0	0,00%	0,00%	-	-	-	-	-
EMPLOI-JEUNES HORS MEN	?	?	?	-	-	1	1	0	0,00%	0,00%
PERS FONCTION PUBLIQUE	3	3	1	33,33%	33,33%	0	0	0	-	-
CADRES SECT PRIVE CONV COLLECT	3	3	1	33,33%	33,33%	1	1	0	0,00%	0,00%
FORMATEURS DANS SECTEUR PRIVE	1	1	0	0,00%	0,00%	1	1	0	0,00%	0,00%
VACATAIRE ENSEIGNANT DU SUP	1	1	1	100,00%	100,00%	-	-	-	-	-
PROFESSIONS LIBERALES	-	-	-	-	-	1	1	1	100,00%	100,00%

La répartition par profession et les résultats d'admission

BILAN STATISTIQUE DES EPREUVES ECRITES – SESSION 2006



BILAN STATISTIQUE DES EPREUVES ORALES – SESSION 2006



SESSION DE 2006

concours externe
de recrutement de professeurs certifiés
et concours d'accès à des listes d'aptitude (CAFEP)

**section :
sciences de la vie et de la Terre**

composition sur un sujet de biologie

Durée : 6 heures

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

Remarques importantes

1. Le sujet comporte 4 documents et 10 questions.
2. Le candidat devra clairement faire la distinction entre les éléments de réponse déduits de l'exploitation des documents et ceux provenant de ses connaissances.
3. La clarté de la présentation, la précision de l'analyse des documents et la rigueur des interprétations et des raisonnements seront prises en compte dans la notation.
4. Certains documents pourront être joints à la copie si le candidat considère que des annotations en surcharge constituent des éléments appréciables de réponse aux questions. Il devra alors les coller sur sa copie.
5. Si au cours de l'épreuve le candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale dans sa copie et poursuit sa composition en indiquant les initiatives qu'il est de ce fait amené à prendre.

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

Tournez la page S.V.P.

LA CIRCULATION SANGUINE CHEZ LES MAMMIFERES

Partie 1 : le fonctionnement du cœur

Question 1

Réalisez un schéma fonctionnel du cœur de Mammifère indiquant notamment le sens de circulation du sang et la localisation du tissu nodal. Puis, à l'aide de l'analyse du document 1 et de vos connaissances, mettez en relation les phénomènes ioniques, électriques et mécaniques au cours du cycle cardiaque.

Partie 2 : la régulation à court terme de la pression artérielle

Le barostat est l'homéostat qui assure, en situation physiologique basale, la régulation à court terme de la pression artérielle moyenne.

Question 2

Après avoir défini la pression artérielle moyenne, précisez l'intérêt physiologique de sa régulation.

Question 3

Analysez de manière approfondie le document 2. Puis, intégrez vos connaissances à cette analyse pour réaliser un schéma-bilan de cette régulation. Vous préciserez le mode d'action des neuromédiateurs des systèmes nerveux ortho- et para-sympathiques impliqués dans cette régulation.

Partie 3 : la régulation à long terme de la pression artérielle

- Le maintien du volume sanguin est essentiel pour assurer la régulation à long terme de la pression artérielle.

Question 4

Expliquez la relation existant entre le volume sanguin et la pression artérielle.

Question 5

À partir de l'analyse du document 3 et de vos connaissances, présentez l'action de la vasopressine dans le contrôle des mouvements de l'eau. Vous préciserez notamment son lieu de synthèse, sa nature chimique, son mode de sécrétion et son compartiment de transport au sein de l'organisme, ainsi que son mode d'action sur les cellules cibles.

Vous préciserez également le principe de la technique utilisée dans l'expérience présentée dans le document 3C.

- Le contrôle des mouvements de Na^+ constitue un volet important de la régulation des volumes extracellulaires. Cette régulation fait notamment appel à deux messagers chimiques, l'aldostérone et le peptide natriurétique atrial (Atrial Natriuretic Peptide ou ANP).

Question 6

A l'aide du document 4 et de vos connaissances, présentez l'effet biologique, le mécanisme d'action ainsi que les facteurs contrôlant la sécrétion de l'aldostérone.

Question 7

Quelle est la contribution de l'ANP à la régulation à long terme de la pression artérielle ? Vous préciserez notamment ses effets biologiques et le contrôle de sa sécrétion.

- Des chercheurs ont obtenu une lignée de souris transgéniques dont le foie synthétise et sécrète des quantités importantes d'ANP. Leur concentration plasmatique d'ANP est huit à dix fois plus élevée que celle des souris témoins. Leur pression artérielle moyenne est significativement diminuée par rapport à celle des souris témoins, mais leur débit cardiaque et leur excrétion urinaire de Na^+ sont normaux.

- D'autres chercheurs ont obtenu une lignée de souris transgéniques dont le gène de l'ANP a été invalidé par recombinaison homologe. Leur concentration plasmatique d'ANP est nulle, leur pression artérielle moyenne est anormalement élevée, mais leur débit cardiaque et leur excrétion urinaire de Na^+ sont normaux.

Question 8

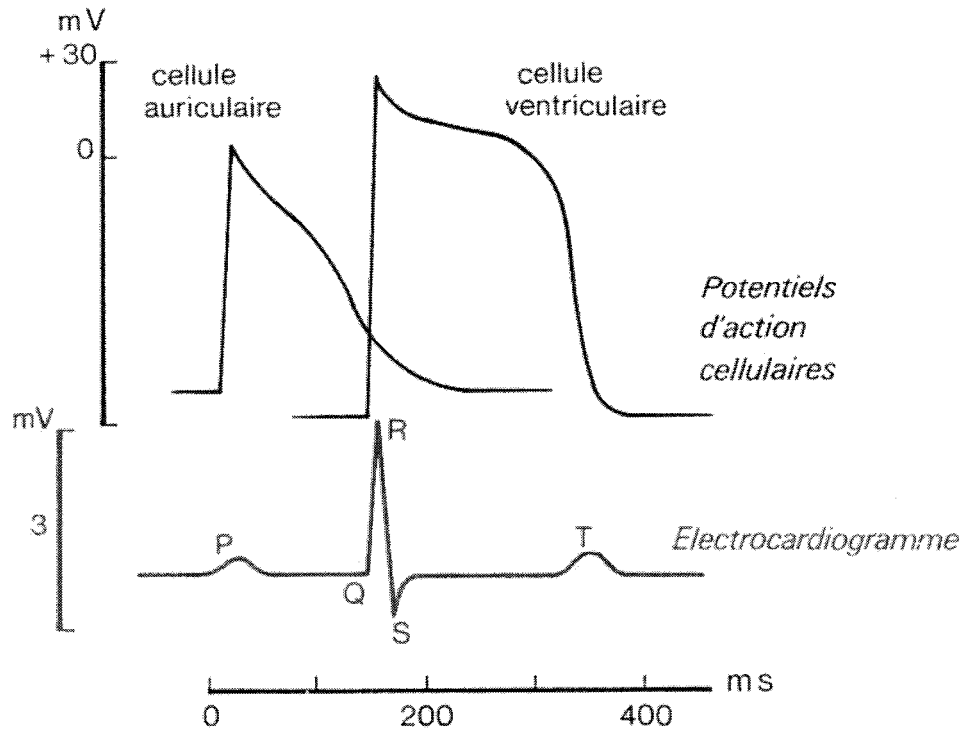
Présentez le principe des techniques permettant l'obtention de ces deux lignées de souris transgéniques.

Question 9

Comment s'expliquent les modifications de la pression artérielle moyenne des souris transgéniques ?

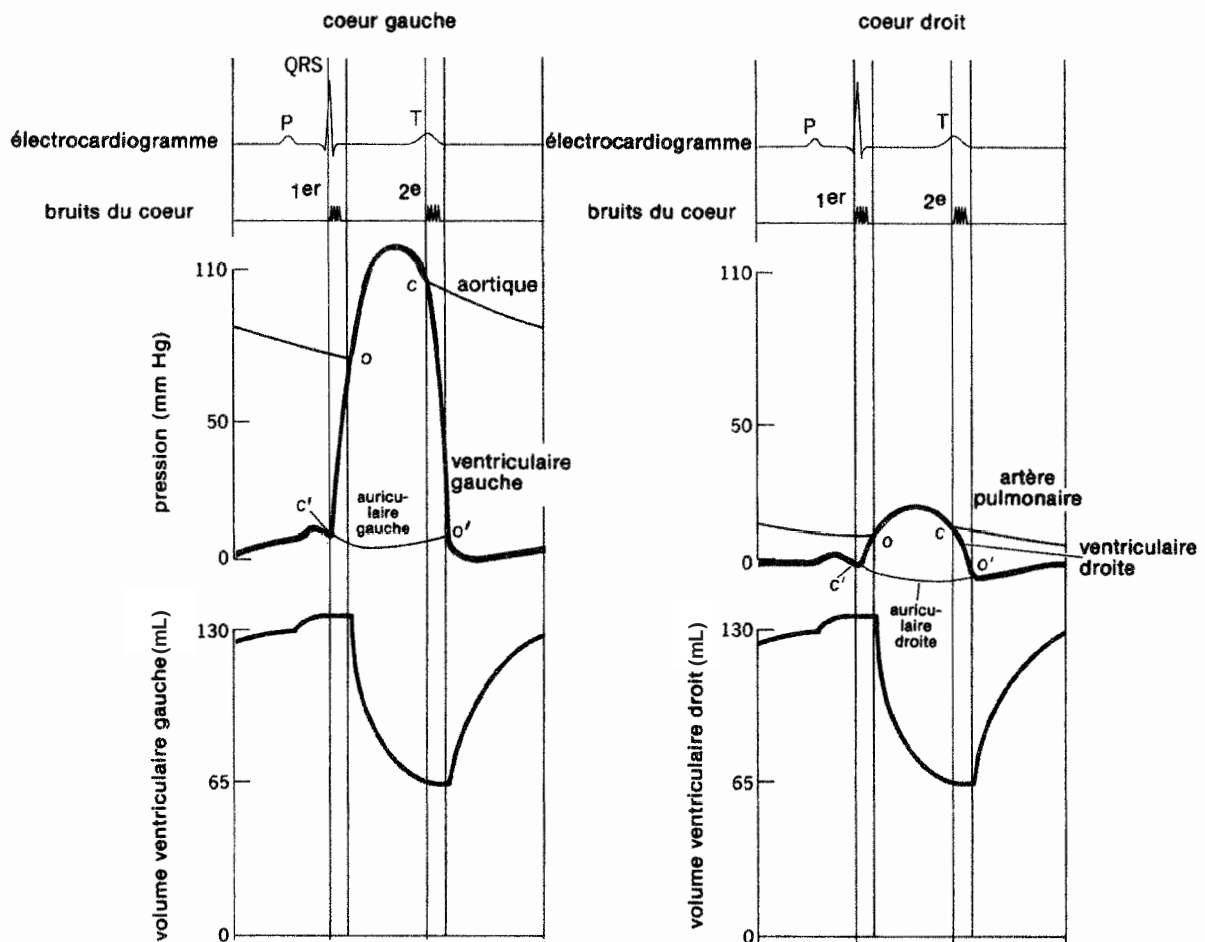
Question 10

Connaissant les effets biologiques de l'ANP, quelles hypothèses peut on émettre pour expliquer que l'excrétion urinaire de Na^+ soit normale chez les souris transgéniques ?



Document 1 A – Différence de potentiel transmembranaire d'une cellule myocardique auriculaire et d'une cellule myocardique ventriculaire (tracés du haut) et électrocardiogramme en dérivation bipolaire des membres (tracé du bas).

Modifié d'après Michel Rieutort, Physiologie animale, Masson, 1999.



Document 1 B - Le cycle cardiaque chez les Mammifères

Les variables mentionnées dans la figure ci-dessus sont enregistrées simultanément au cours du temps.

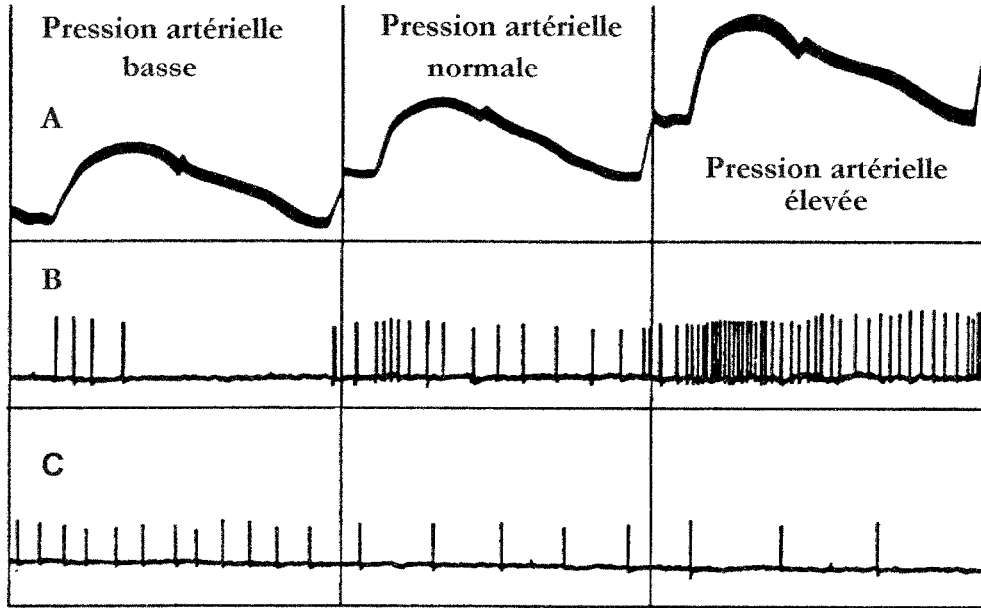
Modifié d'après Vander, *Physiologie humaine*, Mac Graw-Hill.

2A	<i>Fréquence cardiaque (cycles cardiaques.min⁻¹)</i>
1 - Conditions témoins	270
2 - Section bilatérale des nerfs vagues	350
3 - Stimulation électrique du bout périphérique d'un nerf vague	100
4 - Section bilatérale des nerfs sympathiques cardiaques	300
5 - Stimulation électrique du bout périphérique d'un nerf sympathique cardiaque	330
6 - Administration d'acétylcholine par voie intraveineuse	100
7 - Administration consécutive d'atropine et d'acétylcholine par voie intraveineuse	300
8 - Administration de noradrénaline par voie intraveineuse	330
9 - Administration consécutive de propranolol et de noradrénaline par voie intraveineuse	300
2B Ablation du ganglion sympathique cervical ou section d'un nerf sympathique cervical assurant l'innervation des cellules musculaires lisses vasculaires.	<i>Dilatation des vaisseaux de l'oreille</i>

Document 2

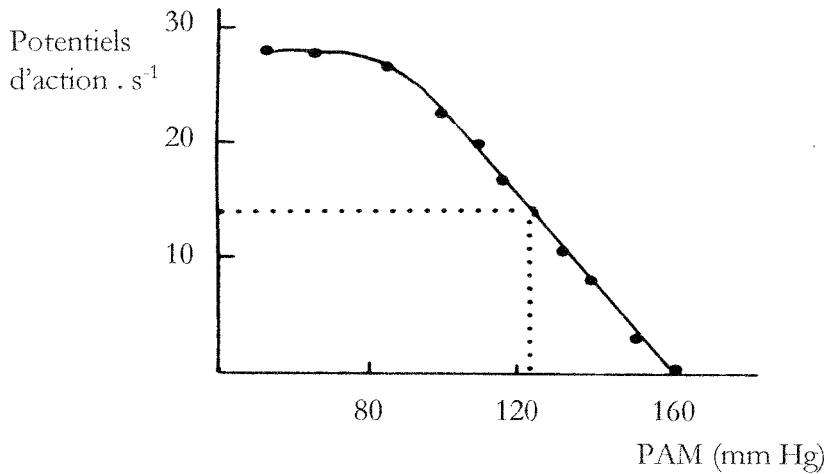
A – Fréquence cardiaque enregistrée chez un lapin anesthésié en fonction de diverses conditions expérimentales successives. Afin de s'assurer de la spécificité des effets, les sections de nerfs ont été réalisées à proximité du cœur. Le délai entre chaque condition est suffisant pour que les effets des substances injectées et des stimulations appliquées précédemment ne soient plus perceptibles.

B - Expérience réalisée par Claude Bernard chez le lapin (1851).



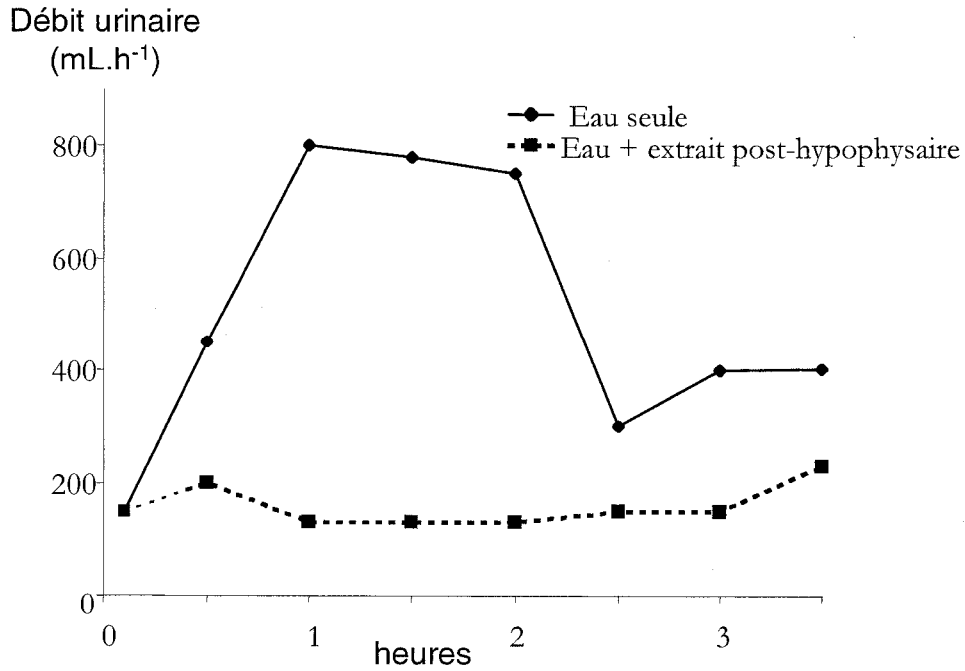
Document 2 C

Evolution conjointe de la pression artérielle (A), de l'activité électrique d'un nerf de Hering (B) et de l'activité électrique d'un nerf sympathique vasoconstricteur (C), lorsque l'expérimentateur fait varier la pression artérielle. Noter au niveau du tracé A que chaque fenêtre correspond à la fluctuation de la pression artérielle au cours d'un cycle cardiaque à un niveau de pression donné. Modifié d'après K.M. Spyer, Oxford University Press, 1991.



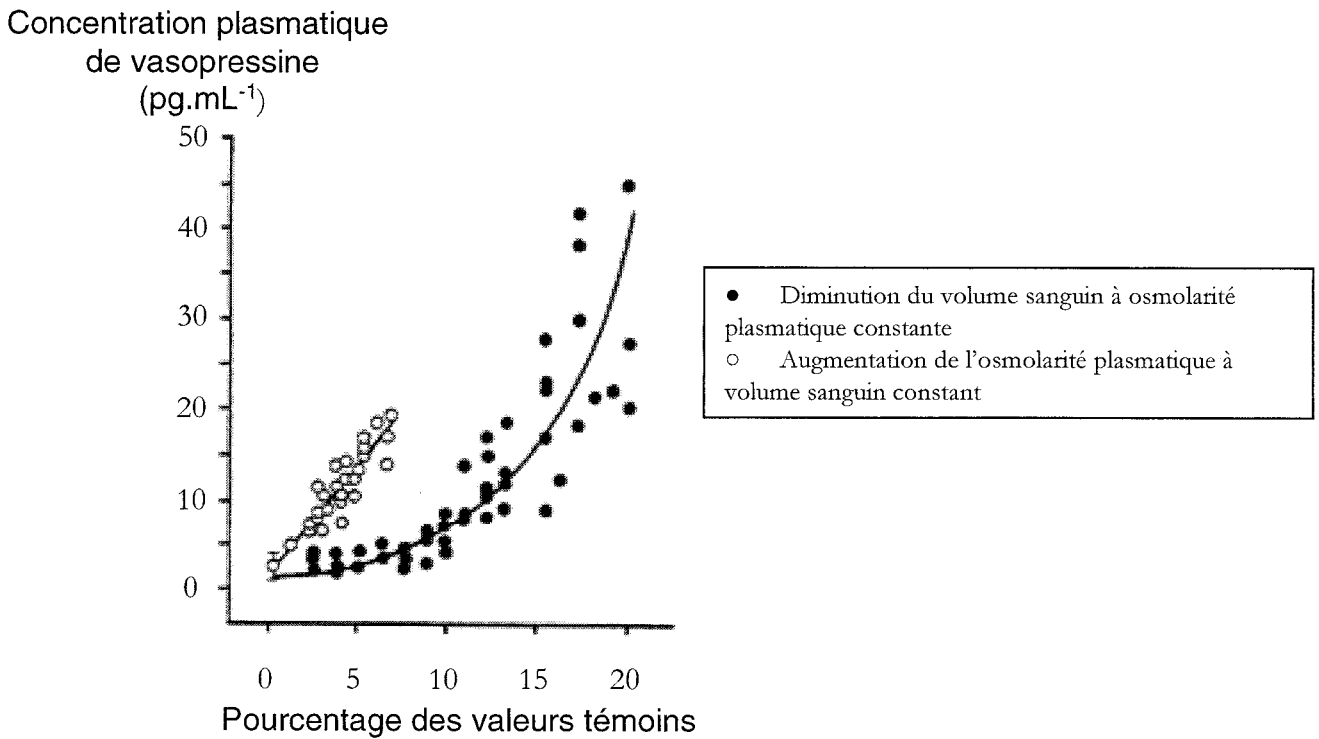
Document 2 D – Evolution de la fréquence de décharge d'un neurone, dont le corps cellulaire est localisé dans la partie rostrale et ventrale du bulbe rachidien et dont la terminaison est située dans la colonne intermédiolatérale de la moelle épinière thoraco-lombaire, en fonction de la pression artérielle moyenne (PAM).

Modifié d'après Patrice Guyenet, Oxford University Press, 1991.

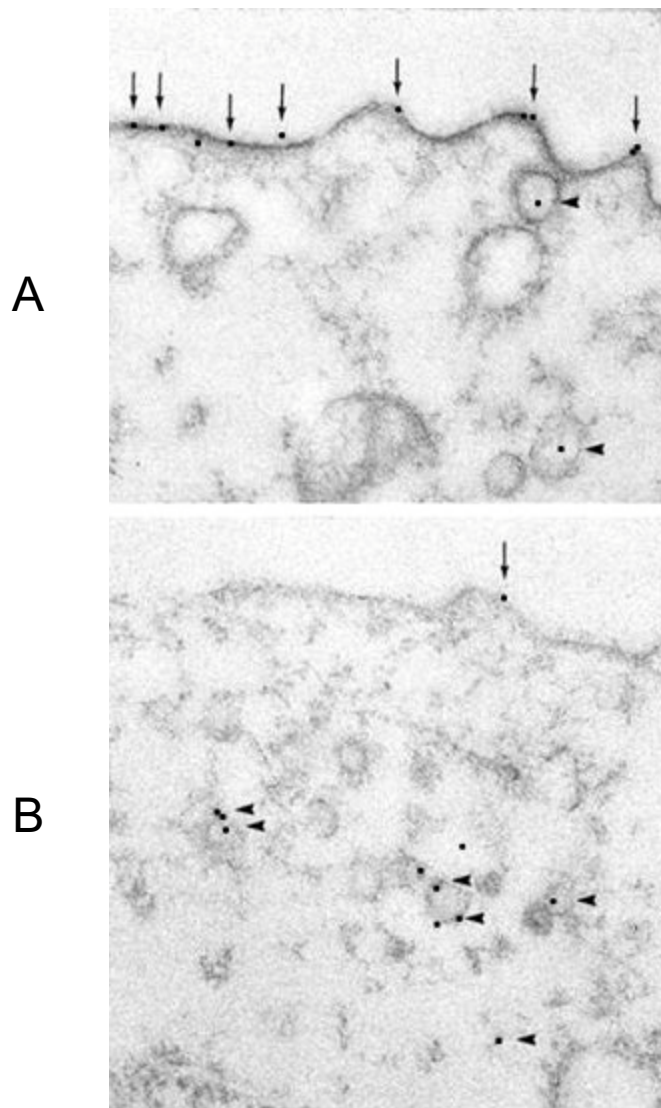


Document 3 A

Evolution de la diurèse dans les heures qui suivent l'absorption de 1,7 L d'eau chez un animal ayant ou non reçu une injection d'extrait post-hypophysaire au moment de la prise d'eau.



Document 3 B – Effets des variations de l'osmolarité du plasma et des variations du volume sanguin sur la concentration plasmatique de vasopressine chez l'Homme.
L'axe des abscisses représente l'augmentation de l'osmolarité plasmatique (cercles vides) et la diminution du volume sanguin (cercles pleins) en pourcentage des valeurs témoins.
Modifié d'après Lise Bankir, Cardiovascular Research, 2001.



Document 3 C

Immunodétection de l'aquaporine 2 sur des coupes transversales de tubes collecteurs de rein de rat observées en microscopie électronique à transmission (grossissement x 70000). Seule la partie apicale des cellules épithéliales du tube collecteur est visible.

A Tubes collecteurs préalablement incubés en présence de vasopressine.

B Condition témoin, pas de traitement préalable des tubes collecteurs.

Les marquages considérés comme spécifiques par les auteurs sont indiqués par des flèches.

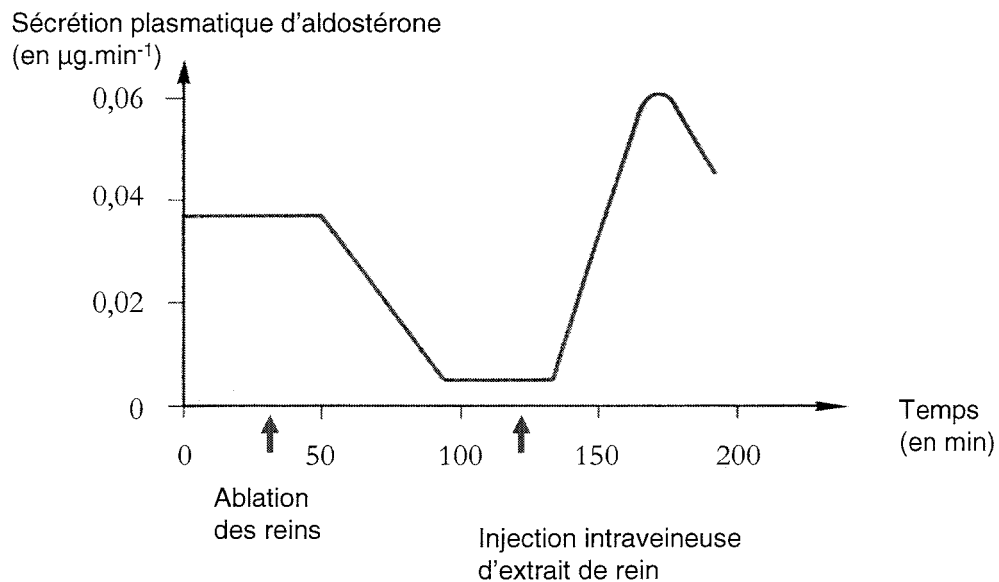
D'après Nielsen et al., 2002, Pysiol. Rev. Vol 82.

Constituants	Concentration plasmatique (g.L ⁻¹)		Excrétion urinaire (g.jour ⁻¹)	
	Animal sain	Animal surrénalectomisé	Animal sain	Animal surrénalectomisé
Na ⁺	3,3	3,1	5,0	6,5
K ⁺	0,17	0,24	2,5	1,3

Document 4

A - Chez les Mammifères, une surrénalectomie bilatérale entraîne une polyurie qui est supprimée par une injection intraveineuse d'extraits de corticosurrénales. Le tableau ci-dessus résume les résultats des dosages d'électrolytes dans le plasma et dans l'urine chez des animaux sains et surrénalectomisés.

B- La perfusion des glandes surrénales par des solutions de concentrations variées de NaCl n'entraîne pas de modification significative de la production d'aldostérone.



Document 4 C - Sécrétion plasmatique d'aldostérone d'un chien avant et après l'ablation des reins, puis après injection intraveineuse d'extrait de rein prélevé chez un autre animal.

LA CORRECTION DU SUJET DE BIOLOGIE

Le sujet portait sur un thème classique et fondamental en biologie : le coeur et la régulation de la pression artérielle chez les mammifères. Ce sujet était construit de manière progressive ; il s'est révélé discriminant. Il a ainsi permis d'évaluer les connaissances des candidats mais également leur aptitude à analyser des résultats expérimentaux et à en déduire des informations pertinentes. Des protocoles expérimentaux de différentes natures étaient proposés. Certains présentaient un caractère classique et historique ; d'autres faisaient appel à des techniques modernes de biologie moléculaire. Environ 40 % des points étaient affectés à l'analyse des documents.

Remarques générales

Le jury rappelle qu'il est important de gérer correctement son temps. En ce sens, il est fondamental de synthétiser les informations et d'éviter la paraphrase des documents qui n'apporte aucun point et fait perdre un temps précieux. La concision et la précision sont au contraire des atouts majeurs. Cette perte de temps a probablement contribué à un traitement déséquilibré des différentes parties. En particulier, la partie 3 n'a pas fait l'objet d'une attention suffisante. Les réponses étaient souvent très courtes et les documents non analysés. Au mieux, dans la majorité des cas, les trois dernières questions ont été simplement esquissées.

Le jury tient également à formuler une deuxième remarque non dénuée d'importance bien qu'évidente : il faut lire attentivement et comprendre les questions pour y répondre correctement. Lorsqu'il est demandé d'analyser un document, un trop long exposé des connaissances ne répond pas à la question posée. La capacité à exploiter des résultats expérimentaux est une compétence fondamentale qui doit être maîtrisée par les candidats du CAPES externe de sciences de la vie et de la Terre. Ainsi, alors que de nombreux candidats possédaient manifestement les connaissances suffisantes pour traiter le sujet, ils se sont trouvés en difficulté par un manque de rigueur dans leur analyse. Ceci est vrai en particulier pour la partie 2.

Enfin, le jury rappelle qu'une copie doit être soignée sur le fond (maîtrise de la langue française : orthographe, syntaxe,...) comme sur la forme (qualité des illustrations, soin apporté à l'écriture,...).

Partie 1 : le fonctionnement du cœur

Les attentes du jury

Schéma fonctionnel du cœur

Le jury exigeait la présence des deux oreillettes et deux ventricules avec une asymétrie oreillette/ventricule, et une asymétrie ventricule droit/ventricule gauche, ainsi que celle des différents orifices, valvules et vaisseaux connectés au cœur.

Le sang pénètre dans les oreillettes par les veines, puis gagne les ventricules par les orifices auriculo-ventriculaires et est expulsé par les artères.

Une localisation correcte des différents nœuds composant le **tissu nodal** était demandée ainsi que la présence d'une lame conjonctive isolant oreillettes/ventricules.

Analyse du document 1 A

Une définition de l'électrocardiogramme (ECG) était exigée.

- **L'onde P** correspond à la dépolarisation des oreillettes. Elle apparaît lorsque les myocytes auriculaires se dépolarisent. Comme on peut le voir sur le tracé de la cellule auriculaire, la repolarisation des oreillettes survient alors que les myocytes ventriculaires sont dépolarisés. Cette repolarisation est masquée par le complexe QRS.
- **L'intervalle P-Q** correspond à la durée qui sépare le début de la dépolarisation auriculaire du début de la dépolarisation ventriculaire.
- **Le complexe QRS** est synchrone de la dépolarisation des myocytes ventriculaires. Il correspond à l'envahissement des deux ventricules par la dépolarisation.
- **Le segment isoélectrique ST** correspond à la phase pendant laquelle les deux ventricules sont uniformément dépolarisés.
- **L'onde T** correspond à la repolarisation ventriculaire. Elle survient lorsque le potentiel de membrane du myocyte ventriculaire rejoint son potentiel de repos.

Analyse du document 1 B

Cette figure présente différentes variables au cours du cycle cardiaque :

- l'évolution de la **pression** présente dans les différentes **cavités cardiaques** et dans les **artères** aorte et pulmonaire ;
- les **bruits du cœur** (qui peuvent être entendus en clinique à l'aide d'un stéthoscope) ;
- les variations des **volumes ventriculaires** ;
- **l'électrocardiogramme**.

L'étude du document montre que :

1 - Lorsque le cœur est au repos pendant la diastole générale (intervalle fin de l'onde T - début de l'onde P sur l'ECG) :

- le volume ventriculaire augmente progressivement ;
- il y a une légère augmentation de pression dans les cavités auriculaires et ventriculaires.

Le sang arrive par les veines (caves et pulmonaires) pénètre dans les oreillettes puis dans les ventricules puisque les valvules auriculo-ventriculaires sont ouvertes (remplissage passif). On peut constater que l'essentiel du remplissage ventriculaire s'effectue pendant cette phase.

2 - L'onde P de l'électrocardiogramme est à l'origine de la **systole auriculaire** marquée par :

- une augmentation de pression dans les oreillettes et les ventricules ;
- l'achèvement du remplissage des ventricules au niveau desquels on peut observer une augmentation du volume jusqu'à un maximum qui reste stable en plateau (volume télédiastolique).

3 - Le début du complexe QRS correspond à un début de dépolarisation du myocarde ventriculaire qui commence à se dépolariser :

- au début de la contraction ventriculaire, les valvules (tricuspides et mitrales) sont encore ouvertes ;
- du fait de la contraction, la pression ventriculaire augmente \Rightarrow les valvules auriculo-ventriculaires se ferment dès que cette pression devient supérieure à la pression auriculaire (c') ce qui correspond au premier bruit du cœur (bruit sourd et grave « poum » qui marque le début du cycle cardiaque pour le clinicien) ;
- à ce moment les valvules sigmoïdes sont encore fermées. La pression ventriculaire augmente donc sans qu'il se produise de déplacement sanguin, c'est la phase isovolumétrique ($c' - o$).

4 - Lorsque la pression ventriculaire dépasse la pression diastolique aortique, les valvules sigmoïdes s'ouvrent (o) et le sang est propulsé depuis les ventricules vers les artères. Cette période d'éjection ventriculaire maximale se caractérise par :

- une pression ventriculaire qui passe par un maximum avant de diminuer progressivement;
- un volume ventriculaire qui diminue ;
- un début de relâchement des ventricules (onde T) ;
- une pression auriculaire qui est légèrement modifiée : diminution suivie d'une augmentation liée à l'entrée du sang dans les oreillettes alors que les valvules auriculo-ventriculaires sont closes.

5 - Lorsque la pression ventriculaire devient inférieure à la pression artérielle les valvules sigmoïdes se ferment (c ; deuxième bruit du cœur, sec, bref et claqué « tac »). Cette phase se caractérise par :

- une diminution de la pression ventriculaire liée à leur relâchement ;

- pas de modification du volume ventriculaire (volume télésystolique), c'est la phase de relaxation isovolumétrique.
- la pression auriculaire augmente légèrement du fait de l'entrée de sang alors que les valvules auriculo-ventriculaires sont encore fermées.

Cette phase prend fin avec l'ouverture des valvules auriculo-ventriculaires (en o') quand la pression dans les ventricules devient inférieure à la pression auriculaire. Le remplissage rapide des ventricules débute alors. Le cœur est en diastole.

6 - Comparaison des **hémicoeurs droit** et **gauche** :

- ils fonctionnent de façon synchrone, les mêmes phénomènes se produisant aux mêmes moments ;
- le volume ventriculaire est identique dans les deux hémicoeurs ;
- la différence réside dans l'aspect quantitatif des différentes pressions ; elles sont beaucoup plus faibles à droite qu'à gauche (différence épaisseur parois). Ceci revêt une importance physiologique claire car une pression trop importante dans l'artère pulmonaire aurait pour conséquence la formation d'un oedème pulmonaire alors qu'une pression élevée dans l'aorte est indispensable à la perfusion des organes.

Apport de connaissances

Les cardiomyocytes

Les **cardiomyocytes contractiles** qui sont des cellules musculaires striées.

Ils contiennent des cylindres appelés **myofibrilles**. Chaque myofibrille est constituée de deux types de filaments protéiques, les **filaments fins** et les **filaments épais**. Les filaments fins sont eux-mêmes constitués de trois protéines, **l'actine** (constituant principal), **la troponine** et **la tropomyosine**. Les filaments épais sont constitués exclusivement de **myosine**. Lors de la contraction, les filaments d'actine et de myosine glissent les uns par rapport aux autres ce qui est à l'origine du raccourcissement du cardiomyocyte et ainsi de sa contraction.

Les myofibrilles sont entourées d'un manchon de réticulum sarcoplasmique doublé d'un manchon de mitochondries. Les cardiomyocytes ont une forme cylindrique dont les extrémités présentent des bifurcations, grâce auxquelles elles entrent en connexion avec les cardiomyocytes adjacents pour former un réseau tridimensionnel complexe. Chaque cardiomyocyte possède un noyau central unique allongé dans le sens du grand axe de la cellule. Il existe des dispositifs de jonction (ou **stries scalariformes**, ou **disques intercalaires** ou **stries intercalaires**) qui assurent la cohésion des cellules myocardiques. Ces stries scalariformes comportant de nombreuses jonctions adhérentes (**zonula adhaerens**) et **desmosomes** sur les parties transversales des stries, permettant une bonne transmission de cardiomyocyte à cardiomyocyte des tensions développées par la contraction des myofibrilles. Elles comportent également des **jonctions lacunaires (gap junctions)** sur les parties longitudinales des stries, par lesquelles les potentiels d'action se transmettent rapidement d'une cellule à l'autre. La membrane plasmique du cardiomyocyte ou **sarcolemme** présente des invaginations, formant les **tubules transverses**. Ces tubules transverses s'organisent avec

des citernes du réticulum sarcoplasmique pour former majoritairement des **diades** et en plus petit nombre des **triades**.

Le potentiel d'action cardiaque

- Au niveau du tissu nodal

Présence des cellules autorythmiques (pacemaker) qui se dépolarisent spontanément. Cette capacité se caractérise par un potentiel de membrane instable essentiellement lié à une augmentation de perméabilité au Na^+ et/ou au Ca^{2+} et/ou une diminution de la perméabilité au K^+ . Lorsque le potentiel de membrane atteint le seuil critique, le potentiel d'action se déclenche.

Le nœud sinusal est un centre rythmogène qui règle la fréquence du cycle cardiaque. La conduction dans le réseau de Purkinje est très rapide ce qui permet d'obtenir une contraction à peu près simultanée des myocardiens ventriculaires droit et gauche.

-Au niveau du myocarde

Le potentiel d'action myocardique se caractérise par la présence d'un plateau qui se maintient pendant plusieurs centaines de millisecondes. Ce potentiel est dû à une entrée brusque de Na^+ par des canaux voltage-dépendants, créant une dépolarisation rapide, jusqu'à la fermeture spontanée de ces canaux, puis une sortie de K^+ provoque une repolarisation, mais qui est dans un premier temps compensée par l'entrée de Ca^{2+} qui maintient le potentiel constant pendant le plateau.

Sur le document 1A on peut constater que **le plateau se maintient davantage pour les cardiomyocytes ventriculaires qu'auriculaires**. Ainsi, la période réfractaire absolue (période durant laquelle une cellule excitable qui vient d'être stimulée n'est pas en mesure de répondre à une nouvelle stimulation) est telle que la cellule musculaire cardiaque a le temps de se relâcher avant d'être en mesure d'être à nouveau stimulée. Cette spécificité empêche la sommation des contractions ce qui rend le muscle cardiaque intétanisable.

Couplage excitation-contraction - Rôle du calcium

- Le Ca^{2+} a un rôle essentiel dans le **couplage électromécanique**. Sa concentration intracytoplasmique dans une cellule non stimulée est très faible. Le sarcolemme possède des canaux Ca^{2+} voltage-dépendant qui sont fermés dans les conditions de repos.

- Lors de la **dépolarisation** :

- 1 - les canaux Ca^{2+} voltage dépendant de type L s'ouvrent permettant ainsi **l'entrée de calcium dans la cellule** ;
- 2 - l'entrée de Ca^{2+} est faible, mais déclenche un mécanisme amplificateur permettant une **libération massive de calcium**. Ce mécanisme dépend d'un couplage entre les canaux Ca^{2+} voltage-dépendant de type L et des récepteurs-canaux ryanodine présents sur la membrane du réticulum sarcoplasmique au niveau des diades (et accessoirement des triades). L'ouverture des canaux Ca^{2+} voltage-dépendant de

type L entraîne l'ouverture des récepteurs-canaux ryanodine. Il a été suggéré que certaines protéines soient impliquées dans le couplage entre les canaux Ca^{2+} voltage-dépendant de type L et les récepteurs-canaux ryanodine. De même, il semble que les ions Ca^{2+} entrés par les canaux Ca^{2+} voltage dépendant puissent directement être responsables du couplage avec les récepteurs-canaux ryanodine. Ces derniers étant stimulés, ils s'ouvrent et les ions Ca^{2+} stockés dans le réticulum sarcoplasmique sont libérés dans le cytoplasme, un gradient de concentration étant favorable à cette sortie.

- Cette libération calcique induite par le couplage permet l'augmentation du taux de Ca^{2+} intracellulaire au niveau des filaments contractiles et ainsi leur contraction. En effet, les molécules d'actine possèdent un site spécifique de liaison pour la myosine. Au repos, ce site est normalement masqué par la **tropomyosine**. Le Ca^{2+} se fixe sur la **troponine** et cette fixation entraîne une déformation allostérique de la tropomyosine qui libère les sites de liaison pour la myosine. Les têtes de myosine peuvent alors se fixer sur l'actine. Le glissement des filaments les uns par rapport aux autres est la conséquence d'une fermeture de l'angle entre la tête et la queue de la myosine. L'énergie nécessaire à ce déplacement provient de l'hydrolyse d'une molécule d'ATP. La liaison actine-myosine est alors rompue au prix d'une molécule d'ATP supplémentaire. L'angle tête-queue retrouve sa valeur initiale et la tête de myosine peut de nouveau se fixer sur un autre site de liaison. Un nouveau cycle peut commencer.

Le relâchement musculaire intervient quand il n'y a plus de Ca^{2+} libre dans le sarcoplasme. Cette baisse de la concentration calcique est due en particulier à la fermeture des récepteur-canaux ryanodine et à l'activation de pompes Ca^{2+} ATP-dépendantes au niveau du réticulum sarcoplasmique qui vont provoquer le transfert des ions Ca^{2+} du sarcoplasme vers la lumière du réticulum sarcoplasmique.

La prestation des candidats

Le jury regrette qu'une majorité de candidat(e)s n'ait pas la connaissance de base du fonctionnement cardiaque (sens de circulation du sang aberrant en particulier avec un passage direct du ventricule droit au ventricule gauche). L'anneau fibreux qui assure l'isolation électrique entre les oreillettes et les ventricules manquait de manière quasiment systématique, alors que sa présence est fondamentale pour une explication complète du fonctionnement cardiaque. Par ailleurs, comme cela a été écrit dans les remarques générales, de nombreux candidat(e)s ont du mal à lire un énoncé et saisir ce qu'on leur demande. Un schéma de la circulation sanguine voire lymphatique a été souvent proposé alors que la question ne portait que sur le cœur.

Le profil de l'ECG (Document 1A) n'a été que dans très peu de cas interprété de manière correcte.

L'analyse du document 1 B a été trop souvent limitée à une paraphrase des informations sans réelle interprétation. Le lien entre l'analyse des documents et les connaissances personnelles n'a été que trop rarement fait. Par ailleurs, certains aspects, comme le fonctionnement des cellules du tissu nodal ou les mécanismes du couplage excitation contraction, n'ont pour ainsi dire jamais été traités.

Près de la moitié des candidats n'ont pas vraiment exposé de connaissances et s'en sont tenus à une exploitation plus ou moins pertinente des documents.

Partie 2 : la régulation à court terme de la pression artérielle

Les attentes du jury

Question 2

On définit la **pression artérielle moyenne** (PAM) comme la pression hydrostatique moyenne exercée sur la paroi des artères pendant un cycle cardiaque complet. Elle correspond au paramètre maintenu autour d'une valeur de consigne par le système de régulation physiologique qu'est le barostat.

La manière la plus simple de l'estimer est représentée par la formule :

$$\text{PAM} = \text{PD} + 1/3 (\text{PS}-\text{PD})$$

PD = **pression diastolique** qui correspond au minimum de pression avant l'éjection ventriculaire de sang.

PS = **pression systolique** qui correspond au maximum de pression atteint au cours de l'éjection ventriculaire de sang.

Le baroréflexe assure le maintien de la PA autour de sa valeur de consigne. Cette régulation contribue à une perfusion sanguine adaptée aux besoins métaboliques (O₂, CO₂, nutriments, etc.) ; car une pression artérielle suffisante est nécessaire pour vaincre les résistances artériolaires et capillaires. En cas de chute de pression, le premier organe touché est le cerveau qui ne peut rester plus de quelques secondes sans perfusion adéquate. De même, une PA trop forte peut entraîner des accidents vasculaires cérébraux.

Question 3

Analyse du Document 2 A

- ① Dans les conditions témoins, on mesure une fréquence cardiaque de 270 cycles cardiaques.min⁻¹.
- ② (témoin ①) La section bilatérale des nerfs vagues entraîne une augmentation de la fréquence à 350 cycles cardiaques.min⁻¹.
⇒ Cette tachycardie consécutive à la section des nerfs vagues permet de faire l'hypothèse que dans les conditions physiologiques, il existe un tonus cardiomodérateur vagal permanent qui a pour conséquence d'abaisser la fréquence cardiaque en dessous du rythme sinusal. On pourrait aussi penser que le nerf coupé est sensitif et que la réponse constatée est liée à un réflexe cardiomodérateur qui passerait par une autre voie efférente.

- ③ (témoin = ②) La stimulation électrique du bout périphérique produit une bradycardie à 100 cycles cardiaques.min-1.
⇒ Ceci confirme donc que le nerf vague est un nerf qui véhicule des informations cardiomodératrices depuis le bulbe rachidien vers le coeur.
- ④ (témoin = ②) La section bilatérale des nerfs sympathiques cardiaques entraîne une baisse de la fréquence cardiaque, elle passe de 350 cycles cardiaques.min-1 à 300 cycles cardiaques.min-1.
⇒ Il existe un tonus cardioaccélérateur permanent moins important que le tonus cardiomodérateur ; *pour le mettre en évidence il est nécessaire au préalable de réaliser une bivagotomie*. On ne peut cependant exclure que l'effet constaté soit dû à la section d'une voie sensitive et passe par une autre voie efférente (cette fois ni ortho ni para puisque les deux sont sectionnés --> hormone ?
- ⑤ (témoin = ④) La stimulation électrique du bout périphérique provoque une tachycardie indiquant que les nerfs sympathiques cardiaques véhiculent des informations cardioaccélérateur depuis la moelle épinière vers le coeur.
- ⑥ (témoin = ④) L'administration d'**acétylcholine** (Ach) induit une bradycardie similaire à celle produite par la stimulation électrique du bout périphérique du nerf vague. Cet effet est bloqué par l'**atropine**, un antagoniste de l'Ach au niveau des récepteurs muscariniques.
⇒ Sachant qu'il existe des récepteurs muscariniques au niveau des cellules cardiaques, on peut émettre l'hypothèse que l'Ach est le neurotransmetteur libéré par les terminaisons nerveuses de la voie cardiomodératrice.
- ⑧ (témoin = ④) A l'opposé, l'administration de **noradrénaline** (NA) induit une tachycardie modérée bloquée par un antagoniste spécifique des récepteurs β noradrénergiques, le **propranolol**.
⇒ Sachant qu'il existe des récepteurs noradrénergiques au niveau des cellules cardiaques, on peut émettre l'hypothèse que la noradrénaline est libérée par des terminaisons nerveuses de la voie cardioaccélérateur.

Analyse du Document 2 B

Si l'on supprime le ganglion cervical supérieur (sympathique) ou le nerf sympathique cervical, on observe une dilatation des vaisseaux de l'oreille.

⇒ Il existe un tonus vasoconstricteur d'origine orthosympathique. Dans les conditions physiologiques, les vaisseaux sont maintenus dans un certain état de vasoconstriction par les nerfs orthosympathiques.

Analyse du Document 2 C

- On constate que le nerf de Hering (B, une branche du nerf glossopharyngien) présente une activité électrique de base lorsque la pression artérielle se situe au niveau de sa valeur de consigne.

- Toute variation de la pression artérielle va entraîner une modification de cette activité :
 - 1 - quand la pression artérielle est basse, la fréquence d'émission des potentiels d'action diminue ;
 - 2 - quand la pression artérielle augmente, la fréquence d'émission des potentiels d'action augmente pour des valeurs élevées de pression artérielle.
- Ces variations sont inverses de celles du nerf sympathique vasoconstricteur.

Analyse du Document 2 D

- On constate que jusqu'à 80 mm Hg cette fréquence de décharge est élevée et stable.
- Puis, au dessous de ce seuil, la fréquence de décharge diminue de façon linéaire en fonction de la PAM jusqu'à une valeur (160 mm Hg) au-delà de laquelle le neurone se trouve au silence.

⇒ Cette expérience met en évidence l'existence dans la partie ventrale et rostrale du bulbe rachidien de neurones dont la fréquence de décharge est corrélée à une certaine valeur de PAM. Leur réponse ressemble à celle du nerf (vague) et est inverse de celle du nerf de Hering.

Ces neurones projettent leurs axones au niveau des corps cellulaires de neurones préganglionnaires orthosympathiques vasoconstricteurs (et cardioaccélérateurs). Ils sont à l'origine d'une commande vasomotrice (tonus vasomoteur) qui est modulée en fonction de la PAM. Ils constituent ainsi des cellules clefs du baroréflexe.

Interprétation, apport des connaissances et schéma bilan du baroréflexe

De cette série d'expériences, nous pouvons déduire qu'il existe :

- 1 - un tonus vasomoteur, un tonus cardioaccélérateur et un tonus cardiomodérateur qui participent à la définition de la PAM ($PAM = DC \times RPT$ et que RPT dépend principalement de la vasoconstriction artériolaire) ;
- 2 - une régulation centrale de cette PAM.
 - Les fibres nerveuses contenues dans les nerfs de Hering véhiculent des informations barosensibles depuis les corps carotidiens vers le système nerveux central. Ceci constitue la **voie afférente du baroréflexe**. Ainsi, les centres nerveux vont être informés de tout éloignement de la pression artérielle de sa valeur de consigne.
 - La **voie efférente** de ce réflexe est constituée, d'une part, par des fibres parasympathiques contenues dans le nerf vague et par des fibres orthosympathiques contenues dans le nerf sympathique.

Dans les conditions normales, le tonus cardiomodérateur (système parasympathique) prédomine sur le tonus cardioaccélérateur (système orthosympathique) qui est difficile à mettre en évidence.

● Ainsi, lors d'une augmentation de la pression artérielle, les influx sensitifs afférents qui parcourent les nerfs de Hering (et de Cyon) produisent au niveau du système nerveux central trois effets convergents :

- 1- une excitation du tonus cardiomodérateur ;
- 2- une inhibition du tonus cardioaccélérateur ;
- 3- une inhibition du tonus vasoconstricteur.

Le résultat est que la pression artérielle va être ramenée à sa valeur de consigne. On observe un phénomène inverse en cas de diminution de la pression artérielle.

Mode d'action des neuromédiateurs

● Au niveau de la régulation de la pression artérielle, les fibres nerveuses préganglionnaires parasympathiques (PS) comme orthosympathiques (OS) ont différents points communs :

- elles ont leurs corps cellulaires localisés dans le système nerveux central (bulbe rachidien pour le PS et colonne intermédiolatérale de la moelle épinière thoracolombaire pour le OS) ;
- elles sont myélinisées et libèrent comme neurotransmetteur l'Ach ;
- la fixation de l'Ach sur des récepteurs ionotropiques nicotiques entraîne la formation d'un PPSE avec amplitude suffisante pour provoquer la formation d'un potentiel d'action dans les neurones postganglionnaires.

● Les **neurones postganglionnaires parasympathiques amyéliniques** libèrent l'Ach, qui va se fixer sur des récepteurs muscariniques localisés au niveau de la membrane des cellules autorhythmiques (ou pacemaker) du tissu nodal. Ces récepteurs sont couplés négativement à l'adénylate cyclase via des protéines Gi. Leur activation induit une diminution de la production d'AMPcyclique ce qui va diminuer la phosphorylation de la protéine Kinase A et entraîner en outre la fermeture canaux If (diminution If Na entrant) et l'ouverture de canaux K⁺ (augmentation I K sortant) et ainsi produire une hyperpolarisation. Au total, l'effet biologique qui s'en suit est essentiellement une diminution de la fréquence cardiaque (effet chronotrope négatif).

● Les **neurones postganglionnaires orthosympathiques amyéliniques** ont leur corps cellulaires localisés au niveau **des ganglions paravertébraux de la chaîne latérovertébrale** situés à distance du cœur et des vaisseaux. Ils libèrent la NA comme neuromédiateur. Elle va se fixer sur des récepteurs noradrénergiques qui appartiennent tous à la famille des récepteurs à 7 domaines transmembranaires et qui sont localisés au niveau du cœur et des cellules musculaires lisses vasculaires.

Au niveau du muscle cardiaque les récepteurs sont de **type β1**. La fixation de la NA à leur niveau stimule la production d'AMPcyclique. La conséquence va être une augmentation de la

concentration de Ca^{2+} intracellulaire et ainsi de provoquer un effet chronotrope et ionotrope positif. On a vu dans la partie 1 que la durée du potentiel d'action myocardique est due en grande partie à la présence d'ions Ca^{2+} dans la cellule. Le plateau va se trouver allongé ce qui explique l'effet ionotrope positif (AMPc-PKA-canauxCa). L'effet chronotrope positif a lieu par une action au niveau des cellules du tissu nodal (AMPc-canauxIf).

Au niveau des cellules musculaires lisses des vaisseaux sanguins, la NA provoque une vasoconstriction par stimulation de récepteurs de **type $\alpha 1$** . Cette stimulation entraîne l'activation d'une protéine couplée à la phospholipase C ce qui induit la production d'IP3 et de DAG. L'IP3 va se lier à des récepteurs-canaux présents sur la membrane du réticulum endoplasmique entraînant une libération de Ca^{2+} ce qui entraîne la contraction des cellules musculaires lisses vasculaires. Le DAG active la protéine Kinase C.

La prestation des candidats

Environ la moitié des candidat(e)s n'ont pas répondu de façon correcte à la question n°2.

Le document 2 n'a pratiquement jamais été analysé de façon pertinente. Dans la légende du document 2A par exemple, il était précisé que les différentes manipulations étaient réalisées successivement ce qui signifie que pour chaque test le témoin correspondait au test précédent. Or les candidat(e)s ont généralement comparé tous les résultats expérimentaux au premier témoin qui correspondait à la valeur de consigne de la fréquence cardiaque. De cette erreur d'analyse a découlé une mauvaise interprétation des faits expérimentaux. L'effet de la section du nerf sympathique a été ainsi décrit comme une augmentation de la fréquence cardiaque de même que la stimulation de son bout périphérique.

Au total cette analyse, qui ne présente aucune difficulté si on la réalise de façon rigoureuse, a été très décevante.

Le schéma bilan a montré que de trop nombreux candidat(e)s ne connaissent pas l'organisation anatomique du système nerveux végétatif ainsi que les neurotransmetteurs mis en jeu.

Partie 3 : la régulation à long terme de la pression artérielle

Question 4

La pression artérielle varie en fonction des variations du diamètre interne des artères et du débit cardiaque. Celle-ci résulte d'un équilibre entre la contraction des fibres musculaires lisses contenues dans la paroi et la pression interne des vaisseaux. Cette pression est liée au volume sanguin circulant. Une volémie basse entraîne une diminution du retour veineux donc du DC et donc de la PA. Les variations de volémie se répercutent sur les vaisseaux capacitifs (les veines qui contiennent environ 70 % du vol sanguin).

Question 5

Analyse du document 3 A

- Condition n°1 (témoin) : L'animal boit au temps zéro 1,7 litre d'eau \Rightarrow forte diurèse ; il émet 1,9 litre d'urine en 3 heures, c'est-à-dire la totalité de l'eau absorbée, plus une quantité supplémentaire correspondant à l'excrétion normale qui se serait produite pendant 3 heures.
- Condition n°2 : Si l'animal ingère la même quantité d'eau mais avec une injection simultanée d'extrait post-hypophysaire \Rightarrow la diurèse n'est pas modifiée pendant 3 heures et augmente au delà.

\Rightarrow L'extrait post-hypophysaire contient une ou des substances solubles qui ont un effet antidiurétique.

Analyse du document 3 B

- On constate tout d'abord que le niveau physiologique de vasopressine dans le plasma est d'environ 1 pg.mL^{-1} (sécrétion basale dans conditions normales).
- À partir de cette valeur, la concentration plasmatique de vasopressine augmente de façon proportionnelle par rapport à l'osmolarité.
- La réponse aux changements de volume sanguin est quant à elle exponentielle. Une réduction de la volémie de 5 % n'a quasiment aucun effet sur la concentration plasmatique de vasopressine. Par contre une diminution qui dépasse les 15 % résulte en une intense sécrétion de l'hormone.

\Rightarrow En résumé, on peut dire d'après l'analyse de ce document que le stimulus le plus important dans les conditions physiologiques est le stimulus osmotique. Le stimulus volumétrique n'est réellement efficace que pour d'importantes réductions du volume sanguin qui se produisent lors d'hémorragie par exemple.

Analyse du document 3 C

- Le tissu concerné par l'immunoréaction est le tube collecteur du rein.

Dans les conditions témoins les aquaporines de type 2 sont essentiellement localisées au niveau intracellulaires, la microphotographie (B) montre une aquaporine sur la membrane apicale, du côté de la lumière du néphron.

Lors d'un traitement préalable à la vasopressine, les aquaporines sont essentiellement localisées au niveau de la membrane apicale, seules 2 aquaporines sont dans les organites intracellulaires.

⇒ La vasopressine entraîne donc l'adressage des aquaporines de type 2 à la membrane apicale des cellules du tube collecteur.

La vasopressine

- La **vasopressine** ou **ADH** est un nonapeptide **synthétisé** par des cellules neurosécrétrices magnocellulaires dont les corps cellulaires sont localisés dans les **noyaux supraoptiques** et **paraventriculaires** de l'**hypothalamus** et dont les axones aboutissent à l'**hypophyse postérieure** ou **neurohypophyse** où ils entrent en contact avec des capillaires fenêtrés. La vasopressine peut ainsi gagner la circulation sanguine.
- Elle est synthétisée sous la forme d'une **pré-pro-hormone**. La maturation s'effectue au cours du transport vers les terminaisons axonales par clivage de la protéine en peptide.
Le corps cellulaire des neurones magnocellulaires intègre les informations (barorécepteurs périphériques, osmorécepteurs centraux,...) et élabore un nouveau message sous forme de potentiels d'action qui se propagent jusqu'à la terminaison. A ce niveau, le potentiel d'action provoque l'ouverture de canaux Ca^{2+} voltage-dépendant. Cette entrée d'ions Ca^{2+} déclenche le processus d'exocytose par lequel la vasopressine contenue dans les granules de sécrétion est libérée dans l'espace périvasculaire.
- Lorsque la vasopressine se fixe sur le récepteur métabotrope V2 présent sur la membrane basale des cellules du tube collecteur, elle induit une augmentation du taux d'AMP cyclique (via l'excitation de l'adénylate cyclase) et activation PKA. Cette première étape initie l'adressage des aquaporines à la membrane. Celles-ci étant alors présentes en plus grand nombre, cela augmente considérablement la perméabilité à l'eau des cellules, eau qui va ensuite passer vers le parenchyme rénal médullaire qui est hypertonique. Ainsi, par un phénomène d'osmose, l'eau va passer de la lumière du néphron vers le parenchyme rénal et à partir de là vers le sang.

● La technique utilisée dans le doc 3C est une technique immunohistochimique ou immunocytochimique.

- Les techniques immunohistochimiques permettent de localiser (en microscopie optique ou microscopie électronique) des antigènes dans des tissus, cellules, organites cellulaires, etc.
- Le réactif principal est un anticorps dirigé contre l'antigène à marquer.
- Une immunoréaction est composée de trois éléments principaux :

1 - la préparation (tissu, cellule, organite subcellulaire,...) contenant l'**antigène** à étudier ;

2 - un **anticorps** dirigé contre l'antigène recherché ;

3 - le **système révélateur** qui permet de visualiser l'immunoréaction.

Le système révélateur peut être soit directement couplé à l'anticorps soit couplé à un second anticorps dirigé contre le premier anticorps.

Ce système révélateur correspond : à une particule opaque aux électrons (observée en microscopie électronique à transmission).

Question 6

Analyse du document 4 A

- La diurèse ainsi que l'excrétion de Na^+ et de K^+ sont modifiées lorsque l'on prive un animal de ses glandes surrénales. On constate une augmentation de la diurèse aqueuse et de Na^+ alors que l'excrétion de K^+ est diminuée.
- Les concentrations plasmatiques de Na^+ et de K^+ sont modifiées en sens inverse lorsque l'on prive un animal de ses glandes surrénales.
- Ces effets sont supprimés si l'on réalise des injections intraveineuses d'extraits de corticosurrénale.

⇒ La corticosurrénale est fondamentale pour la régulation des mouvements de Na^+ et de K^+ . Les hormones contenues dans les extraits de corticosurrénale diminuent l'excrétion de Na^+ , elles sont anti-natriurétiques. Par contre, elles augmentent l'élimination de K^+ .

Document 4 B et C

Les informations contenues dans ce document semblent indiquer que les ions Na^+ et Cl^- ne sont pas détectés au niveau de la corticosurrénale.

- Les reins semblent sécréter une substance qui stimule la sécrétion d'aldostérone.

● Connaissances

- Parmi les hormones minéralocortostéroïdes, une place de choix doit être réservée à l'**aldostérone**. Cette hormone agit sur l'excrétion électrolytique en favorisant les échanges des ions Na^+ des liquides tubulaires contre les ions K^+ et les H^+ des cellules tubulaires (cellules épithéliales du néphron). Ces phénomènes ont lieu essentiellement au niveau des tubes collecteurs et distaux.
- L'aldostérone étant une hormone **stéroïdienne**, elle franchit librement les membranes cellulaires et va se fixer sur un récepteur intracellulaire. Ce complexe induit la transcription d'ADN en ARN messager codant pour une protéine spécifique laquelle induit la formation de canaux Na^+ sur la face apicale (intratubulaire) des cellules tubulaires, accroissant la pénétration passive facilitée de Na^+ dans les cellules. La concentration intracellulaire de ce dernier est maintenue basse grâce à la pompe Na^+/K^+ (synthèse augmentée avec aldostérone) qui sur la face basale (péritubulaire) expulse le Na^+ dans le parenchyme rénal.
- Contrôle de la sécrétion d'aldostérone.

Le document 4C indique que les reins semblent sécréter une substance qui stimule la sécrétion d'aldostérone. Cette substance est la **rénine**. Il s'agit d'une protéine qui est sécrétée par les parois des **artérioles juxta-glomérulaires** du rein. Elle clive l'**angiotensinogène** plasmatique (synthétisé par le foie) en un décapeptide, l'**angiotensine I** lui-même clivé (dans le poumon) par l'enzyme de conversion de l'angiotensine I en un octapeptide, l'**angiotensine II**. C'est l'Angiotensine II qui est biologiquement active dans le plasma. Elle est un puissant stimulant de la sécrétion d'aldostérone par la corticosurrénale (et vasoconstricteur). Elle agit en se fixant sur un récepteur membranaire spécifique.

Dans les conditions physiologiques basales, la sécrétion de rénine est faible. Elle augmente dans trois circonstances :

- une modification de la circulation rénale ; les cellules musculaires pariétales (juxtaglomérulaires) qui libèrent la rénine dans le sang ont un mécanisme sécrétoire barosensible (inhibition à l'étirement) ;
 - une diminution de la charge sodée ; il existe un stimulus hyponatriurémique, c'est à dire lié à la baisse de la concentration plasmatique en Na^+ ; et urinaire (*macula densa*) ;
 - une diminution du volume sanguin. Cette diminution a pour conséquence une modification de l'activité des volorécepteurs auriculaires qui provoque en retour une activation des nerfs orthosympathiques du rein lesquels libèrent la noradrénaline entraînant une vasoconstriction. Cette vasoconstriction stimule les cellules libérant la rénine.
- Un autre facteur qui contrôle la sécrétion d'aldostérone est la corticostimuline ou **hormone adréno-corticotrope (ACTH)**, une hormone antéhypophysaire dont le rôle stimulant sur le cortex surrénalien est bien connu. En fait, le rôle de l'ACTH existe mais c'est un facteur limité.
- La concentration électrolytique et le volume du compartiment extracellulaire sont aussi des facteurs de sécrétion de l'aldostérone.
- Bien que le document 4B semble indiquer que le Na^+ ne soit pas un facteur de sécrétion, on ne peut ignorer l'existence d'un facteur électrolytique. Il s'agit essentiellement de la concentration plasmatique en K^+ .
 - Le stimulus volumétrique existe également. En effet, toute situation qui s'accompagne d'une diminution réelle ou apparente du volume extracellulaire a pour conséquence un accroissement de la sécrétion d'aldostérone. L'inverse est également vrai.

Question 7

- Le **peptide natriurétique atrial (ANP)** est un peptide synthétisé et stocké dans les oreillettes sous forme d'une pro-hormone, laquelle va subir une maturation puis être excytée dans la circulation sanguine.
- La synthèse est déclenchée par l'étirement des parois auriculaires mettant en jeu des canaux ioniques membranaires mécanosensibles, mais également par stimulation adrénergique via les récepteurs de **type 1**.
- L'ANP, après liaison à son récepteur, active une guanylate cyclase entraînant la synthèse de GMPcyclique. Plusieurs événements s'ensuivent dont l'inhibition du système rénine-angiotensine, l'augmentation de la filtration glomérulaire, la diminution de la réabsorption tubulaire de Na⁺, la relaxation du muscle lisse des vaisseaux, la diminution de la soif et l'augmentation de la perméabilité capillaire. Tous ces effets conduisent à la diminution du volume plasmatique et à l'hypotension artérielle. Les récepteurs sont exprimés dans tous les tissus cibles, en particulier le glomérule et le tubule rénal, le muscle lisse et l'endothélium vasculaire.

Question 8

Pour obtenir une souris surexprimant un gène dans le foie, il faut :

- microinjecter un fragment d'ADN, contenant la partie codante du gène précédée d'un promoteur actif dans les hépatocytes dans l'œuf fécondé en espérant qu'il s'insèrera (au hasard et en nombre de copies variable et non maîtrisable) dans le génome de l'œuf. Le transgène sera donc présent dans toutes les cellules de l'animal ;
- diriger l'expression de ce gène dans le tissu souhaité. Il suffit d'injecter une construction contenant en amont du gène de l'ANP un promoteur activé spécifiquement dans la cellule hépatique (par ex celui du gène de l'albumine).

Pour obtenir une souris KO ANP il faut travailler sur des cellules ES (Embryonic Stem Cell) :

- provoquer une recombinaison homologue entre un gène muté que l'on introduit et le gène sauvage du génome. Cet événement étant rare il faut procéder à la sélection des cellules dans lesquelles il s'est produit. Les cellules dans lesquelles la recombinaison a eu lieu sont injectées dans un embryon au stade blastocyste. Elles participent à la construction de l'embryon qui est une chimère de cellules sauvages et de cellules mutées. Si les cellules mutées participent à la lignée germinale la mutation deviendra héréditaire et se retrouvera dans toutes les cellules de la descendance.

Question 9

$$PA = DC \times RPT$$

DC étant normal les anomalies sont dues à des modifications de la RPT. Vasodilatation chez les souris surexprimant ANP, vasoconstriction chez les souris KO. Les phénotypes obtenus sont liés aux effets vasodilatateurs de l'ANP.

Question 10

On pouvait s'attendre à une hypovolémie chez les souris produisant beaucoup d'ANP et à une hypervolémie chez les souris KO. Ce n'est pas le cas et c'est ce qu'il faut expliquer. Aucune donnée complémentaire n'étant fournie il ne peut s'agir que d'hypothèses. D'autres hypothèses sont sans doute valables. IL n'était pas nécessaire de les fournir toutes pour obtenir le maximum des points. Ce qui comptait c'était de proposer au moins une hypothèse rationnelle, par exemple :

Absence d'hypovolémie chez les souris surexprimant ANP :

- désensibilisation des récepteurs rénaux de l'ANP ;
- au contraire, concentration plasmatique insuffisante pour stimuler les récepteurs rénaux ;
- compensation de la fuite de Na⁺ par d'autres mécanismes (hypersécrétion d'aldostérone ?
- compensation de l'hypovolémie par une « autotransfusion » c'est-à-dire un passage de liquide interstitiel vers le plasma comme pour une hémorragie.

Absence d'hypervolémie chez les KO

La concentration de base chez les témoins est insuffisante pour avoir un effet rénal.

La diminution de l'excrétion sodée est compensée par une diminution d'aldostérone.

L'hypervolémie cause une hypertension qui augmente la filtration capillaire et normalise la volémie en créant de l'oedème.

La prestation des candidats

Cette partie a très souvent été traitée de manière plus superficielle que les deux autres. Les documents n'ont généralement pas été analysés de façon correcte. Certains candidat(e)s, en nombre malheureusement non négligeable, n'ont pas su extraire les informations pertinentes du graphique constituant le document 3 B en indiquant que l'osmolarité est fonction de la concentration en ADH. Il y a là une confusion entre les informations apportées par l'axe des ordonnées et celui des abscisses.

Si la nature chimique, le lieu de synthèse et le site d'action de l'ADH étaient généralement correctement décrits, son mécanisme d'action était la plupart du temps juste abordé voire totalement oublié.

L'implication du système rénine-angiotensine-aldostérone dans la régulation à long terme de la pression artérielle a, dans la grande majorité des cas, été traitée de manière superficielle, la nature stéroïde de l'aldostérone étant souvent inconnue. Là encore les résultats expérimentaux ont souvent mal été interprétés. Dans de nombreuses copies, les candidat(e)s ont affirmé que l'aldostérone était sécrétée par les reins puisque leur ablation est suivie d'une diminution de la concentration plasmatique d'aldostérone.

Les trois dernières questions abordaient des sujets nécessitant une approche réflexive poussée. D'une manière générale, lorsque les candidat(e)s ont répondu, ils l'ont fait de manière très allusive.

Enfin, le jury tient à souligner que malgré les différentes critiques formulées, un nombre significatif de candidats a rédigé de très bonnes, voire d'excellentes copies.

SESSION DE 2006

**concours externe
de recrutement de professeurs certifiés
et concours d'accès à des listes d'aptitude (CAFEP)**

**section : sciences de la vie
et de la Terre**

composition sur un sujet de géologie

Durée : 5 heures

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

Remarques importantes :

- 1- Le sujet est organisé en huit parties indépendantes et comprend dix documents dont trois (documents 5, 7 et 9) sont à rendre avec la copie.*
- 2- Seront prises en compte dans la notation : la clarté de la présentation, la précision et la rigueur de l'analyse des documents, les illustrations personnelles, la rigueur des raisonnements et la concision des réponses aux questions.*
- 3- Certains des documents pourront être joints à la copie si le candidat considère que des annotations en surcharge constituent des éléments appréciables de réponse aux questions. Il devra alors les coller sur la copie.*
- 4- Si au cours de l'épreuve le candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en indiquant les initiatives qu'il est amené à prendre de ce fait.*
- 5- Une introduction et une conclusion sont attendues.*

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

Tournez la page S.V.P.

LES ROCHES GRANITIQUES ET L'ÉVOLUTION DE LA CROÛTE CONTINENTALE

Les granites affleurent en grande abondance à la surface des continents. Ils représentent avec les gneiss les principaux constituants de la croûte continentale.

Le sujet proposé permet d'aborder l'étude des granites de la formation des plutons jusqu'à leur érosion. L'unité et la diversité des granites sont également soulignées. L'importance et le rôle des granites dans l'évolution de la croûte continentale sont discutés.

I. Texture et composition minéralogique d'une roche granitique. Enclaves.

Sur le document 1a, une photographie de macroéchantillon et deux microphotographies de lame mince en lumière polarisée non analysée et en lumière polarisée analysée du granite de Flamanville sont fournies.

I.1. Déterminer la texture de cette roche. Réaliser un schéma légendé d'une microphotographie où seront identifiés les principaux minéraux. Indiquer pour chaque phase minérale, quels sont les critères qui ont permis de la reconnaître à l'œil nu et au microscope.

Le document 1b contient également les photographies de deux enclaves présentes dans le granite de Flamanville.

I.2. Décrire et identifier ces deux types d'enclaves. Proposer une origine pour chacune d'elles.

II. Intrusion d'un pluton granitique.

Un extrait de la carte géologique au 1/50 000 de Cherbourg est fourni sur le document 2.

II.1. Rappeler l'origine et les conditions de transformation des roches qui constituent une couronne irrégulière autour du pluton de Flamanville.

Une carte de la profondeur du contact entre le granite de Flamanville et son encaissant est fournie sur le document 3a, et des coupes interprétatives du pluton de Flamanville sont aussi proposées sur le document 3b.

II.2. Ces données ont été obtenues par l'étude gravimétrique du pluton et de son encaissant. Rappeler brièvement (en une page maximum) les principes de l'étude gravimétrique.

II.3. Deux hypothèses sont actuellement proposées pour expliquer le transfert du magma granitique et la formation d'un pluton. Après avoir rappelé ces deux hypothèses, préciser quelle est celle qui est favorisée par les données obtenues dans le cas du pluton de Flamanville.

III. Typologie des roches granitiques, séries magmatiques.

Les compositions modales et chimiques de roches granitiques provenant de différents contextes géodynamiques sont fournies sur le document 4.

III.1. A l'aide du diagramme QAP du document 5, positionner ces trois échantillons et en déduire le nom complet de chacune des roches étudiées.

III.2. A l'aide du diagramme QAP modifié par Jean Lameyre (1980) du document 6, préciser à quelle série magmatique de référence peut s'apparenter (ou être liée) chacune des roches étudiées.

III.3. Indiquer les caractéristiques minéralogiques et chimiques de chacune des roches granitiques étudiées.

IV. Age et origine des roches granitiques.

Les résultats de l'étude des teneurs en Rb et Sr de 9 échantillons d'une granodiorite calco-alcaline de la Sierra Nevada, Californie, sont fournis sur le document 7a.

IV.1. Rappeler brièvement comment chaque rapport isotopique a été obtenu et montrer que pour un minéral donné ou une roche donnée, la relation suivante peut-être établie :

$$({}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr}) = ({}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr})_{\text{initial}} + ({}^{87}\text{Rb}/{}^{86}\text{Sr})(e^{\lambda t} - 1)$$

avec λ = constante de désintégration radioactive et t = temps.

IV.2. A l'aide du papier millimétré fourni (doc. 7b), tracer l'isochrone correspondante dans un diagramme ${}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr} = f({}^{87}\text{Rb}/{}^{86}\text{Sr})$. Calculer l'âge de la granodiorite. Vous utiliserez l'approximation $e^{\lambda t} - 1 \approx \lambda t$ et $\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ a}^{-1}$.

IV.3. Le diagramme isochrone permet également de définir graphiquement le rapport isotopique initial de la granodiorite. Après avoir expliqué pourquoi ce rapport isotopique initial est qualifié de signature isotopique lors d'un événement magmatique, montrez comment ce rapport isotopique peut renseigner sur l'origine de la granodiorite.

IV.4. A l'aide du diagramme de géochimie isotopique fourni sur le document 8, discuter des différentes origines possibles des magmas granitiques. Associer chacune de ces origines aux trois types de roches granitiques du document 4. Réaliser un tableau synthétique où sont résumés les caractéristiques pétrographiques, minéralogiques et chimiques, le contexte géodynamique et l'origine de chacune des roches granitiques étudiées.

V. Anatexie crustale et genèse des roches granitiques.

L'anatexie crustale participe à la genèse des roches granitiques et au recyclage de la croûte continentale. Dans les zones de convergence, l'anatexie crustale se produit selon trois principales circonstances.

En vous basant sur des exemples réels, replacés dans des contextes géodynamiques précis, présenter, pour chacune de ces trois circonstances, les modalités de l'anatexie crustale et les caractéristiques chimiques des roches granitiques produites. Votre réponse devra s'appuyer sur des diagrammes P-T et des coupes schématiques.

VI. Place des roches granitiques dans la croûte continentale.

Un profil ECORS est fourni sur le document 9.

VI.1. Rappeler brièvement (une page maximum) ce qu'est un profil ECORS et les principes des outils géophysiques qui sont mis en œuvre pour l'obtenir.

VI.2. Interpréter et annoter le profil ECORS qui devra être rendu avec votre copie. Outre les principaux accidents tectoniques, préciser les trois différentes parties de la croûte continentale, les limites entre ces parties et la limite inférieure de la croûte continentale.

VI.3. Préciser les principales roches qui constituent chacune de ces trois parties. Donner les arguments qui vous ont conduit à associer les roches granitiques à un niveau structural particulier.

VII. Altération des roches granitiques..

Sur le document 10, une photographie de roche granitique altérée en boules (doc. 10a) et une microphotographie de lame mince de roche granitique altérée en lumière polarisée analysée (doc. 10b) sont fournies.

VII.1. Montrer à l'aide d'un schéma légendé quels sont les minéraux qui sont altérés. Expliquer l'altération différentielle des minéraux du granite en faisant référence aux éléments chimiques présents dans chaque phase minérale.

VII.2. Préciser la nature de l'agent d'altération et les modalités de son action sur les minéraux d'une roche granitique sous un climat tempéré.

VII.3. Rappeler les caractéristiques des principaux produits d'altération obtenus à partir de l'altération d'une roche granitique et préciser la manière dont ils vont être transportés.

VII.4. Expliquer la formation des boules granitiques.

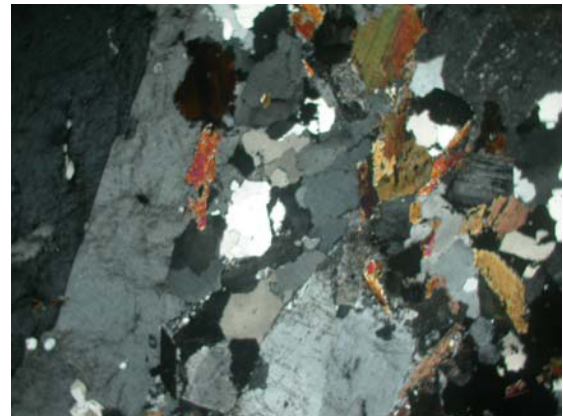
VIII. Conclusions : le rôle des granites dans l'évolution de la croûte continentale.

Expliquer (une page maximum) pourquoi et comment l'étude des roches granitiques permet de comprendre la fabrication et le recyclage de la croûte continentale depuis 1 milliard d'années.

DOCUMENTS

- Document 1a** : Photographie d'un macroéchantillon et microphotographies d'une lame mince en lumière polarisée non analysée et en lumière polarisée analysée du granite de Flamanville (hauteur des microphotographies : 13 mm).
- Document 1b** : Photographies de deux enclaves présentes dans le granite de Flamanville (la pièce de 1 euro donne l'échelle).
- Document 2** : Extrait de la carte géologique au 1/50 000 de Cherbourg (B.R.G.M. éd.).
- Document 3a** : Carte de la profondeur du contact (km) entre le granite de Flamanville et son encaissant obtenue par gravimétrie (Brun et al., 1990).
- Document 3b** : Coupes interprétatives du pluton de Flamanville (Brun et al., 1990). L'épais banc sédimentaire plissé et recoupé par le pluton granitique représente le grès armoricain.
- Document 4** : Compositions modales et chimiques de roches granitiques provenant de différents contextes géodynamiques (Barbarin, 1983 ; Barbarin et al., 1989; Bonin, 1972).
- Document 5** : Diagramme QAP de nomenclature des roches plutoniques (Streckeisen, 1974).
- Document 6** : Diagramme QAP sur lequel sont reportées les principales séries magmatiques (Lameyre, 1980).
- Document 7a** : Rapports isotopiques rubidium-strontium obtenus pour la granodiorite calco-alcaline de Dinkey Creek, Sierra Nevada, Californie (Barbarin et al., 1989)
- Document 7b** : Diagramme isochrone à construire.
- Document 8** : Diagramme géochimique $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} - ^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ sur lequel sont reportées les roches magmatiques des zones de subduction (Caron et al., éd. Ophrys, 2003).
- Document 9** : Profil ECORS Est Massif Central – Alpes (Brahic et al., éd. Vuibert, 1999). L'échelle verticale est en secondes temps double.
- Document 10a** : Photographie de roche granitique altérée en boules métriques.
- Document 10b** : Microphotographie d'une lame mince de roche granitique altérée en lumière polarisée analysée (hauteur de la microphotographie : 12 mm) (cliché P. Chèvremont, B.R.G.M. Orléans).

DOCUMENT 1

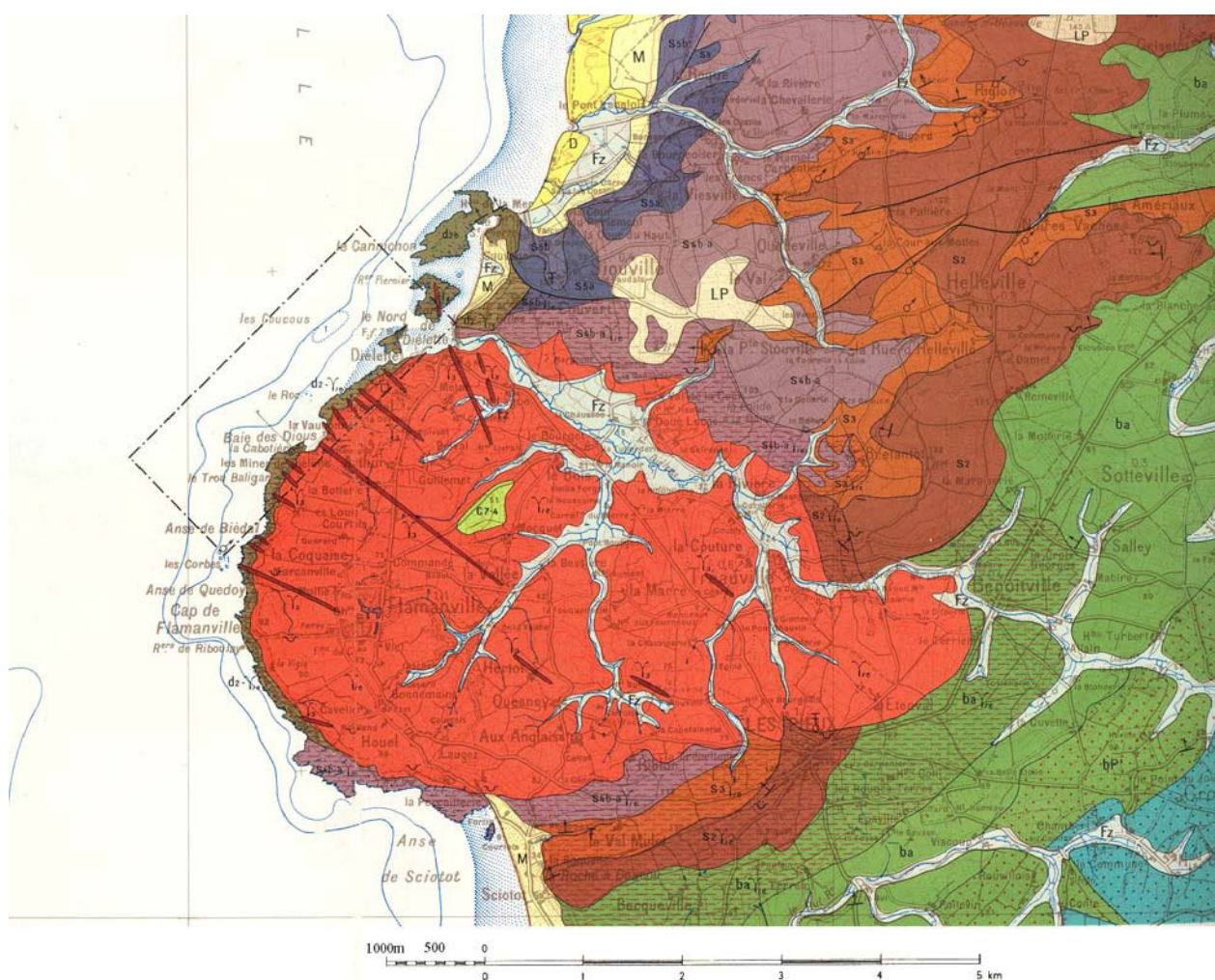


1a. Photographie d'un macroéchantillon et microphotographies d'une lame mince en lumière polarisée non analysée et en lumière polarisée analysée du granite de Flamanville (hauteur des microphotographies : 13 mm)



1b. Photographies de deux enclaves présentes dans le granite de Flamanville (la pièce de 1 euro donne l'échelle)

DOCUMENT 2

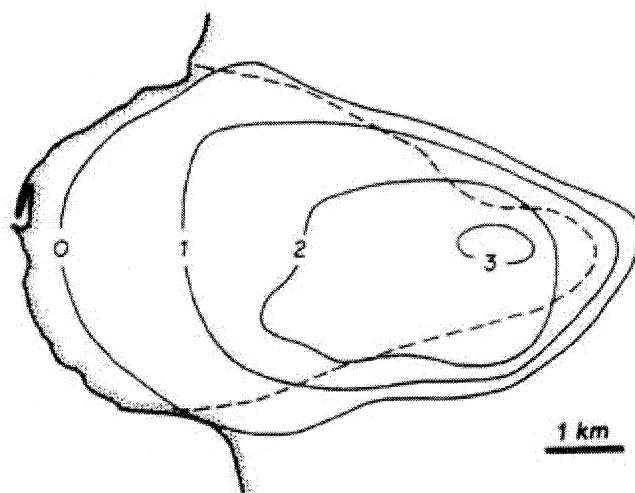


LÉGENDES

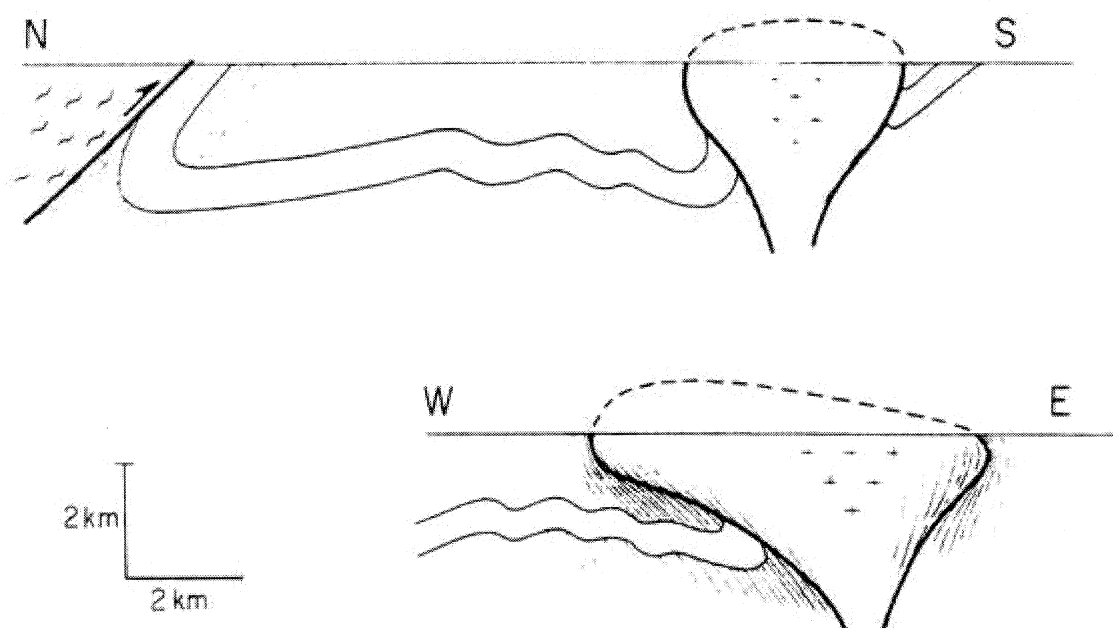
- Fz, D, LP, M : formations superficielles
- C7-4 : argile à silex / Sénonien
- d2 : grès, schistes et calcaires / Dévonien
- S6 : grès et schistes / Silurien
- S4 : grès et schistes / Ordovicien supérieur
- S3 : schistes / Ordovicien moyen
- S2 : grès armoricain / Ordovicien inférieur
- b : conglomérats, grès et schistes / Cambrien
- γ_{1e} : granodiorite
- γ_3 : microgranite

Extrait de la carte géologique au 1/50000^e de Cherbourg (B.R.G.M. éd.)

DOCUMENT 3



3a. Carte de la profondeur du contact (km) entre le granite de Flamanville et son encaissant obtenue par gravimétrie (Brun et al., 1990)



3b. Coupes interprétatives du pluton de Flamanville (Brun et al., 1990).

L'épais banc sédimentaire plissé et recoupé par le pluton granitique représente le grès armoricain (formation S2 sur la carte du document 2).

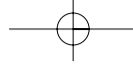
DOCUMENT 4

PROVENANCES			
MASSIF CENTRAL (Hermitage)	SIERRA NEVADA (Dinkey Creek)	CORSE CENTRALE (Tolla)	
CONTEXTES GÉODYNAMIQUES			
Collision	Subduction	Divergence	
AGES			
Carbonifère	Crétacé	Permien	
COMPOSITIONS MODALES			
quartz	33,6	27,1	42,0
feldspath alcalin	26,9	13,9	55,0 (*)
plagioclase	27,8	40,2	
biotite	1,5	12,1	0,6
muscovite	10,3		
amphibole		4,4	2,0 (**)
autres		2,3	0,4
Total	100,1	100	100
COMPOSITIONS CHIMIQUES			
SiO ₂	74,20	66,60	75,70
Al ₂ O ₃	14,30	15,10	12,10
Fe ₂ O ₃	0,92	1,16	1,39
FeO	0,43	2,82	0,82
MgO	0,33	1,58	0,04
CaO	0,60	3,87	0,83
Na ₂ O	3,65	2,70	4,26
K ₂ O	4,25	4,03	4,76
TiO ₂	0,10	0,55	
P ₂ O ₅		0,12	0,05
MnO	0,05	0,06	0,04
perte au feu	0,80	0,66	0,57
Total	99,63	99,25	100,56

NB: Dans la roche granitique de Corse, le feldspath alcalin () comprend de la mésoperthite (49 %) et de l'albite (6 %), l'amphibole (**) n'est pas calcique (cas de la hornblende) mais calco-sodique (hastingsite).*

Compositions modales et chimiques de roches granitiques provenant de différents contextes géodynamiques

(Barbarin, 1983 ; Barbarin et al., 1989; Bonin, 1972).



NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

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

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

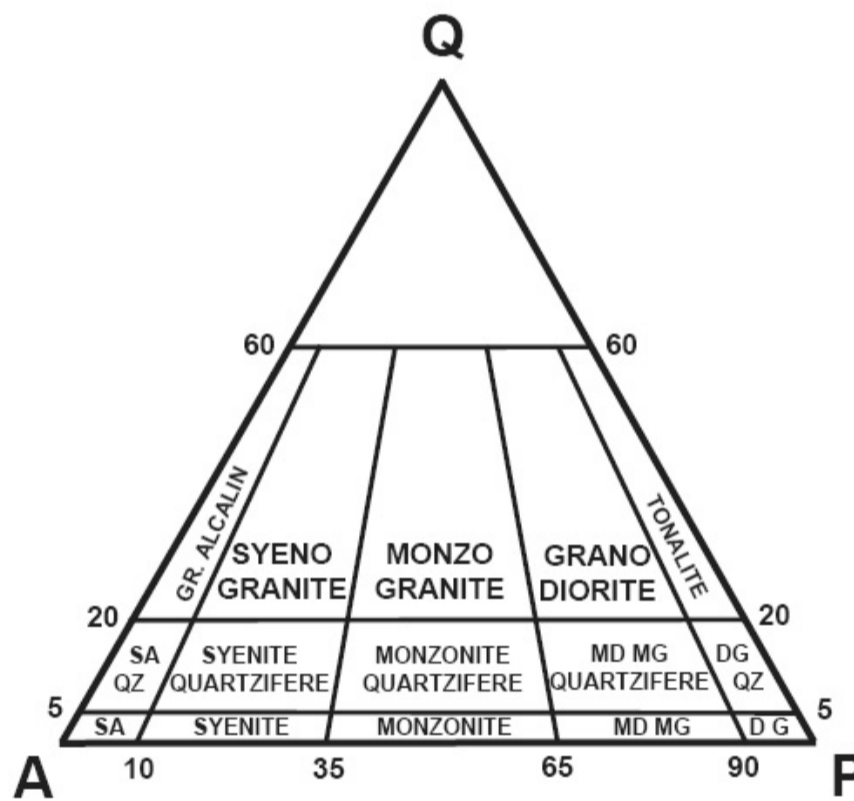
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

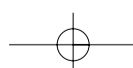
5A82-26

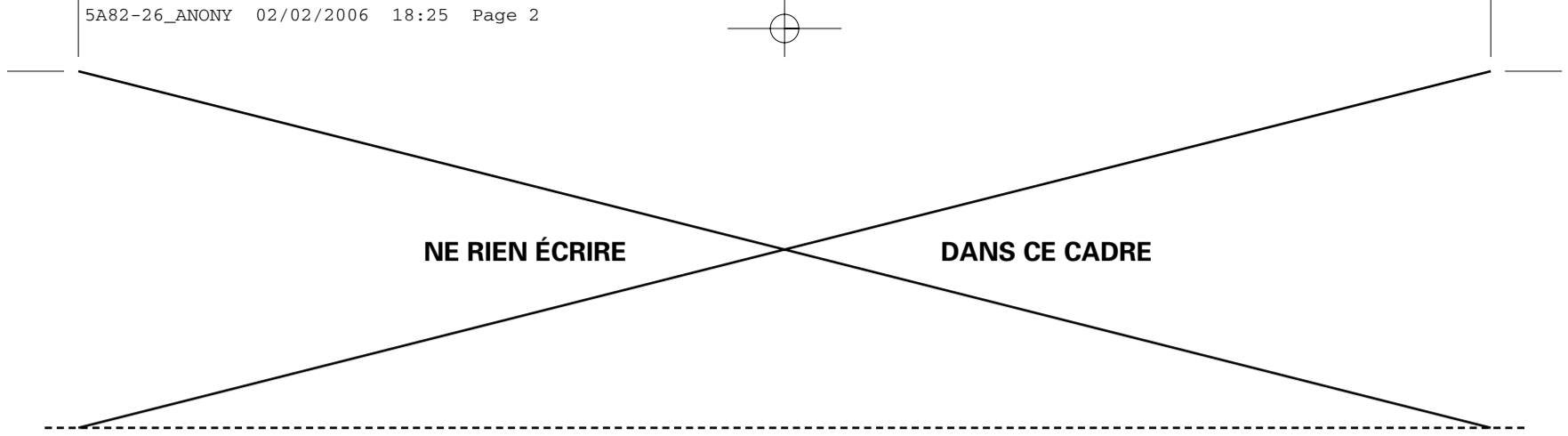
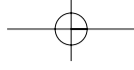
DOCUMENT 5



D : diorite ; G : gabbro ; GR : granite ; MD : monzodiorite ; MG : monzogabbro
SA : syénite alcaline ; QZ : quartzifère

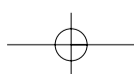
Diagramme QAP de nomenclature des roches plutoniques
(simplifié d'après Streckeisen, 1974)



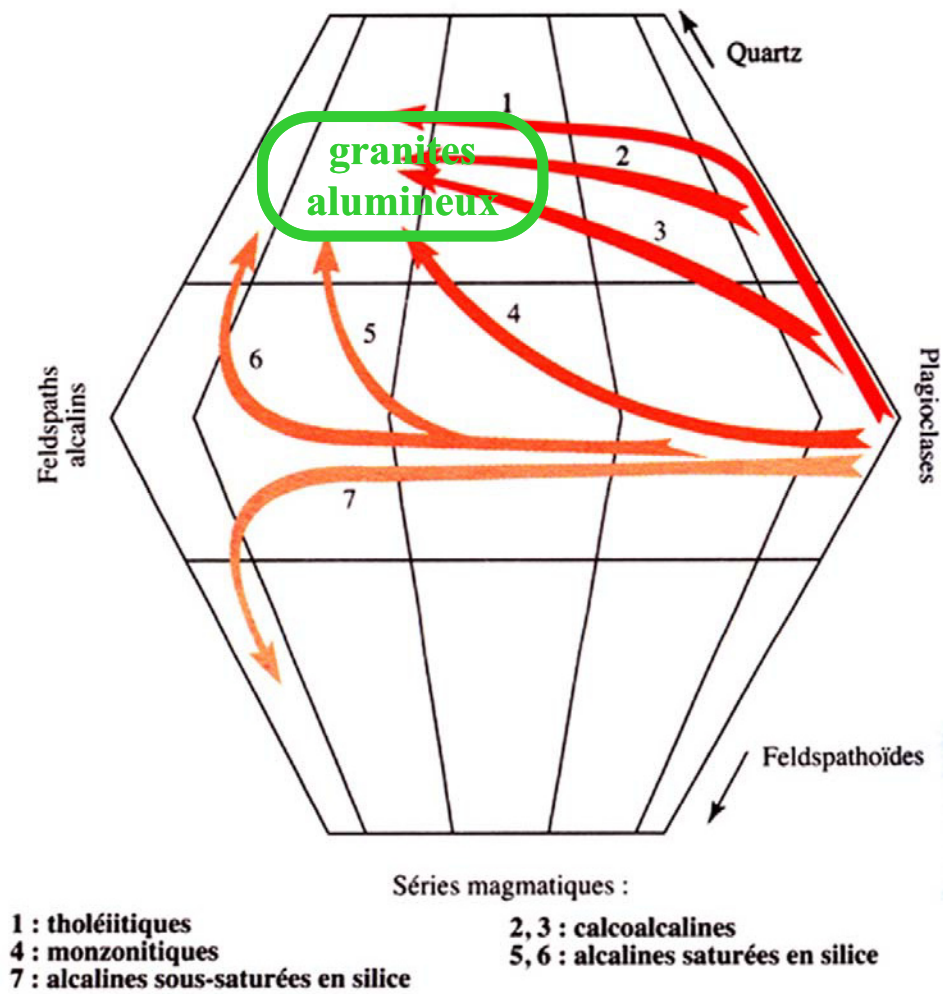


NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE



DOCUMENT 6



**Diagramme QAP sur lequel sont reportées les principales séries magmatiques
(Lameyre, 1980)**

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

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

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

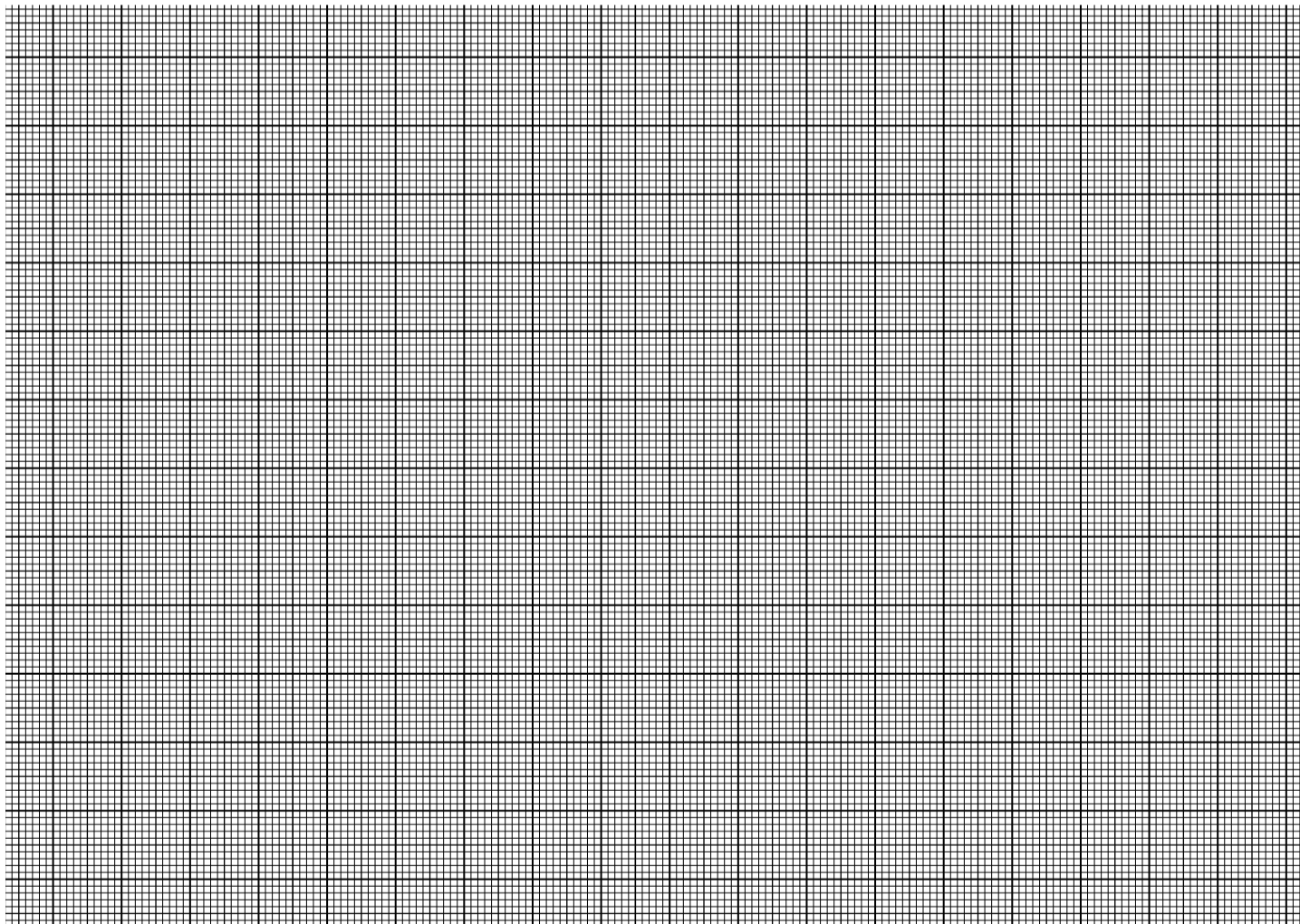
*(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)*Prénoms : _____ N° du candidat *(le numéro est celui qui figure sur
la convocation ou la liste d'appel)*

5A82-26

DOCUMENT 7

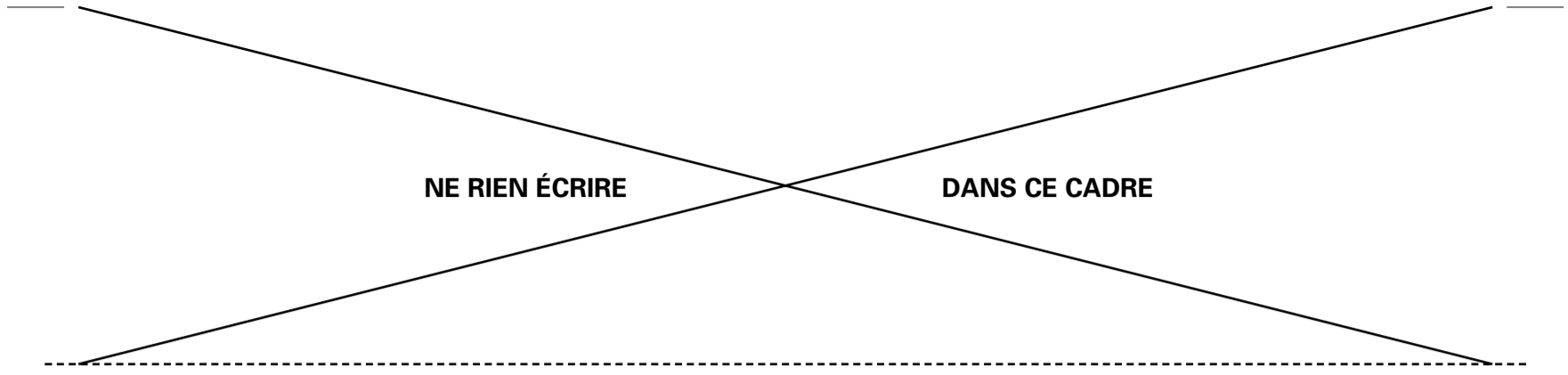
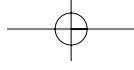
Échantillons	$^{87}\text{Rb} / ^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$
1	0,81	0,70874
2	0,89	0,70881
3	0,89	0,70886
4	0,99	0,70893
5	1,10	0,70914
6	1,13	0,70916
7	1,23	0,70930
8	1,48	0,70969
9	3,15	0,71215

7a. Rapports isotopiques $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ et $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ obtenus pour la granodiorite calco-alcaline de Dinkey Creek, Sierra Nevada, Californie.
(Barbarin et al., 1989)



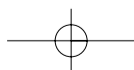
7b. Diagramme isochrone à construire

(J)



NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE



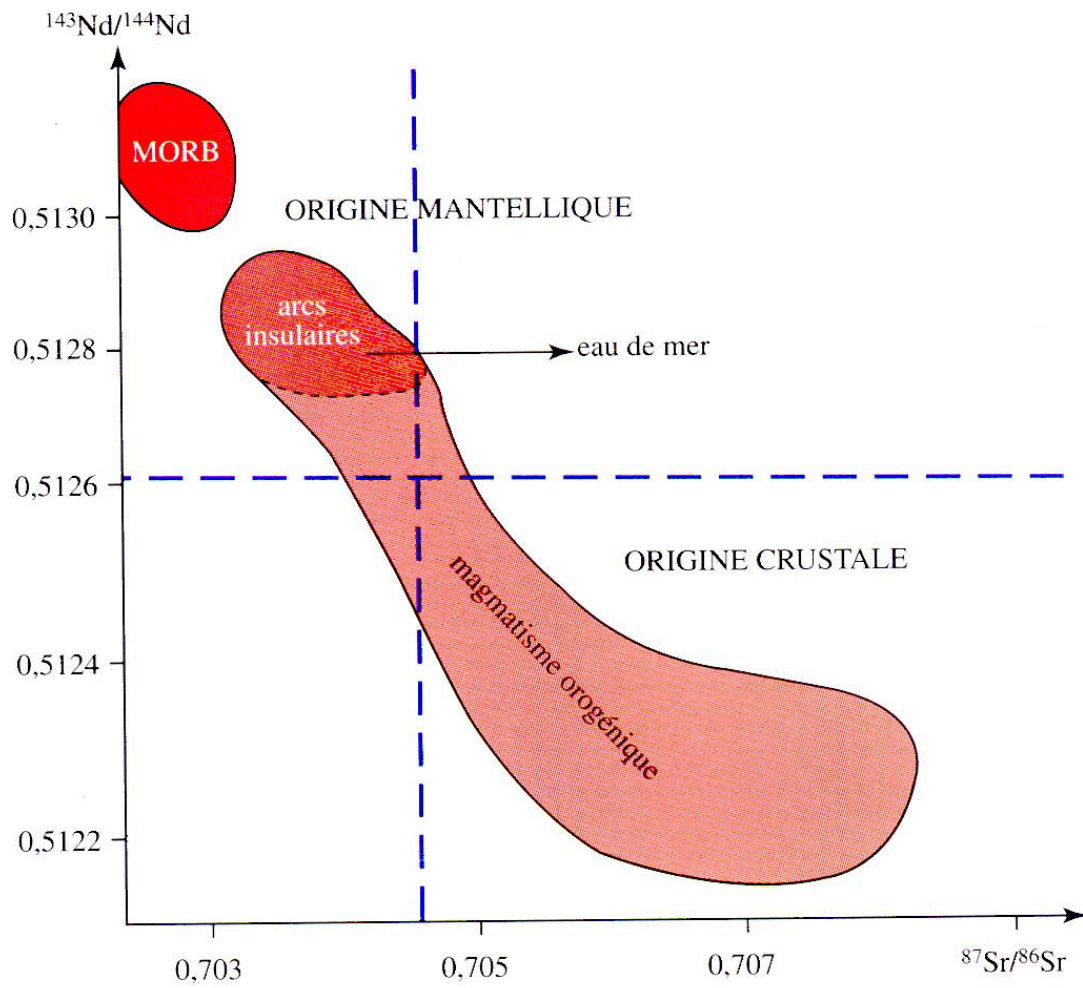
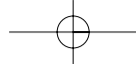
DOCUMENT 8

Diagramme géochimique $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ sur lequel sont reportées les roches magmatiques des zones de subduction (Caron et al., éd. Ophrys, 2003)



NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

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

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

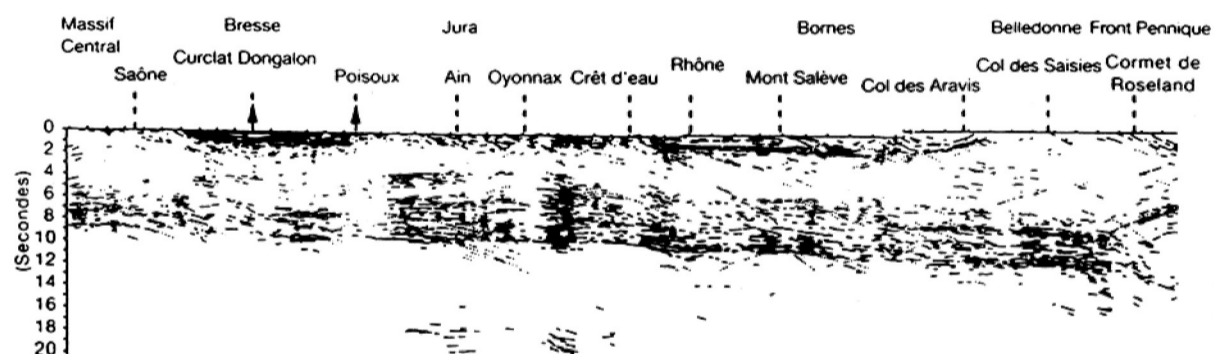
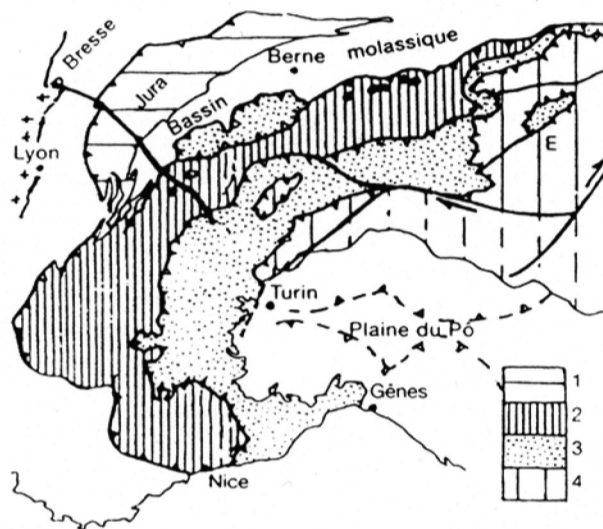
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

5A82-26

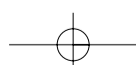
DOCUMENT 9

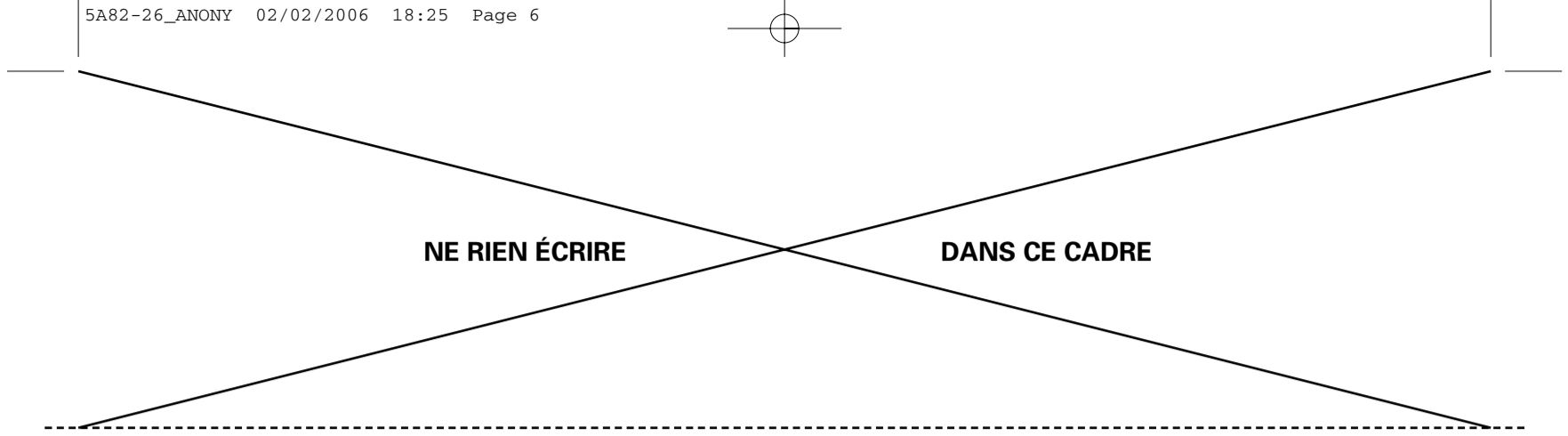
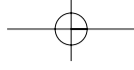


Profil ECORS Est Massif Central – Alpes (Brahic et al., éd. Vuibert, 1999)

L'échelle verticale est donnée en secondes temps double

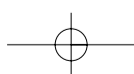
(L)





NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE



DOCUMENT 10



10a. Photographie de roche granitique altérée en boules métriques



10b. Microphotographie d'une lame mince de roche granitique altérée en lumière polarisée analysée (hauteur de la microphotographie : 12 mm).

(cliché P. Chèvremont, B.R.G.M. Orléans)

LA CORRECTION DU SUJET DE GEOLOGIE

Remarques importantes :

- 1- *Le sujet est organisé en huit parties indépendantes et comprend dix documents dont trois (documents 5, 7 et 9) sont à rendre avec la copie.*
- 2- *Seront prises en compte dans la notation : la clarté de la présentation, la précision et la rigueur de l'analyse des documents, les illustrations personnelles, la rigueur des raisonnements et la concision des réponses aux questions.*
- 3- *Certains des documents pourront être joints à la copie si le candidat considère que des annotations en surcharge constituent des éléments appréciables de réponse aux questions. Il devra alors les coller sur la copie.*
- 4- *Si au cours de l'épreuve le candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en indiquant les initiatives qu'il est amené à prendre de ce fait.*
- 5- *Une introduction et une conclusion sont attendues.*

LES ROCHES GRANITIQUES ET L'ÉVOLUTION DE LA CROÛTE CONTINENTALE

Les granites affleurent en grande abondance à la surface des continents. Ils représentent avec les gneiss les principaux constituants de la croûte continentale.

Le sujet proposé permet d'aborder l'étude des granites de la formation des plutons jusqu'à leur érosion. L'unité et la diversité des granites sont également soulignées. L'importance et le rôle des granites dans l'évolution de la croûte continentale sont discutés.

Introduction

Les attentes du jury

Dans une courte introduction, le candidat doit souligner l'abondance des roches granitiques dans la croûte continentale et l'intérêt de les étudier pour mieux comprendre la formation et l'évolution de la croûte continentale.

Là où les roches sédimentaires ou volcaniques sont absentes à la surface des continents, les roches granitiques et les roches métamorphiques affleurent. Les granites sont particulièrement abondants dans les chaînes de montagnes, qu'elles soient anciennes (chaîne cadomienne dans le Massif Armoricaïn, chaîne hercynienne ou varisque dans le Massif Armoricaïn et le Massif Central) ou récentes (Andes, Himalaya). Les observations directes, mais également les approches par des méthodes indirectes (sismique, gravimétrie), montrent que les granites sont quasiment absents de la croûte océanique, du manteau supérieur et des enveloppes plus internes du globe terrestre, alors qu'ils représentent les principaux constituants de la croûte continentale. Ces roches relativement peu étudiées sont indispensables à la compréhension de la genèse, de l'évolution et du recyclage de la croûte continentale.

Au cours de ce sujet, les roches granitiques seront décrites et caractérisées. Ensuite seront également abordés les processus d'intrusion, la datation, l'origine et la genèse des roches granitiques, ainsi que leur altération.

I. Texture et composition minéralogique d'une roche granitique. Enclaves.

Sur le document 1a, une photographie de macroéchantillon et deux microphotographies de lame mince en lumière polarisée non analysée (LPNA) et en lumière polarisée analysée (LPA) du granite de Flamanville sont fournies.

I.1. Déterminer la texture de cette roche. Réaliser un schéma légendé d'une microphotographie où seront identifiés les principaux minéraux. Indiquer pour chaque phase minérale, quels sont les critères qui ont permis de la reconnaître à l'œil nu et au microscope.

Les attentes du jury

Dans cette première partie, il est demandé au candidat de rappeler la texture et les principaux minéraux caractérisant la roche granitique proposée, à partir d'observations, à la fois, de macroéchantillons et de microphotographies d'une lame mince en lumière polarisée non analysée (LPNA) et en lumière polarisée analysée (LPA).

La roche présentée sur le document 1a est relativement claire (par rapport à un basalte), isotrope (pas d'orientation particulière) et holocristalline. Elle est constituée de minéraux qui sont tous distinguables à l'œil nu. La texture est grenue. Il s'agit donc d'une roche magmatique plutonique.

Les microphotographies de la lame mince confirment la texture grenue et montrent la taille millimétrique des différents minéraux.

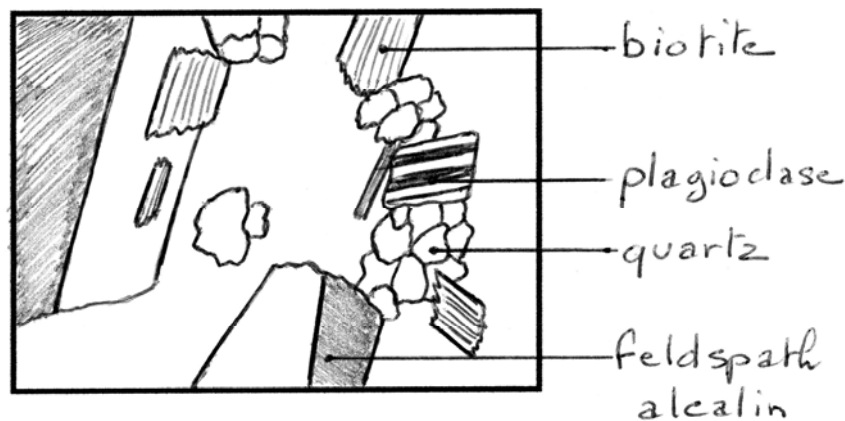


Schéma de la lame mince de granite en LPA

Sur le macroéchantillon, le quartz est translucide, gris et forme des plages aux formes variées. Sur la lame mince, il est incolore, limpide et non altéré en LPNA, blanc à noir en LPA (teintes de polarisation du 1^{er} ordre). Il est xénomorphe et ne présente pas de clivages.

Sur le macroéchantillon, les feldspaths sont laiteux, blancs ou légèrement rosés. Les sections sont plus ou moins rectangulaires. Sur la lame mince, en LPNA, ils sont incolores et

translucides, mais présentent généralement un aspect trouble dû à l'altération. En LPA, ils sont plutôt gris à noirs (teintes de polarisation du 1^{er} ordre). Ils présentent des macles simples ou des macles multiples en code barre. Les macles simples qui peuvent être visibles même sur les macroéchantillons indiquent qu'il s'agit de feldspath alcalin. Les macles multiples ou polysynthétiques uniquement visibles en LPA caractérisent les feldspaths plagioclases.

Sur le macroéchantillon, la biotite forme des empilements de paillettes noires et miroitantes, qui sont facilement détachables à cause de leur clivage parfait. Sur la lame mince, le mica noir est coloré et pléochroïque dans les brun-marron en LPNA. Les clivages fins et réguliers sont bien visibles en LPNA et permettent de montrer que la biotite, comme tous les micas, a une extinction droite en LPA. Les teintes de polarisation de la biotite (teintes vives du 2^e ordre) sont masquées par les teintes propres du minéral.

Les prestations des candidats

Les réponses des candidats montrent une grande méconnaissance de la texture et de la minéralogie des roches granitiques pourtant si abondantes à la surface de la Terre. Si la texture grenue fut souvent déterminée, sa signification n'a été que rarement discutée.

Les quartz et biotites sont en général bien déterminés. Les feldspaths ont posé plus de difficultés. Il est assez surprenant qu'un très grand nombre de candidats ait décrit le grand feldspath alcalin, bien caractéristique avec sa macle simple, qui occupe le côté gauche de la microphotographie, comme un plagioclase. Certains candidats n'ont pas hésité à découvrir dans les granites étudiés des amphiboles, des pyroxènes et même des olivines hypothétiques.

Le document 1b contient également les photographies de deux enclaves présentes dans le granite de Flamanville.

I.2. Décrire et identifier ces deux types d'enclaves. Proposer une origine pour chacune d'elles.

Les attentes du jury

Les enclaves sont de plusieurs types et ont des origines variées. Leur étude renseigne sur la nature de l'encaissant du pluton ou sur des processus magmatiques.

La première enclave présente une forme anguleuse, des contacts francs avec l'encaissant granitique, et une texture orientée de roche métamorphique. Cette enclave est un xénolite : elle représente un fragment de roche solide arraché au substratum par le magma granitique lors de son intrusion. Il s'agit d'un fragment soit de roche métamorphique, soit de roche sédimentaire qui a été métamorphisée au contact du magma granitique chaud.

La deuxième enclave présente une forme arrondie, des contacts également francs avec l'encaissant, mais des contours plus irréguliers, et une texture grenue de roche magmatique. Cette enclave est une enclave magmatique (ou 'microgrenue') sombre qui a été incorporée sous la forme d'une boule de magma sombre dans le magma granitique. Les enclaves magmatiques sombres sont formées par mélange du magma granitique avec un magma plus sombre, dont la composition chimique proche d'un basalte indique une origine probablement mantellique.

Les prestations des candidats

La grande majorité des candidats ne se sont jamais posé de questions sur les enclaves, pourtant présentes dans la plupart des plutons granitiques. Des propositions étonnantes ont été faites, du morceau d'os ou de bois fossile au monocristal géant de disthène ou d'andalousite.

II. Intrusion d'un pluton granitique.

Un extrait de la carte géologique au 1/50 000 de Cherbourg est fourni sur le document 2.

II.1. Rappeler l'origine et les conditions de transformation des roches qui constituent une couronne irrégulière autour du pluton de Flamanville.

Les attentes du jury

Les candidats devaient identifier la présence d'une auréole de métamorphisme de contact autour d'un des plutons les plus connus en France, le pluton de Flamanville.

Les roches qui forment une couronne irrégulière de quelques centaines de mètres d'épaisseur autour du pluton sont des roches métamorphiques de type cornéenne ou schiste tacheté. Cette couronne présente un contact franc avec le granite de Flamanville et des contacts plus progressifs avec les roches sédimentaires paléozoïques. Ces roches sont obtenues par métamorphisme de contact (métamorphisme HT/BP) : l'intrusion du magma granitique chaud a produit la transformation à l'état solide par augmentation de température des roches sédimentaires du substratum préexistant. La transformation est particulièrement importante au contact du granite et devient progressivement moins importante au fur et à mesure que l'on s'en éloigne. L'auréole de métamorphisme de contact, qui apparaît sous la forme d'une couronne sur la carte, enveloppe l'ensemble du pluton. La présence ou l'absence d'une auréole, son épaisseur dépendent de la nature des roches encaissantes et de la différence de température entre magma granitique et roches encaissantes.

Les prestations des candidats

La majorité des candidats a identifié l'auréole de métamorphisme de contact. Mais de nombreuses réponses sont imprécises, ne mentionnant pas la nature des roches initiales ou leur âge. Certains ont cependant considéré que les roches métamorphiques sont issues du métamorphisme régional qui va donner le granite, ou résultent de la « fusion » de l'encaissant au contact du pluton. Les roches et minéraux caractéristiques des auréoles ne sont que trop rarement évoqués.

Une carte de la profondeur du contact entre le granite de Flamanville et son encaissant est fournie sur le document 3a, et des coupes interprétatives du pluton de Flamanville sont aussi proposées sur le document 3b.

II.2. Ces données ont été obtenues par l'étude gravimétrique du pluton et de son encaissant. Rappeler brièvement (en une page maximum) les principes de l'étude gravimétrique.

Les attentes du jury

La gravimétrie étudie l'intensité de la pesanteur et ses variations à la surface du globe. En gravimétrie, le poids P d'une masse m est mesuré avec précision. La relation $P = mg$

permet de calculer l'accélération de la pesanteur g . Le résultat est exprimé en milligal, avec $1 \text{ mgal} = 10^{-5} \text{ m/s}^2$.

Les corrections consistent à ramener la mesure en un point situé sur une surface plane d'altitude constante et débarrassée de la force centrifuge, due à la rotation de la Terre, et de l'attraction des corps célestes autres que la Terre (Lune et Soleil). Une fois les corrections luni-solaires, de latitude, d'altitude et de relief appliquées, le document de base obtenu est appelé carte d'anomalie de Bouguer.

La valeur d'une anomalie de Bouguer en un point est la résultante de l'action des corps légers qui diminuent g (anomalie négative) et des corps lourds qui augmentent g (anomalie positive). Sur la carte des anomalies de Bouguer, un corps plus dense ou moins dense que l'encaissant pourra être distingué. Plus ce corps est près de la surface, plus sa reconnaissance sera aisée.

Les anomalies gravimétriques ont pour origine la racine d'une chaîne de montagnes, des horsts ou des grabens dans le socle d'un bassin sédimentaire, des structures sédimentaires, un diapir de sel, une faille, et bien entendu, un pluton dans son encaissant plus ou moins sédimentaire.

Les prestations des candidats

Cet outil géophysique n'est absolument pas maîtrisé par les candidats qui, pour la grande majorité, n'en connaissent ni le principe, ni l'utilisation. De nombreux candidats ont même fait intervenir les ondes sismiques.

Il est important de rappeler ici que les candidats doivent connaître les différentes techniques d'étude de la Terre aux différentes échelles.

II.3. Deux hypothèses sont actuellement proposées pour expliquer le transfert du magma granitique et la formation d'un pluton. Après avoir rappelé ces deux hypothèses, préciser quelle est celle qui est favorisée par les données obtenues dans le cas du pluton de Flamanville.

Les attentes du jury

Les plutons granitiques se forment à l'intérieur de la croûte continentale. Deux hypothèses sont actuellement proposées pour expliquer la formation des plutons.

Pendant longtemps, par analogie avec la dynamique des dômes de sel, les plutons granitiques, et en particulier ceux qui ont une forme cartographique assez arrondie comme celui de Flamanville, ont été considérés comme des bulles de magma. Ces corps se seraient détachés de leur zone de formation suite à une instabilité gravitaire (densité du magma granitique plus faible que celles des formations environnantes) et traversent ainsi une partie de la croûte continentale avant de se bloquer à une certaine profondeur lorsque la cristallisation est trop avancée, pour donner un pluton en forme de goutte d'eau inversée. Cet ensemble de processus est appelé diapirisme. Les plutons granitiques forment des diapirs comme les dômes de sel. La remontée en direction de la surface d'une bulle de magma induit des déformations en cisaillement simple des roches encaissantes, marquées par des linéations verticales.

Dans les dernières années, de nouvelles données, et en particulier l'observation de déformations de type aplatissement simple aussi bien à l'intérieur du pluton que dans les roches encaissantes, ont permis de proposer un nouveau modèle pour la mise en place des plutons granitiques. Ce nouveau modèle limite le diapirisme à la partie ductile de la croûte. Dans la croûte cassante, le magma progresse en direction de la surface dans des fractures qui servent de conduits d'alimentation. Lorsque ces fractures s'arrêtent, le magma s'accumule et s'étale latéralement pour donner des plutons qui ont des formes de lentilles. Ce modèle de formation du pluton est appelé « *ballooning* » car le pluton gonfle et repousse latéralement les roches encaissantes (déformation par aplatissement à la fois de la roche granitique et des roches encaissantes).

Dans le cas du pluton de Flamanville, la déformation des roches sédimentaires encaissantes n'est pas de type cisaillement, mais plutôt de type aplatissement. Les filons d'aplite les plus précoces sont ainsi plissés et témoignent du gonflement du pluton. La forme lenticulaire du pluton, montrée par la gravimétrie, favorise le modèle du 'ballooning'.

Les prestations des candidats

Plus de la moitié des candidats ont confondu 'transfert des magmas granitiques et formation des plutons' avec 'origine des magmas granitiques', ce qui était l'objet de la partie V. Ils ont ainsi développé dans cette partie les différentes hypothèses proposées pour l'origine des magmas granitiques.

Il est donc utile de rappeler ici la nécessité de lire l'ensemble des questions d'un sujet pour répartir les réponses de la façon la plus adéquate en fonction des questions posées.

Quelques rares candidats ont mentionné le diapirisme. Le modèle avec transfert des magmas dans les filons et gonflement *in situ* des plutons dans la croûte continentale (cas du granite de Flamanville) semble totalement inconnu des candidats.

III. Typologie des roches granitiques, séries magmatiques.

Les compositions modales et chimiques de roches granitiques provenant de différents contextes géodynamiques sont fournies sur le document 4.

III.1. A l'aide du diagramme QAP du document 5, positionner ces trois échantillons et en déduire le nom complet de chacune des roches étudiées.

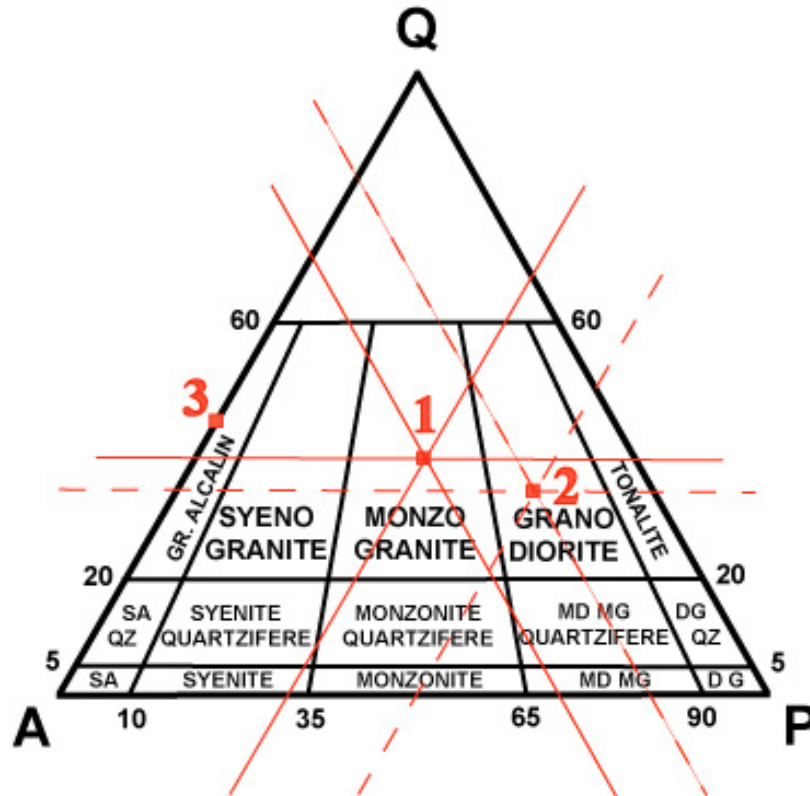
Les attentes du jury

Ces exercices permettent avant tout de vérifier que les candidats savent faire des reports dans les diagrammes ternaires et utiliser ces derniers pour préciser les noms des roches granitiques et leur appartenance aux séries magmatiques.

Avant de reporter les compositions modales des trois roches dans le diagramme QAP, il est nécessaire de ramener la somme des 3 principaux constituants (quartz [Q], feldspath alcalin [A] et plagioclase [P]) à 100 %. Les valeurs suivantes sont obtenues :

Roche 1 Roche 2 Roche 3

Q	38	33	43
A	31	17	57
P	31	50	0
Total	100	100	100



Le report des points sur le diagramme QAP montre que la roche 1 qui provient du Massif Central est un monzogranite à muscovite et biotite, que la roche 2 qui provient de la Sierra Nevada est une granodiorite à biotite et amphibole, que la roche 3 qui provient de Corse est un granite alcalin à amphibole calco-sodique et à biotite.

III.2. A l'aide du diagramme QAP modifié par Jean Lameyre (1980) du document 6, préciser à quelle série magmatique de référence peut s'apparenter (ou être liée) chacune des roches étudiées.

Le monzogranite du Massif Central appartient soit à l'ensemble des granites alumineux, soit à des termes différenciés d'une série magmatique calco-alcaline. L'abondance de la muscovite et l'absence d'amphibole indiqueraient plutôt une appartenance à l'ensemble des granites alumineux.

La granodiorite de la Sierra Nevada appartient à une série calco-alcaline. Le granite alcalin de Corse appartient à une série alcaline saturée en silice.

Les prestations des candidats

Même si les trois quarts des candidats ne savent pas utiliser un diagramme ternaire, les valeurs ont été choisies de telle façon qu'ils puissent poursuivre l'exercice et trouver tout de

même les noms des roches et les séries magmatiques auxquelles elles appartiennent. Certains candidats n'ont cependant pas hésité à associer des granites à des séries tholéitiques.

Les calculs que nécessite cet exercice sont simples et réalisables sans calculatrice.

III.3. Indiquer les caractéristiques minéralogiques et chimiques de chacune des roches granitiques étudiées.

Les attentes du jury

Les candidats ne devaient pas seulement extraire les caractéristiques minéralogiques et chimiques les plus importantes des roches granitiques étudiées, mais également relier « composition chimique » et « abondance de certains minéraux ».

Le monzogranite se caractérise par sa grande richesse en muscovite. Il est pauvre en Fe et Mg (peu de minéraux colorés comme la biotite), en CaO et contient en revanche beaucoup d'alcalins (K₂O et Na₂O).

La granodiorite est très riche en plagioclase, en biotite et en amphibole calcique. Cela se traduit dans sa composition chimique par une grande richesse en Fe et Mg (abondance des minéraux colorés) et par une richesse en CaO (abondance du plagioclase calco-sodique et de l'amphibole calcique).

Le granite alcalin ne contient pas de plagioclase, mais du feldspath alcalin soit sous forme de perthite, soit sous forme d'albite. Il se caractérise également par la présence d'amphibole calco-sodique. Tous ces minéraux reflètent la très grande richesse en alcalins. La quasi-absence de MgO témoigne du caractère extrêmement différencié de cette roche.

Les prestations des candidats

La plupart des candidats ont résumé, sans rigueur ni discernement, les caractéristiques chimiques et l'abondance des minéraux. La trop fréquente méconnaissance de la chimie des minéraux n'a pas permis aux candidats de relier 'compositions chimiques' et 'compositions minéralogiques'. Il n'est pas demandé aux candidats de connaître parfaitement les formules chimiques de tous les minéraux, mais ils doivent au moins savoir la nature des principaux éléments chimiques présents dans les minéraux les plus courants pour pouvoir étudier les roches sous leurs trois aspects : pétrographique, minéralogique et chimique.

Les candidats n'ont pas su non plus souligner les minéraux symptomatiques et les caractéristiques chimiques de chaque type de roches granitiques.

IV. Age et origine des roches granitiques.

Les résultats de l'étude des teneurs en Rb et Sr de 9 échantillons d'une granodiorite calco-alcaline de la Sierra Nevada, Californie, sont fournis sur le document 7a.

IV.1. Rappeler brièvement comment chaque rapport isotopique a été obtenu et montrer que pour un minéral donné ou une roche donnée, la relation suivante peut-être établie :

$$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}) = (^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{\text{initial}} + (^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr})(e^{\lambda t} - 1)$$

avec λ = constante de désintégration radioactive et t = temps

Les attentes du jury

Les méthodes de radiochronologie sont utilisées de façon commune pour dater les roches granitiques. Après un bref rappel des principes de cette datation, il est demandé aux candidats de construire un diagramme isochrone et de calculer un âge à partir d'une formule simplifiée. Des calculs simples devaient être réalisés : pente de la droite isochrone, évaluation de l'âge, soit au total deux différences et deux divisions approchées... Il est important en Sciences de la Terre de savoir réaliser des calculs simples pour évaluer des ordres de grandeurs.

Les isotopes sont des éléments chimiques qui possèdent le même nombre de protons: ils ont donc le même numéro atomique et occupent la même case de la classification périodique des éléments de Mendeleiev. En revanche, ils n'ont pas le même nombre de neutrons: ils ont donc des masses atomiques différentes.

Le spectromètre de masse permet de séparer les isotopes d'un même élément. Il permet ainsi de mesurer avec précision les proportions et les rapports de concentration des différents isotopes. L'élément purifié avec différents isotopes est déposé sur un filament de tungstène qui est placé dans un tube à vide. Il est ensuite ionisé par chauffage sous haute tension. Les ions sont accélérés par une forte différence de potentiel électrique. Un gros électroaimant produit un champ magnétique qui permet de dévier les ions selon leur masse, et ainsi de les séparer. A l'autre extrémité du tube, des collecteurs permettent de mesurer les rapports de concentration des différents isotopes.

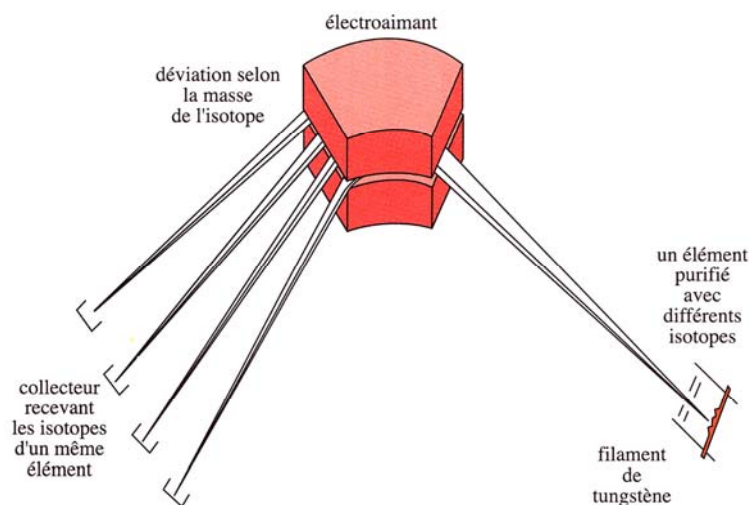


Schéma d'un spectromètre de masse (Caron *et al.*, 2003)

Les isotopes radioactifs de certains éléments (Rb, U, Sm, ...) sont utilisés en géologie pour déterminer l'âge des roches car leur noyau instable se désintègre progressivement au cours du temps pour donner un isotope fils appelé radiogénique.

Le système Rb-Sr est un des chronomètres géologiques. L'isotope ^{87}Rb se désintègre pour donner du $^{87}\text{Sr}^*$ radiogénique qui lui est stable. Ainsi, parmi les trois isotopes du strontium (^{86}Sr , ^{87}Sr , ^{88}Sr), le ^{87}Sr contenu actuellement dans la roche a deux origines : une première partie correspond au ^{87}Sr incorporé au moment de la formation de la roche et une seconde partie au $^{87}\text{Sr}^*$ radiogénique issu de la désintégration du ^{87}Rb au cours du temps. Plus la roche est vieille, plus la quantité de $^{87}\text{Sr}^*$ radiogénique est grande.

Au temps t , la quantité de ^{87}Sr résultant de la désintégration de ^{87}Rb est $^{87}\text{Sr}_t = ^{87}\text{Rb}_t (e^{\lambda t} - 1)$. La quantité de ^{87}Sr mesurée dans la roche est égale à : $^{87}\text{Sr}_{\text{total}} = ^{87}\text{Sr}_{t=0} + ^{87}\text{Sr}_t$ d'où l'on peut tirer $^{87}\text{Sr}_{\text{total}} = ^{87}\text{Sr}_{t=0} + ^{87}\text{Rb}_t (e^{\lambda t} - 1)$. En divisant par ^{86}Sr stable, on obtient : $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}) = (^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{\text{initial}} + (^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr})(e^{\lambda t} - 1)$. La relation est l'équation d'une droite de pente $(e^{\lambda t} - 1)$.

Dans la relation qui permet de calculer l'âge, les rapports $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ et $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ sont obtenus par mesure au spectromètre de masse. Le rapport $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{\text{initial}}$ est défini graphiquement.

IV.2. A l'aide du papier millimétré fourni (doc. 7b), tracer l'isochrone correspondante dans un diagramme $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = f(^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr})$. Calculer l'âge de la granodiorite. Vous utiliserez l'approximation $e^{\lambda t} - 1 \approx \lambda t$ et $\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ a}^{-1}$.

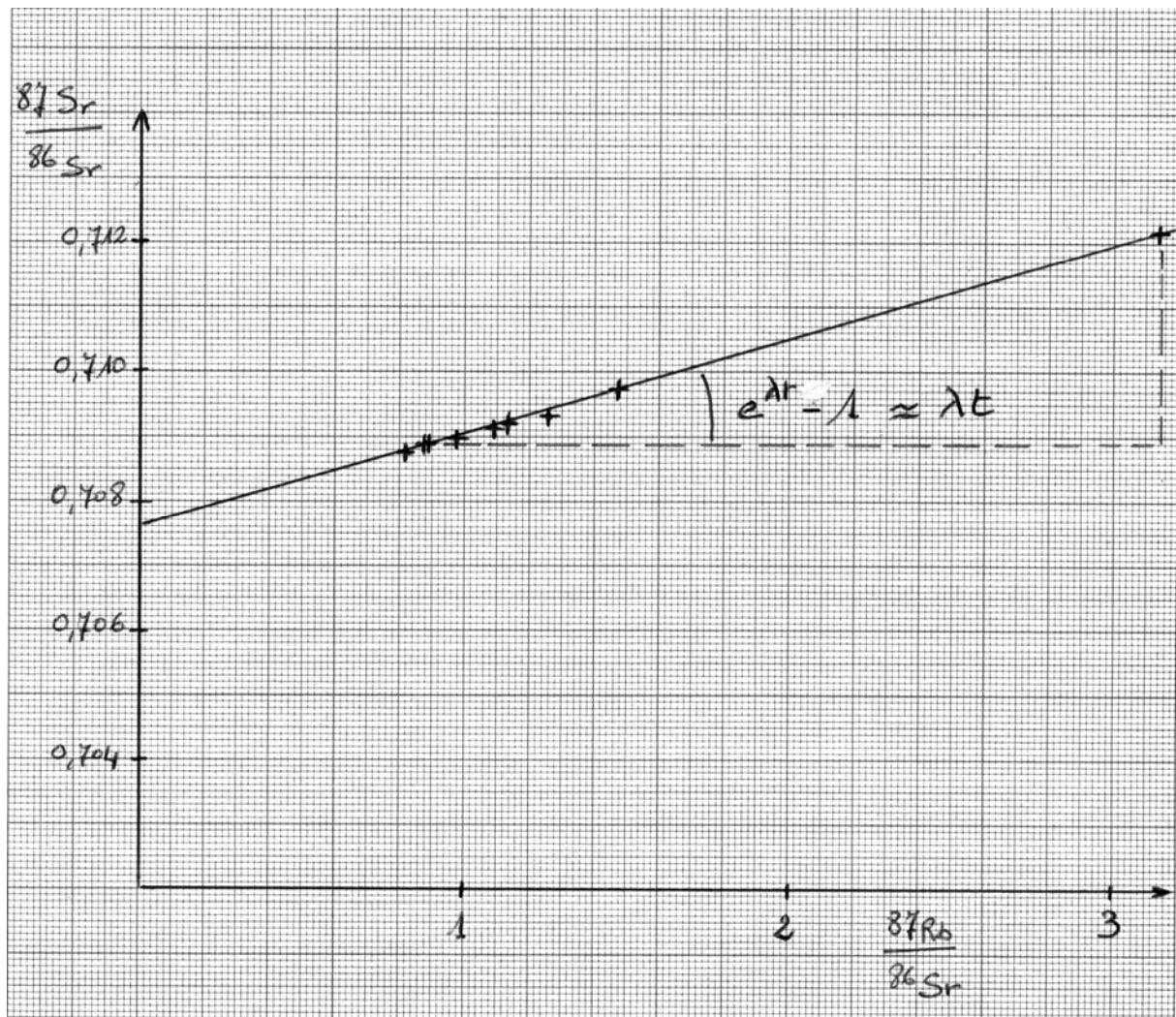


Diagramme isochrone obtenu pour la granodiorite de Dinkey Creek

Les échantillons sont parfaitement alignés selon une droite appelée isochrone. L'âge de la granodiorite est donné par la pente λt de cette droite. A partir des rapports isotopiques obtenus, par exemple, pour les échantillons 2 et 9, il est possible de calculer λt :

$$\lambda t = (0,71215 - 0,70881) / (3,15 - 0,89) = 0,00334 / 2,26 = 1,48 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{avec } \lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ a}^{-1}, t = 104 \text{ Ma}$$

La granodiorite est âgée de 104 Ma : elle est bien du Crétacé comme cela est précisé sur le document 4.

Les prestations des candidats

Les candidats ne maîtrisent pas les méthodes basées sur la radioactivité naturelle et ne connaissent pas les équations de la désintégration radioactive pour le strontium. Alors que la question était posée, seul un nombre très réduit de candidats a présenté la technique du spectromètre de masse et définit les isotopes.

Rares sont les candidats capables, à la fois, de construire un diagramme binaire avec une échelle pertinente et d'y tracer une droite passant par des points. Si la signification de cette

droite est quelquefois connue, son rapport avec l'équation fondamentale de la radioactivité donne lieu le plus souvent à des développements mathématiques hasardeux, révélateurs de la non-compréhension de la méthode de datation absolue.

Le calcul de l'âge montre l'incapacité de plus de 90 % des candidats à réaliser des calculs simples. Le plus inadmissible est qu'ils n'hésitent pas à proposer, sans aucun commentaire, des âges de 100 milliards d'années ou de 10^{-14} année, pour un granite dont l'âge crétacé était indiqué (document 4).

IV.3. Le diagramme isochrone permet également de définir graphiquement le rapport isotopique initial de la granodiorite. Après avoir expliqué pourquoi ce rapport isotopique initial est qualifié de signature isotopique lors d'un événement magmatique, montrez comment ce rapport isotopique peut renseigner sur l'origine de la granodiorite.

Les attentes du jury

La géochimie isotopique permet de retrouver les origines des roches magmatiques (rapports isotopiques initiaux). Les candidats ont à discuter de ces outils avant de déterminer les origines des différentes roches granitiques étudiées.

Un magma est obtenu par fusion partielle d'une roche. La cristallisation fractionnée du même magma permet d'obtenir de nouvelles roches. Si ces deux processus se produisent en système clos, le rapport isotopique initial des roches obtenues par cristallisation fractionnée est le même que le rapport isotopique initial de la roche qui a subi la fusion partielle : il y a absence de fractionnement isotopique. Le rapport isotopique initial est qualifié de signature isotopique car il n'est pas modifié par la fusion partielle et la cristallisation fractionnée.

Ainsi, le rapport isotopique initial de la granodiorite sera le même que celui de la roche à l'origine du magma qui a donné la granodiorite si la fusion partielle et la cristallisation fractionnée se sont produits en système clos.

IV.4. A l'aide du diagramme de géochimie isotopique fourni sur le document 8, discuter des différentes origines possibles des magmas granitiques. Associer chacune de ces origines aux trois types de roches granitiques du document 4. Réaliser un tableau synthétique où sont résumés les caractéristiques pétrographiques, minéralogiques et chimiques, le contexte géodynamique et l'origine de chacune des roches granitiques étudiées.

Sur ce diagramme où sont reportés les rapports isotopiques initiaux $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ et $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, les deux lignes en pointillés représentent les rapports isotopiques initiaux de chondrites; leur intersection donne la composition isotopique moyenne de la Terre. Les roches d'origine mantellique sont caractérisées par un faible rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ et un fort rapport $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (comme les MORB ou basaltes des rides médioocéaniques). En revanche, les roches d'origine crustale (croûte continentale) sont caractérisées par un fort rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ et un faible rapport $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$. Sur un tel diagramme, les rapports isotopiques initiaux de roches granitiques s'étalent de façon presque continue d'un pôle franchement mantellique à un pôle franchement crustal. Les roches granitiques peuvent donc avoir une origine franchement mantellique, une origine franchement crustale ou une origine mixte, c'est-à-dire

qu'elles peuvent provenir de mélange de magmas produits par la fusion de roches du manteau d'une part, et de la croûte continentale d'autre part.

Par analogie avec les roches volcaniques et en tenant compte des compositions minéralogiques et chimiques des trois roches granitiques étudiées, il est possible de proposer :

- une origine mantellique pour le granite alcalin riche en perthites de Corse centrale ;
- une origine crustale pour le monzogranite alumineux riche en muscovite du Massif Central ;
- une origine mixte, à la fois mantellique et crustale pour la granodiorite à amphibole calcique de la Sierra Nevada.

À partir de toutes les données obtenues, il est alors possible de résumer les caractéristiques pétrographiques, minéralogiques et chimiques, le contexte géodynamique et l'origine de chacune des trois roches granitiques dans le tableau suivant :

	MASSIF CENTRAL (Hermitage)	SIERRA NEVADA (Dinkey Creek)	CORSE CENTRALE (Tolla)
Caractères pétrographiques et minéralogiques	monzogranite riche en muscovite	granodiorite riche en biotite et amphibole	granite alcalin riche en perthites
Type magmatisme	alumineux	calco-alcalin	alcalin
Contexte géodynamique	collision	subduction	divergence
Origine	crustale	mixte	mantellique

Les prestations des candidats

La majorité des candidats ne sait pas ce qu'est une signature isotopique. De plus, un candidat sur deux confond les notions d'isotopes et de signature isotopique avec les caractères compatibles et incompatibles des éléments chimiques. Toutes ces notions de géochimie ne sont absolument pas maîtrisées et le plus souvent amalgamées dans de longs paragraphes incompréhensibles.

Les rares candidats qui ont réalisé correctement le tableau synthétique ont pu montrer de façon simple que la diversité des roches granitiques est étroitement liée aux trois origines possibles et à des contextes géodynamiques bien distincts.

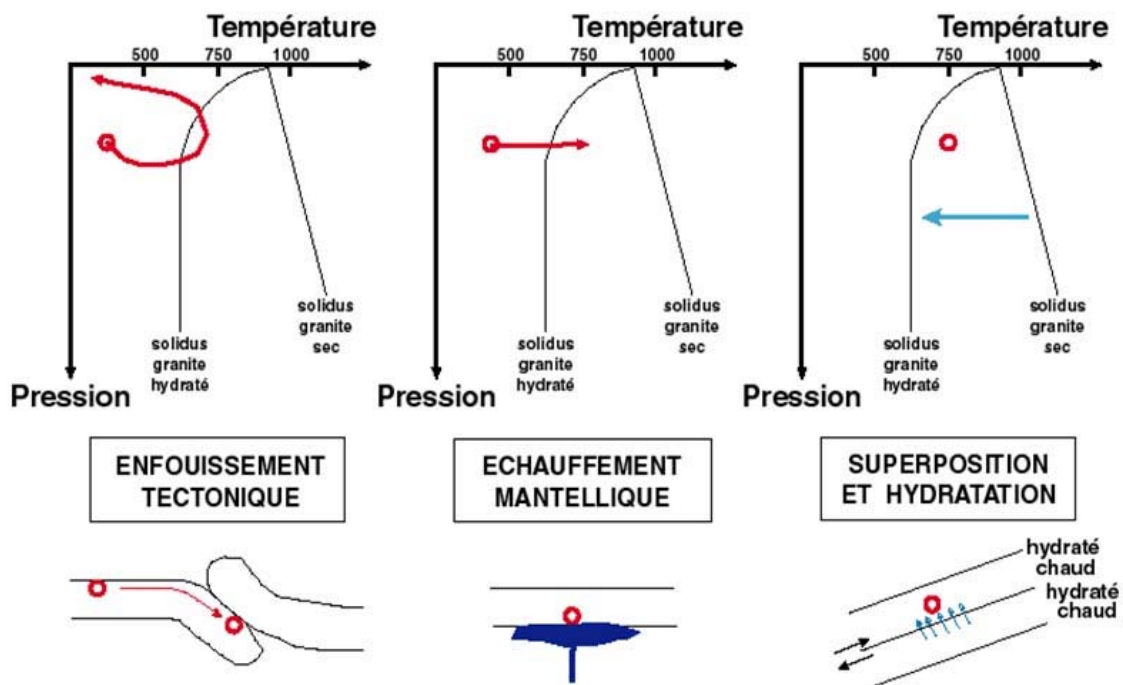
V. Anatexie crustale et genèse des roches granitiques.

L'anatexie crustale participe à la genèse des roches granitiques et au recyclage de la croûte continentale. Dans les zones de convergence, l'anatexie crustale se produit selon trois principales circonstances.

En vous basant sur des exemples réels, replacés dans des contextes géodynamiques précis, présenter, pour chacune de ces trois circonstances, les modalités de l'anatexie crustale et les caractéristiques chimiques des roches granitiques produites. Votre réponse devra s'appuyer sur des diagrammes P-T et des coupes schématiques.

Les attentes du jury

Dans cette partie, les candidats devaient montrer qu'ils sont familiers avec la notion d'anatexie crustale et qu'ils connaissent les différents cas dans lesquels il est possible de fondre des roches de la croûte continentale.



Les principales modalités de l'anatexie crustale (Caron *et al.*, 2003, simplifié)

En partie comme pour la fusion partielle des roches du manteau supérieur, l'anatexie crustale ou fusion partielle des roches de la croûte continentale se produit soit par augmentation de la température uniquement, soit par augmentation à la fois de la température et de la pression, soit par une forte hydratation, soit plus exceptionnellement par décompression adiabatique. La principale différence avec le manteau supérieur concerne les variations de ces paramètres par rapport au solidus hydraté et non au solidus sec, la croûte continentale étant globalement plus hydratée que le manteau supérieur.

Dans le cas de la chaîne hercynienne ou varisque du Massif Central, ou de chaînes de montagnes plus récentes, l'enfouissement tectonique (sous-charriage) suite à une collision continentale se traduit par une augmentation à la fois de la pression et de la température (métamorphisme de pression et de température intermédiaires). Si le trajet PTt de la roche

crustale recoupe le solidus hydraté, l'anatexie crustale intervient et de grandes masses de granites alumineux (comme le granite de Guéret ou le granite de la Margeride) sont produites.

Dans le cas de la Sierra Nevada en Californie, comme pour tous les grands batholites granitiques des marges continentales actives, l'accumulation de magmas mantelliques sous la croûte continentale (sous placage crustal) provoque l'échauffement et l'anatexie de la base de la croûte continentale. Dans ce cas, les magmas crustaux produits se mélangent aux magmas mantelliques qui sont la cause de leur genèse, pour donner les granodiorites calco-alcalines. Ce type d'anatexie crustale par augmentation de la température peut également se produire lorsque d'importants volumes de magmas mantelliques sont injectés à l'intérieur même de la croûte continentale, ou lors de la formation de dômes thermiques (dômes gneissiques produits par un métamorphisme de haute température et basse pression) dans les chaînes de collision.

Dans le cas de la chaîne hercynienne (ou varisque) du Massif Central, et de façon beaucoup plus spectaculaire dans le Haut Himalaya, le charriage et l'empilement de plusieurs portions de croûte continentale se traduit par la mise en contact de la base chaude d'une portion de croûte continentale et de la surface hydratée d'une autre portion de croûte continentale au niveau des grands plans de chevauchement. Toutes les conditions sont ainsi réunies pour provoquer une anatexie crustale et produire de grands volumes de granites alumineux à deux micas (leucogranites) comme ceux du Haut Himalaya ou ceux du Limousin dans le Massif Central.

Dans le cas de la chaîne hercynienne ou varisque, postérieurement à l'épaississement, la racine crustale est portée à des températures supérieures à 800°C en fin d'histoire orogénique. Dans ces conditions thermiques extrêmes, la racine orogénique perd sa résistance et s'étale. La chaîne s'effondre : dans la croûte supérieure des bassins intra-continentaux (par exemple stéphaniens) s'ouvrent sur des failles normales, alors que la croûte inférieure flue latéralement et fond. La décompression adiabatique de la croûte génère une anatexie crustale produisant des dômes granitiques et migmatitiques (cas du dôme du Velay ou de la zone axiale de la Montagne Noire au sud du Massif Central).

Les prestations des candidats

Les notions de fusion partielle de la croûte continentale ne sont pas connues de la plupart des candidats et cette partie est une des moins bien traitées du devoir. Beaucoup de candidats n'ont d'ailleurs pas compris la question et ont traité de la fusion partielle du manteau. Ces erreurs soulignent une nouvelle fois, la nécessité d'une lecture attentive des questions posées, par les candidats.

La plupart des candidats confondent les échelles des processus et expliquent des processus d'échelle crustale avec des processus mantelliques. Ainsi, pour certains, les magmas granitiques sont issus de la couche D'' !

VI. Place des roches granitiques dans la croûte continentale.

Un profil ECORS est fourni sur le document 9.

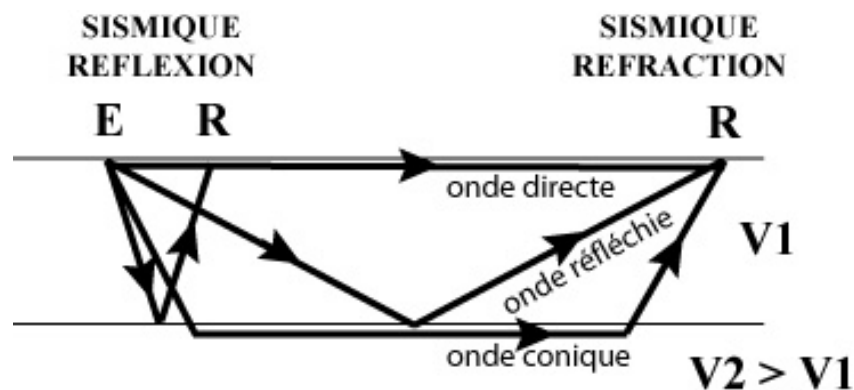
VI.1. Rappeler brièvement (une page maximum) ce qu'est un profil ECORS et les principes des outils géophysiques qui sont mis en œuvre pour l'obtenir.

Les attentes du jury

Après avoir rappelé les principes des méthodes sismiques et la façon dont ils sont mis en œuvre, les candidats devaient montrer qu'ils savent lire et interpréter un profil ECORS.

Ils devaient en outre distinguer sur ce profil les différentes parties de la croûte continentale et en préciser les constituants.

ECORS signifie « Etude de la Croûte Continentale et Océanique par Réflexion et Réfraction Sismique ». Les deux principales méthodes mises en œuvre pour obtenir des profils ECORS sont la sismique réflexion et la sismique réfraction.



Le principe de la réflexion et de la réfraction sismiques

Ces méthodes sismiques visent à obtenir des informations sur les structures profondes en utilisant des ondes sismiques provoquées. Des ondes élastiques émises depuis la surface (explosion ou vibration) sont réfractées ou réfléchies de manière plus ou moins intense en fonction des contrastes de densité (ou impédance acoustique), de porosité ou de contenu en fluides des roches rencontrées en profondeur. Les signaux réfléchis ou réfractés sont ensuite recueillis en surface par des séries de récepteurs en lignes (géophones). Dans le cas de la sismique réflexion, la profondeur des structures est calculée à partir de la vitesse de propagation des ondes dans le milieu traversé et du temps de parcours source - récepteur (temps en seconde temps double). Les réflecteurs qui apparaissent en noir sur les enregistrements correspondent à des zones de forte réflexion (roche à forte impédance acoustique, limite entre deux types de roches contrastées, ou encore discontinuités sédimentaires).

VI.2. Interpréter et annoter le profil ECORS qui devra être rendu avec votre copie. Outre les principaux accidents tectoniques, préciser les trois différentes parties de la croûte continentale, les limites entre ces parties et la limite inférieure de la croûte continentale.

Ce profil ECORS part de la bordure orientale du Massif Central, traverse le bassin de la Bresse, le Jura, le bassin molassique suisse et toutes les Alpes externes avant de se terminer dans les Alpes internes un peu à l'Est du Front Pennique.



Profil ECORS interprété

La discontinuité de Mohorovicic (ou Moho) sépare par une limite franche, la croûte continentale riche en réflecteurs du manteau supérieur pratiquement dépourvu de réflecteurs.

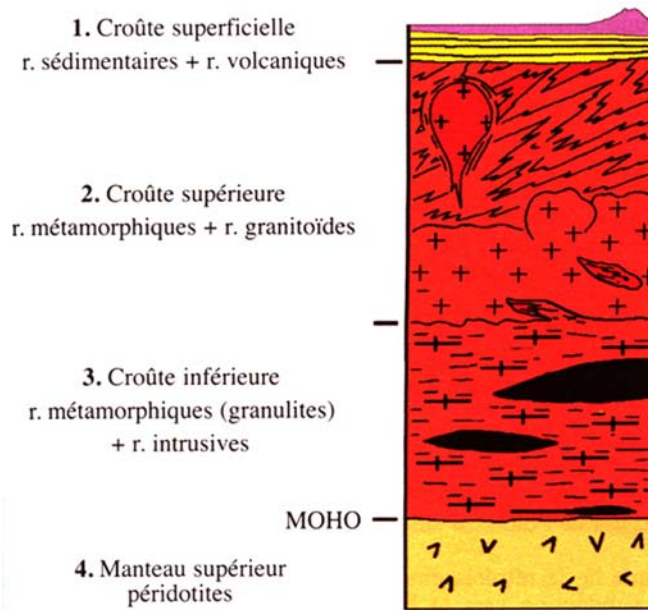
Au sein même de la croûte continentale, trois parties peuvent être distinguées :

- la croûte superficielle extrêmement riche en réflecteurs, présente au niveau de la Bresse, du Jura et des Bornes, mais absente au niveau du Massif Central et de Belledonne ;
- la croûte inférieure également très riche en réflecteurs ;
- la croûte supérieure située entre les deux croûtes précédentes est, comme le manteau supérieur, très pauvre en réflecteurs.

La présence de réflecteurs obliques, et indirectement, l'interruption brutale de réflecteurs horizontaux indiquent la présence des failles les plus importantes.

VI.3. Préciser les principales roches qui constituent chacune de ces trois parties. Donner les arguments qui vous ont conduit à associer les roches granitiques à un niveau structural particulier.

La croûte superficielle est pour l'essentiel constituée de roches sédimentaires et très localement de roches volcaniques. La croûte supérieure est constituée de roches granitiques et de roches métamorphiques surtout de type paragneiss ou orthogneiss. La croûte inférieure est constituée principalement de gabbros et de roches métamorphiques dans les faciès « amphibolite » et « granulite ».



Les constituants de la croûte continentale (Caron *et al.*, 2003)

L'absence de réflecteurs dans la croûte supérieure est un bon argument pour dire que cette partie de la croûte continentale est principalement constituée de roches granitiques isotropes.

De plus, sur le profil ECORS du document 9, la croûte continentale affleure au niveau du Massif Central et du massif cristallin externe de Belledonne où il est possible d'observer directement qu'elle est principalement constituée de roches granitiques.

Les prestations des candidats

Les méthodes sismiques, et en particulier, la sismique réflexion sont connues des candidats. Cependant, certains n'hésitent pas à utiliser le bateau avec le canon à air et les hydrophones pour réaliser ce profil sismique qui va du Massif Central au cœur des Alpes.

L'analyse et l'interprétation du profil a posé cependant plus de problèmes. La majorité des candidats ont placé le Moho au bon endroit, mais ne connaissent pas les subdivisions de la croûte continentale. Il est cependant difficilement acceptable que certains candidats ne sachent toujours pas placer le Moho sur un tel profil et que les constituants de la croûte continentale demeurent mal connus pour la plupart des candidats.

VII. Altération des roches granitiques.

Sur le document 10, une photographie de roche granitique altérée en boules (doc. 10a) et une microphotographie de lame mince de roche granitique altérée en lumière polarisée analysée (doc. 10b) sont fournies.

VII.1. Montrer à l'aide d'un schéma légendé quels sont les minéraux qui sont altérés.

Expliquer l'altération différentielle des minéraux du granite en faisant référence aux éléments chimiques présents dans chaque phase minérale.

Les attentes du jury

Les roches granitiques, abondantes à la surface de la Terre, apparaissent essentiellement sous la forme de boules ou d'arènes granitiques. Cette partie permettait aux candidats d'expliquer comment le granite sain pouvait être altéré pour aboutir à cette arène granitique et à ces boules.

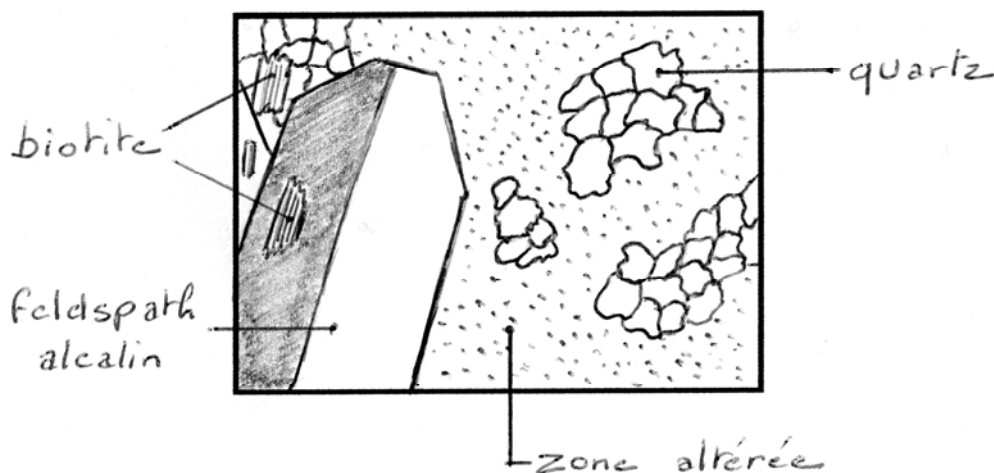


Schéma de la lame mince de granite altéré en LPA

Sur la lame mince du document 10b, le gros feldspath alcalin est facilement reconnaissable à sa maclé simple et les plages de quartz limpides et toujours xénomorphes sont également bien visibles. La biotite n'est présente qu'en inclusion dans les cristaux de feldspath alcalin et dans les amas de cristaux de quartz. De grandes zones à l'aspect trouble séparent les différents minéraux décrits.

La comparaison de cette microphotographie de granite altéré avec celle de granite sain du document 1a souligne l'absence surtout de plagioclase (et plus discrètement de petits cristaux de feldspath alcalin et de biotite) et le remplacement de ces minéraux par une zone altérée dans le granite du document 10b.

Le quartz, minéral qui contient seulement du silicium en plus de l'oxygène, est très résistant à l'altération. Les feldspaths contiennent du silicium, de l'aluminium, puis du sodium et du potassium pour les feldspaths alcalins, ou du sodium et du calcium pour les plagioclases. Il semble ainsi que le point faible qui permet l'altération des plagioclases (très rapide) soit la présence de calcium dans leur structure. La présence des alcalins constitue également un point faible pour l'ensemble des feldspaths qui seront aussi rapidement altérés. La présence de potassium dans la biotite est également un point faible, mais c'est la présence de magnésium, et surtout de fer, qui est à l'origine de leur oxydation.

VII.2. Préciser la nature de l'agent d'altération et les modalités de son action sur les minéraux de la roche granitique sous un climat tempéré.

Sous un climat tempéré, l'altération chimique des minéraux d'une roche granitique est avant tout une hydrolyse, le principal agent d'altération étant l'eau. Les propriétés chimiques de l'eau (dipôle chargé) en font un solvant universel pour les minéraux. L'eau est capable de capter plus ou moins bien, et plus ou moins rapidement, tous les ions présents dans les minéraux des roches, selon la plus ou moins forte affinité des ions pour l'eau. Cette affinité dépend essentiellement de leur potentiel ionique (voir le diagramme de Goldschmidt). Les

propriétés physiques de l'eau, et en particulier sa faible viscosité à l'état liquide, lui permettent de percoler dans les fissures les plus étroites des roches pour y provoquer l'hydrolyse.

VII.3. Rappeler les caractéristiques des principaux produits d'altération obtenus à partir de l'altération d'une roche granitique et préciser la manière dont ils vont être transportés.

L'altération d'une roche granitique produit des ions dissous dans l'eau (Ca, Na, K, Al,...) et également des particules constituées d'une part, des grains de quartz préservés de l'altération chimique et d'autre part, d'argiles d'altération et de néoformation.

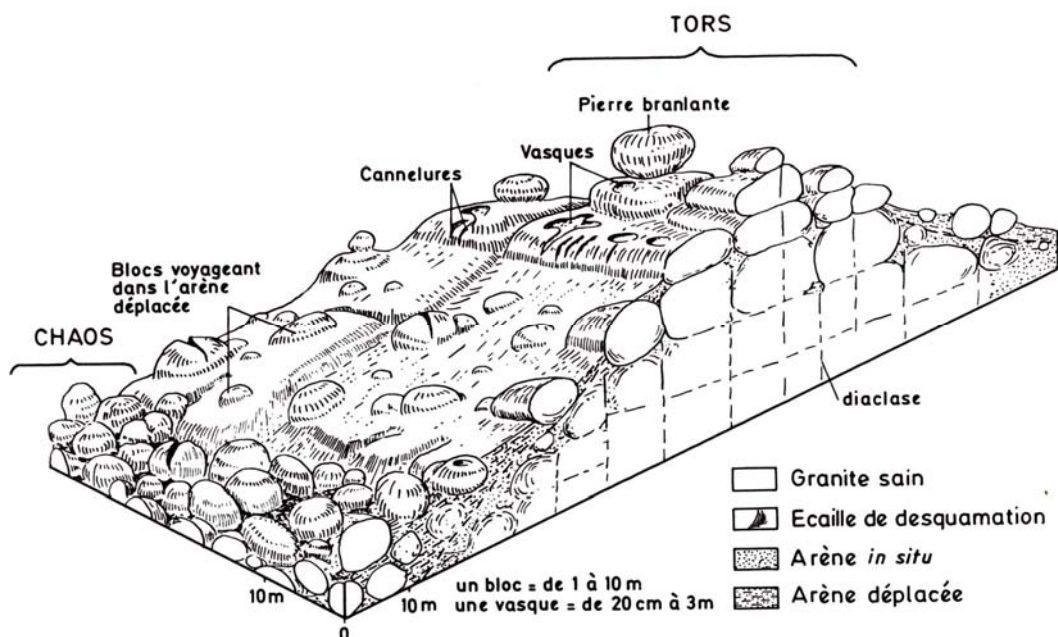
L'eau transporte les ions dissous généralement jusqu'à l'océan. Les calcaires peuvent précipiter et se déposer dans des grottes ou au niveau de cascades, lorsque l'équilibre des carbonates est rompu. L'essentiel des dépôts calcaires se fait cependant sur les plateformes continentales des océans et est d'origine biogénique. Les précipitations et dépôts de sulfates de calcium, de chlorures de potassium et de sodium ne seront possibles que dans des conditions assez particulières.

Le transport des particules par l'eau sera fonction de la vitesse du courant et de la taille des particules (voir diagramme de Hjulstrom). Les particules peuvent également être transportées par les glaciers ou le vent.

VII.4. Expliquer la formation des boules granitiques.

La photographie du document 10a montre un empilement de boules granitiques métriques.

La circulation de l'eau dans le réseau de diaclasses provoque l'hydrolyse des minéraux à proximité de part et d'autres des diaclasses. Cette attaque chimique des minéraux contribue à une arénisation, c'est-à-dire à dissocier les minéraux de la roche granitique qui ne sont pas encore ou qui ne seront pas du tout attaqués par l'eau. Le ruissellement va pouvoir entraîner l'arène granitique produite. Au niveau des diaclasses, des espaces de plus en plus larges divisent la masse granitique en blocs de plus en plus arrondis (formation d'un tors). Lorsque ces espaces sont trop importants, les blocs en équilibre finissent par s'écrouler et s'accumuler dans une vallée pour former un chaos granitique comme celui qui est montré sur le document 10a.



Bloc-diagramme montrant les stades successifs de l'altération d'une roche granitique (schéma non demandé)

Les prestations des candidats

La majorité des candidats ont vu que le quartz n'est pas altéré et que les feldspaths, en particulier les plagioclases, sont très altérés. Mais le manque de connaissances sur les caractéristiques chimiques des minéraux, ne leur a pas permis d'expliquer cette altération différentielle en faisant référence au potentiel ionique des éléments qui les constituent et à leur affinité chimique avec l'eau au cours des processus d'hydrolyse.

Par ailleurs, les candidats ne maîtrisent pas les différentes étapes du cycle sédimentaire et ne sont pas conscients du rôle de l'eau dans ce cycle sédimentaire.

Enfin, la formation du chaos granitique constitué d'un empilement de boules métriques a reçu de la part des candidats des explications les plus fantaisistes. Seuls quelques rares candidats ont précisé clairement les différentes étapes qui conduisent à la formation de ce chaos à partir d'un granite sain.

VIII. Conclusions : le rôle des granites dans l'évolution de la croûte continentale.

Expliquer (en une page maximum) pourquoi et comment l'étude des roches granitiques permet de comprendre la fabrication et le recyclage de la croûte continentale depuis 1 milliard d'années.

Les attentes du jury

Dans cette dernière partie qui peut servir de conclusion, les candidats devaient rappeler l'unité et la diversité des roches granitiques. Cette diversité s'explique par des origines différentes et par leur formation dans des contextes géodynamiques différents.

Les candidats pouvaient ainsi souligner que la fabrication des roches granitiques, essentiellement par différenciation de magmas mantelliques dans les zones de subduction, contribue à la formation de croûte continentale, et que la production des roches granitiques, essentiellement par anatexie de roches crustales dans les zones de collision, contribue au recyclage de la croûte continentale.

Les granites participent ainsi à la différenciation du globe terrestre et à la distinction entre croûte continentale inférieure et croûte continentale supérieure.

Les roches granitiques sont les principaux constituants de la croûte continentale. La composition moyenne de cette dernière est celle d'une granodiorite.

Chaque type de roches granitiques va témoigner des différentes étapes de fabrication et de recyclage de la croûte continentale :

- Le magmatisme alcalin intraplaque permet la genèse de roches volcaniques et de granites alcalins par différenciation extrême de magmas mantelliques. Le volume relativement très faible des granites alcalins ne leur fait pas jouer un rôle considérable dans la fabrication de croûte continentale. Toutefois, ce magmatisme alcalin a probablement joué un rôle particulièrement important dans la genèse de la protocroûte continentale.
- Le magmatisme calco-alcalin des zones de subduction se traduit par d'impressionnants strato-volcans andésitiques mais aussi par d'immenses batholites de granodiorites calco-alcalines. Ces derniers sont produits à la fois par apport de magmas mantelliques et par anatexie de roches appartenant à la croûte continentale. Les granodiorites calco-alcalines témoignent ainsi à la fois de la fabrication et du recyclage de la croûte continentale. Les énormes volumes représentés par ces granodiorites calco-alcalines montrent que l'essentiel de la fabrication de la croûte continentale se produit dans les zones de subduction.
- Le magmatisme alumineux des zones de collision conduit à la genèse d'importants volumes de roches granitiques alumineuses par anatexie crustale. Ces roches affleurent essentiellement au niveau des chaînes de montagnes anciennes. Les roches granitiques alumineuses montrent que l'essentiel du recyclage de la croûte continentale se produit dans les zones de collision.

La fabrication de roches granitiques à partir de magmas mantelliques contribue à l'accroissement du volume de la croûte continentale et à un appauvrissement en un certain nombre d'éléments chimiques du manteau supérieur. Dans ce cas particulier, la genèse de roches granitiques contribue à la différenciation du globe terrestre.

La fabrication de roches granitiques par anatexie de roches crustales, qui sont souvent déjà des roches granitiques plus anciennes, permet seulement de recycler la croûte continentale. Au cours de ce recyclage, des magmas granitiques sont souvent extraits de la croûte continentale inférieure pour former de la croûte continentale supérieure. Ce recyclage peut ainsi contribuer à accroître la différence entre les croûtes continentales inférieure et supérieure.

Les prestations des candidats

Cette dernière partie n'a été traitée que très partiellement par les candidats, soit faute de temps, soit faute de recul par rapport au problème traité.

Le rôle des granites dans l'évolution du globe terrestre et en particulier sur l'évolution de son enveloppe solide la plus superficielle représentée par la croûte continentale devrait faire partie des connaissances essentielles acquises par les candidats au cours de leur formation.

Conclusion

Ce devoir a révélé une fois de plus l'insuffisance de la culture en sciences de la Terre de bon nombre de candidats. Les outils pétrographiques, géochimiques et géophysiques ne sont absolument pas maîtrisés. De plus, les candidats se sont montrés incapables de manipuler des équations et de faire des calculs simples.

Le thème abordé concerne pourtant des objets assez communs à la surface de la plupart des continents : les granites et leurs produits d'altération. Ces roches sont présentes dans de nombreuses régions de France et sont visitées lors de la plupart des excursions géologiques.

Comme à l'accoutumée, les candidats connaissent les grandes théories et manipulent plus ou moins correctement les concepts, en particulier de contextes géodynamiques, mais ils sont totalement démunis devant des objets géologiques ou des données géochimiques ou géophysiques, les plus simples. Les candidats se réfèrent ainsi à des adakites, des komatiites, des shoshonites, des trondhjémites, qu'ils n'auront jamais l'occasion de voir, alors qu'ils sont incapables de reconnaître les minéraux constituant un granite. En fait, il semble que les candidats n'arrivent pas à faire la différence entre l'essentiel et l'anecdotique en sciences de la Terre. Cela est probablement en partie dû à l'enseignement qu'ils ont reçu, dans lequel les notions importantes sont noyées au milieu de détails, certainement très intéressants pour les enseignants, mais qui sont sources de confusion pour les futurs candidats.

L'illustration est déficiente, avec des dessins ou schémas peu nombreux, trop petits, de mauvaise qualité. Mais ce que le jury a le plus déploré, c'est la faible maîtrise de la langue française par les candidats : français déplorable, syntaxe approximative avec des noms sans articles, des verbes non conjugués, et une orthographe catastrophique avec des mots souvent écrits en phonétique. Ces défauts sont très inquiétants de la part de futurs enseignants.

Il est aussi préoccupant de voir que les candidats avancent des résultats souvent totalement aberrants sans aucun commentaire, ni regard critique.

Les candidats, qui finalement arrivent à des notes correctes, voire excellentes (voir l'histogramme), sont ceux qui ont su faire preuve d'une certaine efficacité en privilégiant l'illustration et en traitant toutes les parties du sujet.

Pour que les candidats réussissent à traiter les sujets proposés, il leur est nécessaire :

- de posséder des connaissances bien assimilées sur tous les aspects des sciences de la Terre ;

- de savoir utiliser les concepts de la physique et de la chimie, ainsi que des mathématiques, dans l'analyse des objets et phénomènes géologiques ;
- de bien gérer le temps de travail pour pouvoir aborder l'ensemble des parties d'un sujet, ce qui implique des réponses précises et concises ;
- de faire une lecture attentive des questions ;
- de conserver du temps à la fin de l'épreuve pour relire et ainsi, éviter les erreurs grossières et les nombreuses fautes de français.

L'oral du CAPES

L'épreuve d'exposé scientifique

L'exposé scientifique permet d'évaluer sur un sujet tiré au sort l'aptitude du candidat à réaliser une synthèse et sa capacité à communiquer oralement à l'aide d'illustrations, de manipulations et/ou d'expériences. Tous les points du nouveau programme ont fait l'objet de sujets et/ou de questions à l'oral.

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

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

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

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

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

Conseils pour la préparation

Le jury conseille vivement une lecture très attentive du sujet. Le candidat doit être capable d'en définir tous les termes et d'en trouver les limites précises. Un recours au dictionnaire de langue française, aux dictionnaires de biologie ou de géologie n'est pas à exclure. Il importe de se souvenir que l'un des quatre domaines scientifiques (biologie générale – biologie animale – biologie végétale – géologie) est indiqué sur le sujet. Cette indication peut avoir une incidence importante sur le sujet. Ainsi, par exemple, un sujet sur « Les relations interspécifiques » ne sera pas traité de la même manière en biologie générale, animale ou végétale.

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

Une prise de recul par rapport au sujet est indispensable de manière à le cerner dans sa globalité et à faire le tri entre les notions essentielles et les points accessoires. Ce point est d'autant plus important que la durée de la présentation de l'exposé scientifique est, depuis cette session 2006, d'une durée de 30 minutes. Les sujets proposés nécessitent le plus souvent un travail de synthèse de notions abordées dans des cours différents du cursus universitaire ; le candidat doit réaliser un travail important de décroisement disciplinaire. La réalisation de cet exercice est facilitée par un entraînement préalable et régulier au cours de l'année de préparation au CAPES.

Le plan clair et précis demeurera au tableau à l'issue de l'exposé du candidat. Il est révélateur de la démarche. Il est structuré et écrit progressivement au tableau au cours du déroulement de l'exposé. Les titres doivent être significatifs et le plan doit être sous-tendu par une logique biologique ou géologique suivant les cas. Chaque notion doit être accompagnée d'un exemple précis. La stratégie adoptée pour l'exposé procède bien évidemment de la démarche scientifique. Dès lors, le candidat doit faire apparaître dès l'introduction la problématique du sujet et montrer comment on peut la résoudre par une logique de démonstration. Pour un sujet consacré au métamorphisme, si l'objectif de la leçon est de montrer à quoi correspond ce processus, il paraît logique d'aboutir à sa définition définitive dans la conclusion à l'issue d'une construction progressive.

L'exposé est à traiter au plus haut niveau possible tout en restant accessible à un public non spécialiste. Il est construit autour de problèmes scientifiques. L'énumération de faits non corrélés entre eux et non appuyés par exemple sur des résultats expérimentaux, des observations ou des données de terrain reste stérile. Il faut absolument partir du réel autant que possible : parler de « la croissance d'un angiosperme » sans la démontrer sur un rameau ligneux, par exemple, n'est pas acceptable. Des notions assénées sans base expérimentale ou autre argumentation rendent l'exposé dogmatique, peu didactique, voire ennuyeux. L'énumération laborieuse de réactions métaboliques n'apporte pas grand-chose à l'exposé ; il est fondamental, au contraire, de dégager les étapes essentielles d'une voie métabolique ou d'un cycle : dans le cas du cycle de Krebs, il s'agit par exemple, de mettre en exergue les décarboxylations et la formation de coenzymes réduits.

Toutes les expérimentations ne sont bien sûr pas envisageables dans le cadre de l'exposé, mais il appartient au candidat d'orienter sa recherche bibliographique au cours de la préparation vers des supports lui permettant d'étayer sa démonstration. En biologie, par exemple, les mécanismes physiologiques doivent absolument être replacés dans leur contexte anatomique et histologique fonctionnels.

Cette année encore, le jury déplore la faiblesse du niveau scientifique de nombreux

candidats et constate la superficialité et la fragilité de leurs connaissances. Les bases de physique et de chimie, pourtant nécessaires à l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre ne sont en général pas maîtrisées. Les connaissances en histoire des sciences sont quasi-inexistantes alors qu'elles sont fondamentales à la compréhension de l'évolution des concepts. Les ordres de grandeur et les notions d'échelle sont inconnus de beaucoup trop de candidats.

Une lecture attentive des manuels en usage dans ces classes (connaissances scientifiques, démarche, expérimentations et synthèses, objectifs pédagogiques...) constituerait un support de préparation adéquate pour beaucoup d'exposés scientifiques.

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

La maîtrise de la langue française, à l'oral comme à l'écrit, est indispensable lorsque l'on se destine au métier d'enseignant. Il est vivement conseillé aux candidats de réviser certaines conjugaisons : le verbe « acquérir » par exemple produit bon nombre d'horreurs au présent comme au passé composé. Il faut surveiller l'utilisation des liaisons : par exemple l'usage fréquent et totalement erroné de la liaison « vaT être » est à proscrire ! Le candidat doit démontrer sa connaissance du vocabulaire scientifique, chaque vocable ayant une signification précise. Dans tous les cas, la rigueur scientifique exige l'utilisation d'un vocabulaire riche, précis et utilisé à bon escient. À ce titre, enfin, il ne faut jamais perdre de vue que l'enseignant sera toujours un exemple pour ses élèves et doit donc être irréprochable sur ces aspects.

La trace écrite sera particulièrement soignée tant dans le soin du tableau, son organisation et la réalisation des schémas essentiels et la qualité de l'orthographe.

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

L'utilisation du rétroprojecteur est souvent mal maîtrisée : le candidat doit s'assurer que le transparent est bien cadré en regardant l'écran.

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

Remarques sur l'exposé de biologie

L'exposé doit être en adéquation avec le sujet. Cela demande une lecture attentive et une parfaite compréhension de l'intitulé. Si le sujet concerne la régulation d'une fonction physiologique, le candidat doit, par une démarche expérimentale, démontrer et expliquer cette régulation. Trop souvent, l'exposé décrit la fonction et non son contrôle.

Le niveau de l'exposé doit également correspondre aux attendus du thème abordé. Le sujet « Les flux d'énergie au sein d'un écosystème » ne doit pas être traité seulement aux seuls niveaux du chloroplaste et de la mitochondrie.

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

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

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

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

L'outil informatique reste trop souvent réduit à un simple instrument iconographique auquel pourrait se substituer un document. Outre que les supports numériques ne sauraient remplacer les échantillons réels, un usage raisonné des logiciels ne devient pertinent que si le candidat en maîtrise l'utilisation. Il faut donc s'entraîner à cela durant l'année de préparation.

Le premier entretien en biologie

À compter de cette session 2006, l'entretien qui fait suite à l'exposé est en relation directe avec le sujet de l'exposé et la présentation qui vient d'être réalisée par le candidat. D'une durée de 10 minutes, il peut être conduit par un ou plusieurs membres de la commission, ce qui ne doit

en aucun cas déstabiliser le candidat. Cette partie de l'épreuve, en revanche, doit permettre au candidat de mettre en avant ses connaissances. D'une manière générale, les réponses attendues doivent être concises, précises et rapides, en évitant d'éluder la question posée. Il faut absolument éviter de répondre par une répétition de la question ou tenter, en coupant la parole au jury, d'imposer une réponse très vague et plus ou moins hors sujet.

L'entretien a pour objectif de vérifier les connaissances du candidat sur le sujet traité (en restant dans le cadre du programme du concours) et de préciser certains points abordés au cours de l'exposé, voire sur des aspects négligés ou oubliés. Il s'agit de fournir au candidat l'occasion de les compléter et de les expliciter. L'entretien contribue de plus à rechercher si des erreurs relèvent du lapsus ou de mauvaises connaissances. Si, au cours de son exposé, le candidat utilise des termes scientifiques, présente des illustrations, ou encore réalise des manipulations sans en préciser la signification réelle, l'entretien permet d'y remédier. Ainsi lorsque dans un sujet sur la maturation des fruits par exemple, le terme de maturation n'a pas été clairement défini, cette information sera demandée. Dans ce même cadre, si les noms de maturation et de maturité ont été utilisés de façon aléatoire, des précisions seront sollicitées. Enfin, si la notion de fruit à crise climactérique n'a pas été évoquée, une discussion sera engagée sur ce point.

L'objectif de l'entretien consiste également à sonder des points plus fondamentaux à mesurer la culture scientifique et la réactivité du candidat qui constituent une qualité attendue de l'enseignant. En effet, le candidat devra réagir avec précision et bon sens aux questionnements de ses futurs élèves.

Remarques sur l'exposé de géologie

L'exposé oral de géologie est présenté pendant 30 minutes à l'issue d'une préparation d'une durée de 3 heures. Cet exposé doit présenter tous les points essentiels pour le traitement du sujet dans une démarche rigoureuse et avec un bon niveau de connaissances en partant d'une situation initiale qui peut se placer au niveau du collège ou du lycée. Il ne peut en aucun cas correspondre à un cours qui serait dispensé dans le secondaire. Il doit tendre, en revanche, vers un niveau scientifique élevé. Le niveau du programme du concours est certes exigeant, mais permettra au futur enseignant de s'adapter à l'évolution des programmes officiels et est surtout garant de la rigueur scientifique attendue face aux élèves.

S'il est préjudiciable de prolonger artificiellement la durée de l'exposé, il est regrettable de constater que bien souvent le candidat n'ait plus rien à dire au bout de 20 ou 25 minutes.

En dehors de quelques excellentes leçons qui ont réussi à couvrir l'intégralité d'un sujet tout en le présentant de façon argumentée, démonstrative, et illustrée, bon nombre de leçons sont très superficielles et négligent des parties du sujet. Elles traitent parfois en détail des points inutiles et sans rapport avec ce qui est attendu, pénalisant du même coup le candidat. Souvent, une mauvaise compréhension des termes du sujet et leur non-définition mènent à des exposés hors sujet.

Ces constats reflètent une culture générale en sciences de la Terre lacunaire ou trop cloisonnée. Ceci empêche les candidats de mettre en relief les liens entre les différentes

disciplines ou spécialités, qui sont pourtant connues des candidats, d'autant que les sciences de la Terre procèdent toujours d'une approche multi-disciplinaire. Plus grave encore, un certain nombre de connaissances fondamentales communes à toutes les sciences (lois de diffusion, forces et contraintes, fonctions de transferts, flux et gradients, etc.) est ignoré par un trop grand nombre de candidats.

En ce qui concerne l'illustration, on déplore la faible utilisation des cartes géologiques comme support argumentaire de faits géologiques concrets dont la localisation géographique est réelle. Dans le même ordre d'idée, le simple fait de présenter des cartes, échantillons, lames minces,... ne constitue pas en soi une illustration (et encore moins une argumentation) pour la leçon si ce matériel n'est pas exploité avec rigueur. D'autre part, en géologie, comme dans les autres disciplines scientifiques d'ailleurs, les données ne peuvent apporter plus que ce qu'elles signifient réellement et doivent donc être associées à des éléments complémentaires pour étayer la démonstration.

Les qualités attendues et appréciées par le jury sont :

• *Sur le fond :*

- un sujet traité dans son ensemble, sans oublis majeurs ni hors sujets, contenu en adéquation parfaite avec le libellé du sujet, vision synthétique des problèmes évoqués, grandes lignes dégagées ;
- des connaissances actualisées, une utilisation intelligente des ouvrages ;
- la diversité des sources (personnelles, ouvrages, cartes, échantillons, logiciels...) et choix adéquat des documents pour la préparation ;
- une démarche logique, bien construite, présentation d'observations et/ou de mesures comme point de départ, argumentation progressive réalisée grâce à une exploitation précise des supports utilisés, construction d'une synthèse pas à pas, modèles proposés après les faits (observations, mesures...) et limites discutées... ;
- une approche quantifiée des observations, évaluation des ordres de grandeur de temps et d'espace ;
- une ouverture d'esprit aux sciences en général (physique-chimie, mathématiques en particulier) montrée au travers de la connaissance de lois fondamentales ou de certaines équations de chimie par exemple.

• *Sur la forme :*

- une durée respectée et un équilibre entre les différentes parties ;
- exposé ne présentant pas l'aspect d'un catalogue et un choix pertinent des exemples concrets qui servent de base à l'argumentation ;
- un choix judicieux des supports servant à l'illustration, ainsi que leur diversité et bien entendu leur exploitation raisonnée ;
- une tenue irréprochable du tableau : plan clair écrit au fur et à mesure ou complété durant l'exposé ;
- des schémas en couleurs réalisés ou complétés pendant l'exposé (exactitude des légendes, titre explicite) ;
- des expressions orale et écrite correctes (syntaxe, orthographe, etc.) ;

- un vocabulaire scientifique maîtrisé ;
- du dynamisme et de la motivation ;

Pour faciliter la préparation des futurs candidats, nous leur fournissons les quelques conseils suivants.

Il convient, avant tout, de bien prendre connaissance du libellé du sujet, de comprendre le(s) sens des termes présents et d'évaluer leurs limites pour bien circonscrire ce qui est attendu. Le candidat cherchera ensuite à élaborer la problématique et les questions auxquelles l'exposé doit répondre.

La démarche s'articulera autour de la construction d'un plan synthétique et logique, partant toujours du réel, c'est-à-dire d'objets et/ou de faits géologiques avant de présenter les modèles explicatifs. On ne peut que vivement conseiller aux candidats de réaliser calmement cette réflexion sur la construction de l'exposé à partir de leurs connaissances personnelles préalablement à la recherche documentaire dans les ouvrages de la bibliothèque du concours. Ces derniers sont une aide pour vérifier quelques concepts, mais surtout pour fournir des exemples et des données servant à argumenter l'exposé.

L'exposé doit reposer sur une argumentation solide s'appuyant sur des situations et des supports concrets et précis qui éviteront les développements flous et trop théoriques qui témoignent toujours de connaissances mal assimilées. La démarche scientifique en sciences de la Terre repose généralement sur l'intégration de données obtenues par des méthodes et des approches diverses. Le candidat doit être capable de réaliser ce travail de synthèse pour aboutir à la présentation de notions claires.

Dès lors, il est très important d'appuyer le discours sur l'utilisation d'illustrations choisies avec soin et parcimonie. On cherchera à diversifier les supports en veillant toujours à faire apparaître le lien direct avec la stratégie d'argumentation et, surtout, à les exploiter soigneusement. Ces supports peuvent être :

- des cartes géologiques accompagnées de coupes réalisées à main levée ou de schémas structuraux au tableau ou sur une feuille à côté de la carte ;
- des roches dont la présentation et la diagnose sera réalisée par le candidat – elles peuvent dans certains cas faire l'objet d'une observation à la loupe binoculaire (avec schéma légendé) ;
- des lames minces accompagnées d'un schéma légendé à côté du microscope ;
- des fossiles et microfossiles adaptés et observables en fonction de leurs tailles respectives ;
- des diapositives dont la présentation peut être accompagnée d'un schéma au tableau ou sur un transparent ;
- des graphes ou des tableaux de valeurs (géochimie) dont on prendra soin de bien noter les unités et la signification des axes des abscisses et ordonnées...

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

« virtuel ». En revanche, ces logiciels peuvent aider à documenter un phénomène dynamique (séismes, déformation, processus géodynamique externe ou interne...).

Le premier entretien en géologie

Le premier entretien fait suite à l'exposé scientifique ; il dure 10 minutes. Depuis la session 2006, les thèmes abordés au cours de l'entretien concernent exclusivement ceux du sujet de l'exposé scientifique. Il ne constitue cependant pas une correction de l'exposé, bien que les erreurs constatées donnent lieu à des questions pour vérifier ces points. L'objectif de cet exercice est de vérifier les connaissances de base du candidat sur le sujet dans les limites du programme. Il permet également au candidat d'apporter des précisions sur les points abordés au niveau du vocabulaire, des concepts... Si le candidat, par exemple, évoque la fusion des péridotites, les questions pourront poser sur les modalités de cette fusion et ses conséquences sur la nature du magma produit. L'entretien aborde également les omissions du candidat par rapports aux attendus sur le sujet. Il permet alors de vérifier si elles résultent d'un simple oubli ou d'une absence de connaissances, ou d'un choix délibéré du candidat et qui devra alors être justifié. Les membres du jury peuvent également demander au candidat d'apporter des précisions sur les matériels d'illustration utilisés au cours de son exposé, ces derniers pouvant servir de base au questionnement.

Ce premier entretien fait partie intégrante de l'épreuve. Aussi, le candidat ne doit pas se démobiliser à l'issue de son exposé. L'expérience montre que cet entretien peut permettre au candidat un rétablissement salutaire de la situation à la suite d'un exposé peu convaincant. Les réponses attendues doivent être rapides et brèves. Au terme de l'exposé, le candidat est parfois démobilisé. Il peut aussi être déstabilisé par des questions auxquelles il croit avoir déjà répondu. Il est donc nécessaire de s'entraîner à ce type d'épreuve au cours de l'année de préparation, et de réfléchir à l'entretien pendant le temps consacré à la préparation du sujet.

Marges actives et marges passives : une comparaison
L'immunité cellulaire
Les végétaux de la zone intertidale
L'étude d'une carte géologique au 1/250 000, au choix du candidat
La régulation de la glycémie chez l'Homme.
La spéciation
Déterminisme et différenciation du sexe dans l'espèce humaine
Les rifts continentaux
La compartimentation cellulaire
Lithosphère océanique et lithosphère continentale : une comparaison
Les compartiments liquidiens chez l'Homme
Les interactions hormonales au sein du végétal
Les séries magmatiques
Les grandes divisions du monde vivant
L'adaptation de l'insecte à la vie terrestre
Importance de l'eau dans la vie du végétal
L'évolution de la reproduction sexuée des végétaux en rapport avec la conquête du milieu aérien
La dynamique des éruptions volcaniques
La culture in vitro chez les végétaux vasculaires
Les fonctions du foie
La tectonique des plaques: principales étapes de la découverte
Comparaison cellule eucaryote et cellule procaryote
Le site géologique d'une ville de France (métropole ou DOM-TOM)
A partir d'exemples précis, présenter les différentes modalités des relations interspécifiques, chez les animaux.
Le brassage génétique lié à la sexualité
Les événements majeurs du Cénozoïque en France métropolitaine
Histoire d'une chaîne de montagnes
Les Cyanobactéries
Absorption et assimilation de l'azote chez les végétaux
Les appareils digestifs des Mammifères
La spermatogenèse chez l'Homme
Les vacuoles des cellules végétales et leurs fonctions. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
La collecte de l'énergie lumineuse par les organismes chlorophylliens
La gravimétrie : principes et exemples d'utilisations
Qu'est-ce qu'un virus ?
Les granitoïdes dans leur contexte géodynamique
La lumière et la croissance des végétaux
Relations entre système nerveux et glandes endocrines
Ectothermie et endothermie chez les vertébrés
Les glaciations au cours des temps géologiques
La reproduction des champignons à partir des exemples du programme: Puccinia graminis, Plasmopara, Coprin, Levure.
Les pièces buccales des insectes et leurs fonctions
La multiplication végétative chez les végétaux d'après l'étude de quelques échantillons
Les marqueurs géologiques de la convergence de plaques
Escherichia coli, outil de clonage moléculaire
Croissance et développement post embryonnaire chez les insectes.
L'histoire géologique de la France à partir de la carte géologique de la France au 1/1 000 000
La géologie de la Provence
Les principes d'une alimentation équilibrée chez l'Homme
Phagocytes et réponses immunitaires
Une coupe de la France à partir des données géologiques et géophysiques
Les levures : Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
Qu'est-ce qu'une fleur ?
Les origines des granitoïdes
L'édification de l'appareil racinaire des Angiospermes
L'histoire géologique de la France à partir de la carte géologique de la France au 1/1 000 000
L'importance du cytoplasme de l'oeuf dans le développement

Biologie et physiologie des fruits : Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations

Les grandes divisions du monde vivant

La cellule acineuse du pancréas, une cellule polarisée

La dynamique des éruptions volcaniques

La circulation du sang chez l'Homme

Les grands traits de l'histoire de la planète Terre

La circulation de l'eau dans la plante : Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations

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

Reconstituer les étapes de l'histoire d'une roche métamorphique replacée dans son contexte géodynamique

La spermatogenèse chez l'Homme

La transcription des gènes chez les eucaryotes

Les pigments photosynthétiques et leurs rôles. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations

Les méthodes de radiochronologie

L'eau, facteur de répartition des végétaux : on pourra utiliser des cartes de végétation

Croissance et développement post embryonnaire chez les insectes.

Les cycles glaciaires-interglaciaires : mise en évidence et origine

Le CO₂ et les végétaux chlorophylliens

Le gène, unité de sélection : la théorie du gène égoïste

L'encodage de l'information sensorielle

Les différentes classifications du vivant: caractères utilisés et principes d'élaboration.

Volcanisme de dorsale, volcanisme de marge active : une comparaison

Les phytochromes et leurs fonctions

Les structures tectoniques à différentes échelles

Les gènes du développement : signification embryologique et intérêt phylogénétique.

Les Orchidacées et leur biologie

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

Les relations interspécifiques au sein de l'écosystème forestier

Le réflexe myotatique

Le volcanisme à partir d'exemples français

Manteau et roches mantelliques

La métamérie

Les ARN

Autogamie et allogamie chez les Angiospermes

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

La régulation de la température corporelle chez les mammifères.

La contribution des végétaux et des champignons aux cycles de matière au sein d'un écosystème

Les relations magmatisme-métamorphisme

Les reptiles, un groupe homogène ?

Les séries magmatiques dans leur cadre géodynamique

La symbiose Rhizobium-Légumineuse

Organisation fonctionnelle du système nerveux végétatif des Mammifères

La spermatogenèse chez l'Homme

Les grandes divisions du monde vivant

Les végétaux de la zone intertidale

L'eau, facteur de répartition des végétaux : on pourra utiliser des cartes de végétation

La signification géodynamique des reliefs terrestres

Les grands ensembles géologiques sur la carte de la France au 1/1 000 000

Les phytochromes et leurs fonctions

Les fossés d'effondrement en France

La biologie des lymphocytes

La sédimentation sur les marges continentales

La sélection naturelle

La reproduction sexuée des Spermaphytes à partir de quelques exemples

Les matériaux géologiques entrant dans la construction d'une maison

La floraison

Fusion mantellique et fusion crustale

Étude comparée de l'expression du génome chez les Eucaryotes et les Eubactéries
Oviparité et viviparité chez les vertébrés
L'amidon chez les végétaux. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
La genèse des reliefs
Le myocyte squelettique des Mammifères
De la graine à la plante
Les molécules de l'immunité
La sédimentation carbonatée
A partir de quelques exemples, dégager les caractéristiques d'une cellule eucaryote
Mitochondrie et chloroplaste
Climats et végétation
Le membre chiridien
Agrobacterium tumefaciens et la transformation des plantes
El Niño : un exemple de couplage océan-atmosphère
Le rôle des êtres vivants dans la formation des roches sédimentaires
Décrochements et structures associées
Réponses de l'organisme humain à l'exercice physique
La reconstitution des paléoclimats
Les fonctions du foie
Les cycles de reproduction des algues à partir des exemples du programme : Fucus, Ulve, une algue rouge trigenétique
La coopération intraspécifique à partir d'exemples pris parmi les unicellulaires et les pluricellulaires.
Comment les plantes maintiennent-elles leur équilibre hydrique face aux fluctuations des facteurs du milieu ?
La régulation de la température corporelle chez les mammifères.
A partir de quelques exemples, dégager les caractéristiques d'une cellule eucaryote
Les événements majeurs du Mésozoïque en France métropolitaine
Les séries magmatiques dans leur cadre géodynamique
Les neurohormones chez l'Homme
La collecte de l'énergie lumineuse par les organismes chlorophylliens
Textures et structures des roches volcaniques : leurs significations
Les vaisseaux sanguins chez l'Homme.
Les reproductions monoparentales
Les fonctions de la feuille. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
Le rôle du climat dans les processus d'altération et d'érosion
Les cellules du système nerveux
De l'ovule à la graine, chez les Angiospermes
La sédimentation sur les marges continentales
Un écosystème aquatique au choix
Le magmatisme intra-plaque
Qu'est-ce qu'une fleur ?
Gestation et parturition chez les mammifères.
Les fractionnements géochimiques dans la fusion partielle et la cristallisation
Les caractéristiques des Angiospermes
Les marqueurs géologiques de la collision continentale
Le mésoderme
La forêt, un exemple d'écosystème
Les arcs insulaires
Diversité et polyphylétisme des algues
Les cellules du système nerveux
La graine et sa germination : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
La géologie du Jura
Les grandes divisions du monde vivant
Le neurone : une cellule spécialisée
La sédimentation sur les marges continentales
Intérêts géologiques des argiles
Les tissus adipeux

La notion d'espèce : définitions et limites.
L'importance des microorganismes dans la vie des plantes.
Tectonique et sédimentation
Le foie et le métabolisme glucidique
Les conversions énergétiques dans la cellule chlorophyllienne
Énergie solaire, saisons et climats
Les compartiments liquidiens chez l'Homme
L'Océan Atlantique
De la solution du sol à la sève brute
Les neurones (l'origine des neurones n'est pas à traiter)
Les appareils digestifs des Mammifères
La compartimentation cellulaire
Les relations hôte-parasite chez les végétaux
L'interface entre le végétal et le milieu: exemple de la feuille
Les transferts de matières du continent vers l'océan
Le métamorphisme : marqueur des déplacements verticaux de la lithosphère
Les mécanismes favorisant la diversité génétique intraspécifique chez les Angiospermes
À partir de roches, de lames minces et de fossiles, reconstituer un paléoenvironnement
La vaccination
Le métamorphisme dans son contexte géodynamique
Le cycle de l'azote (on insistera sur la diversité des métabolismes bactériens)
Les interactions hormonales au sein du végétal
Les traits majeurs des principaux bassins sédimentaires français
Le gamétophyte mâle des Embryophytes
La collision continentale
La sélection naturelle
Relation structure–fonction au niveau des surfaces d'échanges
La reproduction sexuée du Pin
Les séries magmatiques
Un exemple de glande endocrine : le pancréas
L'alternance de générations chez les végétaux
La biologie des lymphocytes
La carte géologique de la France au 1/1 000 000
Qu'est-ce qu'une cellule ?
Les neurohormones chez l'Homme
Les caractéristiques des Angiospermes
Transferts de chaleur et de matière dans les zones de subduction
Escherichia coli, outil de clonage moléculaire
Le spermatozoïde : une cellule spécialisée
Le comportement mécanique de la lithosphère
La signification géodynamique des reliefs terrestres
Un exemple de glande endocrine : la thyroïde
Les plantes et l'oxygène
Les hormones stéroïdes
À partir de roches, de lames minces et de fossiles, reconstituer un paléoenvironnement
Les tissus de revêtement chez les Angiospermes
Calcium et vie cellulaire
Les plantes en C4 et CAM
Une coupe de la France à partir des données géologiques et géophysiques
Les relations interspécifiques, à partir d'exemples faisant intervenir des végétaux et/ou des champignons.
Les déformations des roches aux différentes échelles
La nutrition des embryons de vertébrés
Qu'est-ce qu'une fleur ?
Le brassage génétique lié à la sexualité
La régulation de la glycémie chez l'Homme.
Les séismes et les phénomènes associés
La digestion chez l'Homme
Évolution de la sédimentation dans l'océan alpin et sur sa marge occidentale
L'auxine et l'édification de l'appareil végétatif des Angiospermes

Les Pyrénées
Le magmatisme calco-alkalin
Les cycles ovarien et utérin chez les mammifères.
Les mutations
Les alternances jour/nuit dans la vie du végétal
Les chaînes de montagnes en France à partir de la carte géologique au millionième
L'arbre au cours des saisons
La biologie des lymphocytes
Les traits majeurs des principaux bassins sédimentaires français
A partir d'exemples précis, présenter les différentes modalités de défenses des plantes vis-à-vis des pathogènes.
La place des phénomènes dus au hasard dans l'évolution du vivant
Les anticorps
La forêt, un exemple d'écosystème
Le volcanisme cénozoïque en France métropolitaine
La motricité volontaire
Le stomate et ses fonctions. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
Intérêts géologiques des argiles
Le cycle du carbone et sa perturbation par l'homme
L'excrétion azotée et milieu de vie chez les animaux
Géologie des eaux souterraines
Les facteurs de contrôle de la sédimentation
Les principes d'une alimentation équilibrée chez l'Homme
Biologie et physiologie des fruits. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
Coopérations cellulaires et réponses immunitaires
Les Pyrénées
Diversité structurale et fonctionnelle des tissus végétaux. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
Les micro-organismes du sol et leurs rôles
Le recyclage des croûtes continentale et océanique
Particularités de la cellule végétale chlorophyllienne
L'alternance de générations chez les végétaux
Une chaîne de montagnes récente à partir de cartes géologiques
Les poissons, un groupe homogène ?
Influence des facteurs du milieu sur la photosynthèse
La notion d'espèce : définitions et limites.
Relations circulation - respiration chez les animaux
Le métamorphisme : marqueur des déplacements verticaux de la lithosphère
Les fonctions du sang chez les vertébrés
Présentation d'une excursion géologique dans une région de votre choix
L'édification de l'appareil racinaire des Angiospermes
L'orogénèse alpine en France
Le comportement mécanique des roches
Ectothermie et endothermie chez les vertébrés
Pour quelle(s) raison(s) le vivant évolue-t-il ?
La végétation des dunes littorales et sa dynamique
Les bassins houillers français
Croissance et développement de l'arbre
La respiration chez l'Homme
Points chauds et panaches
Le passage de la mauvaise saison chez les végétaux
Stabilité et variabilité de la molécule d'ADN
Le métabolisme glucidique chez l'Homme
Les ARN
Les failles : marqueurs de la mobilité lithosphérique
Particularités de la cellule végétale chlorophyllienne
Les limites des plaques lithosphériques
Les grandes étapes de l'évolution des vertébrés

Le déterminisme de la mue et de la métamorphose chez les insectes
De la graine à la plante
À partir de carte(s) géologique(s), présenter l'étude d'une chaîne de montagne ancienne
Les relations hôtes-parasites
Le métabolisme glucidique chez l'Homme
Les variations du niveau de la mer : causes et conséquences
Le transport des éléments détritiques
Gestation et parturition chez les mammifères.
Mitochondrie et chloroplaste
Les relations hôte-parasite chez les végétaux
Géologie des eaux souterraines
La notion de boucle de régulation à partir d'un exemple de votre choix
De l'ovule à la graine, chez les Angiospermes
De l'érosion à la sédimentation détritique
Les tissus adipeux
La carte géologique de la France au 1/1 000 000
Les Cyanobactéries
Les reptiles, un groupe homogène ?
Respiration et milieu de vie
En vous basant sur des exemples concrets, expliquez ce qu'est la classification phylogénétique
La reproduction sexuée des Spermaphytes à partir de quelques exemples
L'ATP dans la cellule végétale
L'histoire géologique d'une région française à partir de cartes géologiques
Le magmatisme lié à la subduction océanique
Influence des facteurs du milieu sur la photosynthèse
La carte géologique de la France au 1/1 000 000
Les pièces buccales des insectes et leurs fonctions
Les substances minérales utiles à l'Homme
Les mutations
L'édification de la tige feuillée des Angiospermes
La collision continentale
La croissance d'une Angiosperme
Les conséquences métamorphiques de la collision continentale
. Le polymorphisme génétique intraspécifique: origine maintien et conséquences.
Le foie et le métabolisme glucidique
L'importance de la lumière dans la biologie du végétal (photosynthèse exclue)
La subduction
La fonction endocrine des gonades des mammifères
La photorespiration
La fonction endocrine des gonades des mammifères
Les marqueurs géologiques de la convergence de plaques
La subduction
Phagocytes et réponses immunitaires
Les caractéristiques des Angiospermes
Les transformations minéralogiques et structurales au cours du métamorphisme
Le SIDA
Le sexe pour quoi faire ?
Les neurohormones chez les animaux.
Les informations paléocéologiques apportées par les fossiles
L'apparition de la pluricellularité.
À partir de carte(s) géologique(s), présenter l'étude d'un massif ancien : le Massif Central
Le neurone : une cellule spécialisée
La paroi des cellules végétales
Les variations du niveau de la mer : causes et conséquences
La place des phénomènes dus au hasard dans l'évolution du vivant
La métamérie
Les tissus de revêtement chez les Angiospermes
La fécondation chez les Embryophytes
La circulation thermohaline : origine, fonctionnement et implications climatologiques
Les semences : intérêts biologiques et pratiques d'après l'étude de quelques échantillons

Les principes d'une alimentation équilibrée chez l'Homme
Le rôle des processus géodynamiques externes dans la genèse et l'évolution des paysages
L'agrosystème, un exemple d'écosystème
Les variations du niveau de la mer : causes et conséquences
Les besoins alimentaires de l'Homme et leur couverture
Stabilité et variabilité de la molécule d'ADN
Le métamorphisme de haute pression-basse température et sa signification géodynamique
Le cycle géologique du carbone
Biologie et physiologie des fruits. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
Les Cyanobactéries
Les gènes du développement : signification embryologique et intérêt phylogénétique.
La circulation du sang chez l'Homme
La production de matière organique carbonée par les végétaux chlorophylliens
Les tissus conducteurs des sèves
Énergie solaire, saisons et climats
La coopération intraspécifique à partir d'exemples pris parmi les unicellulaires et les pluricellulaires.
La reconstitution des paléoenvironnements : méthodes et applications
Le chloroplaste et ses fonctions. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
Les évaporites, témoins des variations climatiques et géodynamiques
Organisation fonctionnelle de la moelle épinière
Les relations mère/embryon chez les mammifères
La structure et la dynamique interne du globe terrestre
La symbiose Rhizobium-Légumineuse
La régulation de la glycémie chez l'Homme.
La floraison
Lithosphères océaniques et ophiolites
Le brassage génétique lié à la sexualité
Les événements moléculaires et cellulaires lors de la segmentation de l'œuf
L'enregistrement géologique des climats
L'intérêt des météorites pour la connaissance de la Terre
Les neurohormones chez l'Homme
L'eutrophisation des eaux continentales
Ecologie et biologie des algues marines de la zone intertidale.
Fusion mantellique et fusion crustale
Les poissons, un groupe homogène ?
Autogamie et allogamie chez les Angiospermes
Les traits majeurs des principaux bassins sédimentaires français
Osmorégulation et milieu de vie
L'utilisation des isotopes stables en géologie
La dynamique de la végétation.
Oviparité et viviparité chez les vertébrés
L'équilibre hydrominéral chez l'Homme
Le sexe pour quoi faire ?
Influence des facteurs du milieu sur la photosynthèse
Les coopérations entre les organites de la cellule végétale
Transgressions et régressions au Mésozoïque et au Cénozoïque : exemples français
À partir de l'étude de cartes hydrogéologiques, étudier l'alimentation et la circulation des eaux souterraines
Les fonctions des racines. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
Intérêt des microfossiles
L'induction du mésoderme
Les enregistrements de la température par les roches
Les facteurs de la dynamique des populations
La fixation symbiotique de l'azote chez les végétaux
Les reliefs des domaines continentaux et leur signification géodynamique
Diversité structurale et fonctionnelle des tissus végétaux. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations

Les volcans des DOM-TOM
Comparaison cellule eucaryote et cellule procaryote
Les cycles ovarien et utérin chez les mammifères.
Agrobacterium tumefaciens et la transformation des plantes
L'étude d'une carte géologique au 1/50 000 au choix du candidat
Les molécules de l'immunité
La nutrition des embryons de vertébrés
L'interface entre le végétal et le milieu: exemple de la feuille
Le pétrole: gisements, origine, exploitation
En vous basant sur des exemples concrets, expliquez ce qu'est la classification phylogénétique
Phagocytes et réponses immunitaires
La Terre et l'évolution du système solaire
Les Alpes occidentales
Les fonctions du foie
La photorespiration
Relations circulation - respiration chez les animaux
Les sols dans leur contexte géologique : exemples français
Les fonctions des racines. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
La sélection naturelle
Les diagenèses
Les polysaccharides des végétaux
Comment peut-on définir les grandes divisions du monde végétal ?
La sédimentation carbonatée
La respiration aquatique
Ecologie et biologie des plantes succulentes
Les relations hôtes-parasites
L'importance du cytoplasme de l'oeuf dans le développement
Intérêts des mollusques fossiles
La gestion des réserves énergétiques chez l'Homme
La cristallisation fractionnée
Les méristèmes primaires et secondaires
Les chaînes de montagnes en France à partir de la carte géologique au millionième
La gestion des nappes d'eau souterraines
Le complexe hypothalamo-hypophysaire
Escherichia coli, outil de clonage moléculaire
La vie des végétaux en milieu salé
L'Océan Pacifique
La production de matière organique carbonée par les végétaux chlorophylliens
Les gènes du développement : signification embryologique et intérêt phylogénétique.
Le cycle externe de l'eau et ses conséquences
L'importance de la lumière dans la biologie du végétal (photosynthèse exclue)
La membrane plasmique des cellules eucaryotes
Les reptiles, un groupe homogène ?
L'homme et la biodiversité
Le rôle de l'eau dans la géodynamique externe
Les plantes en C4 et CAM
Les diagenèses
Oviparité et viviparité chez les vertébrés
La Terre et l'évolution du système solaire
Les réserves chez l'Homme.
Les glucides dans la vie des cellules végétales
La reconstitution des milieux de sédimentation anciens à l'aide des structures sédimentaires
Les relations mère/embryon chez les mammifères
Les facteurs de la dynamique des populations
Le fonctionnement des synapses
La sédimentation détritique, environnements et contextes géodynamiques
L'évolution des milieux sous l'influence de l'homme (on pourra utiliser les cartes de végétation)
La sismicité de la France (métropole et DOM)
La nutrition des embryons de vertébrés

La végétation des dunes littorales et sa dynamique
La chaleur interne du globe et ses manifestations
Le polymorphisme génétique intraspécifique: origine maintien et conséquences.
Les besoins alimentaires de l'Homme et leur couverture
Les réserves glucidiques des végétaux : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
La collecte de l'énergie lumineuse par les organismes chlorophylliens
Les marqueurs géologiques de la convergence de plaques
La fixation symbiotique de l'azote chez les végétaux
Le volcanisme cénozoïque en France métropolitaine
Les jonctions cellulaires
Les roches carbonatées
La formation du système nerveux chez les vertébrés
Étude comparée de l'expression du génome chez les Eucaryotes et les Eubactéries
Le rôle du climat dans les processus d'altération et d'érosion
Points chauds et panaches
La reproduction sexuée d'une Angiosperme
Respiration et milieu de vie
La gestion des réserves énergétiques chez l'Homme
Autogamie et allogamie chez les Angiospermes
La reproduction des champignons à partir des exemples du programme: Puccinia graminis, Plasmopara, Coprin, Levure.
Faits et arguments de la tectonique globale
Calcium et vie cellulaire
La stratigraphie séquentielle : principes et exemples d'utilisations
Les coopérations entre les organites de la cellule végétale
Les diabètes
De la fleur au fruit
Décrochements et structures associées
Le cytosquelette
Le mésoderme
Fossiles et paléoclimatologie
Chevauchements et nappes de charriage
Relation structure–fonction au niveau des surfaces d'échanges
Comment peut-on définir les grandes divisions du monde végétal ?
Les besoins alimentaires de l'Homme et leur couverture
L'origine, la structure et la dynamique de l'atmosphère terrestre
Pollen et pollinisation
Le chromosome eucaryote au cours du cycle cellulaire
L'histoire géologique de la France à partir de la carte géologique de la France au 1/1 000 000
Les méristèmes caulinaires
La fécondation chez les Embryophytes
Les reliefs des domaines continentaux et leur signification géodynamique
La respiration chez l'Homme
Les cycles de reproduction des algues à partir des exemples du programme : Fucus, Ulve, une algue rouge trigénétique
La forêt, un exemple d'écosystème
L'induction du mésoderme
Les déformations de la croûte continentale à partir d'études cartographiques (différentes échelles)
L'équilibre hydrominéral chez l'Homme
L'étude d'une carte géologique au 1/50 000 au choix du candidat
La photorespiration
La chaleur interne du globe et ses manifestations
Le métamorphisme dans son contexte géodynamique
Réponses de l'organisme humain à l'exercice physique
La notion d'espèce : définitions et limites.
Absorption et assimilation de l'azote chez les végétaux
L'étude d'une carte géologique au 1/50 000 au choix du candidat
Les facteurs de répartition des végétaux (on pourra utiliser des cartes de la végétation)
Organisation fonctionnelle de la moelle épinière

Granite et basalte : une comparaison
Les facteurs de répartition des végétaux (on pourra utiliser des cartes de la végétation)
Les mécanismes de l'évolution
L'équilibre hydrominéral chez l'Homme
Les protéines membranaires
Le rôle de la biosphère dans les processus géologiques
Les réserves glucidiques des végétaux : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
Les marges passives
Le SIDA
Le polymorphisme génétique intraspécifique: origine maintien et conséquences.
Les pigments photosynthétiques et leur rôles. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
Organisation fonctionnelle du système nerveux des Mammifères
Les plantes en C4 et CAM
Les reliefs d'origine volcanique
Présentez une excursion géologique dans une chaîne de montagne récente
Les formations bioconstruites
Le complexe hypothalamo-hypophysaire
Les informations apportées par les fossiles
Digestion et absorption des protéines chez l'Homme
Les relations entre sol et végétation (on pourra utiliser des cartes de la végétation)
A partir d'exemples, montrez ce qu'est l'homoplasie et son importance dans l'évolution
Importance de l'eau dans la vie du végétal
Les cellules de l'immunité
Le cycle du carbone et sa perturbation par l'homme
Les couplages océan-atmosphère
Les glaciers et leurs rôles géologiques
La respiration chez l'Homme
Les plastes et leurs fonctions. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
L'orogénèse varisque en France
Un exemple de glande endocrine : la thyroïde
La maîtrise de la reproduction humaine
Le stomate et ses fonctions. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
Métamorphisme et tectonique
Les rôles des reins des mammifères
Les méristèmes primaires et secondaires
Les bassins sédimentaires dans leur contexte géodynamique
A partir de quelques exemples , dégager les caractéristiques d'une cellule eucaryote
La Méditerranée
L'édification de l'appareil racinaire des Angiospermes
La gastrulation
L'étude d'une carte géologique au 1/250 000, au choix du candidat
La fonction photosynthétique de la feuille. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
La matière organique fossile
La phytophagie.
La place des phénomènes dus au hasard dans l'évolution du vivant
L'orogénèse alpine en France
Les semences : intérêts biologiques et pratiques d'après l'étude de quelques échantillons
L'histoire géologique d'une grande région naturelle française au choix du candidat
L'importance des microorganismes dans la vie des plantes.
L'évolution des milieux sous l'influence de l'homme (on pourra utiliser les cartes de végétation)
La carte géologique de la France au 1/1 000 000
Osmorégulation et milieu de vie
Les tissus conducteurs des sèves
Les structures en compression
Relations entre système nerveux et glandes endocrines

Escherichia coli, outil de clonage moléculaire
La vision chez l'Homme
L'exploitation de cartes géologiques (au choix du candidat) dans l'Est de la France
Les matrices extracellulaires des cellules eucaryotes
Le rôle de la température dans les phénomènes géologiques internes
Le potentiel d'action
Les végétaux et le froid
Les grands ensembles géologiques sur la carte de la France au 1/1 000 000
Le chromosome eucaryote au cours du cycle cellulaire
Les reptiles, un groupe homogène ?
En vous appuyant sur quelques exemples, dégager la notion d'hormone chez les végétaux.
La multiplication végétative chez les végétaux d'après l'étude de quelques échantillons
Géologie des eaux souterraines
La fixation symbiotique de l'azote chez les végétaux
La communication hormonale
La carte géologique de la France au 1/1 000 000
À partir d'un exemple de votre choix, dégager la notion d'écosystème
Les volcans et l'Homme
Les neurohormones chez les animaux.
Conséquences génétiques de la mitose et de la méiose
Les grands ensembles géologiques sur la carte de la France au 1/1 000 000
L'évolution des Hominidés
Le photopériodisme et la floraison
Les tissus conducteurs des sèves
L'adaptation de l'insecte à la vie terrestre
Relations circulation - respiration chez les animaux
Les méristèmes caulinaires
La reproduction des champignons à partir des exemples du programme: Puccinia graminis, Plasmopara, Coprin, Levure.
Une chaîne de montagnes récente à partir de cartes géologiques
Stabilité et variabilité de la molécule d'ADN
Les ophiolites
Absorption et assimilation de l'azote chez les végétaux
La biostratigraphie : bases et applications
La gestion des réserves énergétiques chez l'Homme
Le spermatozoïde : une cellule spécialisée
L'orogénèse varisque en France
Pollen et pollinisation
Les différentes classifications du vivant: caractères utilisés et principes d'élaboration.
La paroi des cellules végétales
Osmorégulation et milieu de vie
Les Fabacées et leur biologie
Les Alpes occidentales
La formation d'un rift continental
Les roches détritiques et leurs significations
Le métabolisme glucidique chez l'Homme
Contrôle climatique de la sédimentation
Le neurone : une cellule spécialisée
La graine et sa germination : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
L'eutrophisation des eaux continentales
La contribution des végétaux et des champignons aux cycles de matière au sein d'un écosystème
La métamorphose des amphibiens et son contrôle
L'agrosystème, un exemple d'écosystème
Les mobilités de la lithosphère
Les informations apportées par les fossiles
L'équilibre hydrominéral chez l'Homme
L'édification de la tige feuillée des Angiospermes
Les végétaux fossiles : intérêt paléoécologique
Les neurohormones chez les animaux.

La neurotransmission.
La maturation des fruits
La carte géologique de la France au 1/1 000 000
Les appareils digestifs des Mammifères
De la solution du sol à la sève brute
Les reliefs des domaines sous-marins et leur signification géodynamique
Les relations interspécifiques au sein de l'écosystème forestier
À partir de carte(s) géologique(s), présenter l'étude d'un massif ancien : le Massif Armoricaïn
Le bois
La fonction gonadotrope dans l'espèce humaine
Tectonique cassante, tectonique ductile
La collecte de l'énergie lumineuse par les organismes chlorophylliens
À partir de carte(s) géologique(s), présenter l'étude d'un massif ancien : le Massif Central
Les anticorps
En vous basant sur des exemples concrets, expliquez ce qu'est la classification phylogénétique
Le métamorphisme en domaine océanique
Ecologie et biologie des halophytes. (on se limitera aux Angiospermes)
La carte géologique de la France au 1/1 000 000
La paroi des cellules végétales
Comparaison cellule eucaryote et cellule procaryote
Les changements conformationnels des protéines et leurs conséquences biologiques
La circulation de l'eau dans la plante. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
Le potentiel d'action
L'ovule des Spermaphytes
Expérimentations et modélisations en sciences de la Terre
Les marqueurs géologiques de la convergence de plaques
Rôle des événements géologiques dans l'évolution de la biosphère
La somesthésie chez l'Homme
L'histoire géologique de la France à partir de la carte géologique de la France au 1/1 000 000
La gastrulation
Unité et diversité des Monocotylédones
La membrane plasmique des cellules eucaryotes
La reproduction sexuée d'une Angiosperme
L'importance du cytoplasme de l'oeuf dans le développement
Le flux d'énergie au sein d'un écosystème
L'histoire géologique d'une région française à partir de cartes géologiques
Les informations paléoécologiques apportées par les fossiles
La métamorphose des insectes et son contrôle
Le photopériodisme et la floraison
L'amincissement et l'épaississement de la lithosphère continentale
La respiration aquatique
Les poissons, un groupe homogène ?
Les relations entre sol et végétation (on pourra utiliser des cartes de la végétation)
La reconstitution des paléoenvironnements : méthodes et applications
La nociception chez l'Homme.
Les glucides dans la vie des cellules végétales
À partir d'échantillons et de lames minces, établir les critères de classification des roches magmatiques
Les micro-organismes du sol et leurs rôles
Le comportement mécanique de la lithosphère
Influence des facteurs du milieu sur la photosynthèse
La phytophagie.
Les arcs insulaires
Comment les plantes maintiennent-elles leur équilibre hydrique face aux fluctuations des facteurs du milieu ?
La minéralogie du manteau
A partir d'exemples précis, présenter les différentes modalités des relations interspécifiques, chez les animaux.
La transmission de l'information génétique au cours des divisions cellulaires

L'énergie solaire et les circulations atmosphériques
La maturation des fruits
L'histoire géologique d'une région française à partir de cartes géologiques
Le bois
Du gène à la protéine fonctionnelle chez les Eucaryotes
La communication nerveuse
Le mésoderme
La vie des végétaux dans les milieux secs
Sismicité et contextes géodynamiques
Le cycle de l'azote (on insistera sur la diversité des métabolismes bactériens)
Organisation fonctionnelle du système nerveux des Mammifères
La chronologie relative en géologie
L'Océan Indien
Le réflexe myotatique
La spéciation
Les tissus de revêtement chez les Angiospermes
Tectonique et sédimentation
Le foie et le métabolisme glucidique
Croissance et développement de l'arbre
Eau et magmatisme
L'équilibre hydrominéral chez l'Homme
Les couplages océan-atmosphère
En vous appuyant sur quelques exemples, dégagez la notion d'hormone chez les végétaux.
L'immunité cellulaire
Les vaisseaux sanguins chez l'Homme.
Le flux d'énergie au sein d'un écosystème
Le gamétophyte mâle des Embryophytes
Le saccharose, origine et devenir chez les Angiospermes
L'étude de la subduction par les méthodes géophysiques
Les Alpes occidentales
La symbiose Rhizobium-Légumineuse
La sédimentation pélagique
Les cellules de l'immunité
Les ophiolites
Les protéines membranaires
Unité et diversité des Monocotylédones
Les informations apportées par les fossiles
En vous appuyant sur quelques exemples, dégagez la notion d'hormone chez les végétaux.
Les grands ensembles géologiques sur la carte de la France au 1/1 000 000
Conséquences génétiques de la mitose et de la méiose
Les événements moléculaires et cellulaires lors de la segmentation de l'œuf
Le saccharose, origine et devenir chez les Angiospermes
Comparaison des planètes telluriques du système solaire
La nociception chez l'Homme
Comment peut-on définir les grandes divisions du monde végétal ?
Les hormones stéroïdes
Le magmatisme tholéitique
La digestion chez l'homme
Les changements conformationnels des protéines et leurs conséquences biologiques
La multiplication végétative chez les végétaux d'après l'étude de quelques échantillons
Relations entre système nerveux et glandes endocrines
La lumière et la croissance des végétaux
Le magmatisme lié à la subduction océanique
À partir de carte(s) géologique(s), présenter l'étude d'une chaîne de montagne ancienne
Les déformations des roches aux différentes échelles
Les fonctions du sang chez les vertébrés
Les zones de subduction
La motricité volontaire
Climats et végétation
Un écosystème aquatique au choix

L'importance de la lumière dans la biologie du végétal (photosynthèse exclue)
Les fonctions des branchies
Le polymorphisme génétique intraspécifique: origine maintien et conséquences.
Les chemins pression/température/temps à travers quelques exemples français
La cristallisation fractionnée
Le SIDA
Les végétaux d'un milieu aquatique (au choix du candidat)
Les mécanismes de différenciation magmatique
La maîtrise de la reproduction humaine
La communication hormonale
Les Fabacées et leur biologie
Les séries magmatiques dans leur cadre géodynamique
Le potentiel d'action
De l'ovule à la graine, chez les Angiospermes
La carte géologique de la France au 1/1 000 000
Conséquences génétiques de la mitose et de la méiose
Les grands ensembles géologiques sur la carte de la France au 1/1 000 000
Les réserves glucidiques des végétaux : le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
Les grandes étapes de l'évolution des vertébrés
Les roches carbonatées
Les cycles de reproduction des algues à partir des exemples du programme : Fucus, Ulve, une algue rouge trigenétique
Chaînes de subduction et chaînes de collision : une comparaison
Les molécules de l'immunité
Étude comparée de l'expression du génome chez les Eucaryotes et les Eubactéries
Les transformations minéralogiques et structurales au cours du métamorphisme
Absorption et assimilation de l'azote chez les végétaux
À partir de roches, de lames minces et de fossiles, reconstituer un paléoenvironnement
La dynamique de la végétation.
Les mécanismes de l'évolution
Déterminisme et différenciation du sexe dans l'espèce humaine
Déterminisme et différenciation du sexe dans l'espèce humaine
Les informations apportées par les fossiles
Un exemple de glande endocrine : le pancréas
Les facteurs de répartition des végétaux (on pourra utiliser des cartes de la végétation)
Lithosphères océaniques et ophiolites
Le myocyte squelettique des Mammifères
Le cycle de l'azote (on insistera sur la diversité des métabolismes bactériens)
La circulation du sang chez l'Homme
L'effet de serre
La compartimentation cellulaire
La croûte continentale
Digestion et absorption des protéines chez l'Homme
La symbiose Rhizobium-Légumineuse
La lithosphère océanique
Le sexe pour quoi faire ?
Le complexe hypothalamo-hypophysaire
Comment peut-on définir les grandes divisions du monde végétal ?
L'éthylène : une hormone végétale
Géologie du bassin parisien à partir de l'étude de cartes géologiques
La reproduction sexuée des Spermaphytes à partir de quelques exemples
La somesthésie chez l'Homme
L'étude d'une carte géologique au 1/50 000 au choix du candidat
L'homme et la biodiversité
Océan Atlantique et Océan Pacifique : une comparaison
Les neurones (l'origine des neurones n'est pas à traiter)
Le rôle des relations interspécifiques dans l'évolution
Les séries magmatiques dans leur cadre géodynamique
Intérêt des foraminifères fossiles

Diversité et polyphylétisme des algues
Le passage de la mauvaise saison chez les végétaux
Osmorégulation et milieu de vie
La neurotransmission.
Les phytochromes et leurs fonctions
L'amidon chez les végétaux. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
Contrôle climatique de la sédimentation
En vous basant sur des exemples concrets, expliquez ce qu'est la classification phylogénétique
La diversité des granitoïdes à travers deux exemples français
L'ATP dans la cellule végétale
L'exploitation de cartes géologiques (au choix du candidat) dans l'Est de la France
La notion de boucle de régulation à partir d'un exemple de votre choix
Le fonctionnement des synapses
La cinématique des plaques
Les Orchidacées et leur biologie
La maîtrise de la reproduction humaine
La somesthésie chez l'Homme
Les mécanismes favorisant la diversité génétique intraspécifique chez les Angiospermes
Transferts de chaleur et de matière dans les zones de subduction
La transcription des gènes chez les eucaryotes
La métamorphose des amphibiens et son contrôle
Les faciès métamorphiques
Les bassins d'avant-pays
La fonction endocrine des gonades des mammifères
Les principaux mécanismes de l'évolution du vivant
Les méristèmes primaires et secondaires
Les méthodes de datation en géologie
La formation du système nerveux chez les vertébrés
L'édification de la tige feuillée des Angiospermes
À l'aide d'exemples, montrer comment on peut reconstituer les paléoenvironnements
La communication hormonale
Montrer comment l'étude à différentes échelles d'une série sédimentaire permet de reconstituer les étapes de son histoire
Le bois
La phytophagie.
Digestion et absorption des glucides chez l'Homme
Comparaison cellule eucaryote et cellule procaryote
De la fleur au fruit
Les plastes et leurs fonctions. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
La Pangée : formation et dislocation
Marges actives et marges passives : une comparaison
Croissance et développement de l'arbre
Les informations apportées par les fossiles
Les fonctions de l'hypothalamus
Océan Atlantique et Océan Pacifique : une comparaison
L'apparition de la pluricellularité.
Importance de l'eau dans la vie du végétal
L'observation de roches exogènes à différentes échelles et la reconstitution de leur histoire
Le chloroplaste et ses fonctions. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
L'étude des chaînes de montagnes par les méthodes géophysiques
Le cycle du carbone et sa perturbation par l'homme
Le potentiel d'action
Les relations hôtes-parasites
L'exploitation de cartes géologiques (au choix du candidat) dans le Massif Central
Les reproductions monoparentales
La fonction photosynthétique de la feuille. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations

La respiration aquatique
Les couplages océan-atmosphère
Formation et disparition de la lithosphère océanique
L'encodage de l'information sensorielle
Les Fabacées et leur biologie
Les dorsales océaniques
Respiration et milieu de vie
Du gène à la protéine fonctionnelle chez les Eucaryotes
La motricité volontaire
Hydrothermalisme et altérations hydrothermales
Le cytosquelette
Faits et arguments paléontologiques en faveur de l'évolution
Les diabètes
La floraison
Les transformations métamorphiques des roches magmatiques (on se limitera à la série basique)
Mitochondrie et chloroplaste
La fonction gonadotrope dans l'espèce humaine
La reproduction sexuée du Pin
Les plantes et l'oxygène
Les risques géologiques
De la fleur au fruit
La respiration en milieu aérien
Le rôle de la biosphère dans les processus géologiques
Les bourgeons dans la vie de la plante
Les rôles des reins des mammifères
Les mécanismes de l'évolution
La genèse des magmas
L'étude d'une carte géologique au 1/50 000 au choix du candidat
Cellulose et lignine : leurs rôles chez les végétaux.
La spéciation
La métamérie
L'amidon chez les végétaux. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
Autogamie et allogamie chez les Angiospermes
Les profils sismiques et leur intérêt dans l'étude des structures géologiques
La disparition des reliefs
Les neurones (l'origine des neurones n'est pas à traiter)
Les volcans et l'Homme
Le volcanisme dans son contexte géodynamique
La lumière et la croissance des végétaux
Les protéines nucléaires
Diversité structurale et fonctionnelle des tissus végétaux. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
Les pièces buccales des insectes et leurs fonctions
Calcium et vie cellulaire
La métamorphose des insectes et son contrôle
Les granitoïdes : unité et diversité
La vision chez l'Homme
La maturation des fruits
La sédimentation continentale
Qu'est-ce qu'un virus ?
La formation d'un rift continental
L'importance de l'eau dans la vie du végétal
Les fonctions du sang chez les vertébrés
Les mycorhizes
Les données permettant de construire le modèle de structure et de composition du globe terrestre
Les évaporites, témoins des variations climatiques et géodynamiques
Le réflexe myotatique
Qu'est-ce qu'une cellule ?
Les diabètes

L'altération des roches
L'auxine et l'édification de l'appareil végétatif des Angiospermes
Climats et végétation
Le réflexe myotatique
Qu'est-ce qu'une cellule ?
La carte géologique de la France au 1/1 000 000
Les glucides dans la vie des cellules végétales
Origine et mise en place des turbidites
La place des phénomènes dus au hasard dans l'évolution du vivant
Les réserves chez l'Homme.
La croissance d'une Angiosperme
Présentez une excursion géologique dans une chaîne de montagne ancienne
La spéciation
Osmorégulation et milieu de vie
Les variations du niveau de la mer : causes et conséquences
Le magmatisme calco-alcalin
Les rôles des reins des mammifères
La reproduction sexuée d'une Angiosperme
La notion de boucle de régulation à partir d'un exemple de votre choix
Présentez une excursion géologique dans un bassin sédimentaire
La culture in vitro chez les végétaux vasculaires
La transmission de l'information génétique au cours des divisions cellulaires
Les fossés cénozoïques en France
Les polysaccharides des végétaux
La lumière et la croissance des végétaux
La diagenèse des roches carbonatées
Respiration et milieu de vie
La circulation de l'eau dans la plante. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
Les matrices extracellulaires des cellules eucaryotes
L'immunité cellulaire
L'étude d'une carte géologique au 1/50 000 au choix du candidat
L'encodage de l'information sensorielle
La forme de la Terre : apports de la gravimétrie et de la géodésie satellitaire
Cellulose et lignine : leurs rôles chez les végétaux.
Les reconstitutions paléogéographiques
À partir de carte(s) géologique(s), présenter l'étude d'un massif ancien : le Massif Armoricaïn
La formation du système nerveux chez les vertébrés
La membrane plasmique des cellules eucaryotes
A partir d'exemples précis, présenter les différentes modalités de défenses des plantes vis-à-vis des pathogènes.
Reconstituer les étapes de l'histoire d'une roche métamorphique replacée dans son contexte géodynamique
Les végétaux et le froid
Ectothermie et endothermie chez les vertébrés
Les risques géologiques
Le passage de la mauvaise saison chez les végétaux
Le rôle des relations interspécifiques dans l'évolution
La gastrulation
Les caractéristiques des Angiospermes
L'enregistrement géologique des climats
A partir d'exemples, montrez ce qu'est l'homoplasie et son importance dans l'évolution
Réponses de l'organisme humain à l'exercice physique
La chronologie relative en géologie
La genèse des magmas
Organisation fonctionnelle de la moelle épinière
La sélection naturelle
La culture in vitro chez les végétaux vasculaires
L'étude d'une carte géologique au 1/250 000, au choix du candidat
La transduction des signaux chimiques

La production de matière organique carbonée par les végétaux chlorophylliens
Présentation d'une excursion géologique dans une région de votre choix
La vaccination
Séismes et risques sismiques
Comparaison de la symbiose et du parasitisme, à partir d'exemples faisant intervenir des végétaux et/ou des champignons.
Les vaisseaux sanguins chez l'Homme.
La respiration en milieu aérien
La transcription des gènes chez les eucaryotes
Les conversions énergétiques dans la cellule chlorophyllienne
A partir d'exemples précis, présenter les différentes modalités de défenses des plantes vis-à-vis des pathogènes.
Les structures en extension
Genèse et évolution des magmas
Conséquences génétiques de la mitose et de la méiose
Les relations des granitoïdes avec leur encaissant
Les hormones stéroïdes
Tectonique et sédimentation
La transmission de l'information génétique au cours des divisions cellulaires
La fécondation chez les Embryophytes
Les ressources minérales en contexte sédimentaire
Diversité structurale et fonctionnelle des tissus végétaux. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
Le magmatisme alcalin
Les matrices extracellulaires des cellules eucaryotes
Le déterminisme de la mue et de la métamorphose chez les insectes
Les végétaux d'un milieu aquatique (au choix du candidat)
Les risques géologiques
Les poissons, un groupe homogène ?
Les relations hôte-parasite chez les végétaux
L'excrétion azotée et milieu de vie chez les animaux
La carte géologique de la France au 1/1 000 000
Comparaison des muscles lisses et striés
Le magmatisme tholéitique
La métamorphose des insectes et son contrôle
Le stomate et ses fonctions. Le candidat devra faire des observations concrètes et réaliser des manipulations
L'orogénèse alpine en France
Les événements moléculaires et cellulaires lors de la segmentation de l'œuf
À partir d'un exemple de votre choix, dégager la notion d'écosystème

LE SECOND ENTRETIEN

Le déroulement de l'épreuve

Cette épreuve, sans préparation, dure 20 minutes et est notée sur 30 points. Elle a lieu après l'exposé scientifique dont elle est totalement indépendante et porte sur les sciences de la Terre et de l'Univers si l'exposé concerne les sciences de la vie et réciproquement.

Cette épreuve repose sur l'observation raisonnée et l'exploitation argumentée d'objets biologiques ou géologiques. L'entretien est conduit sous la forme d'un dialogue au cours duquel l'examineur cherche à appréhender la démarche suivie par le candidat et à déterminer l'étendue de ses connaissances naturalistes. Ce dernier doit donc être réactif, prendre l'initiative face aux supports proposés et développer, autant que faire se peut, une démarche explicative.

L'architecture de l'épreuve a été en 2006 légèrement différente en biologie et en géologie.

En sciences de la vie, trois exercices indépendants sont proposés :

- une exploitation de matériel frais ou conservé, généralement macroscopique, permettant une approche naturaliste et une reconnaissance argumentée : plante, rameau feuillé, fruit, organe de réserve, animal, coquille, crâne... ;
- une analyse de matériel microscopique (coupes de tissus, images de microscopie électronique, à fluorescence) ou de substitution du réel (moulages, maquettes...);
- une exploitation de résultats expérimentaux : tableau, graphe, montage...

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

- un commentaire de carte ou d'un extrait de carte géologique allant de l'échelle locale 1/50 000^e à l'échelle du monde ;
- une description argumentée d'une photographie sur papier ou ordinateur, montrant un paysage, un affleurement... ;
- la reconnaissance raisonnée d'un minéral, d'un échantillon macroscopique de roche, d'une lame mince ou d'un fossile ;
- l'exploitation d'un document scientifique (diagramme binaire ou ternaire, diagramme PT, image tomographique, profil sismique, profil ECORS, carte d'anomalies gravimétriques...).

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

Les remarques du jury

L'ensemble du jury note une augmentation très significative du nombre de bonnes prestations lors de cette épreuve. Cette évolution positive montre que les candidats et les formateurs tiennent compte des remarques des rapports précédents. Néanmoins, un certain nombre de points demeurent perfectibles.

La diversité des supports proposés et le rythme des questions ont parfois déstabilisé le candidat. L'examineur est parfois conduit à accélérer le rythme du questionnement lorsque les réponses sont laborieuses. Durant leur année de préparation, les candidats doivent donc développer leur réactivité. La prise d'initiatives par le candidat pour argumenter à partir des échantillons ou des documents est appréciée.

Les capacités d'analyse et d'argumentation sont souvent insuffisantes. Il ne suffit pas de donner le nom d'un animal, d'une plante ou d'une roche pour avoir réussi l'exercice. Il faut expliquer et argumenter l'ensemble des critères qui permettent la détermination.

En biologie, il peut y avoir un mélange entre les exercices de biologie animale et ceux de biologie végétale. La liste ci-dessous recense les principales difficultés rencontrées par les candidats :

- les principales techniques de base (microscopie, électrophorèse, chromatographie) sont souvent méconnues ;
- les électrographies sont généralement reconnues mais les fonctions liées aux objets identifiés sont rarement évoquées spontanément ;
- les échelles sont mal cernées, la réalisation de petits calculs est parfois problématique (ordre de grandeur du grossissement) ;
- l'expression d'une réflexion critique sur les conditions expérimentales (nombre de manipulations, présence d'un témoin...) est quasi-absente ;
- il y a fréquemment confusion entre les faits et l'interprétation que l'on peut en faire.

En géologie, certains candidats semblent découvrir les cartes géologiques le jour de l'épreuve. La compréhension de la légende (couleurs, symboles, figurés, termes...) est un minimum indispensable. Par exemple, sur les cartes d'hydrogéologie les termes *isohypse* et *isopièze* sont souvent confondus. Voici les principales difficultés identifiées :

- difficulté à réaliser une coupe rapide « à main levée » ;
- difficulté à identifier un pendage ;
- l'analyse des déformations à partir d'un échantillon ou d'un affleurement est mal conduite : confusion entre ellipsoïde des déformations et ellipsoïde des contraintes ;
- l'échelle de dureté de Mohs n'est pratiquement jamais connue ;
- difficulté à interpréter des données géophysiques de base ;
- l'anatomie des principaux animaux et végétaux fossiles n'est pas connue.

Quelques exemples de supports proposés lors de la session 2006

En biologie

Exemple 1 : série de quelques imagos d'insectes, vaisseaux du xylème au MET (microscope électronique à transmission), exercice sur des cultures d'euglènes dans différentes conditions expérimentales ;

Exemple 2 : fleur, CT (coupe transversale) d'un embryon de vertébré, graphe concernant la variation de la concentration d'anticorps soumis à différents antigènes ;

Exemple 3 : pelote de réjection disséquée d'une chouette, CL (coupe longitudinale) de muscle strié au MET, exploitation d'un ECG (électrocardiogramme) ;

Exemple 4 : rameau feuillé, CT d'une feuille au MO, courbes de visites d'une inflorescence par une espèce pollinisatrice en fonction de différents facteurs.

En géologie

Exemple 1 : photographie d'une vallée glaciaire, une région de la carte au millionième, fossile, exercice sur la tomographie sismique

Exemple 2 : photographie d'une déformation, une carte au 1/50 000^e dont on demande un schéma structural, échantillon de roche, diagramme PT (pression-température)

Exemple 3 : photographie d'un volcan, carte des sédiments océaniques, lame mince, exercice sur les anomalies du géoïde.

Exemple 4 : photographie d'un affleurement sédimentaire, carte sismique de la France, stromatolithe, graphe sur les conditions thermodynamiques de fusion partielle d'une péridotite

Ces quelques exemples ont pour objectif de montrer la diversité des situations auxquelles le candidat peut être confronté. Lors de leur préparation, les candidats doivent s'attacher à exercer leur sens de l'observation, à développer leur réactivité en cherchant à justifier et à argumenter leurs réponses. Le second entretien constitue donc une épreuve exigeante, basée sur des objets concrets, dont l'exploitation réussie nécessite une indispensable maîtrise du fond scientifique. Les progrès constatés lors de la session 2006 laissent espérer une évolution favorable des prestations des futurs candidats au métier de professeur des sciences de la vie et de la Terre.

L'oral du CAPES

L'épreuve sur dossier

Ce texte a pour objectif de préciser aux candidats les attentes du jury. L'attention du lecteur doit être attirée sur certaines modalités de l'épreuve qui ont été modifiées pour la session 2006. Pour autant les remarques et les conseils formulés dans les rapports des sessions antérieures restent largement d'actualité.

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

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

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

Le métier d'enseignant fait appel à **des qualités de communication** : ainsi la clarté et la précision dans l'expression orale et écrite, des capacités d'écoute, mais aussi l'adaptabilité et le dynamisme sont des atouts indispensables.

L'épreuve, qui consiste en **un exposé suivi d'un entretien**, de 30 minutes maximum chacun, doit permettre au jury d'évaluer chez les candidats les aptitudes évoquées ci-dessus. Leur expression au travers de l'exploitation des documents du dossier doit permettre d'entrevoir ce que serait le comportement adopté en classe.

L'exposé

1- La préparation

Au début de l'épreuve chaque candidat reçoit un sujet et un dossier constitué de documents. **À compter de la session 2006 la durée de préparation portée à trois heures a eu des effets positifs sur la qualité des exposés présentés par les candidats.**

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

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

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

Il est essentiel que le candidat identifie précisément l'objet de l'étude qui sera délimité à partir des documents du dossier, du programme officiel et de la question posée, 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 constitue pas le titre de l'exposé attendu. Il fait référence à la partie du programme dont sera extraite la problématique qui sous-tend la construction de l'exposé.

L'inscription au tableau du domaine scientifique impliqué n'est pas une obligation. Un titre de l'exposé est, en revanche, attendu ; il doit être concis. Il ne doit pas reprendre intégralement la partie de programme à traiter ou l'énoncé du sujet mais exprimer clairement l'objet d'étude.

Un extrait du programme est fourni dans le dossier ; il est souvent limité au domaine dans lequel se situe le dossier. Dans la salle de préparation, les candidats disposent individuellement 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 nécessaire pour bien situer le sujet à traiter.

La parution des programmes actualisés du collège a été accompagnée en septembre 2004 de la publication au BO des textes fixant les nouveaux contenus et objectifs de l'enseignement des SVT en classe de 6^{ème}. À partir de la session 2007 les épreuves sur dossier prendront en compte ces nouveaux programmes de 6^{ème}.

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

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

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

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

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

Les exemples ci-dessous illustrent ces nouvelles formulations et la grande diversité des sujets :

1. Ordonnez les documents du dossier dans une démarche logique afin d'aboutir à un schéma fonctionnel illustrant la régulation de la glycémie à court terme. Vous construirez une activité des élèves
2. En utilisant tout ou partie des documents du dossier, proposez une démarche permettant d'établir l'implication du cerveau dans la perception visuelle du monde. Vous proposerez une activité des élèves basée sur les documents 5 et 7.
3. Proposez une organisation logique de tout ou partie des documents de ce dossier pour mettre en place les notions du programme relatives aux échanges de CO₂ entre les divers compartiments terrestres et à l'influence de l'Homme sur ces échanges.
4. Exploitez les documents selon une démarche logique qui permette de montrer comment les caractéristiques du milieu déterminent les conditions de la respiration et influent ainsi sur la répartition des êtres vivants. Proposez, à partir d'un ou plusieurs documents judicieusement choisis, une activité pratique contribuant à former les élèves à la démarche expérimentale.

5. Utilisez les documents du dossier dans une démarche scientifique permettant de montrer comment les connaissances relatives au fonctionnement du système immunitaire permettent de mettre au point des pratiques médicales efficaces contre les maladies infectieuses. Vous développerez plus particulièrement une activité à partir d'un document de votre choix, tel quel ou modifié, en précisant les objectifs méthodologiques qu'elle permet d'atteindre.
6. Proposez une exploitation ordonnée des documents du dossier montrant l'unité et la diversité des planètes telluriques / ou permettant de construire les notions du programme sur les séismes.

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

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

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

On évitera d'employer le terme de problématique qui n'est pas synonyme de problème scientifique. On évitera l'accumulation de problèmes qui ne sont, le plus souvent, que des questions. On bannira le terme de « sous-problème » qui ne présente aucune pertinence.

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

Il ne faut pas hésiter quand cela est possible à mettre en œuvre une démarche scientifique. Toutefois, **le statut de l'hypothèse semble encore mal perçu par une majorité de candidats**. La formulation d'une hypothèse nécessite, entre autres, une bonne identification du problème scientifique et doit exprimer une relation supposée de cause à effet. Elle peut être dans une **démarche expérimentale** à l'origine de la recherche de conséquences vérifiables sans lesquelles il ne saurait y avoir de construction raisonnée d'un protocole expérimental. Ainsi, le protocole expérimental réalisé en vue d'étudier les conséquences de la variation d'un facteur par comparaison avec un témoin doit-il être bien différencié d'une manipulation qui se propose simplement d'illustrer un phénomène. Dans un grand nombre de cas en effet on utilisera une simple **démarche d'investigation** qui permet d'éprouver l'hypothèse explicative par l'observation de phénomènes à différents niveaux d'organisation ou l'utilisation de modèles.

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

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

Aucune démarche a priori n'est donc imposée et les membres du jury qui évaluent cette épreuve sont disposés à accepter celle du candidat pour peu qu'elle suive une logique guidée par le bon sens et soit conforme à l'esprit de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre, qui, à partir d'un constat, cherche à impliquer les élèves dans la construction de leurs connaissances au cours d'activités de raisonnement. Très souvent, **les documents du dossier sont numérotés suivant un ordre volontairement quelconque** de façon à laisser au candidat l'initiative de sa démarche. Lorsque le sujet ne demande pas explicitement la mise en œuvre d'une démarche, il convient cependant de formuler les notions construites permises par l'exploitation des documents.

En revanche, **la description d'une activité des élèves** comprend nécessairement une motivation, des objectifs explicites (notionnels, méthodologiques, techniques, éducatifs), un ou des support(s), un questionnement opératoire (consignes), les réponses ou les productions attendues. Le questionnement doit laisser sa place au raisonnement autonome de l'élève ; **de multiples questions fermées, ponctuelles ne sont pas conformes à cette intention**. Par ailleurs, il peut être judicieux - le sujet le demande parfois explicitement - de proposer une organisation du travail de la classe en ateliers diversifiés, avec élaboration d'un bilan commun. Pour la désignation des objectifs de méthode, il est au minimum attendu l'utilisation des termes du programme de collège, qui désignent les capacités correspondantes : s'informer, raisonner, réaliser, communiquer. Encore faut-il avoir au préalable réfléchi à ce que recouvre chacun de ces mots ; rares sont, par exemple, les candidats capables de définir l'acte de raisonnement par une mise en relation, l'observation par une prise d'informations orientée soit par une comparaison ou un rapprochement avec des connaissances antérieures (elle peut alors

servir à poser un problème), soit par la recherche d'éléments de réponse au problème posé (l'observation est donc toujours différente d'une simple description, elle est intégrée à l'investigation).

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

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

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

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

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

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

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

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, les candidats doivent se garder de certains raisonnements trop finalistes.

4 - Les documents du dossier :

Le dossier comprend en moyenne de 6 à 8 documents. Parmi ces documents, certains sont peu ou pas didactisés c'est à dire qu'ils nécessitent, pour être utilisés dans un contexte de classe, d'être adapté au niveau des élèves.

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

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

De nombreux exemples peuvent être cités, témoignant de lacunes inacceptables qui pèsent lourdement 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 ;
- la spécificité des colorants usuels (réactif iodo-ioduré, carmin acétique...) ;
- l'organisation des végétaux, leurs organes spécialisés les plus courants ;
- l'identification des espèces animales et végétales communes ;
- la représentation schématique de la lithosphère et le mécanisme d'accrétion à la dorsale ;
- l'équation d'équilibre des carbonates ;
- la représentation schématique du fonctionnement d'un volcan ;
- etc.

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

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

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

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

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

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

5 - Les qualités de communication :

Durant l'épreuve, le candidat doit capter l'attention des membres de la commission et, pour cela, éviter un ton monocorde, bas, sans changement de rythme. Malgré le stress compréhensible, il faut s'efforcer d'être dynamique et convaincant.

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

Les transparents de rétroprojection servent à expliciter des activités, à présenter des productions attendues des élèves, à simplifier ou compléter un document du dossier. Il est parfois souhaitable de recourir aussi à ce support pour rappeler les acquis des élèves,

éventuellement sous forme d'un schéma. Leur utilisation pertinente obéit à des règles de communication qu'il faut s'approprier si l'on décide d'utiliser ce media. Ainsi, la superposition possible de plusieurs supports, la possibilité de compléter « en direct » un transparent rendent plus vivante la présentation de schémas explicatifs ou fonctionnels. Par contre, on évitera les textes longs et non illustrés.

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

En outre, il convient aussi d'utiliser le tableau ; celui-ci est notamment préférable pour l'affichage progressif du plan de l'exposé. 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 particulièrement appréciée.

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

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.

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

Le questionnement scientifique s'efforce ainsi de vérifier si le candidat a le niveau de connaissances nécessaire à un professeur pour être à l'aise en classe sur le sujet, et pour maîtriser la lecture des documents de manière à pouvoir au besoin en expliciter les données à des élèves.

Lorsque le dossier porte sur une classe de collège, l'interrogation va dépasser ce niveau par exemple, pour traiter ce même thème au niveau lycée. La maîtrise des **notions de base en physique et chimie** est également indispensable : trop de candidats sont incapables d'équilibrer une réaction simple, de représenter une force, d'aborder de façon rigoureuse une réflexion sur l'énergie...

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

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

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

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

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

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

Le candidat doit faire preuve de réactivité : être capable de corriger le plan ou la démarche lorsque l'exposé n'a pas exprimé les idées essentielles.

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

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

mesurer ses limites, sans que cela ne remette en question la bonne impression d'ensemble.

Conclusion

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

- l'adéquation entre le **libellé du sujet** et le contenu de l'exposé ;
- **l'identification d'un document (initial, déclencheur, d'appel...)** qui mobiliserait l'attention des élèves et les mettraient en réelle situation de recherche ;
- la **formulation de vrai(s) problème(s)** amorçant une véritable **démarche** ;
- les **étapes du raisonnement scientifique**, notamment expérimental, qui ne doivent pas se limiter à des concepts abstraits ou à une liste d'opérations formelles, les problèmes posés restant souvent artificiels ;
- la **maîtrise des notions et concepts des programmes de l'enseignement secondaire (fondements scientifiques de la biologie et de la géologie)** sans laquelle aucune réflexion didactique n'est possible ;
- la **connaissance des supports et du principe de fonctionnement des appareils les plus couramment utilisés en classe** ; une étude des manuels scolaires serait en cela d'une grande utilité, de même que la réalisation des manipulations les plus usuelles ; ne pas oublier également que les programmes, à consulter en priorité, proposent des activités envisageables, qui, pour être facultatives, n'en sont pas moins instructives ;
- la conception et la **rédaction des activités des élèves** ; le questionnement est généralement absent, ou à l'inverse trop lourd avec une succession de nombreuses questions fermées ; les objectifs méthodologiques et techniques sont le plus souvent mal définis, la production attendue n'est pas précisée ;
- les **objectifs éducatifs** : fortement présents dans les programmes de sciences de la vie et de la Terre, notamment au collège nécessitent des activités adaptées, développant responsabilité, autonomie, communication, aptitude au travail en équipe, attitude citoyenne...
- **l'orthographe et l'expression orale et écrite**, qui laissent souvent à désirer ; les fautes, parfois abondantes, vont au-delà du simple lapsus provoqué par le stress ; encore trop de candidats négligent le rôle fondamental des enseignants de toutes les disciplines dans la formation des élèves à la maîtrise du langage ;
- quelques éléments de culture générale, en **géographie** par exemple, peuvent éviter de commettre des erreurs qui seraient choquantes si elles apparaissaient en classe ;
- les éléments de connaissances fondamentales **en chimie et physique** indispensables à la compréhension des notions de géologie ou de biologie enseignées ;

- l'utilisation d'un **vocabulaire** précis – non seulement dans le domaine scientifique mais aussi dans le langage courant – est indispensable, de même que le recours à un **niveau de langage** adapté ;
- il peut être attendu d'un futur professeur de sciences de la vie et de la Terre qu'il possède quelques rudiments d'**histoire des sciences** et sache situer, dans une chronologie sommaire, les apports d'hommes de science tels que Mendel, Claude Bernard, Pasteur, Wegener, ... Notons que les programmes accordent de plus en plus de place 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 : fondés sur un nombre réduit d'acquis, mettant en œuvre des connaissances moins développées. Les démarches mises en œuvre exigent des candidats une approche des savoirs très différente de celle qu'ils ont connue au cours de leurs années universitaires et constituent une réelle difficulté de transposition.

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

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

Exemple de traitement d'un dossier de biologie niveau collège

Sujet n° ...

Classe : cinquième

Domaine du programme concerné : Respiration et occupation des milieux.

SUJET

Intégrez tout ou partie des documents proposés dans une démarche scientifique permettant de montrer comment les conditions du milieu influent sur la respiration et sur la répartition des êtres vivants. Vous proposerez une activité des élèves permettant de développer la maîtrise de la démarche expérimentale.

Sommaire du dossier n°...

TEXTES DE REFERENCE :

- Extrait du programme de la classe de 5ème

page 3/7

DOCUMENTS :

DOCUMENT 1 : Répartition des êtres vivants le long d'un cours d'eau page 4/7

DOCUMENT 2 : Facteur du milieu et respiration d'un poisson page 5 /7

DOCUMENT 3 : Oxygénation du milieu par les végétaux chlorophylliens page 6/7

DOCUMENT 4 : Action de l'homme sur les conditions de la respiration page 7/7

Extrait du programme de la classe de 5^{ème}

C. Des êtres vivants dans leur milieu

Par souci de ne pas surcharger le programme, cette étude est limitée à deux fonctions : la respiration et la reproduction. Elle répond à trois intentions :

- **parvenir à une généralisation** concernant ces fonctions ;
- **montrer comment la diversité répond aux contraintes variées des milieux** ;
- **expliquer l'influence de l'Homme sur la présence et la répartition des êtres vivants**, et souligner la responsabilité humaine dans ce domaine.

Les relations entre êtres vivants et milieux font intervenir divers facteurs. Compte tenu des objectifs retenus pour la classe de 5^o, seuls sont traités ceux qui se rapportent aux deux fonctions envisagées. L'étude reste limitée à quelques exemples, choisis pour établir les notions essentielles.

Les thèmes proposés sont particulièrement favorables à la mise en œuvre de pratiques et de démarches expérimentales, auxquelles il convient de réserver un temps significatif. **Les espèces rencontrées sont replacées dans la classification** amorcée en 6^o, ainsi étoffée. Cette partie prépare à mieux comprendre l'idée d'évolution.

1. Respiration et occupation des milieux

EXEMPLES D'ACTIVITÉS	CONTENUS - NOTIONS	COMPÉTENCES
<p>Re – mesure de la fréquence respiratoire d'un animal aquatique quand la température du milieu varie.</p> <p>Ra – recherche d'une explication de la répartition d'êtres vivants d'un cours d'eau.</p> <p>Ra – mise en évidence du rejet d'oxygène par un végétal chlorophyllien à la lumière.</p>	<p>Des caractéristiques du milieu déterminent les conditions de la respiration et influent ainsi sur la répartition des êtres vivants.</p> <p>La température influe sur la teneur de l'eau en gaz.</p> <p>À la lumière, les végétaux chlorophylliens contribuent à oxygéner le milieu.</p> <p>En modifiant les conditions de la respiration dans les milieux (température, polluants, végétation) l'Homme influe sur leur qualité et leur équilibre.</p> <p><i>[Physique-chimie : gaz dans l'air, dans l'eau]</i></p>	<p>Expliquer la modification de l'occupation d'un milieu par la variation d'un facteur – température, pollution, agitation, peuplement végétal – influant sur la respiration.</p> <p>Mettre en évidence expérimentalement des variations du fonctionnement respiratoire d'un animal en fonction des conditions du milieu.</p>

DOSSIER N°...

DOCUMENT 1 : Répartition des êtres vivants le long d'un cours d'eau
(SVT 5^{ème} Bordas 2002)

a. : les quatre zones d'un cours d'eau

Les scientifiques distinguent, d'après la faune piscicole, quatre zones qui portent le nom du poisson le plus représentatif :

- (a) zone à truites,
- (b) zone à ombres,
- (c) zone à barbeaux,
- (d) zone à brèmes.

Les deux premières zones correspondent aux rivières de première catégorie des pêcheurs, les deux dernières aux rivières de deuxième catégorie.

b. : Caractéristiques des zones et répartition des espèces de poisson

Zone des truites 5-10 °C	Zone des ombres 8-14 °C	Zone des barbeaux 12-18 °C	Zone des brèmes 16-20 °C
Truite de rivière	Ombre	Barbeau	Brème
Loche franche	Chevaine	Idé	Tanche
Vairon	Saumon		Brochet
Torrent	Rivière rapide	Rivière lente	Eau calme

DOCUMENT 2 : facteur du milieu et respiration d'un poisson
(SVT 5^{ème} Bordas 2002)

Il est possible de compter le nombre de mouvements respiratoires de certains animaux aquatiques comme le poisson : il suffit de placer l'animal dans un récipient contenant de l'eau froide à que l'on réchauffe peu à peu.



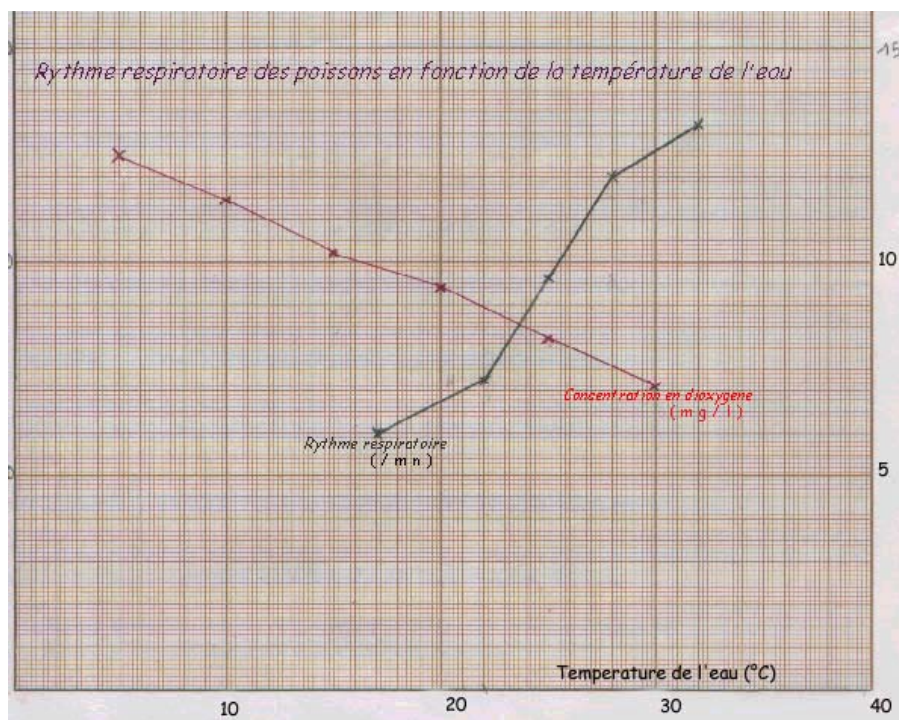
a. Mesure de la fréquence respiratoire du poisson rouge en fonction de la température :

Température de l'eau en °C	17	22	25	28	32
Fréquence respiratoire (battements par minute)	60	72	96	120	132

b. Mesure de la teneur en dioxygène de l'eau en fonction de la température :

Température de l'eau en °C	5	10	15	20	25	30
Concentration de dioxygène en mg.L ⁻¹	12,5	11,9	10,2	9,4	8,2	7,1

c. Graphique obtenu par les élèves



DOCUMENT 3 : Oxygénation du milieu par les végétaux chlorophylliens
(SVT 5^{ème} Hatier 2001)

Obtenir un bon équilibre dans un aquarium.
Il est recommandé d'installer des plantes vertes dans un aquarium contenant des poissons d'eau douce. Celui-ci doit être éclairé, mais éloigné d'une fenêtre pour que l'eau ne soit pas chauffée par les rayons du soleil.

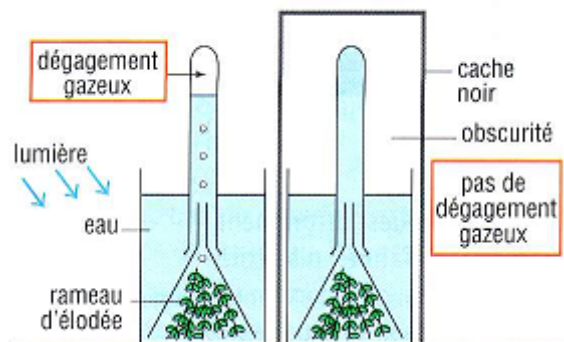


Mesures de l'oxygène dissous dans l'eau.

Les mesures sont obtenues à l'aide d'une sonde à oxygène reliée à un dispositif d'expérimentation assistée par ordinateur (Ex.A.O.).

	Oxygène dissous en mg/L
Eau d'un aquarium à 23 °C, sans plantes vertes	5,2
Eau d'un aquarium à 23 °C, contenant des plantes vertes	7,8

Importance des végétaux chlorophylliens

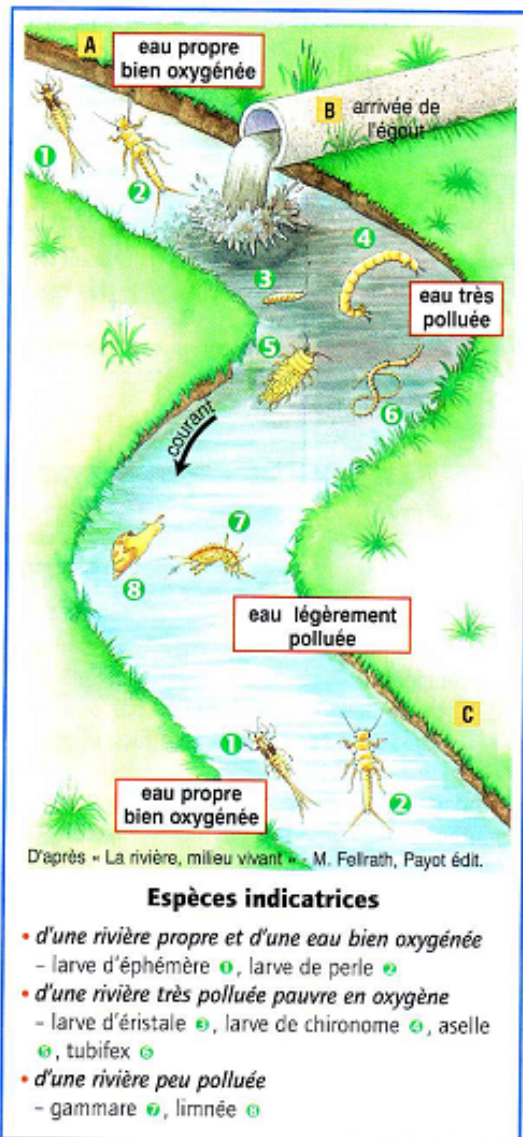


Résultats d'un montage expérimental à la lumière et à l'obscurité

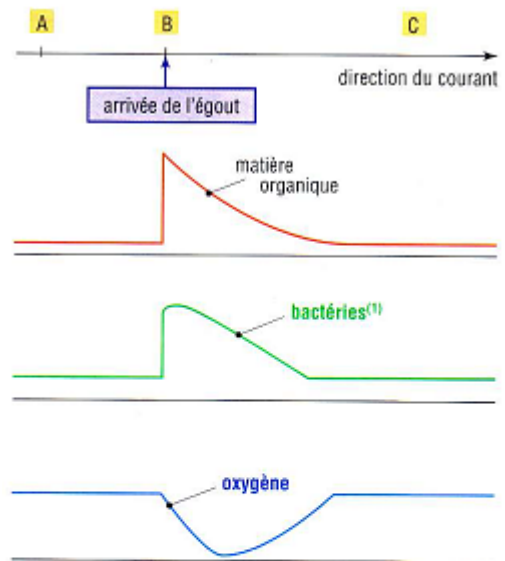
DOCUMENT 4 : Action de l'homme sur les conditions de la respiration

(SVT 5ème Bordas 2001)

Rejet des eaux usées non traitées par une agglomération



❸ L'arrivée d'une bouche d'égout entraîne des modifications importantes de la faune.



(1) Les bactéries aérobies, organismes microscopiques normalement présents dans le milieu :

- se nourrissent de matières organiques qu'elles dégradent ;
- se multiplient très rapidement (le nombre peut doubler en 30 minutes environ) si la nourriture est abondante ;
- utilisent pour leur respiration l'oxygène dissous dans l'eau (elles sont dites aérobies).

❸ Évolution de la qualité des eaux suite à un rejet d'eaux usées.

Répartition des animaux (SVT 5ème Hatier)



Larve de perle. Elles vivent dans les eaux courantes, sous les pierres.



Aselles. Ce sont des crustacés qui respirent à l'aide de branchies situées à la base des pattes. Elles vivent dans les eaux dont le courant n'est pas trop rapide, où elles se nourrissent de matière organique en décomposition.

Besoins en oxygène des animaux.

Animaux vivant sur le fond du cours d'eau	Quantité d'oxygène dissous dans l'eau qui leur est nécessaire pour vivre
Larve de perle	10 mL par litre
Larve d'éphémère	7 mL par litre
Aselle	4 mL par litre
Larve d'éristale	0,5 mL par litre

Proposition d'exploitation

Cerner le sujet

Le sujet demande :

- de montrer comment les conditions du milieu influent sur la respiration et sur la répartition des êtres vivants ;
- d'entraîner les élèves à la maîtrise de la démarche expérimentale.

Construire une approche possible

Introduction

La respiration a été traitée chez l'Homme dans la partie « fonctionnement du corps et nutrition » et l'unité de la respiration a été établie au début de la partie « respiration et occupation des milieux ». À ce stade, les élèves connaissent les échanges gazeux respiratoires en relation avec les appareils respiratoires spécialisés dans différents milieux.

Le **document 1a** peut servir de document d'appel pour s'interroger sur les causes de la répartition des espèces le long d'un cours d'eau. On peut envisager de remplacer le document 1a par un vidéogramme ou par une enquête réalisée par les élèves auprès des sociétés de pêche d'une rivière proche. On peut aussi faire référence aux résultats des concours de pêche réalisés sur différents tronçons d'une même rivière. On peut également envisager l'utilisation d'Internet soit pour saisir des informations soit pour échanger des informations entre plusieurs collègues situés sur des tronçons différents d'une même rivière.

On envisage l'existence de paramètres différents caractérisant les différentes zones répondant aux exigences des espèces étudiées.

1. Les facteurs du milieu et la répartition des espèces dans une rivière

Les vignettes suggèrent l'intervention de la vitesse du courant donc de l'agitation de l'eau mais également des températures variables selon les lieux photographiés. La dernière photographie montre des végétaux aquatiques qui suggèrent que les espèces animales étudiées peuvent avoir des besoins alimentaires variés (espèces végétariennes ou carnivores)

a) Des paramètres physico-chimiques du milieu peuvent modifier les conditions de la respiration.

Le **document 1b** vient préciser les données obtenues par l'observation du document 1a. Ce tableau confirme, en donnant des valeurs, que la répartition des poissons dépend de la température de l'eau. Les zones les plus agitées sont effectivement les plus froides (5 à 10°C). On envisage un lien entre et la respiration des poissons et la température de l'eau.

Activité des élèves :

Problème : quel lien y a t il entre température de l'eau et respiration des poissons ?

Hypothèse : une augmentation de la température de l'eau entraîne une augmentation du rythme respiratoire du poisson.

Conséquence vérifiable : si j'augmente la température de l'eau, je dois observer une augmentation du rythme respiratoire du poisson.

Les élèves peuvent imaginer le **protocole** présenté sur la photographie du **document 2**. On répartit les élèves par groupe de 4 en attribuant une tâche à chacun. On se met d'accord, avant de commencer, sur la manière de restituer les résultats à l'ensemble de la classe. (**cf tableau de valeurs 2a**). On peut prévoir d'utiliser un tableur-grapheur pour présenter les résultats obtenus et ainsi participer à l'acquisition ou à la validation des compétences du B2i.

On constate (**tableau 2a**) que la fréquence des mouvements respiratoires du poisson rouge augmente quand la température augmente entre 17°C et 32°C.

Nouvelle hypothèse : on peut penser que l'augmentation de la fréquence respiratoire s'explique par une diminution de l' O_2 disponible pour le poisson. Donc il y aurait un lien entre température du milieu et quantité de O_2 dissous.

Les sondes oxymétriques du commerce sont compensées en température et il est donc impossible de les utiliser en faisant varier la température de l'eau. Il est donc impossible de vérifier expérimentalement l'hypothèse qui aurait pu être énoncée (une augmentation de la température de l'eau entraîne une diminution de la quantité d' O_2 disponible. On utilisera donc le tableau de mesure **document 2b**.

L'hypothèse est validée. Il existe un lien entre la température de l'eau et la quantité d' O_2 disponible.

Conclusion : la température de l'eau influe sur la quantité du O_2 disponible pour les êtres vivants, ce qui influe sur leur répartition. Chaque espèce étudiée occupe donc une zone de rivière dont la température est compatible avec ses exigences respiratoires.

Existe-t-il d'autres paramètres qui interviennent sur la teneur en O_2 de l'eau des rivières et donc sur la répartition des êtres vivants ?

b) À la recherche d'autres paramètres du milieu pouvant modifier les conditions de la respiration.

Lorsqu'on élève des poissons en aquarium on veille à mettre en place un bulleur, un éclairage, une circulation d'eau avec un filtre et des plantes vertes **document 3**.

Quel est le rôle des plantes vertes ?

Dans un aquarium soumis à une température constante et à un même éclairage, on mesure la quantité de O_2 dissous en présence ou en l'absence de plantes vertes aquatiques.

Le tableau du document 3 montre la présence d'une plus grande quantité de O_2 dans l'aquarium contenant les plantes vertes. Ce qui suggère que les plantes vertes sont capables d'oxygéner le milieu.

Dans quelles conditions les plantes vertes produisent-elles du O_2 ?

Étant donné qu'il faut éclairer l'aquarium, on s'interroge sur le rôle de la lumière :

La lumière intervient dans la production de O₂ par les plantes vertes.

Le protocole suivant peut-être élaboré par les élèves : une plante aquatique peut libérer du O₂ si elle se trouve dans les bonnes conditions d'éclairage. Or c'est ce qui est représenté dans le schéma expérimental du **document 3c**.

Conclusion : la production de O₂ par les plantes vertes ne se fait qu'en présence de lumière.

Bilan : différents paramètres du milieu (température, présence de végétaux chlorophylliens) influent sur les conditions de la respiration en faisant varier la quantité de O₂ disponible dans le milieu. Ainsi les êtres vivants se répartissent dans les différentes zones de la rivière en fonction de leur besoin en O₂.

2. L'Action de l'Homme sur la répartition des êtres vivants dans une rivière

Problème : comment les activités humaines ont-elle une influence sur les conditions de respiration des êtres vivants dans les rivières ?

Le **document 4a** montre que l'arrivée de l'égout modifie la répartition des êtres vivants dans la rivière. En amont de l'effluent on trouve des espèces indicatrices d'une grande richesse en O₂ (larves de perle et d'éphémère - tableau du **document 4** « besoins en Oxygène des animaux ») Par contre en aval on rencontre des espèces indicatrices d'une faible teneur en O₂ (larve d'éristale)

Les associations d'espèces qui ont des exigences en O₂ différentes sont indicatrices de la pollution de l'eau.

Pourquoi les eaux d'égout font-elles baisser la quantité de O₂ dissous de l'eau de la rivière ?

Document 4b : on constate au niveau du rejet d'eaux usées une augmentation de la quantité de bactéries qui se nourrissent de matières organiques et consomment une grande quantité de O₂ dont la concentration diminue.

On peut donc relier quantité de matière organique dissoute dans l'eau et faible quantité de O₂ disponible dans l'eau. Les espèces relevées précédemment sont donc indicatrices de l'état de pollution **organique** de l'eau de la rivière.

La présence des espèces indicatrices d'une eau propre dans la zone C de la rivière met donc en évidence un phénomène **d'auto épuration**.

Exemples de questions posées lors de l'entretien

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

Questions scientifiques

1. Quelle est la position systématique de l'aselle, la perle et de l'éristale, du gammare et de la limnée ?
2. Les poissons sont-ils un groupe homogène ?
3. Quels sont les deux mécanismes physiques mis en jeu lors de la respiration en milieu aquatique ? (on aidera le candidat à trouver diffusion et convection)
4. Comment caractériser le gaz dégagé dans l'expérience du document 3 ?
5. Quels sont les principes de fonctionnement d'une station d'épuration ?
6. Qu'est-ce que l'eutrophisation ? quelle est son action sur la biodiversité ?

Questions didactiques

1. Comment pourriez-vous remplacer le montage expérimental du document 3 ? (on pense à un dispositif ExAO)
2. Qu'est-ce que le B2i ?
3. Comment organiser une sortie pour aller échantillonner un secteur de cours d'eau pollué ?
4. Comment organiser une recherche des élèves sur Internet concernant le sujet donné ? (variation du peuplement ichthyologique le long d'une rivière) ?
5. Quel réinvestissement de la notion construite « oxygénation du milieu par les végétaux chlorophylliens » peut-on envisager dans les différents niveaux du lycée ?

Exemple de traitement d'un dossier de biologie niveau lycée

Sujet n°...

Classe : première S

Partie du programme : La morphogenèse végétale et l'établissement du phénotype

SUJET

Construire la notion relative aux mécanismes d'une croissance végétale orientée, à partir de tout ou partie des documents fournis, ou du réel qu'ils représentent, tels quels ou remaniés .

Élaborez une activité qui entraîne les élèves à la pratique d'une démarche expérimentale, à partir d'un choix de documents.

Sommaire du dossier n° ...

TEXTES DE REFERENCE :

- Extrait du programme de la classe de 1^{ère} S page 3/9

DOCUMENTS :

DOCUMENT 1 : la découverte de l'auxine : une suite d'expériences historiques
(source : Nathan 1S) page 4/9

DOCUMENT 2 : La répartition de l'auxine dans les différentes parties d'un végétal .
(source : Hatier 1ère S) page 5 /9

DOCUMENT 3 : Le mode d'action de l'auxine au niveau cellulaire
(source : Hatier 1 ère S) page 6/9

DOCUMENT 4 : Effet inhibiteur de la lumière
(source : l'expérimentation en physiologie végétale- R. Prat) page 7/9

DOCUMENT 5 : L' auxine et le phototropisme
(source : Nathan 1 ère S) page 8/9

DOCUMENT 6 : Morphologie des arbres en lisière d'un bosquet
page 9/9

Extrait du programme de la classe de 1^{ère} S

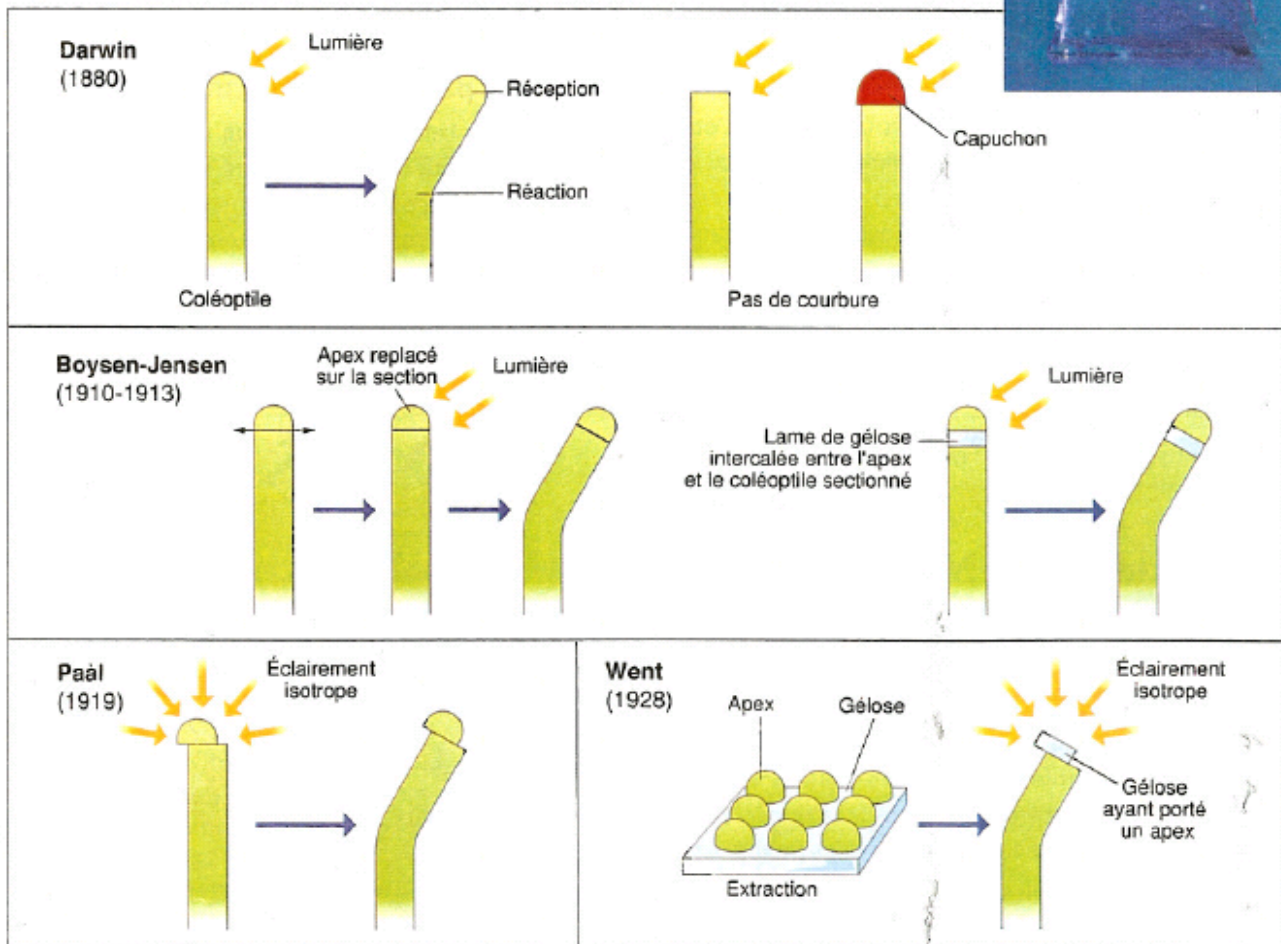
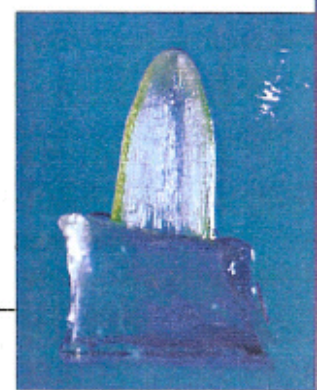
<p>Réalisation de préparations et (ou) observation de cellules végétales. Mise en évidence de la paroi cellulosique : cellulose, lamelle moyenne.</p> <p>Mise en évidence de la turgescence cellulaire. Obtention et/ ou observation de protoplastes. Étude des expériences historiques de la mise en évidence d'une hormone végétale : l'auxine.</p>	<p>Dans la tige, la croissance cellulaire est contrôlée par une hormone : l'auxine</p> <p>La paroi des cellules végétales en extension est essentiellement composée de polysaccharides, dont la cellulose et les hémicelluloses. La pression de turgescence cellulaire et la plasticité pariétale permettent la croissance cellulaire. L'auxine, facteur de croissance ou hormone végétale, contrôle la croissance cellulaire. Elle est synthétisée par l'apex des tiges. Elle possède une double action :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une action à court terme sur la plasticité pariétale ; - une action à plus long terme sur l'expression de gènes qui participent aux divers événements du métabolisme nécessaires à la croissance. <p><i>Limites : les détails des mécanismes de synthèse et de construction de la paroi (métabolisme de la cellulose, de la construction de la paroi ainsi que la diversité des molécules qui la composent), les mécanismes détaillés des échanges hydriques et la notion de potentiel hydrique, les mécanismes moléculaires détaillés de l'action de l'auxine sur la paroi, ne sont pas au programme.</i></p>
---	---

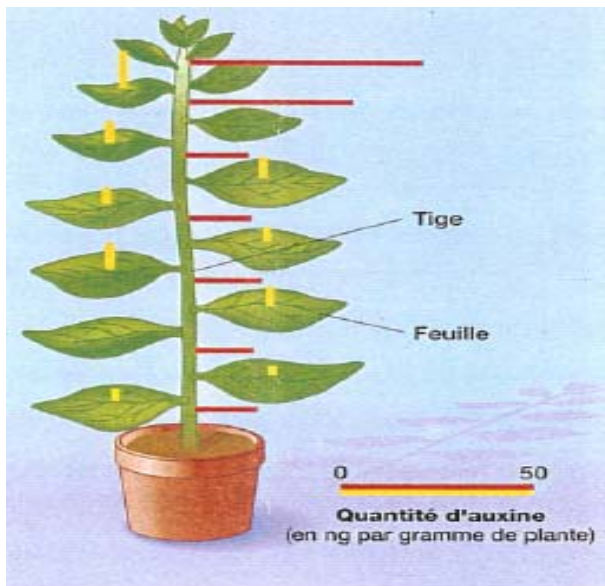
<p>Réalisation et (ou) analyse d'expériences montrant le rôle de l'auxine sur la croissance différentielle entre les deux faces d'un organe.</p> <p>Réalisation et (ou) analyse d'expériences de clonage de végétaux.</p>	<p>Le développement du végétal est influencé par la répartition des hormones en interaction avec les facteurs de l'environnement</p> <p>La répartition inégale de l'auxine dans les tissus, conséquence d'un éclairage anisotrope, permet une croissance orientée. Les ramifications naturelles ou provoquées sont sous la dépendance d'un changement de répartition des hormones dans le végétal qui conduit à un changement de morphologie. La totipotence des cellules végétales permet le clonage. Les proportions des différentes hormones (rapport des concentrations d'auxine et de cytokinine) contrôlent l'organogénèse (tige, racines). <i>Limites : les mécanismes d'action des cytokinines ne sont pas au programme.</i></p>
---	---

DOCUMENT 1 : La découverte de l'auxine : une suite d'expériences historiques
(source : Nathan 1S)

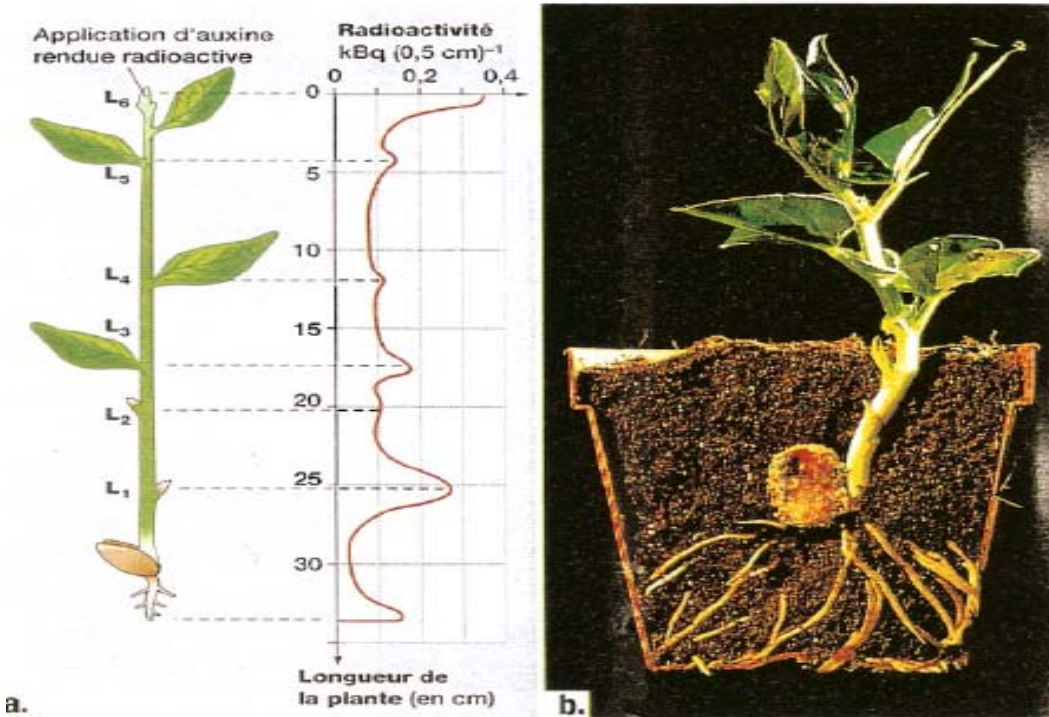
Des expériences historiques ont permis dès la fin du XIX^e siècle de montrer l'intervention d'hormones dans la croissance des végétaux : la première hormone mise en évidence a été l'auxine, à partir de l'étude du phototropisme d'un coléoptile d'Avoine.

- En 1880, Darwin montre que la « pointe » du coléoptile, nécessaire à la réponse phototropique, est distincte de la zone de courbure.
- En 1910, Boysen-Jensen montre qu'on peut restituer la sensibilité phototropique en remplaçant l'apex sur un coléoptile décapité même si une lame de gélose est intercalée entre les deux.
- En 1919, Paál constate que si la pointe du coléoptile est mise légèrement de côté, on obtient une courbure phototropique, l'éclairage étant cependant isotrope.
- En 1928, Went extrait la substance active et met au point le test qui porte son nom : le test de Went. Ce test consiste à faire diffuser dans des blocs de gélose (1 x 2 x 2 mm) l'auxine présente dans la pointe du coléoptile. Déposé latéralement sur un coléoptile décapité, ce bloc entraîne la courbure du coléoptile. On mesure la courbure après 90 min (valeur de l'angle). Celle-ci dépend de la concentration en auxine.





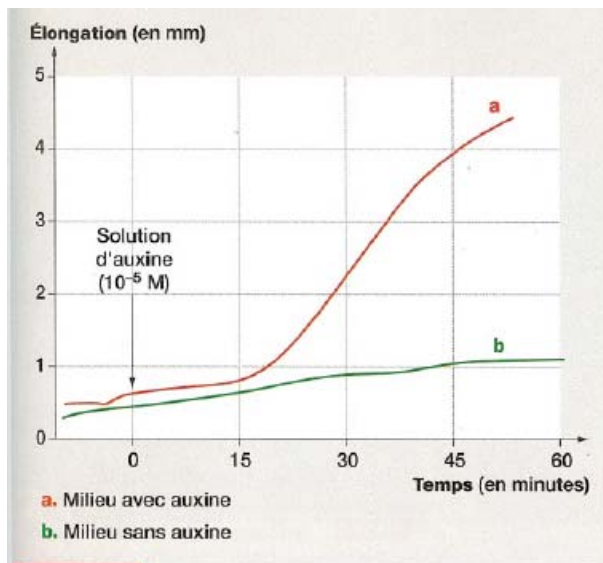
1 Les teneurs en auxine de différentes parties d'un pied de Tabac.



2 Étude expérimentale de la diffusion de l'auxine chez un jeune pied de Fève.

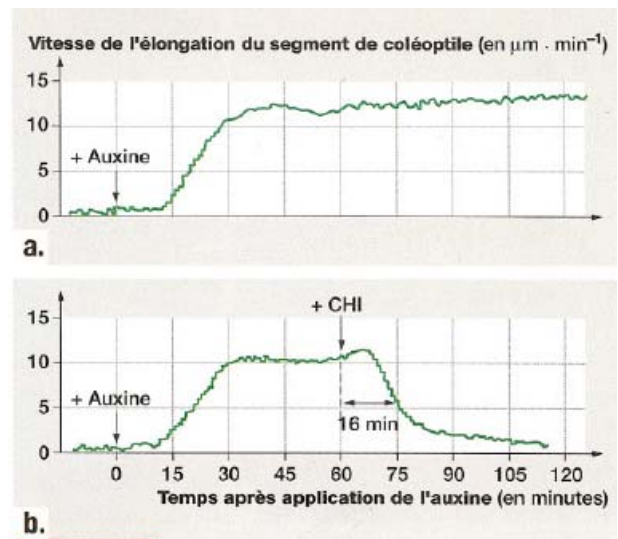
De l'auxine contenant du tritium (^3H), isotope radioactif de l'hydrogène, a été appliqué au niveau du bourgeon terminal d'un très jeune pied de Fève (*Vicia faba*). La distribution de la radioactivité a été mesurée, le long de sa tige, 48 heures après l'application de l'auxine tritiée. Les zones d'élongation sont toutes localisées à proximité d'un méristème, soit de celui du bourgeon terminal, soit de ceux, intercalaires, situés au niveau des nœuds, soit de celui situé à l'extrémité de la racine.

A. Document 3 : Le mode d'action de l'auxine au niveau cellulaire
(source : Hatier 1 ère S)



Auxine et allongement cellulaire.

On mesure l'élongation d'un segment d'une très jeune tige de Soja vert, placé dans un milieu liquide aéré et renouvelé, de manière à maintenir constantes les conditions favorables à la croissance cellulaire. Au temps $t = 0$, une solution d'auxine (10^{-5} M) est ajoutée dans un des milieux.



Action de l'auxine et synthèse des protéines.

Les effets de l'auxine sur l'élongation d'un segment d'un centimètre de long d'un coléoptile de maïs sont mesurés dans différentes conditions expérimentales. Les cellules ont été lavées de manière à les débarrasser d'éventuelles traces d'auxine endogène, puis incubées à 25°C dans une solution d'auxine à $10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (a. et b.). Au bout de 60 minutes, on ajoute un inhibiteur (CHI ou cycloheximide) de la synthèse des protéines (b.).

B. DOCUMENT 4 : Effet inhibiteur de la lumière
(source : l'expérimentation en physiologie végétale- R. Prat)

PRINCIPE

La croissance est naturellement tributaire de la nutrition. Aussi, chez les plantes vertes, il est évident qu'il existe une relation positive entre éclairage, activité photosynthétique, croissance et développement de la plante. Cependant, à cette action « quantitative » peut se superposer une action de régulation plus « qualitative ». C'est ce que l'on peut mettre en évidence en supprimant la lumière. La culture en absence de lumière se traduit par un comportement physiologique particulier, l'étiollement.

MATERIEL

- germination de soja vert, de pois ou de blé préparées selon : couler de la gélose à 1% (dans de l'eau du robinet) dans des boîtes de Pétri (5mm d'épaisseur) puis placer les graines ou grains.
- placer les boîtes à l'obscurité pendant 3 ou 4 jours jusqu'à obtenir le développement des racines.

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Cultiver les germinations à la lumière et à l'obscurité.

Comparer la morphologie des plantules cultivées à la lumière et à l'obscurité.

Il faut vérifier qu e les autres facteurs soient comparables (temps de croissance, température)

Il est possible, par exemple pour chaque lot de « soja vert », de construire une courbe de croissance en fonction du temps.

RESULTAT

La lumière inhibe remarquablement la croissance des tiges de dicotylédones (hypocotyle de « soja vert », et épicotyle de pois) et stimule celle de leurs feuilles. Chez les monocotylédones, les résultats semblent différents : la lumière semble avoir une légère action inhibitrice sur les feuilles de blé. On ne peut pas conclure quant à l'action de la lumière sur les tiges de monocotylédones puisqu'à ce stade, la plantule de blé ne possède pas encore de tige développée.

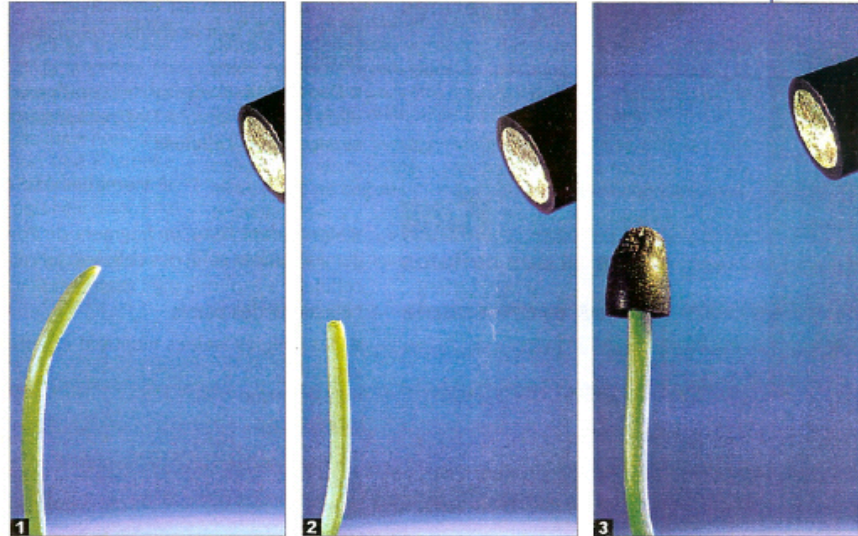
DOCUMENT 5 : L'auxine et le phototropisme
 (source : Nathan 1 ère S)

**RÉSULTATS
DES EXPÉRIENCES**

A. Apex et éclairage orienté

**GUIDE
DE RÉALISATION**

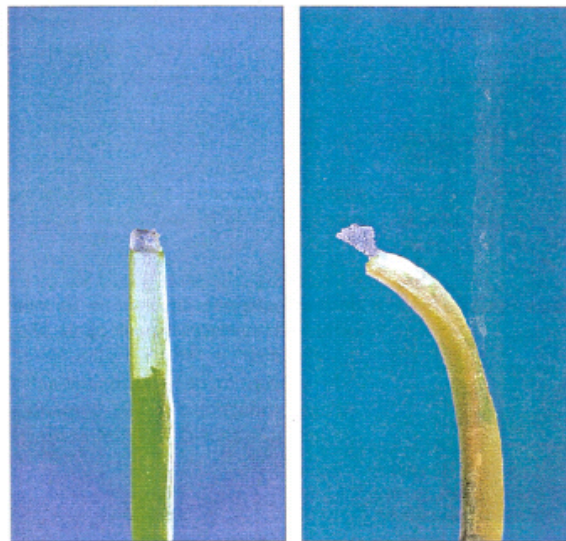
- 1 Préparer des plantules de Blé dont les coléoptiles :
 - sont laissés intacts (présence de l'apex) ;
 - ont été décapités ;
 - sont laissés intacts mais dont l'apex est recouvert d'un petit capuchon opaque à la lumière.
- 2 Placer ces plantules dans un faisceau de lumière (éclairage anisotrope).
- 3 Observer l'état des plantules au bout de deux heures.



a Plantules placées en éclairage anisotrope.
 (1) coléoptile avec apex
 (2) coléoptile sans apex
 (3) coléoptile avec apex mais capuchonné

B. Auxine et phototropisme

- L'auxine intervient sur la croissance en longueur des cellules végétales. L'apex des coléoptiles pourrait être un lieu de production d'auxine. L'auxine pourrait donc intervenir sur le phototropisme. Pour chercher à préciser les relations entre éclairage anisotrope, apex, auxine et courbure des coléoptiles en croissance, des expériences ont été réalisées.
- On a déposé, sur deux plantules dont le coléoptile a été décapité, un cube de gélose imprégné d'auxine.
 - Sur la première, le cube de gélose couvre toute la section (b).
 - Sur la deuxième, le cube de gélose recouvre une moitié de la section (c).
 Les deux plantules sont placées à l'obscurité. Dans les deux cas, on observe une croissance du coléoptile.



b Bloc de gélose sur la totalité de la section. **c Bloc de gélose sur la moitié de la section.**

DOCUMENT 6 : Morphologie des arbres en lisière d'un bosquet



Proposition d'exploitation

Introduction :

Le candidat lit l'énoncé du sujet et place les documents sur la table devant le jury. En quelques mots, il présente le thème d'étude à savoir les mécanismes de la croissance orientée des végétaux dans une classe de première S. Le sujet est replacé dans la progression annuelle. Les élèves connaissent la structure de la paroi en relation avec la plasticité et la croissance cellulaire. La notion d'hormone végétale n'a pas encore été étudiée, elle le sera dans le cadre de l'exploitation de ces documents.

Le document 6 constitue le document d'appel et permet de faire le constat que les arbres penchent vers la lumière. On recherche alors l'explication de cette croissance orientée.

Les programmes proposent que la classe de terrain de première S soit l'occasion d'observer la diversité morphologique des végétaux en liaison avec l'environnement. le candidat se doit de suggérer de remplacer le document 6 par cette sortie.

Titre de l'exposé :

La croissance orientée chez les végétaux

1. L'influence de la lumière sur la croissance de la tige

Le **document 4 sert de support pour l'activité entraînant les élèves à la pratique de la démarche expérimentale**. Cette formation est centrée sur la formulation de l'hypothèse, sa conséquence vérifiable et sa mise à l'épreuve.

Dans ces conditions les paragraphes « principe » et résultats » ne sont pas présentés aux élèves.

La manipulation est réalisable en classe avec un matériel facile d'utilisation. Le professeur aura prévu des cultures dans les conditions correspondant au protocole expérimental.

L'hypothèse retenue est que la lumière favorise l'élongation des tiges.

Si cette hypothèse est valide alors en absence de lumière la tige ne s'allonge pas.

Les élèves réalisent la manipulation en respectant les consignes données. Ils travaillent individuellement et le professeur circule dans la classe pour vérifier que le travail est effectué correctement. Il leur fait remarquer que les conditions de germination sont identiques par ailleurs (seul le facteur lumière varie).

Les résultats obtenus sont confrontés à l'hypothèse qui est infirmée.

Notion construite : la lumière inhibe la croissance des tiges (des dicotylédones)

On recherche alors la structure photosensible et le ou les mécanisme(s) à l'origine de cette inhibition.

2. La structure photosensible de la tige

Le **document 5a** exprime la même idée que le **document 1** (expérience de Darwin) que nous n'utiliserons pas. On peut soulever la difficulté de réaliser la manipulation en classe.

L'exploitation de ce document permet de conclure que l'apex du coléoptile est sensible à la lumière. On peut aussi constater à partir de ces photographies que la croissance est plus importante du côté non exposé à la lumière.

Remarque : on rappelle que la croissance du coléoptile se fait uniquement par auxèse.

Comment l'apex sensible à la lumière induit-il une croissance orientée ?

3. La réponse de l'apex

Les documents 5b et 1 (expériences historiques de Boysen-Jensen, Paäl et Went) démontrent la production par l'apex d'une substance responsable de la croissance orientée. Donc le candidat choisit l'exploitation de l'un ou l'autre de ces deux documents en privilégiant soit le réel soit l'approche historique.

Si l'on utilise le document 5b, il va de soit que le texte accompagnant le document doit être remanié.

Notion construite : l'apex produit une substance, l'auxine, responsable de la courbure du coléoptile dans les conditions anisotropes. Donc l'auxine stimule la croissance.

Se pose alors le problème de son mode d'action.

4. Le mode d'action de l'auxine

Le document utilisé est le document 3. Une étude détaillée est attendue. Ce document permet de confirmer le rôle de l'auxine dans l'élongation cellulaire d'une part et d'autre part son rôle sur l'expression génétique permettant la production des constituants de la paroi (par l'intermédiaire d'enzymes catalysant les réactions de synthèse).

Bien entendu, on devra relier l'action de l'auxine sur l'élongation cellulaire aux connaissances des élèves relatives à la plasticité pariétale.

Comment l'éclairement anisotrope, en interaction avec la production d'auxine par le végétal, induit une croissance orientée ?

5. La répartition de l'auxine

Le document 2 ne permet pas de conclure sur le rôle de la lumière sur la répartition de l'auxine. Il montre la capacité de l'auxine à diffuser dans le végétal (hormone végétale) ainsi qu'une répartition inégale de celle-ci, en relation avec les zones d'élongation du végétal.

Ce document peut-être utilisé pour faire émettre, par l'élève, une hypothèse relative au problème posé ci-dessus.

L'hypothèse qui pourrait être retenue est la suivante: la lumière orientée modifie la répartition de l'auxine dans l'apex. Ceci stimule la croissance à l'opposé de la lumière et provoque la croissance orientée : retour au document d'appel.

Le document ne permet pas d'aller plus loin dans l'explication.

En conclusion les notions construites au cours de la leçon doivent être énoncées.

À la fin de l'exposé, le candidat, en s'adressant aux membres du jury, précisera la suite du cours : le mode d'action de l'auxine, action à court terme sur la plasticité pariétale, action à plus long terme sur l'expression de gènes (cette action a été abordée au cours de cette leçon)

Exemples de questions posées lors de l'entretien

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

Questions scientifiques

1. Quel est l'autre nom de l'auxine ?
2. Quel est l'effet de l'auxine sur l'auxèse ? En particulier quel est son effet sur la structure moléculaire de la paroi cellulaire ?
3. Comment dose-t-on l'auxine ?
4. Quel est le récepteur impliqué dans la courbure phototropique et à quelles longueurs d'onde est-il activé ?
5. Quel autre tropisme intervient sur la croissance des végétaux ? Comment le mettre en évidence simplement ?
6. Citez d'autres exemples d'hormones végétales et précisez leurs effets ?

Questions pédagogiques

7. Comment aborder le rôle de l'auxine dans le cadre du programme mais sous une autre problématique ?
8. Quel schéma fonctionnel pourrait-on faire construire aux élèves dans le cadre de cet exposé ?
9. Quelles consignes pourriez-vous donner aux élèves pour élaborer un tel schéma ?
10. À quelles compétences entraînez-vous vos élèves lorsque vous leur faites réaliser l'activité détaillée ?
11. Précisez les niveaux d'enseignement où est évoquée la notion d'hormone ?

BIOLOGIE GENERALE

LA BIBLIOGRAPHIE DE LA SESSION 2006

ARTICLES SCIENTIFIQUES

POUR LA SCIENCE :

- L'intégrale des articles 1996-2002 (CD-ROM) - NOUVEAU
- L'intégrale des dossiers (32 dossiers) : Tous les articles des Hors-séries de Pour la science (CD-ROM) - NOUVEAU
- Encyclopaedia Universalis (CD v11) - NOUVEAU

A - GENETIQUE – EVOLUTION - OUVRAGES GENERAUX

- ALLANO et CLAMENS : Evolution, des faits aux mécanismes. 2000 (Ellipses)
- BERNARD et coll. : Génétique, les premières bases. Collection "Synapses". 1992 (Hachette)
- BRONDEX : Evolution, synthèse des faits et des théories. 2000 (Dunod)
- CAMPBELL : Biologie. 2^{ème} édition 2004 (De Boeck) – NOUVELLE EDITION
- DAVID et SAMADI : La théorie de l'évolution. 2000 (Flammarion)
- DE BONIS : Evolution et extinctions dans le règne animal. 1991 (Masson)
- DUPRET: L'état pluricellulaire. 2003 (Ellipse)
- GOUYON et ARNOULD Les avatars du gène. 1997 (Belin) - NOUVEAU
- GRIFFITHS et al. : Analyse génétique moderne. 2001 (De Boeck)
- GRIFFITHS et al. : Introduction à l'analyse génétique. 1997 (De Boeck)
- HARTL, Génétique 3^{ème} ed. 2003 (Dunod) - NOUVEAU
- HOUDEBINE : Transgénèse animale et clonage. 2001 (Dunod)
- INDGE : Biologie de A à Z. 2004 (Dunod)
- Le GUYADER : L'évolution. 1998 (Belin) NOUVEAU
- LECOINTRE et Le GUYADER : Classification phylogénétique du vivant. 2003 (Belin)
- LEWIN : Gènes VI. 1999 (De Boeck)
- MAUREL : La naissance de la vie. 1998 (Diderot)
- MAYR : Population, espèces et évolution. 1974 (Hermann)
- MORERE, PUJOL: Dictionnaire raisonné de Biologie, 2003 (Frison-Roche)
- PLOMIN : Des gènes au comportement. 1999 (De Boeck)
- POULIZAC : La variabilité génétique. 1999 (Ellipses)
- POUR LA SCIENCE : L'évolution. 1979 (Belin)
- PURVES, ORIAN, HELLER et SADAVA: Le monde du vivant. 2000 (Flammarion)
- RIDLEY: Evolution biologique. 1997 (De Boeck)
- ROSSIGNOL et al. : Génétique, gènes et génomes. 2000 (Dunod)
- RUSSEL : Génétique. 1988 (Meds-Mc Graw Hill)
- SERRE et coll : diagnostics génétiques. 2002 (Dunod)
- SMITH et SZATHMARY : Les origines de la vie. 2000 (Dunod)
- SOLIGNAC et al. : Génétique et évolution. 1995 (Hermann)
- Tome 1 : La variation, les gènes dans les populations
- Tome 2 : l'espèce, l'évolution moléculaire
- WATSON et al. : L'ADN recombinant 1994 (De Boeck)
- Dossier La Recherche : L'histoire de la vie. Juillet 2005.

B - BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE - BIOCHIMIE - MICROBIOLOGIE

ALBERTS et al. : Biologie moléculaire de la cellule.1995 (Flammarion)
 AUGERE : Les enzymes, biocatalyseurs protéiques. 2001 (Ellipses)
 BERNARD : Bioénergétique cellulaire, 2002 (Ellipses)
 BOITARD : Bioénergétique. Collection "Synapses". 1991 (Hachette)
 BOREL et al. : Biochimie dynamique. 1997 (De Boeck)
 BRANDEN et TOOZE : Introduction à la structure des protéines. 1996 (De Boeck)
 BYRNE et SCHULTZ : Transport membranaire et bioélectricité. 1997 (De Boeck)
 CALLEN : Biologie cellulaire : des molécules aux organismes. 1999 (Dunod)
 CLOS , COUMANS et MULLER : Biologie cellulaire et moléculaire 1. 2003 (Ellipse)
 COOPER. La cellule, une approche moléculaire. 1999 (De Boeck)
 DESAGHER : Métabolisme : approche physiologique . 1998 (Ellipses)
 GARRETT et GRISHAM : Biochimie. 2000 (De Boeck)
 HENNEN: Biochimie 1^{er} cycle. 2001 (Dunod)
 HORTON et al. : Principes de biochimie. 1994 (De Boeck)
 KARP : Biologie cellulaire et moléculaire. 1998 (De Boeck)
 LECLERC et al. : Microbiologie générale.1983 (Doin)
 LEHNINGER : Biochimie.1994 (Flammarion)
 LODISH et al. : Biologie moléculaire de la cellule.1997 (De Boeck)
 MOUSSARD : Biochimie structurale et métabolique. 1999 (De Boeck)
 PELMONT : Enzymes.1993 (Pug)
 PERRY , STALEY, LORY : Microbiologie. 2004 (Dunod)
 PETIT, MAFTAH, JULIEN : Biologie cellulaire. 2002 (Dunod)
 POL : Travaux pratiques de biologie des levures 1996 (Ellipses)
 PRESCOTT : Microbiologie.1995 (De Boeck)
 ROBERT et VIAN : Eléments de Biologie cellulaire.1998 (Doin)
 ROLAND, SZÖLLÖSI et CALLEN : Atlas de biologie cellulaire.1996 (Masson)
 SHECHTER : Biochimie et biophysique des membranes : aspects structuraux et fonctionnels.
 2000 (Dunod)
 SINGLETON : Bactériologie. 1999 (Dunod)
 SMITH : Les biomolécules (Protéines, Glucides, Lipides, A.nucléiques).1996 (Masson)
 STRYER : Biochimie.1985 (Flammarion)
 TAGU, Techniques de Bio mol, 2003 INRA – NOUVEAU
 TERZIAN : Les virus. 1998 (Diderot)
 VOET et VOET : Biochimie. 1998 (De Boeck)
 WEIL : Biochimie générale, 2001 (Dunod)
 WEINMAN et MEHUL : Biochimie, structure et fonction des protéines. 2000 (Dunod)
 WEINMAN et MEHUL, Toute la biochimie. 2004 (Dunod) - NOUVEAU

Dossier Biofilms (sélection d'articles en Français) - NOUVEAU

- FILLOUX A., VALLET I., Biofilm: mise en place et organisation d'une communauté bactérienne, MEDECINE/SCIENCES 2003 ; 19 : 77-83
- COSTERTON B, STEWARD P, Les biofilms, Pour La Science. Septembre 2001, N° 287, pp48_53.
- COLLECTIF, Bulletin de la Société Française de Microbiologie, vol 14 fasc. 1 et 2.
- KLINGER C., Les biofilms, forteresses bactériennes, La recherche sept 2005 n° 839, pp 42-46,

C - REPRODUCTION - EMBRYOLOGIE – DEVELOPPEMENT

BEAUMONT-HOURDRY: Développement. 1994 (Dunod)

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

PHYSIOLOGIE ANIMALE

A - PHYSIOLOGIE GENERALE ET HUMAINE

BEAUMONT, CASSIER et TRUCHOT: Biologie et physiologie animales. 2^{ème} ed. 2004 (Dunod)
 BEAUMONT, TRUCHOT et DU PASQUIER : Respiration, circulation, système immunitaire,
 1995 (Dunod)
 CALVINO : introduction à la physiologie, Cybernétique et régulation. 2003 (Belin Sup)
 ECKERT et al.: Physiologie animale. 1999 (De Boeck)
 GANONG : Physiologie médicale. 2001 (De Boeck) - NOUVEAU
 GUENARD: Physiologie humaine. 1996 (Pradel-Edisem)
 JOHNSON, EVERITT : Reproduction. 2002 (De Boeck Université). - NOUVEAU
 LASCOMBES: Manuel de T.P. de physiologie animale et végétale. 1968 (Hachette)
 MARIEB: Anatomie et Physiologie Humaines. 1999 (De Boeck)
 RICHARD et al.: Physiologie des animaux (Nathan)
 Tome 1: Physiologie cellulaire et fonctions de nutrition. 1997
 Tome 2 : construction de l'organisme, homéostasie et grandes fonctions. 1998
 RIEUTORT: Abrégé de physiologie animale. 1991 (Masson)
 Tome 1 : Les cellules dans l'organisme
 Tome 2 : Les grandes fonctions
 SCHMIDT-NIELSEN: Physiologie animale: adaptation et milieux de vie. 1998 (Dunod)
 SHERWOOD : Physiologie humaine. 2000 (De Boeck)
 TORTORA et GRABOWSKI: Principes d'anatomie et physiologie. 1999 (De Boeck)
 VANDER et al.: Physiologie humaine. 1989 (Mac-Graw-Hill)
 WILMORE et COSTILL: Physiologie du sport et exercice physique. 1998 (De Boeck)

B - NEUROPHYSIOLOGIE

BOISACQ-SCHEPER : Neurosciences. 2004 (Dunod)
 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)

PURVES et al.: Neurosciences. 1999 (De Boeck)
PURVES et al., Neurosciences, 3^{ème} édition, 2005 (De Boeck). NOUVELLE EDITION
REVEST et LONGSTAFF: Neurobiologie moléculaire. 2000 (Dunod)
RICHARD-ORSAL: Neurophysiologie
Tome 1 : Physiologie cellulaire et systèmes sensoriels. 1994 et 2001 (Nathan)
Tome 2 : Motricité et grandes Fonctions du système nerveux central. 1994 et 2001 (Nathan)
TRITSCH, CHESNOY-MARCHAIS et FELTZ : Physiologie du neurone. 1998 (Doin)

C - ENDOCRINOLOGIE

BROOK et MARSHALL : Endocrinologie. 1998 (De Boeck)
COMBARNOUS et VOLLAND: Les gonadotropines.1997 (INRA)
DUPOUY: Hormones et grandes fonctions. Tome 1 et 2. 1993 (Ellipses)
GIROD: Introduction à l'étude des glandes endocrines.1980 (Simep)
IDELMAN: Endocrinologie.1990 (Pug)
IDELMAN et VERDETTI : Endocrinologie et communication cellulaire. 2000. EDP Sciences.-
NOUVELLE EDITION

D - IMMUNOLOGIE

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

E - HISTOLOGIE ANIMALE

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

BIOLOGIE ANIMALE

A - ZOOLOGIE

BEAUMONT-CASSIER: Biologie animale - Des Protozoaires aux Métazoaires
épithélioneuriens. Tome 1 – 1998 - et tome 2 - 2000 (Dunod)
BEAUMONT-CASSIER: Biologie animale: les cordés, anatomie comparée des Vertébrés. 2000
– 8^{ème} édition (Dunod)
CASSIER et al.: Le parasitisme.1998 (Masson)
CHAPRON : Principes de zoologie. 1996 (Dunod)
DARRIBERE: Biologie du développement. Le modèle Amphibien 1997 (Diderot)
FREEMAN: Atlas of invertebrate structure. 1979 (H.E.B.)
HEUSER et DUPUY: Atlas de Biologie animale (Dunod)

-Tome 1- les grands plans d'organisation. 1994
-Tome 2- les grandes fonctions. 2000
HOURDRY-CASSIER: Métamorphoses animales. 1995 (Hermann)
PICAUD-BAEHR-MAISSIAT: Biologie animale (Dunod)
-Invertébrés. 1998
-Vertébrés. 2000
PLATEL: Des Protozoaires aux Echinodermes. 1996 (Ellipses)
PLATEL: Zoologie des Cordés. 1997 (Ellipses)
RENOUS: Locomotion. 1994 (Dunod)
TURQUIER: L'organisme dans son milieu
Tome 1 : Les fonctions de nutrition.1994 (Doin)
Tome 2 : L'organisme en équilibre avec son milieu 1994 (Doin)
WEHNER et GEHRING: Biologie et physiologie animales. 1999 (De Boeck)

B – ETHOLOGIE

ARON et PASSERA: Les sociétés animales. 2000 (De Boeck)
BROSSUT: Les phéromones. 1996 (Belin)
DANCHIN, GIRALDEAU, CEZILLY : Ecologie comportementale. 2005 (Dunod)

C - FAUNES ET ENCYCLOPEDIES

CHAUVIN G.: Les animaux des jardins. 1982 (Ouest France)
CHAUVIN G.: La vie dans les ruisseaux. 1982 (Ouest France)
DUNCOMBE: Les oiseaux du bord de mer.1978 (Ouest France)
ELSEVIER: Les insectes et les maladies du jardin. 1981 (Bordas - Elsevier)
KOWALSKI: Les oiseaux des marais. 1978 (Ouest France)

BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VEGETALE

A - BOTANIQUE

BOURNÉRIAS & D. PRAT, Les Orchidées de France, Belgique et Luxembourg, 2ème ed., , 2005 (Ed. Parthénope) - NOUVEAU
BOWES. Atlas en couleur. Structure des plantes. 1998 (INRA)
C. KLEIMAN: La reproduction des Angiospermes 2002 (Belin sup)
CAMEFORT: Morphologie des végétaux vasculaires .1996 (Doin)
CAMEFORT-BOUE: Reproduction et biologie des végétaux supérieurs. 1979 (Doin)
De REVIERS: Biologie, Physiologie des Algues TomeS 1 et 2. 2003 (Belin sup)
Dossier Pour La Science : De la graine à la plante. janvier 2000
ENCYCLOPEDIA UNIVERSALIS : Dictionnaire de la botanique. 1999 (Albin Michel)
G. DUCREUX : Introduction à la botanique. 2003 (Belin sup)
GUIGNARD : Botanique, systématique moléculaire. 2001 (Masson)
HOPKINS Physiologie végétale (De Boeck) - NOUVEAU
JUDD et coll : Botanique systématique. Une perspective phylogénétique. 2002 (De Boeck)
LUTTGE – KLUGE – BAUER: Botanique. 1997 (Tec et Doc Lavoisier)
MEYER, REEB, BOSDEVEIX : Botanique, biologie et physiologie végétale. 2004 (Maloine).
NULTSCH: Botanique générale. 1998 (De Boeck)
POL: Biologie des levures (travaux pratiques). 1996 (Ellipses)
PRAT: Expérimentation en physiologie végétale. 1994 (Hermann)
RAVEN, EVERT et EICHHORN : Biologie végétale. 2000 (De Boeck)

ROBERT – ROLAND: Biologie végétale
Tome 1 : Organisation cellulaire. 1998 (Doin)

ROBERT – CATESSON: Biologie végétale
Tome 2 : Organisation végétative. 1990 et 2002 (Doin)

ROBERT - BAJON - DUMAS: Biologie végétale
Tome 3: La Reproduction. 1998 (Doin)

ROLAND-ROLAND: Atlas de biologie végétale
Organisation des plantes à fleurs. 5^{ème} édition. 1999 et 2004 (Dunod)

ROLAND-VIAN: Atlas de biologie végétale
Organisation des plantes sans fleurs. 5^{ème} édition. 1999 (Dunod)

SELOSSE : La symbiose (3^{ème} tirage, 2005). 2000 (Vuibert)

SPERANZA , CALZONI Atlas de la structure des plantes. 2005 (Belin) - NOUVEAU

TCHERKEZ : Les fleurs : Evolution de l'architecture florale des angiospermes, 2002 (Dunod)

VALLADE: Structure et développement de la plante. 1996 (Dunod)

B - PHYSIOLOGIE VEGETALE

ALAIS C., LINDEN G. MICLO, L. : Abrégé de Biochimie alimentaire, 5^e édition. 2004 (Dunod)

HAÏCOUR, R et coll Biotechnologies végétales : techniques de laboratoire. 2003 (Tec et Doc)

HARTMANN, JOSEPH et MILLET: Biologie et physiologie de la plante. 1998 (Nathan)

HELLER, ESNAULT, LANCE. Abrégé de physiologie végétale (Dunod)
Tome 1 : Nutrition. 1998
Tome 2 : Croissance et développement. 2000

MOROT-GAUDRY: Assimilation de l'azote chez les plantes. 1997 (I.N.R.A.)

TAIZ and ZEIGER : Plant Physiology. 1998 et 2002 (3^{ème} édition) (Sinauer)

C - BIOLOGIE VEGETALE APPLIQUEE - AGRICULTURE – AGRONOMIE

ASTIER, ALBOUY, MAURY, LECOQ: Principes de virologie végétale: génomes, pouvoir pathogène et écologie des Virus. 2001 (INRA Editions)

De VIENNE: Les marqueurs moléculaires en génétique et biotechnologies végétales, 1998 (INRA éditions)

LEPOIVRE : Phytopathologie. 2003 (DeBoeck)

SOLTNER : Les bases de la production végétale. (S.T.A.)
(Tome 1) 1985 - Le Sol
(Tome 2) 1984 - Le Climat.

SOLTNER : Les grandes productions végétales. 1983 (S.T.A.)

PESSON : Pollinisation et productions végétales. 1984 (I.N.R.A.)

TOURTE : Génie génétique et biotechnologies : Concepts, méthodes et applications agronomiques. 2002 (Dunod)

TOURTE : Les OGM, la transgénèse chez les plantes. 2001 (Dunod)

D - FLORES

BOCK : Les arbres. 1997 (Liber)

COSTE: Flore de France (Tomes I, II, III). (Blanchard)

FAVARGER-ROBERT: Flore et végétation des Alpes – Tome 1. 1966 (Delachaux et Niestlé)

FAVARGER-ROBERT: Flore et végétation des Alpes – Tome 2. 1966 (Delachaux et Niestlé)
FOURNIER: Les 4 flores de France. 1961 (Lechevalier)

E - ECOLOGIE

BARBAULT: Ecologie des populations et des peuplements. 1981 (Masson)
BARBAULT: Ecologie générale. 1999 (Masson)
BECKER-PICARD-TIMBAL: La forêt. (Collection verte) 1981 (Masson)
BIROT: Les formations végétales du globe. 1965 (Sedes)
BOUGIS: Ecologie du plancton marin. 1974 (Masson)
 Tome I: Phytoplancton.
 Tome II : Zooplancton.
BOURNERIAS, POMEROL et TURQUIER: La Bretagne du Mont-Saint-Michel à la Pointe du Raz. 1995 (Delachaux et Niestlé)
BOURNERIAS- ARNAL-BOCK: Guide des groupements végétaux de la région parisienne. 2001 (Belin)
CLAUSTRES et LEMOINE Connaître et reconnaître la flore et la végétation des côtes Manche-Atlantique. 1980 (Ouest-France)
COME: Les végétaux et le froid. 1992 (Hermann)
COURTECUISSÉ et DUHEM : Guide des champignons de France et d'Europe. 2000 (Delachaux et Niestlé)
DAJOZ: Précis d'écologie. 1996 (Dunod)
COURTECUISSÉ et DUHEM : Guide des champignons de France et d'Europe. 2000 (Delachaux et Niestlé)
DUHOUX, NICOLE : Atlas de biologie végétale, associations et interactions chez les plantes. 2004 (Dunod).
DUVIGNEAUD: La synthèse écologique. 1974 (Doin)
ECOLOGISTES DE L'EUZIÈRE (LES), La nature méditerranéenne en France. 1997 (Delachaux & Niestlé) – NOUVEAU
ELHAL: Biogéographie. 1968 (Armand Colin)
ENCYCLOPEDIA UNIVERSALIS : Dictionnaire de l'écologie. 1999 (Albin Michel)
FRONTIER - PICHOD-VIALE: Ecosystèmes 3^{ème} ed. 2004 (Dunod)
FRONTIER, DAVOULT, GENTILHOMME, LAGADECUC : Statistiques pour les sciences de la vie et l'environnement, cours et exercices corrigés, 2001 (Dunod)
GIRARD, WALTER, REMY, BERTHELIN, MOREL : Sols et environnement. 2005 (Dunod)
NOUVEAU
GOBAT J.M., ARAGNO M., MATTHEY W. : Le sol vivant, 1998 (Presses polytechniques et universitaires romandes).
GROSCLAUDE: l'eau. 1999 (INRA Editions)
 Tome 1: milieu naturel et maîtrise
 Tome 2: usages et polluants
HENRY : Biologie des populations animales et végétales. 2001 (Dunod)
LACOSTE-SALANON: Eléments de biogéographie et d'écologie. 1978 (Nathan)
LEMEE: Précis d'écologie végétale. 1978 (Masson)
LEVEQUE : Ecologie : de l'écosystème à la biosphère, 2001 (Dunod)
LEVEQUE, MOUNOLOU : Biodiversité : dynamique biologique et conservation. 2001 (Dunod)
MANNEVILLE (coord.) : Le monde des tourbières et des marais. 1999 (Delachaux et Niestlé)
MATTHEY W., DELLA SANTA E., WANNENMACHER C. Manuel pratique d'Ecologie, 1984 (Payot)
OZENDA : Les végétaux dans la biosphère. 1980 (Doin)
RAMADE: Eléments d'écologie appliquée. 6^{ème} édition. 2005 (Dunod).
SACCHI-TESTARD: Ecologie animale. (Organisme et milieu) 1971 (Doin)

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

CAPES EXTERNE – CAFEP SVT

LA BIBLIOGRAPHIE DE LA SESSION 2006

GEOLOGIE

A - OUVRAGES GENERAUX

ALLEGRE : L'écume de la Terre. 1983 (Fayard)
ALLEGRE : De la pierre à l'étoile. 1985 (Fayard)
APBG : La Terre. 1997 (A.P.B.G.)
BOTTINELLI et al. : La Terre et l'Univers, coll. Synapses. 1993 (Hachette)
BRAHIC et al. : Sciences de la Terre et de l'Univers. 1999 (Vuibert)
CARON et al. : Comprendre et enseigner la planète Terre. 2003 (Ophrys)
DERCOURT & PAQUET : Géologie : Objets et méthodes. 1999 (Dunod)
FOUCAULT & RAOULT : Dictionnaire de géologie. 2005 (Dunod)
POMEROL, LAGABRIELLE & RENARD : Eléments de géologie. 2005 (Dunod)
PROST : La Terre, 50 expériences pour découvrir notre planète. 1999 (Belin)
TROMPETTE : La Terre, une planète singulière. 2004 (Belin) –NOUVEAU

Géochronique : 1982-2000 (reliés, A17a à f) 2001 et 2002 (non reliés, A17g à v), 2005
Géologues : 1993-97, 2000-2001

B - GEODYNAMIQUE – TECTONIQUE DES PLAQUES

AGARD & LEMOINE : Visage des Alpes : structure et évolution géodynamique. 2003 (C.C.G.M.)
AMAUDRIC DU CHAFFAUT : Tectonique des plaques. 1999 (Focus CRDP Grenoble)
BOILLOT : Les marges continentales actuelles et fossiles autour de la France. 1984 (Masson)
BOILLOT & COULON : La déchirure continentale et l'ouverture océanique. 1998 (Gordon & Breach)
BOILLOT, HUCHON & LAGABRIELLE : Introduction à la géologie : la dynamique de la lithosphère. 2003 (Dunod)
JOLIVET & NATAF : Géodynamique. 1998 (Dunod)
LALLEMAND : La subduction océanique. 1999 (Gordon & Breach)
LALLEMAND, HUCHON, JOLIVET & PROUTEAU : Convergence lithosphérique. 2005 (Vuibert)
LEMOINE, de GRACIANSKY & TRICART : De l'océan à la chaîne de montagnes. 2000 (Gordon & Breach)
MARTHALER : Le Cervin est-il africain ? 2002 (Loisirs & pédagogie)
NICOLAS : Les montagnes sous la mer. 1990 (B.R.G.M.)
SOCIETE GEOLOGIQUE DE FRANCE : Des Océans aux continents. 1984 (S.G.F.)
VILA : Dictionnaire de la tectonique des plaques et de la géodynamique. 2000 (Gordon & Breach)
WESTPHAL, WHITECHURCH & MUNSHY : La tectonique des plaques. 2002 (Gordon & Breach)

C - GEOPHYSIQUE - GEOLOGIE STRUCTURALE

CAZENAVE & FEIGL : Formes et mouvements de la terre: satellites et géodésie. 1994 (Belin)
CAZENAVE & MASSONNET : La Terre vue de l'espace. 2004 (Belin) – NOUVEAU
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)
LAMBERT : Les tremblements de terre en France. 1997 (B.R.G.M.)
LARROQUE & VIRIEUX : Physique de la Terre solide, observations et théories. 2001 (Gordon & Breach)
LLIBOUTRY : Géophysique et géologie. 1998 (Masson)
MATTAUER : Ce que disent les pierres. 1998 (Belin)
MERCIER & VERGELY : Tectonique. 1999 (Dunod)
MERLE : Nappes et chevauchements. 1990 (Masson)
MONTAGNER : Sismologie, la musique de la Terre. 1997 (Hachette supérieur)

NICOLAS : Principes de tectonique. 1988 (Masson)
NOUGIER : Déformation des roches et transformation de leurs minéraux. 2000 (Ellipses)
NOUGIER : Structure et évolution du globe terrestre. 2001 (Ellipses)
POIRIER : Les profondeurs de la Terre. 1991 (Masson)
SOREL & VERGELY : Initiation aux cartes et coupes géologiques. 1999 (Dunod)

D - GEOCHIMIE - MINERALOGIE - PETROLOGIE

ALBAREDE : La géochimie. 2001 (Gordon & Breach)
APBG : Pleins feux sur les Volcans. 1993 (A.P.B.G.)
BARBEY & LIBOUREL : Les relations de phases et leurs applications. 2003 (Gordon & Breach) - NOUVEAU
BARD : Microtexture des roches magmatiques et métamorphiques. 1990 (Masson)
BARDINTZEFF : Volcanologie. 1998 (Dunod)
BONIN : Magmatisme et roches magmatiques. 2004 (Dunod) - NOUVEAU
BONIN, DUBOIS & GOHAU : Le métamorphisme et la formation des granites. 1997 (Nathan)
BOURDIER : Le volcanisme. 1994 (B.R.G.M.)
De GOER et al. : Volcanisme et volcans d'Auvergne. 2002 (Parc des volcans d'Auvergne)
JUTEAU & MAURY : Géologie de la croûte océanique. 1997 (Masson)
KORNPROBST : Roches métamorphiques et leur signification géodynamique. 1996 (Masson)
LAMEYRE : Roches et minéraux. 1986 (Doin)
PONS : La pétro sans peine : minéraux et roches magmatiques. 2000 (Focus CRDP Grenoble)
PONS : La pétro sans peine : minéraux et roches métamorphiques. 2001 (Focus CRDP Grenoble)
VIDAL : Géochimie. 1994 (Dunod)

E - SEDIMENTOLOGIE - ENVIRONNEMENTS SEDIMENTAIRES

BIJU-DUVAL & SAVOYE : Océanologie. 2001 (Dunod)
BLANC : Sédimentation des marges continentales. 1982 (Masson)
CAMPY & MACAIRE : Géologie de la surface. 2003 (Dunod)
CHAMLEY : Les milieux de sédimentation. 1988 (Lavoisier)
CHAMLEY : Bases de sédimentologie. 2000 (Dunod)
COJAN & RENARD : Sédimentologie. 2003 (Dunod)
PURSER : Sédimentation et diagenèse des carbonates néritique (2 tomes). 1980 (Technip)

F - STRATIGRAPHIE - PALEONTOLOGIE - CHRONOLOGIE

BABIN : Principes de paléontologie. 1991 (Armand Colin)
BERNARD et al. : Le temps en géologie. 1995 (Hachette, coll. Synapses)
BIGNOT : Introduction à la micropaléontologie. 2001 (Gordon & Breach)
COPPENS : Le Singe, l'Afrique et l'Homme. 1983 (Pluriel)
COTILLON : Stratigraphie. 1988 (Dunod)
DE BONIS : La famille de l'homme : des lémuriens à Homo sapiens. 1999 (Belin) - NOUVEAU
DE WEVER- LABROUSSE- RAYMOND- SCHAAF : La mesure du temps dans l'histoire de la Terre. 2005 (Vuibert)
ELMI & BABIN : Histoire de la Terre. 1994 (Masson)
FISCHER : Fossiles de France et des régions limitrophes. 2000 (Dunod)
GALL : Paléoécologie, paysages et environnements disparus. 1998 (Masson)
GARGAUD, DESPOIS, PARISOT : L'environnement de la Terre primitive. 2001 (Ed. presses universitaires de Bordeaux).
LETHIERS : Evolution de la biosphère et évènements géologiques. 1998 (Gordon & Breach)
MISKOVSKY : Géologie de la Préhistoire. 2002 (Géopré)
MNHN : Les Ages de la Terre. 2000 (M.N.H.N.)
POMEROL et al. : Stratigraphie et paléogéographie : principes et méthodes. 1980 (Doin)
POMEROL et al. : Stratigraphie et paléogéographie . Tome 1 : Ere Paléozoïque. 1977 (Doin)
POMEROL et al. : Stratigraphie et paléogéographie . Tome 2 : Ere Mésozoïque. 1975 (Doin)
POMEROL et al. : Stratigraphie et paléogéographie . Tome 3 : Ere Cénozoïque. 1973 (Doin)
POUR LA SCIENCE : Les origines de l'Homme. 1992 (Belin)
POUR LA SCIENCE : Les fossiles témoins de l'évolution. 1996 (Belin)
RISER : Le Quaternaire, géologie et milieux naturels. 1999 (Dunod)

G - GEOMORPHOLOGIE – CLIMATOLOGIE

BERGER : Le climat de la Terre. 1992 (De Boeck)
CHAPEL et al. : Océans et atmosphère. 1996 (Hachette Education)
COQUE : Géomorphologie. 1998 (Armand Colin)
DERRUAU : Les formes du relief terrestre. 1996 (Masson)
GODARD & TABEAUD : Les climats : mécanismes et répartition. 1998 (Armand Colin)
I.G.N. : Atlas des formes du relief. 1991 (Nathan)
JOUSSEAUME : Climat d' hier à demain. 1993 (C.N.R.S.)
LEROUX : La dynamique du temps et du climat. 2000 (Dunod)
PETIT : Qu'est ce que l'effet de serre ? 2003 (Vuibert) - NOUVEAU
ROTARU GAILLARDET STEINBERG TRICHET : Les climats passés de la Terre. 2006 (Vuibert) - NOUVEAU
VAN VLIET LANOE : La planète de glaces. Histoire et environnements de notre ère glaciaire. 2005 (Vuibert) - NOUVEAU

H - GEOLOGIE APPLIQUEE – HYDROGEOLOGIE

BODELLE et MARGAT : L'eau souterraine en France. 1980 (Masson)
CASTANY : L'hydrogéologie, principes et méthodes. 1998 (Dunod)
CHAMLEY : Environnements géologiques et activités humaines. 2002 (Vuibert)
GILLI, MANGAN et MUDRY. Hydrogéologie : objets, méthodes, applications. 2004 (Dunod) - NOUVEAU
LEFEVRE & SCHNEIDER : Les risques naturels majeurs. 2003 (Gordon & Breach)
MARTIN : La géotechnique : principes et pratiques. 1997 (Masson)
NICOLINI : Gîtologie et exploration minière. 1990 (Lavoisier)
PERRODON : Géodynamique pétrolière. 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)

I - GEOLOGIE DE LA FRANCE - GEOLOGIE REGIONALE

BOUSQUET & VIGNARD : Découverte géologique du Languedoc Méditerranéen. 1980 (B.R.G.M.)
BRIL : Découverte géologique du Massif Central du Velay au Quercy. 1998 (B.R.G.M.)
CABANIS : Découverte géologique de la Bretagne. 1987 (B.R.G.M.)
DEBELMAS : Découverte géologique des Alpes du Nord. 1979 (B.R.G.M.)
DEBELMAS : Découverte géologique des Alpes du Sud. 1987 (B.R.G.M.)
DERCOURT : Géologie et géodynamique de la France. 2002 (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 : Découverte géologique de Paris et de l'île de France. 1988 (B.R.G.M.)

J - GUIDES GEOLOGIQUES REGIONAUX (Masson)

France Géologique
Volcanisme en France
Alpes de Savoie et Dauphiné.
Alpes de Savoie, Alpes du Dauphiné.
Aquitaine occidentale.
Aquitaine orientale.
Ardennes, Luxembourg.
Bassin de Paris.
Bourgogne, Morvan.
Bretagne.
Causses, Cévennes, Aubrac.
Jura.
Languedoc.
Lorraine, Champagne.
Lyonnais, vallée du Rhône.
Martinique, Guadeloupe.
Massif Central.

Normandie.
Paris et environs.
Poitou, Vendée, Charentes.
Provence.
Pyrénées occidentales, Béarn, Pays Basque.
Pyrénées orientales, Corbières.
Région du Nord.
Réunion, Ile Maurice
Val de Loire.
Vosges, Alsace

EPREUVE SUR DOSSIER

Généralistes

CAMPBELL : Biologie, 2^e édition de Boeck

MORERE & PUJOL, Dictionnaire raisonné de biologie, 2003, Frison Roche

Biologie cellulaire , biochimie, biologie moléculaire et génétique

ALBERTS et al. : L'essentiel de la Biologie Cellulaire, 2^{ème} Edition (Flammarion)

Biologie et physiologie humaine

SCHMIDT, Physiologie (De Boeck).

SILBERNAGL, Atlas de poche de physiologie (Flammarion).

WHEATER, Histologie fonctionnelle (DeBoeck)

Biologie animale

BEAUMONT-CASSIER: Biologie animale - Des Protozoaires aux Métazoaires épithélienneux. Tome 1. 1998 (Dunod), Tome 2. 2000 (Dunod)

BEAUMONT-CASSIER: Biologie animale: les cordés, anatomie comparée des Vertébrés. 2000 – 8^{ème} édition (Dunod)

Biologie végétale

RAVEN, EVERT, EICHHORN : Biologie végétale, 2000, (De BOECK)

MEYER, REEB, BOSDEVEIX, Botanique, biologie et physiologie végétale (Maloine)

Evolution et classification

LECOINTRE & LEGUYADER, Classification phylogénétique du vivant (Belin)

Géologie

BRAHIC, HOFFERT, SCHAAF et TARDY : Sciences de la Terre et de l'Univers. 1999 (Vuibert)

CARON et al. Comprendre et enseigner la planète Terre.2003 (OPHRYS)

DERCOURT-PAQUET : Géologie : Objets et méthodes.1999 (Dunod)

FOUCAULT-RAOULT : Dictionnaire de géologie.1995 (Masson)

POMEROL-LAGABRIELLE-RENARD : Eléments de géologie. 2000 (Dunod)

TROMPETTE : La Terre, une planète singulière. 2004 (Belin)

Proposition de liste de logiciels pour les concours de recrutement SVT

Liste des logiciels (hors ExAO) :

Logiciels pédagogiques

Outils de travail sur les données

- **Anagène (CNDP)** (étude et comparaison de séquences d'ADN ou de protéines).
[Présentation.](#)
- **Mesurim (J-F Madre)** (logiciel permettant de faire des mesures sur des images numériques).
- **Phylogène (INRP)** (banque de données biologiques, anatomiques et moléculaire et outils pour l'étude des phylogénies)
- **Rastop (Philippe Valadon - INRP)** (Affichage et travail sur des molécules (format pdb...) en 3d). Une série de molécules au format .pdb est fournie. (Rasmol sera fourni cette année pour ceux qui en ont l'habitude).
- **Titus.** (Logiciel permettant de travailler sur les images satellitales Spot.)

Banques de données

- **La lignée humaine (P. Perez et Jean-Yves Guchereau)** (Documents permettant des mesures et des comparaisons).
- **Paleovu (sur le site de l'INRP)** (Banque de données concernant les variations climatiques du quaternaire)
- **Sismolog (Chrysis)** CD-ROM (Banque de données concernant les séismes, avec des outils d'exploitation)
- **Tri GPS** (J-F Madre) : logiciel permettant d'exploiter la base de données GPS de la NASA.
- **Tectoglob** (J-F Madre) : logiciel permettant de traiter des données GPS, sismiques, volcaniques et de simuler des variations du niveau marin.
- **Une série de molécules.**

Simulations et outils de modélisation

- **Glycémie (Micarelec F. Tilquin)** (simulation de la régulation de la glycémie).
- **Ondes P (J-F Madre)** (Modélisation du comportement des ondes P dans le globe terrestre pour expliquer la zone d'ombre).
- **Radiochronologie (J-F Madre)** (Simulations et calculs concernant quelques méthodes de radiochronologie).
-
- **Sismique réflexion (J-F Madre)** (Simulation).
- **Sismique réfraction (J-F Madre)** (Simulation).

Illustrations

- **Oxygène (P. Perez).** (^{16}O , ^{18}O et paléoclimats - animations).
- **Surfaces d'échage (CNDP).** (CD-ROM contenant des images.) [Présentation.](#)

Outils généraux

- Traitement de texte, tableur, navigateur internet (pour lire les fichiers intranet).