



Secrétariat Général

Direction générale des  
ressources humaines

Sous-direction du recrutement

MINISTÈRE  
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE

---

## **Concours du second degré – Rapport de jury**

**Session 2013**

AGREGATION

EXTERNE

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

**Rapport de jury présenté par DOMINIQUE ROJAT  
Président de jury**

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

---

# 1. PRÉSENTATION DU CONCOURS

---

## 1.1 LE JURY

<b>M. Dominique ROJAT</b>	Inspecteur général de l'Éducation nationale / Président
<b>M. François GAUER</b>	Professeur des universités 1 <sup>ère</sup> classe / Académie de Strasbourg / Vice-président
<b>M. Karim BENZERARA</b>	Chargé de recherche au CNRS / Académie de Paris Vice-président
<b>M. Jean-Marc DEMONT</b>	Académie de Paris - Secrétaire général
<b>M. Jean-François BONELLO</b>	Académie de Créteil
<b>M. Nicolas CAUDRON</b>	Académie de Grenoble
<b>Mme. Hélène COURVOISIER</b>	Académie de Versailles
<b>M. Patrick DUTRUGE</b>	Académie de Lyon
<b>Mme Corinne FORTIN</b>	Académie de Versailles
<b>Mme Sylvie FOURNEL</b>	Académie de Strasbourg
<b>Mme. Magali GALLETZOT</b>	Académie de Versailles
<b>M. Pierre-Jean GODARD</b>	Académie d'Aix-Marseille
<b>Mme. Céline GOISSET</b>	Académie de Paris
<b>Mme. Myriam HARRY</b>	Académie de Versailles
<b>M Marc JUBAULT-BREGLER</b>	Académie de Bordeaux
<b>M. Yvan KRAEPIEL</b>	Académie de Paris
<b>Mme Morgane LE BON - JEGO</b>	Académie de Bordeaux
<b>M. Gweltaz MAHEO</b>	Académie de Lyon
<b>Mme Cécile MEUNIER</b>	Académie de Montpellier

<b>M Guy MONNIAUX</b>	Académie d'Orléans-Tours
<b>Mme Audrey NIBOYET</b>	Académie de Paris
<b>Mme Cécile NOIRET</b>	Académie de Reims
<b>M Laurent NUSSAUME</b>	CEA
<b>M Hugues OUDART</b>	Université de Strasbourg
<b>Mme Gaëlle PROUTEAU</b>	Académie d'Orléans-Tours
<b>Mme Isabelle ROUGET</b>	Académie de Paris
<b>M Jean-Luc SCNHEIDER</b>	Académie de Bordeaux
<b>M. Christophe THOMAZO</b>	Académie de Dijon
<b>M. Hervé TOSTIVINT</b>	Académie de Paris
<b>M Benoît URGELLI</b>	Académie de Dijon
<b>Mme Emmanuelle VENNIN</b>	Académie de Dijon

## 1.2 ORGANISATION ET MODALITÉS DU CONCOURS

Le concours comporte des épreuves écrites d'admissibilité constituées de trois compositions et des épreuves d'admission constituées de deux épreuves de travaux pratiques et de deux épreuves orales.

Lors de l'inscription, le candidat formule un choix irréversible se rapportant au champ disciplinaire principal sur lequel porteront les épreuves. Trois secteurs (A, B ou C) sont ouverts au choix des candidats (voir le détail des programmes en 3-1, 3-2 et 3-3).

Les modalités d'organisation du concours découlent de l'**arrêté du 15 juillet 1999 modifiant l'arrêté du 12 septembre 1988 modifié fixant les modalités des concours de l'agrégation NOR : MENP9901240A**, publié au [J.O. N° 175 du 31 juillet 1999 page 11467.](#)

Le champ disciplinaire de l'agrégation externe de Sciences de la Vie - Sciences de la Terre et de l'univers couvre trois secteurs :

- secteur A : biologie et physiologie cellulaires, biologie moléculaire ; leur intégration au niveau des organismes ;
- secteur B : biologie et physiologie des organismes et biologie des populations, en rapport avec le milieu de vie ;
- secteur C : sciences de la Terre et de l'univers, interactions entre la biosphère et la planète Terre.

À chaque secteur A, B ou C correspond un programme de connaissances générales portant sur des connaissances d'un niveau allant jusqu'à la licence universitaire et un programme de spécialité portant sur des connaissances du niveau de la maîtrise universitaire.

Un programme annexe aux programmes de connaissances générales porte sur des questions scientifiques d'actualité sur lesquelles peuvent être interrogés les candidats lors de la quatrième épreuve d'admission.

### 1.2.1 Épreuves écrites d'admissibilité.

Les trois épreuves écrites d'admissibilité portent chacune sur un secteur différent.

Elles peuvent comporter ou non une analyse de documents :

1° Épreuve portant sur le programme de connaissances générales du secteur A (durée : cinq heures ; coefficient 2).

2° Épreuve portant sur le programme de connaissances générales du secteur B (durée : cinq heures ; coefficient 2).

3° Épreuve portant sur le programme de connaissances générales du secteur C (durée : cinq heures ; coefficient 2).

### 1.2.2 Épreuves d'admission.

1° Épreuve de travaux pratiques portant, au choix du candidat lors de l'inscription, sur le programme de l'un des secteurs A, B ou C (durée : six heures maximum ; coefficient 3).

2° Épreuve de travaux pratiques portant sur les programmes de connaissances générales correspondant aux secteurs n'ayant pas fait l'objet de la première épreuve d'admission (durée : quatre heures maximum ; coefficient 2).

3° Épreuve orale portant sur le programme du secteur choisi par le candidat, lors de l'inscription, pour la première épreuve d'admission.

Le sujet est tiré au sort par le candidat (durée de la préparation : quatre heures ; durée de l'épreuve : une heure et vingt minutes maximum [présentation orale et pratique : cinquante minutes maximum ; entretien avec le jury : trente minutes maximum ; coefficient 5).

4° Épreuve orale portant sur les programmes des connaissances générales ou sur le programme annexe de questions scientifiques d'actualité.

Le sujet est tiré au sort par le candidat. Il porte :

- sur le programme des connaissances générales et sur le programme annexe de questions scientifiques d'actualité se rapportant au secteur C pour les candidats ayant choisi, lors de l'inscription, le secteur A ou le secteur B pour la première épreuve d'admission ;
- sur les programmes des connaissances générales et sur le programme annexe de questions scientifiques d'actualité se rapportant aux secteurs A et B pour les candidats ayant choisi, lors de l'inscription, le secteur C pour la première épreuve d'admission.

La présentation orale et pratique est suivie d'un entretien avec le jury ; l'entretien peut comporter des questions portant sur les connaissances générales et les questions scientifiques d'actualité de l'ensemble des secteurs (durée de la préparation : quatre heures ; durée de l'épreuve : une heure et dix minutes maximum [présentation orale et pratique : quarante minutes maximum ; entretien : trente minutes maximum ; noté sur 15 points).

En même temps que son sujet, le candidat reçoit une question complémentaire accompagnée d'un document. Cet ensemble sert de support à l'interrogation sur la compétence « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable ». Cette partie de l'épreuve dure 20 minutes et est notée sur 5 points.

L'ensemble de l'épreuve orale portant sur les connaissances générales et sur le programme annexe de questions scientifiques d'actualité est affecté d'un coefficient 4.

Ces modalités sont résumées dans le tableau 1

	Durée	Coefficients	Nombre de points
<b>1. Épreuves écrites d'admissibilité</b>			
1.1. Épreuve portant sur le programme de connaissances générales du secteur A	5h	2	40
1.2 . Épreuve portant sur le programme de connaissances générales du secteur B	5h	2	40
1.3 . Épreuve portant sur le programme de connaissances générales du secteur C	5h	2	40
<b>Total des épreuves écrites</b>			<b>120</b>
<b>2. Épreuves d'admission</b>			
2.1 Épreuves de travaux pratiques			
2.1.1 Épreuve d'option (secteur A, B ou C suivant le choix du candidat)	6h	3	60
2.1.2 Épreuve de contre-option (portant sur le programme général des deux autres secteurs)	4h	2	40
<b>Total des épreuves pratiques</b>			<b>100</b>
2.2 Épreuve orales			
2.2.1 Épreuve d'option (secteur A, B ou C suivant le choix du candidat)	4h + 50 min.+ 30 min.	5	100
2.2.2 Épreuve de contre-option (portant sur le programme général des deux autres secteurs « agir en fonctionnaire de l'État de façon éthique et responsable »	4h + 40 min.+ 30 min	4	60
	+ 10mn + 10mn		20
<b>Total des épreuves orales</b>			<b>180</b>
<b>Total général</b>		<b>20</b>	<b>400</b>

Tableau 1. Les modalités du concours

## 1.3 LE DÉROULEMENT DU CONCOURS 2013

### 1.3.1 Le calendrier.

#### Admissibilité : épreuves écrites

- mardi 3 avril 2013 : épreuve portant sur le programme de connaissances générales du secteur A
- mercredi 4 avril 2013 : épreuve portant sur le programme de connaissances générales du secteur B
- jeudi 5 avril 2013 : épreuve portant sur le programme de connaissances générales du secteur C

Les résultats de l'admissibilité ont été publiés le jeudi 24 mai 2013.

### **Admission : épreuves pratiques**

- Vendredi 14 juin 2013 : réception des candidats et tirage au sort des sujets d'oral.
- samedi 15 juin 2013 : travaux pratiques portant sur le programme de spécialité (secteur A, ou B, ou C)
- dimanche 16 juin 2013: travaux pratiques portant sur le programme général des deux autres secteurs.

### **Admission : épreuves orales**

- du jeudi 20 juin 2013 au vendredi 5 juillet 2013.

Les résultats de l'admission ont été publiés le vendredi 5 juillet au soir.

## **1.3.2 Le déroulement pratique des épreuves d'admission du concours**

Les questions administratives à toutes les étapes du concours ont été réglées avec l'aide très efficace des personnes des services de la DGRH (Mr Patrick LASSERRE, Mme Virginie Trois Poux, Madame Christine Gouala, Mme Claudine Raquin). Les problèmes financiers et matériels du concours ont été résolus grâce au soutien du Service Inter-Académique des Examens et Concours (Mme Engelbrecht, Mme Rodriguez, Mme Sicart).

Les épreuves pratiques se sont déroulées au Département de Biologie de l'Université Pierre et Marie Curie (UPMC, bâtiment Atrium, 4 place Jussieu 75005 Paris) pour les candidats des secteurs A et B, et au laboratoire de SVT du Lycée Saint-Louis (44 boulevard Saint-Michel, 75006 Paris) pour ceux du secteur C. D'excellentes conditions matérielles ont été offertes dans les locaux du bâtiment Atrium grâce à l'obligeance de l'ensemble des responsables de ces bâtiments. Il en fut de même au lycée Saint-Louis grâce au soutien de Madame le Proviseur, de Monsieur le Proviseur adjoint, de Monsieur l'Intendant et de toute l'équipe d'intendance et d'administration. Il est important de souligner que les candidats ont pu disposer pendant les épreuves pratiques du concours de calculatrices électroniques fournies gracieusement par la Société Texas Instrument. Les microscopes polarisants ont été aimablement prêtés par le lycée Newton de Clichy (proviseur : Monsieur Durand, responsable de laboratoire : Mme Metteil).

Les épreuves orales se sont déroulées au Lycée Saint Louis (44 boulevard Saint Michel, 75006 Paris) grâce à l'accueil de toutes les personnes citées plus haut. Le bon fonctionnement des épreuves orales a été permis grâce à l'aide de personnels techniques de loge et d'entretien. Le lycée Louis Le Grand et le lycée Arago ont prêté une partie du matériel utilisé par les candidats pendant leurs épreuves orales. Les équipements EXAO ont été fournis par les établissements Jeuli )et Sordalab.

Pour le bon fonctionnement des épreuves d'admission, le bureau du concours a pu s'appuyer sur une équipe technique de grande qualité, qui comportait :

- pour les travaux pratiques, quatre personnels du Département d'enseignement de Biologie de l'Université Pierre et Marie Curie (75005 Paris) :
  - BATARD** Séverine : responsable de l'atelier de biotechnologie
  - BROT** Loïc : technicien de laboratoire
  - HORTAULT** Gil : Adjoint Technique de Laboratoire (ADJT)
  - SIRAJ** Rehana : Technicienne de laboratoire
  
- pour les travaux pratiques et les épreuves orales, 17 personnels de laboratoires travaillant dans le secteur des Sciences de la vie et de la Terre de différents lycées, placés sous la responsabilité de Mesdames VERNAY Nicole et DAHMANE Djamilia :
  - BEAUDOUIN** Nadège : aide technique de laboratoire (lycée Jean-Paul Vernant - Sèvres)
  - BOYER** Rémy : assistant ingénieur (université Paris 8 - Saint Denis)
  - CADOS** Chantal : aide technique de laboratoire (lycée Janson de Sailly - Paris)
  - CAREL** Monique : technicienne de laboratoire (lycée Louis le Grand - Paris)
  - CHAREYRE** Sophie : technicienne de laboratoire (ENCPB - Paris)
  - DAVION** Jérôme : technicien de laboratoire (lycée Janson de Sailly - Paris)
  - DAHMANE** Djamilia, technicienne de laboratoire (Lycée Saint Louis)
  - DUFOUR** Marie-Odile : technicienne de laboratoire de classe supérieure (lycée Hoche - Versailles)
  - JOVIC** Margarita : aide technique principal de laboratoire (lycée d'Arsonval - Saint Maur des Fossés)
  - LUCCIN** Marie-Thérèse, adjointe technique, lycée Jean Jaurès à Montreuil
  - MELITON** Jorgelina, Adjointe technique de laboratoire, lycée M Berthelot, Saint-Maur
  - MERCIER** Richard, technicien de laboratoire, Lycée de Vincennes
  - MORIM Isabel** : adjoint technique de laboratoire, lycée Montesquieu, Herblay
  - PALEZIS** Corine : aide technique de laboratoire (lycée Lamartine - Paris)
  - TREBEAU** Armande : aide technique de laboratoire (lycée Saint Louis - Paris)
  - VERNAY** Nicole : Assistant ingénieur (lycée Chaptal - Paris)
  - WELSH** Julien, technicien de laboratoire, lycée Henri IV, Paris

Pour cette session 2011, deux agrégés préparateurs ont apporté leur concours :

- BOSIO** Mélinée, professeure agrégée (lycée Pierre-Gilles de Gennes, Paris)
- MEMETEAU** Céline, professeure agrégée (lycée Georges Clémenceau – Villemomble)

Ce groupe a fait preuve de compétence, d'efficacité, d'une grande conscience professionnelle et d'un dynamisme de tous les instants, permettant ainsi un déroulement des épreuves des travaux pratiques du concours dans des conditions optimales malgré des contraintes matérielles qui imposaient un travail sur deux sites (lycée Saint-Louis, UPMC Atrium. De plus, la même équipe a assuré dans un délai court la préparation des salles, des collections, de la bibliothèque et du matériel informatique nécessaires à l'oral sur le site du Lycée Saint-Louis.

Les épreuves pratiques et orales du concours ont été approvisionnées en matériel végétal grâce au service des cultures du Muséum National d'Histoire Naturelle (Madame BERAUD, directrice du département et Monsieur JOLY) et à la participation active de :

**BALLOT** Laurent : technicien jardinier (Muséum National d'Histoire Naturelle - Paris)

Le secrétariat du concours a été assuré par Mademoiselle Hanifa BOUZIRI (étudiante).

L'investissement personnel et le dévouement de l'ensemble de cette équipe se sont particulièrement manifestés vis à vis des candidats par un accueil et un suivi chaleureux et bienveillants pendant la préparation des leçons tout en gardant la réserve indispensable à l'équité du concours. Cette approche, associée à une coopération permanente avec les membres du jury des différentes commissions, a permis le bon déroulement de la session dans un esprit permettant aux candidats de faire valoir leurs qualités dans les meilleures conditions.

## 2. QUELQUES ÉLÉMENTS DE STATISTIQUES

---

## 2.1 DE LA CANDIDATURE À L'ADMISSION

	secteur A		secteur B		secteur C		TOTAL
	<i>nombre</i>	<i>%</i>	<i>nombre</i>	<i>%</i>	<i>nombre</i>	<i>%</i>	<i>nombre</i>
<b>candidats inscrits</b>	617	35.68%	681	39.39%	431	24.93%	1729
<b>candidats présents</b>	211	29.93%	305	43.26%	189	26.81%	705
<b>candidats admissibles</b>	58	32.22%	83	46.11%	39	21.67%	180
<b>candidats admis</b>	<b>31</b>	<b>38.75%</b>	<b>32</b>	<b>40%</b>	<b>17</b>	<b>21.25%</b>	<b>80</b>

### Les candidats par secteurs

La totalité des postes mis au concours (70) a été pourvue.

On note une chute des candidats inscrits en C et une augmentation en A. Parmi les admissibles, quelques modifications de proportions sont visibles.

Tout au long du concours l'égalité de traitement des candidats selon les secteurs a été assurée par des harmonisations adaptées aux différentes épreuves, reposant sur la qualité des prestations et non pas sur la recherche d'une répartition proportionnelle au nombre de candidats en lice. Les modalités d'harmonisation influencent naturellement la répartition des notes finales.

Cette année, la barre d'admissibilité est de 50.34/120 (soit 8.39 sur 20). La moyenne des candidats se situe à 6.47/20 et celle des admissibles à 11.29. Les meilleurs candidats obtiennent comme à l'habitude des résultats spectaculaires !

Après les épreuves pratiques et orales, auxquelles se présentent des candidats déjà sélectionnés, les résultats peuvent être résumés en quelques chiffres : barre d'admission 207.20/400 (soit 10.3620) ; total du premier reçu : 335.48/400 soit tout de même la moyenne assez honorable de 16.77/20 prouvant là encore une remarquable régularité, depuis les écrits jusqu'aux oraux.

Notons que, comme chaque année, l'effet reclassant des épreuves pratiques orales est essentiel. Cela s'explique par le jeu des coefficients et se justifie par la fonction relative des deux phases du concours : l'écrit élimine essentiellement les candidats dont les connaissances sont jugées insuffisantes alors que l'oral choisit ceux qui manifestent à l'oral de la façon la plus évidente des qualités de futur professeur.

La répartition des sexes parmi les candidats est nettement en faveur des femmes. Le déséquilibre persiste le long du concours :

Sexe	Inscrits	Présents à l'écrit	Admissibles	Admis
Femmes	1173	491	111	47
hommes	556	258	69	33

### Les candidats par sexe

Bien que les inscrits, et même les candidats se répartissent sur une large gamme d'âge, force est de constater que l'agrégation externe reste un concours réussi par les étudiants assez jeunes comme le montre le tableau ci-dessous.

année	inscrits	présents	admissibles	admis
1954	1	0	0	0
1955	2	1	0	0
1957	3	1	0	0
1958	3	1	0	0
1959	3	0	0	0
1960	2	2	1	0
1961	6	1	0	0
1962	3	2	0	0
1963	3	1	0	0
1964	5	2	0	0
1965	4	2	1	0
1966	9	1	0	0
1967	6	0	0	0
1968	13	4	0	0
1969	8	2	1	0
1970	15	4	0	0
1971	19	6	1	0
1972	15	4	0	0
1973	25	5	1	0
1974	20	2	0	0
1975	21	4	1	0
1976	31	4	0	0
1977	31	12	0	0
1978	50	10	1	0
1979	42	7	1	0
1980	40	10	0	0
1981	52	8	0	0
1982	78	16	3	1
1983	90	33	6	1
1984	91	37	3	0
1985	128	41	10	3
1986	170	77	13	4
1987	194	98	22	9
1988	229	126	37	10
1989	213	151	45	30
1990	96	68	27	16
1991	6	5	5	5
1992	1	1	1	1

**Les candidats en fonction de l'année de naissance**

Profession	Nb. inscrits	Nb. présents	Nb. admissibles	Nb admis
Doctorat	173	37	6	1
Dipl post secondaire 5 ans ou plus	47	14	0	0
Master	1108	571	147	70
Grade master	49	18	7	4
Diplôme classe niveau 1	7	2	1	1
Enseignant titu ou ancien titu cat A	272	88	14	3
Echelle de rémunération certif plp pepes	12	2	1	0
Ingénieur	35	13	3	0
Diplôme grande école	8	2	1	1
Dispense titre mère 3 enfants	14	2	0	0
Dispense titre père 3 enfants	4	à	0	0

### **Répartition des candidats par titres (inscrits, présents à l'écrit, admissibles, admis)**

Les candidats les plus nombreux sont les titulaires d'un master, suivis des enseignants titulaires puis des docteurs. Ils sont le plus souvent étudiants (695 inscrits) ou professeurs en exercice (466 certifiés inscrits). 30 élèves d'ENS se sont présentés, 24 ont été admissibles et 21 admis.

Les candidatures se répartissent dans de très nombreuses académies. Cependant, il est frappant de constater le contraste entre ce nombre et celui, beaucoup plus modeste, des académies qui ont des candidats admis. Sur les 31 secteurs géographiques qui présentent des candidats, seules 16 ont des admis. Et encore, le nombre des admis est le plus souvent très faible. Lyon et PCV, avec 26 et 23 admis, sont en tête. La concentration des admis sur ces deux sites cette année et particulièrement nette.

À y regarder de près, on remarque que les différences académiques sont marquées dès l'admissibilité. Le mouvement de concentration des centres de préparation à l'agrégation de SV-STU, amorcé depuis plusieurs années, se poursuit. La haute technicité du concours, et notamment la lourdeur de la préparation des TP explique sans doute ce phénomène.

Académie	Inscrits	Présents	Admissibles	Admis
D' AIX-MARSEILLE	88	37	11	3
DE BESANCON	12	8	0	0
DE BORDEAUX	67	27	9	2
DE CAEN	28	12	0	0
DE CLERMONT-FERRAND	17	7	2	0
DE DIJON	31	9	4	1
DE GRENOBLE	52	18	4	1
DE LILLE	90	41	4	1
DE LYON	93	51	32	26
DE MONTPELLIER	85	40	7	3
DE NANCY-METZ	57	19	6	1
DE POITIERS	34	14	2	1
DE RENNES	107	62	5	2
DE STRASBOURG	90	54	16	9
DE TOULOUSE	77	24	6	2
DE NANTES	51	14	6	3
D' ORLEANS-TOURS	44	9	2	0
DE REIMS	26	13	1	1
D' AMIENS	60	24	1	0
DE ROUEN	45	23	0	0
DE LIMOGES	12	3	1	1
DE NICE	54	28	3	0
DE CORSE	5	0	0	0
DE LA REUNION	15	3	0	0
DE LA MARTINIQUE	14	2	0	0
DE LA GUADELOUPE	23	6	0	0
DE LA GUYANE	5	1	0	0
DE LA NOUVELLE CALEDONIE	3	0	0	0
DE LA POLYNESIE FRANCAISE	9	1	1	0
Mayotte	4	1	0	0
PARIS - VERSAILLES - CRETEIL	431	198	57	23

**Répartition des candidats – inscrits, présents, admissibles et admis – par académie**

## 2.2 L'ÉVOLUTION DU CONCOURS SUR LE LONG TERME

année	nombre de postes mis au concours	nombre d'inscrits	nombre de présents	nombre d'admissibles	nombre d'admis	liste complémentaire
1993	154	1439	819	233	148	
1994	154	1581	950	241	154	
1995	154	1770	1034	242	142	
1996	154	2041	1252	245	154	
1997	130	2273	1473	245	130	
1998	150	2416	1413	240	150	
1999	155	2477	1491	257	155	
2000	160	2678	1749	278	160	
2001	165	2924	1828	276	165	
2002	177	2521	1537	346	177	6
2003	198	2440	1553	378	198	
2004	160	2793	1733	334	160	
2005	160	2921	1827	334	160	
2006	105	3075	1707	257	105	
2007	105	2704	1489	259	105	
2008	87	2300	1420	217	87	
2009	87	1858	1056	196	87	
2010	80	1766	928	180	80	
2011	65	1354	592	145	65 (+1)	
2012	70	1535	636	155	70	
2013	80	1729	705	180	80	

### Évolution des chiffres clés du concours depuis 1993

Le concours de cette session est marqué par une remontée des inscrits. Le nombre d'inscrit retrouve à peu près la même valeur qu'en 2010, suivant ainsi le retour à 80 du nombre de postes. La corrélation entre ces deux grandeurs apparaît donc nette et immédiate.

De plus le pourcentage des inscrits qui se présentent aux trois épreuves écrites décroît encore. Il était en 2010 de 52,55%, de 43,72% en 2011, de 41,43% en 2012 et atteint cette année 40,78%. En conséquence, si le nombre des inscrits retrouve la valeur de 2010, il n'est pas de même du nombre de candidats terminant effectivement les épreuves écrites. La baisse est alors de 24%. La situation du vivier de recrutement réel est donc sensiblement moins bonne que ne le laisse supposer le nombre des inscrits. Cependant la sélectivité du concours reste élevé. Il n'y a pas de problème majeur pour recruter des agrégés de SVSTU de qualité.

## 2.3 QUELQUES DONNÉES STATISTIQUES CONCERNANT L'ÉCRIT

Il va de soi que ces valeurs décrivent plus les modalités adoptées pour l'harmonisation (calage des médianes et des écarts types tout en exploitant toute la gamme des notes disponibles) qu'un résultat à commenter.

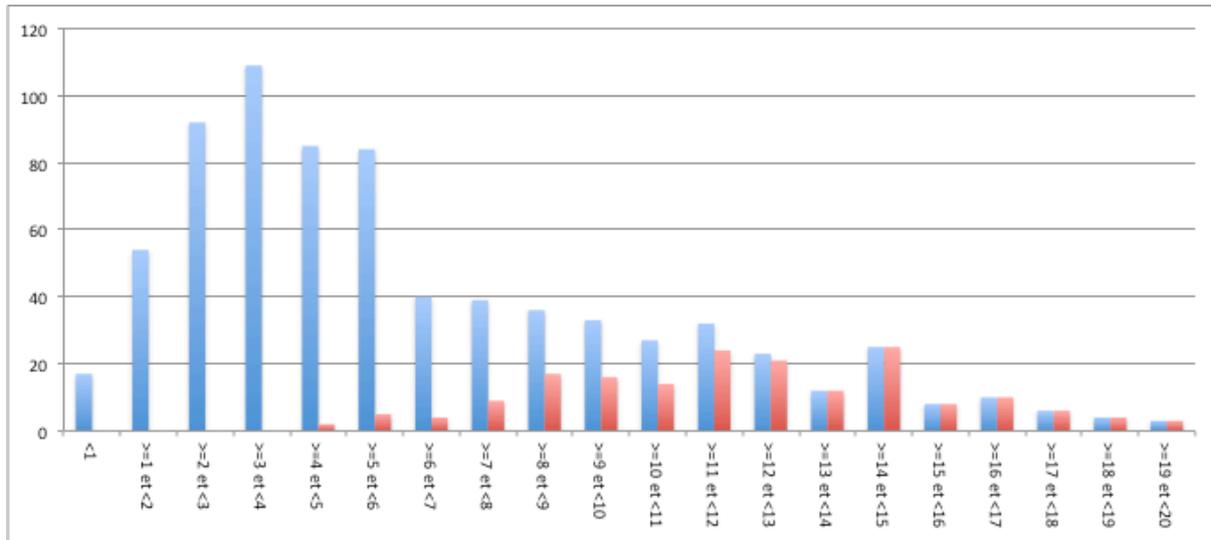
### 2.3.1 Épreuve écrite de secteur A

Moyenne des  
présents  
6.36

Moyenne des  
admissibles  
12

Écart type des  
présents  
4.2

Écart type des  
admissibles  
3.30



**Histogramme des notes de l'épreuve écrite de secteur A (bleu : présents, rouges : admissibles)**

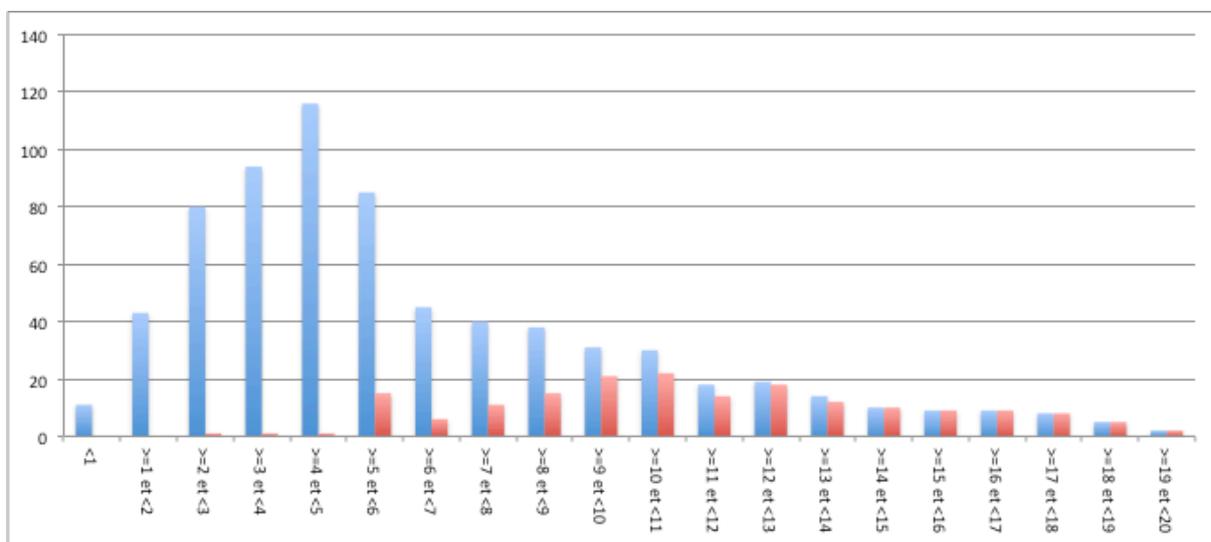
### 2.3.2 Épreuve écrite de secteur B

Moyenne des  
présents  
6.27

Moyenne des  
admissibles  
11.20

Écart type des  
présents  
3,95

Écart type des  
admissibles  
3,66



**Histogramme des notes de l'épreuve écrite de secteur B (bleu : présents, rouges : admissibles)**

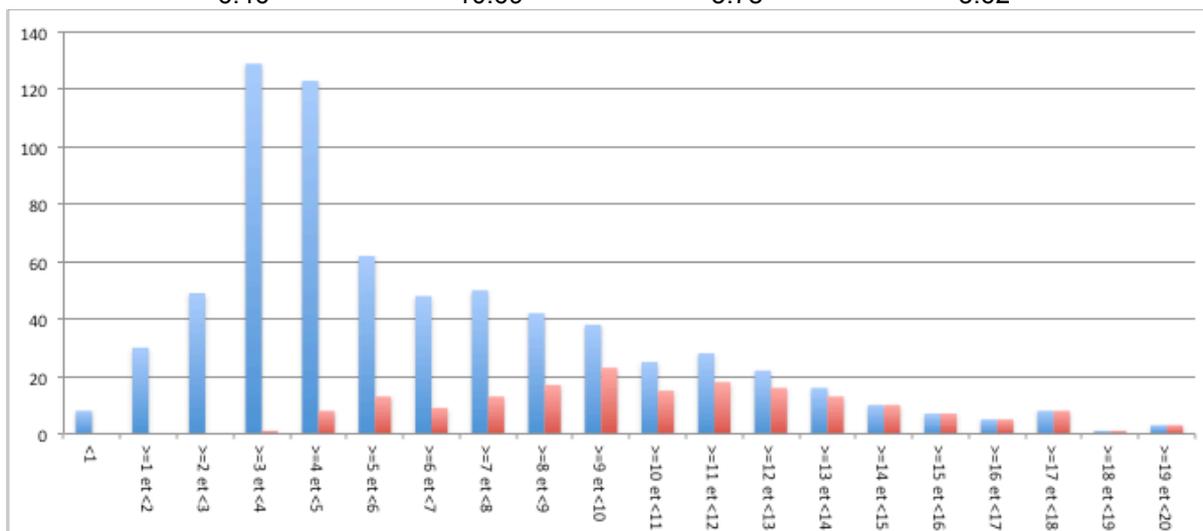
### 2.3.3 Épreuve écrite de secteur C

Moyenne des  
présents  
6.46

Moyenne des  
admissibles  
10.69

Écart type des  
présents  
3.78

Écart type des  
admissibles  
3.62

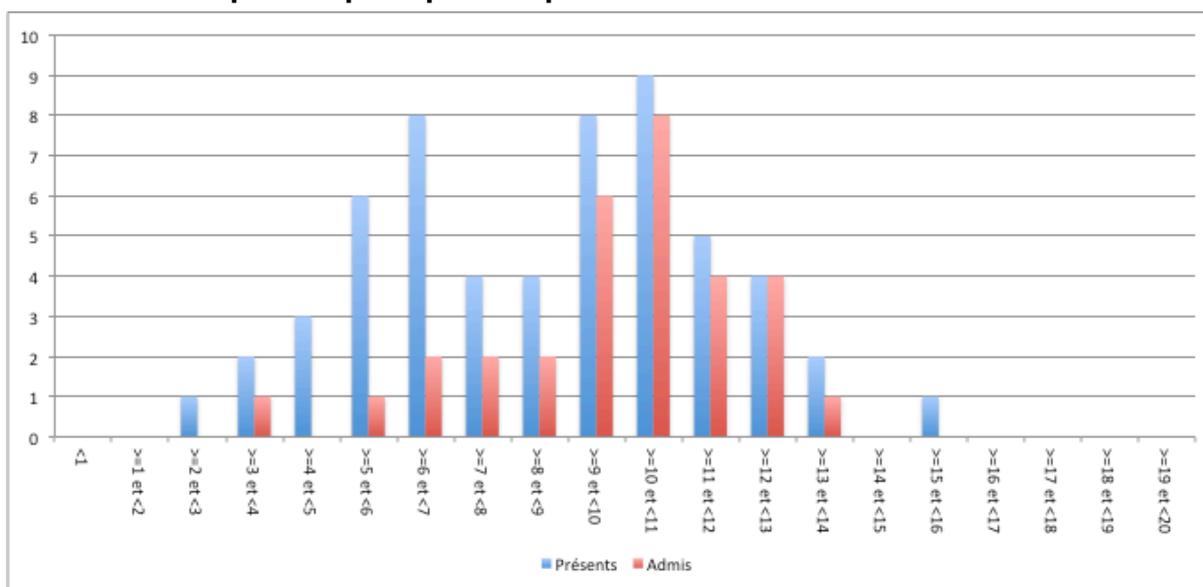


Histogramme des notes de l'épreuve écrite de secteur C (bleu : présents, rouges : admissibles)

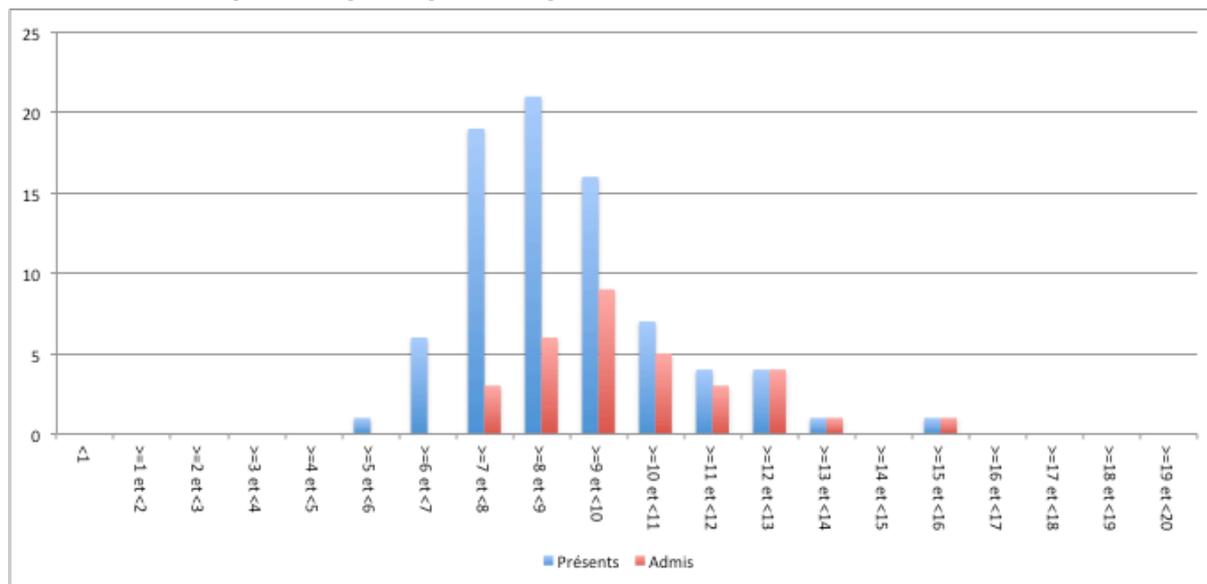
## 2.4 QUELQUES DONNÉES STATISTIQUES CONCERNANT LES ÉPREUVES PRATIQUES

### 2.4.1 Épreuves pratiques de spécialité

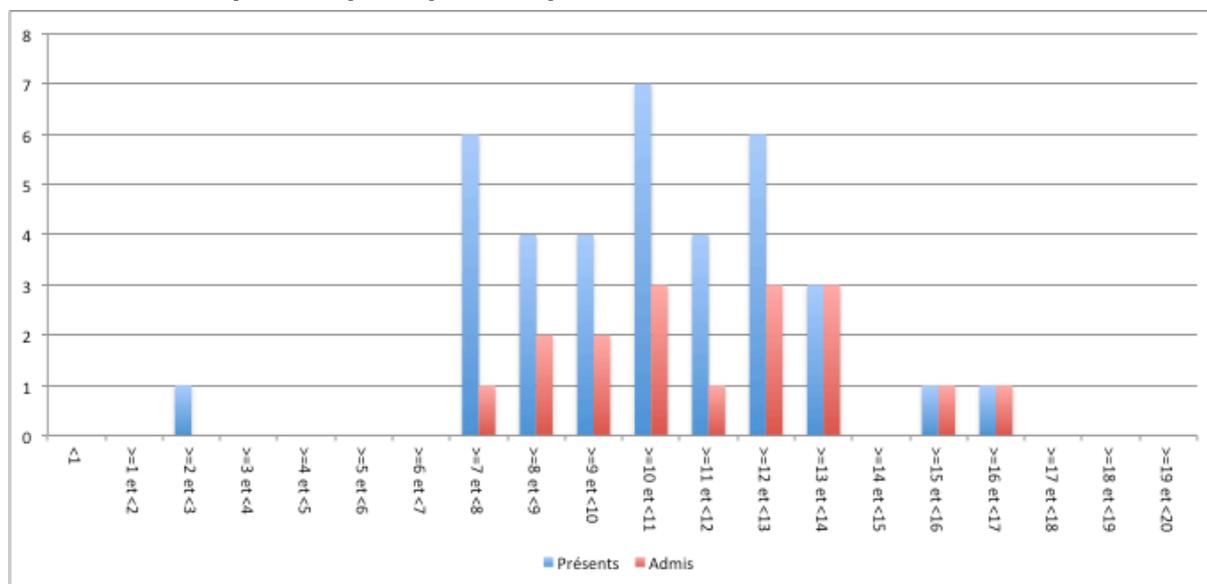
#### 2.4.1.1 Épreuve pratique de spécialité du secteur A



### 2.4.1.2 Épreuve pratique de spécialité du secteur B

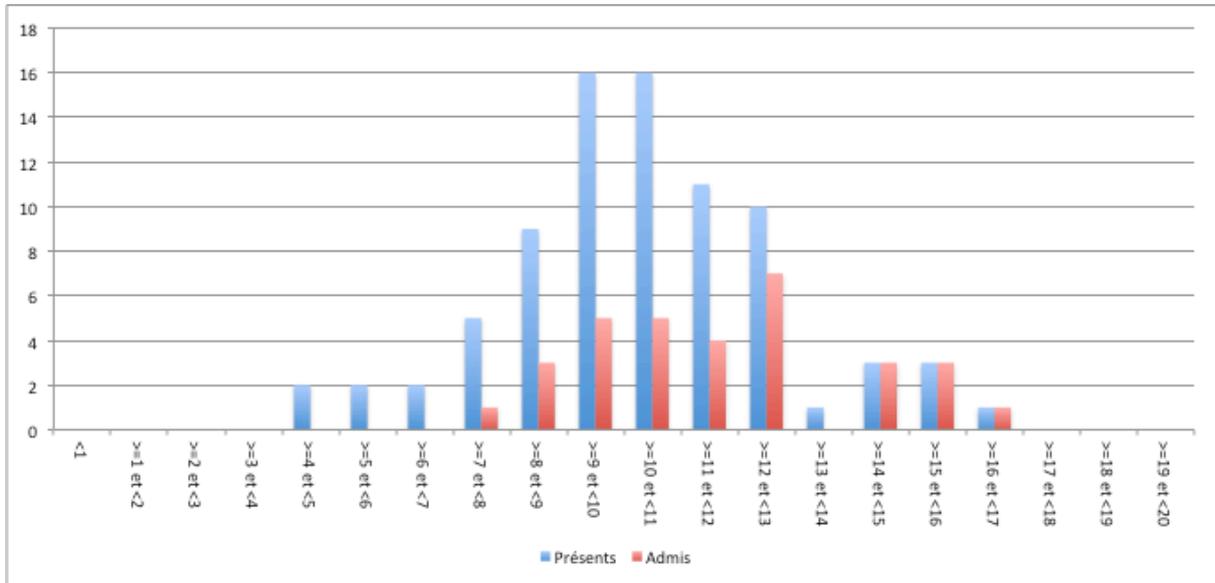


### 2.4.1.3 Épreuve pratique de spécialité de secteur C

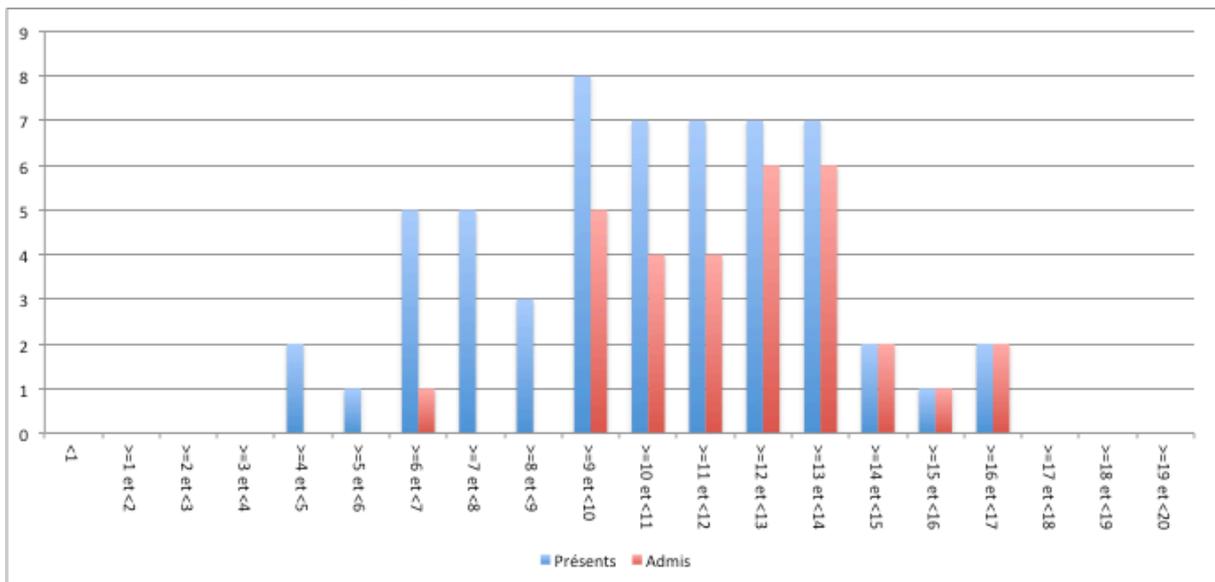


## 2.4.2 Épreuves pratiques de contre-option

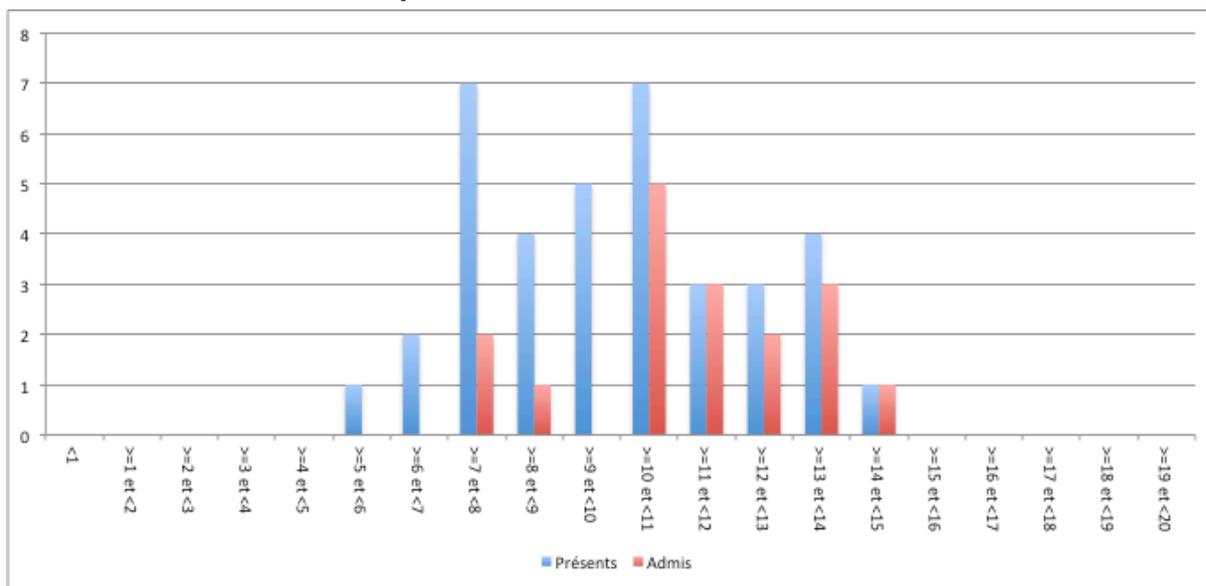
### 2.4.2.1 Épreuve pratique de contre-option sur les secteurs A et C pour les candidats de spécialité B



### 2.4.2.2 Épreuve pratique de contre-option sur les secteurs B et C pour les candidats de spécialité A



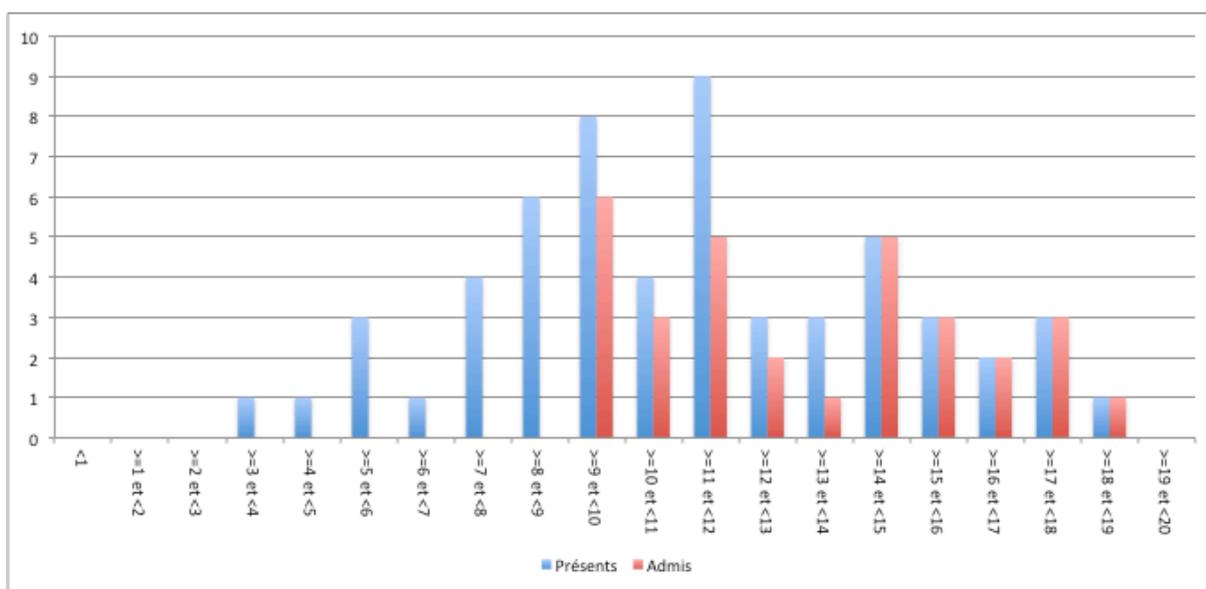
### 2.4.2.3 Épreuve pratique de contre option sur les secteurs A et B pour les candidats de spécialité C



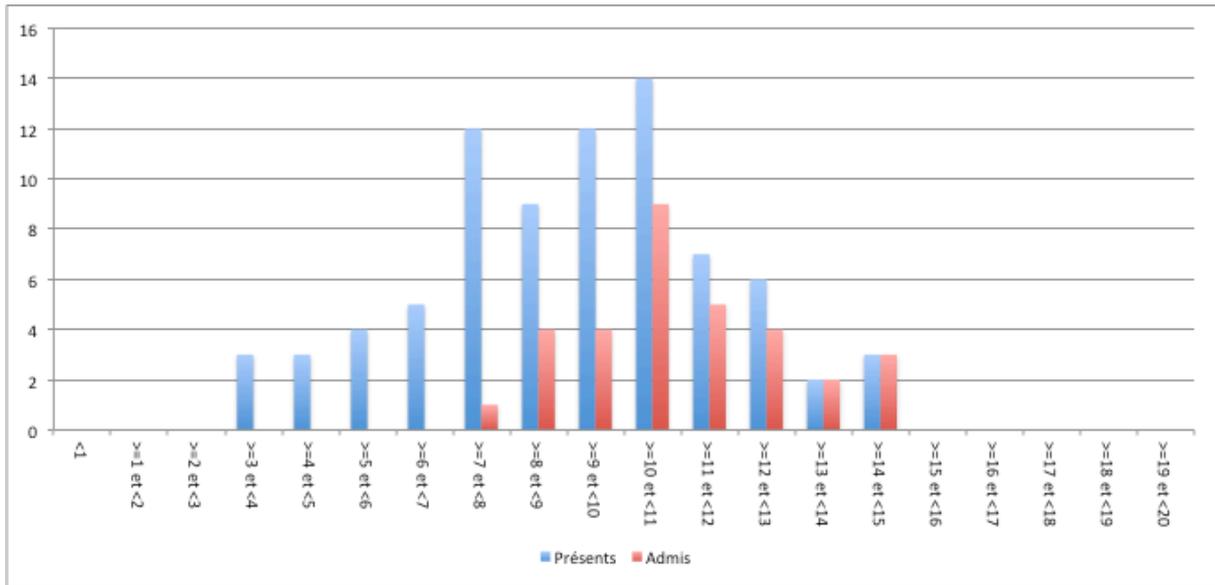
## 2.4 Quelques données statistiques concernant les épreuves orales

### 2.4.1 Épreuves orales de spécialité

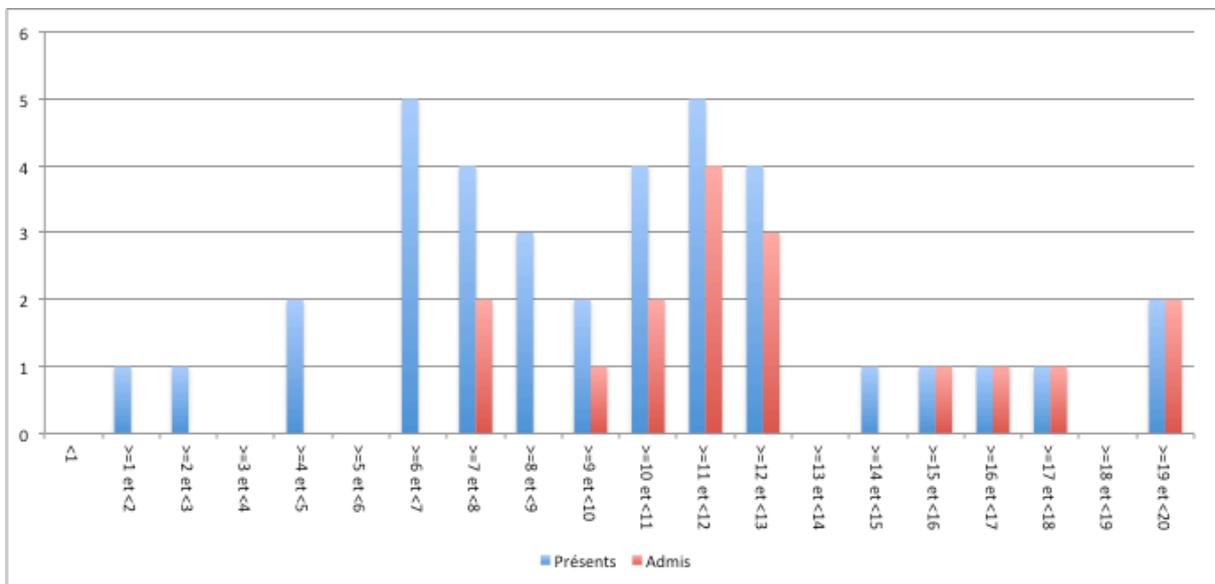
#### 2.4.1.1 Épreuve orale de spécialité de secteur A



### 2.4.1.2 Épreuve orale de spécialité de secteur B

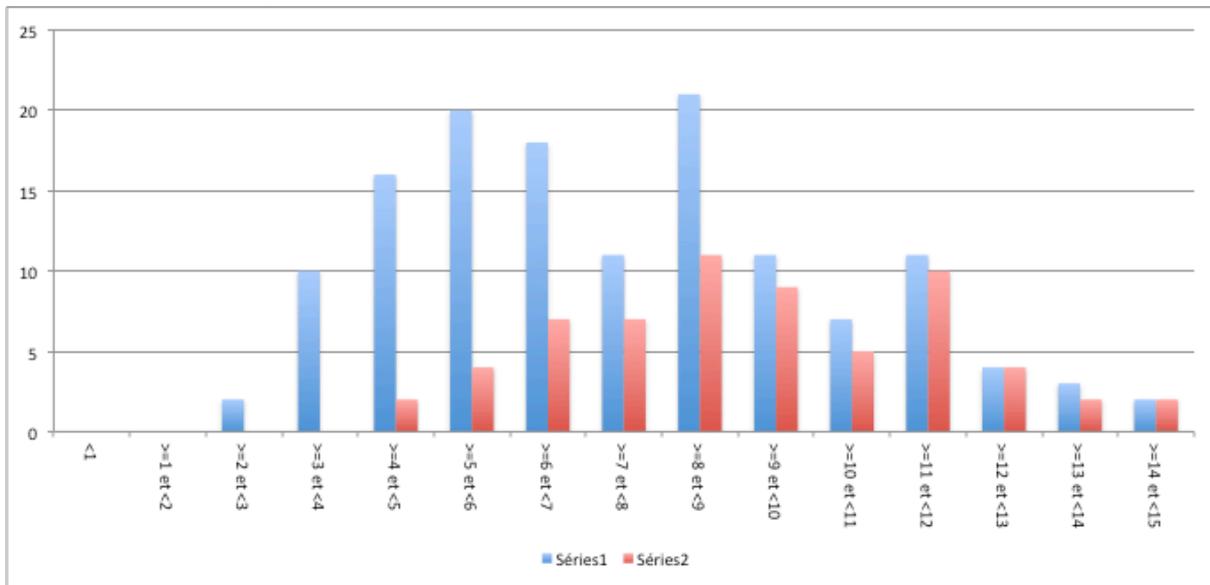


### 2.4.1.3 Épreuve orale de spécialité de secteur C

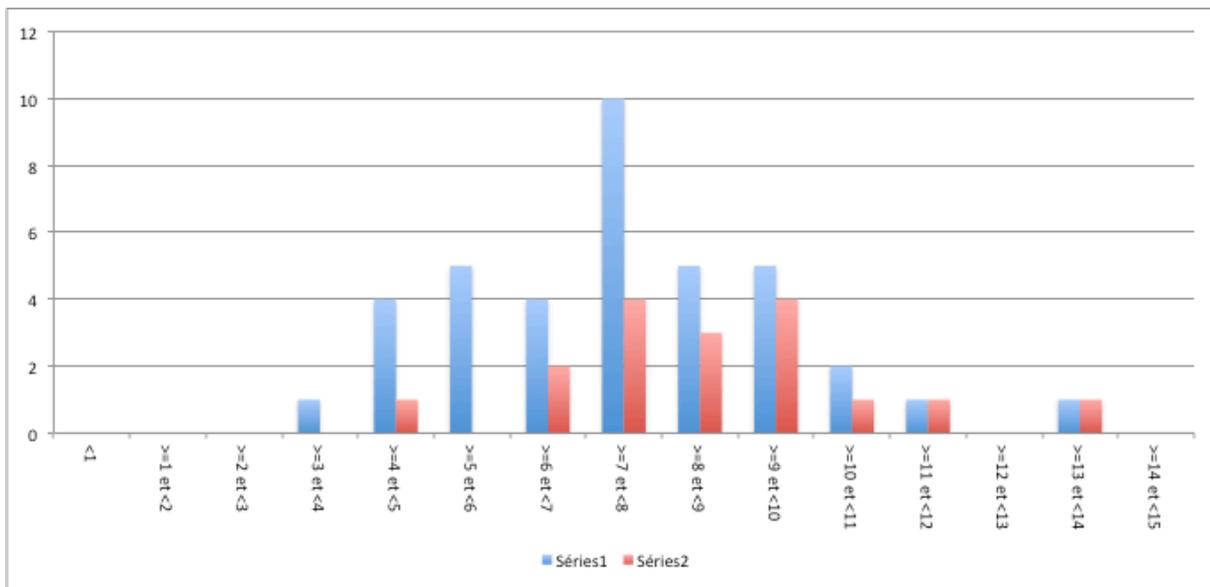


## 2.4.2 Épreuves orales de contre-option (maintenant notée sur 15)

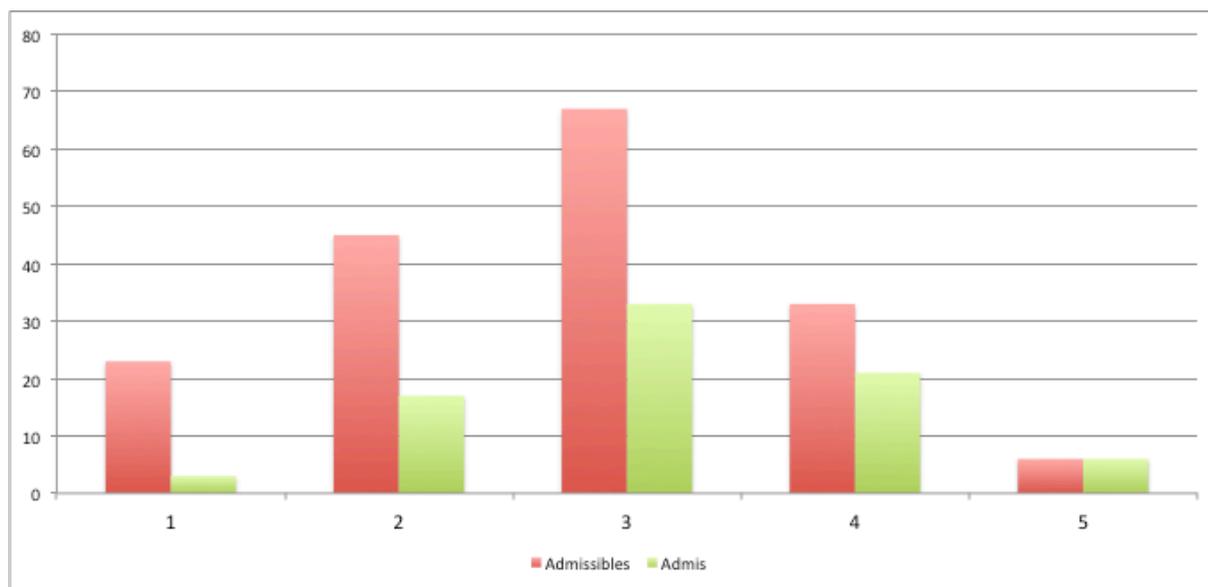
### 2.4.2.1 Épreuve orale de contre-option de sciences de la Terre et de l'Univers pour les candidats de secteurs A et B



### 2.4.2.2 Épreuve orale de contre option de biologie pour les candidats de secteur C



### 2.4.2.3 Interrogation sur la compétence « agir » (noté sur 5)



## 3. PROGRAMME

---

Le programme de l'agrégation des sciences de la vie-sciences de la Terre et de l'univers est rédigé en considérant les trois secteurs du champ disciplinaire :

- secteur A : biologie et physiologie cellulaires, biologie moléculaire ; leur intégration au niveau des organismes ;
- secteur B : biologie et physiologie des organismes et biologie des populations, en rapport avec le milieu de vie ;
- secteur C : sciences de la Terre et de l'univers, interactions entre la biosphère et la planète Terre.

Ce programme est aussi structuré en niveaux :

- le programme de spécialité, qui définit le secteur, porte sur des connaissances du niveau de la maîtrise universitaire, et concerne les 1<sup>ère</sup> et 3<sup>ème</sup> épreuves d'admission ;
- le programme de connaissances générales qui porte sur des connaissances d'un niveau allant jusqu'à la licence universitaire, concerne l'ensemble des épreuves d'admissibilité et d'admission ;
- le programme annexe de questions d'actualité sur lequel peut porter l'entretien qui suit l'exposé de la 4<sup>ème</sup> épreuve d'admission.

Le programme de connaissances générales de chaque secteur fait partie du programme de spécialité du secteur. En conséquence, il apparaît en premier dans le texte qui suit. Les sciences de la vie sont présentées de façon groupée, la répartition entre secteurs A et B est indiquée à la fin de la présentation générale des sciences de la vie.

Les multiples facettes des SV-STU ne peuvent pas toutes être connues d'un candidat. Le programme limite donc le champ d'interrogation possible en occultant certaines questions et/ou en réduisant leur volume. Dans de nombreux cas, des exemples apparaissent qui semblent les plus appropriés, ce qui n'exclut pas d'en choisir d'autres en connaissant ceux qui sont explicitement indiqués.

## **Programme de connaissances générales Sciences de la vie**

Outre la présentation des connaissances à posséder pour le concours, le programme général de SV doit être consulté en ayant présent à l'esprit trois impératifs :

- l'observation des objets et des phénomènes, héritée de l'histoire naturelle et/ou des sciences naturelles, est une obligation,
- la démarche expérimentale nécessaire à l'explication des phénomènes, doit être présente à tous les niveaux d'étude,
- la conceptualisation à partir des données précédentes qui s'applique à l'ensemble de la discipline, se doit d'être d'actualité tout en connaissant les limites éventuelles dans certains domaines et, dans quelques cas, des éléments d'histoire des sciences et d'épistémologie.

Il s'agit d'une discipline expérimentale. À cet égard, l'utilisation de systèmes-modèles, simplifiés, est requise. Cette démarche implique la connaissance des particularités du modèle en relation avec la question posée mais, dans la majorité des cas, il est exclu de connaître l'ensemble de la biologie de l'organisme et/ou de l'organe retenu même si les limites éventuelles à la généralisation des connaissances sont à retenir. Dans cette démarche expérimentale, des méthodes et/ou des techniques de base et utilisables dans les établissements d'enseignement sont à posséder parfaitement. Pour d'autres approches plus modernes et/ou difficiles à mettre en œuvre dans les établissements, les principes généraux doivent être connus que ce soit en vue des explications fournies dans la présentation d'une question, en limitant éventuellement la portée des observations en raison de l'aspect technique et/ou méthodologique, mais aussi afin d'être à même d'utiliser au mieux les multiples documents disponibles actuellement, très souvent accessibles aux élèves, provenant des matériels et/ou des techniques les plus modernes.

Les connaissances élémentaires de physique, chimie et mathématiques représentent également un pré-requis pour les candidats.

Le programme de connaissances générales comporte sept rubriques :

- 1 - La cellule, unité structurale et fonctionnelle du vivant
- 2 - L'organisme, une société de cellules

- 3 - Plans d'organisation du vivant. Phylogénie
- 4 - L'organisme dans son environnement
- 5 - Biodiversité, écologie, éthologie, évolution
- 6 - L'utilisation du vivant et les biotechnologies
- 7 - Éléments de biologie et de physiologie dans l'espèce humaine

La répartition entre les secteurs A et B est la suivante :

- secteur A : rubriques 1, 2, 6, 7
- secteur B : rubriques 3, 4, 5, 7.

On ne s'étonnera donc pas de trouver des répétitions de thèmes et/ou d'exemples. Dans ce dernier cas, le choix du même exemple placé à plusieurs endroits du programme permet de l'alléger.

## 1 - La cellule, unité structurale et fonctionnelle du vivant

Méthodes et/ou techniques à connaître au moins sur le principe : microscopies, spectrophotométrie, immunochimie, immunofluorescence, électrophorèse, hybridation moléculaire, immunoempreinte, cytométrie de flux, séquençage, cristallographie, patch-clamp, radioisotopes, autoradiographie...

Notions-Contenus	Précisions-Limites
1.1 Éléments de physico-chimie du vivant	
1.1.1 Constitution de la matière - Atomes, molécules - Liaisons chimiques - Propriétés de l'eau et de groupes fonctionnels - Polarité des molécules	Isotopes. Radioactivité. Molécules marquées Covalente, ionique, hydrogène. Énergie Acide, base, alcool, amine ; pH, pK, tampon Équation de Henderson-Hasselbach
1.1.2 Principales molécules biologiques - Glucides - Lipides - Acides aminés et protéines, nucléotides et acides nucléiques - Composés hémiques - Notion d'interactions intra et inter-moléculaires	Glucose, saccharose, amidon, glycogène Acides gras, glycérolipides, noyau stérol  Chlorophylles, hémoglobines, cytochromes
1.1.3 Thermodynamique élémentaire - L'énergie et ses formes. Énergie interne. Variation d'énergie libre - Cinétique des réactions. Loi d'action de masse. Potentiel d'oxydoréduction	Prise en considération de la différence entre les conditions standards et les conditions in vivo
1.2 Organisation fonctionnelle de la cellule	
1.2.1 La théorie cellulaire	Rappels généraux
1.2.2 Les membranes cellulaires - Organisation et dynamique des membranes - Échanges transmembranaires - Jonctions cellulaires	Composition, structure, fluidité, trafic vésiculaire Échanges selon le(s) gradient(s) et contre le(s) gradient(s). Protéines membranaires (principe de fonctionnement. Le détail des structures et de la diversité n'est pas au programme général) : canaux ioniques, transporteurs (exemples du glucose : SGLT, Glut et de l'eau : aquaporines), pompes (Na <sup>+</sup> -K <sup>+</sup> /ATP dépendantes), translocation de protons
1.2.3 La compartimentation cellulaire - Noyau, réticulum endoplasmique, Golgi, vacuole, lysosome, mitochondrie, chloroplaste	
1.2.4 Le cytosquelette - Éléments constitutifs - Trafic intracellulaire - Motilité	Transport axonal. Cyclose Contraction de la fibre musculaire squelettique. Flagelle des Eucaryotes

<p>1.2.5 La cellule et son environnement</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Récepteurs membranaires et intégrines</li> <li>- Transduction des signaux : protéines G, seconds messagers</li> <li>- Interactions membrane plasmique-matrices extra-cellulaires (animale et végétale)</li> <li>- Communication cellule-cellule : plasmodesmes, jonctions communicantes</li> </ul>	<p>(La transduction des signaux au niveau génique est abordée dans la rubrique 1.4.4)</p>
<p>1.3 Métabolisme cellulaire</p>	
<p>1.3.1 Bioénergétique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- “Valeur” énergétique des substrats</li> <li>- Variation d’énergie libre d’hydrolyse et rôle des nucléotides phosphates dans les transferts énergétiques</li> <li>- Coenzymes d’oxydo-réduction</li> <li>- Origine de l’ATP</li> </ul> <p>Couplage transfert d’électrons, translocation de protons et synthèse d’ATP</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation de l’ATP</li> </ul> <p>1.3.2 Enzymes et catalyse enzymatique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enzymes, coenzymes, cofacteurs</li> <li>- Vitesse de réaction, relations vitesse-substrat, affinité, vitesse maximale, spécificité</li> <li>- Contrôle de l’activité enzymatique</li> </ul> <p>1.3.3 Voies métaboliques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anabolisme et catabolisme</li> <li>- Les grands types de réactions</li> <li>- Voies principales</li> </ul> <p>Composés initiaux et terminaux, bilans, principales étapes, localisations intracellulaire et tissulaire</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Régulation des voies métaboliques</li> </ul>	<p>Glucose, acides gras</p> <p>Couple ADP/ATP. Prise en compte de la différence entre les conditions standards et les conditions in vivo</p> <p>Formes réduites et oxydées du NAD et du NADP</p> <p>Phosphorylations liées au substrat (glycolyse)</p> <p>Gradient de protons et ATP synthase.</p> <p>Chaîne respiratoire et oxydation phosphorylante.</p> <p>Chaîne photosynthétique et photophosphorylation acyclique (limitée aux Angiospermes)</p> <p>Cinétique de Michaelis-Menten, cinétique allostérique, représentations graphiques</p> <p>La classification des enzymes n’est pas au programme</p> <p>Transfert de groupement, oxydo-réduction, condensation....</p> <p>Cycle de réduction photosynthétique du carbone (cycle de Calvin) et synthèse de l’amidon, glycogénogenèse, glycogénolyse, gluconéogenèse, glycolyse, cycle des acides tricarboxyliques (cycle de Krebs), <math>\beta</math>-oxydation, fermentation alcoolique et fermentation lactique</p> <p>Exemples : glycogénolyse et glycolyse</p>
<p>1.4 Information génétique de la cellule</p>	
<p>1.4.1 Le support de l’information génétique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les acides nucléiques, supports de l’information génétique</li> <li>- L’ADN dans la cellule</li> <li>- Le gène, unité d’information génétique.</li> </ul> <p>Évolution de la notion de gène</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Organisation générale du génome chez les Procaryotes et les Eucaryotes</li> </ul> <p>1.4.2 Stabilité de l’information génétique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réplication de l’ADN</li> <li>- Mitose</li> <li>- Réparation</li> </ul> <p>1.4.3 Dynamique et variabilité de l’information génétique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Méiose</li> <li>- Mutations</li> <li>- Réarrangement des gènes</li> </ul>	<p>Diversité des structures et de leur localisation (chromosomes, plasmides, ADN des organites)</p> <p>Structure des chromosomes, centromères, télomères, chromatine, caryotypes</p> <p>ADN codant et non codant</p> <p>Cas des dimères de thymine</p> <p>Mutations géniques et chromosomiques</p> <p>Exemple des immunoglobulines</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformation, conjugaison et transductions chez les bactéries</li> <li>1.4.4 L'expression des gènes et son contrôle chez les Eucaryotes</li> <li>- Transcription, traduction</li> <li>- Maturation des ARN messagers</li> <li>- Maturation des protéines</li> <li>- Contrôle hormonal de l'expression du génome</li> </ul>	<p>Cas de l'épissage Exemple d'une hormone ou d'une enzyme Exemple de la triiodothyronine</p>
1.5 Le cycle cellulaire	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Différentes étapes du cycle : G1, S, G2, mitose, cytotélière</li> <li>- Le contrôle du cycle cellulaire</li> <li>- La mort cellulaire programmée : modalités et déterminisme</li> <li>- Les dérèglements du cycle cellulaire</li> </ul>	On se limitera aux cancers
1.6 Diversité des types cellulaires	
<ul style="list-style-type: none"> <li>1.6.1 Particularités des cellules procaryotes</li> <li>- Organisation, comparaison avec une cellule eucaryote</li> <li>- Diversité du métabolisme bactérien</li> <li>1.6.2 Organisation fonctionnelle de quelques cellules différenciées</li> <li>1.6.3 Totipotence, détermination et différenciation cellulaires ; dédifférenciation et redifférenciation</li> </ul>	Cellule du parenchyme palissadique foliaire, tube criblé, spermatozoïde, cellules musculaires squelettique et cardiaque et autres cellules citées dans le programme général
1.7 Systèmes biologiques subcellulaires	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les virus : structure, génome, cycle réplcatif et transmission</li> </ul>	Cycle d'un bactériophage. Virus de la mosaïque du tabac. Virus de l'immunodéficience acquise humaine

## 2 - L'organisme, une société de cellules

Notions-Contenus	Précisions-Limites
2.1 La notion d'organisme	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Principes d'organisation : les colonies de cellules procaryotes (biofilms) et eucaryotes, l'état coenocytique, l'état pluricellulaire (tissus, organes, appareils ; notion d'individu)</li> <li>- Liquides extracellulaires des Métazoaires : nature, localisation, mise en mouvement, fonctions</li> <li>- Lignées germinale et somatique</li> </ul>	<p>Voir aussi 3.3</p> <p>Liquides interstitiel et coelomique, hémolymphe, sang et lymphes. Exemple de mise en mouvement : circulation des Mammifères (voir aussi 7.2.3)</p>
2.2 L'origine de l'œuf	
<ul style="list-style-type: none"> <li>2.2.1 Gamétogenèse</li> <li>- Aspects chromosomiques. (voir aussi 1.4.3)</li> <li>- Aspects cytologiques (enveloppes et réserves)</li> </ul>	<p>Exemples : Vertébrés (Amphibiens, Mammifères), Angiospermes</p> <p>Exemples : Amphibiens, Insectes</p> <p>Exemples : Angiospermes, Oursins, Mammifères (voir aussi 7.4)</p>

2.2.2 Rapprochement des gamètes, mécanismes cellulaires et moléculaires de la fécondation 2.2.3 Transmission et expression des gènes - Cas des haploïdes - Cas des diploïdes : allélisme, dominance et récessivité, épistasie - Réalisation du phénotype sexuel à partir du génotype	Transmission d'un couple d'allèles, transmission de plusieurs couples d'allèles  Levures, Drosophile, Vertébrés dont espèce humaine (voir aussi 7.4)
2.3 La construction des organismes (biologie du développement) 2.3.1 Les grandes étapes du développement embryonnaire. Inductions embryonnaires 2.3.2 Les plans d'organisation : acquisition et diversité. Rôles des gènes du développement 2.3.3 La croissance  2.3.4 Renouvellement cellulaire  2.3.5 Mort cellulaire  2.3.6 Les métamorphoses animales	Exemple des Amphibiens  Drosophile, Amphibiens, Arabidopsis  Croissance discontinue : exemples pris chez les Insectes Croissance des Vertébrés : l'os long (voir aussi 7.2.1). Croissance des Angiospermes : méristèmes. Rôle de l'auxine Exemples : remodelage osseux, érythrocytes dans l'espèce humaine (voir aussi 7.1), zone génératrice libéro-ligneuse Au cours du développement embryonnaire et des métamorphoses (Insectes, Amphibiens) Sénescence chez les Angiospermes (exemple de la feuille) Insectes holométaboles, Amphibiens anoures
2.4 La communication intercellulaire	
2.4.1 La communication nerveuse  2.4.2 La communication hormonale  2.4.3 La communication dans les mécanismes de l'immunité	Neurone, tissu nerveux, synapses. Messages nerveux. Potentiels d'action, potentiels électrotoniques, Jonction neuro-musculaire ; couplage excitation- contraction Exemples : hormones thyroïdiennes, adrénaline, insuline, ecdystéroïdes, éthylène  Présentation de l'antigène, CMH, récepteurs des cellules T, cytokines
2.5 Les principes de la défense de l'organisme	
- La défense immunitaire - L'hypersensibilité et la résistance systémique acquise des végétaux	Les cellules et les molécules du système immunitaire. La défense non spécifique. La défense spécifique

### 3 - Plans d'organisation du vivant et phylogénie.

Les candidats devront maîtriser les connaissances concernant :

- les méthodes actuelles de la systématique ;
- les grandes lignes de la classification phylogénétique des êtres vivants ;
- l'histoire évolutive de la lignée verte et des vertébrés, en s'appuyant sur des données génétiques et écologiques actuelles, mais aussi sur les enregistrements fossiles (voir programme STU) ;

- les principaux plans d'organisation, leur diversité et leur mise en place au cours du développement et de l'évolution.

Notions-Contenus	Précisions-Limites
3.1 Les méthodes actuelles de la systématique	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Principes des méthodes cladistique et phénétique : apport des données moléculaires.</li> <li>- Principes des méthodes cladistique et phénétique : apport des données moléculaires.</li> <li>- Construction des arbres phylogénétiques, difficultés rencontrées et sources d'erreurs.</li> <li>- Le principe de parcimonie.</li> </ul>	<p>Les méthodes de maximum de vraisemblance ne seront pas approfondies.</p>
3.2 La phylogénie du vivant	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les trois règnes du vivant : eucaryotes, eubactéries, <i>Archae</i>.</li> <li>- La structuration de l'arbre des Eucaryotes : exemple de la discussion de la notion de groupe écologique polyphylétique (champignon et algue).</li> <li>- L'origine endosymbiotique de la cellule Eucaryote.</li> </ul>	<p>L'étude peut s'appuyer sur la comparaison de l'agent du mildiou, de l'agent de la rouille (<i>Puccinia</i>), <i>Coprinus</i>, <i>Fucus</i>, <i>Ulva</i>            Position phylogénétique de quelques unicellulaires hétérotrophes (<i>Paramecium</i>, <i>Plasmodium</i>, foraminifères).            Exemple de l'origine des plastes de la lignée verte.</p>
3.3 Plans d'organisation des métazoaires	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Principaux plans d'organisation des métazoaires (symétries et polarités).</li> <li>- Acquisition des symétries et des polarités au cours du développement ; apports de la génétique du développement.</li> <li>- Organisation du milieu intérieur.</li> <li>- Arbre phylogénétique incluant les principaux phylums de métazoaires.</li> <li>- Chronologie des grandes étapes de l'évolution des Métazoaires.</li> </ul>	<p>Les organismes suivants pourront être étudiés : éponge calcaire ou démosponge (un exemple), cnidaire (hydre), plathelminthe (planaire), bryzoaire, nématode (<i>Ascaris</i>), annélide (<i>Nereis</i>), crustacé (écrevisse), insecte (criquet), mollusques (moule, escargot), échinoderme, téléostéen, tétrapodes (grenouille, poulet, souris).            Principaux gènes du développement impliqués dans la mise en place du plan d'organisation à partir de quelques exemples tels que drosophile, xénope, poulet. Les aspects moléculaires indispensables sont présentés en insistant sur les principes de la morphogenèse (gradients morphogénétiques, établissement des symétries et des polarités) et sur l'apport des gènes du développement à la compréhension de l'évolution (homologie moléculaire, origine du membre chridien, hétérochronies).            Liquides extracellulaires des métazoaires, évolution du cœlome.            Phylums des éponges calcaires, cnidaires, brachiopodes, bryozoaires, plathelminthes, mollusques, annélides, nématodes, arthropodes, échinodermes, chordés et leurs principales subdivisions.            Liaison avec les données de la paléontologie (faunes d'Ediacara et de Burgess, crises biologiques et extinctions évoquées dans le programme STU).</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Validité du critère morphologique : notions d'homoplasie et d'homologie.</li> <li>- Convergence évolutive et adaptation aux conditions environnementales.</li> </ul>	<p>Exemples possibles : les membres des vertébrés, les ailes, les organes de collecte de nourriture des métazoaires</p> <p>Exemple possible : la prise de nourriture</p>
<p>3.4 Les principaux groupes de la lignée verte (glaucophytes, rhodobiontes, chlorobiontes : algues vertes et embryophytes) et leurs adaptations aux conditions environnementales.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Principaux plans d'organisation et leur acquisition.</li> <li>- Classification des embryophytes.</li> <li>- Réponses adaptatives : poikilohydrie, structures de soutien et de conduction.</li> <li>- Symbioses.</li> <li>- Cycles de développement comparés des embryophytes.</li> </ul>	<p>Cette partie s'appuie sur des exemples représentatifs tels que : <i>Chlamydomonas</i>, <i>Ulva</i>, <i>Chara</i>, <i>Trentepohlia</i>, polytric, polypode, pin, cycas ou ginkgo, une angiosperme.</p> <p>Gènes du développement chez <i>Arabidopsis thaliana</i> ; on se limitera à la structuration des apex et à l'ontogenèse florale (gènes homéotiques).</p> <p>Mycorhizes-nodosités. Homologies des générations.</p>

#### 4 - L'organisme dans son environnement

Les caractéristiques physico-chimiques des milieux aquatiques et aériens doivent être connues sur les plans qualitatif et quantitatif.

Le programme privilégie les approches intégratives et comparées de la physiologie.

L'approche intégrative (centrée sur l'organisme) permet d'étudier les adaptations aux conditions du milieu et leur dimension évolutive. L'approche comparée révèle chez des organismes apparentés des fonctionnements différents en liaison avec des modes ou des milieux de vie dissemblables. Les contraintes écologiques déterminant les convergences évolutives sont dégagées. L'argumentation peut se situer aux différentes échelles, de la molécule à l'écosystème.

Notions-Contenus	Précisions-Limites
<p>4.1 La nutrition des organismes</p>	
<p>4.1.1 Les formes de l'énergie. Besoins énergétiques et matériels des organismes.</p> <p>4.1.2 La nutrition des autotrophes : - assimilation du CO<sub>2</sub> par les végétaux photosynthétiques ;</p> <p>- les formes de l'azote et leur assimilation par les organismes ;</p>	<p>Autotrophie. Photo-autotrophie dans la lignée verte. Chimio-autotrophie (nitrification, méthanogenèse). Hétérotrophie.</p> <p>Sont au programme : la capture de l'énergie lumineuse, l'assimilation du carbone, les échanges gazeux et leurs variations, le bilan carboné au niveau de la plante entière, les photosynthèses de type C3, C4 et CAM et leurs conséquences écologiques.</p> <p>On se limitera à l'assimilation des nitrates par les végétaux verts et à la fixation de l'azote par les</p>

<p>- mycorhizes et nutrition hydrominérale des végétaux.</p>	<p>procaryotes libres et les nodosités des légumineuses. On n'entrera ni dans les détails du dialogue moléculaire entre les organismes du sol et les racines, ni dans l'étude de la co-évolution entre ces organismes.</p> <p>Voir aussi 3.4.</p>
<p>4.1.3 La prise de nourriture et la digestion des hétérotrophes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- prise de nourriture ;</li> <li>- appareil digestif et digestion chez les mammifères.</li> <li>- L'alimentation hématophages et osmotrophes.</li> </ul> <p>4.1.4 Les réserves :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nature, synthèse, utilisation ;</li> <li>- mise en réserve postprandiale et mobilisation des réserves lors du jeûne chez l'Homme ;</li> <li>- réserves ovocytaires et extra-ovocytaires des vertébrés ;</li> <li>- réserves chez les angiospermes.</li> </ul>	<p>Voir aussi 3.3.</p> <p>Choix judicieux d'exemples pour une étude comparative de différents régimes alimentaires.</p> <p>Voir aussi 7.2.2.</p> <p>On pourra s'appuyer sur quelques exemples (moustique, sangsue, cestodes).</p> <p>Glycogène musculaire et hépatique, graisse blanche.</p> <p>Aspects circulatoires et régulation hormonale.</p>
<p>4.2 La réalisation des échanges avec le milieu</p>	
<p>4.2.1 Les échanges gazeux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- diffusion des gaz et loi de Fick ;</li> </ul> <p>- les surfaces d'échanges gazeux (gaz-liquide, liquide-liquide) et leurs caractéristiques générales ;</p> <p>-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- maintien des gradients de pression partielle au niveau de l'échangeur ;</li> </ul> <p>- transport des gaz et pigments respiratoires.</p> <p>4.2.2 Les échanges d'eau et de solutés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'élimination des déchets azotés chez les métazoaires ;</li> <li>- propriétés des principaux déchets azotés, répartition zoologique et intérêt adaptatif ;</li> <li>- principe de fonctionnement des organes excréteurs ;</li> <li>- équilibre hydro-électrolytique et milieux de vie des animaux (milieu marin, eau douce, milieu aérien).</li> </ul>	<p>Importance de la surface d'échange, de sa finesse, et du gradient de pression partielle. Notion de conductance et de capacitance.</p> <p>Seuls seront traités le tégument, les branchies (téléostéens, crustacés, lamellibranches), les poumons (mammifères), le système trachéen des insectes et les stomates des plantes.</p> <p>On se limitera à la ventilation pulmonaire (vertébrés) et trachéenne (insectes), à la circulation d'eau au niveau branchial (lamellibranches, crustacés, téléostéens) et aux appareils circulatoires associés à ces échangeurs.</p> <p>On se limitera aux hémoglobines normales chez l'Homme.</p> <p>Étude des protonéphridies, tubes de Malpighi des insectes et reins des mammifères.</p> <p>Exemples des vertébrés marins, des téléostéens d'eau douce, des mammifères et insectes terrestres.</p> <p>Variations au cours du développement post-embryonnaire des amphibiens.</p> <p>Voir aussi 4.4.3</p>

<p>4.2.3 Les végétaux en milieu terrestre et la gestion de l'eau.</p>	<p>Réhydratation hygroscopique, reviviscence. Absorption hydrominérale, contrôle du flux hydrique (stomates et régulation stomatique, adaptations morphologiques, anatomiques et physiologiques des xérophytes). Les sèves et leur circulation. Voir aussi 3.4</p>
<p>4.3 Perception du milieu, intégration et réponses. Squelette et port</p>	
<p>4.3.1 La perception de l'environnement : - diversité des canaux sensoriels des animaux et relation avec les modes et milieux de vie ; - tropismes, tactismes et nasties.</p> <p>4.3.2 Intégration, réponse motrice et squelette des organismes mobiles : - les squelettes et la biomécanique associée ; - les différents types de systèmes nerveux ; - la motricité somatique et son contrôle.</p> <p>4.3.3 Architecture et port des embryophytes.</p>	<p>On étudiera plus particulièrement la vision.</p> <p>Test, squelette hydrostatique, exosquelette et endosquelette seront étudiés à l'aide d'un nombre réduit d'exemples représentatifs. Systèmes nerveux diffus, médullaires, ganglionnaires.</p> <p>Ramification, croissance en longueur et en épaisseur. Dominance apicale, ramification des ligneux, influence des facteurs du milieu.</p>
<p>4.4 Reproduction et cycles de développement</p>	
<p>4.4.1 Modalités de la reproduction La reproduction sexuée (y compris pour l'espèce humaine) : - la sexualisation des individus ; - le rapprochement des partenaires ; - diversité des modes d'appariement et de fécondation ; - viviparité, oviparité, ovoviviparité ;</p> <p>- la formation et le devenir du zygote des angiospermes (fruits et graines) ;</p> <p>- physiologie des semences sèches.</p> <p>La reproduction asexuée : principales modalités et conséquences sur les peuplements des milieux.</p> <p>Les significations écologiques et évolutives des reproductions sexuée et asexuée.</p> <p>4.4.2 Cycles de développement : - l'alternance des phases sexuées et asexuées chez les formes libres ;</p>	<p>Diécie, gynodiécie, gonochorisme, hermaphrodisme.</p> <p>Fécondation externe / fécondation interne.</p> <p>Pollinisation. Autocompatibilité et autoincompatibilité (les mécanismes moléculaires de l'autoincompatibilité seront limités au type <i>Brassica</i>). Déshydratation, vie ralentie, dormances. Voir aussi 3.4. Bourgeonnement. Vie coloniale (cnidaires). Multiplication végétative naturelle (embryophytes et eumycètes).</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- les cycles des parasites ;</li> <li>- phénologie et synchronisation du cycle de reproduction des végétaux ;</li> <li>- larves et métamorphoses : dispersion, changement de plan d'organisation, diversité des niches écologiques.</li> </ul>	<p>Exemples possibles : <i>Plasmodium</i>, <i>Trypanosoma brucei</i>, <i>Schistosoma</i>, <i>Tænia</i>, <i>Ascaris</i>, rouille (<i>Puccinia</i>), mildiou.</p> <p>Germination des graines, dormance, maturité de floraison ; plantes annuelles, bisannuelles, pérennes.</p> <p>Etude des exemples suivants : les insectes (comparaison holométaboles / paurométaboles), et un anoure (le contrôle neuro-endocrine n'est pas au programme général).</p>
4.5 Homéostasie	
4.5.1 Régulation de la glycémie à court terme.	On se limitera à l'Homme (voir aussi 7.3.2).
4.5.2 Thermorégulation : régulation des échanges de chaleur ; thermogenèse, thermolyse.	(voir aussi 4.1.4).

## 5 - Biodiversité, écologie, éthologie, évolution

L'approche mathématique élémentaire des modèles théoriques est au programme de connaissances générales ; des connaissances de base en statistiques et la maîtrise de formalisations telles que la loi de Hardy-Weinberg ou les modèles de Lotka et Volterra sont nécessaires.

Notions-Contenus	Précisions-Limites
5.1 Histoire et concepts en évolution	
<p>Conceptions pré-darwiniennes, révolution darwinienne, synthèse néo-darwinienne.</p> <p>La théorie scientifique de l'évolution.</p> <p>Notion de valeur sélective (fitness), de traits d'histoire de vie, d'adaptation.</p> <p>Les unités de sélection.</p>	<p>Sélection naturelle, sélection artificielle, sélection sexuelle, dérive, coévolution.</p> <p>Fécondité, âge à maturité, longévité, dispersion.</p> <p>Notions de "gène égoïste", de sélection de groupe.</p>
5.2 Génétique	
<p>5.2.1 Génétique formelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aspects génétiques de la méiose et de la fécondation ;</li> <li>- transmission d'un couple d'allèles ;</li> <li>- ségrégation de plusieurs couples d'allèles ;</li> <li>- lois de Mendel.</li> </ul> <p>5.2.2 Génétique des populations :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fréquences alléliques, fréquences génotypiques ;</li> <li>- régime de reproduction (panmixie, autogamie, consanguinité) ;</li> <li>- pressions évolutives (sélection, mutation, migration, dérive) ;</li> <li>- polymorphisme neutre (voir aussi 5.1) et sélectionné, cryptopolymorphisme.</li> </ul>	<p>Méthodes d'étude du polymorphisme (y compris marqueurs moléculaires).</p> <p>Exemples de la diversité des variétés des plantes cultivées, et des maladies génétiques humaines.</p>

5.2.3 Génétique quantitative - hérédité, hétérozygote ; - origine des plantes cultivées.	Blé et maïs. (Voir aussi 6.4.5)
5.3 Biologie et écologie des populations – Écologie des communautés	
5.3.1 Biologie et écologie des populations - Effectif des populations – Croissance et dynamique des populations - Répartition spatiale des populations : densité, dispersion. Concept de métapopulation - Polymorphisme et traits d’histoire de vie	Modèle exponentiel – modèle logistique
5.3.2 Écologie des communautés - Description des communautés (échantillonnage) et caractérisation des communautés (abondance, richesse, diversité) - Interactions entre espèces au sein des communautés : relations interspécifiques (compétition interspécifique, prédation, parasitisme et mutualisme) Dynamique des communautés : les successions écologiques	Notion de peuplement  Quelques indices descriptifs (Shannon, IBGN). Notion d’étagement Sont attendus les exemples classiques au sein des écosystèmes communs (forêts, ruisseau, océan, etc.) voir 5-6-2 Formalisme de Lotka et Volterra Évolution des étagements, peuplements pionniers, climaciques
5.4 Biologie du comportement animal	
Recherche et utilisation des ressources (biotiques et abiotiques). Interactions entre les individus (compétition, coopération). Communication (signaux ; fonctions ; adaptations aux contraintes environnementales et sociales). Comportement reproducteur (y compris soins aux jeunes). Systèmes sociaux des insectes et des vertébrés.	Les comportements sont étudiés sous les angles de l’ontogénèse, de leurs fonctions biologiques et de leur valeur adaptative (cf. N. Tinbergen). L’approche comparative sera privilégiée. La notion de coûts / bénéfices est au programme.
5.5 Biodiversité et biogéographie	
5.5.1 Définition, composantes et mesures de la biodiversité - Polymorphisme - Définitions de l’espèce - Écosystèmes (voir 5-6-2)	Voir 5.2.2 et 5.3.1 Concepts d’espèces biologiques, typologiques, phylogénétiques.
5.5.2 La spéciation et ses mécanismes - Spéciation allopatrique - Spéciation sympatrique - Cospéciation	Exemple d’espèce en anneau Mécanisme de la spéciation sympatrique hors programme
5.5.3 Distribution spatiale des espèces - Notion de vicariance / d’endémisme - Modèle de la biogéographie insulaire - Grandes aires biogéographiques	Notion de barrière biogéographique

5.5.4 Action de l'homme sur la biodiversité.	
5.6 Écologie fonctionnelle – écosystèmes	
5.6.1 Notion d'écosystème et description fonctionnelle - Biomasse, production et productivité - Stocks et flux de matière et d'énergie	Approche quantitative, méthodes et unités de mesure.
5.6.2 Exemples d'écosystèmes Ecosystèmes océaniques et terrestres Comparaison d'un écosystème naturel et d'un agrosystème Transferts de matière et d'énergie entre écosystèmes Grands biomes	Cette partie s'appuie sur des exemples représentatifs tels que : forêt, prairie, rivière, étang, zone océanique, zone de balancement des marées, montagne et tourbière.
5.6.3 - Cycles biogéochimiques de l'eau, du carbone et de l'azote	

**6 - L'utilisation du vivant et les biotechnologies Il convient de prendre en compte les problèmes posés par ces méthodes et leurs conséquences (économiques, écologiques, éthiques...).**

<b>Notions-Contenus</b>	<b>Précisions-Limites</b>
6.1 Les produits biologiques, matières premières de l'industrie	Blé, raisin, lait, bois
6.2 Bases scientifiques des biotechnologies 6.2.1 Le génie génétique 6.2.2 La génomique 6.2.3 Les cultures in vitro - Cultures de cellules animales et végétales - Cultures bactériennes	Clonage des gènes, hybridations moléculaires, amplification de l'ADN (PCR) Marqueurs génétiques moléculaires, empreintes génétiques. Principe du séquençage des génomes
6.3 Utilisation des micro-organismes dans l'industrie	
6.3.1 Utilisation des micro-organismes dans la production de biomasse 6.3.2 Application des métabolismes microbiens. Rôle des micro-organismes dans les transformations industrielles 6.3.3 Les substances d'intérêt issues des microorganismes - Utilisation des enzymes microbiennes - Production de métabolites naturels - Production de protéines recombinantes	Bactéries, levures  Fermentations industrielles, alimentaires  Exemple de la Taq polymérase Antibiotiques, vitamines
6.4 Biotechnologie des plantes et des animaux	
6.4.1 Méthodes de clonage ; conservation de la structure génétique	Micropropagation : méristèmes, bourgeons Exemples : pomme de terre, orchidées

6.4.2 Induction d'une variabilité génétique par mutagenèse artificielle	Insémination artificielle chez les animaux Pollinisation artificielle chez les végétaux. Androgenèse
6.4.3 Les biotechnologies de l'embryon	
6.4.4 Les transformations génétiques	On se limitera à l'exemple d' <i>Agrobacterium tumefaciens</i> et de son utilisation chez les plantes
- Principe et technique	
- Éléments sur les applications agronomiques, industrielles, médicales ; éléments sur les risques de propagation des transgènes dans l'environnement et pour la santé humaine	
6.4.5 Sélection assistée par marqueurs moléculaires	Notion de Quantitative Trait Loci (QTL)

## 7 - Éléments de biologie et de physiologie dans l'espèce humaine.

Le contenu des programmes de l'enseignement secondaire justifie cette rubrique. Commune aux deux secteurs A et B, elle devra être abordée à tous les niveaux d'intégration, de la molécule (sauf indication de limite) aux populations. On s'appuiera également sur l'utilisation raisonnée des approches pathologiques.

Notions-Contenus	Précisions-Limites
7.1 Le corps humain	
- Anatomie élémentaire topographique, macroscopique, systémique - Compartiments liquidiens	Organes, systèmes et appareils. Principes des méthodes d'étude non invasive du corps humain Volumes et compositions (voir aussi 2.3.4)
7.2 Échanges de matière et d'énergie entre l'organisme et le milieu et à l'intérieur de l'organisme	
7.2.1 Les besoins de l'organisme et leur couverture - La dépense énergétique et ses variations. Calorimétrie. Métabolisme basal et variations. - La couverture des besoins par l'alimentation . chez l'adulte . lors de la croissance	Principes (voir aussi 1.3). Mesures et valeurs Thermorégulation : voir aussi 7.5 Aspects quantitatifs et qualitatifs. Nutriments indispensables. Vitamines. Oligo-éléments Balance azotée. La croissance osseuse, rôle des hormones (le mode d'action cellulaire n'est pas attendu)
7.2.2 Digestion, absorption, transport et devenir des nutriments - Digestion et absorption Les phases : localisation, chronologie des phénomènes, sécrétions exocrines et endocrines Absorption et transport des nutriments Devenir des nutriments. Réserves. Ajustements des voies métaboliques entre les repas	Un exemple de cellule sécrétrice : la cellule pancréatique exocrine
7.2.3 La circulation - Le cœur : activités mécanique et électrique, contrôle - Les vaisseaux : . organisation fonctionnelle des différents segments . circulations locales	Phase post-prandiale. Phases du jeûne. <u>État hormonal</u> et voies métaboliques (le détail n'est pas au programme)  Vasomotricité, répartition du débit cardiaque Voir aussi 7.5.2

<p>- La pression artérielle : définition, variations et régulation à court terme par le baroréflexe. - Ajustements aux besoins de l'organisme et aux variations du milieu</p> <p>7.2.4 La respiration - La ventilation - Transport des gaz respiratoires par le sang - Échanges gazeux alvéolo-capillaires et tissulaires - Ajustements de la ventilation au cours de l'exercice physique</p> <p>7.2.5 L'excrétion - Fonctionnement du néphron - Participation du rein au maintien de l'équilibre hydro-sodé</p>	<p>Les aspects moléculaires et expérimentaux approfondis ne sont pas au programme général. Voir aussi 7.5.2</p> <p>Quelques méthodes d'exploration fonctionnelle : clairance, microponctions...</p>
<p>7.3 Neurobiologie et endocrinologie</p>	
<p>7.3.1 Neurobiologie - Le tissu nerveux. Le message nerveux - Organisation structurale et fonctionnelle du système nerveux (compléments de 7.1) - Fonctions sensorielles. Principes généraux : stimulation, réception, transduction, codage, conduction - Contrôle de la posture</p> <p>7.3.2 Endocrinologie - Exemples de la reproduction et de la régulation à court terme de la glycémie</p> <p>7.3.3 Relations entre système nerveux et système endocrine : complexe hypothalamo-hypophysaire</p>	<p>Systèmes nerveux central et périphérique : mise en place chez l'embryon, organisation et fonctionnement chez l'adulte (on se limitera au réflexe myotatique).</p> <p>Complexe hypothalamo-hypophysaire</p>
<p>7.4 Activité sexuelle et procréation</p>	
<p>7.4.1 Différenciation sexuelle, puberté, maturité, ménopause</p> <p>7.4.2 Fonctions exocrine et endocrine des testicules et des ovaires</p> <p>7.4.3 Grossesse, accouchement, lactation</p>	<p>Spermatogenèse, transport des spermatozoïdes. Ovogenèse, cycle ovarien, cycle menstruel. Contraception, contragestion Interventions hormonales. Échanges foéto-maternels majeurs. Suivi de la grossesse. Diagnostic prénatal</p>
<p>7.5 Homéostasie, régulations et réponses intégrées de l'organisme</p>	
<p>7.5.1 Exemples de grandes régulations et de leur perturbation - Régulation à court terme de la glycémie (insuline/glucagon) - Thermorégulation - Concept général de régulation</p> <p>7.5.2 Exemples de réponses adaptatives de</p>	<p>On pourra aussi s'appuyer sur les exemples rencontrés dans le reste du programme</p>

l'organisme - Ajustements et adaptations respiratoires et cardio-vasculaires à l'exercice physique. - Effets de l'entraînement	
7.6 Santé et société	
- Diabètes - Obésité - Alcoolisme	Voir aussi 7.2.2 Foie et détoxification. Lésions
7.7 L'homme face aux maladies	
- Maladies infectieuses (origine bactérienne et virale. Maladies parasitaires) - Maladies génétiques ou résultant d'interactions entre gènes et environnement, maladies métaboliques - Éléments relatifs à la prophylaxie et à la thérapeutique (prévention, antibiothérapie, vaccinothérapie, sérothérapie, dépistage, médicaments...)	Exemples : grippe, tuberculose, maladies sexuellement transmissibles (MST), paludisme Exemples : thalassémies, cancers, diabètes, obésité

## Sciences de la Terre et de l'Univers

Le programme de connaissances générales est fondé sur une bonne connaissance des principaux objets et des processus géologiques à l'échelle mondiale et du territoire national (métropole et outremer). Ainsi, les candidats doivent connaître les grands traits de l'évolution de la planète Terre (continents et océans) en s'appuyant sur des documents incontournables tels que la carte géologique du monde, les cartes des fonds océaniques, la carte géologique de l'Europe et la carte géologique de la France à 1/1.000.000 (6<sup>ème</sup> édition 1996 et 6<sup>ème</sup> édition révisée en 2003).

Les candidats doivent, par ailleurs, maîtriser les bases des principales disciplines des sciences de la Terre : géophysique, minéralogie et pétrologie, géochimie, tectonique, sédimentologie, paléontologie. Les méthodes ou techniques qui servent ces disciplines et qui s'appliquent aux enveloppes internes et externes, doivent être connues dans leurs principes élémentaires. On retiendra en particulier :

- l'identification macroscopique et microscopique des principaux minéraux, roches magmatiques, métamorphiques et sédimentaires, minerais indispensables à la compréhension des grands phénomènes géologiques inscrits au programme ;
- l'identification macroscopique et/ou microscopique des principaux fossiles et ichnofossiles (bioturbations), présentant un intérêt stratigraphique, paléo-environnemental, ou un intérêt pour la reconstitution de l'histoire de la biosphère;
- la lecture des cartes géologiques et la réalisation de coupes, de schémas structuraux et de bloc-diagrammes simples (passage 2D-3D) ;
- l'analyse de documents satellitaires usuels : images dans le visible et l'infra-rouge, radar ;
- la lecture et l'interprétation de documents géographiques et géophysiques usuels (cartes topographiques et bathymétriques, cartes de réflectivité des fonds marins, profils sismiques et sismogrammes, cartes d'anomalies magnétiques et gravimétriques, cartes d'altimétrie satellitaire, documents de tomographie sismique, cartographie des mécanismes au foyer,...) ;
- l'interprétation des analyses géochimiques (majeurs, traces, isotopes stables et radiogéniques), en liaison avec les types d'objets étudiés (roche/minéral magmatique ou métamorphique, test de foraminifère, fluides interstitiels,...) ;
- la lecture de diagrammes de phase associée à une compréhension des trajets suivis par une roche lors de la cristallisation, fusion ou de transformations à l'état solide.

- les bases théoriques essentielles de la géochronologie relative et absolue (dans les limites énoncées plus loin) et le découpage des temps géologiques qui en est déduit.

Ces connaissances méthodologiques s'appuient sur une maîtrise des grands principes de la physique et de la chimie indispensables en sciences de la Terre, notamment dans les domaines de la mécanique des solides et des fluides, des champs de potentiel (magnétisme et gravité), de l'optique, de la thermodynamique et de la chimie des solutions. Enfin, il est souhaitable, dans quelques cas, de faire appel à l'évolution des idées dans le domaine des sciences de la Terre.

Le programme de connaissances générales comporte quatre grandes rubriques :

- 1- La Terre actuelle ;
- 2- Le temps en sciences de la Terre ;
- 3- L'évolution de la planète Terre ;
- 4- Gestion des ressources et de l'environnement;

## 1- La Terre actuelle

Notions-Contenus	Précisions-Limites
1.1 La planète Terre dans le système solaire	
- Structure et fonctionnement du Soleil et des planètes - Spécificité de la planète Terre - Météorites et différenciation chimique des planètes telluriques	L'étude se limitera à la composition des planètes et des atmosphères planétaires, ainsi qu'à leur activité interne. La connaissance du mouvement des planètes se limitera aux lois de Kepler
1.2 Forme et structure actuelles de la Terre	
- La mesure du relief de la Terre, les relations entre topographie et gravimétrie. Les grands ensembles morphologiques - Les apports de la gravimétrie : la masse de la Terre et des planètes telluriques, l'ellipsoïde et le géoïde, les anomalies gravimétriques - Les apports de la sismologie : les principales enveloppes internes, croûte, manteau, noyau... les anomalies de temps d'arrivée et la tomographie sismique - La notion de lithosphère, lithosphère thermique et lithosphère mécanique - Les enveloppes externes (hydrosphère, atmosphère)	On mettra en évidence les différentes longueurs d'onde des ondulations du relief et du géoïde et on fera la relation avec la géodynamique interne  On veillera à ce que la notion d'anomalie (gravimétrique, magnétique, de vitesse sismique) soit bien comprise comme la différence entre la mesure réelle et un modèle <i>a priori</i> qui correspond à la structure au premier ordre (PREM pour les anomalies de vitesse sismique, l'ellipsoïde pour le champ de pesanteur...).
1.3 Géodynamique externe	
- Distribution de l'énergie solaire dans l'atmosphère et à la surface de la Terre. Effet de serre. Bilan radiatif et énergétique du système Terre. - Circulations atmosphérique et océanique ; Couplage océan-atmosphère - Cycle de l'eau (échanges entre les différents réservoirs ; quelques exemples de réservoirs d'eau douce et des problématiques associées) - Géomorphologie continentale et océanique ;	Les développements théoriques sur la force de Coriolis ne sont pas au programme  On se limitera à l'étude de l'influence de la

<p>mécanismes d'érosion, d'altération et de transport ; sédimentation actuelle.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rôles de la vie dans la genèse des sédiments actuels et anciens et impact sur le fonctionnement géochimique globale de la Terre</li> <li>- Compaction des sédiments et diagenèse</li> </ul>	<p>lithologie et du climat</p>
<p>1.4 Géodynamique interne du globe</p>	
<p>Le champ magnétique terrestre et la dynamique du noyau</p> <p>Le manteau de la Terre : composition, stratification, hétérogénéité, chaleur, dynamique (convection et tectonique des plaques, convection et panaches), les causes de la fusion du manteau (rifts, dorsales, points chauds, zones de subduction), l'apport de la pétrologie expérimentale à haute pression.</p> <p>Mobilité horizontale de la lithosphère, la tectonique des plaques, cinématique relative : la dérive des continents (observations et hypothèses), le flux de chaleur aux dorsales et l'hypothèse de l'expansion des fonds océaniques, la répartition des séismes, le paléomagnétisme et les anomalies magnétiques symétriques et la mesure de la vitesse d'expansion, la géométrie des failles transformantes et la rigidité des plaques, les mécanismes au foyer des séismes et les vecteurs glissement, la cinématique des points triples, les modèles cinématiques globaux. La géodésie terrestre et satellitaire. Cinématique instantanée et cinématique finie, les reconstructions. Cinématique absolue, les différents repères</p> <p>Les séismes et les failles actives : répartition, magnitude, mécanismes au foyer, vecteurs glissement, temps de récurrence et modèle du rebond élastique, failles actives et géomorphologie, méthodes de datation.</p> <p>Divergence de plaques : du rift continental à la dorsale. Structure et évolution des rifts continentaux et des marges passives. Les différents types de marges passives. La transition continent-océan. Genèse de la croûte océanique aux dorsales. Aspects magmatiques, tectoniques, hydrothermaux. Le modèle ophiolitique. Les différents types de segmentation des dorsales. Evolution thermo-mécanique de la lithosphère océanique.</p>	<p>On précisera les principaux paramètres qui définissent le champ magnétique (dipôle, inclinaison, déclinaison) et les différentes longueurs d'onde de variations du champ au cours du temps, les inversions.</p> <p>Les principaux paramètres que contient le nombre de Rayleigh seront explicités</p> <p>Les principes de base de la géodésie spatiale sont au programme mais pas les méthodes de calcul.</p> <p>Quelques exemples de séismes majeurs doivent être connus</p> <p>On veillera à bien connaître un nombre limité d'exemples régionaux pour pouvoir argumenter les principaux points du programme sur des cas réels. Les exemples les plus emblématiques (les principales dorsales, Alpes, Himalaya-Tibet, Faille</p>

<p>Limites de plaques décrochantes et grands décrochements intracontinentaux : exemples continentaux et océaniques. Géométrie, sismicité, thermicité, relief, rôle dans la cinématique.</p> <p>Convergence de plaques, subduction, obduction, collision et phénomènes associés. Morphologie des panneaux plongeants et leur dynamique. Evolution pétrologique de la lithosphère subduite. Métamorphisme et transfert de fluides. Genèse des magmas en zone de convergence, arcs, arrière arc et collision. Le recyclage mantellique. Subduction et tectonique, bassins arrière arc, cordillères... Mise en évidence et dynamique de l'obduction, les ophiolites et la marge passive chevauchée. Sutures ophiolitiques. Géométrie et cinématique des chaînes de collision. Processus d'épaississement crustal. Rôle du manteau. Métamorphisme et exhumation. Les grands décrochements associés à la collision.</p> <p>Interactions entre processus géodynamiques internes et externes : érosion, climat et orogénèse, genèse des sédiments terrigènes</p> <p>Processus tardi- ou post-orogéniques : équilibre entre forces de volume et forces aux limites, les principales structures mises en jeu, quelques exemples caractéristiques.</p>	<p>de San Andreas, Méditerranée, Andes...) doivent être connus.</p> <p>Les méthodes d'étude de la déformation des roches à toutes les échelles, des contraintes pression-température ainsi que les méthodes radiochronologiques sont supposées connues.</p> <p>Les principaux paramètres qui contrôlent la rhéologie des matériaux lithosphériques et les méthodes de mesure et de modélisation sont également supposés connus.</p> <p>La notion de contrainte est supposée connue et l'analyse quantitative se limitera à l'utilisation du cercle de Mohr</p> <p>Les principes de base de la thermobarométrie doivent être connus. La notion de faciès métamorphique et l'évolution des paragenèses pour les chimies de roches principales font également partie du programme. Les chemins pression-température-temps-déformation seront utilisés pour contraindre l'évolution des édifices géologiques.</p>
<p>Désépaississement lithosphérique dans les chaînes de collision. Érosion et genèse des sédiments terrigènes et chimiques En zone intraplaque : points chauds</p>	<p>L'importance volumique des plateaux océaniques sera soulignée</p>

## 2 - Le temps en sciences de la Terre : âges, durées et vitesses des processus géologiques

<p>2.1 Chronologie relative, continuité / discontinuité</p>	
<p>- Bases stratigraphiques et sédimentologiques de la chronologie relative - Principes de la biostratigraphie. Notion de <u>taxon index</u> et de biozone - Approches physiques et chimiques de la <u>stratigraphie</u> : sismostratigraphie et bases de la <u>stratigraphie</u> séquentielle, rythmostratigraphie, magnétostratigraphie</p>	<p>On se limitera à quelques méthodes de biozation (macro, micro, nanofossiles) Le traitement des données sismiques n'est pas au programme. On ne traitera pas de l'analyse spectrale des cyclicités sédimentaires On présentera le principe de l'enregistrement des inversions magnétiques au sein des roches</p>
<p>2.2 Géochronologie absolue</p>	
<p>- Radiochronologie</p>	<p>On présentera le principe de la datation à l'aide du couple Rb/Sr et de l'isotope cosmogénique</p>

	<sup>14</sup> C. On étudiera notamment la construction et l'exploitation d'une isochrone Rb/Sr. On se limitera à la simple utilisation des couples U/Pb. La diversité des autres couples utilisés et les raisons de leur choix sont l'objet du programme de spécialité
2.3 Synthèse	
- Mise en corrélation des différents marqueurs chronologiques - L'échelle des temps géologiques et la signification des différents types de coupures - Durée et vitesse des phénomènes géologiques: rythmes, cycles et événements	La succession et la durée des ères et des systèmes doivent être acquises, mais la connaissance exhaustive des étages n'est pas requise

### 3 - L'évolution de la planète Terre

3.1 L'évolution précoce de la planète Terre	
- L'univers et les grandes étapes de la formation du système solaire - Différenciation chimique : formation du noyau et du manteau primitif. Dégazage du manteau, formation de l'atmosphère et de l'hydrosphère primitives. Chronologie et ordre de grandeur des durées pour ces différentes étapes.  - Genèse de la croûte continentale  - Particularités de la géodynamique archéenne : flux de chaleur, fusion et composition des magmas (TTG, komatiites)	On se limitera à mentionner l'existence de la nucléosynthèse et les étapes conduisant à la formation de la planète Terre. On présentera les données géochimiques fournissant des contraintes temporelles sur la durée de ces étapes.  On s'attachera à montrer l'importance des arguments géochimiques et à replacer la genèse de la croûte continentale dans le cadre de l'histoire générale du globe terrestre
3.2 Enregistrements des paléoclimats et des phénomènes tectoniques	
Enregistrements des paléoclimats : aspects minéralogiques, paléontologiques et géochimiques	On se limitera à montrer comment il est possible d'obtenir des informations sur les paléoclimats à partir d'études minéralogiques, paléontologiques et géochimiques
3.3 Les fossiles : témoins de l'évolution biologique et physico-chimique de la Terre	
- Premiers vestiges de l'activité biologique et hypothèses sur l'origine de la vie - Processus de fossilisation - Roches exogènes précambriennes (par exemple : stromatolites, cherts, gisements de fer rubané), enregistreurs de l'évolution initiale de l'atmosphère et de l'hydrosphère - Apparition et diversification des eucaryotes. Explosion cambrienne. Grandes étapes de la conquête du milieu terrestre et du milieu aérien. Radiations adaptatives et extinctions : corrélation	On s'attachera à partir d'un nombre limité d'exemples, notamment ceux évoqués dans le programme SV à montrer les grandes étapes d'évolution de la biosphère  On ne traitera que la limite Secondaire -Tertiaire L'existence des autres crises dans l'histoire

avec les changements de l'environnement. Événements "catastrophiques" dans l'histoire de la Terre ; notion de crise biologique - Reconstitutions de quelques paléo environnements à partir de biocénoses fossiles et d'ichnofossiles - Origine et évolution des Hominidés	géologique du globe ne sera que mentionnée
3.4 Formation et dislocation de la Pangée	
- Accrétion et dispersion des masses continentales - Conséquences : modification de la circulation des enveloppes fluides ; conséquences climatiques et biologiques	
3.5 Le cycle actuel de l'eau	
Notion de réservoir, de flux et principes d'établissement d'un cycle (identification et quantification des processus impliqués)	

#### 4 - Gestion des ressources et de l'environnement

- Ressources minérales : les processus de concentration à l'origine de gisements d'intérêt économique - Ressources énergétiques : matières organiques fossiles, géothermie, minerais radioactifs - Eaux continentales de surface et souterraines Exploitation et protection des ressources en eau; exemples de pollution - Grands ouvrages et matériaux d'usage courant - Prévision et prévention des risques naturels : les exemples des risques sismiques et volcaniques.	Les méthodes de prospection et d'exploitation ne sont pas au programme  On se limitera au cas des barrages. On distinguera les notions d'aléa et de risque sismique ; la prévention et la gestion des risques seront présentées
--	--

### Programme de spécialité

#### Secteur A : biologie et physiologie cellulaires, biologie moléculaire ; leur intégration au niveau de l'organisme

Le programme de spécialité du secteur A porte sur les rubriques 1, 2, 6 et 7 du programme de connaissances générales (modifié ci-dessus) et sur les 16 thèmes suivants regroupés en trois domaines et étudiés de façon approfondie en envisageant le niveau des connaissances et celui des approches méthodologiques et techniques. Cette démarche thématique permet d'approfondir globalement les éléments des rubriques 1, 2 et 6 du programme de d'intégration accompagnant le libellé de la définition du secteur.

#### Le génome, l'épigénome et leur dynamique

- 1- Recombinaison et réparation de l'ADN
- 2- Les éléments génétiques mobiles
- 3- Les virus
- 4- Régulation de l'expression des gènes: méthylation de l'ADN, modification des histones, facteurs de transcription, petits ARNs
- 5- Les modifications post-traductionnelles : phosphorylations, glycosylations et ubiquitinations
- 6- Génomique et évolution des génomes

### **Interactions moléculaires, cellulaires et tissulaires**

(Le terme est pris dans le sens d'une action entraînant une réaction quel que soit le niveau d'étude pris en compte)

- 7- Relations entre cellules et matrice extracellulaire
- 8- Interactions dans le tissu nerveux
- 9- Interactions au cours du développement animal
- 10- Les phytohormones
- 11- Interactions mises en jeu dans les défenses immunitaires
- 12- Réception et transduction des signaux de communication cellulaire

### **Les modifications moléculaires du vivant : bases moléculaires et applications**

- 13- Défenses naturelles et thérapies contre les agents pathogènes
- 14- Les organismes génétiquement modifiés
- 15- Les maladies dégénératives : bases moléculaires et approches thérapeutiques
- 16- Greffes et transplantations

### **Secteur B : biologie et physiologie des organismes et biologie des populations, en rapport avec le milieu de vie**

Le programme de spécialité du secteur B porte sur les rubriques 3, 4, 5 et 7 du programme de connaissances générales et sur les 15 thèmes suivants regroupés en trois domaines et étudiés de façon approfondie en envisageant le niveau des connaissances et celui des approches méthodologiques et techniques. Cette démarche thématique permet d'approfondir certains éléments des rubriques 3, 4 et 5 du programme de connaissances générales sans les reprendre exhaustivement en indiquant à chaque fois les attendus et les limites. L'approfondissement de certains aspects de la rubrique 7 n'apparaît que pour des questions d'intégration accompagnant le libellé de la définition du secteur.

### **Biologie et physiologie intégrative (L'organisme dans son milieu)**

- 1 - La pression sanguine : variable réglée et système réglant à court, moyen et long terme. L'hypertension, ses conséquences et le principe des thérapies.
- 2 - Modalités et régulation des échanges gazeux, hydriques et minéraux entre l'organisme et son milieu de vie en conditions déshydratantes.
- 3 - La photoperception et son importance biologique : des mécanismes moléculaires aux conséquences écologiques
- 4 - Rythmes biologiques chez les animaux et chez les végétaux : des mécanismes moléculaires aux conséquences écologiques.
- 5 - La locomotion chez les vertèbres : approche intégrée des aspects morpho-anatomiques, bioénergétiques, mécaniques, écologiques et évolutifs.

### **Plan d'organisation, phylogénie et évolution**

- 6 - Morphogénèse végétale : actions des gènes du développement et effets de l'environnement
- 7 - La dynamique des génomes dans les processus évolutifs.
- 8 - Les espèces domestiquées : domestication et apport à la compréhension des mécanismes de l'évolution.
- 9 - Approche expérimentale de l'évolution : des études de terrain aux expériences en laboratoire.
- 10 - L'organisation du milieu intérieur et son évolution.

### **Ecologie fonctionnelle, comportementale et évolutive**

- 11 - Stratégies et comportements reproducteurs chez les animaux : aspects fonctionnels et évolutifs.
- 12 - Biologie de la conservation : biologie des petites populations, outils de conservation (textes fondateurs et structures de protection) ; gestion des populations (exemple de programme de conservation) ; réflexion sur la place de l'homme dans les espaces protégés.
- 13 - Coévolution hôte-parasite : course aux armements, évolution de la virulence, évolution vers le mutualisme.
- 14 - La cognition animale : représentations spatiale et numérique, fabrication d'outils, représentation sociale et théorie de l'esprit.
- 15 - Le phytoplancton océanique : diversité taxonomique, répartition spatiale et temporelle, facteurs de contrôle de la production océanique primaire (facteurs physiques, contrôles ascendant et descendant), caractérisation des différentes zones océaniques, impacts des activités anthropiques.

## **Secteur C : Sciences de la Terre et de l'univers, interactions entre la biosphère et la planète Terre**

Le programme de spécialité comporte le programme de connaissances générales et les quinze thèmes détaillés ci-dessous. Ce programme de spécialité s'appuie sur la connaissance des imageries géophysiques et satellitaires de la Terre interne et externe, ainsi que sur l'utilisation des modèles analogiques et numériques.

1. Méthodes d'étude des informations apportées par les minéraux sur l'histoire des roches
2. Les méthodes de la datation absolue : choix des radiochronomètres et limites
3. Utilisation des isotopes stables pour les sciences de la Terre et de l'environnement : principe, méthode et applications
4. Apport de l'étude des météorites pour la connaissance de l'histoire de la Terre et du système solaire
5. Flux et transferts de chaleur dans les enveloppes internes et externes de la Terre

6. La Terre primitive : origine des enveloppes et de la vie
7. Les variations climatiques naturelles du Cambrien à l'actuel
8. Les mécanismes de couplage entre la croûte et le manteau
9. Les cycles géochimiques du carbone à différentes échelles de temps
10. Ressources de la Terre et leur gestion
11. La sédimentation océanique : origine et organisation des dépôts
12. La formation de roches par le vivant
13. Les provinces magmatiques géantes
14. La crise Permien – Trias
15. Les gisements métallifères, localisation et origine

## 4. EPREUVES ECRITES

---

## 4.1 SECTEUR A

### 4.1.1 Le sujet proposé

<b>Le calcium et le fonctionnement des cellules eucaryotes</b>
--

### 4.1.2 Commentaires

#### 4.1.2.1. Caractéristiques de l'épreuve écrite du secteur A

L'épreuve écrite du concours de l'agrégation des Sciences de la Vie, Sciences de la Terre et de l'Univers de secteur A a pour objectif d'évaluer la capacité du candidat à faire une synthèse sur un sujet large portant sur des thèmes du programme de connaissances générales (physiologie humaine, biologie cellulaire, biochimie, biologie moléculaire). Cet exercice est difficile et oblige le candidat à une profonde réflexion sur le sujet afin d'organiser au mieux, dans le temps imparti, les connaissances transversales puisées dans les différents domaines. Le candidat doit ainsi montrer l'ampleur de ses connaissances sans se cantonner à une composition descriptive cataloguant une succession d'exemples sans en tirer d'idées générales. Au contraire, le candidat doit s'appuyer sur une démarche scientifique pour répondre à une problématique qu'il aura pris soin de bien développer et formuler dès l'introduction. De fait, l'introduction du devoir ne sert donc pas uniquement à décrire un plan, mais à en justifier l'intérêt, à définir les termes du sujet, à annoncer un questionnement et des idées dans un cadre clairement défini. Ce questionnement devra guider le candidat tout au long de sa composition qui ne doit perdre de vue ni la problématique initiale, ni les limites du sujet. Ainsi, dans le développement, les propos sont à organiser en plusieurs parties qui doivent permettre d'aborder des notions fondamentales en s'appuyant sur des exemples pertinents (faits scientifiques, expériences historiques ou récentes dont les principes doivent être maîtrisés). Des transitions doivent être présentes pour aider le lecteur à comprendre la logique et l'enchaînement des idées. L'utilisation de schémas est cruciale, ils doivent cependant être de taille raisonnable (au minimum ½ page A4 par schéma) et être suffisamment détaillés et légendés pour apporter des informations de natures structurale et fonctionnelle. La couleur est indispensable pour les schémas, elle peut aussi mettre en valeur les titres et sous-titres dans la copie. Le candidat doit s'exprimer de façon claire, précise et concise en ayant toujours le souci d'utiliser un vocabulaire adéquat. Il est aussi primordial de s'efforcer d'écrire de manière lisible. Il semble aussi utile de rappeler que la langue française comporte des accents et que les majuscules ne doivent être utilisées qu'en début de phrase et non au milieu de mots ou de phrases. Tout au long de la rédaction du devoir, le candidat doit toujours veiller à rester dans le cadre du sujet et ne pas se laisser aller à des longueurs qui sortent de ce cadre. Enfin, une conclusion est nécessaire pour récapituler de façon concise les idées fortes développées dans le devoir, répondre à la problématique posée et formuler de nouvelles questions qui ouvrent les perspectives du sujet.

#### 4.1.2.2. Commentaires spécifiques sur le sujet

1. Le sujet s'intitulait « Le calcium et le fonctionnement des cellules eucaryotes », il s'agissait donc d'un sujet nécessitant d'aller puiser des connaissances dans de nombreuses parties du programme et de faire une synthèse (ce qui est attendu dans ce type d'épreuve !). Malheureusement, de nombreux candidats semblent avoir été déstabilisés.

Le jury rappelle qu'une phase de réflexion au brouillon est indispensable et doit passer systématiquement par le balayage des connaissances, en prenant notamment en compte la diversité du vivant...ainsi cela éviterait de limiter le sujet aux seuls Vertébrés. Il est ainsi à regretter que le domaine végétal ait souvent été absent des compositions. Les rôles du calcium dans le fonctionnement des cellules sont très diversifiés et les traiter nécessitait, d'identifier, de hiérarchiser et d'articuler les concepts. Par ailleurs, de nombreux candidats n'ont pas su explorer cette diversité des rôles et de leurs implications, se limitant, pour certains, à la seule contraction musculaire. Une version modifiée de la grille de notation regroupe de manière non exhaustive les différents points qu'il était possible d'aborder (§6).

Trois types de copies à proscrire ont été trouvés :

- Les copies « bandes dessinées » avec des figures qui se suivent sans légende et sans explication dans le texte. Le candidat doit construire des schémas informatifs et fonctionnels et les intégrer dans le développement.

- Les copies « verbiage » où l'on remonte à la formation de la Terre pour expliquer le rôle du calcium. Des copies avec des parties entières sur les feldspaths ont ainsi pu être trouvées. Les candidats doivent avoir conscience que les copies ne sont pas notées au poids.

- Les copies « hors sujet » avec par exemple une description exhaustive (jusqu'à 10 pages) sur la structure de la cellule eucaryote sans jamais évoquer le calcium.

#### 2. La structure de l'introduction à perfectionner

Les introductions doivent être relativement consistantes. Quelques copies présentent une introduction de moins de 5 lignes, ce qui est bien trop peu pour un sujet de synthèse. La structure de l'introduction est aussi importante et doit inclure nécessairement une mise en contexte qui justifie l'intérêt du sujet (bien trop souvent absente), une analyse de tous les termes du sujet (calcium, cellules eucaryotes, notion de fonctionnement) pour permettre l'élaboration d'une problématique avant d'annoncer le plan de la composition.

Le jury regrette que dans l'analyse du terme cellule eucaryote, la majorité des candidats se soient tellement concentrés sur le noyau dans la cellule qu'ils en aient oublié les compartiments, pourtant indispensables au stockage du calcium dans la cellule. Le calcium quant à lui était défini indifféremment et sans aucune précaution comme un atome, un ion, une molécule, un sel voire tout à la fois.

De manière générale, l'analyse du sujet n'a été que partielle et superficielle, les différentes notions étant peu définies et très rarement mises en relation, conduisant dans de nombreuses copies à une problématique absente ou le plus souvent peu pertinente malgré des connaissances correctes, l'absence d'une analyse suffisante du sujet n'a pas permis à beaucoup de candidats d'identifier et

d'expliquer les points importants. Il en résulte une succession d'exemples souvent pertinents par rapport au sujet mais dont il n'est pas explicitement dit en quoi ils le sont.

La problématique « quel est le rôle du calcium dans le fonctionnement des cellules eucaryotes » retrouvée dans un grand nombre de copies est trop vague et permet difficilement d'établir un plan pertinent. On pouvait partir du constat que le calcium est particulièrement peu concentré dans le cytosol où il exerce pourtant l'essentiel de ses effets cellulaires. Des questionnements du type « Quelle est la répartition du calcium dans la cellule ? Comment sa concentration est-elle contrôlée ? Comment peut-elle varier ? Quels sont les senseurs et les conséquences de telles variations sur la vie cellulaire ? » débouchaient sur des fils directeurs et plans plus pertinents.

Les copies basées sur un plan en 2 parties avec I-*La cellule eucaryote* et en II-*Le calcium* sont assez caricaturales mais reflètent la manière dont un grand nombre de candidats ont réfléchi sur le sujet ! Beaucoup de candidats ont aussi fait du hors-sujet en traitant le rôle du calcium à l'échelle de l'organisme et non pas à celle de la cellule. Le sujet n'était pas « le calcium chez les organismes eucaryotes ». Enfin, rappelons que l'annonce du plan ne constitue pas une problématique en soi.

3. Des connaissances souvent trop approximatives par rapport au niveau d'exigence du concours de l'agrégation.

Des points comme le rôle du calcium dans les mécanismes cellulaires de la contraction musculaire ou de l'exocytose dans la synapse ont été trop souvent négligés ou traités très superficiellement reflétant des souvenirs mal maîtrisés de concepts pourtant fondamentaux. Le jury a pu relever un grand nombre d'erreurs grossières sur ces notions, ce qui n'est pas admissible pour ce type d'épreuve.

Les aspects biochimiques et physiologiques apparaissent également mal maîtrisés. Traiter du sujet sans aborder la répartition du calcium dans la cellule (concentrations intra et extracellulaires...), ni les modalités du passage du calcium au travers des membranes (notamment les différents canaux, pompes...) ne peut être pertinent. Il était indispensable d'expliquer que les ions ne se déplacent pas qu'en fonction de leur seul gradient de concentration, mais en fonction de leur gradient électrochimique. Cette notion a été trop peu développée et l'équation de Nernst quand elle est présente s'avère souvent fautive ou mal comprise. Des éléments de base comme la signalisation cellulaire par les protéines G ont aussi été présentés avec des erreurs ou des simplifications abusives.

Enfin, et de façon étonnante pour un devoir de sciences expérimentales, très peu de copies appuient leur raisonnement sur des données quantitatives précises : valeurs de concentrations ioniques, ordre de grandeur de taille (absence d'échelle sur les schémas, durée des potentiels d'action), ...

4. Quelques exemples précis d'imprécisions, confusions et erreurs

Voici quelques exemples d'erreurs/confusions relevées dans un nombre significatif de copies :

- Le calcium est présenté dans certaines copies comme un neurotransmetteur
- Confusions récepteur/canal/pompe...
- Confusion calmoduline/calséquestrine,
- Confusion PTH / calréticuline ; inversion PTH / calcitonine,
- Calcitonine sécrétée par le rein...

- Granules corticaux: selon les copies, ils peuvent être des grains exocytés contenant du calcium lequel empêche la polyspermie dans l'espace périvitellin ou des vésicules d'endocytose (*sic* - riches en  $\text{Ca}^{2+}$  évidemment) et localisés dans la zone pellucide à partir de laquelle ils apportent le  $\text{Ca}^{2+}$  permettant la reprise d'activité de l'ovocyte fécondé...
- La Calcium n'est pas un oligoélément (AJR = 0,8 g/j ; ANC = 0,6-1,2 g/j selon âge)
- Durée des vagues calciques largement sous-estimées dans l'œuf (30 sec environ mais de l'ordre de la msec dans les copies...).
- Contraction cardiaque déclenchée par l'acétylcholine via son récepteur muscarinique...
- Os constitué de carbonate de calcium ; apatite et hydroxyapatite rarement connues
- Utilisation de la calcéïne : elle ne fluoresce qu'à pH fortement alcalin donc pas exploitable *in vivo*.
- Le Fura-2 est parfois invoqué mais sa fluorescence ne serait exploitable qu'au microscope électronique à transmission pour cause de résolution insuffisante du microscope à épifluorescence...
- Patch-clamp : très approximatif voire erroné, manque de rigueur tension/intensité, le voltage-clamp n'est pas toujours compris.
- Le calcium « stabilise le message nerveux »
- Description du sarcomère erronée : bandes I et A sont très souvent inversées ; la tropomyosine n'est que trop rarement présentée.
- Potentiel d'action négatif avec le rôle des ions chlorures
- Les protéines intervenant dans l'exocytose ne sont pas connues pour la majorité des copies, des schémas beaucoup trop simplifiés des synapses ont été présentés.
- ... la liste pourrait encore s'allonger

##### 5- Démarche expérimentale insuffisante

Trop peu d'aspects expérimentaux, de précisions sur les méthodologies d'exploration du rôle du calcium dans la cellule ont été trouvés dans les copies. Il était en effet possible d'expliquer par exemple l'utilisation des sondes calciques dans la mesure des concentrations calciques ou la visualisation de vagues calciques. Les techniques d'électrophysiologie combinées à de la pharmacologie (chélateurs d'ions  $\text{Ca}^{2+}$ , modifications des concentrations ioniques...) permettaient aussi d'appréhender le fonctionnement des canaux ioniques ou des phénomènes d'exocytose.

Le jury tient à souligner cependant que des candidats hélas minoritaires produisent d'excellentes copies, très agréables à lire, s'appuyant sur une démarche démonstrative témoignant d'un très bon recul sur le sujet, d'une compréhension remarquable du fonctionnement des cellules et d'une capacité à organiser leurs connaissances.

##### 6- Grille de notation :

Une version modifiée de la grille d'items utilisés pour la notation des copies est présentée ci-dessous. Elle ne constitue en aucun cas un corrigé ou plan type, mais elle balaye avec quelques exemples non exhaustifs les notions pouvant être abordées.

### Le calcium et le fonctionnement des cellules eucaryotes

Agrégation externe				
Épreuve du secteur : A				
<b>Fond</b>	<b>Introduction</b>	<i>Contexte : il doit servir d'ancrage clair à la suite de l'introduction</i> Historique: La découverte du rôle fondamental des ions calcium par Sidney Ringer en 1883 sur cœur isolé de grenouille		
		<i>Analyse des termes du sujet à partir du contexte</i> Fonctions différentes selon le type cellulaire Théorie cellulaire, Définition cellule eucaryote, cellule compartimentée, différenciée calcium : élément chimique, existe sous forme ionique et cristallisée, 2% du poids corporel Fonctionner= remplir une fonction; fonctionnement autonome harmonieux et intégré à celui de l'organisme Son fonctionnement implique d'assurer sa pérennité, de se nourrir, excréter , échanger des infos, siège de nombreuses réactions chimiques qui contribuent aux métabolismes...		
		<i>Problématique clairement posée et justifiée par l'analyse du sujet</i> <b>Quelle est la répartition du calcium dans la cellule? Comment sa concentration est-elle contrôlée? Comment peut-elle varier? Quels sont les senseurs et les conséquences de telles variations sur la vie cellulaire?</b>		
		<i>Axe directeur de la composition explicité et bien justifié</i>		
<b>Fond</b>	<b>Répartition du calcium et son homéostasie cellulaire</b>	<b>Principes généraux</b>	concentrations extracellulaires: 10-3M; concentrations cytoplasmiques: 100nM	
			<b>Evaluation des concentrations</b>	Mesure de la dynamique des variations de calcium intracellulaire (aequorine et bioluminescence, fura-2 et imagerie calcique): pics calciques ou plateaux ou oscillations, microdomaine calcique
				Stockage dans matrice extracellulaire et organites intracellulaires (Réticulum Endoplasmique, mitochondrie, vacuoles (cristaux d'oxalate de calcium), plastes)
			<b>Notion de diffusion</b>	Propriété des membranes, Cations divalents auxquels les membranes sont imperméables d'où la nécessité de canaux et transporteurs
			<b>Gradient électrochimique</b>	Gradient électrique, gradient chimique, et notion de gradient électrochimique. Equation de Nernst ou $\Delta\mu$ (réaction ender/exergonique à relier avec transport actif/passif)
		<b>Mouvements des ions à l'origine du signal calcique</b>	<b>Notion de signal calcique</b>	Augmentation transitoire de la concentration calcique intracellulaire , notion de messenger secondaire et 3ème messenger
				Nécessité d'un influx suivi d'un efflux
	<b>Voie d'augmentation de la concentration</b>	Canaux calciques chimio-dépendant ex: Récepteur NMDA (ROC) soit le canal est le récepteur (ionotropique) soit le récepteur est couplé (métabotropique)		

		<b>cytosolique: depuis l'extérieur de la cellule</b>	Canaux calciques voltage-dépendant ex: canaux de type P, L, N (VOC), Récepteur à la dihydropyridine
			Canaux calciques mécano-sensibles (ex: membrane des érythrocytes)
			Canaux cationiques non spécifiques
		<b>Voie d'augmentation de la [ ]<sub>cytosol</sub> depuis les organites de stockage</b>	Récepteur de la ryanodine
			Récepteur de l'IP3 (via activation de PLC) <b>détail des voies de transduction allant du message extracellulaire à l'augmentation de Ca<sup>2+</sup> imposé</b>
		<b>Synapse électrique</b>	Mécanisme amplification (CICR)
<b>Voies de diminution de la concentration de calcium cytosolique: pompes et transporteurs</b>	Connexon		
	Nécessité d'un transport actif car contre son gradient électrochimique		
	Pompes Ca <sup>2+</sup> /ATPase (membrane plasmique PMCA et réticulum endoplasmique SERCA)		
	Echangeur Na <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup>		
	Transporteur dans la membrane des mitochondries		
<b>Autres facteurs régulant la concentration de Ca<sup>2+</sup> cytosolique</b>	Inactivation des récepteurs ou autre qui permettent l'augmentation de Ca <sup>2+</sup> cytoplasmique (ex: IP3 inactivé par voie enzymatique...), toxine ω-conotoxine		
	les calcioprotéines (extracellulaire, membranaire, intraorganite, cytosolique), ex calmoduline (possède 4 sites de fixation au Ca <sup>2+</sup> ), calséquestrine... ou les protéines tampon (ex: parvalbumine)		

Des effets très variés en agissant sur diverses protéines (enzymes, prot du cytosquelette, prot de régulation génique..)

<b>Rôle du calcium dans les fonctions d'échange(s) avec d'autres cellules ou l'environnement</b>	<b>Transmission de l'information, couplage excitation/sécrétion</b>	<b>Cellule endocrine ou exocrine</b>	Ex : libération insuline <b>Schéma</b> Glucose -> augmentation ATP->inhibition canaux potassiques -> dépolarisation ->ouverture de canaux Ca <sup>2+</sup> Voltage-dépendant-> EXOCYTOSE des vésicules contenant l'insuline
			CCK
		<b>Neurone (synapses)</b>	Transmission synaptique <b>Schéma</b> , arrivée d'un PA entraîne ouverture de canaux Ca <sup>2+</sup> voltage-dépendant
			Action sur le cytosquelette en agissant sur des CaMKinases pour le transit des vésicules vers la membrane plasmique (synapsine)
			Action sur les kinases calcium dépendante pour la phase d'amorçage
			Action sur la synaptotagmine pour le processus de fusion
			Canaux Ca <sup>2+</sup> concentrés dans la zone active
		Quantité de neurotransmetteurs libérés dépend de la concentration en calcium	
		<b>Mastocyte</b>	Exocytose de granules de sécrétion contenant histamine suite à un allergène (via IP3)

		<b>Récepteur sensoriel</b>	Transduction photoélectrique: réponse des bâtonnet de la rétine, rôle de la recoverine
		<b>Stress hydrique</b>	Fermeture des stomates sous influence de l'ABA
		<b>CaSR (calcium sensing receptor)</b>	Liaison du calcium sur son domaine extracellulaire entraîne un changement de conformation qui va bloquer la libération de PTH par les cellules parathyroïdienne ou augmenter l'excrétion urinaire dans les cellules rénales.
		<b>Gravitropisme</b>	Exp Moore et Evans
		<b>Canaux chimio dépendant</b>	cf synapse
Rôle du calcium dans les propriétés structurales, dynamiques et intrinsèques des cellules	Dynamique/ Mouvement (cytosquelette)	<b>Contraction Muscle lisse</b>	Augmentation calcium cytoplasmique, fixation $Ca^{2+}$ sur la calmoduline
			Complexe $Ca^{2+}$ /Calmoduline se fixe sur la kinase de la chaîne légère de la myosine
			Cette kinase phosphoryle les ponts transversaux ce qui permettra leur fixation à l'actine, ce qui conduira au raccourcissement du muscle
		<b>Couplage excitation/contraction Muscle strié (ou dans partie I)</b>	Augmentation calcium cytoplasmique (via Récepteur à la DHP et à la ryanodine)
			Fixation du calcium sur la troponine C, entraînant une modification de sa conformation déplaçant ainsi la tropomyosine qui masquait les sites de fixation à l'actine <b>Schéma</b>
			Rôle du $Ca^{2+}$ dans tétanos
	<b>Motilité</b>	Rôle dans la nage des paramécies	
		Cône de croissance (rôle du $Ca^{2+}$ dans la stabilité des filaments d'actine)	
	<b>Rôle structural</b>	<b>Adhérence</b>	ex: cellule épithéliale (intégrine, cadhérine)
		<b>MEC</b>	Os, calcification des éponges, coccolithophoridés
		<b>Paroi</b>	calcification de la paroi (ajout de $CaCO_3$ ), lien avec pectines (ciment intercellulaire qui piège les ions $Ca^{2+}$ )
	<b>Propriétés endogènes</b>	<b>Cellule cardiaque</b>	propriété de plateau des PA des myocytes ventriculaires ou atriales ou de neurones du SNC
		<b>contrôle de la perméabilité membranaire</b>	propriété pacemaker des cellules nodales assurant l'autorhythmicité du nœud sinusal
	<b>Fécondation et reproduction</b>	<b>Fécondation et développement</b>	Jonction gap fermée quand $[Ca^{2+}]_i$ élevée
			Canaux régulés par la liaison directe du calcium ex: canaux $K^+$ (IKCa, rôle dans l'excitabilité électrique et adaptation) $Cl^-$ et $Ca^{2+}$ lui-même, adaptation des neurones olfactifs ( $Ca^{2+}$ module l'activité du canal ionique AMPc dépendant)
$Ca^{2+}$ initie la réaction des granules corticaux (voie inositol)			
<b>Méiose</b>		oscillations calciques, exp oursin	
			tube pollinique
			augmentation $Ca^{2+}$ achève la méiose

Quante generale de la construction de la copie	<b>Apoptose</b>		Ca <sup>2+</sup> stimule des enzymes de dégradations (protéases) dont l'activité bouleverse les fonctions cellulaires ; Ca <sup>2+</sup> active aussi des mécanismes qui génèrent des radicaux libres (excitotoxicité au glutamate)	
	<b>Métabolisme/Contrôle de l'activité enzymatique (certaines notions peuvent avoir déjà été abordées en I)</b>	<b>Protéine kinase/Phosphorylase</b>		PKC: adaptation fréquence des PA, contrôle canaux ionique, désensibilisation des récepteurs, PLT dans hippocampe
		<b>enzymes mitochondriales</b>		activation de la voie de dégradation du glycogène (activation de la phosphorylase kinase)
		<b>Activation de CaMKinase</b>		activation de eNOS (NO synthétase endothéliale), activation de déshydrogénases du cycle de Krebs
				Complexe Ca <sup>2+</sup> /Calmoduline se fixe sur la kinase de la chaîne légère de la myosine (cf contraction muscle lisse), CamK participant à la reprise de la méiose
	<b>Signaux calciques dans le noyau</b>	<b>Activation CaMKinase nucléaire</b>		phosphorylation de facteur de transcription, impact sur l'expression génique
		<b>activation calcique de la voie de Ras</b>		
	<b>Conclusion</b>	Quelques idées clés ...		
		... qui permettent de dégager des réponses concrètes aux questions posées en intro		
Ouverture pertinente: ex pathologies (maladie neurodégénératives...)				
<b>Plan</b>	Logique, cohérence			
	Titres informatifs, adéquation entre titres et contenus des paragraphes			
	<b>Transitions</b>			
	Les transitions sont globalement : absentes, artificielles, logiques, logiques et bien justifiées			
	<b>Approches expérimentales et observations</b>			
A apprécier par rapport à la richesse de la copie: enregistrements intracellulaire, imagerie cellulaire (sondes calciques telles que fura-2, oregon green, aequorine), immunohisto, chélateur de calcium, modif des concentrations, culture cellulaire..				
<b>Illustrations</b>				
Pertinence, qualité : à apprécier par rapport à la richesse de la copie				
<b>Bonus</b>				
<b>Forme</b>	<b>Rédaction</b>	Clarté, concision		
		Orthographe, syntaxe		
	<b>Présentation</b>	Présentation et soin		

## 4.2 SECTEUR B

### 4.2.1 Le sujet proposé

<b>La vie ralentie chez les êtres vivants pluricellulaires</b>
--

### 4.2.2 Commentaires

Il s'agissait d'un sujet à dominante physiologique et écophysologique mais d'autres dimensions, notamment écologiques, génétiques et en dynamique des populations, devaient être envisagées. Les différents termes du sujet avaient tous leur importance et il convenait de les analyser avec pertinence et recul pour pouvoir traiter correctement ce sujet.

Malheureusement cela n'a pas été le cas de la grande majorité des candidats qui n'ont envisagé, et donc traité, le sujet que de façon partielle. Rappelons qu'il s'agit d'un sujet de synthèse véritable et qu'à ce titre la réflexion initiale doit être approfondie, en envisageant tous les aspects principaux du thème biologique et pas seulement ceux qui semblent évidents de prime abord. La très grande majorité des candidats n'ont pas développé suffisamment cette approche synthétique globale, d'où un plan et une construction manquant de recul.

Les commentaires ci-dessous se réfèrent à la grille de correction utilisée par le jury, dont une version simplifiée se trouve à la fin de ce rapport. Cette version simplifiée permettra au lecteur de se rendre compte des attendus fondamentaux du jury, sans pour autant donner tout le détail des items d'évaluation qui pourrait avoir un effet décourageant, alors qu'il ne s'agit en réalité que d'un outil à la disposition du jury pour cette évaluation.

En ce qui concerne le niveau scientifique, le jury déplore la faiblesse générale et très marquée des connaissances scientifiques, y compris pour des notions de base, pour une très forte proportion des copies. A l'évidence, un effort important dans l'acquisition de connaissances de base solides et rigoureuses s'avère nécessaire et même indispensable pour une très grande majorité des candidats. Il est impossible de concevoir un devoir de synthèse digne de ce nom si les connaissances scientifiques élémentaires ne sont pas assimilées. La maîtrise des expériences-clés permettant de démontrer les propos est également attendue. Quant aux échelles cellulaires et moléculaires nécessaires pour comprendre les mécanismes liés à la vie ralentie (entrée, maintien, sortie), elles sont rarement prises en compte. Il en est souvent de même pour la dimension écologique et génétique du sujet.

A l'opposé, certains candidats, trop peu nombreux malheureusement, maîtrisent suffisamment ces notions élémentaires et peuvent ainsi proposer une approche synthétique, même si celle-ci s'avère souvent incomplète.

Bien évidemment, l'ensemble doit être intégré dans une démarche scientifique bien structurée, s'appuyant en premier lieu sur des résultats expérimentaux qui permettent le dégagement des concepts.

## Remarques sur la forme et l'illustration

Une assez grande proportion de copies sont assez bien présentées, avec une écriture correcte et suffisamment lisible, le plan étant facile à repérer. *A contrario*, d'autres candidats ont une expression écrite très approximative, avec de multiples fautes de syntaxe ou d'orthographe. Une maîtrise correcte de la langue française est un pré-requis indispensable pour se présenter à ce concours d'Agrégation, dont la finalité est de recruter des enseignants compétents, y compris dans leur communication écrite (et orale) avec leurs élèves. Cela rejoint les différentes remarques apportées sur ce point au cours des sessions précédentes, que le lecteur pourra consulter avec profit dans les précédents rapports de jury.

L'illustration fait partie du fond scientifique mais se doit d'être également correctement présentée. Le discours scientifique perd beaucoup de sa force s'il n'y a pas d'illustration intégrée et bien mise en valeur dans ce type de sujet.

Or, elle est souvent très limitée, voire absente. Même lorsqu'elle est présente, son contenu scientifique est souvent d'une grande pauvreté : schémas tronqués, incomplets, sans titre ni légende suffisante, graphiques sans axes ou sans échelles, etc... Toutes ces informations rigoureuses sont pourtant indispensables pour apprécier la pertinence de cette illustration et renforcer grandement l'argumentation scientifique des rubriques traitées dans le développement. Dans certains cas, cela conduit même un détournement du contenu scientifique d'un graphique, l'absorption d'eau étant par exemple transformée en teneur en eau.

Ainsi, là encore, un effort important est indispensable pour une très grande majorité de candidats, afin d'enrichir positivement leurs copies.

## Introduction

L'introduction est évidemment fondamentale, dans la mesure où elle doit présenter de façon explicite et raisonnée la problématique générale du sujet avec ses variantes éventuelles. Un ou deux faits introducteurs simples (alternance saisonnière et conséquences globales sur les êtres vivants et/ou reprise d'activité de bourgeons initialement inhibés suite à une taille par exemple) permet de bien dégager cette problématique à partir de situations concrètes.

La définition générale de la vie ralentie correspond à une diminution rapide ou progressive de l'activité des êtres vivants pluricellulaires par rapport à un état moyen (mais parfois maximal) d'activité. Suite à cette définition et à l'analyse et la délimitation pertinente des termes du sujet par rapport aux différents contextes biologiques concernés, il fallait faire ressortir que la vie ralentie chez les êtres vivants pluricellulaires, qui étaient bien sûr à définir, présente deux échelles très différentes entre la vie ralentie totale de l'être vivant étudié (échelle qui a été traitée par tous les candidats) mais aussi une vie ralentie partielle, ne concernant que certains territoires contenant des cellules-souches de réserve qui seront utilisées à la faveur de la modification de certains facteurs déclenchants, d'origine interne ou externe. L'existence de différents niveaux d'intensité de vie ralentie était également à indiquer.

Cette deuxième approche sur la vie ralentie partielle n'a été que rarement abordée par les candidats, ce qui dénote un manque de réflexion approfondie sur les termes du sujet : « chez les êtres vivants pluricellulaires » n'a pas le même sens que « des êtres vivants pluricellulaires », et cela impliquait d'étudier des états de vie ralentie partielle, à différentes échelles et dans des contextes biologiques différents, au sein des organismes, ce qui se

retrouve dans la grille de correction dès l'introduction puis dans les différentes grandes parties de cette grille.

Que la réflexion initiale conduisant au dégagement de la problématique ait été complète ou pas, cela devait aboutir à un plan logiquement structuré et présenté en ce sens dans l'introduction. Or, trop souvent, le plan choisi est à peine cité, rarement explicité et encore plus rarement amené logiquement.

### **Les réponses des candidats par rapport aux attentes sur le fond scientifique**

Les attendus eux-mêmes sont indiqués dans la grille de correction jointe. Il s'agit donc plus ici de commenter les réponses fournies par les candidats et ce qui est à améliorer dans celles-ci. Aucune grille de correction ne pouvant être exhaustive, un certain volume de points de bonus sont utilisés par le jury pour évaluer des éléments pertinents apportés par certains candidats mais pas pris en compte initialement dans la grille.

De façon générale, il est frappant de constater que les connaissances sont souvent très parcellaires et superficielles. Dans les rubriques où il était nécessaire d'explicitier les mécanismes, c'est souvent le vide absolu ou, au plus, quelques mots sans véritable cohérence : il est rare que ces mécanismes soient complètement et correctement exposés.

#### **A – Principales caractéristiques physiologiques des états de vie ralentie**

Si la vie ralentie à l'échelle des organismes est presque toujours traitée, la vie ralentie partielle est au contraire très souvent et même presque toujours oubliée, comme cela a été signalé à propos de l'introduction.

Parmi les erreurs ou insuffisances fréquentes, de gravité diverse, citons :

- la confusion très gênante entre l'absence de mouvement ou d'alimentation et la vie ralentie : par exemple, chez les insectes holométaboles, la plupart des nymphes sont immobiles et ne s'alimentent pas mais sont des formes biologiques extrêmement actives, avec un métabolisme très élevé. Ce n'est pas incompatible avec le fait que certaines nymphes présentent une période de diapause hivernale mais cela ne doit pas conduire à un amalgame systématique entre nymphose et vie ralentie.
- les types biologiques de Raunkiaer, bien mal connus, tant dans leurs définitions que dans les exemples censés être significatifs.
- la confusion très fréquente entre hibernation et hivernation, les exemples étant maintes fois inversés.
- l'estivation est fréquemment oubliée.
- la protection périphérique (suber, phanères, téguments des graines, péricarpe des fruits secs...) en rapport avec la vie ralentie est bien souvent omise ou pas assez corrélée avec la vie ralentie. Cela se retrouve aussi à l'échelle moléculaire : la sporopollénine n'est que très rarement correctement décrite du point de vue moléculaire.
- le sommeil a été traité par un nombre modéré de candidats mais de façon bien trop rapide et incomplète, sans le relier à la problématique générale.
- les formes de vie ralentie sont présentées par un certain nombre de candidats comme des formes fragiles, peu résistantes. Or c'est bien sûr l'inverse : la vie ralentie correspond à des adaptations qui permettent aux organismes de résister et de survivre à des conditions sévères, parfois drastiques.

#### **B – L'entrée en vie ralentie et son contrôle**

C'est dans cette partie et la suivante que le jury a remarqué des insuffisances criantes quant aux mécanismes impliqués dans l'entrée en vie ralentie. Les candidats doivent consacrer le temps nécessaire à l'étude de ces mécanismes.

Le terme de dormance a été pris par le jury dans son sens le plus large : en effet, si pour beaucoup de physiologistes des végétaux, les dormances des graines sont considérées comme des inhibitions de germination, on trouve aussi fréquemment (et en particulier dans certains livres de la liste d'ouvrages de l'Agrégation) une définition plus large de maintien en vie ralentie, tant que cette dormance n'est pas levée. Cette définition plus ouverte a le mérite de pouvoir s'appliquer aussi aux bourgeons et à certains tissus animaux, comme les follicules primordiaux ovariens qui sont qualifiés de dormants dans les publications concernées.

Les lacunes ou erreurs les plus fréquentes relevées pour cette partie sont les suivantes :

- la préparation de l'hibernation, de l'hivernation ou de l'estivation est trop fréquemment négligée.

- la mise en réserve chez les végétaux se résume souvent à quelques généralités, sans précision sur les organes et tissus de stockage, les compartiments cellulaires concernés, la nature précise des molécules accumulées, la chronologie des événements n'étant pas indiquée. Cela se retrouve également pour la mise en réserve chez les animaux. L'intérêt des réserves lipidiques est cependant mieux dégagé, à la différence de l'intérêt des autres types de réserves qui n'est que rarement étudié.

- des erreurs multiples sur le cambium, sa mise au repos automnale, ce qui conduit à des incohérences du type « bois d'hiver ». Ce problème de qualité des connaissances se retrouve en partie C pour la reprise d'activité de ce même cambium.

- les dormances, primaires et secondaires, sont souvent citées mais sans les précisions nécessaires pour bien comprendre les exemples et les types de dormances.

- l'ensemble des mécanismes correspondant aux parties B2 à B4 de la grille est très peu traité. Lorsque ces phénomènes sont indiqués, c'est plus de l'évocation qu'une véritable argumentation scientifique qui devrait être normalement fondée sur des observations *in situ* ou des résultats expérimentaux. Que ce soit sur la perception des modifications environnementales ou bien sur les conséquences nerveuses, hormonales ou phytohormonales, l'argumentaire reste d'une grande indigence.

- les principales phytohormones sont assez souvent confondues en ce qui concerne leurs rôles. Ces erreurs sont particulièrement marquées pour l'acide abscissique ABA et les gibbérellines. Ceci se retrouve dans la partie C ci-dessous.

### **C – Comment sortir de la vie ralentie**

C'est le même constat que pour le paragraphe précédent : les événements sont assez souvent envisagés, mais beaucoup plus rarement bien traités, avec des erreurs scientifiques grossières qui reviennent dans beaucoup de copies :

- les mécanismes liés à la perception des variations des principaux facteurs abiotiques sont très peu développés, voire pas du tout. La notion de seuil de sensibilité est rarement signalée.

- la vernalisation processus physiologique de levée d'inhibition préalable indispensable à la mise à fleur ultérieure de certaines plantes, est confondue avec une levée de dormance, alors que cette vernalisation n'a pas à être traitée dans ce sujet.

### **D – Vie ralentie et adaptations au milieu de vie**

Ce sont surtout les aspects écologiques et de dynamique des populations, y compris dans les composantes génétiques, qui étaient attendus dans cette partie. Si les adaptations écologiques sont assez souvent citées et en partie expliquées, le plus souvent elles restent de

premier niveau, sans véritable approfondissement. Les avantages évolutifs de la vie ralentie ne sont pas souvent étudiés mais lorsqu'ils le sont, c'est assez bien traité.

Par ailleurs, on retrouve les mêmes constats généraux, déjà signalés en grande majorité pour la partie A :

- confusion fréquente entre hibernation et hibernation, les deux phénomènes étant souvent inversés.
- erreurs sur les types biologiques de Raunkiaer, cette fois dans leurs adaptations plus précises par rapport au passage de la mauvaise saison.. Les types sont souvent confondus et les exemples ne sont pas toujours pertinents.
- oubli fréquent de la vie ralentie en période sèche (estivation en particulier)

## Conclusion

La conclusion se doit dans un premier temps de résumer les points essentiels du développement, en dégagant quelques idées-clés et en répondant de façon synthétique à la problématique introductive. Il s'agit de bien dégager la signification biologique fondamentale par rapport à la problématique de départ. Cet aspect synthétique de la conclusion est trop souvent occulté, cette dernière n'étant bien souvent qu'un résumé maladroit de quelques points du développement mais sans véritable intégration.

Une ouverture pertinente, et suffisamment étoffée, est également attendue. Or, le plus souvent, cette ouverture fait défaut, alors que cette dimension d'élargissement devrait apporter du recul et une mise en perspective par rapport à d'autres phénomènes biologiques ou bien des applications biomédicales, agronomiques ou en biotechnologie par exemple.

Au final, la qualité réelle des conclusions des candidats se révèle être extrêmement variable, selon le temps et la réflexion consacrés à cette conclusion. Or la conclusion doit être réfléchie dès la construction du devoir, au moins dans ses grandes lignes, de façon à mieux cerner les objectifs à atteindre au cours du développement. Bien sûr, cette conclusion « préparatoire » sera par la suite modulée et modifiée après le développement mais elle servira de canevas et permettra aux candidats de finaliser rapidement leur devoir. Ce dernier paragraphe peut avec profit être répercuté sur la rubrique ci-dessous (« Conseils aux futurs candidats »).

## Quelques conseils aux futurs candidats

Les problèmes essentiels pour ce type de sujet sont, d'abord et en premier lieu, liés à une absence ou à une insuffisance dans la réflexion synthétique à partir de l'intitulé. On ne saurait trop conseiller aux futurs candidats de s'entraîner à la construction de plans synthétiques sur différents sujets du secteur B et de soumettre ensuite le fruit de leur réflexion à une ou plusieurs personnes compétentes de leur entourage pour bénéficier de conseils personnalisés.

Cette dimension synthétique étant supposée acquise, il n'est pas nécessaire de multiplier les exemples dans chaque rubrique du plan. Cela conduit à un émiettement des informations, sans approfondissement véritable, et de fait à un traitement superficiel des notions. Au contraire, un ou deux exemples judicieusement choisis et explicités dans toutes leurs composantes apportent une plus value évidente et importante à la copie. De plus, la limitation du nombre d'exemples, bien choisis, permet de soigner également la démarche scientifique. Les observations et expériences servant à démontrer la validité des modèles exposés font pleinement partie des attentes du jury.

Enfin, la maîtrise du langage de façon générale, et plus particulièrement du langage scientifique, est indispensable pour accéder à une démonstration construite et logique et à une cohérence globale du discours de façon à éviter des formulations très approximatives, pouvant dans certains cas conduire à des incohérences du type « Les protections imperméables de certaines structures déshydratées sont systématiquement associées à une protection contre...la déshydratation » ! Le jury ne peut que rester lui-même imperméable à un tel discours...

## 4.3 SECTEUR C

### 4.3.1 Le sujet proposé

<b>Le volcanisme</b>
----------------------

### 4.3.2 Commentaires

Le sujet intitulé « Le volcanisme » est un sujet classique du secteur C. Ce **processus** est familier des étudiants. Ce vaste sujet requérait cependant un effort de réflexion et de synthèse important de la part des candidats, afin non seulement d'exposer ses connaissances, mais aussi de prouver sa capacité à raisonner et à traiter une question scientifique avec méthode et rigueur en s'appuyant sur des données, des faits expérimentaux. Le jury félicite les candidats qui se sont approprié cette démarche. Le texte qui suit présente avant tout des éléments de réflexion qui doivent permettre au lecteur d'envisager les points principaux qui pouvaient être abordés et la démarche attendue par les membres du jury de secteur C.

#### 1 - Quelques points préoccupants relevés au cours de la lecture des copies

##### **Introduction – cadre du sujet**

Les introductions étaient souvent peu pertinentes et ponctuées de banalités mais n'introduisant que peu le sujet ou la façon de l'aborder. Pourtant se poser des questions simples permettait ici de cerner le sujet et les problématiques : Où ? Pourquoi ? Comment ? Quels effets ?

Il s'agissait aussi d'aborder le volcanisme comme un processus et non un phénomène.

Le sujet était « Le volcanisme » et non « Le magmatisme terrestre ». Certains candidats ont centré leur composition sur les sites terrestres de production magmatique, en listant les caractéristiques pétrologiques et géochimiques des magmas des différentes lignées, sans lien réel ou pertinent avec le sujet. Enfin, la plupart des candidats se sont contentés de présenter le volcanisme terrestre, alors que ce processus concerne de nombreux autres corps du système solaire.

##### **Approches analytique, expérimentale, numérique**

Le jury a apprécié que de nombreux candidats utilisent, par exemple, des diagrammes de phases pour illustrer leurs propos (genèse et évolution des magmas). Il est cependant alors attendu des candidats qu'ils expliquent leur construction (expérimentation et/ou calculs thermodynamiques) et leur signification (équilibre thermodynamique, réactions en jeu). Ces deux aspects ne sont que très rarement traités correctement. Les outils expérimentaux, mais aussi analytiques sont particulièrement méconnus des candidats. Deux exceptions toutefois, la cellule à enclume de diamant et le spectromètre de masse, très souvent cités mais rarement à bon escient. Par exemple, la cellule à enclume diamant n'est pas l'outil expérimental

le plus pertinent pour les études envisageables dans le cadre de sujet ! Les autoclaves à chauffage interne ou externe, les presses piston-cylindre, les multi-enclumes semblent être des outils expérimentaux totalement inconnus des candidats.

Pour comprendre, par exemple, les éruptions explosives, le volcanologue moderne couple approche de terrain, analytique, expérimentale et numérique (eg mécanique des fluides). Cette démarche scientifique n'est absolument pas restituée dans les copies, qui se contentent généralement de présenter les modèles issus de ces travaux. Il ressort clairement des copies que les candidats se contentent de raconter une belle histoire, de décrire un scénario, mais se préoccupent peu de construire un raisonnement scientifique à partir des faits d'observation ou des expériences. Le jury alerte vivement les futurs candidats à l'agrégation de SVT, qui sont des sciences expérimentales, sur ce point fondamental.

### **Quantification**

Composition chimique, ordre de grandeur de viscosité, densité, vitesse ou durée des phénomènes, production magmatique, proportion des roches volcaniques/plutoniques : le jury constate que, en général, les candidats se préoccupent peu de quantification. Lorsque des valeurs numériques sont présentées, elles sont souvent farfelues et incohérentes.

### **Physique, chimie, et Sciences de la Terre....**

Le jury a constaté que les notions élémentaires de physique et de chimie, pourtant indispensables pour construire un raisonnement satisfaisant et donc enseigner les sciences, ne sont presque jamais maîtrisées, quand elles sont seulement abordées dans les compositions. Pour traiter correctement le sujet il fallait expliquer et illustrer des mécanismes comme la fusion, cristallisation, ascension des magmas, dynamique éruptive. Les notions indispensables comme la viscosité, la densité, la solubilité, la notion de fractionnement sont souvent décrites de façon approximative et vague (la viscosité correspond à un « état pâteux » par exemple) ce qui est inadmissible pour un candidat à l'agrégation. Les lois physiques et chimiques simples ne sont pas connues des candidats.

#### **2 – Attendus du sujet**

**La grille de correction proposée en fin de document présente les différents points attendus. Les bonus permettent de valoriser des idées proposées par des candidats qui n'auraient pas été exigées dans la grille initiale (la liste des bonus présentés n'est pas exhaustive).**

**Les quelques points mis en exergue ci-dessous ne constituent pas une rédaction, ni un plan, car de nombreuses façons de concevoir ce sujet sont pertinentes, mais plutôt une présentation succincte des attendus du sujet sur le fond scientifique. Le texte en italique présente les commentaires du jury sur les compositions des candidats.**

### **I – LE VOLCANISME DANS LE SYSTÈME SOLAIRE**

Les volcans et leurs manifestations résultent du transfert d'énergie et de matière entre l'intérieur de la Terre ou d'autres corps et leurs enveloppes externes. Le vecteur principal de ces transferts est le magma. Un magma est un liquide silicaté (en général sur Terre) contenant souvent des cristaux en suspension et une phase fluide dissoute qui s'exprimera sous forme de bulles au voisinage de la surface.

L'activité volcanique et sa répartition témoignent ainsi de l'évolution thermique des planètes et de ses conséquences en termes de dynamique interne. L'évolution thermique d'une planète et par conséquent le volcanisme dépend de sa capacité calorifique totale et sera fonction de la taille du corps. Par exemple vers -3 Ga, les températures internes de la Lune ou de Mercure sont descendues sous une température critique ne permettant plus la formation de liquide par fusion de l'intérieur du corps. En revanche les températures internes de la Terre ou de Vénus sont encore très supérieures à cette température critique.

La répartition des volcans sur les corps du système solaire fait de la Terre une planète unique. Seule la Terre présente des chaînes linéaires de volcans associés aux limites de plaque. Les volcans intraplaques terrestres sont associés à la remontée de panaches mantelliques profonds, manifestation de la convection du manteau. Vénus, Mars ou Io sont caractérisées par une activité volcanique dispersée, dont la distribution semble aléatoire et rappelle celle de nos « points chauds ».

*La distribution du volcanisme terrestre a en général été traitée correctement par les candidats. Certains ont abordé l'activité volcanique actuelle ou passée d'autres corps du système solaire. Le lien entre énergie interne des planètes et volcanisme n'a été que rarement abordé dans les copies, et souvent de façon très expéditive. Ceci témoigne de la difficulté pour les candidats à intégrer un processus dans un cadre plus vaste impliquant la dynamique globale des planètes et leur évolution. Ce constat révèle le cloisonnement des connaissances et le manque de prise de recul scientifique des candidats.*

## **II – SOUS LE VOLCAN**

### **Genèse des magmas**

Pour comprendre l'origine des volcans, il faut savoir où, comment et pourquoi se forment les magmas et comment ceux-ci peuvent remonter à la surface.

La plupart des roches volcaniques terrestres trouvent leur origine dans le manteau (cf xénolithes mantelliques, apports de l'expérimentation...) mais la fusion de celui-ci demeure un processus exceptionnel. La majorité des magmas terrestres est formée par décompression adiabatique des roches, alors que leur température décroît. Ce mécanisme est aussi probablement dominant sur d'autres planètes, comme Vénus ou Mars.

La fusion peut aussi se produire par changement de composition. Ainsi l'eau, même en très faible quantité, abaisse drastiquement la température du solidus mantellique et jouera un rôle majeur dans la production magmatique des zones de subduction terrestres. La fusion par élévation de température est le mécanisme le moins important, quantitativement, en géologie terrestre, mais il peut être important pour d'autres objets volcaniques du système solaire (Io, satellite de Jupiter).

*Les candidats ont généralement traité correctement ces aspects. Le jury a apprécié que certains candidats soulignent et expliquent l'absence ou l'extrême rareté des roches volcaniques d'origine crustale, ou encore la faible abondance de roches volcaniques en contexte collisionnel par exemple. En revanche les mécanismes opérant sur d'autres corps ne sont jamais abordés. Enfin, les candidats se contentent trop souvent de présenter un modèle, sans discuter des données ou expériences qui sous-tendent ces modèles (exemple : diagrammes de phases, teneur en eau des magmas etc...). Les schémas présentés sont souvent très médiocres, les pentes des solidus erronées par exemple, les axes des diagrammes non ou mal gradués, etc. ... Parfois les commentaires des diagrammes sont en totale contradiction avec ceux-ci, ce qui témoigne encore une fois de l'approche non rigoureuse des problèmes scientifiques par de nombreux candidats.*

*La géochimie des roches magmatiques a souvent été développée dans les copies, rarement à bon escient cependant. Les caractéristiques géochimiques des magmas et donc des roches volcaniques constituent des traceurs des sources ou processus leur ayant donné naissance, mais la plupart des candidats se sont contentés d'une récitation des principales caractéristiques géochimiques des MORB, OIB, IAB etc. Ces longs développements étaient inutiles et montrent de plus que les notions abordées sont mal/peu comprises (compatibilité/incompatibilité, isotopes et signature isotopique, notion de fractionnement etc. etc.).*

### **Ascension et stockage des magmas**

Les magmas terrestres sont plus légers que les roches de l'écorce terrestre et sont propulsés vers le haut par la poussée d'Archimède. Les magmas primitifs sont stockés dans des chambres magmatiques, zones de transfert et de stockage des magmas situées à l'aplomb des volcans. Au sein de cette chambre, la composition des magmas va évoluer, par différents processus de différenciation (cristallisation fractionnée, mélange magmatique, AFC). L'évolution des magmas va modifier leurs propriétés et compositions (viscosité, teneurs en volatils...) et constitue donc un facteur de contrôle de premier ordre du style éruptif.

*L'histoire pré-éruptive des magmas a été abordée dans de nombreuses copies, qui se sont cependant contentées généralement de décrire les processus de différenciation, parfois avec de longs développements hors sujet (l'évolution des teneurs en élément en traces, par exemple, était souvent hors de propos). L'importance de ces processus et de leurs conséquences n'est que rarement envisagée dans le cadre du sujet proposé.*

*Les chambres magmatiques, trop rarement abordées dans les copies, sont, le cas échéant, présentées de façon très vague voire naïve. La compréhension des systèmes de stockage magmatique a pourtant largement progressé depuis une vingtaine d'année, grâce au développement des techniques analytiques (eg mesure des éléments volatils des inclusions vitreuses par microspectroscopie Raman ou infrarouge), expérimentales (autoclaves à chauffage interne ...) ou encore géophysiques (techniques d'inversion tomographique par exemple). Ces aspects ont complètement échappé aux candidats.*

## **III– DYNAMIQUE DES ÉRUPTIONS VOLCANIQUES ET LEURS PRODUITS**

## Contrôle de la dynamique éruptive

Certaines propriétés intrinsèques des magmas (viscosité, teneurs en éléments volatils) sont les facteurs de contrôle fondamentaux des régimes d'écoulement. La solubilité des éléments volatils dans les magmas est une fonction croissante de la pression. La baisse de pression qui résulte de l'ascension conduit à l'exsolution d'une phase volatile sous forme de bulles (vésiculation), dont la vitesse relative est déterminée de façon critique par la viscosité. Le régime d'écoulement (eg bulleux, intermittent) sera donc fonction des deux paramètres fondamentaux que sont la teneur en gaz et la viscosité des liquides. Pour les magmas riches en gaz et visqueux, lorsque la pression interne de gaz dans les bulles dépasse la limite élastique du magma on assiste à la fragmentation magmatique (écoulement dispersé, qui aboutira aux éruptions les plus explosives).

*Ces notions (viscosité, solubilité, nucléation, fragmentation...) ont été peu et mal traitées par les candidats. Il ne s'agissait pas seulement de décrire les principaux dynamismes éruptifs (cf infra), mais de les expliquer. Le lien entre les propriétés des magmas et les dynamiques éruptives est peu développé et trop souvent réduit à « magma fluide = coulée de lave, magma visqueux = dôme et/ éruption explosive). La dynamique des fluides semble être un domaine totalement inconnu des candidats.*

*Les autres paramètres contrôlant les régimes d'écoulement sont peu et/ou mal développés en général (pression atmosphérique ou hydrostatique, géométrie du conduit, taux éruptif, topographie etc. ...).*

## Phénoménologie des éruptions volcaniques et dépôts associés

Il s'agissait ici de décrire les phénomènes (coulées et dômes, éruptions explosives et surtout de les relier aux paramètres de contrôle. Quelques ordres de grandeur étaient attendus (flux de masse, durée, vitesse, etc...) ainsi que des exemples d'éruption, situées dans leur contexte.

*Les candidats connaissent en général les principales dynamiques éruptives et des exemples d'éruption (certains candidats éprouvant cependant des difficultés à placer dans le temps les éruptions « classiques »). La dichotomie « volcans rouges/volcans gris » apparaît encore regrettablement dans certaines copies. Aussi, la plupart des candidats se sont contentés de décrire les éruptions, avec des schémas de volcans (souvent simplistes ou inexacts), les paramètres de contrôle n'étant que très rarement évoqués.*

## IV - LES EFFETS DES ÉRUPTIONS VOLCANIQUES

Le volcanisme relie la Terre profonde et ses enveloppes les plus externes. Ce processus a joué et joue un rôle central dans l'évolution des enveloppes externes, y compris la biosphère pour notre planète.

Le volcanisme est un acteur majeur des cycles géochimiques globaux des éléments volatils. Il extrait les éléments volatils de l'asthénosphère pour les injecter dans les enveloppes externes. Très tôt dans l'histoire de la Terre, le dégazage volcanique contribue ainsi à la différenciation de l'atmosphère. Indirectement, le volcanisme

contrôle aussi la composition de l'eau de mer, au travers de l'hydrothermalisme océanique.

Les éruptions cataclysmiques actuelles impactent toujours la composition de l'atmosphère, et donc le climat, à des échelles de temps qui sont encore aujourd'hui mal comprises. Par le passé, l'éruption d'exceptionnelles quantités de laves constituant les provinces magmatiques géantes ont probablement joué un rôle clef dans les crises majeures de la biodiversité.

La convection hydrothermale en zone volcanique peut conduire à la formation de gisements métallifères, ressource essentielle pour l'homme. La remontée rapide de fluides chauds constituera de plus une ressource géothermale potentielle.

*Les impacts climatiques à court terme des éruptions cataclysmiques sont méconnus des candidats. Par exemple, de nombreux candidats attribuent un rôle central aux cendres volcaniques dans la mécanique des forçages climatiques liés à ce processus. L'injection des cendres dans l'atmosphère bloque certes les rayons du soleil mais leur durée d'action est très limitée dans le temps. Le rôle majeur des aérosols stratosphériques est rarement expliqué.*

*La coïncidence temporelle entre crises majeures et mise en place des provinces magmatiques géantes est aussi évoquée dans certaines copies. Proxys et mécanismes possibles des effets climatiques et environnementaux des PMG sont cependant discutés de façon peu rigoureuse. Le CO<sub>2</sub> magmatique émis lors de la mise en place des PMG est présenté comme le principal responsable de leur impact sur l'environnement. Pourtant les taux d'émission de CO<sub>2</sub> magmatique associé aux PMG sont relativement faibles et les mécanismes mis en jeu sont bien plus complexes.*

*Enfin, les ressources géothermiques et les gisements métallifères (hydrothermaux mais aussi magmatiques) associés à la « plomberie volcanique » sont des aspects peu traités par les candidats. Seul l'hydrothermalisme océanique a fait l'objet de quelque développement dans les copies. Le jury regrette que les processus minéralisateurs soient totalement inconnus des candidats.*

## **V – VOLCANISME, ALÉAS ET RISQUES**

L'aléa volcanique correspond à la probabilité qu'une éruption ait lieu dans un laps de temps donné. Le risque volcanique est le produit de l'aléa par la vulnérabilité. Environ 1500 volcans sont considérés comme actifs, dont une centaine sont surveillés en continu. Divers outils *in situ* permettent de détecter les signes avant-coureurs des grandes éruptions (clinomètres, sismomètres, magnétomètres, échantillonnage des zones fumerolliennes...), associés aussi à une surveillance à distance (interférométrie radar par exemple). Cependant, prévoir une éruption longtemps à l'avance est aujourd'hui encore une gageure.

La seule action de prévention efficace en cas d'éruption explosive est l'évacuation des habitants.

*Ces aspects ont généralement été traités correctement dans les copies. Attention toutefois aux confusions entre les notions de prévision et de prévention. Les principaux aléas volcaniques sont répertoriés (bien que lahars et avalanches de débris soient rarement mentionnés) ainsi que les principaux outils de surveillance.*

## 5. EPREUVES PRATIQUES

---

Les sujets présents dans ce rapport ont généralement une mise en page un peu différente de celle utilisée au cours de l'épreuve. Ils comportent souvent des éléments de réponse aux questions. Les personnes désireuses de se procurer les versions vierges des fichiers peuvent les trouver sur le site du concours.

## **5.1 ÉPREUVES DE SPÉCIALITÉ DU SECTEUR A**

### **5.1.1 Sujet**

(avec éléments de correction en rouge)

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

CONCOURS EXTERNE – ÉPREUVES D'ADMISSION – session 2013

## TRAVAUX PRATIQUES DE SPECIALITÉ DU SECTEUR A

**Durée totale : 6 heures**

**Partie I :** page 3

*durée conseillée : 3 h - barème indicatif : 50 points sur 100*

**Partie II :** page 19

*durée conseillée : 1 h 30 - barème indicatif : 25 points sur 100*

**Partie III :** page 32

*durée conseillée : 1 h 30 - barème indicatif : 25 points sur 100*

**Les réponses aux questions figureront dans les cadres réservés à cet effet.**

**N'oubliez pas d'appeler les correcteurs lorsque cela est demandé.**

**AVANT DE RENDRE VOTRE DOSSIER, VÉRIFIEZ QUE VOUS AVEZ BIEN INDIQUÉ VOS NOM,  
PRÉNOM ET NUMÉRO DE SALLE EN TÊTE DE TOUS LES DOCUMENTS.  
VOUS DEVEZ RENDRE LA TOTALITÉ DES FEUILLES DU DOSSIER.**

### **Préambule :**

L'épreuve est composée de 3 parties qui sont indépendantes les unes des autres et qui donc pourront être traitées dans l'ordre de votre choix. En revanche, il est recommandé de répondre aux questions de chaque partie dans l'ordre imposé par l'énoncé. Les réponses à chaque question sont à apporter dans le cadre prévu à cet effet.

**Attention, notez que l'accès à un certain nombre d'échantillons utilisés dans la partie II n'est pas libre, mais est réglementé par des plages horaires fixes.**

Tout le matériel nécessaire aux manipulations est disposé sur les paillasses de chaque candidat. **Il ne sera pas délivré de matériel ou d'échantillon supplémentaire.**

Au cours de l'épreuve, certains résultats seront contrôlés par les membres du jury en salle. L'énoncé mentionnant cette obligation, vous appellerez un membre du jury qui examinera votre résultat.

## Partie I : Etude cinétique de la $\beta$ -galactosidase d'*Escherichia coli*

La  $\beta$ -galactosidase d'*E. coli* (ou lactase) est l'enzyme qui hydrolyse le lactose en glucose et galactose (Figure I.1). Elle est relativement fragile. Afin de garantir sa stabilité, elle est fournie dans un tube de stockage (noté Stock  $\beta$ gal) qui doit **rester impérativement sur glace** pendant toute la durée de l'épreuve.

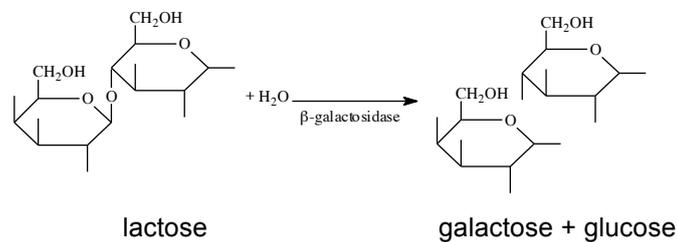


Figure I.1

Elle forme un tétramère dont la masse molaire est de  $540\,000\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Bien que chaque protomère possède un site actif, il n'a pas d'activité catalytique propre. L'association des protomères est donc nécessaire pour observer une activité catalytique.

La  $\beta$ -galactosidase agit à pH 7.

L'activité de la  $\beta$ -galactosidase peut être étudiée *in vitro* par mesure de la vitesse d'hydrolyse d'un substrat artificiel, l'ONPG (2-nitrophényl  $\beta$ -galactoside) en galactose et orthonitrophénol (Figure I.2).

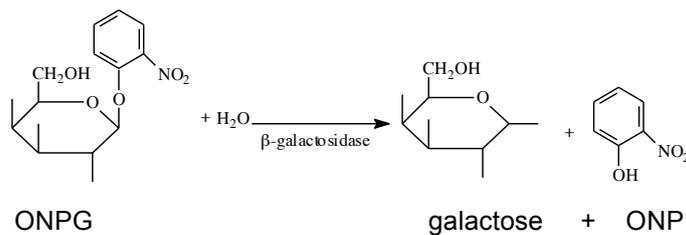


Figure I.2

En solution aqueuse, l'ONP possède les propriétés d'un acide faible. Il peut donc se dissocier en ion orthonitrophénate selon la réaction :

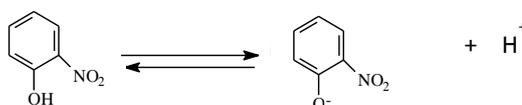


Figure I.3

Cet ion possède des caractéristiques d'absorption moléculaire dans le visible très intéressantes qui permettent le suivi des réactions catalysées par spectrophotométrie d'absorption.

#### I-A. Caractéristiques spectrophotométriques de l'ONP et de l'ONPG

La figure I.3 illustre les spectres d'absorption de l'ion orthonitrophénate et de l'ONPG.

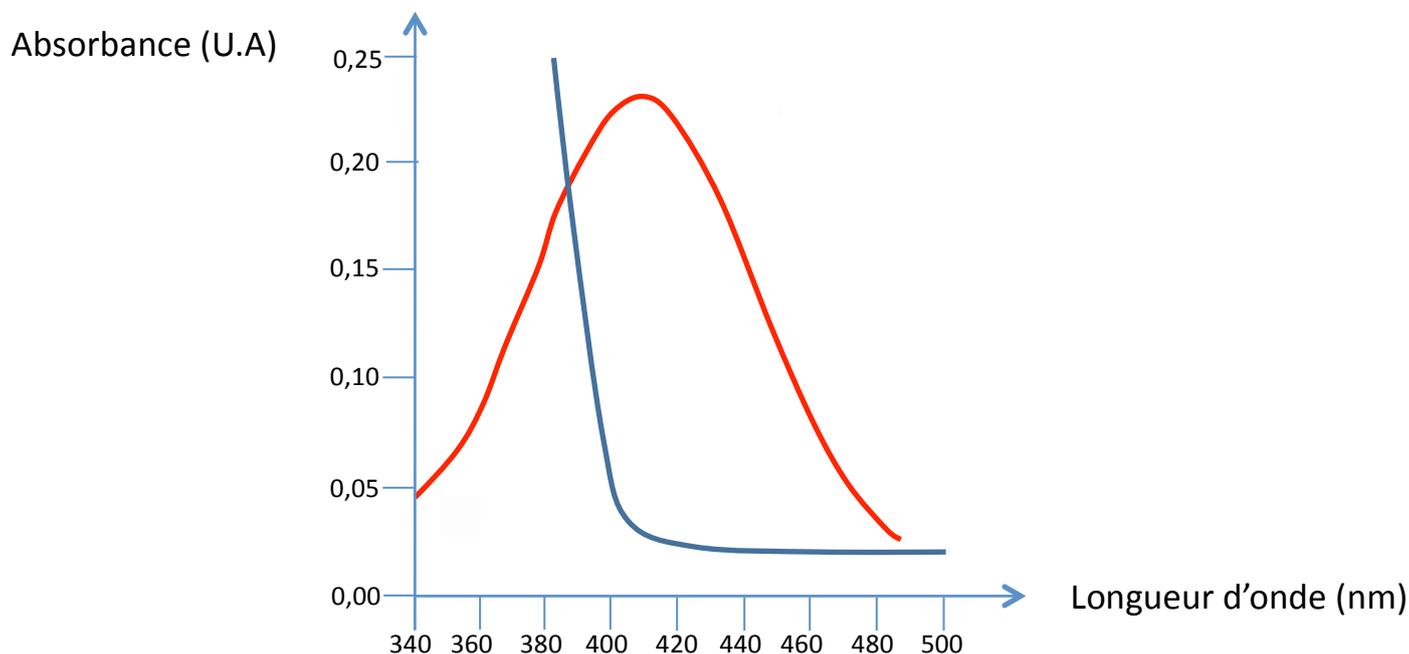


Figure I.4

Spectres d'absorption de l'ion orthonitrophénate (en rouge) et de l'ONPG (en bleu).  
U.A (unités arbitraires)

**I-A.1 Quelle longueur d'onde vous semble la plus favorable pour suivre l'avancement de la réaction d'hydrolyse de l'ONPG catalysée par la  $\beta$ -galactosidase ? Justifiez vos réponses.**

*Réponse à la question I-A.1*

415 nm : car à cette longueur d'onde seul peut être détecté le produit de la réaction puisqu'il présente alors son pic d'absorption. Au contraire, le substrat n'absorbe pratiquement pas.

Ainsi on peut suivre la cinétique d'apparition du produit sans être perturbé par la présence du substrat résiduel.

### I-B. Réalisation d'une gamme étalon de l'ONP

Etablir la gamme étalon. Pour cela préparer les solutions comme indiqué ci-dessous :

Tube n°	0	1	2	3	4	5
Solution d'ONP $10^{-3}$ M (mL)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Tampon phosphate 0.1M pH7 (mL)	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1
Solution de $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 1M (mL)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

I-B.1 Indiquez les absorbances données par le spectrophotomètre pour le contenu de chacun des tubes (portez vos réponses directement dans le tableau ci-dessous).

N.B. Le spectrophotomètre a été réglé à la longueur d'onde attendue à la question I.A.1.

N.B. Si vous constatez que le contenu des tubes forme un précipité plus ou moins flocculeux, centrifugez les tubes 5 min et refaites les mesure de spectrophotométrie uniquement sur le surnageant. Cette remarque vaut pour l'ensemble des mesures à réaliser dans la partie I.

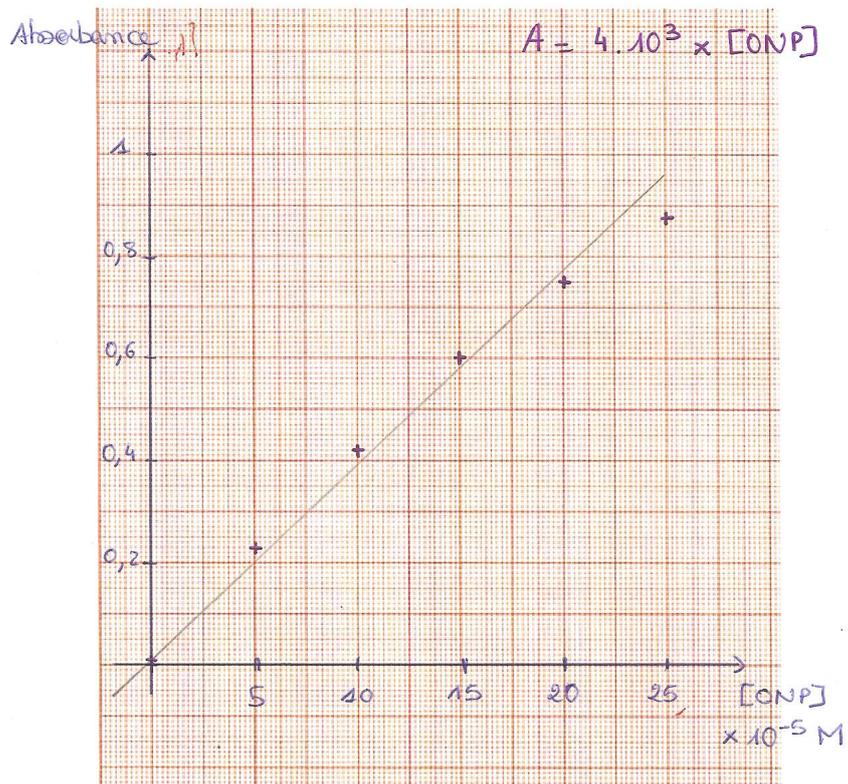
Réponse à la question I-B.1

#### Exemple de résultats obtenus par un candidat

Tube n°	0	1	2	3	4	5
Absorbance	0	0.228	0.421	0.598	0.749	0.876
Concentration ONP	0	$5 \cdot 10^{-5}$	$10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$

I-B.2 A partir des données obtenus, tracez sur le papier millimétré de la page suivante la courbe  $A = f([\text{ONP}])$

Réponse à la question I-B.2



**I-B.3 Déduisez-en graphiquement le coefficient d'absorbance molaire de l'ONP, en considérant que la longueur de cuve traversée par le faisceau lumineux est de 1 cm. Expliquez votre démarche.**

Réponse à la question I-B.3

Il faut utiliser la loi de Beer Lambert qui relie la concentration de produit à son absorbance selon l'équation suivante :  $A = \epsilon C$

- A : absorbance

-  $\epsilon$  : le coefficient d'absorption molaire en  $L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$

- l : la largeur de cuve en cm

- c : la concentration de la solution en  $mol \cdot L^{-1}$

Comme  $l = 1$ , on a donc :

$$A = \epsilon C$$

$\epsilon$  correspond à la pente de la droite

la construction de la droite exige de déterminer la concentration de l'ONP dans chacun des tubes.

Il faut tenir compte du facteur de dilution de l'ONP dans le mélange (2ml)

Une fois la droite tracée, il suffit de diviser l'une des valeurs d'absorbance par la concentration d'ONP correspondante.

Exemple de valeur obtenue :  $4000 M \cdot cm^{-1}$

N.B. Valeur citée dans la littérature :  $4750 M^{-1} \cdot cm^{-1}$

### I-C. Cinétique d'apparition de l'ONP à faible concentration de substrat

On prépare les solutions comme indiqué ci-dessous et on applique le protocole suivant.

Tube n°	0	1	2	3	4	5	6	7
Tampon phosphate 0.1M pH7 (mL)	1	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Solution d'ONPG $5 \cdot 10^{-3}$ M (mL)	0	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

Préchauffez les tubes 5 min dans le bain marie à 30°C. Ajoutez dans chaque tube 0.5 mL de la solution de travail de  $\beta$ -galactosidase préchauffée. Cette solution de travail est à préparer par vous-même en diluant l'enzyme du stock au  $1/100^{\text{ème}}$ . Préparez uniquement le volume de solution dont vous avez besoin pour les réactions de cette question (prévoir toutefois 10% de solution en plus de manière à ne pas être gêné par les problèmes de précision des pipettes). Déclenchez le chronomètre au moment de l'addition de l'enzyme. La durée de d'incubation à 30°C est indiquée ci-dessous pour chaque tube. Au terme de ce temps, ajoutez immédiatement 0.5 mL de  $Na_2CO_3$  dans chaque tube.

Tube n°	0	1	2	3	4	5	6	7
Durée d'incubation à 30 °C (min)	0	1	2	3	5	10	20	30

**I-C.1 Expliquez l'intérêt d'ajouter le carbonate de sodium au terme de la réaction juste avant la lecture des absorbances.**

*Réponse à la question I-C.1*

Le carbonate de calcium entraîne une forte alcalinisation du milieu ce qui permet de dénaturer l'enzyme et donc de stopper la réaction.

Le carbonate de calcium conduit en outre à la dissociation totale de l'ONP en ion orthonitrophénate. Ainsi l'absorbance qui est mesurée correspond à la totalité du produit de la réaction.

**I-C.2 Indiquez les absorbances données par le spectrophotomètre. Déduisez-en les concentrations de l'ONP, en expliquant votre démarche.**

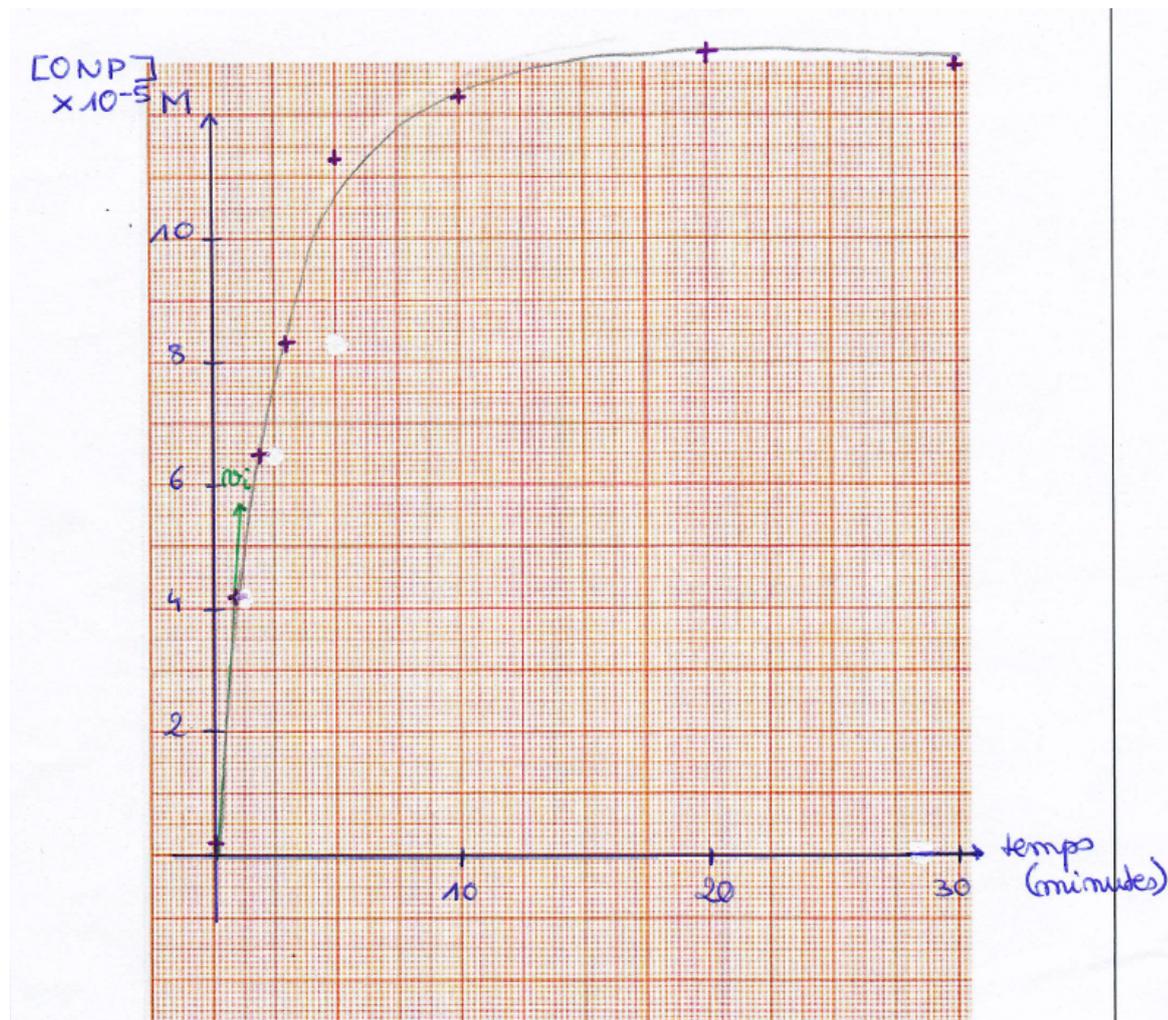
*Réponse à la question I-C.2*

**Exemple de résultats obtenus**

Tube n°	0	1	2	3	4	5	6	7
Absorbance	0	0.169	0.262	0.332	0.451	0.492	0.52	0.514
Concentration de l'ONP ( $10^{-3}$ M)	0.2	4.2	6.5	8.3	11.3	12.3	13	12.8

I-C.3 Tracez la courbe  $[ONP] = f(\text{temps})$ .

Réponse à la question I-C.3



#### I-C.4 Interprétez cette courbe.

Réponse à la question I-C.4

La courbe illustre l'apparition du produit de la réaction au cours du temps. Sa pente traduit directement la vitesse de la réaction.

La courbe montre que la réaction se décompose en en trois phases :

-une 1<sup>ère</sup> phase, relativement courte marquée par une vitesse de réaction constante.

-une 2<sup>nde</sup> phase marquée par une diminution progressive de la vitesse de réaction. Plusieurs causes peuvent être invoquées pour expliquer cette diminution : i) une diminution de la concentration de substrat, ii) l'apparition du produit qui favorise la réaction inverse, et iii) un effet inhibiteur du produit de la réaction sur l'enzyme.

-une dernière phase marquée par une vitesse de réaction nulle. Celle-ci s'explique par la consommation complète du substrat ou un état d'équilibre.

#### I-C.5 L'allure de la courbe permet-elle de savoir si la $\beta$ -galactosidase a un comportement Michaelien ou allostérique ?

Réponse à la question I-C.5

Non. Toutes les enzymes présentent ce type de cinétique

#### I-C.6 Quel paramètre cinétique remarquable de la réaction la courbe permet-elle de définir ?

Réponse à la question I-C.6

La vitesse dite initiale.

Exemple de valeur obtenue :  $5 \cdot 10^{-5} \text{ M} \cdot \text{min}^{-1}$

La période de vitesse initiale correspond à la première phase de la réaction. Elle traduit les propriétés intrinsèques de l'enzyme lorsque ses conditions de fonctionnement sont optimales. Elle correspond à une phase où on néglige la réaction inverse.

Ensuite, lorsque la réaction évolue, les modifications de l'environnement qu'elle provoque (disparition de substrat, apparition des produits avec effet éventuellement inhibiteur) conduisent à une diminution des performances de l'enzyme.

#### I-D. Détermination des caractéristiques cinétiques de la réaction.

On souhaite déterminer les variations de la vitesse (V) de la réaction en fonction de la concentration en substrat.

##### I-D.1. Compte tenu des résultats obtenus dans la partie précédente, indiquez quelle durée d'incubation (à 30°C) est la plus favorable pour réaliser cette étude.

Réponse à la question I-D.1

Durée correspondant aux conditions de vitesse initiale : quelques minutes.

La réponse proposée devait être cohérente avec les résultats expérimentaux qui ont été obtenus.

On applique pour cela, le protocole indiqué ci-dessous.

Préparez sept tubes contenant les produits suivants :

Tube n°	0	1	2	3	4	5	6	7
Tampon phosphate 0.1M pH7 (mL)	1	0.99	0.98	0.96	0.94	0.9	0.8	0.6
Solution d'ONPG $5 \cdot 10^{-3}$ M (mL)	0	0.01	0.02	0.04	0.06	0.1	0.2	0.4
Concentration ONPG ( $10^{-5}$ M)	0	5	10	20	30	50	100	200

Préchauffez les tubes 5 min dans le bain marie à 30°C. Ajoutez dans chaque tube 0.5 mL de solution de travail de  $\beta$ -galactosidase préchauffée. Comme précédemment (page 7), préparez uniquement le volume de solution dont vous avez besoin pour les réactions de cette question (+ 10%). Déclenchez le chronomètre au moment de l'addition de l'enzyme. Prolongez l'incubation à 30°C pendant la durée de temps que vous aurez proposée à la I-D.1. Au terme de ce temps, ajoutez immédiatement 0.5 mL de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dans chaque tube.

**I-D.2. Indiquez les absorbances données par le spectrophotomètre. Déduisez-en la vitesse des réactions.**

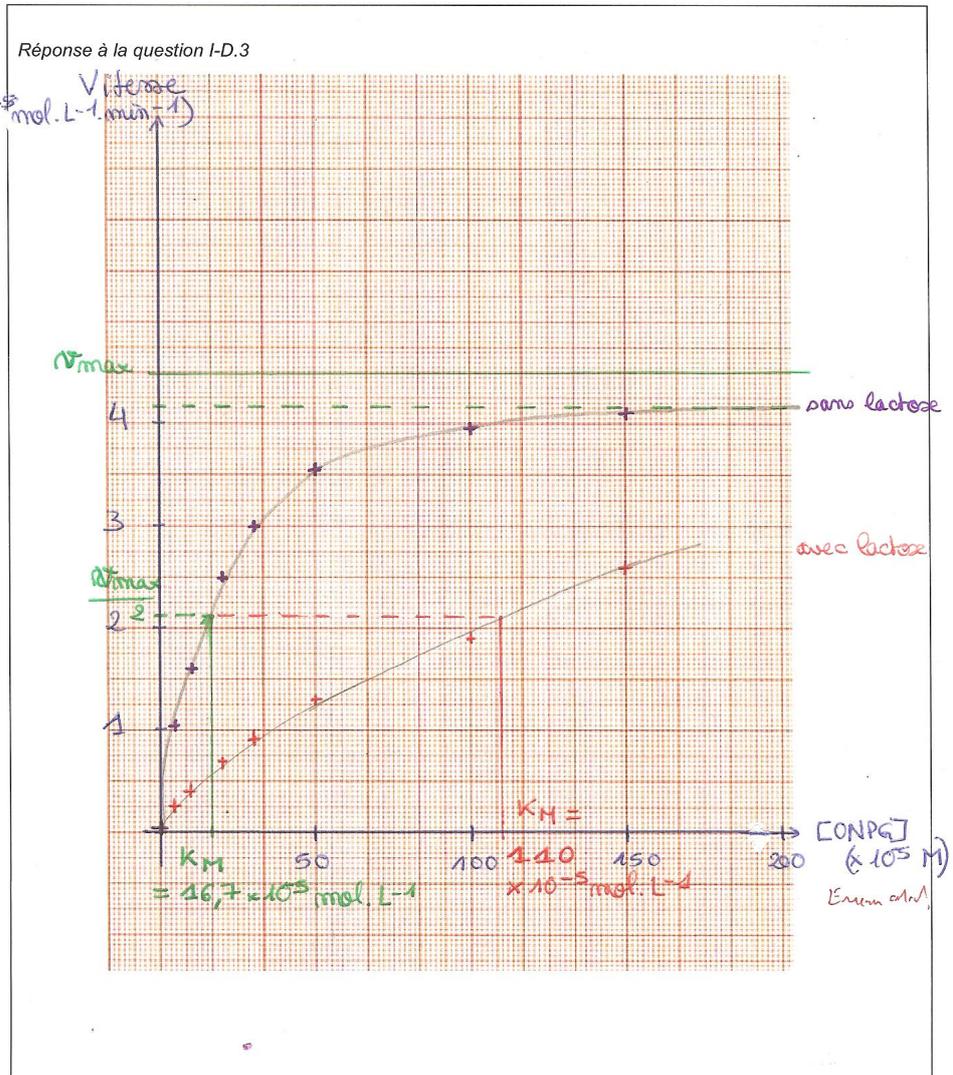
Réponse à la question I-D.2

Exemple de résultats obtenus

	0	1	2	3	4	5	6	7
Absorbance	0	0.084	0.137	0.198	0.238	0.286	0.316	0.348
Concentration de l'ONP ( $10^{-5}$ M)	0.15	2.1	3.4	4.9	5.9	7.1	7.9	8.7
Vitesse de la réaction ( $10^{-5}$ mol.L <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	0.07	1.05	1.7	2.5	3	3.6	3.9	4.3

I-D.3. Tracez sur le papier millimétré de la page suivante la courbe  $V = f([ONPG])$ .

Réponse à la question I-D.3 et à la question I.E.2



**I-D.4. Interprétez cette courbe.**

*Réponse à la question I-D.4*

Cette courbe présente une allure en apparence très similaire à la précédente, avec deux phases principales. La signification de ces phases est toutefois très différente.

- une 1<sup>ère</sup> phase pendant laquelle la vitesse initiale augmente avec la concentration de substrat.
- une 2<sup>nde</sup> phase au cours de laquelle la vitesse initiale atteint un plateau et n'évolue plus.

La 1<sup>ère</sup> phase correspond à des concentrations de substrat non saturantes pour lesquelles il reste une certaine concentration d'enzyme libre.

La 2<sup>nde</sup> phase correspond à des concentrations de substrat saturantes pour lesquelles toutes les molécules d'enzyme sont liées au substrat.

**I-D.5. L'allure de la courbe permet-elle de savoir si la  $\beta$ -galactosidase a un comportement Michaelien ou allostérique ?**

*Réponse à la question I-D.5*

L'allure de la courbe est une hyperbole à asymptote horizontale typique des enzymes michaeliennes.

Ces enzymes ont une cinétique qui peut être modélisée par l'équation  $V = V_m \times [S] / (K_m + [S])$

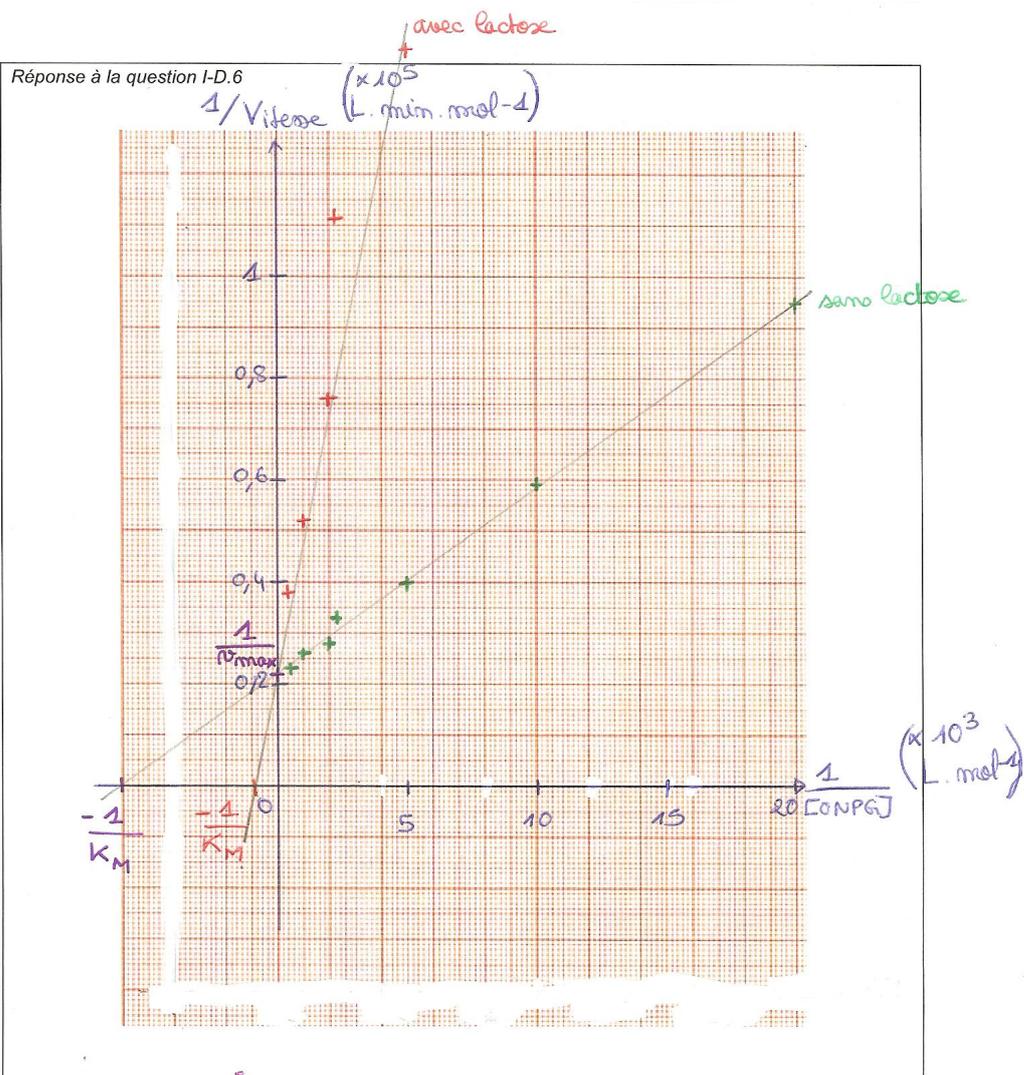
Cette équation est la traduction mathématique du fait que la réaction passe par la formation d'un complexe E-S.

Le comportement de la  $\beta$ -galactosidase est donc parfaitement compatible avec l'idée qu'il s'agit d'une enzyme michaelienne.

N.B. Rien dans les résultats obtenus ne permettait d'affirmer que la  $\beta$ -galactosidase, en dépit de sa structure tétramérique, est une enzyme allostérique. Il est à noter que des études complémentaires ont confirmé que l'enzyme ne présente pas de coopérativité.

**I-D.6. Quels paramètres cinétiques remarquables la réaction permet-elle de définir ? Déterminez ces paramètres graphiquement, à l'aide éventuelle du papier millimétré de la page suivante, de la manière la plus précise possible en justifiant votre démarche et donnez-en la signification biologique.**

Réponse à la question I-D.6 et à la question I.E.



Réponse à la question I-D.6 (suite)

La vitesse maximale traduit la saturation de l'enzyme par le substrat

La constante de Michaelis  $K_m$  correspond à la concentration de substrat déterminant une vitesse de réaction correspondant à la moitié de la  $V_m$ . Sa valeur est inversement proportionnelle à l'affinité de l'enzyme pour le substrat.

Faire une linéarisation de Lineweaver-Burk pour faciliter la détermination de ces paramètres

$$1/V = f(1/[S]) = K_m/V_m \times 1/[S] + 1/V_m \text{ (droite de type } ax + b)$$

$$1/[S] = -1/K_m \text{ lorsque } 1/V = 0$$

Pente de la droite :  $K_m/V_m$

Exemple de valeurs obtenues :

$$K_m = 1.67 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$V_m = 4.5 \cdot 10^{-5} \text{ M} \cdot \text{min}^{-1}$$

### I-E. Influence du lactose sur la réaction

On souhaite déterminer l'influence du lactose sur la réaction d'hydrolyse de l'ONPG par la  $\beta$ -galactosidase. Pour cela, on reprend le protocole de la partie précédente (page 11) en ajoutant 100  $\mu\text{l}$  de lactose 100 mM au tampon phosphate, sans en modifier le volume total.

I-E.1. Indiquez les absorbances données par le spectrophotomètre. Déduisez-en la vitesse des réactions.

Réponse à la question I-E.1

Exemple de résultats obtenus

	0	1	2	3	4	5	6	7
Absorbance	0	0.02	0.031	0.056	0.071	0.107	0.138	0.207
Concentration de l'ONP ( $10^{-5}\text{M}$ )	0.1	0.5	0.78	1.4	1.8	2.7	3.9	5.2
Vitesse de la réaction ( $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )	0.05	0.25	0.39	0.7	0.9	1.3	1.9	2.6

I-E.2. Tracez sur le papier millimétré des pages 13 et 15 les courbe  $V = f([\text{ONPG}])$ , avec lactose.

**I-E.3. Interprétez les courbes. Expliquez l'influence du lactose sur la réaction. En êtes-vous surpris ?**

*Réponse à la question I-E.3*

Le lactose provoque une diminution de la  $V_m$  mais sans affecter le  $K_m$ . Il se comporte donc comme un inhibiteur compétitif.

Cet effet du lactose peut apparaître paradoxal puisqu'il est le substrat naturel de l'enzyme.

En fait, le lactose entre effectivement en compétition avec l'ONP du fait de sa similitude structurale avec ce dernier. Il diminue la proportion d'ONP transformé par l'enzyme. De ce point de vue il diminue donc l'efficacité de l'enzyme vis-à-vis de l'ONP et se comporte bien comme un inhibiteur de la réaction étudiée.

Le calcul de la nouvelle valeur de  $K_m$  ( $K_i$ ) pouvait être réalisé :

Exemple de valeur de  $K_i$  obtenue :  $110 \cdot 10^{-5} \text{ M}$

## Partie II : Etude de mutants d'insertion chez *Arabidopsis thaliana*

L'INRA de Versailles a mis au point dans les années 90 un protocole qui a modifié considérablement la génétique végétale en démocratisant la transgénèse chez *Arabidopsis thaliana*. Cette Brassicacée autogame a été utilisée comme modèle génétique végétal du fait de son petit génome de 157 millions de paires de bases réparties sur 5 chromosomes, son court cycle de vie et l'abondance de graines qu'elle produit.

En plongeant les inflorescences d'*A. thaliana* dans une solution appropriée contenant des agrobactéries, les chercheurs ont observés que l'ADN-T de ces dernières est transféré dans l'ovule des fleurs. On récupère alors directement après deux à trois semaines des dizaines de graines transformées via des événements d'insertion indépendants. Ceci a permis la production d'importantes populations de mutants pour les généticiens.

La figure II.1 décrit la construction originelle utilisée par les chercheurs de l'INRA. Elle comprend deux marqueurs de résistance: l'un pour la kanamycine (antibiotique) et l'autre vis à vis d'un herbicide, le basta. Ces deux gènes possèdent tous les signaux permettant leur expression (terminateur et promoteurs). Les profils d'insertions analysés ont mis en évidence que plusieurs événements d'insertion pouvaient se produire dans une même lignée. Ceux-ci peuvent être observés sur des fragments de chromosome distincts ou parfois au niveau d'un même locus avec la concatémérisation de plusieurs ADN-T. En outre, la construction présente à son extrémité un gène (*Uida*) privé de promoteur mais possédant son codon d'initiation. Celui-ci code pour une enzyme (GUS), la  $\beta$ -glucuronidase, qui clive un substrat incolore pour produire un composé bleu permettant de visualiser son activité au niveau cellulaire. Pour avoir expression de ce marqueur, l'absence de promoteur implique que l'insertion doit créer une fusion transcriptionnelle ou traductionnelle fonctionnelle.

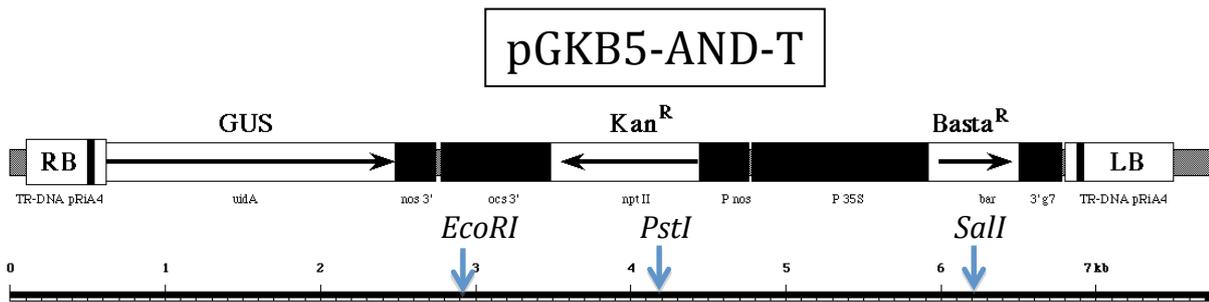


Figure II.1

Carte de la région portant l'ADN-T du plasmide utilisé par l'INRA pour créer une population transgénique chez *A.thaliana*.

Les flèches indiquent la séquence codante, les boîtes noires les régions promotrices et les terminateurs. Les régions droites et gauches (RB/LB) dérivant de l'ADN de transfert du plasmide pRiA4 d'*Agrobacterium rhizogenes*. Les bandes noires correspondent aux séquences bordures de 24 paires de bases qui servent de signal pour la reconnaissance et le transfert de l'ADN-T. Les gènes chimériques de résistance à la kanamycine et au Basta (herbicide) sont contenus dans ce plasmide. Les principaux sites de restrictions sont indiqués.

*UidA* : région codante pour la  $\beta$ -glucuronidase; nos 3' : région 3' de la nopaline synthase; ocs 3' : 3' region 3' du gène de l'octopine synthase; nptII : neomycin phosphotransferase II ; P nos : région promotrice du gène de la nopaline synthase; P 35S : promoteur du transcript 35S du virus de la mosaïque de chou fleur.

La figure II.2 illustre les résultats de l'analyse de 5 transformants primaires (T1 à 5) effectuée par la technique de Southern blot.

**II.A.1. Calculez la taille des fragments génomiques flanquant l'insertion de l'ADN-T identifiés par cette technique ? Expliquez sur les pistes colorées au BET (photographie de gauche) l'origine des trainées fluorescentes et des bandes discrètes observées.**

Réponse à la question II.A.1

Transformant (T) : 1 les bandes font approximativement 4 et 6kb ; pour le transformant 2 : 4 ; 5,5 et 6,5kb ; pour le transformant 3 : 3 et 6kb ; pour le 4 : 7kb et pour le 5 plus de 12 kb

Le site de coupure *EcoRI* étant situé à 2,9 kb (on peut accepter 3 vu la précision sur ce type de mesure) dans le T-DNA, cette valeur est à retrancher de la taille des fragments calculés ci-dessus pour connaître la valeur des fragments génomiques flanquant l'insertion de l'ADN-T. Soit respectivement pour T1 (1 et 3 kb), T2 (1 ; 2,5 et 3,5 kb), T3 (0,1 et 3kb), T4 (4kb) et T5 plus de 9 kb.

Le smear correspond tout simplement à l'ADN fragmenté qui a migré, révélé par la coloration au BET, les quelques bandes discrètes correspondant aux séquences répétées d'ADN.

Transformants primaires  
1 2 3 4 5

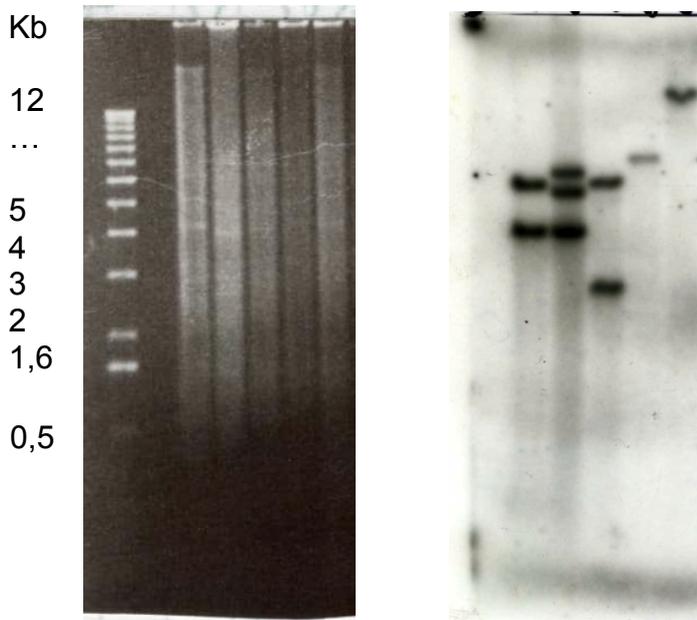


Figure II.2

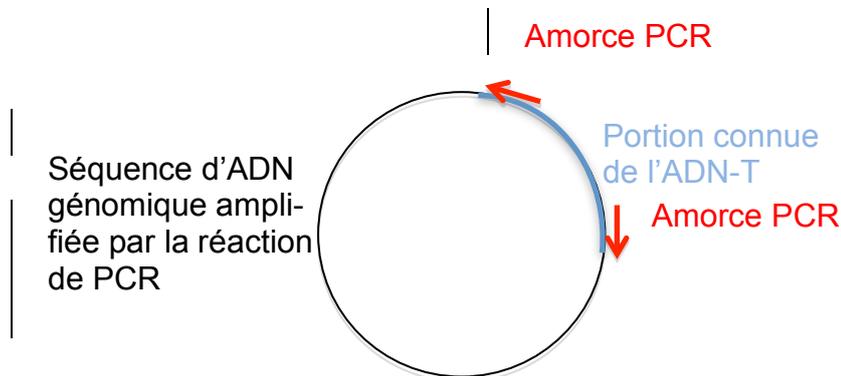
A gauche: coloration BET du gel après migration de l'ADN génomique digéré par EcoRI. Première piste: marqueur de taille moléculaire (bandes à 12,11,10,9, 8,7,6,5,4,3,2,1.6 et 0.5 kb)

A droite: Southern Blot. Autoradiographie des mêmes échantillons transférés sur membrane et hybridés avec une sonde correspondant au gène UidA de l'ADN-T

**II.A.2. Après la digestion de l'ADN génomique par les enzymes de restriction, on peut effectuer une réaction de ligation qui aboutira à circulariser la majorité des fragments d'ADN. Sachant qu'on connaît l'intégralité de la séquence de l'ADN-T introduit, suggérez une méthode basée sur la PCR permettant d'identifier la séquence nucléotidique de ces régions et expliquez brièvement son principe.**

Réponse à la question II.A.2

L'ADN étant circularisé et connaissant la séquence d'une partie de cette anneau (les 3 Kb du T-DNA), on peut dessiner des amorces PCR à partir de cette séquence pour amplifier la partie flanquante de l'ADN génomique (PCR inverse).



La descendance de chacun de ces transformants primaires a été récoltée et semée sur kanamycine (T1 correspond à la piste 1 du southern blot, T2 à la piste 2 ...). Les résultats de ces expériences sont donnés ci-dessous :

- T1 : 560 graines semées / 32 plantules ne se développent pas sur antibiotique
- T2 : 660 graines semées/ 164 plantules ne se développent pas sur antibiotique
- T3 : 992 graines semées /72 plantules ne se développent pas sur antibiotique.
- T4 : 645 graines semées /315 plantules ne se développent pas sur antibiotique
- T5 : 1064 graines semées/ 277 plantules ne se développent pas sur antibiotique

Pour rappel

Lorsqu'on travaille avec seulement deux catégories de données la formule du test de  $\chi^2$  doit utiliser la correction de Yates : O: valeur observée et E: valeur espérée

$$\chi^2 = \sum \frac{(|O-E|-0.5)^2}{E}$$

valeur de  $\chi^2$  pour 1 degré de liberté : 3,84 ; pour 2 : 5,99 et pour 3 : 7,81. Pour un niveau de probabilité  $p=0,05$

**II.A.3. Proposez une analyse des événements d'insertion pour chacun des transformants primaires en vous basant d'une part, sur les résultats de l'analyse du « Southern blot » et d'autre part sur**

l'analyse génétique que vous effectuerez sur la base des résultats de ségrégations fournis ci-dessous.

Vous testerez la validité de vos hypothèses par le test du  $\chi^2$ .

N.B. On rappelle qu'*A. thaliana* est une plante autogame.

*Réponse à la question II.A.3*

Il faut tester les hypothèses de ségrégations Mendélienne 3 :1 ; 15 :1 et 1 :1. On doit donc calculer pour la mesure du  $\chi^2$  les valeurs espérées et observées de plantes sensibles (Es et Os respectivement) /résistantes (Er et Or) à la kanamycine pour de tels ratios. Le degré de liberté étant dans tous les cas 1 donc la valeur doit être inférieure à 3,84.

T1 deux insertion indépendantes (32 Os, 35 Es, 528 Or et 525 Er,  $\chi^2$  : 0,19 bien en dessous du seuil de 3,84 donc pas de différence significative entre valeur observée et espérée on accepte l'hypothèse.

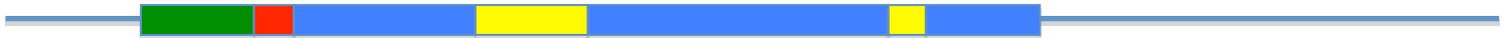
T2 Une insertion complexe à un même locus des trois ADNT (ou génétiquement liés) (164 Os, 165 Es, 496 Or et 495 Er,  $\chi^2$  : 0,002 OK)

T3 deux insertions indépendantes (72 Os, 62 5Es, 920 Or et 930 Er,  $\chi^2$  : 0,96 bien en dessous du seuil de 3,84 donc pas de différence significative entre valeur observée et espérée on accepte l'hypothèse

T4 Une insertion simple mais ségrégation de type 1/1 une mutation ne passe pas par un des gamètes. (315 Os, 322,5 Es, 330 Or, 322,5 Er ;  $\chi^2$  : 0,30 OK

T5 Une insertion simple (277 Os, 266 Es, 787 Or, 798 Er,  $\chi^2$  : 0,55 OK)

II.A.4. On admet que l'insertion de la construction schématisée sur figure II.1 se produit à l'intérieur du fragment d'ADN contenant le gène dessiné ci-dessous sur la figure II.3. Calculez la probabilité pour que le gène rapporteur *UidA* codant pour la protéine GUS soit fonctionnel. Vous justifierez soigneusement votre raisonnement au moyen de schémas.



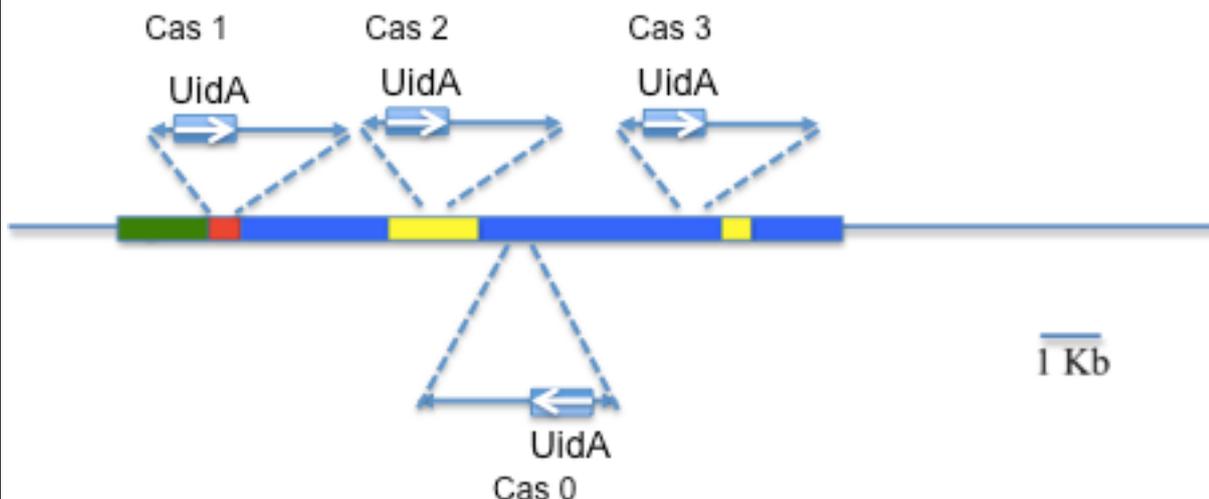
1 Kb

Figure II.3

Portion d'ADN génomique de 20 Kb contenant un gène dans lequel va s'insérer le fragment d'ADN-T schématisé sur figure II.1.

En vert le promoteur, en rouge la partie d'ADN transcrite non traduite, en bleu les exons et en jaune les introns.

Réponse à la question II.A.4



L'insertion a une chance sur deux de se faire dans un sens opposé au cadre de lecture ce qui donne une fusion non fonctionnelle.

Pour les 50% restant, si l'insertion se fait dans la région transcrite non traduite : fusion transcriptionnelle fonctionnelle (Cas1), si l'insertion se fait dans un intron (Cas 2) non fonctionnel dans une majorité de cas même si l'épissage en général ne peut se réaliser correctement du fait de la taille de l'insert, cas 3 la fusion pour être fonctionnelle doit respecter le cadre de lecture, fusion traductionnelle (une chance sur 3). Les insertions dans le promoteur sont non fonctionnelles.

Soit pour les 12,5kb du gène si l'insertion s'effectue dans le bon sens : 0,5 kb (rouge ou 100% des insertions fonctionnelles 4% des cas) et 6 kb (bleu ou seulement 1/3 des insertions sont 16% des cas). On a donc 20%

des insertions qui s'effectuant dans le bon sens peuvent activer le gène rapporteur, cette valeur est à diviser par deux vu qu'il y a autant de chances que l'insertion du T-DNA s'effectue dans un sens ou dans l'autre. Soit au total environ 10% de chance d'avoir une fusion fonctionnelle.

En réalité, les valeurs sont un peu plus faible 4 à 6 % car il y a aussi les insertions dans les régions non codantes qui ne donnent pas d'activation si on étend ce raisonnement à tout le génome et tous les gènes n'ont pas la même taille

L'un des événements de transformation a donné lieu à une insertion complexe de l'ADN-T dans le gène *Pht1;4* (ce dernier encode l'un des neufs transporteurs à haute affinité pour le phosphate présent chez *A. thaliana*). L'insertion a en outre créé une fusion transcriptionnelle entre le gène rapporteur *Uida* et *Pht1;4* selon le schéma ci-dessous (Figure II.4). Il est important de noter qu'une insertion dans un intron perturbe souvent l'épissage qui le plus souvent ne se produit pas du fait de la taille de l'ADN-T (7kb) par rapport à l'intron (150bp en moyenne) qui perturbe l'identification des sites d'épissage pour la machinerie correspondante.

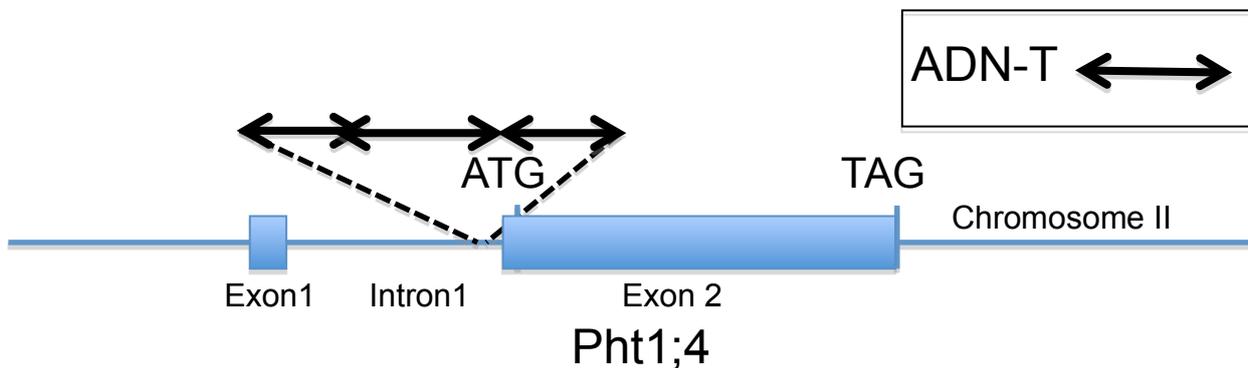


Figure II.4

Schéma de l'insertion complexe des ADN-T ayant provoqué la mutation du gène *Pht1 ;4*. Les proportions entre la taille de l'ADN-T (7,5 kb) et du gène *Pht1 ;4* (3 kb) ne sont pas respectées.

**II.B.1 Justifiez le fait qu'il s'agit d'une fusion transcriptionnelle (en vous servant du schéma). Indiquez, à partir de l'étude par la technique de Southern, de quel transformant il s'agit parmi ceux représentés sur la figure II.2 ?**

Réponse à la question II.B.1

L'insertion a eu lieu avant l'ATG du gène et donc la région traduite, cette région est transcrite et non épissée car l'intron n'est plus fonctionnel. La traduction s'effectue donc sur le site de début de traduction du gène rapporteur. La fusion est bien transcriptionnelle.

Les 3-ADNt sont au même locus, cas du transformant T2

Ces transformants ont été cultivés *in vitro* sur un milieu riche (500µM : +Pi) et pauvre (15µM : -Pi) en phosphate. Après coloration au rouge de ruthénium (colorant des parois) et révélation de l'activité GUS (coloration bleue) des coupes ont été réalisées dans ces deux conditions.

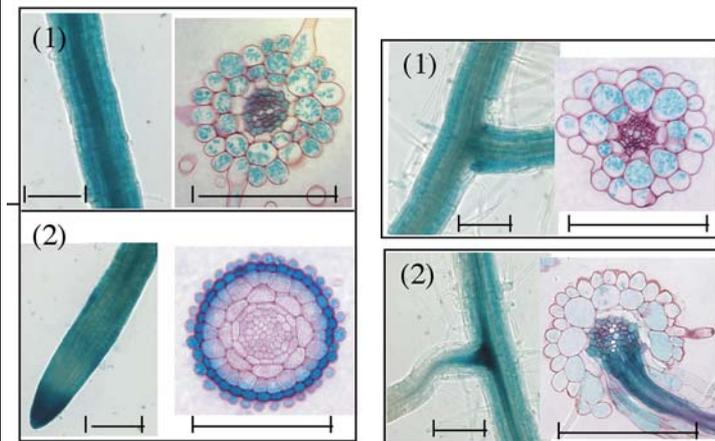
**II.B.2 Dessinez et légendez les coupes fournies (appelez un membre du jury pour confirmer l'adéquation de votre dessin à l'observation). Identifiez l'organe où ont eu lieu ces sections. Quelles informations pouvez-vous tirer sur l'activité du gène *Pht1;4* ?**

*Dessin d'observation correspondant à la question II.B.2*

Réponse à la question II.B.2

Il s'agit de la racine car les pôles de xylème et de phloème alternent. On retrouve une structure type pour cet organe, très simple avec une seule couche de cellule pour chaque assise.

Le transporteur est très actif dans les couches externes (cortex/épiderme) et dans le cylindre central des tissus jeunes uniquement chez les plantes soumises à une carence de phosphate



Une seule couche de cellules par assise sauf pour le cylindre central, donc de l'extérieur vers l'intérieur : épiderme, cortex, endoderme, péricycle, cylindre central avec 2 pôles de xylème (cellules hexagonales) et de phloème qui alternent

La lignée d'insertion *Pht1;4* et un contrôle sauvage ont été cultivées deux semaines *in vitro* sur milieu +Pi et -Pi.

### II-B.3 Comparez les phénotypes des échantillons fournis. Que déduisez-vous?

Réponse à la question II.B.3

Il y a une forte réduction de biomasse chez les plantes soumises à la carence en phosphate : feuilles et système racinaire réduits même si la partie aérienne est plus touchée que la partie racinaire (la racine est favorisée facilitant l'exploration du sol et la récupération du nutriment limitant).

I-B.4 La croissance de la racine est très différente dans les deux conditions fournies. Ceci peut résulter de problèmes de croissance cellulaire et/ou de divisions. Pouvez-vous avec les échantillons fournis et les documents ci-dessous aboutir à une caractérisation des modifications morphologiques affectant cet organe ?

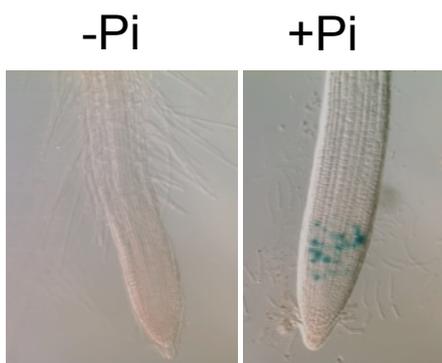


Figure II.5.

Analyse de l'activité de division du méristème racinaire révélée par une fusion entre le gène rapporteur UidA (code pour la protéine GUS) et le promoteur du gène codant pour une cycline, protéine régulatrice de la mitose (cycB1). Les échantillons correspondent à des pointes de racine ayant poussées sur milieu riche (+Pi) ou carencé (-Pi) en phosphate.

*Réponse à la question II.B.4*

En condition de carence, on observe une diminution de la longueur de la racine (bien visible au niveau de la primaire), résultant de la conjonction de 2 processus : baisse de l'activité mitotique révélée par le gène marqueur (Cyc B1) et diminution de la taille des cellules. Ceci est visible au microscope ou mieux grâce aux poils racinaires qui semblent plus denses (un poil = une cellule, si celles-ci sont plus courtes on en observe plus par unité de longueur !). On notera aussi un accroissement de la taille de ces poils et une augmentation du nombre de racine secondaire...

**II.B.5 Les plantes ont été conservées dans de l'éthanol. Expliquez quel est l'intérêt de ce traitement ? Vous colorerez 30 min les échantillons dans une solution à 1% d'iode pour révéler la présence d'amidon. Qu'observez-vous ? Qu'en déduisez-vous ?**

*Réponse à la question II.B.5*

L'éthanol permet d'éliminer les pigments photosynthétiques. On observe de l'amidon dans les feuilles des plantes carencées (les plus observateurs identifieront peut être aussi de l'amidon dans la coiffe des racines), l'excès de carbone fixé en condition de carence est stocké !

### Partie III : Etude d'un mutant de la Linaire

Il est impératif de répondre aux questions dans l'ordre où elles sont posées.

Chez la linaire (*Linaria vulgaris*), un mutant décrit il y a plus de 250 ans par Carl von Linné, appelé peloric (P), possède des fleurs dont la morphologie est présentée sur la figure III.1 et comparée avec celle d'un individu sauvage (wild type).

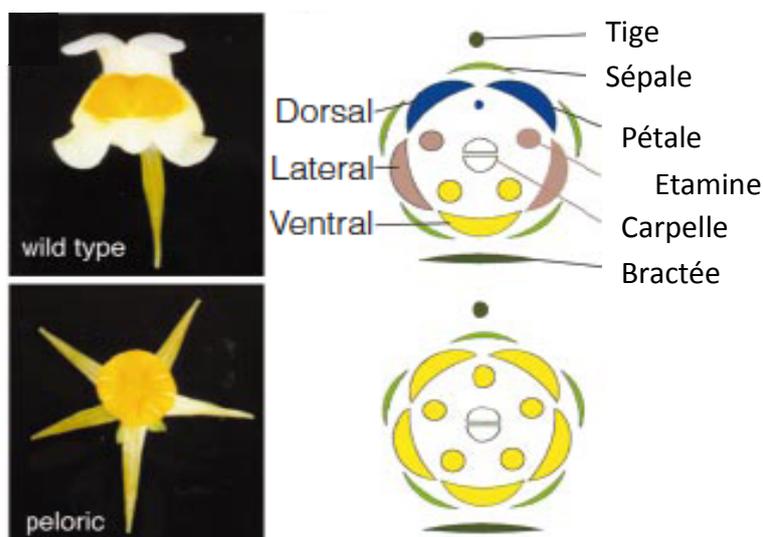


Figure III.1

Il a été montré par la suite que le croisement de la variété sauvage avec le mutant P donne une descendance exclusivement sauvage. En croisant entre eux les individus de cette F1, on obtient environ un quart de descendants présentant le phénotype P.

#### III-A.1. Que suggèrent ces données ?

Réponse à la question III.A.1

Le phénotype Peloric se transmet typiquement selon les lois de Mendel. Ces données suggèrent qu'il est déterminé par la mutation d'un gène unique. Ce gène apparaît sous deux formes alléliques : un allèle sauvage dominant et un allèle P récessif.

On cherche à savoir si une mutation du gène *cycloidea* (CYC) est responsable du phénotype P. En effet, chez le muflier (*Antirrhinum majus*), une plante de la même famille que la linaire, des expériences de mutagenèse à l'aide de transposons ont montré que l'insertion d'un transposon dans le gène CYC aboutit à des individus dont les fleurs ont un phénotype semblable à celles des mutants P.

La figure III.2 est une carte de restriction schématique du locus CYC de la linaire (le cadre rouge délimite le cadre de lecture ouvert du gène CYC).

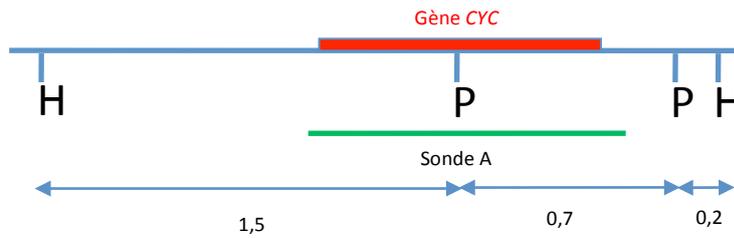


Figure III.2  
Carte de restriction schématique du locus CYC de la linaire  
H : HindIII ; P : PstI. Les valeurs indiquées sont en kilobases (kb)

La figure III.3 montre le résultat d'une analyse de RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphism*) ciblée au niveau de ce locus menée sur des individus de lignée pure présentant un phénotype sauvage ou P ainsi que sur leurs descendants F2. Dans cette analyse, l'ADN génomique de jeunes feuilles de linaire d'individus sauvages ou mutés est digéré avec les enzymes HindIII et PstI puis soumis à la technique de Southern blot à l'aide de la sonde marquée radioactivement notée sonde A sur la figure III.2.

**III-A.2. Après avoir expliqué l'intérêt de la technique de RFLP, indiquez quelle information majeure peut-être tirée de ces résultats ? Justifiez très soigneusement votre réponse.**

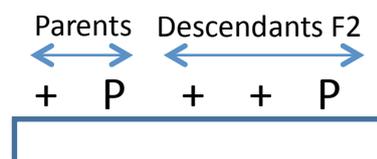
Réponse à la question III.A.2

La technique de RFLP est basée sur la réalisation d'un Southern blot associant l'utilisation d'une enzyme de restriction particulière pour couper l'ADN génomique et d'une sonde spécifique d'un locus du génome. Elle est destinée à mettre en évidence des sites présentant un polymorphisme de restriction au niveau de la région reconnue par la sonde. L'intérêt de la technique est d'utiliser ces sites comme marqueurs génétiques pour localiser relativement à eux des gènes dont la nature n'est connue qu'à travers un phénotype anormal, par une analyse de liaison.

Sur la figure III.3, les 2 bandes de 1.5 et 0.7 kb sont dues à la coupure des 2 sites PstI et à la reconnaissance par la sonde des 2 fragments ainsi générés

La bande de 2.4 kb s'explique par le fait qu'aucun des 2 sites PstI n'a été coupé.

La figure III.3 montre que les sites PstI sont polymorphes et existent donc sous 2 formes alléliques, l'une où ils sont reconnus et donc coupés par l'enzyme et l'autre non. On peut voir que chez les parents sauvages, les sites PstI sont coupés alors qu'ils ne le sont pas chez les parents mutants. Il existe donc une liaison génétique, confirmée chez les descendants, entre l'allèle P et les sites PstI sous la forme allélique non reconnue par l'enzyme, d'une part et entre l'allèle sauvage et les sites PstI sous la forme allélique reconnue par l'enzyme, d'autre part. Ces résultats sont un argument très fort pour considérer que le gène muté à l'origine du phénotype Peloric est situé à proximité du gène CYC (ou se confond avec lui).



### Figure III.3

Autoradiogramme montrant le résultat du Southern utilisant la sonde A et les enzymes HindIII et PstI. Les individus des 2 premières colonnes sont les parents, respectivement sauvages (+) et mutant (P). Les individus des lignes suivantes sont différents descendants représentatifs de la F2 issue de ces parents présentant soit un phénotype sauvage (+) soit un phénotype mutant (P). Les valeurs indiquées sont en kilobases (kb).

La figure III.4 montre en microscopie à balayage les différentes étapes du développement d'une fleur de lin sauvage (a-c-e-g-i) et celle d'un mutant P (b-d-f-h-j). Le profil d'expression du gène sauvage CYC révélé par hybridation in situ est également indiqué (k-n ; marquage bleu- violet).

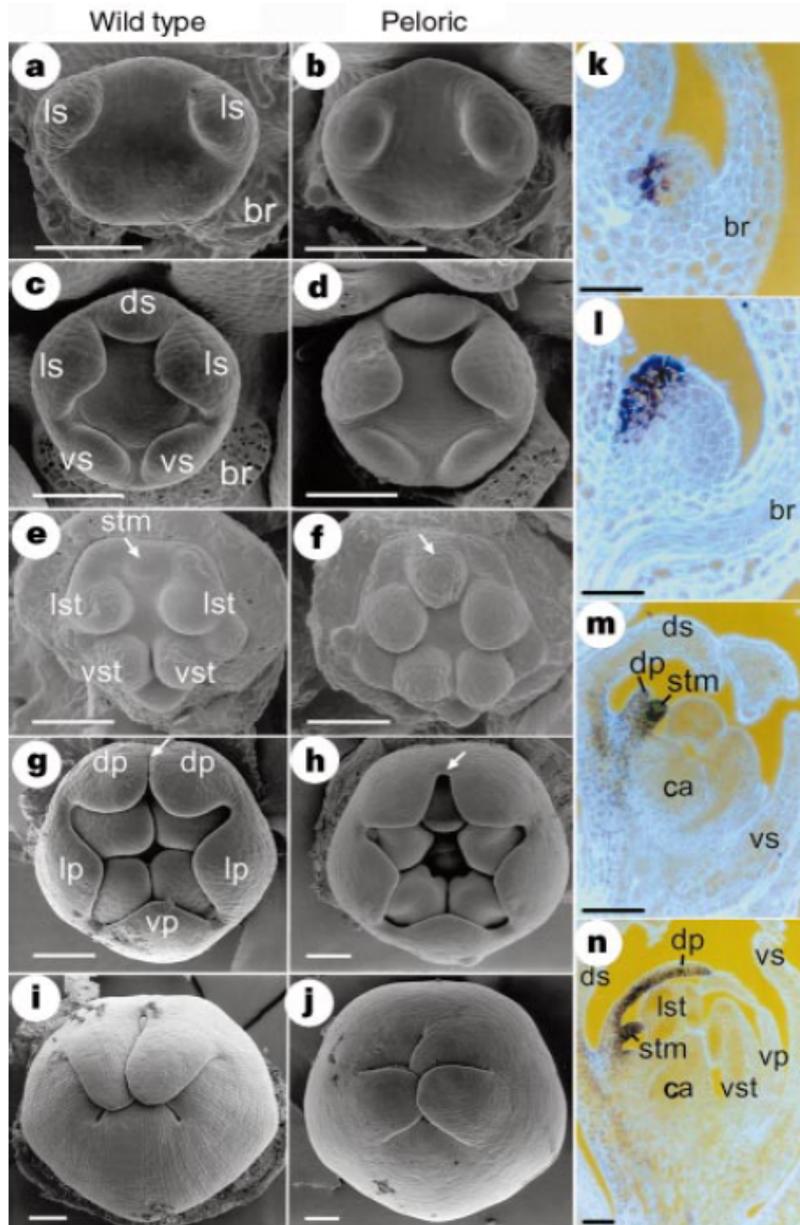


Figure III.4

Bourgeons floraux à différents stades de développement de la linare sauvage (wild type ; a-c-e-g-i) et du mutant *peloric* (b-d-f-h-j) en microscopie électronique à balayage. Localisation des ARNm du gène *CYC* dans les bourgeons floraux de la linare sauvage révélée par hybridation *in situ*.  
 br, primordium de la bractée; ca, primordium du carpelle; dp, primordium de pétale dorsal; ds, primordium de sépale dorsal; lp, primordium de pétale latéral; ls, primordium de sépale latéral ; lst, primordium d'étamine laterale; stm, primordium de staminode (=étamine stérile); vp, primordium de pétale ventral; vs, primordium de sépale ventral; vst, primordium d'étamine ventrale.

### III-A.3. Quelle particularité remarquable présente le profil d'expression du gène sauvage CYC ?

Réponse à la question III.A.3

L'expression du gène CYC sauvage est détectée uniquement dans la partie dorsale du bourgeon floral.

On constate que cette expression commence juste avant que ne se manifestent les premiers signes de zygomorphie de la fleur en développement.

Par la même technique d'hybridation ainsi que par RT-PCR, on constate que, chez le mutant P, aucune expression du gène CYC n'est détectée.

### III.A.4. En quoi cette observation peut-elle rendre compte du phénotype du mutant P ? Vous semble-t-elle cohérente avec le résultat de la Fig. 3 ?

Réponse à la question III.A.3

La phénotype Peloric, caractérisé par une perte de zygomorphie de la fleur, peut être corrélé à la perte de fonction du gène CYC.

On constate que les pièces dorsales de la fleur du mutant ont perdu leur identité propre ce qui suggère que c'est l'absence d'expression du gène CYC qui a provoqué leur ventralisation. L'expression dorsale du gène CYC est donc vraisemblablement responsable de la zygomorphie de la fleur en conférant aux pièces dorsales une morphologie différente de celle des pièces ventrales.

La figure III.5 montre la séquence complète d'une partie du gène CYC, incluant notamment sa séquence codante, ainsi que la séquence de la protéine CYC. Chez le mutant P, une seule différence de séquence est constatée (repérée par le nucléotide encadré ; chez ce mutant, ce A est parfois absent et remplacé alors par une autre base).

```

gata [red] gcggccctccttacacacactccacacactggctctaattgaagtaa 60
gacaatcaatatatgaatgactgtaagaaaaaacgatatgattaaccctagtggtttgac 120
ctgtattggattaaaaaacattgcattgcatcaatcctgattgataatagtgtgataccgc 180
tgttgctctatTTTTGTATGTCTAAAATGTTTTCTTATgatactcaggggttgatagggc 240
cccccccttccactccatcagattgggtcatttctcatttactacttcttttagtagta 300
taataaaaatccttttttcaatggacataaaagtacaaccaaatgaatcattatataat 360
ttgtgctgaagtggacgaaactgttggtaggttacaccaattgattgtacgtacaaaag 420
gttttagtaaacataggttttagtcaccaattaattaattataccatataatctgagccaga 480
ttttgacgttgttggagtcttaaaacttttagaagcagagaaagtacaaaataataactta 540
gttataatgcatgcaacctgaaagaaaccccagccttcttatttcatcattcattatgta 600
ttgatattcattcatccttcttcttctccctccagctatataagccctccagtagctctg 660
cacaggattagtccttttccatgtaacaaaagaaattgacagcttttatttctttcttgc 720
cttcaataaaaataaaacatgttaaatagagtcataatattcacctcactaagaaaag 780
taacaaaagcccctattttccatggcaaaataaaactctttcaaggattttcttct 840
gaaacagcttcatgtgagctcaaaaataatagggttttcttggtaaccttctttcaatc 900
cactcccaacacaaaaggaaattagaaaatgtttggaagaacacatacctacacct 960
M F G K N T Y L H L
cctcatcaggtttcaacctctcttaactctcgtgcccgttgttgacctaaacggcaacgag 1020
P H Q V S T S L N S R A V V D L N G N E
atccaactccatctccagcatcaccaccacgacatactctccggctcattacttgaccaac 1080
I Q L H L Q H H H H D I L S G H Y L T N
ggtcctgttcttgagtgccacagccttgttcaacaacttcaacaatcaacatgttgttagt 1140
G P V L E S T A L F N N F N N Q H V V S
cacgggatgaactgccatgatactgatactgccaatatggcagaaacattccaacaaaa 1200
H G M N C H D P D P A N M A E T F Q T K
caaagtactgtgaaaaaggaccggcacagcaagatatacactgctcaagggccgagagac 1260
Q S T V K K D R H S K I Y T A Q G P R D
aggagagttcgtctgtccatcggcattgcaaggaagttcttgcatacaagagatgcta 1320
R R V R L S I G I A R K F F D L Q E M L
ggttttcgacaagccaagcaagaccctcgcactggctccttactaagtgcaaaacagccata 1380
G F D K P S K T L D W L L T K S K T A I
aaagagctagtgagtcgtaaaagtagcaagagcaattcttctaattcccattctgatgat 1440
K E L V Q S K S T K S N S S N S H S D D
gattgtgatgatgaggttgtgtctgccgaaggagattctgagaacgatactcgaag 1500
D C D D E V V S A E G D S E N A A D S K
gggaagtcgggtgcttataaaaggttaactacaaatgtaagaagctgcttctgcaatggat 1560
G K S V L I K G N Y K C K E A A S A M D
tctcaacaagcagcactcaatctcgtgaaagagtcgagggcgaaggcagagcaagagct 1620
S Q Q A A L N L V K E S R A K A R A R A
agggaaagaaccaaggagaaaatgtgtatcaaacacaactgaaatgaagctaggaacaac 1680
R E R T K E K M C I K Q Q L N E A R N N
aacaaggttggtagctgatacaataatcccttcaacaatgtaatccagctcaacaggaac 1740
N K G G D W I N N P F N N V I Q S N R N
catcaacagtttcgaaagtcgagggcggcatttgttcatcctcgggtttttgggtttcat 1800
H Q Q F E S R E A A F V H H P V F G F H
cagcaaaactacagcaacgcacatctgcctcctctcatgagaactggagctgaaccag 1860
Q Q N Y S N A S A S S H E N W D Q S N Q
ctatgcgccattttgaatcagcacaagttcatcaattagggtaaaagaagaagaattaaa 1920
L C A I L N Q H K F I N -
ctattttataaagttgttttccaattttgtgccaataccatgtcaggtcaaattgtgattta 1980
tggttttgcttttgtctaacagcaagttgaaactataggaacaccttttgattcctcaaaga 2040
tctcaaggtcagaaaaggttcttttagcttgaagaattttatgtttttgttaccttcttt 2100
ttcagcaggttacatgaatcttatcaatctaatcttagtattaaaaaggtattatgaata 2160
gtatattttgatatttggataattatoccatgtttctgctagattatactttaaaciaa 2220
ctcctggacattatctaaatacaaaatcaaaagctaaactcatgtgactgatttttagtggt 2280
cttttgaattgtctgtttccaatattatgcaaggttatttgcattatgtgaccactaagc 2340
atggaaatttttttagtttcaatcgaggtatgaaagcagagacaagctactatcatgttt 2400
taacatcaaaatcatgagata [red] g 2428

```

Figure III.5

Séquence complète du gene CYC de la linare.

Les sites Sau3AI sont surlignés en jaune; les sites HindIII sont en vert ; et les sites PstI sont en rouge.

Les valeurs indiquées dans la colonne de droite correspondent à des paires de bases.

**III.A.5. Les particularités de la séquence du mutant P par rapport à celle de la forme sauvage sont-elles de nature à expliquer le phénotype de P? Justifiez brièvement votre réponse.**

*Réponse à la question III.A.5*

Non, puisqu'on constate que la séquence du gène CYC chez le mutant P et chez le sauvage sont presque identiques. La seule mutation observée se situe dans l'UTR3' et n'a donc certainement aucune influence sur l'expression du gène et la structure de la protéine qu'il code.

**III.A.6. Compte tenu des données de la figure III.3, quelles autres analyses de la séquence nucléotidique du gène CYC seraient intéressantes à faire ?**

*Réponse à la question III.A.6*

Il serait utile de rechercher des mutations dans la région 5' du gène car elle contient certainement des éléments de régulation dont la mutation pourrait affecter l'expression.

La position des sites PstI mentionnés dans la question précédente est encadrée en rouge sur la Fig. 5.

**III.A.7. Compte tenu des résultats présentés sur la figure III.3, êtes-vous surpris par ce qu'indique la figure III.5 concernant ces sites ?**

*Réponse à la question III.A.7*

Oui, car les sites PstI présentent exactement la même séquence chez le sauvage et le mutant P. Cette observation apparaît donc en complète contradiction avec les résultats de l'analyse de RFLP

Le site reconnu par l'endonucléase de restriction PstI (CTGCAG) comporte un C potentiellement méthylable. Or, il est établi que PstI ne coupe au niveau de ce site que lorsqu'il n'est pas méthylé.

Une analyse de Southern blot est à nouveau réalisée. Cette fois-ci, l'ADN génomique d'individus sauvages (+) et de mutants P (P) est digéré par l'endonucléase de restriction Sau3A ou MboI. La sonde utilisée est la même sonde que précédemment (sonde A).

On précise que Sau3AI et MboI sont des isoschizomères, c'est-à-dire qu'elles reconnaissent et coupent le même site de restriction (GATC). Les deux enzymes diffèrent en ce que MboI est insensible à la méthylation alors que Sau3AI ne coupe que les sites non méthylés.

La figure III.6 ci-dessous est une représentation schématique de la région du gène CYC qui indique la position des sites Sau3AI.

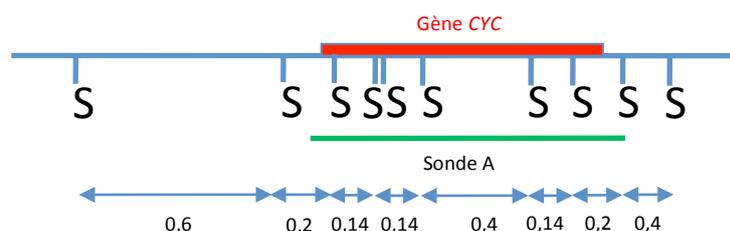


Figure III.6  
Représentation schématique du gène CYC de la linéaire avec position des sites Sau3AI (S)  
Les valeurs indiquées correspondent à des kilobases (kb)

Les résultats de l'analyse de Southern sont présentés sur la figure III.7. On précise qu'à l'occasion de cette étude, tous les fragments dont la taille est inférieure à 0,3 kb sont, pour des raisons purement techniques, indétectables.

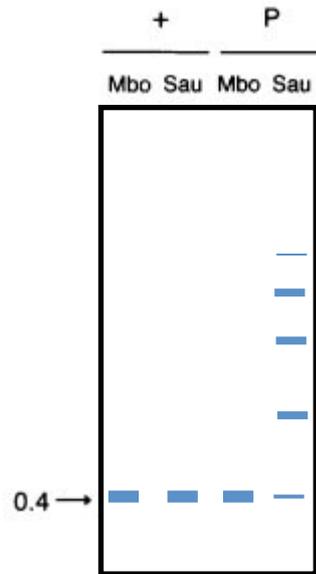


Figure III.7

Autoradiogramme montrant le résultat du Southern utilisant la sonde A et les enzymes MboI ou Sau3AI  
Les valeurs indiquées sont en kilobases (kb)

**III.A.8. Analysez ces résultats. Quelle hypothèse permettent-ils de proposer pour expliquer le phénotype Peloric ?**

*Réponse à la question III.A.8*

Lorsqu'une seule bande de 0.4 kb (pistes 1, 2 et 3) apparaît, cela signifie que tous les sites Sau3AI ont été coupés. Ces multiples coupures ont généré de nombreux fragments mais seul le fragment de 0.4 kb est visible car tous les autres sont trop petits pour être détectés.

Lorsque des bandes de plus haut poids moléculaire apparaissent (piste 4), c'est que manifestement un certain nombre de sites Sau3AI n'ont pas été coupés.

Comme ces bandes plus hautes n'apparaissent que chez le mutant Peloric avec l'enzyme Sau3AI sensible à la méthylation, on peut conclure que, chez le mutant Peloric, certains sites Sau3AI sont méthylés alors que ce n'est pas le cas chez le sauvage.

Ces résultats suggèrent donc que le gène CYC est dans un état globalement hyperméthylé chez le mutant Peloric.

Sur les pieds des mutants P, on trouve parfois (assez rarement) des fleurs présentant les différents phénotypes présentés sur la figure III.8.



Figure III.8  
Phénotype des fleurs de certains mutants P  
Les flèches représentent des éperons surnuméraires portés par les pétales.

### III.A.9. Analysez ces résultats.

Réponse à la question III.A.9

Ces fleurs présentent un phénotype plus ou moins altéré, intermédiaire entre celui du sauvage et celui du mutant Peloric. L'existence des éperons surnuméraires les apparente plutôt à aux fleurs du mutant Peloric (ex. 2) alors que leur absence les apparente plutôt aux fleurs du sauvage (ex. 1).

On soumet les tissus des deux fleurs notées 1 et 2 sur la figure III.8 au même type d'analyse par Southern blot que celles donnant les résultats de la figure III.3. Les résultats de cette analyse sont présentés sur la figure III.9.

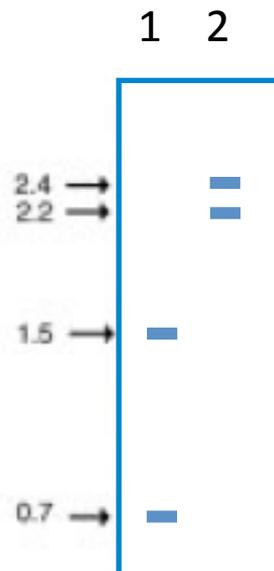


Figure III.9  
Autoradiogramme montrant le résultat du Southern utilisant la sonde A et les enzymes HindIII et PstI sur les fleurs 1 et 2 de la figure III.8.  
Les valeurs indiquées sont en kilobases (kb)

### III.A.10. Analysez ces résultats.

*Réponse à la question III.A.10*

Les fleurs présentant un phénotype peu altéré donnent le même profil de Southern que celui obtenu avec le sauvage. Cela indique que les 2 sites Pst1 ont été coupés. Celles présentant un phénotype plus proche de celui du mutant Peloric donnent un profil indiquant que seul l'un des sites Pst1 (le 2<sup>nd</sup>) a été coupé.

Ces données indiquent donc que l'état de méthylation des sites Pst1 est potentiellement réversible puisque ces fleurs se sont développées sur des pieds mutants.

### III.A.11. Quelles informations supplémentaires apportent-ils quant à l'origine du phénotype P ?

*Réponse à la question III.A.11*

L'intensité de la zygomorphie de la fleur est inversement proportionnelle au degré de méthylation du gène CYC.

### III.A.12. En conclusion, résumez les particularités du mutant Peloric par rapport aux mutants conventionnels. Quelle(s) hypothèse(s) peut-on faire sur l'origine d'un tel mutant ?

*Réponse à la question III.A.12*

La mutation Peloric est transmissible de génération en génération. Elle se caractérise par la perte de fonction d'un gène particulier = CYC. En cela elle est indistinguishable des mutations classiques.

Toutefois on constate que cette mutation ne touche pas la séquence du gène CYC lui-même mais est liée à son degré de méthylation. Il s'agit donc d'une mutation épigénétique ou épimutation.

Cette épimutation pourrait être causée par une anomalie de la machinerie enzymatique d'apposition des marques épigénétiques (méthylation) au sein du génome.

### 5.1.2 Commentaires

L'épreuve de travaux pratiques du secteur A comportait 3 parties totalement indépendantes qui permettaient d'aborder différents aspects du programme : l'enzymologie, la génétique et la biologie moléculaire, la microbiologie et enfin la physiologie végétale. Elles permettaient de tester les candidats pour leurs capacités de manipulation, d'observation et de réflexion.

La partie 1 portait sur l'étude pratique des propriétés cinétiques de la  $\beta$  galactosidase d'*E. coli* ; la partie 2 était consacrée à l'analyse de mutants d'insertion chez l'arabette affectant la nutrition phosphatée ; enfin la partie 3 visait à caractériser un mutant de linaira présentant une anomalie de la morphologie des fleurs.

Bien que les candidats aient été laissés libres de traiter ces trois parties dans l'ordre de leur choix, ils ont quasiment tous commencé par la partie 1. Ce choix était certainement le meilleur car cette partie était la plus lourde à gérer sur le plan pratique. On peut toutefois regretter qu'ils lui aient consacré un temps excessif (rarement moins de 4 heures, sans d'ailleurs toujours atteindre le terme) : beaucoup d'entre eux ont ensuite manqué de temps pour traiter correctement l'une ou l'autre des deux parties suivantes.

Au total, les prestations ont été d'un niveau globalement convenable mais rarement sur la totalité du sujet. La moyenne générale de l'épreuve a été de 43/100. 21 candidats ont obtenu une note supérieure ou égale à 50/100. La meilleure copie a été notée 76/100. La partie 1 est celle qui, sans surprise compte tenu de la remarque précédente, a été la mieux traitée.

#### Commentaires spécifiques sur la partie 1 :

Cette partie était très classique et ne comportait aucune difficulté théorique. La réussite à cette partie de l'épreuve nécessitait des qualités d'organisation, une bonne habileté manuelle, du bon sens, une bonne maîtrise du principe des calculs de dilution, et une connaissance des grands principes de la cinétique enzymatique. Au total, elle a donné lieu à des résultats acceptables pour environ les deux-tiers des candidats.

Le jury avait conscience que les candidats pouvaient facilement anticiper les résultats à obtenir et, de ce fait, être tentés de modifier après coup les valeurs de leurs mesures. C'est la raison pour laquelle celles-ci étaient systématiquement contrôlés au fur et à mesure de leur obtention. A une ou deux exceptions près, les candidats ont eu un comportement exemplaire.

Un autre risque était que les candidats optent pour la stratégie visant à répondre uniquement aux questions théoriques et se dispensent de la partie manipulative, ce qui avait été parfois observé lors des sessions précédentes. La grille de notation avait donc été conçue dans le but de privilégier les candidats qui avaient fait l'effort de réaliser toutes les manipulations. Ces précautions se sont finalement avérées inutiles car tous les candidats ont effectué les manipulations demandées ou, au moins, tenté de le faire. Par ailleurs, ils ne se sont pas laissés abuser par les informations de l'énoncé indiquant que la  $\beta$  galactosidase d'*E. coli* était une protéine tétramérique, ce qui aurait pu les inciter à penser *a priori* qu'elle présentait un comportement allostérique et construire leurs réponses sur ce pari.

La plupart des candidats ont compris que la mesure de l'absorbance de l'ONP devait être réalisée à 410 nm environ mais n'ont pas toujours été capables de le justifier. Le fait que l'ONPG ne soit pas détecté à cette longueur d'onde a été le plus souvent négligé. En général, les candidats connaissaient la loi de Beer-Lambert et savaient comment l'exploiter pour calculer le coefficient d'absorbance de l'ONP. Malheureusement peu d'entre eux y sont parvenus effectivement à cause d'erreurs de calcul.

Le rôle du carbonate de sodium a été perçu par presque tous les candidats mais rarement justifié de façon complète.

L'étude pratique des propriétés de l'enzyme ne présentait pas de difficultés particulières puisque tous les détails des protocoles à suivre étaient précisés. Les résultats qui ont été obtenus se sont avérés très variables d'un candidat à l'autre en raison de mauvais pipetages ou d'erreurs dans les calculs de dilution de l'enzyme. A cet égard, on peut s'étonner de l'absence totale de recul critique de certains candidats vis-à-vis des résultats fournis par leur calculatrice lorsque les calculs sont simples.

D'une façon générale, la principale difficulté rencontrée a été de convertir en concentrations, les différents volumes d'ONPG utilisés pour les réactions, de manière à pouvoir ensuite pouvoir construire les courbes demandées  $V = f([ONPG])$ . Les candidats manquent clairement de méthode et/ou d'entraînement pour la réalisation de ces calculs pourtant élémentaires. A noter que les valeurs obtenues pour les calculs de vitesse étaient le plus souvent fournies sans unités.

L'analyse des résultats a été assez superficielle et les interprétations proposées ont souvent manqué de rigueur. Des confusions ont été trop souvent faites dans l'interprétation des courbes  $[ONP] = f(\text{temps})$  et  $V = f([ONPG])$  du fait de leur allure similaire. Ils n'ont en général pas vu que la vitesse des réactions pouvait être déduite de la première courbe. La notion de saturation de l'enzyme a été évoquée par seulement une minorité de candidats. Celles de vitesse initiale et de  $K_m$  étaient en général mieux maîtrisées. L'intérêt d'une linéarisation de la courbe brute a été compris par la majorité des candidats.

L'effet inhibiteur compétitif du lactose a été bien vu par la majorité des candidats et correctement justifié, même si une partie d'entre eux (un tiers environ) n'ont pas eu le temps de réaliser les manipulations correspondantes.

La moyenne obtenue à cette partie a été de 26,6/50. 36 candidats ont atteint ou dépassé la note de 25/50. La meilleure copie a atteint la note de 47/50.

### **Commentaires spécifiques sur la partie 2 :**

Cette partie a été très discriminante permettant à 10% des candidats (de 17 à 22 sur 25) de se détacher nettement, le reste des postulants se répartissant de façon très linéaire (de 0 à 15,5 sur 25). Les bases de la génétique Mendélienne ne semblent pas acquises chez une partie non négligeable des candidats. En effet, un grand nombre d'entre eux se révèle totalement incapables d'analyser des ségrégations simples résultant de mutations affectant un à deux loci. Un certain manque de logique est aussi à déplorer : une plante résistante à un antibiotique a forcément intégré le transgène, cette notion a échappé à une partie des candidats. La biologie moléculaire est connue sur le plan théorique, mais pose des problèmes pour l'aspect pratique (bon nombre de candidats ne savent pas effectuer des analyses par la technique de Southern).

L'utilisation d'outils statistiques simples comme le test du  $\chi^2$  à de rares exceptions n'est absolument pas maîtrisée (pourtant la formule a été fournie). On notera aussi de forts problèmes d'utilisation du microscope (réglage du contraste, choix du grossissement). Cela aboutit même parfois à des affirmations péremptoires affligeantes : les coupes de racine observées seulement à très faible grossissement (4X) sont devenues pour certains des faisceaux criblo-vasculaires de feuille!

Il conviendra donc pour un certain nombre de revoir les structures histologiques de bases et à bien réfléchir à leurs déductions: une coupe de racine circulaire parfaitement dessinée devenant une feuille (ronde, sic) pour certains. Ces mauvais réglages ont en outre pénalisé une partie des candidats qui a eu du mal à trouver les colorations histologiques recherchées.

La moyenne obtenue à cette partie a été de 8.8/25. 17 candidats ont atteint ou dépassé la note de 12.5/25.

### **Commentaires spécifiques sur la partie 3 :**

Cette partie n'a été traitée en totalité que par un peu plus d'un tiers des candidats environ. Les autres n'ont pas été au-delà de la moitié du sujet. Elle ne comportait pas de difficulté majeure mais demandait suffisamment d'ouverture d'esprit pour admettre l'idée que le mutant Peloric étudié n'était pas un mutant classique, malgré certaines évidences, mais un épimutant. Une bonne partie des candidats est arrivée à cette conclusion. Toutefois, les notes parfois décevantes qu'ils ont obtenues proviennent du fait qu'ils n'ont généralement pas su analyser les données fournies avec toute la rigueur attendue.

La partie la moins bien traitée concernait la technique de RFLP. Paradoxalement, la plupart des candidats connaissaient la technique et ont su analyser correctement les résultats fournis par l'autoradiogramme de la figure III.3. En revanche, personne n'a compris l'intérêt de cette technique qui est de définir des marqueurs génétiques utilisables pour tenter de localiser un gène morbide sur lequel on ne dispose d'aucune information particulière par simple analyse de liaison. Ainsi, la figure III.3 permettait de conclure à une liaison génétique (donc une probable proximité physique) entre le locus du gène CYC et le gène responsable de la mutation Peloric. En revanche, elle ne permettait en aucun cas d'affirmer que le site polymorphe révélé par la sonde de RFLP correspondait au site portant la mutation responsable du phénotype Peloric, ce qu'ont pourtant affirmé tous les candidats.

La figure III.4 a fait généralement l'objet d'une analyse très descriptive du profil d'expression du gène CYC mais sans lien avec la morphologie de la fleur du mutant Peloric. Quelques candidats ont cependant bien compris que les pièces dorsales de la fleur du mutant présentaient une perte de leur identité propre et que c'est l'absence d'expression du gène CYC qui avait provoqué leur ventralisation.

La figure III.5 avait pour but de montrer qu'aucune anomalie de la séquence codante du gène CYC ne permettait d'expliquer son absence d'expression chez le mutant Peloric. C'est précisément cette figure qui devait amener les candidats à s'interroger et à remettre en question leur hypothèse initiale selon laquelle Peloric serait un mutant classique. La lecture de cette figure ne présentait absolument aucune difficulté et pourtant, à la grande surprise du jury, un nombre non négligeable de candidats y a « vu » des différences suffisamment nettes entre sauvage et mutant pour aboutir à la conclusion inverse. Une attitude aussi caricaturale oblige à rappeler aux candidats que l'analyse de résultats scientifiques exige de considérer ces résultats tels qu'ils sont et non tels qu'on souhaiterait qu'ils soient.

Les données qui permettaient de proposer l'idée que le gène CYC du mutant Peloric présentait des anomalies de méthylation étaient fournies principalement par la figure III.7. Beaucoup de candidats l'ont compris mais un certain nombre d'entre eux, faute d'une lecture suffisamment attentive du protocole décrit, ont conclu à tort que le gène CYC est hyperméthylé chez le sauvage, car il leur a échappé que seul l'un des fragments de restriction (le plus grand) était visible sur l'autoradiogramme.

La figure III.9 n'a généralement pas été très bien comprise car les candidats n'ont pas assez tenu compte du fait que les fleurs présentées sur la figure précédente apparaissaient sur des pieds mutants.

Quelques candidats ont su parfaitement résumer les caractéristiques du mutant Peloric en montrant celles qui sont partagées par les mutants génétiques classiques (héritabilité du phénotype, liaison à un locus bien identifié, réversibilité) et celles qui relèvent d'une cause

épigénétique (modification du profil de méthylation du gène mis en cause sans changement de sa séquence).  
La moyenne obtenue à cette partie a été de 7,5/25. 11 candidats seulement ont atteint ou dépassé la note de 12,5/25. Les deux meilleures copies ont atteint la note de 17,5/25.

## **5.2 ÉPREUVES DE SPÉCIALITÉ DU SECTEUR B**

### **5.2.1 Sujet**

(avec éléments de correction surlignés en vert)

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

CONCOURS EXTERNE – ÉPREUVES D'ADMISSION – session 2013

## TRAVAUX PRATIQUES DE SPECIALITÉ DU SECTEUR B

Durée totale : 6 heures

### *L'écosystème forestier*

Les cinq parties sont indépendantes. Certaines nécessitent des manipulations, prévoyez donc votre organisation en conséquence.

<b>Partie I</b> : Etude de la strate arborée, cœur de l'écosystème forestier	page	2
<i>Durée conseillée : 2h 30 – barème : 7/20</i>		
<b>Partie II</b> : La strate herbacée et muscinale et la colonisation du sous-bois	page	19
<i>Durée conseillée : 1h10 – barème : 3 /20</i>		
<b>Partie III</b> : Les animaux de la litière et leur action de recyclage de la matière organique	page	24
<i>Durée conseillée : 1h20 – barème : 5 /20</i>		
<b><i>La question III - B sera traitée au poste « manipulation » selon un planning imposé</i></b>		
<i>Durée maximale pour cette question 0h30</i>		
<b>Partie IV</b> : Relations entre des organismes de la macrofaune et la strate arborée	page	31
<i>Durée conseillée : 0h30 – barème : 2 /20</i>		
<b>Partie V</b> : Etude de quelques composantes de la biocénose de l'écosystème forestier	page	32
<b><i>Question traitée au poste « déterminations et étude comportementale » selon un planning imposé</i></b>		
<i>durée maximale : 0h30 – barème : 3 /20</i>		

**AVANT DE REMETTRE VOTRE DOSSIER, VÉRIFIEZ QUE VOUS AVEZ BIEN INDIQUÉ VOS NOM, PRÉNOM ET NUMÉRO DE SALLE EN TÊTE DE TOUS LES DOCUMENTS. RENDEZ LA TOTALITÉ DE VOS FEUILLES.**

- **I – Etude de la strate arborée, cœur de l'écosystème forestier**

- **A – Etude d'un rameau d'arbre**

- **A – 1 Analyse de l'échantillon I – A.1**

Vous réaliserez une analyse complète de l'échantillon I – A.1 que vous illustrerez par des schémas judicieusement titrés et légendés. Lors de cette étude, vous devez obligatoirement présenter au minimum une coupe microscopique dans la tige et une coupe microscopique dans la feuille.

Vous avez toute latitude de proposer d'autres coupes si elles s'avèrent pertinentes pour l'étude de l'échantillon.

**Une fois l'ensemble de cette question traitée, appelez l'examineur pour faire valider votre travail.**

*Réponse(s) à la question I – A - 1*

**Attentes**

**Phytomère, phyllotaxie (schéma général)**

**Pousse annuelle (schéma général)**

**Tissus de revêtement en s'aidant de la CT de tige (épiderme, suber, lenticelle)**

**Feuille avec description du limbe, de la nervation (schéma feuille) et des tissus en CT (Schéma CT feuille)**

**Bourgeon en s'aidant d'une coupe (schéma CL bourgeon)**

**Attention peut-être pas visible. Voir sur les échantillons.**

**CT tige agée avec l'ensemble des tissus (schéma CT tige)**

- **A – 2 Identification de l'échantillon I – A.1**

Identifiez la position systématique de l'échantillon I – A.1 et nommez-le le plus précisément possible.

*Réponse à la question I – A – 2*

**Charme, *Carpinus betulus*, corylacées (ou cupulifères)**

- **B – Analyse de la croissance du Robinier faux-acacia**

- **B – 1 Etude d'une coupe transversale de tronc**

Vous réaliserez un schéma annoté de l'échantillon de coupe transversale de tronc dont vous disposez.

**ATTENTION : ne pas écrire sur votre échantillon**

*Réponse(s) à la question I – B – 1*

**Schéma de la CT de coupe de tronc à mettre**

**Rhytidome**

**Position du phellogène et du cambium**

**Duramen**

**Aubier**

**Liber**

**Bois d'été**

**Bois de printemps**

**Rayon ligneux non exigible car peu visible**

▪ **B – 2 Tracé des courbes de croissance de cet arbre**

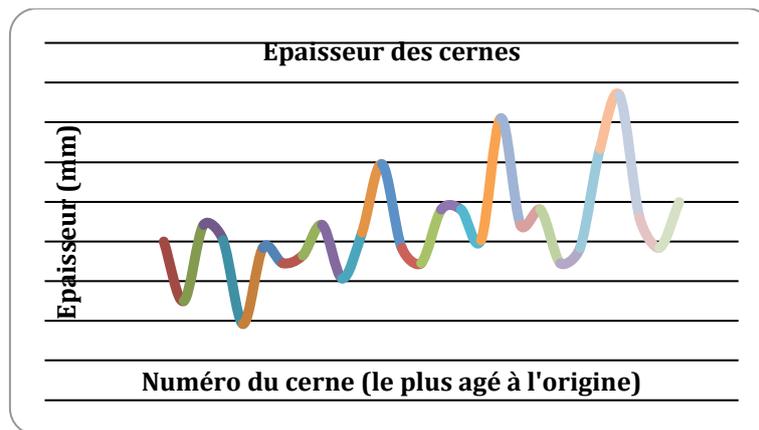
A partir de la photographie d'une coupe transversale de tronc de Robinier proposée ci-dessous, tracez le graphique de l'épaisseur des cernes en fonction des années selon le rayon repéré. Vous placerez le cerne le plus âgé à l'origine du graphique.

Prélevé en octobre 2012  
Région lyonnaise

Grossissement : x1

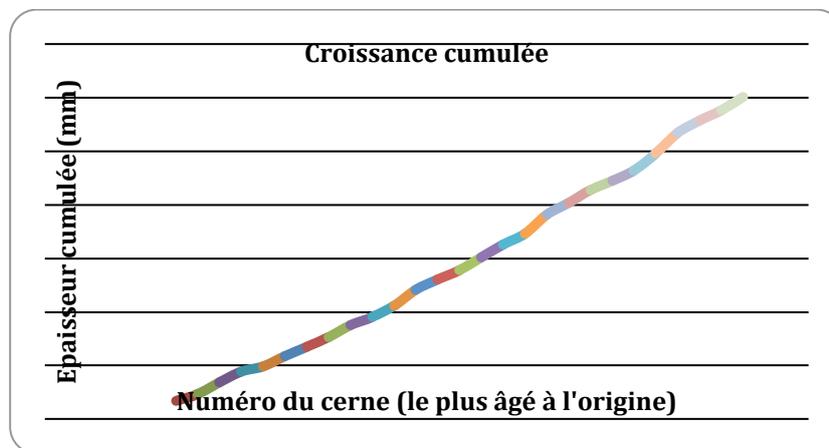


Réponse(s) à la question I – B – 2



Tracez le graphique de la courbe cumulée de croissance de l'arbre en fonction des années

Réponse(s) à la question I – B – 2



▪ B – 3 Analyse des courbes de croissance

**Calcul de la vitesse moyenne de croissance**

Calculez la vitesse moyenne de croissance de cet arbre.

Réponse(s) à la question I – B – 3

**Calcul de la vitesse moyenne : 2,3 mm/an**

**Influence des paramètres climatiques sur la croissance**

Afin d'analyser l'influence des paramètres climatiques sur la croissance de cet arbre, un extrait des données de température et de pluviométrie de la région lyonnaise vous est proposé.

**Températures annuelles moyennes relevées à Lyon-Bron (en °C) données Météo France**

Année	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Moyenne annuelle	10,9	11,5	12,6	12,4	11,6	11,1	11,1	11,6	12,5	12,7	12,4	12,1	12,0	11,6	13,3	12,5	11,6

Année	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Moyenne
Moyenne annuelle	13,1	12,6	13,0	13,5	12,9	13,2	13,9	12,7	12,6	13,4	13,0	12,6	13,4	12,2	13,7	13,1	12,5

**Cumul annuel des précipitations relevées à Lyon-Bron(en mm) données Météo France**

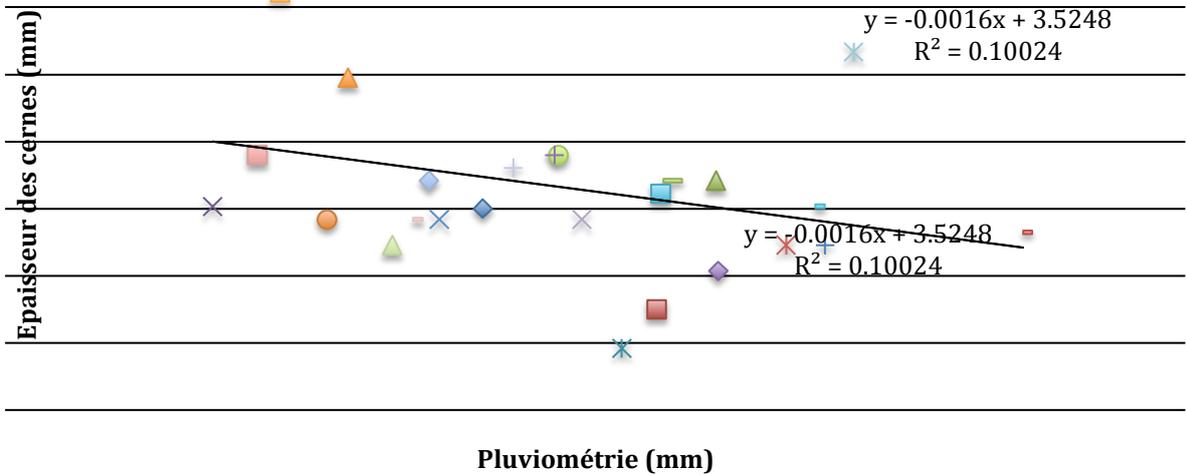
Année	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Moyenne annuelle	862,4	915,5	901,9	890,6	772,1	680,5	783,3	886,5	921,6	623,2	865,8	690,9	986,3	1103,8	895,9	923,0	888,9

Année	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	moyenne
Moyenne annuelle	703,3	757,6	963,2	828,2	825,8	980,6	663,0	751,4	649,6	729,6	842,0	1003,4	725,2	801,4	742,1	914,5	832,5

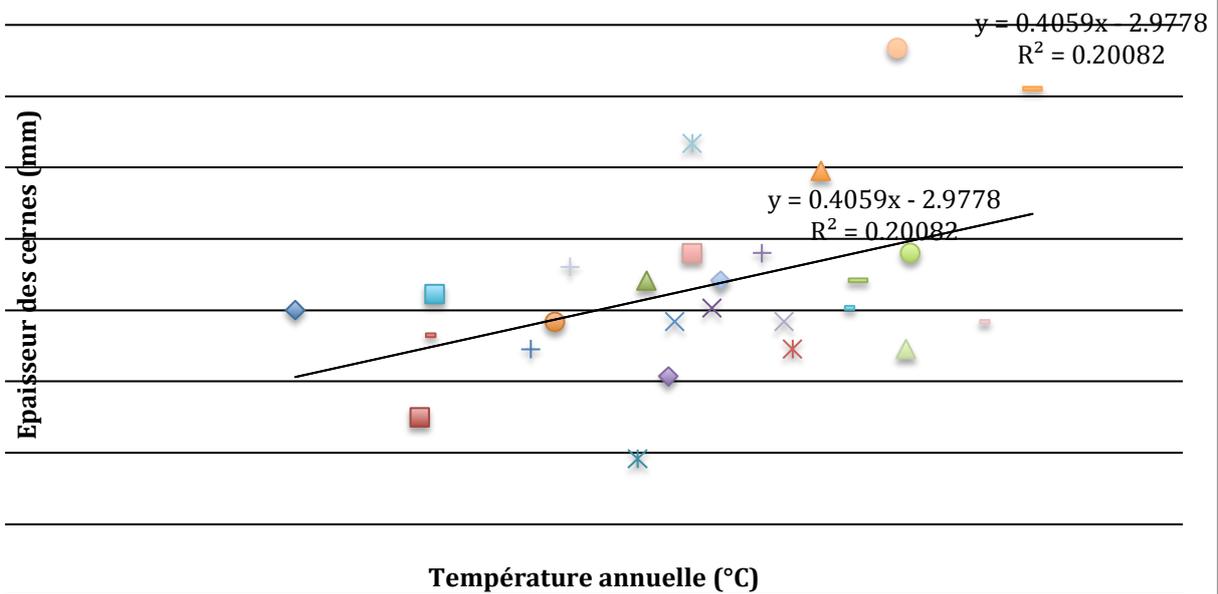
En vous aidant de ces données, analysez les courbes de croissance obtenues précédemment.

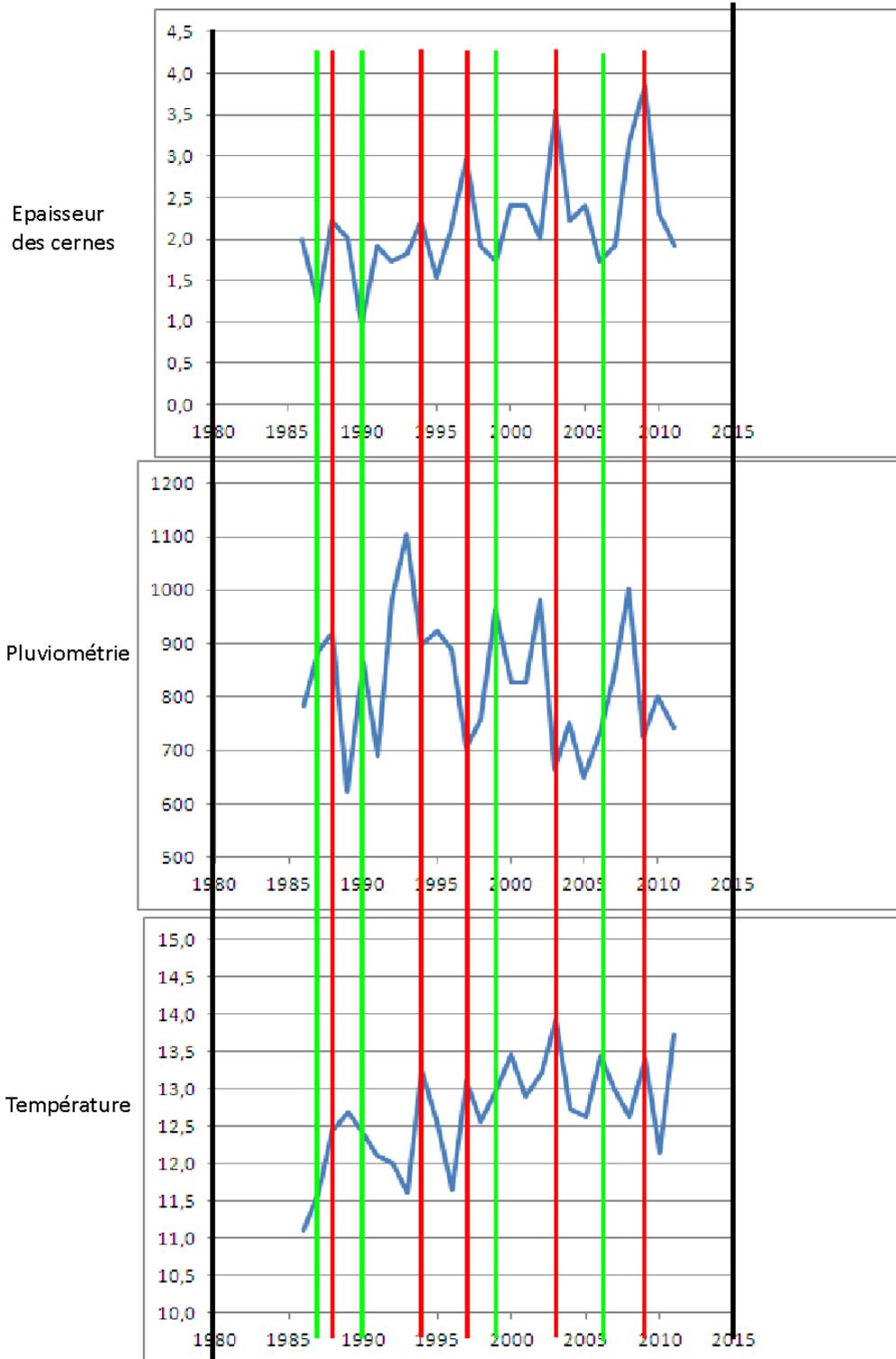
Les paramètres climatiques vous paraissent-ils expliquer les variations interannuelles de la croissance ?

### Corrélation épaisseur des cernes - pluviométrie



### Corrélation épaisseur des cernes - température annuelle





**Pas de lien absolument évident entre température et croissance. Une légère tendance de corrélation positive entre la température et la taille des cernes. Mais la corrélation est très ténue.**

**La pluviométrie n'a pas de corrélation directe avec la vitesse de croissance. Il semble avoir un décalage entre une année pluvieuse et une croissance importante de l'arbre**

Pour affiner l'analyse de l'influence de la pluviométrie sur la croissance de l'arbre, le relevé mensuel de la pluviométrie sur dix années vous est proposé.

**Cumul mensuel des précipitations relevées à Lyon-Bron (en mm) données Météo France**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Moyenne Sur 25 ans
J	9,6	70,4	25,8	39,8	64,2	31,4	34,2	47,4	54,8	28,0	52,0	46,2
F	47,0	24,0	38,0	12,0	43,0	35,4	52,8	47,0	16,4	112,6	64,6	45,4
M	40,4	144,8	30,0	18,2	70,6	20,2	95,4	36,8	45,2	32,8	54,3	47,4
A	92,2	71,0	12,4	24,4	45,2	187,0	58,8	16,4	124,8	43,2	22,6	72,7
M	65,0	75,0	137,0	74,6	25,0	44,6	49,6	169,4	77,2	46,8	125,6	84,1
J	56,6	102,4	66,0	23,2	32,0	56,4	35,8	103,8	55,2	71,6	75,9	74,8
J	40,0	71,4	103,6	51,6	40,8	29,0	49,4	120,2	176,8	61,8	23,0	69,0
A	91,4	35,0	74,6	34,8	131,2	44,0	101,2	118,2	86,2	28,4	40,9	63,1
S	56,2	59,6	81,2	51,0	29,8	28,2	46,6	56,8	146,6	61,0	142,8	83,3
O	160,4	134,2	74,8	128,2	169,0	93,8	52,6	23,2	111,2	102,2	73,5	100,5
N	105,6	29,6	268,0	67,4	49,4	52,2	81,2	78,2	67,6	84,0	93,6	82,5
D	63,8	8,4	69,2	137,8	51,2	27,4	72,0	24,6	41,4	52,8	32,6	53,8
	828,2	825,8	980,6	663,0	751,4	649,6	729,6	842,0	1003,4	725,2	801,4	822,8

A partir de l'analyse de ces données, préciser quelles vous semblent être les relations entre pluviométrie et croissance de l'arbre.

Réponse(s) à la question I – B – 3

**Pluviométrie de printemps assure une croissance correcte (année 2006 et plus faible taux de croissance avec un printemps sec, année 2005 sèche mais avec un mois d'avril arrosé et un taux de croissance moyen)**

**Pluviométrie d'automne et d'hiver importante pour les stocks des nappes. L'effet semble sensible l'année suivante.**

**CL : Pas de relation directe car la pluviométrie a des niveaux d'action variés**

**- influence directe de la pluviométrie de printemps (avril et mai) sur la mise en place des phytomères**

**- influence des pluies d'été sur la mise en place des bourgeons et des réserves**

**- influence des pluies d'automne et d'hiver sur le stock d'eau dans le sol**

**Importance de paramètres spécifiques**

Vous disposez de mesures de vitesses moyennes de croissance de différentes essences d'arbres. Ces mesures ont été effectuées en octobre 2012 dans un rayon de 200 m autour du Robinier faux-acacia précédent.

Essence	Vitesse de croissance (mm/an) (Moyenne de 10 mesures par section)	
Chêne	Echantillon 1	1,44
	Echantillon 2	1,52

	Echantillon 3	1,48
Châtaignier	Echantillon 1	1,71
	Echantillon 2	1,63
Merisier	Echantillon 1	0,97
Bouleau	Echantillon 1	2,20
	Echantillon 2	1,86
Charme	Echantillon 1	1,32
	Echantillon 2	0,96
	Echantillon 3	1,12

Le Robinier faux-acacia a été introduit en France en 1600 en provenance de l'Amérique du Nord et est aujourd'hui réparti dans tous les départements français à une exception près. Il est considéré comme une plante envahissante.

- Comparez sa vitesse de croissance à celle des autres essences d'arbres
- Quels paramètres propres à cette espèce pourraient expliquer son caractère envahissant ?

Réponse(s) à la question I – B – 3

**La croissance est rapide (entre 50% et 100% de plus que la moyenne des autres essences)**

**Espèce possédant une symbiose racinaire type nodosité. Possibilité de modification de l'azote du sol**

**Forte multiplication végétative par drageons et rejets de souche**

**Très bonne reproduction sexuée avec une très forte production de graines (floraison très abondante)**

## C - Impact de l'augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers

### ▪ C – 1 Dispositifs d'étude

Les effets d'une élévation de la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique ont été étudiés expérimentalement sur deux écosystèmes forestiers. Le premier correspond à une plantation de pins (*Pinus taeda*) et est situé en Caroline du Nord, USA (*Duke Forest FACE Experiment*, cf. cliché à gauche ci-dessous, crédit : Will Owens). Le second correspond à une plantation d'une espèce forestière feuillue américaine, le Copalme d'Amérique (*Liquidambar styraciflua*) et est situé dans le Tennessee, USA (*Oak Ridge FACE Experiment*, cf. cliché à droite ci-dessous, crédit : ORNL).

Dans ces deux écosystèmes forestiers, des parcelles expérimentales circulaires ont été mises en place, et c'est à l'échelle de ces parcelles que la teneur en CO<sub>2</sub> a été manipulée. Sur une partie des parcelles de chacun de ces sites, du CO<sub>2</sub> pur a été injecté dans l'air à hauteur de la canopée via un dispositif délivrant ce gaz, ce qui a permis une augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> de 200 ppm, tandis que sur l'autre partie des parcelles de ces sites, la teneur en CO<sub>2</sub> n'a pas été modifiée. Le premier site comporte six parcelles de 30 m

de diamètre, dont trois enrichies en CO<sub>2</sub>. Le second site comporte cinq parcelles de 25 m de diamètre (seules quatre parcelles sont visibles sur le cliché), dont deux enrichies en CO<sub>2</sub>.



Après avoir explicité le type de questions auquel permettent de répondre ces expérimentations, vous discuterez de la pertinence du niveau de CO<sub>2</sub> appliqué et de la principale limite de ce type d'expérimentations.

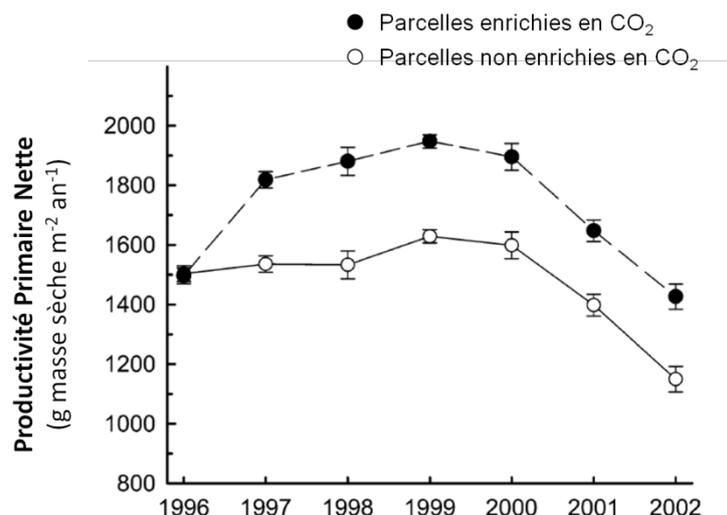
Réponse(s) à la question I – C – 1

Ces dispositifs permettent d'étudier les effets *in situ* d'une augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique sur le fonctionnement d'un écosystème forestier (e.g. sur la productivité primaire nette de cet écosystème), via une comparaison du fonctionnement des parcelles témoins (non enrichies en CO<sub>2</sub>) et de celui des parcelles enrichies en CO<sub>2</sub>. Ils permettent plus précisément de mimer les concentrations en CO<sub>2</sub> qu'on s'attend à avoir dans le futur (ici à l'horizon 2050-2080, cf. travaux de l'IPCC et de voir comment les écosystèmes forestiers répondront à ces concentrations futures en CO<sub>2</sub>). La principale limite de ce type d'expérimentations est qu'elles imposent d'élever la teneur en CO<sub>2</sub> de manière abrupte alors qu'on s'attend à ce que l'élévation de la teneur en CO<sub>2</sub> soit graduelle.

**NB (Bonus)** – Même dans les parcelles témoins (non enrichies en CO<sub>2</sub>), les infrastructures servant à augmenter la teneur en CO<sub>2</sub> (i.e. le dispositif FACE – Free Air CO<sub>2</sub> Enrichment) ont été mises en place, et ce, afin de tenir compte du potentiel impact de ces infrastructures sur le fonctionnement de l'écosystème forestier (par exemple du fait de l'ombrage causé par ces infrastructures).

- **C – 2 Impact de l'augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique sur la productivité primaire nette en forêt (Site 1 : Duke Forest FACE Experiment)**

Le traitement CO<sub>2</sub> a débuté sur le premier site à la fin de l'année 1996 et chaque année la productivité primaire nette des différentes parcelles a été estimée à partir de mesures de la croissance des arbres et de mesures de la production de litière et de racines. La figure ci-dessous présente les résultats obtenus, en noir la productivité primaire nette dans les parcelles enrichies en CO<sub>2</sub>, en blanc la productivité primaire nette dans les parcelles non enrichies en CO<sub>2</sub> (adaptée d'après Finzi *et al.* 2006).



Après avoir rappelé la définition de la productivité primaire nette, vous analyserez les effets de l'augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique sur la productivité primaire nette de cet écosystème et vous proposerez une hypothèse pour expliquer ces effets.

Réponse(s) à la question I – C – 2

**Définir la productivité primaire nette (PPN)**

**PPB – Productivité Primaire Brute (g m<sup>-2</sup> an<sup>-1</sup>) – quantité de C fixé par les autotrophes par unité de surface et de temps, i.e. quantité d'énergie entrant dans l'écosystème par unité de surface et de temps**

**PPN – Productivité Primaire Nette (g m<sup>-2</sup> an<sup>-1</sup>) = PPB – Respiration autotrophe – quantité d'énergie disponible à la base du réseau trophique par unité de surface et de temps**

**Le graphique présente les effets de l'élévation de la teneur en CO<sub>2</sub> sur la productivité primaire nette.**

**En 1996, i.e. avant la mise en place du traitement CO<sub>2</sub>, on ne note pas de différence significative entre les parcelles témoin et les parcelles enrichies en CO<sub>2</sub> (i.e. les parcelles étaient bien équivalentes avant la mise en place du traitement).**

**De 1997 à 2002 (i.e. durant les 6 années qui ont suivies la mise en place du traitement) – on note une augmentation significative de la productivité primaire nette des parcelles enrichies en CO<sub>2</sub> par rapport aux parcelles témoins (effet significatif du CO<sub>2</sub> ; il est possible de quantifier cette augmentation – 1997 : +18%, 1998 : +23%, 1999 : +20%, 2000 : +19%, 2001 : +18%, 2002 : +24%). On ne note pas d'atténuation visible de la réponse au cours du temps (du moins sur ces 6 années).**

**NB (Bonus) – Il y a de fortes variabilités interannuelles de la productivité primaire nette – aussi bien dans les parcelles ambiantes que dans les parcelles enrichies - elles sont dues à des variations de la quantité de précipitations tombées durant la saison de végétation (corrélation positive entre la productivité primaire nette et les précipitations), ainsi qu'à des variations de la minéralisation nette de l'N (corrélation positive entre la productivité primaire nette et la minéralisation nette de l'N).**

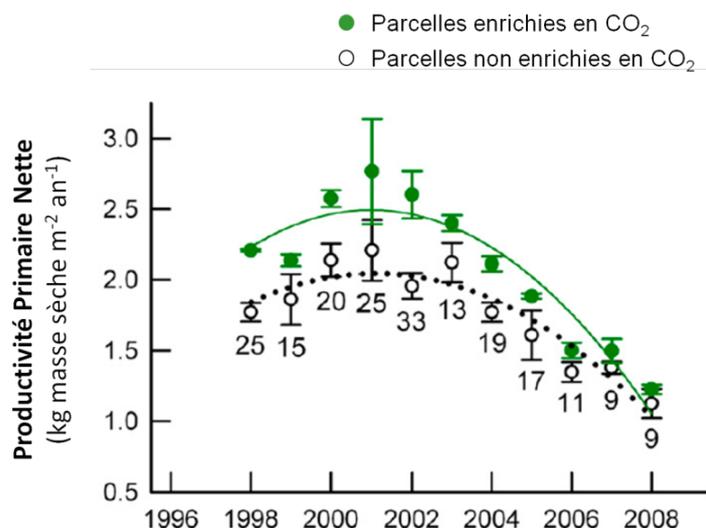
### Hypothèse pour expliquer ces effets :

Les arbres à métabolisme photosynthétique en C3 sont limités par la quantité de CO<sub>2</sub> à la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique actuelle – l'augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> permet de lever cette limitation par le CO<sub>2</sub> et entraîne ainsi une augmentation des taux de photosynthèse et de la productivité primaire nette.

#### ▪ C – 3 Impact de l'augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique sur la productivité primaire nette en forêt (Site 2 : Oak Ridge FACE Experiment)

Le traitement CO<sub>2</sub> a débuté sur le second site au début de l'année 1998 et, de même que sur le premier site, la productivité primaire nette des différentes parcelles a été estimée chaque année à partir de mesures de la croissance des arbres et de mesures de la production de litière et de racines. La figure ci-dessous présente les résultats obtenus, en vert la productivité primaire nette dans les parcelles enrichies en CO<sub>2</sub>, en blanc la productivité primaire nette dans les parcelles non enrichies en CO<sub>2</sub> (adaptée d'après Norby *et al.* 2010). Chaque année, le chiffre indique l'effet en pourcent du traitement CO<sub>2</sub> sur la productivité primaire nette :

$$\text{effet (\%)} = \frac{(\text{moyenne de la productivité primaire nette sous CO}_2 \text{ élevée} - \text{moyenne de la productivité primaire nette sous CO}_2 \text{ ambiant})}{\text{moyenne de la productivité primaire nette sous CO}_2 \text{ ambiant}} \times 100\%$$



Vous décrierez les effets de l'augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique sur la productivité primaire nette, puis vous proposerez une ou des hypothèses pour expliquer l'évolution de la réponse au cours du temps et indiquerez une expérimentation qui permettrait de tester cette ou ces hypothèses.

#### Réponse(s) à la question 1 – C – 3

Le graphique présente les effets de l'élévation de la teneur en CO<sub>2</sub> sur la productivité primaire nette durant les 11 années de l'expérimentation.

Dans l'ensemble la productivité primaire des parcelles enrichies en CO<sub>2</sub> est plus forte que celle des parcelles témoins (effet global significatif et positif du traitement CO<sub>2</sub>). L'effet du traitement CO<sub>2</sub> n'est cependant pas constant au cours du temps et la stimulation de la productivité primaire nette par le traitement CO<sub>2</sub> diminue (et même disparaît statistiquement parlant) au cours du temps.

**NB (Bonus) – On note ici aussi une forte variabilité interannuelle de la productivité primaire nette –il ne s’agit pas ici uniquement d’une variabilité interannuelle, mais plutôt d’une diminution de la productivité avec l’âge de la forêt et ce dans les parcelles témoins comme dans les parcelles enrichies (régressions quadratiques) – du fait vraisemblablement d’une limitation de la croissance par une baisse de la disponibilité d’un nutriment qui devient limitant.**

**Comment expliquer l’évolution de la réponse au cours du temps ? Comment tester cette hypothèse ?**

**L’atténuation de la stimulation de la productivité primaire nette par le traitement CO<sub>2</sub> au cours de l’expérimentation est vraisemblablement à relier avec l’apparition d’une limitation par un autre facteur que le CO<sub>2</sub>, limitation qui contraint ainsi la réponse au traitement CO<sub>2</sub>. Un facteur limitant candidat est l’azote (N), le principal nutriment qui limite la croissance des plantes dans les écosystèmes terrestres – il s’agirait ainsi d’une limitation progressive par l’N (PNL) de la stimulation de la productivité primaire nette sous fort CO<sub>2</sub>.**

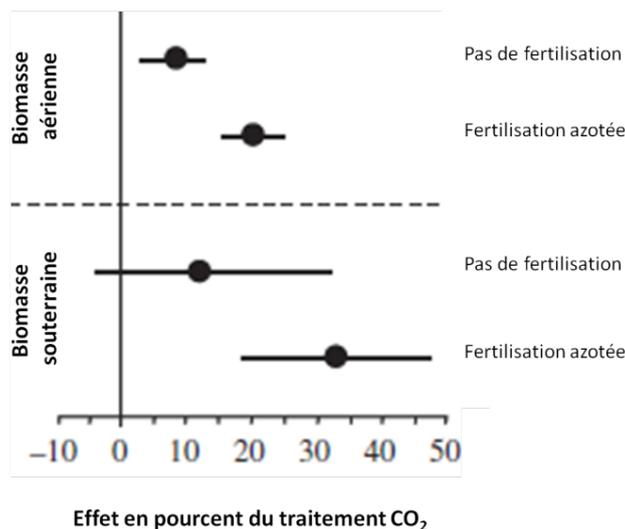
**Pour tester cette hypothèse – il conviendrait de diviser les parcelles expérimentales en deux et de supplémenter une moitié de ces parcelles avec de l’N (par exemple sous forme d’N minéral directement assimilable par les plantes). Il convient de répondre aux deux questions suivantes – (i) Stimule t’on la productivité primaire nette par l’ajout d’N (et ce indépendamment du niveau de CO<sub>2</sub>) ? Si oui, on confirme que l’écosystème considéré est bien limité par la disponibilité en N, (ii) L’interaction CO<sub>2</sub> x N est elle significative ? En d’autres termes, l’effet du traitement CO<sub>2</sub> sur la productivité primaire nette diffère t’il en fonction du niveau d’N : est il non significatif en l’absence d’apport d’N, et significatif et positif dans les parcelles supplémentées en N ? Si oui, on confirme que la diminution (voire la disparition) de la stimulation de la productivité primaire nette par le traitement CO<sub>2</sub> est due à une limitation progressive par la disponibilité en N.**

**Remarque – d’autres facteurs limitants pouvaient être invoqués (ex. une limitation par le phosphore (P)), et d’autres expérimentations pouvaient être proposées.**

▪ **C – 4 – Impact de l’augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique et de la fertilisation azotée sur la production de biomasse en forêt**

Afin de synthétiser les résultats issus des différentes expérimentations conduites à ce jour, une méta-analyse a été réalisée à partir de l’ensemble des études ayant testé expérimentalement les effets d’une élévation de la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique sur la production de biomasses végétales – aériennes et souterraines - dans des écosystèmes prairiaux et forestiers soumis ou non à une fertilisation azotée.

La figure ci-dessous résume les résultats de cette méta-analyse (adaptée d’après de Graaf *et al.* 2006). Sur cette figure, l’effet moyen du traitement CO<sub>2</sub> sur la biomasse dans l’ensemble des études a été calculé à partir des effets du traitement CO<sub>2</sub> sur la biomasse dans chacune de ces études (dans chaque étude, cet effet a été calculé de manière similaire à ce qui est présenté en I-C-2).



Vous décrierez les résultats de cette méta-analyse, puis proposerez une hypothèse pour expliquer l'importance de la fertilisation azotée dans la réponse de la production de biomasse végétale vis-à-vis de l'élévation de la teneur en CO<sub>2</sub>.

Réponse(s) à la question I – C – 4

La figure montre que l'augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique induit une augmentation de la production de biomasse aérienne comme souterraine dans les écosystèmes prairiaux et forestiers, et que la réponse est plus prononcée lorsque le traitement CO<sub>2</sub> est couplé à une fertilisation azotée (biomasse aérienne : +8.8% en l'absence de fertilisation vs. +20.1% avec une fertilisation azotée ; biomasse souterraine : +14.6% en l'absence de fertilisation vs. +33.7% avec une fertilisation azotée – remarque : la stimulation de la production de biomasse souterraine par le traitement CO<sub>2</sub> n'est en fait significative que sous fort N).

Hypothèse pour expliquer ces résultats :

On retrouve le fait que l'augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique permet de lever la limitation du métabolisme photosynthétique en C<sub>3</sub>, et ainsi une augmentation de la production de biomasse végétale. La stimulation de la production de biomasse sous fort CO<sub>2</sub> est plus forte lorsqu'il y a fertilisation azotée, car on lève parallèlement la limitation de la croissance végétale par la disponibilité en N.

#### ▪ C – 5 – Implications de ces résultats

Vous discuterez des implications des résultats décrits dans les questions précédentes sur les capacités de stockage de carbone par les écosystèmes forestiers dans le futur.

Réponse(s) à la question I – C – 5

La question I-C-2 a montré que l'augmentation de la teneur atmosphérique en CO<sub>2</sub> stimulait la productivité primaire nette d'un premier écosystème forestier. Cette stimulation semblait ne pas s'atténuer au fil du temps

(du moins sur les 6 années de l'expérimentation). La question I-C-3 a confirmé que l'augmentation de la teneur atmosphérique en CO<sub>2</sub> stimulait la productivité primaire nette d'un second écosystème forestier, mais a révélé que la réponse pouvait s'atténuer au fil du temps, jusqu'à devenir non significative, du fait de l'apparition d'une limitation progressive par la disponibilité en un nutriment contraignant la réponse – vraisemblablement l'azote. La question I-C-4 a confirmé que la stimulation de la production de biomasse, aérienne comme souterraine, sous fort CO<sub>2</sub> était plus prononcée lorsque le système était supplémenté (et donc non limité) en N.

Au bilan, sous les teneurs atmosphériques futures en CO<sub>2</sub>, on pourrait donc s'attendre à une augmentation des capacités de stockage de C par les écosystèmes forestiers. Toutefois, pour que cette augmentation des capacités de stockage de C par les écosystèmes forestiers soit/reste significative, il faut que la disponibilité en azote dans les sols reste suffisante.

➤ II - La strate herbacée et muscinale et la colonisation du sous-bois

- A – Etude d'un échantillon de la strate herbacée
  - A – 1 Analyse florale de l'échantillon herbacé fleuri

Réalisez la dissection florale de l'échantillon herbacé fleuri (échantillon A) et donnez sa formule florale.

Vous disposerez cette dissection sur une feuille blanche posée sur votre paillasse.

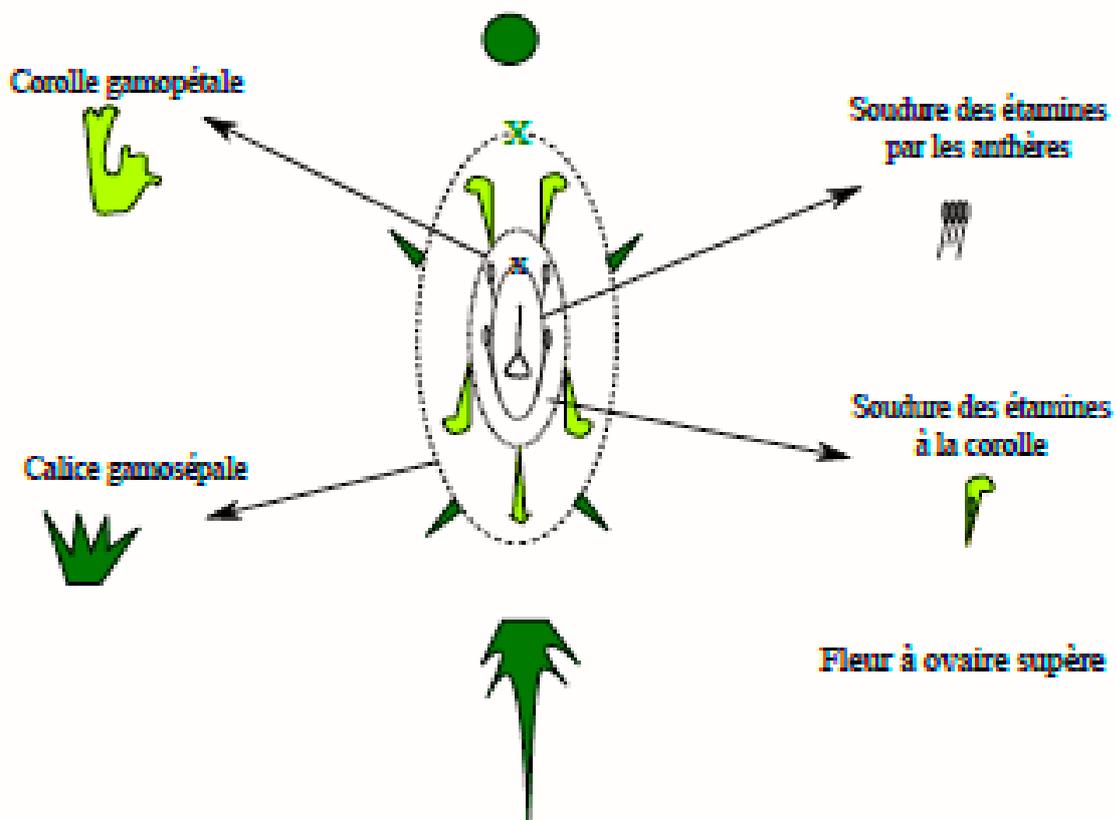
**Appelez l'examineur pour faire valider votre travail.**

Réponse(s) à la question II – A – 1

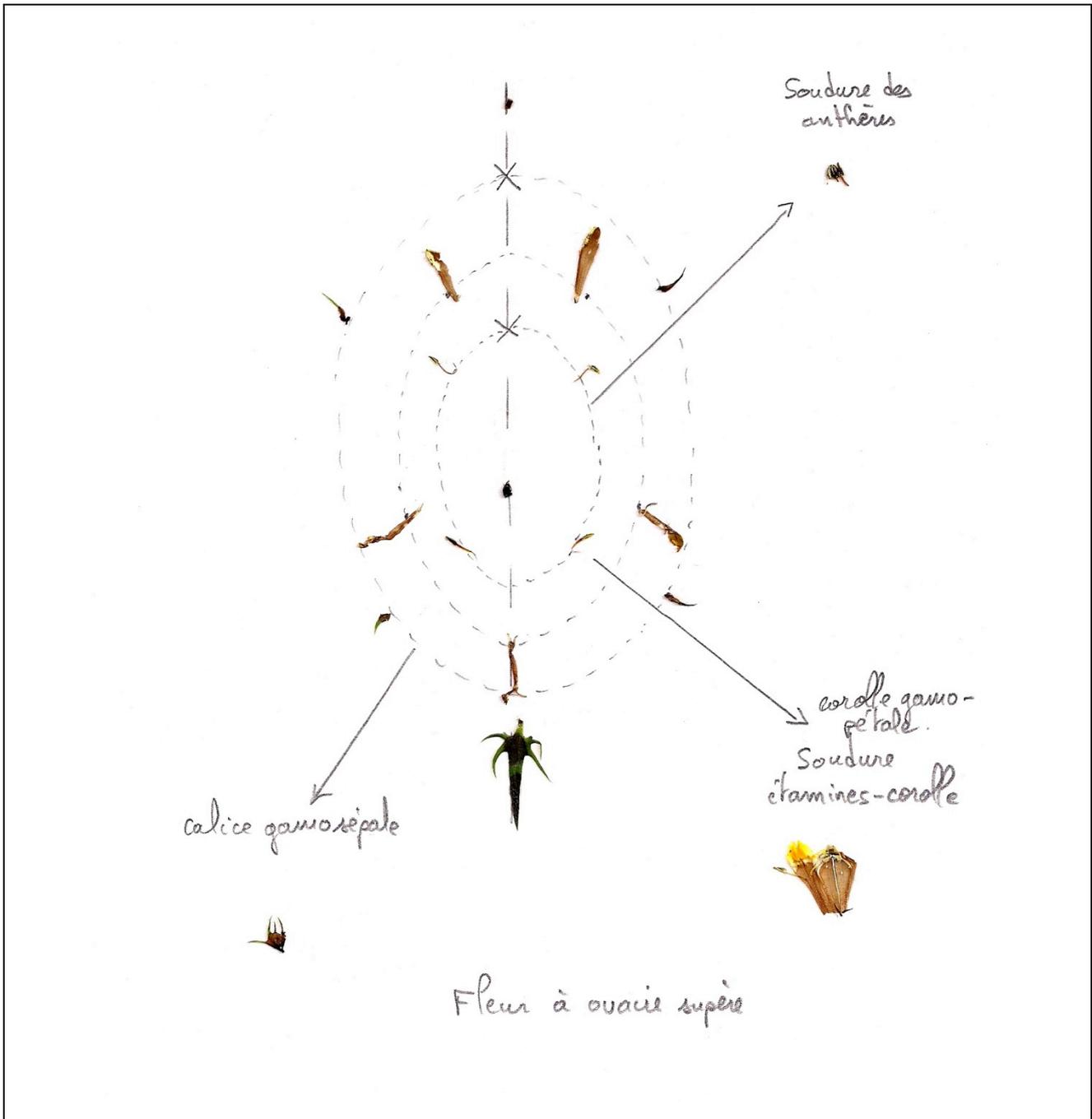
La dissection présentée avec la formule florale proposée en parallèle

**4S + [5P] + [4E] + [2C] .I.**

Schéma de l'attendu



Un exemple de dissection réalisée par le concepteur du sujet



▪ A – 2 Identification de l'échantillon A

Identifiez le plus précisément possible l'échantillon A

Réponse(s) à la question II – A – 2

**Mélampyre des prés, melampyrum pratense scrofulariacées**

- **B – Etude des particularités végétatives et reproductrices d'une espèce de la strate muscinale**
  - **B – 1 Etude anatomique d'un échantillon B – 1**

Vous disposez d'une coupe mince colorée réalisée à partir de l'échantillon B – 1.

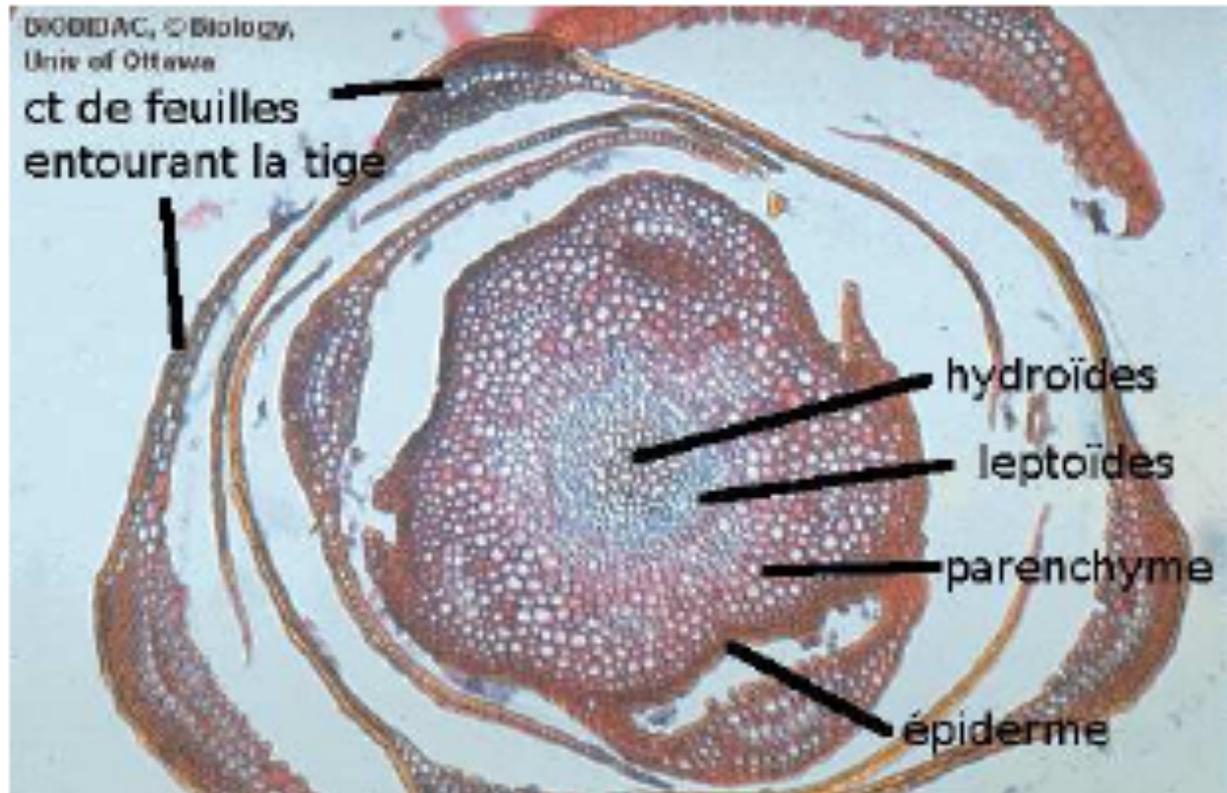
Identifiez l'échantillon B – 1.

Réalisez un schéma titré et légendé de cette coupe.

Réponse(s) à la question II – B – 1

Identification de l'échantillon B - 1 : pied feuillé de polytric

Schéma de la coupe



▪ – 2 Etude du cycle de reproduction de l'espèce

➤ B – 2.1 Etude de la préparation microscopique B - 2.1

Vous disposez d'une préparation microscopique (Lame B - 2.1) d'une coupe longitudinale de l'extrémité de certaines tiges feuillées récoltées au printemps.

Réalisez un schéma interprétatif titré et légendé de cette préparation.

Expliquez le rôle des structures observées dans la reproduction.

Réponse(s) à la question II – B – 2.1

Les anthéridies sont aussi situées au sommet d'un gamétophyte



L'antheridie contient un grand nombre d'anthérozoïdes. Quand ils sont libérés ils peuvent nager dans le film d'eau qui recouvre la mousse jusqu'à l'osphère d'un archégone.

Au sommet du gamétophyte mâle, développement d'antheridies. A maturité, leur contenu est une masse formée de très nombreux spermatozoïdes biflagellés : les anthérozoïdes. Après l'éclatement de l'antheridie, dû à l'absorption de l'eau contenue dans l'involucre par les parois gélatinisées des cellules spermatogènes, les anthérozoïdes sont expulsés par le sommet et nagent dans le film d'eau couvrant les pieds de mousse. Ils vont ensuite participer à la fécondation en étant attirés par les archégonies matures présents au niveau des corbeilles femelles.

### B – 2.2 Etude de l'échantillon B - 2.2

Deux mois plus tard, l'échantillon B – 2.2 a été photographié dans le même sous-bois. Une coupe longitudinale a été réalisée dans la partie terminale de l'échantillon B – 2.2 et photographiée.

**Photographie  
l'échantillon B –2.2**

(source : www.flickr.com)



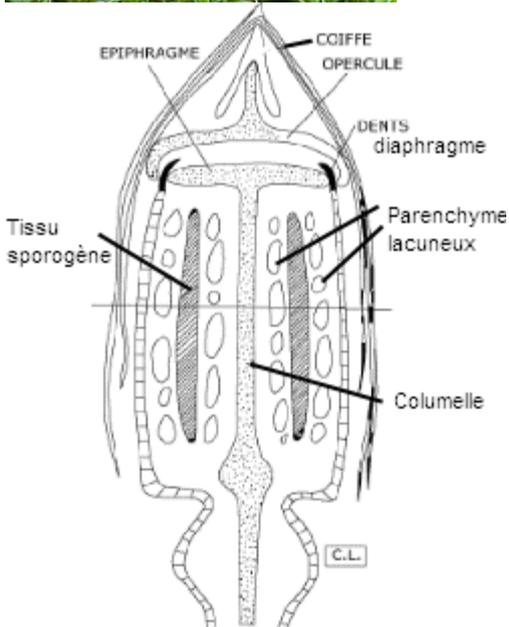
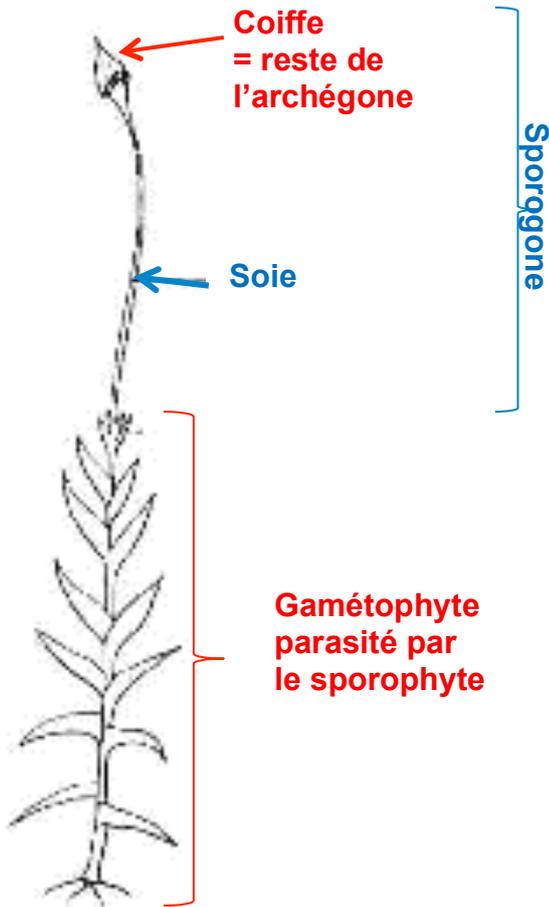
**Photographie de la  
coupe longitudinale**



Réalisez un schéma titré et légendé de ces photographies.

Quelle relation existe-t-il entre l'échantillon B – 2.1 et l'échantillon B – 2.2 ?

*Réponse(s) à la question II – B – 2.2*



Observation d'un sporogone

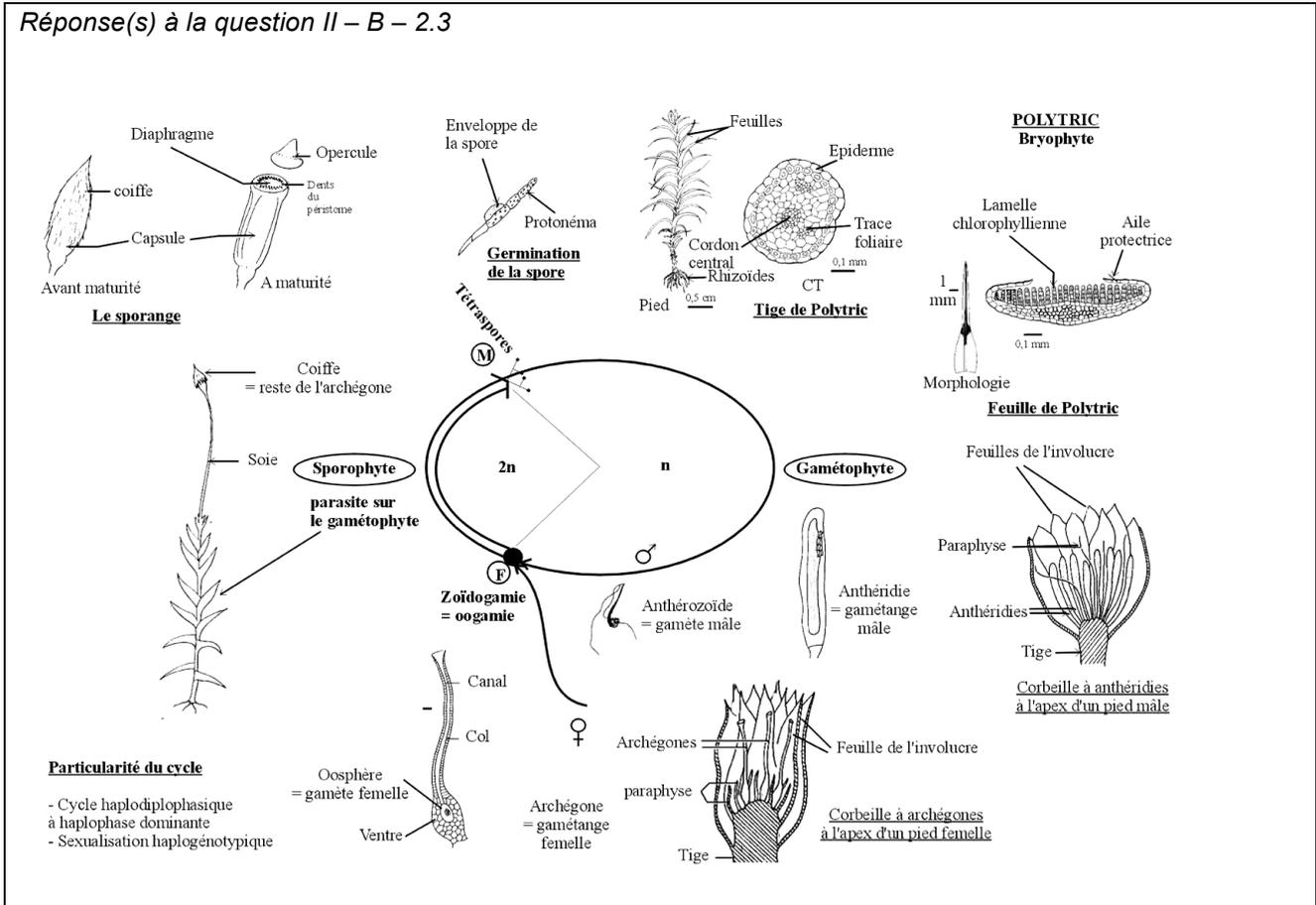
CL dans l'urne du sporogone

Les anthéridies présentent dans la corbeille du gamétophyte mâle (échantillon 2-1) libèrent des anthérozoïdes dans le fil d'eau liquide recouvrant le coussin de polytric. Les anthérozoïdes vont féconder les archégonies des pieds femelles. L'œuf issu de la fécondation se développe ensuite pour donner le sporogone (échantillon 2-2).

➤ **B – 2.3 Cycle de développement de cette espèce**

Vous reconstituerez et commenterez le cycle de développement de cette espèce en remplaçant les échantillons B – 1, B – 2.1 et B – 2.2 dans ce cycle.

Réponse(s) à la question II – B – 2.3



➤ **III - Les animaux de la litière et leur action de recyclage de la matière organique**

○ **A – Etude de la litière**

**Appeler l'examineur pour qu'il vous apporte un échantillon de litière**

▪ **A - 1 Interaction entre sol et litière**

Une coupe de sol a été réalisée et photographiée dans une chênaie.



Commentez l'état de la litière visible sur cette photographie et décrivez la richesse en matière organique des différents horizons observables sur le cliché.

Emettez des hypothèses sur la vitesse de recyclage de la matière organique dans cette chênaie.

Réponse(s) à la question III – A – 1

**Horizon O : accumulation de la matière organique (très faible épaisseur – 1 cm )**

**Horizons A : mélange de matière organique et de matière minérale, structurés par les activités biologiques. (très forte teneur en MO et racines visibles surtout dans les dix premiers centimètres donc horizon A1 et matière organique en quantité plus faible non identifiable dans les dix centimètres suivant donc horizon A2)**

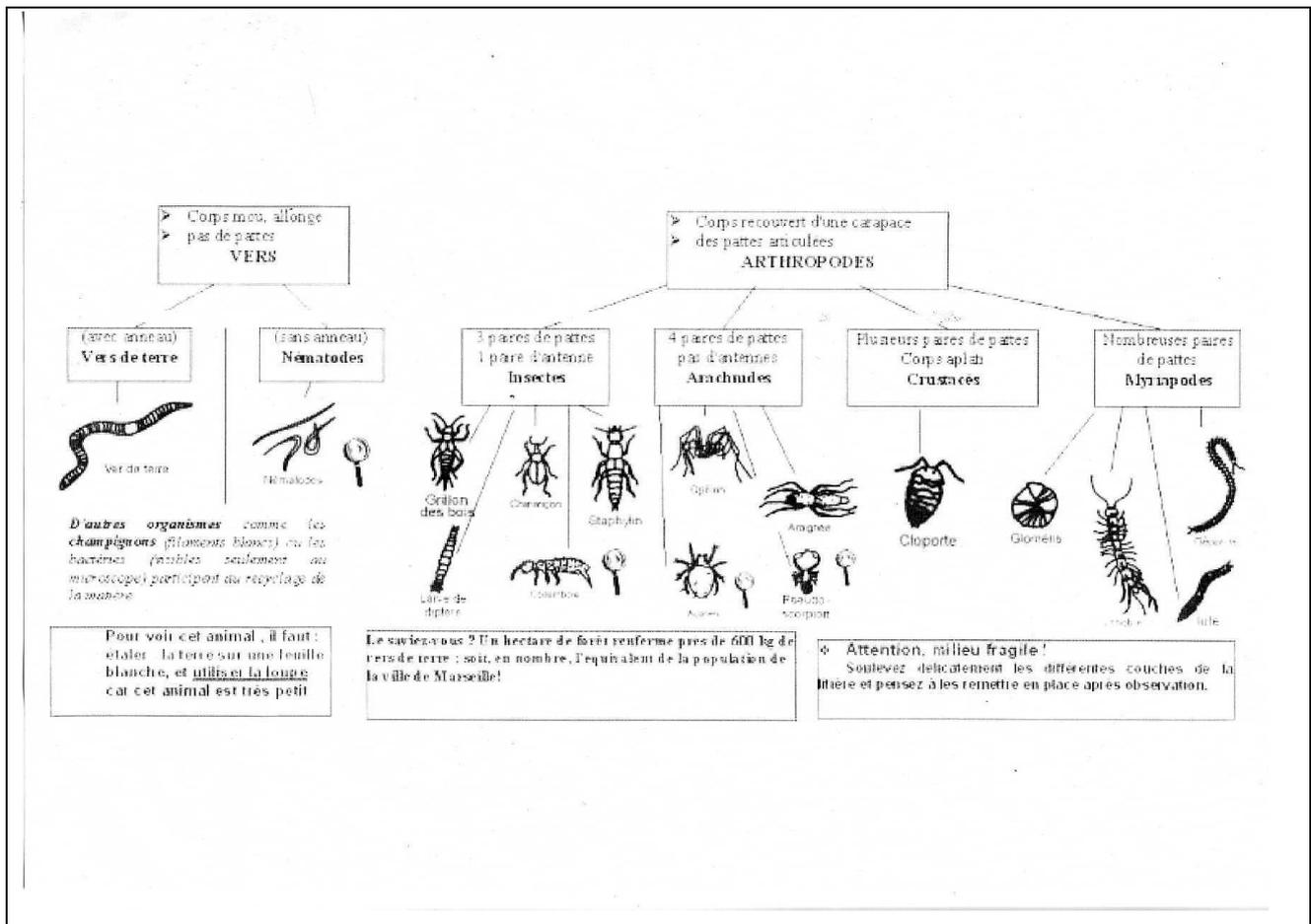
▪ **A - 2 Analyse simple de la faune de la litière**

Rechercher la macrofaune et la microfaune dans la litière fournie et présentez vos échantillons dans une boîte de Petri.

Identifiez 3 taxons minimum.

**Appelez l'examineur afin de faire valider votre travail et les identifications réalisées.**

Réponse(s) à la question III – A – 2



○ B – Etude des préférences écologiques d'un animal de la litière

**ATTENTION :**

**Cette partie se déroule sur le poste « manipulation » selon un planning imposé inscrit au tableau. Vous devez d'abord aborder la partie théorique de cette question pour ensuite pouvoir réaliser la partie pratique. Vous disposez de 30 minutes maximum sur le poste.**

L'objectif de cette partie est d'établir certaines préférences écologiques d'un animal de la litière.

➤ B – 1 Identification du sujet d'étude

Vous disposez de plusieurs exemplaires d'un animal de la litière. Identifiez l'animal.

Réponse(s) à la question III – B – 1

**Attendu : nom commun cloporte. Bonus pour tout complément de classif correct Eucaryote, Opisthoconte, métazoaire, bilatéralien, protostomien, cuticulate, ecdysozoaire, arthropode malacostracé isopode double bonus pour *Philoscia muscorum* cloporte des mousses**

➤ B – 2 Mise en place de protocoles d'étude des préférences de l'animal

Vous disposez d'une boîte en plastique, de canson noir, d'un tissu noir, d'une lampe et de vos outils usuels (paire de ciseaux, scotch, chronomètre ...).

A l'aide de ce matériel, proposez par écrit un protocole précis permettant d'étudier les préférences écologiques de l'animal étudié vis-à-vis de la lumière.

Vous illustrerez à l'aide de schémas annotés les différents montages envisagés.

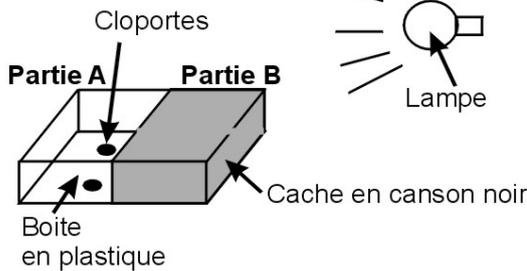
Réponse(s) à la question III – B – 2

• **Expérience sur l'effet de la lumière**

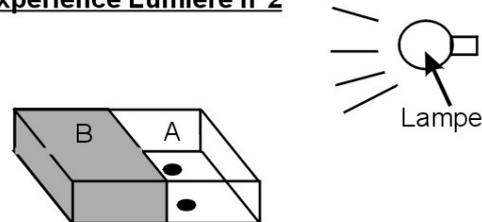
*Hypothèse : les cloportes préfèrent l'obscurité*

- Boîte avec deux moitiés, la moitié A à la lumière et la moitié B formant un abri en canson noir (laisser une fente de 4 mm de haut entre la partie A et B pour le passage des animaux) ; 5 cloportes posés au centre de la boîte à la limite entre A et B ; relevé du nombre de cloportes à la lumière (moitié A) en fonction du temps.

**Expérience Lumière n°1**



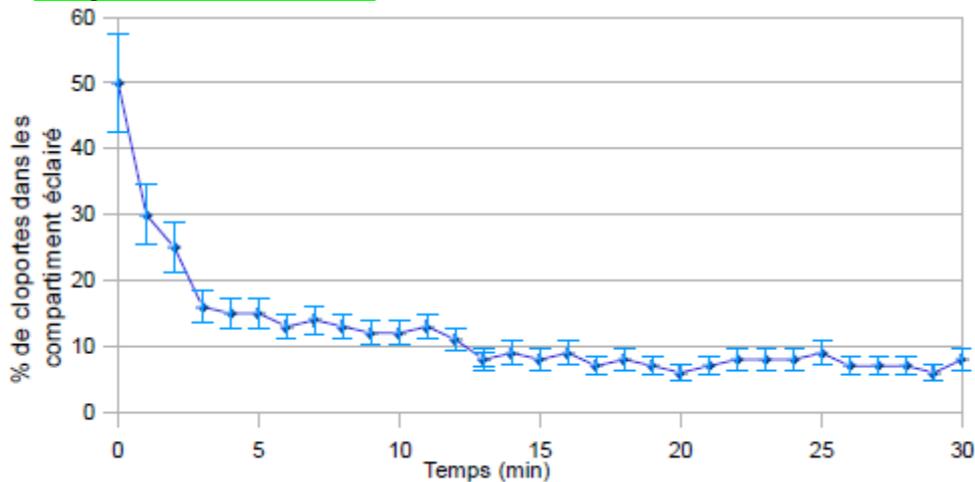
**Expérience Lumière n°2**



- *Témoin négatif : boîte sans abri avec lumière à la même distance ; relevé du nombre de cloportes dans le compartiment A au cours du temps*
- *Témoin positif : boîte entièrement à l'obscurité et relevé du nombre de cloportes dans la partie A.*

*Chaque expérience doit être répétée un nombre significatif de fois. Ce nombre est au minimum de 6 expériences si l'on veut travailler sur le comportement d'un lot de 30 cloportes.*

**Exemple de courbes attendues :**



*Les points seront donnés à condition que les manipulations proposées soient de bon sens. Il se peut que certains candidats proposent de tester les cloportes les uns après les autres, et de mesurer le temps passé dans le compartiment obscur sur une durée de mesure de X minutes.*

*Je propose un bonus pour ceux qui signaleront que le résultat dans les témoins positif et négatif ont toutes les chances d'être faussé par le caractère grégaire des cloportes, qui même en milieu homogène, vont finalement se regrouper.*

➤ **B – 3 Mise en œuvre du montage testant les préférences photiques**

Mettre en œuvre votre protocole. Précisez par écrit le montage réalisé et donnez les résultats obtenus.

Durée conseillée pour une expérience : 3 minutes

**Appelez l'examineur afin de faire valider votre montage et les résultats obtenus.**

Réponse(s) à la question III – B – 3

○ **C – Etude des vers de terre, organismes ingénieurs du sol**

▪ **C – 1 Analyse du rôle écologique des vers de terre**

En vous aidant de l'analyse du tableau 1, explicitez le(s) rôle(s) des différents groupes de vers de terre dans le sol.

**Tableau 1: Les groupes écologiques de vers de terre**

	<b>Anéciques</b>	<b>Endogés</b>	<b>Epigés</b>
<b>Pourcentage de la biomasse lombricienne</b>	80 %	19 %	1 %
<b>Habitat</b>	Toutes les couches du sol jusqu'à 3–4 m de profondeur Galeries verticales	Couche superficielle et moyenne du sol (5–40 cm) Galeries horizontales	Dans la litière de surface
<b>Longueur</b>	Grands 15–45 cm	Petits 1 à 20 cm	Petits à moyens 1 à 6 cm
<b>Alimentation</b>	Tirent de grands débris de plantes dans leurs galeries d'habitation	Débris de plantes mélangés à la terre des horizons	Petits morceaux de plantes restés à la surface du sol
<b>Multiplication</b>	Limitée	Limitée	Forte
<b>Durée de vie</b>	Longue: 4–8 ans	Moyenne: 3–5 ans	Courte: 1–2 ans

Sensibilité à la lumière	Modérée	Forte	Faible
Couleur	Rouge-brun, tête plus foncée	Pâle	Globalement rouge-brunâtre
Exemples	Lombric, Ver à tête noire	<i>Octolasion lacteum</i> , <i>Allolobophora caliginosa</i>	Ver du compost, Ver rouge du marécage

Réponse(s) à la question III – C – 1

**Epigés : décomposition de la matière végétale et développement de la faune bactérienne. Travail préparatoire de la dégradation de la matière organique mais efficacité limitée par le nombre d'individus**

**Endogés : recyclage de la matière organique et minéralisation. Complètent le travail des précédents.**

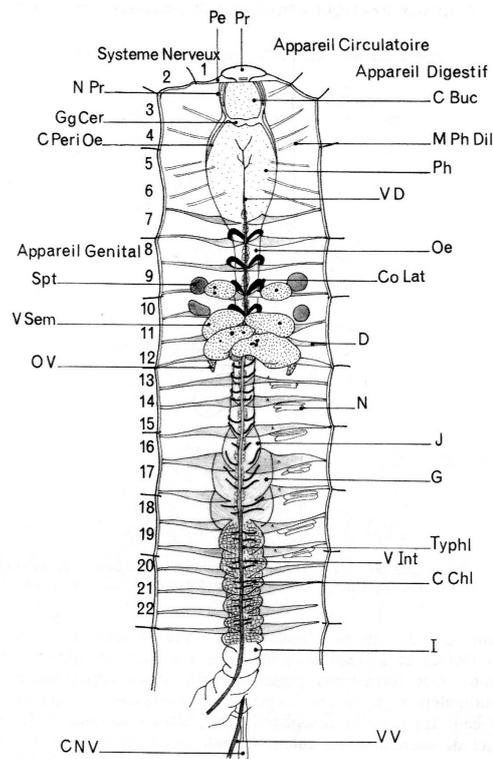
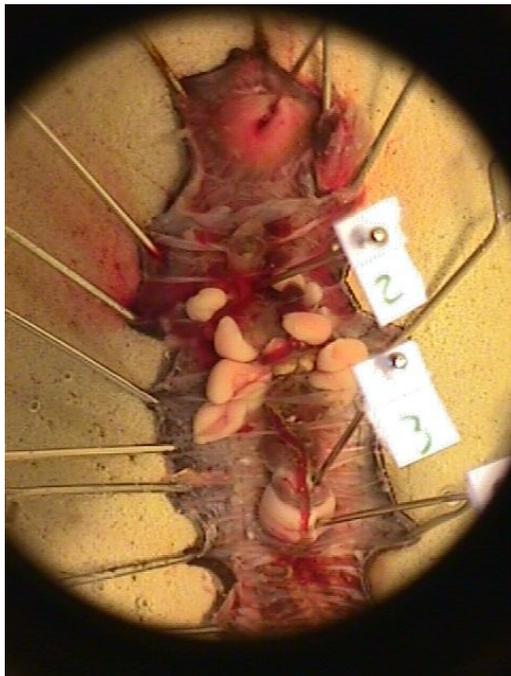
**Anéciques : bioturbation et mélange de la matière organique et minérale avec mise en place de transferts verticaux importants en relation avec le nombre d'individus. Aération du sol et drainage**

▪ C – 2 Etude anatomique du lombric

Effectuez la dissection de la partie antérieure de l'animal. Réalisez un schéma interprétatif titré et légendé de l'ensemble de la dissection.

**A l'issue de ce travail, appelez l'examineur qui évaluera votre dissection et le schéma réalisé.**

Réponse(s) à la question III – C – 2



**Dissection du Ver de terre, *Lumbricus terrestris* L. (vue dorsale).**

- Appareil digestif: C.Buc. : cavité buccale; C.Chl. : cellules chloragènes ; G. : gésier; I. : intestin; J. : jabot; M.Ph.Dil. : muscles pharyngiens dilatateurs; Oe. : œsophage ; Ph. : pharynx; Typhl. : emplacement du typhlosolis.

- Appareil circulatoire : Co.Lat. : cœur latéral; V.D. : vaisseau dorsal; V.V. : vaisseau ventral; V.Int. : vaisseau intestinal.

- Système nerveux : C.N.V. : chaîne nerveuse ventrale; C.Peri-Oc. : collier péri-œsophagien ; Gg Cer. : ganglions cérébroïdes; N.Pr. : nerfs prostomiaux.

- Appareil génital : OV. : ovaire; Spt. : spermathèque ou réceptacle séminal; V. Sem. : vésicule séminale latérale.

- Divers: 1,2, 3,... 22, etc. :métamères 1, 2, 3, 22, etc.; D. : dissépiment ; N. :néphridie (représentation schématique, partielle et limitée au côté droit de l'animal); Pe. : péristomium; Pr. : prostomium.

▪ **C – 3 Rôle des différents segments du tube digestif**

Explicitez le(s) rôle(s) des différents segments de l'appareil digestif mis en évidence par votre dissection.

Réponse(s) à la question III – C – 3

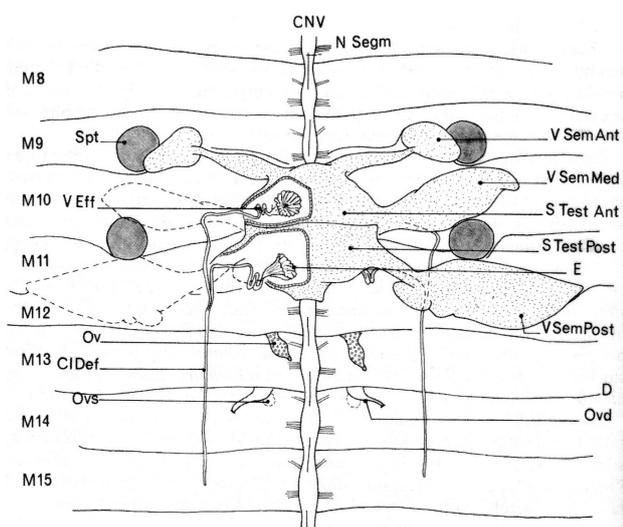
**Bouche, jabot gésier, intestin et typhlosolis, tissu à cellules chloragènes**

▪ **C – 4 Etude des organes reproducteurs**

Explicitez le(s) rôle(s) des différentes parties de l'appareil génital mis en évidence par votre dissection.

Rappeler les différentes étapes de la reproduction du lombric.

Réponse(s) à la question III – C – 4



**Étude de l'appareil génital du Ver de terre, Lumbricus terrestris L. (vue dorsale).**

Cl.Def. : canal déférent; C.N.V. : chaîne nerveuse ventrale; D. : dissépiment; E. 2 entonnoir; M.8, M.9,... M.15 : métamères 8, 9,... 15; N.Segm. : nerfs segmentaires; Ov. : ovaire; Ovd. : oviducte; Ovs. : ovisac ou receptaculum ovarum; Spt. : spermathèque ou réceptacle séminal; S.Test.Ant. : sac testiculaire antérieur; S.Test.Post. : sac testiculaire postérieur; V.Eff. : vasa efferentia; V.Sem.Ant. : vésicule séminale antérieure; V.Sem.Med. : vésicule séminale médiane; V.Sem.Post. : vésicule séminale postérieure.

#### a) L'appareil génital mâle

- Les deux paires de testicules dans les segments 10 et 11. Ces gonades ne sont pas directement visibles car elles sont situées à l'intérieur de sacs impairs, grossièrement quadrangulaires, s'étendant juste au-dessus de la chaîne nerveuse ventrale : les sacs testiculaires antérieurs (S. Test. Ant. = métamère 10) et postérieurs (S. Test. Post. : métamère 11), dénommées aussi vésicules séminales.

Au terme de leur évolution, les spermatozoïdes sont stockés dans les vésicules séminales latérales que nous avons observées autour de l'œsophage.

- 2 paires de vésicules séminales latérales antérieures (V. Sem. Ant.) et médianes (V. Sem. Med.) prennent naissance aux angles du sac testiculaire antérieur alors que le sac testiculaire postérieur n'en forme qu'une seule paire de grande taille 2 les vésicules séminales postérieures (V. Sem. Post.).

- Les conduits génitaux ou spermiductes prennent naissance au niveau des sacs testiculaires antérieur et postérieur. On trouve à leur origine de vastes entonnoirs à structure en rosette (E.). Les spermatozoïdes captés par ces entonnoirs passent ensuite, de chaque côté, dans deux fins canaux à partie proximale contournée : les *vasa efferentia* (V. Eff.) qui s'unissent au niveau du 11<sup>e</sup> métamère pour former un canal déférent (Cl. Def.). Ce dernier gagne le 15<sup>e</sup> métamère et, après un très bref trajet dans l'épaisseur de la paroi corporelle, débouche à l'extérieur.

#### b) L'appareil génital femelle

A l'opposé de l'appareil génital mâle, l'observation de l'appareil génital femelle ne nécessite aucune préparation ou dissection préalable.

- Les ovaires (Ov.) piriformes sont situés de part et d'autre de la chaîne nerveuse ventrale et attachés au dissépiment qui sépare les segments 12 et 13. Il est très facile d'y observer les ovocytes visibles par transparence et de remarquer que les plus proches du dissépiment sont de taille nettement inférieure à ceux qui occupent l'extrémité libre de l'ovaire.

- Les oviductes (Ovd.) situés en face des ovaires débutent par une sorte d'entonnoir enchassé dans le dissépiment qui sépare les segments 13 et 14. L'oviducte proprement dit est entièrement situé dans le métamère 14 où il débouche à l'extérieur. Un diverticule globuleux d'importance variable mais très irrigué est branché sur cet oviducte; cet ovisac (Ovs.) ou receptaculum ovarum recueille les ovules avant leur expulsion à l'extérieur.

- Deux paires de réceptacles séminaux ou spermathèques (Spt.) complètent l'appareil génital femelle; ils sont situés dans les métamères 9 et 10. Ces formations sphériques et blanchâtres débouchent à l'extérieur à la jonction des métamères 9 et 10 d'une part (spermathèques antérieures) et des métamères 10 et 11 d'autre part (spermathèques postérieures). Les spermatozoïdes reçus lors de l'accouplement y sont temporairement stockés; la taille des réceptacles séminaux varie en fonction de l'âge et surtout de l'état génital des animaux considérés.

**Accouplement des lombrics et échange de spermatozoïdes avec stockage dans les spermathèques.**

**Puis création d'un cocon de ponte muqueux en forme d'anneau avec dépôt des gamètes et fécondation externe.**

➤ **IV - Relations entre des organismes de la macrofaune et la strate arborée**

○ **A – Etude comparée des pièces buccales de deux insectes de la macrofaune**

Vous disposez de deux insectes de la macrofaune de la forêt. Identifiez ces insectes le plus précisément possible.

Réponse(s) à la question IV – A

**Pyrrhocore *Pyrrhocoris apterus* hémiptères ou rhynchote**

**Hanneton *Melolontha melolontha* coléoptère**

Présentez de manière comparée les pièces buccales de ces deux insectes (dissection ou écartement des pièces).

Réalisez un schéma interprétatif titré et légendé de cette présentation en dégagant les caractéristiques de ces pièces buccales en relation avec le régime alimentaire de l'animal.

**Appelez l'examineur afin de faire valider votre montage et votre représentation graphique**

Réponse(s) à la question IV – A



**Exemple de dissection présentée sous la loupe**

**Hanneton**

**Pyrrhocore**

Appareil primitif coupeur broyeur

Appareil piqueur-suceur

Détail de la présentation du pyrrhocore



○ **B – Relation entre la macrofaune et la strate arborée**

Explicitez le plus précisément possible la(les) relation(s) existant entre ces insectes à différents stades de leur développement et la strate arborée.

*Réponse(s) à la question IV – B*

**Hanneton :**

**Larve souterraine ravageuse des racines**

**Durée de vie 4 ans**

**Adulte : consommateur très modéré de feuilles**

**Pas de compétition entre larve et adulte**

**Pyrrhocore**

**Larve et adulte : piqueur des jeunes rameaux et absorption de sève élaborée essentiellement de malvacées. Espèce assez polyphage.**

➤ **V - Etude de quelques composantes de la biocénose de l'écosystème forestier**

**Durée maximale : poste « déterminations et étude comportementale »: 30 min**

- **A - Reconnaissance de spécimens de l'écosystème forestier**
  - **A1 – Reconnaissances et relations interspécifiques**

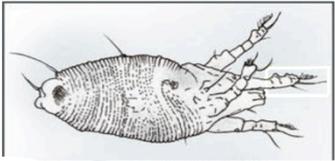
Vous identifierez le plus précisément possible les spécimens 1 à 10.

Pour chaque couple de spécimens proposés, indiquez les relations interspécifiques pouvant exister entre les deux espèces.

Spécimen 1	Spécimen 2
<b>Chêne pédonculé (échantillon)</b>	<b>Lucane mâle</b> 
<b>Relation interspécifique illustrée</b> <b>Insecte saproxylophage surtout sur le bois de chêne</b>	

<b>Spécimen 3</b> avec l'œuf correspondant sur la photo du nid	<b>Spécimen 4</b> avec l'œuf correspondant sur la photo du nid
<b>Coucou (<i>Cuculus canorus</i>)</b>	<b>Accenteur mouchet (<i>Prunella modularis</i>)</b>
	
<b>Relation interspécifique illustrée</b> <b>Parasitisme de couvée</b>	

<b>Spécimen 5</b>	<b>Spécimen 6</b>
<b>Tilleul silvestre (échantillon)</b>	<b>Tilleul silvestre avec galle cornue (échantillon) et Acarien microscopique (photo)</b>

	<p><b>SPECIMEN 6</b> </p> <p><b>Détail du spécimen 6</b> </p> <p><b>Organisme trouvé dans le spécimen 6</b>  x 100</p>
--	--

**Relation interspécifique illustrée**

**Parasitisme et réaction végétale associée**

<b>Spécimen 7</b>	<b>Spécimen 8</b>
<b>Polypore (échantillon)</b>	<b>Peuplier tremble (échantillon)</b>

**Relation interspécifique illustrée**

**Saprophytisme sur bois mort ou parasitisme sur sujet malade**

<b>Spécimen 9</b>	<b>Spécimen 10</b>
<p><b>Hibou moyen duc (<i>Asio otus</i>)</b></p> 	<p><b>Lézard vert (<i>Lacerta bilineata</i>)</b></p> 

**Relation interspécifique illustrée**

Prédation

▪ **A2 – Reconnaissances et indications écologiques**

Vous identifierez le plus précisément possible les spécimens 11 à 20 en indiquant quelle(s) est(sont) l' (les) indication(s) écologique(s) associée(s).

N°	Nom du spécimen	Indication(s) écologique(s) associée(s)
11	Fougère aigle (échantillon)	Acidophile sciaphile
12	Sorbier torminal (échantillon)	Sciaphile
13	Buis (échantillon)	calcicole
14	Salamandre tachetée (photo)	Sous-bois humide de feuillus (neutrophile)
15	Brachypode des bois (échantillon)	Sciaphile nitrophile
16	Carabe doré (photo)	Sous-bois neutrophile de chênaie
17	Leucobryum glaucum (échantillon)	Sous-bois neutrophile humide
18	Carex des bois (échantillon)	Sciaphile nitrophile
19	Digitale rouge (échantillon)	Héliophile
20	Erica scoparia (échantillon)	acidophile

○ **B - Etude comportementale**

Vous disposez d'une petite vidéo d'un animal de la forêt.

Identifiez l'animal.

Réponse à la question V – B

Pic noir (*Dryocopus martius*)

Analysez les différentes séquences en précisant les relations observées entre les êtres vivants de l'écosystème forestier visibles sur cette vidéo.

Réponse à la question V – B

Création du nid par un pic Noir (mâle) – le nid est creusé dans un tronc d'arbre à plusieurs mètres de hauteur et présente une grande ouverture ovale. Chant du pic Noir (attraction de la femelle) avec rythme de frappe variable (le tronc sert de caisse de résonance), puis naissance/développement de jeunes pics (ici deux) jusqu'à leur envol. Une fois laissé vide, le nid profite à d'autres - ici une chouette s'y installe.

Nourriture du pic en saison chaude. Nourriture abondante au sol (bois mort ?)

Nourriture du pic en hiver : nourriture peu abondante. Forte dépense énergétique pour enlever l'écorce de l'arbre. Recherche des larves sous l'écorce et des larves xylophages repérées par leurs galeries emplies de sciures. Elles sont extirpées avec la langue.

## 5.2.2 Commentaires

### I Commentaires généraux sur l'épreuve

Le thème général du sujet de cette année a été **l'écosystème forestier**. Il a été ainsi proposé divers exercices permettant d'analyser différentes strates de l'écosystème forestier et les organismes appartenant à ces principales strates.

La construction du sujet a suivi trois lignes directrices fortes :

- Privilégier autant que possible le travail sur du matériel concret. La part des exercices théoriques a été réduite.
- Proposer un éventail d'exercices classiques d'analyse de travaux pratiques, comme la réalisation de coupes minces, de schémas interprétatifs, de dissections ou la réalisation de montages simples, réalisables par et avec des élèves.
- Orienter autant que possible la réflexion vers une vision fonctionnelle.

La plupart des supports choisis sont extrêmement classiques ; ils ne devaient pas poser de problème aux candidats. Cette relative simplicité a été équilibrée par un nombre assez important d'exercices, obligeant à une bonne maîtrise des techniques traditionnelles de travaux pratiques ainsi qu'à une gestion rigoureuse de son temps de travail, mais permettant à chacun d'exprimer ses capacités.

Le bilan montre une réussite très variable face à ces exercices.

Nous pouvons féliciter un certain nombre de candidats qui ont su terminer le sujet et ont montré une bonne maîtrise pratique ainsi que notionnelle. **La meilleure note est de 15,3/20**. Autre point très positif : à deux exceptions près, chacun des cinquante items de la grille de correction a permis d'attribuer au moins une fois, et souvent plusieurs, le maximum de points alloués aux questions.

La **moyenne des notes est de 8,6/20** et montre une bonne dispersion des copies avec un écart type de 2,2.

L'analyse de détail des résultats aux différentes parties montre en revanche une réussite très contrastée, avec certaines lacunes assez inexplicables sur des supports pourtant très classiques.

Nous encourageons les candidats à travailler autant que possible leur culture naturaliste, et à maîtriser correctement les techniques les plus traditionnelles de SVT qu'ils seront amenés à enseigner une fois recrutés. Nous tenons à féliciter certains candidats qui ont démontré un très grand bagage naturaliste et ont su reconnaître tous les échantillons, même les plus difficiles.

### II Commentaires spécifiques

#### A Partie I : Étude de la strate arborée, cœur de l'écosystème forestier

Cette première partie, la plus longue de toutes, comportait trois exercices distincts.

- **Étude d'un rameau de charme**

L'exercice est ici très classique. Il consiste en une analyse complète de l'échantillon en s'appuyant sur au minimum deux coupes, l'une dans la tige et l'autre dans la feuille.

L'analyse doit commencer par un schéma de l'ensemble de l'échantillon, un rameau comportant les phytomères mis en place durant au moins deux années successives. Il doit décrire toutes les parties, tige, feuille, bourgeons en utilisant un vocabulaire précis permettant de définir la phyllotaxie, la nervation, la forme du limbe, la nature des tissus de protection de la tige aux différents endroits.

Une schématisation d'une coupe transversale de tige et de feuille permettait ensuite de terminer cette analyse.

Cette question très simple a été paradoxalement la plus discriminante de toutes. Il existe en effet une extrême hétérogénéité de schématisation, tant dans leur qualité que dans leur précision. Il est encore plus surprenant de constater que malgré la demande explicite de schémas, certains candidats s'obstinent à ne présenter qu'un texte en guise d'analyse.

La réussite des coupes a été très contrastée. La tige a souvent donné lieu à de très bonnes préparations. La feuille étant plus molle, l'usage de la moelle de sureau fournie sur la paillasse était particulièrement pertinent. Point très curieux, beaucoup de candidats négligent de préparer la coupe de feuille comme la coupe de tige et présentent des coupes, ni vidées, ni colorées.

La schématisation montre trop souvent une méconnaissance des figurés conventionnels de représentation de tissus végétaux. Nous rappelons aussi qu'il est inutile de représenter tout l'organe en cas de symétrie. Un quart de la tige et une moitié de la feuille suffisent amplement à décrire complètement l'échantillon.

Nous avons eu la satisfaction de noter quelques coupes spontanées dans le pétiole ou dans les ramifications. D'autres ont pensé à montrer la diversité des tissus protecteurs primaires et secondaires de la tige. Cette démarche a été valorisée.

Nous attirons d'autre part l'attention des candidats sur l'importance de bien lire le sujet et de respecter les attentes du jury. Il était demandé d'appeler le jury afin de faire valider la qualité des coupes ainsi que faire juger l'adéquation entre les coupes et les schémas interprétatifs. De nombreux étudiants, ayant pourtant réalisés les coupes et les schémas interprétatifs associés, n'ont pas appelé le jury et ont donc perdu les points dévolus à cette part de l'évaluation.

L'identification de l'échantillon n'a pas posé trop de problème.

- **Analyse de la croissance du Robinier faux-acacia**

Cet exercice commençait par une analyse d'un échantillon de tronc poncé et huilé afin de bien faire ressortir les différentes parties.

Ici encore, presque tous les candidats ont représenté la totalité de l'échantillon, malgré une évidente symétrie axiale. C'est une perte de temps et de qualité, car le schéma résultant est obligatoirement petit.

Les attendus étaient ici classiques, mais le manque de rigueur dans la description des parties observées a conduit à une discrimination forte des candidats.

Dans un deuxième temps, il fallait réaliser les courbes de croissance de cette arbre, en premier en relevant l'épaisseur des cernes en fonction des années, puis en réalisant une courbe cumulée de croissance. Ce travail s'appuie sur une photographie d'une coupe avec un rayon sélectionné.

L'exercice ne nécessitait ici que du soin. Nous pouvons être surpris de voir la qualité très médiocre des courbes tracées par certains. Les résultats pour cet exercice est cependant assez correct. La courbe cumulée de croissance obtenue est une droite croissante en fonction du temps.

Le calcul de la vitesse de croissance pouvait ensuite se réaliser soit en reprenant la taille de l'échantillon rapportée à son âge, déterminé à partir du comptage des cernes, soit en mesurant la pente de la courbe cumulée de croissance.

Dans un troisième temps, la recherche de l'influence des paramètres climatiques sur la croissance de l'arbre, de l'influence de la pluviométrie mensuelle ou saisonnière et de l'influence de paramètres spécifiques conduisait le candidat à analyser un ensemble de données météorologiques et de données de vitesse de croissance de diverses essences d'arbres.

Pour être rapidement et efficacement mené à bien, cet ensemble de questions nécessitait de travailler avec un minimum de rigueur. Une ébauche d'approche statistique devait être proposé, soit en traçant en superposition les courbes d'épaisseur de cernes, de température, de pluviométrie, soit en traçant des graphes représentant l'épaisseur des cernes en fonction de la température et de la pluviométrie.

Ceci amène à une conclusion évidente : **il n'y a pas de corrélation très nette de la croissance de l'arbre, ni avec la température, ni avec la pluviométrie.** De légères tendances pouvaient cependant être dégagées.

A de très rares exceptions près, cette démarche n'a pas été retenue, et les candidats se sont contentés d'une analyse parcellaire et trop superficielle. Certains ont même sélectionné les données allant dans le sens de leur conviction, en arrivant à démontrer sans problème des corrélations en réalité absentes.

L'objectif de l'exercice était ici de valoriser les étudiants qui avaient le réflexe d'une approche un minimum interdisciplinaire face à des données complexes.

L'outil mathématique, compris au sens le plus large qui soit, doit être privilégié pour traiter de manière efficace et rigoureuse des données scientifiques.

Pour terminer, il a été demandé de proposer des hypothèses sur les paramètres propres au Robinier qui explique son caractère envahissant. Ici, un très grand nombre de candidats ne répond pas à la question posée. Très peu pensent à des caractères végétatifs (nodosités), à des caractères de reproduction sexuée ou à des caractères de multiplication végétative.

D'une manière générale, cette partie a été assez mal réussie, en partie par manque de soin et aussi par manque de méthode des candidats.

- **Impact de l'augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers**

Cette dernière partie sur la strate arborée constituait le seul exercice théorique du sujet.

L'exercice comportait cinq questions.

Il débutait par une description de deux dispositifs expérimentaux permettant d'étudier les effets *in situ* d'une élévation de la teneur en CO<sub>2</sub> sur deux écosystèmes forestiers. La première question visait à amener le candidat à expliciter les questions auxquelles ces expérimentations permettent de répondre, à discuter de la pertinence des teneurs en CO<sub>2</sub> appliquées et des limites de ces expérimentations.

Les deux questions suivantes de cet exercice visaient à décrire et interpréter les effets de l'augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique sur la productivité primaire nette des deux écosystèmes forestiers étudiés.

La quatrième question visait à décrire et interpréter les résultats d'une méta-analyse portant sur les effets d'une élévation de la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique, couplée ou non à une fertilisation azotée, sur la production de biomasse souterraine et aérienne en forêt.

Enfin, la cinquième question permettait de faire raisonner les candidats sur les implications des résultats précédemment décrits sur les capacités de stockage de carbone par les écosystèmes forestiers sous une atmosphère enrichie en CO<sub>2</sub>.

La réussite à cet exercice a été très variable suivant les candidats et a vraisemblablement été fonction de l'investissement en temps et réflexion consenti par le candidat.

Les meilleurs candidats ont compris la logique des expérimentations décrites et ont réussi à traiter l'ensemble de l'exercice de manière très satisfaisante.

Néanmoins, de nombreux candidats n'ont traité cet exercice que de manière très superficielle et se sont contentés de décrire les résultats observés sans proposer d'interprétation.

Plus inquiétant, un nombre important de copies montre une méconnaissance de la notion de productivité primaire nette, notion pourtant très classique en écologie fonctionnelle qu'il convient de maîtriser.

## **B Partie II : La strate herbacée et muscinale et la colonisation du sous-bois**

- **Dissection florale**

La première partie comprenait une dissection florale d'un échantillon de mélampyre des prés, et son identification.

L'exercice a démontré de fortes lacunes dans la technique de dissection florale chez les candidats.

Nous rappelons qu'une dissection florale doit en premier lieu montrer le nombre exact de pièces de chaque verticille de la fleur. Il faut donc découper, séparer et positionner les diverses pièces sur un diagramme central. Ce diagramme central doit évidemment respecter la symétrie de la fleur, ainsi que les différents verticilles.

Dans un deuxième temps, une série de zooms entourant le diagramme central explicite la relation des pièces entre elles dans un même verticille, ou entre deux verticilles adjacents.

Cette présentation peut aisément être présentée sur une feuille blanche. Il est préférable de coller chaque pièce avec une minuscule goutte de vernis à ongle, afin d'éviter de perdre ou de déranger les pièces lors de la construction de la dissection et lors de l'observation.

Pour réaliser cette dissection il faut à tout prix utiliser autant de fleurs que nécessaire. Dans le cas présent, 3 fleurs étaient au minimum nécessaires. La première permet de donner les différentes pièces séparées pour le diagramme central. Les deux autres permettent de gérer les zooms qui précisent la dissection.

Étant donné la fragilité et la petite taille des pièces florales chez le mélampyre, nous avons choisi de proposer dans la correction un schéma de l'attendu en appui d'une photographie de l'exercice réalisé dans le temps proposé, pour permettre de mieux comprendre les attendus de cette question.

L'identification de la fleur a été très mauvaise. Elle témoigne hélas d'une méconnaissance des fleurs classiques de nos régions. Nous ne pouvons qu'encourager les étudiants à parfaire leurs connaissances naturalistes bien en amont de leur préparation au concours de recrutement.

- **Étude des particularités d'un échantillon de polytric**

Par une série de questions, le candidat était amené à décrire les particularités d'une partie de l'appareil végétatif (étude de la coupe de tige), ainsi que de certaines étapes du cycle de reproduction du polytric (corbeille à anthéridies et coupe longitudinale de l'urne du sporogone). En conclusion, le cycle du polytric était demandé.

Cette série de questions est une restitution simple de connaissances et n'aurait absolument pas dû poser de problème à la majeure partie des candidats.  
Or nous avons eu la désagréable surprise de constater qu'environ 30% des candidats n'ont pas traité cette partie. Pour les autres, le degré de réussite a été très variable.

### **C Partie III : Les animaux de la litière et leur action de recyclage de la matière organique**

- **Analyse de la litière**

Cette partie débutait par une coupe d'un sol brun forestier à commenter. Cette partie a été particulièrement bien traitée.

Le candidat avait ensuite à rechercher la faune observable à l'œil nu ou à la loupe binoculaire dans un échantillon de litière. Aucun montage particulier n'était demandé. Un simple tri sous la loupe permettait sans problème d'extraire 3 organismes et d'identifier 3 taxons.

Cette partie fort simple a quelque fois un peu déstabilisé certains candidats, mais n'a pas posé de problème majeur.

La qualité de reconnaissance des taxons est assez variable chez les candidats.

- **Étude des préférences photiques du cloporte**

Cette deuxième partie était à réaliser au niveau d'un poste « de manipulation » selon un planning imposé et en un temps maximum de 30 minutes.

Il a été demandé, après reconnaissance des organismes (cloportes de type *Philoscia muscorum* – l'identification de l'espèce n'étant pas exigée) de proposer un protocole d'étude des préférences photiques de l'animal. Il fallait ensuite réaliser concrètement un montage et indiquer les résultats obtenus.

Le candidat disposait d'un matériel imposé (voir liste exacte dans le sujet).

Les protocoles proposés pouvaient être extrêmement variés mais devaient toujours témoigner d'un minimum de bon sens et bien entendu devaient respecter les attendus d'une démarche scientifique rigoureuse (présence de témoins, étude de reproductibilité, nombre suffisant d'expérimentations pour un traitement statistique en particulier).

La rapidité de réaction des cloportes permettait de réaliser des mesures sur une durée de 3 minutes environ.

La réussite à cette question a été très discriminante et a valorisé les candidats qui ont utilisé leur bon sens. Certains montages ont montré une réelle réflexion face à la problématique et certains ont été particulièrement ingénieux.

Nous avons aussi eu la satisfaction d'avoir un candidat qui a reconnu l'espèce et le genre exact de l'animal. Même si ce point n'était pas attendu, cette identification a été valorisée.

- **Étude des vers de terre**

Premièrement, une étude des rôles des trois groupes écologiques de vers de terre a été demandée à partir de données sur les vers anéciques, épigés et endogés. Cette question simple n'a pas posé de gros problèmes.

Ensuite une dissection de la partie antérieure de l'animal a été exigée. La taille et la qualité des lombrics proposés à la dissection rendait le travail très rapide et permettait des observations optimales des différents organes.

Il était ensuite demandé d'explicitier le rôle des divers segments du tube digestif, ainsi que le rôle des différentes parties de l'appareil reproducteur.

Les résultats sur l'ensemble de ces questions ont été très décevants. Ceci témoigne d'une méconnaissance parfois totale de l'organisation du lombric ainsi que de son fonctionnement.

### **D Partie IV : Relations entre des organismes de la macrofaune et la strate arborée**

Deux insectes, un hanneton et un pyrrhocore, étaient proposés pour une dissection ou un étalement comparés de leurs pièces buccales.

Le degré de difficulté est ici évidemment très différent.

La dissection des pièces buccales du hanneton n'est pas difficile et très traditionnelle.

L'étalement des pièces buccales du pyrrhocore est plus délicat étant donné la taille du rostre. Des minuties ont été proposées aux candidats pour faciliter leur travail.

Le plus simple est, une fois la tête arrachée, de sortir du labium et d'écartier sous la loupe les stylets mandibulaires et maxillaires. Le labre ne pose quant à lui aucune difficulté d'observation.

Ce travail devait être présenté de manière comparée, c'est-à-dire disposé côte à côte, et montré sous la loupe.

Même si quelques candidats ont montré d'excellents montages, une majorité a à peine abordé cette question. Il est dommage de perdre des points faciles sur la dissection des pièces buccales du hanneton qui ne nécessite que peu de temps pour être menée à bien.

Il est évident que la simple présentation de la tête entière du hanneton sans séparation des pièces ne peut convenir comme réponse.

Enfin, même si la présentation du travail final sous la loupe apparaît comme une évidence, le jury déplore d'avoir eu trop souvent à juger du travail à l'œil nu !

La reconnaissance des insectes n'a pas posé trop de problème dans l'ensemble.

La qualité de schématisation des montages réalisés est par contre assez déplorable. Le niveau reste trop souvent extrêmement basique. Il faut vraiment que les candidats fassent un effort pour représenter avec fidélité et propreté leur montage en s'attachant à détailler les diverses parties des pièces (partie incisive et plateau broyeur des mandibules du hanneton par exemple).

La deuxième question visait à expliciter les relations entre ces insectes et la strate arborée.

Il s'agissait ici pour le candidat de distinguer chez le hanneton une larve fousseuse se nourrissant de racines et l'adulte se nourrissant de feuilles. Pour le pyrrhocore, les larves et l'adulte sont des piqueurs-suceurs ravageurs des appareils végétatifs plutôt jeunes.

Les réponses ont été ici très médiocres, sans que nous n'arrivions à déterminer s'il s'agit d'une méconnaissance de la vie de ces insectes, ou s'il s'agit d'une incompréhension de la consigne.

## **E Partie V : Étude de quelques composantes de la biocénose de l'écosystème forestier**

Cette dernière partie, constituée de trois questions, a été traitée en 30 minutes maximum à un poste « détermination et étude comportementale ». Le passage à ce poste a été réalisé selon un planning imposé. Les seules aides proposées au candidat ont été la flore Bonnier et un guide ornithologique.

- **Reconnaisances et relations interspécifiques**

Dix échantillons regroupés par paire permettaient d'illustrer les relations interspécifiques existant entre divers organismes de l'écosystème forestier. Cette question a été plutôt bien traitée par une majorité de candidats. Certains ont parfaitement reconnu tous les oiseaux mais nous pouvons regretter cependant l'absence d'utilisation du guide ornithologique chez certains, ce qui conduit à des identifications plutôt fantaisistes.

- **Reconnaisances et indications écologiques**

Dix échantillons ont été présentés afin d'être identifiés, en indiquant les indications écologiques associées. Cette partie visait à valoriser les connaissances écologiques de l'écosystème forestier. C'est la partie qui a été le plus mal traitée de l'ensemble du sujet.

Si l'on peut comprendre que certains échantillons, placés ici afin de valoriser les meilleurs candidats, conduisent à une hésitation sur leur indication écologique, il paraît cependant plus surprenant de voir que certains indicateurs classiques des propriétés du sol sont totalement méconnus.

- **Etude comportementale**

Il s'agissait d'une petite vidéo d'un peu moins de 4 minutes montrant diverses phases de la vie du pic noir.

Après reconnaissance de l'oiseau, une analyse rigoureuse permettait de décrire les relations intraspécifiques et interspécifiques du pic noir lors de sa phase de reproduction puis de sa recherche de nourriture l'été et l'hiver.

Cet exercice a été bien mené par une majorité, mais reste discriminant en raison du manque de précision des réponses et du manque de rigueur de l'analyse.

Nous ne pouvons que rester perplexes devant la réponse de certains candidats qui s'évertuent à reconnaître un pic vert (le guide ornithologique étant toujours à leur disposition !).

## **5.3 ÉPREUVES DE SPÉCIALITÉ DU SECTEUR C**

### **5.3.1 Sujet et commentaires**

(avec éléments de correction et commentaires intégrés)

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

CONCOURS EXTERNE – ÉPREUVES D'ADMISSION – session 2013

## TRAVAUX PRATIQUES OPTION DU SECTEUR C

Durée totale : 6 heures

### *Quelques réflexions concernant la période anté et syn- crise de salinité messinienne dans le SE de l'Espagne*

L'épreuve comprend 4 parties

#### **Partie I - Analyse cartographique d'un bassin sédimentaire**

*Durée conseillée : 0h50 – Barème 15/100*

#### **Partie II - Etude d'un bassin sédimentaire**

*Durée conseillée : 2h30 – Barème 40/100*

#### **Partie III – Crises de salinité messinienne**

*Durée conseillée : 1h10 – Barème 20/100*

#### **Partie IV – Gîtologie et réservoirs**

*Durée conseillée : 1h30 – Barème 25/100*

Cette épreuve porte sur quelques aspects de l'histoire géologique des bassins néogènes du Sud de l'Espagne en lien avec la crise de salinité messinienne. Le Bassin de Lorca, sur lequel se concentre en grande partie ce travail, est situé dans le sud de l'Espagne.

Ce sujet contient 43 pages de texte et de figures, plus 5 documents qui sont à rendre avec la copie. Répondez directement sur les feuilles du sujet dans les espaces prévus à cet effet.

**AVANT DE RENDRE VOTRE DOSSIER, VÉRIFIEZ QUE VOUS AVEZ BIEN INDIQUÉ VOS  
NOM, PRÉNOM ET NUMÉRO DE SALLE EN TÊTE DE TOUS LES DOCUMENTS.**

**VOUS DEVEZ RENDRE LA TOTALITÉ DES FEUILLES DU DOSSIER.**

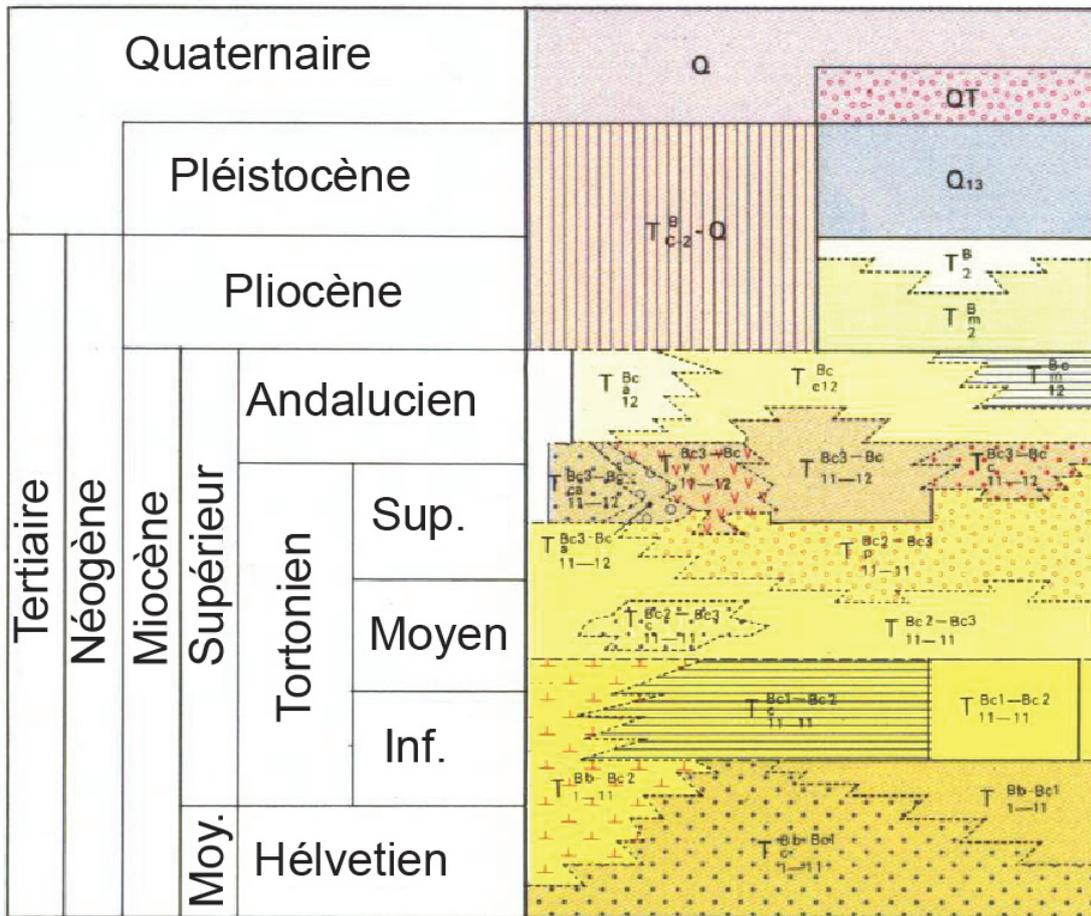
**Partie I – Analyse cartographique d'un bassin sédimentaire**

*Durée conseillée : 0h50 – Barème 15/100*

Le document 1 ([tirage à part sur une feuille au format A3](#)) est un extrait de la carte géologique de Lorca (en Espagne) au 1/50 000<sup>ème</sup> et le document 2 ci-dessous (de la page 2 à la page 5) est extrait de la légende de la carte Géologique de Lorca.

**I-A-1. A partir des documents 1 et 2, réalisez la coupe géologique correspondant au trait de coupe en noir de A à B. Vous tracerez votre coupe en utilisant le profil topographique fourni (document 3; [tirage à part sur feuille au format A3](#)). Vous collerez votre coupe (document 3) sur la page 6 du dossier avoir plié la feuille.**

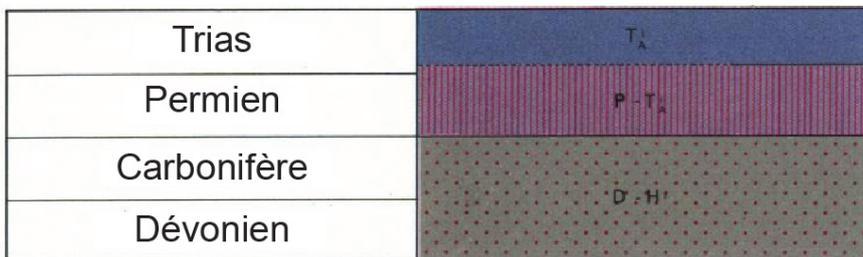
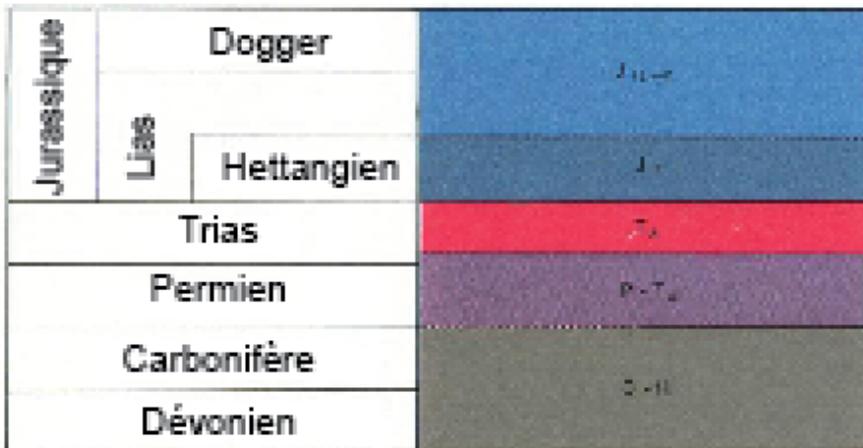
Unité post-



Q	Indifférencié
QT	Terrace
Q <sub>13</sub>	Conglomérats
T <sub>2</sub> <sup>B</sup>	Conglomérats, grès et argiles
T <sub>m2</sub> <sup>B</sup>	Grès, argiles et marnes
T <sub>C-2-Q</sub> <sup>B</sup>	Conglomérats, caliches

$T^{Bc}m_{12}$	Marnes, grès, calcaires
$T^{Bc}a_{12}$	Marnes, grès et niveaux conglomératiques
$T^{Bc}c_{12}$	Conglomérats polygéniques et marnes rouges
$T^{Bc3-Bc}ca_{11-12}$	Calcaires à niveaux conglomératiques
$T^{Bc3-Bc}a_{11-12}$	Alternance de conglomérats, grès et marnes
$T^{Bc3-Bc}_{11-12}$	Marnes gréseuses, poudingues
$T^{Bc3-Bc}v_{11-12}$	Marnes gypsifères et gypses
$T^{Bc3-Bc}c_{11-12}$	Calcarénites
$T^{Bc2-Bc3}p_{11-11}$	Poudingues et marnes
$T^{Bc2-Bc3}_{11-11}$	Marnes
$T^{Bc2-Bc3}c_{11-11}$	Conglomérats
$T^{Bc1-Bc2}c_{11-11}$	Calcarénites, niveaux de conglomérats, grès et marnes
$T^{Bc1-Bc2}_{11-11}$	Grès et marnes
$T^{Bb-Bc2}_{1-11}$	Marnes et grès
$T^{Bb-Bc1}_{1-11}$	Marnes, gypses, grès et conglomérats
$T^{Bb-Bc1}c_{1-11}$	Conglomérats polygéniques

Unité Alqueria (Sub-Bétique) - Complexe Malaguide



$J_{12-2}$	Calcaires gris
$J_{11}$	Dolomies
$T_A$	Calcaires et dolomies grises à silex à la base
$P-T_A$	Argilites rouges, quartzites, conglomérats, grès et schistes rouges et gypses
$D-H$	Grauwackes vertes et carbonates
$T_A^i$	Carbonates noires, dolomitiques et gris à silex
$P-T_A^i$	Argilites rouges, schistes et quartzites
$D-H^i$	Schistes gris, grauwackes et quartzites

Unités intermédiaires

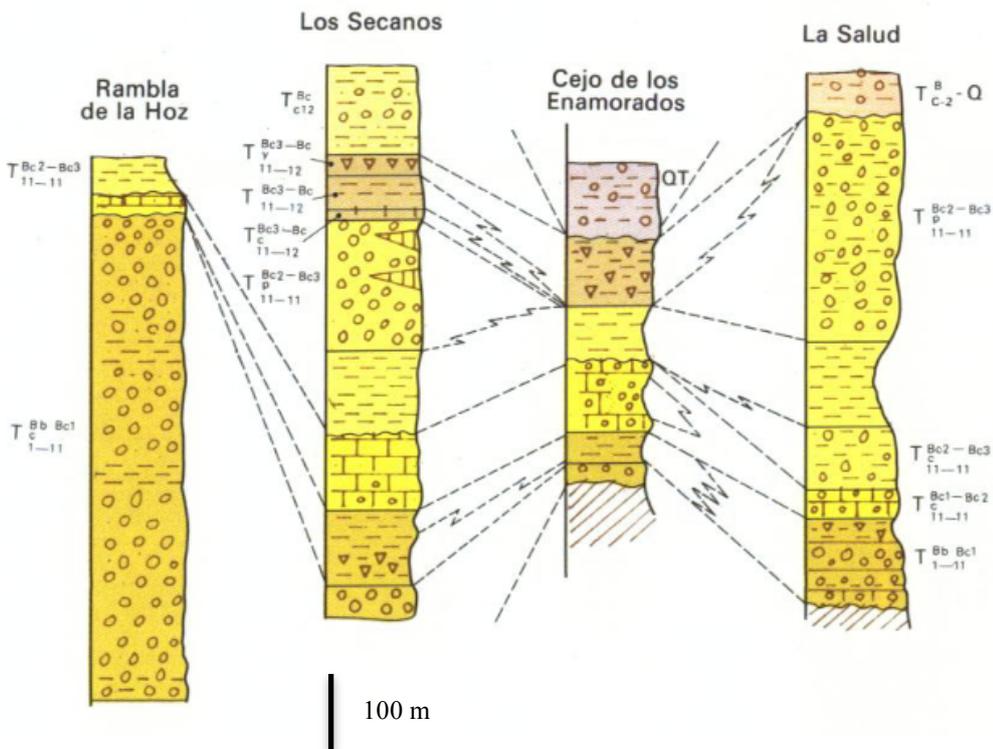
Trias	T <sub>A</sub> <sup>a</sup>
Inf.	
Permien	P - T <sub>A</sub> <sup>a</sup>
Carbonifère	D - H <sup>a</sup>
Dévonien	
Ordovicien.	PC-O
Précambrien.	

Bétique indifférencié

Trias.	PC-T <sub>A</sub>
Précambrien	

- T<sub>A</sub><sup>a</sup> Dolomies et calcaires dolomitiques
- P-T<sub>A</sub><sup>a</sup> Schistes rouges, quartzites, argilites vertes/pourpres
- D-H<sup>a</sup> Quartzites
- PC-O Micaschistes, quartzites, dolomies marmoréennes
- PC-T<sub>A</sub> Carbonates et quartzites

-  Anticinal
-  Anticinal déduit
-  Synclinal
-  Synclinal déduit
-  Direction et pendage
-  Pendage subvertical
-  Pendage horizontal
-  Pendage et direction inverse
-  Contact normal concordant
-  Contact mécanique
-  Contact discordant
-  Contact discordant supposé
-  Faille inverse
-  Faille
-  Faille à rejet
-  Faille supposée
-  Front de chevauchement ou nappe de charriage
-  Front de chevauchement déduit
-  Fossiles
-  Mines actives
-  Mines inactives



Document 2 (pages 2 à 5) : Extrait de la légende de la carte Géologique de Lorca 1/50 000<sup>ème</sup>

*(La localisation des coupes est indiquée sur la carte géologique du document 1 ; 1 : Rambla de la Hoz, 2 : Los Secanos, 3 : Cejo de los Enamorados, 4 : La salud)*

*Collez ci-dessous la coupe géologique (document 3) :*

**Attendu de la coupe géologique :**

- **Secteur SE : terrains paléozoïques avec deux failles inverses et une faille normale au contact avec les dépôts cénozoïques.**
  
- **Secteur central du bassin et de l'extrait de carte, structure synclinale des dépôts cénozoïques depuis le Tortonien au Messinien et discordance sur le Paléozoïque.**
  
- **La structure synclinale enregistre des variations latérales d'épaisseur et surtout des variations latérales de lithofaciès entre le secteur NW et le secteur SE. Les variations d'épaisseur sont importantes pour la base de la série (Helvetien-Tortonien), et les variations de faciès et de lithofaciès sont importantes pour les dépôts du Tortonien supérieur et surtout du Messinien avec le passage depuis des dépôts conglomératiques à marnes et marnes gypsifères.**

***Commentaire : cet exercice s'est souvent révélé difficile, pourtant il ne présentait pas de difficultés majeures ; plus de 50% de réussite autour de la moyenne et 15% au dessus de 7/10.***

**I-A-2. À partir des documents 1 à 3 reprendre les principales unités sédimentaires du Tortonien et du Messinien (« Andalucien », dans l'extrait de la légende ; document 2, page 5) – et reconstituez deux coupes verticales synthétiques (à l'échelle 1/10000) aux points C et D, en indiquant brièvement les changements d'épaisseur et de faciès observés.**

*Réponse à la question I-A-2*

**Attendus :**

Deux logs doivent être extraits aux points C et D à partir de la coupe géologique réalisée ; le passage entre le secteur C et D montre d'importantes variations latérales de faciès et d'importants changements de faciès.

Alors que la coupe D montre des dépôts gypseux au sommet de la succession, la coupe C enregistre des dépôts de marnes et conglomérats pouvant atteindre 200 à 300 m d'épaisseur.

Les dépôts du Tortonien inférieur enregistrent peu de variations latérales d'épaisseur mais montrent des variations de lithofaciès.

**Commentaires :**

*Cet exercice a été assez mal compris, il ne présentait pas de difficultés majeures et avait pour objectif de souligner les variations latérales de faciès et d'épaisseurs des dépôts entre les différents secteurs du bassin. Il fallait pour réaliser cette partie bien maîtriser la coupe géologique.*

**Coupe C**

**Coupe D**

## Partie II – Etude d'un bassin sédimentaire

Durée conseillée : **2h30** – barème : **40/100**

### II-A. Etude pétrographique et faciologique de roches sédimentaires.

Durée conseillée : **20 minutes** – barème : **8/100**

Cette étude vise à faire une caractérisation pétrographique et sédimentaire des principaux faciès ayant participé au remplissage du bassin de Lorca (situé dans le SE de l'Espagne).

#### II-A-1. Déterminez, en justifiant, la nature de l'échantillon 1, les conditions de sa formation et le type d'environnement de dépôt.

*Réponse à la question II-A-1*

**Roche translucide et d'éclat vitreux, rayée à l'ongle et de dureté < 2,2, pas d'effervescence. Gypse de forme prismatique  $\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$**

**Roche sédimentaire d'origine chimique : évaporite.**

**Formation par évaporation, précipitation des ions dissous dans l'eau, au moins 30% du liquide initial (eau de mer) pour le gypse (possibilité de faire une représentation schématique)**

**Environnement lagunaire, chaud (bilan Evaporation/précipitation positif)**

**Commentaires : Pas de difficultés dans cet exercice de reconnaissance des roches, 80% des candidats ont bien répondu**

#### II-A-2. Vous disposez de l'échantillon 2 sous forme d'un frottis. A l'aide de cet échantillon de roche, déterminez, en justifiant, la nature des composants de cette roche, les conditions de sa formation et le type d'environnement de dépôt.

*Réponse à la question II-A-2*

**Echantillon comprenant des micro-organismes siliceux (diatomées, radiolaires, et spicules d'éponge et rares silicoflagellés) et quelques micro-organismes carbonatés tels que les foraminifères planctoniques et les coccolithophoridés (ces derniers sont difficiles à observer à la loupe et au microscope à cause de leur très petite taille)**

**Ces micro-organismes planctoniques vivent dans les premiers 50-100m de la tranche d'eau. Les diatomées appartiennent au phytoplancton et pratiquent la photosynthèse. Les radiolaires appartiennent au zooplancton.**

**Cette association traduit des conditions marines normales et ouvertes sur un domaine de bassin généralement profond.**

**Commentaires : La reconnaissance des microfossiles et plus particulièrement à partir de frottis est assez succincte; Il s'agissait pourtant de reconnaître les principaux constituants des faunes et flores planctoniques (45% des candidats ont la moitié des points et seuls 10% ont reconnu les micro-organismes).**

**II-A-3. L'échantillon 3 est une lame mince qui est issue de l'affleurement illustré sur le document 4. Dessinez, légendez une zone de cette lame mince et déterminez la nature et la texture de cette roche observée en macro- et microscopie et le type d'environnement de dépôt.**



*Document 4: Photographie montrant l'aspect macroscopique d'un faciès situé dans le bassin de Lorca (l'échelle est indiquée par le crayon qui mesure 8 mm de large)*

*Réponse à la question II-A-3*

**La photographie Doc. 4 montre une accumulation de micro-organismes sous forme de « poches concentriques » ; ces micro-organismes en forme de disque sur la photographie correspondent à des foraminifères (protozoaire, unicellulaire) ; Ils sont associés à des fragments d'huîtres. Il s'agit d'une roche carbonatée de texture macroscopique de type floatstone à packstone localement. L'organisation des bioclastes indique que le sédiment est fortement remanié (certainement par des organismes fouisseurs, bioturbation).**

**La lame mince qui venait compléter cette description macroscopique correspond à une roche carbonatée. Il s'agit d'un packstone à wackestone à foraminifères (il n'était pas demandé de déterminer les foraminifères) pouvant être associés parfois à des fragments de coraux, des algues rouges, des débris de bivalves, et de gastéropodes. Quelques grains de quartz, feldspath et glauconie y sont fréquemment associés. Ils sont anguleux à sub-anguleux.**

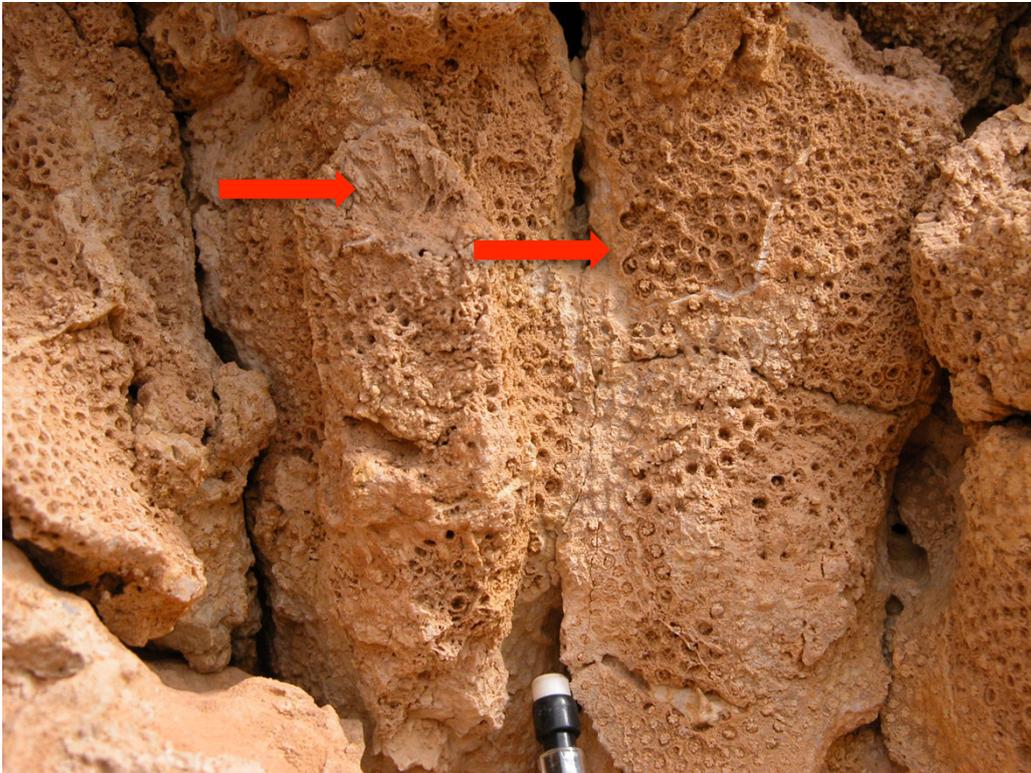
**Les foraminifères présentent un test hyalin (translucide au microscope optique), un enroulement planispiralé. Ils appartiennent aux « Rotaliina » (il s'agit ici d'hétérostégines). Ils sont associés aux plates-formes carbonatées tropicales à subtropicales. Ils ont un taux de production carbonatée comparable à celui des algues et des coraux. Ils présentent un mode de vie symbiotique en association avec des algues unicellulaires.**

**La matrice est composée de micrite (aspect brun noir en microscopie), dont la dimension des cristaux est inférieure à la résolution spatiale de la loupe binoculaire.**

**La présence de bioclastes fragmentés, de grains de quartz et autres éléments terrigènes traduit une certaine énergie du milieu de dépôt. La présence de matrice micritique par contre indique des conditions énergétiques faibles, la matrice fine n'étant pas remaniée. L'association de ces deux modes d'énergie est interprétée comme un environnement calme situé sous la zone d'action des vagues permanentes et soumis à l'action des tempêtes. Le sable carbonaté est ensuite remanié par les organismes fouisseurs et les traces de leur passage correspondent à des bioturbations. Les grands foraminifères benthiques se développent sur des plates-formes carbonatées à des bathymétries entre 0 et 40 m environ.**

**Commentaires :** Cet exercice de reconnaissance de faciès et microfaciès n'a été réussi que par 50% des candidats ; les classifications des roches carbonatées sont mal connues et mal utilisées dans la plupart des cas ; la reconnaissance des bioclastes est imprécise.

**II-A-4.** Le document 5 montre une photographie de détail d'un affleurement. Décrivez les structures visibles sur le document 5 ; et précisez les conditions de formation de ces dépôts.



*Document 5: Macro-échantillon d'une roche carbonatée (l'échelle est indiquée par l'extrémité d'un crayon qui mesure 1,2 cm de long)*

*Réponse à la question II-A-4*

**Cette roche montre des structures en alvéoles avec des cloisons ; ces structures sont organisées suivant un arrangement en colonne verticale. Il s'agit d'une roche carbonatée bioconstruite de texture boundstone et plus précisément framestone. Les organismes constituent une colonie corallienne. Dans le détail, les loges et alvéoles montrent un espacement régulier et certaines présentent une organisation interne avec des cloisons et des parois comme l'indiquent les flèches rouges ajoutées pour la correction.**

**Les coraux se sont développés dans un environnement marin peu profond et la colonie semble de part sa structure pouvoir résister à l'énergie des vagues. Ce faciès correspond à un environnement marin situé au dessus de la limite d'action des vagues permanentes dans la zone photique (ces organismes sont souvent associés à des Zooxanthelles).**

**Commentaires :** 70% de réussite sur cet exercice de reconnaissance macroscopique d'une roche carbonatée (l'essentiel autour de la moitié des points), les réponses sont assez imprécises et les structures apparentes sur la photographie sont très rarement décrites.

**II-B. Modèle sédimentologique**

*Durée conseillée : 0h45 minutes – barème : 12/100*

Le document 6 ([tirage à part sur une feuille au format A3](#)) illustre un panorama du bassin de Lorca (sur la photographie A) et le détail des géométries correspondant au sommet de la coupe qui sont indiquées par des flèches blanches (zoom de la photographie B). Le modèle sédimentaire est ensuite proposé pour ce bassin qui correspond à l'évolution latérale et verticale des principaux faciès et environnements de dépôts observés. Plusieurs surfaces majeures sont repérées et légendées. Les corrélations ont été réalisées à partir des coupes 1 à 8 qui sont positionnées sur la photographie A de ce document. La légende reprend les principaux environnements de dépôts.

**II-B-1. A partir de ce document, indiquez à quoi correspondent les géométries de la photographie B et comment les interpréter?**

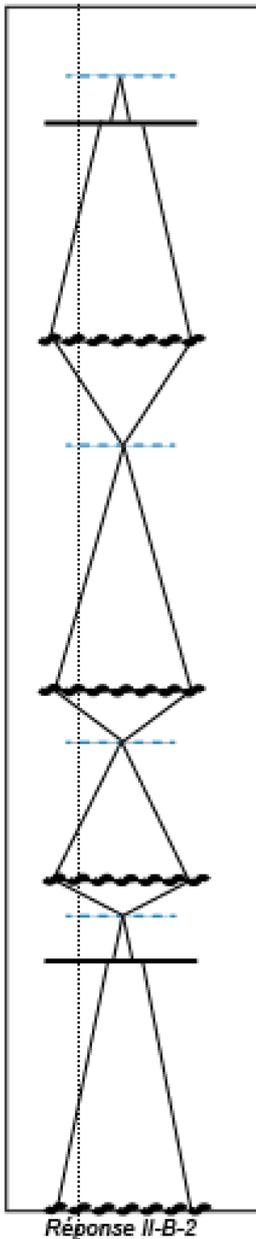
*Réponse à la question II-B-1*

**Géométrie en onlap (indiquée par les flèches blanches) sur une structure conglomératique de type Gilbert delta et une série carbonatée bioconstruite ; cette géométrie correspond à la mise en place de dépôts présentant une géométrie rétrogradante sur une surface de transgression. Ces dépôts indiquent une augmentation de l'espace disponible pour la sédimentation (augmentation de l'accommodation) ; Il s'agit donc d'une transgression indiquée par la migration des faciès correspondant à une ligne de rivage vers le domaine interne du bassin. Les faciès transgressifs, sont des faciès mixtes carbonatés et siliciclastiques qui traduisent un fort remaniement et une forte énergie du milieu.**

***Commentaires : L'observation des géométries des corps sédimentaires est relativement bien maîtrisée (45 % des candidats et dont 1/3 a obtenu le maximum des points).***

**II-B-2. En suivant l'évolution verticale et latérale des environnements de dépôts et les géométries, retracez les changements de l'accommodation dans le bassin et les différentes tendances à l'approfondissement et à la diminution de profondeur. Vous répondrez dans le cadre II-B-2 du document 6. Pour cette réponse vous pouvez choisir d'indiquer les tendances par des flèches ou d'utiliser les triangles fréquemment utilisés en stratigraphie séquentielle (pointe vers le haut en augmentation de l'accommodation et pointe vers le bas en baisse de l'accommodation). Vous collerez le document 6 sur la page 12 du dossier après avoir plié la feuille.**

Collez ci-dessous le document 6 :



Les lignes bleues correspondent à des surfaces d'inondation maximum et traduisent l'inversion d'une tendance transgressive vers une tendance régressive ; les lignes noires pleines sont des surfaces de transgression et les lignes noires en tirets sont des surfaces d'érosion interprétées comme des limites de séquences de dépôts. Les surfaces pleines (2) traduisent des périodes d'accélération de la transgression marquée souvent par des géométries en onlap sur des corps terrigènes deltaïques. Ces séquences traduisent un changement de l'espace d'accommodation au cours du temps, c'est à dire de l'espace disponible pour la sédimentation. Dans un contexte de plate-forme mixte carbonatée-siliciclastique, le remplissage du bassin dépend de la subsidence (en lien avec le contexte tectonique régional), de l'eustatisme (variation du niveau marin) et des apports clastiques/production carbonatée (souvent contrôlés par les changements climatiques).

Cet exercice repose sur une observation des faciès, des changements verticaux et latéraux de ces derniers, de la reconnaissance des géométries sédimentaires et de la caractérisation des surfaces majeures.

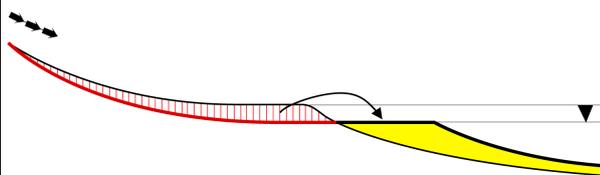
*Commentaires : de façon assez générale, les notions de stratigraphie et plus particulièrement de stratigraphie séquentielle sont assez mal maîtrisées par les candidats. A de rares exceptions, les trois surfaces indiquées sur le schéma sont comprises, or elles contraignent le découpage séquentiel attendu ; les géométries ne sont pas prises en compte ; la succession verticale et l'organisation des faciès ne sont pas correctement utilisées.*

**II-B-3. Donnez brièvement les définitions d'espace d'accommodation et de niveau de base ; répondez à l'aide d'un schéma pour chacune de ces notions?**

Réponse à la question II-B-3

**Accommodation : Espace disponible pour la sédimentation; Résultante du jeu de plusieurs facteurs indépendants qui agissent à différentes échelles de temps**

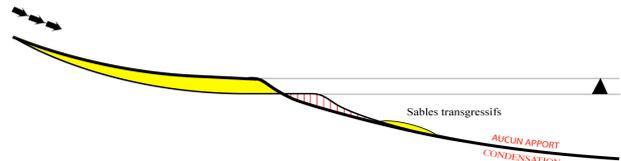
**Le niveau de base est défini comme un profil d'équilibre et par le niveau d'eau du réservoir dans lequel se jette le cours d'eau (autres cours d'eau plus importants, lacs, réservoirs hydroélectriques, mer, etc.). Ainsi, un cours d'eau qui se jette dans un lac creusera son lit jusqu'à ce qu'il atteigne son profil d'équilibre défini par le niveau d'eau du lac.**



- Adaptation des fleuves à leur niveau de base
- Incision des fleuves
- Transfert des produits d'érosion vers le domaine marin
- Formation d'un prisme littoral progradant

(EG., 04)

**LE CONTINENTAL EST UNE SURFACE D'EROSION  
LE MARIN EST UN VOLUME DE SEDIMENT**



- Adaptation des fleuves à leur niveau de base
- Aggradation fluviale
- Préservation des sédiments terrigènes dans la plaine alluviale
- Recul du littoral
- Erosion de l'ancien littoral
- Formation des "sables transgressifs", résidus grossiers de l'érosion par les vagues de l'ancien littoral
- Aucun apport terrigène en domaine marin : condensation

**LE CONTINENTAL EST UN VOLUME DE SEDIMENT  
LE MARIN EST UNE SURFACE D'EROSION (littoral)  
DE NON DEPOT (large)**

*Illustration de F. Guillaucheu (2004)*

**Commentaires : Cette question théorique a été relativement bien traitée par les candidats et plus particulièrement la notion d'accommodation**

**II-B-4. Plusieurs surfaces remarquables sont représentées sur le document 6 et sont associées pour certaines à des géométries des corps sédimentaires (exemple de la photographie B); Décrivez une séquence au choix. Indiquez à quoi peuvent correspondre les surfaces (surfaces 1 à 3) en terme de stratigraphie séquentielle, et comment les interpréter en terme de modifications du registre sédimentaire.**

*Réponse à la question II-B-4*

**Surface 1 : surfaces d'érosion majeure et d'émersion : correspondent à des limites de séquences et d'arrêt de la sédimentation, précédées d'une émersion**

**Surface 2 : surfaces d'abrasion et érosion : surfaces de transgression majeure avec des géométries d'onlap sur ces surfaces qui indiquent la migration de la ligne de rivage vers le secteur interne du bassin. L'abrasion résulte de l'érosion impliquée par la montée du niveau d'eau et la présence de galets recouvrant la surface.**

**Surface 3 : Condensation, il s'agit de surface d'ennoiement maximum, lors du maximum de remise en eau du bassin, les taux de sédimentation sont alors faibles, les apports terrigènes réduits, la production carbonatée restreinte. Cela permet une certaine condensation sédimentaire (pas forcément stratigraphique), ces surfaces sont souvent bioturbées et encroûtées par des oxydes de fer.**

**3 séquences et demi sont représentées sur le document 6**

**La séquence 1 est limitée en sa base et son sommet par des surfaces d'émersion reprises en érosion qui témoignent d'arrêt de la sédimentation et correspondent à des limites de séquences. Entre les surfaces, on observe un premier cortège aggrado-progradant correspondant à des dépôts de plaine d'inondation qui s'installent au dessus de la surface d'émersion ; ces dépôts sont surmontés par une surface de transgression qui est soulignée par une géométrie en onlap, il s'agit d'une accélération de la transgression ; Cette surface est alors recouverte par des dépôts transgressifs jusqu'à une surface d'ennoiement du bassin (maximum, surface d'inondation) qui est surmontée par la mise en place de dépôts carbonatés marins (– difficile à suivre latéralement dans des dépôts de transition entre un domaine continental et marin). Les derniers dépôts caractérisant cette séquence, sont des dépôts progradants vers le centre du bassin et qui indiquent la migration de la ligne de rivage vers le bassin (sables conglomératiques riches en huîtres et balanes). Cette séquence s'achève par une importante surface d'émersion qui sera ensuite incisée au cours d'une chute importante du plan d'eau.**

***Commentaires : de façon assez générale, les notions de stratigraphie et plus particulièrement de stratigraphie séquentielle sont assez mal maîtrisées par les candidats, ici 30% de réussite sur cet exercice. Les trois surfaces indiquées sur le schéma sont mal comprises; La plupart du temps, une séquence théorique est proposée par les candidats qui n'ont pas utilisé et exploité le document fourni.***

## II-C. Caractérisation des structures sédimentaires et reconstitution de la dynamique sédimentaire

Durée conseillée : **0h45** (dont **20** minutes au poste informatique) – barème : **12/100**

II-C-1. Le document 7 (**tirage à part sur une feuille au format A3**) illustre un détail du document 6 qui correspond à la mise en place d'ensembles sédimentaires dans le bassin. Légendez le document 7 en surlignant les principales structures et les surfaces remarquables sur la photographie et le schéma ; décrivez les géométries observées et précisez les conditions de formation des faciès. Les points 1 à 6 indiquent les pendages des structures (légende du document 7). En tenant compte du pendage régional, discutez de l'importance des pentes des structures sédimentaires et proposez un modèle de mise en place. Vous répondrez à la question dans l'encart II-C-1 et vous collerez le document 7 sur la page 16 du dossier après avoir plié la feuille.

*Réponse à la question II-C-1*

**Trois types de géométrie sont à reconnaître sur ce document**

- progradation des corps conglomératiques – indiquées par le pendage des objets géologiques pouvant atteindre 40°
- onlap de calcarénites sur les corps conglomératiques
- aggradation des niveaux bioconstruits

**Le pendage régional étant de 10°, la pente maximum est de l'ordre de 40°**

**La pente de stabilité sur terre de dépôts sédimentaires meubles est de l'ordre de 33° en moyenne, ce qui implique**

- un fort pendage pour ces dépôts
- une stabilisation précoce des pentes, probablement par des ciments carbonatés

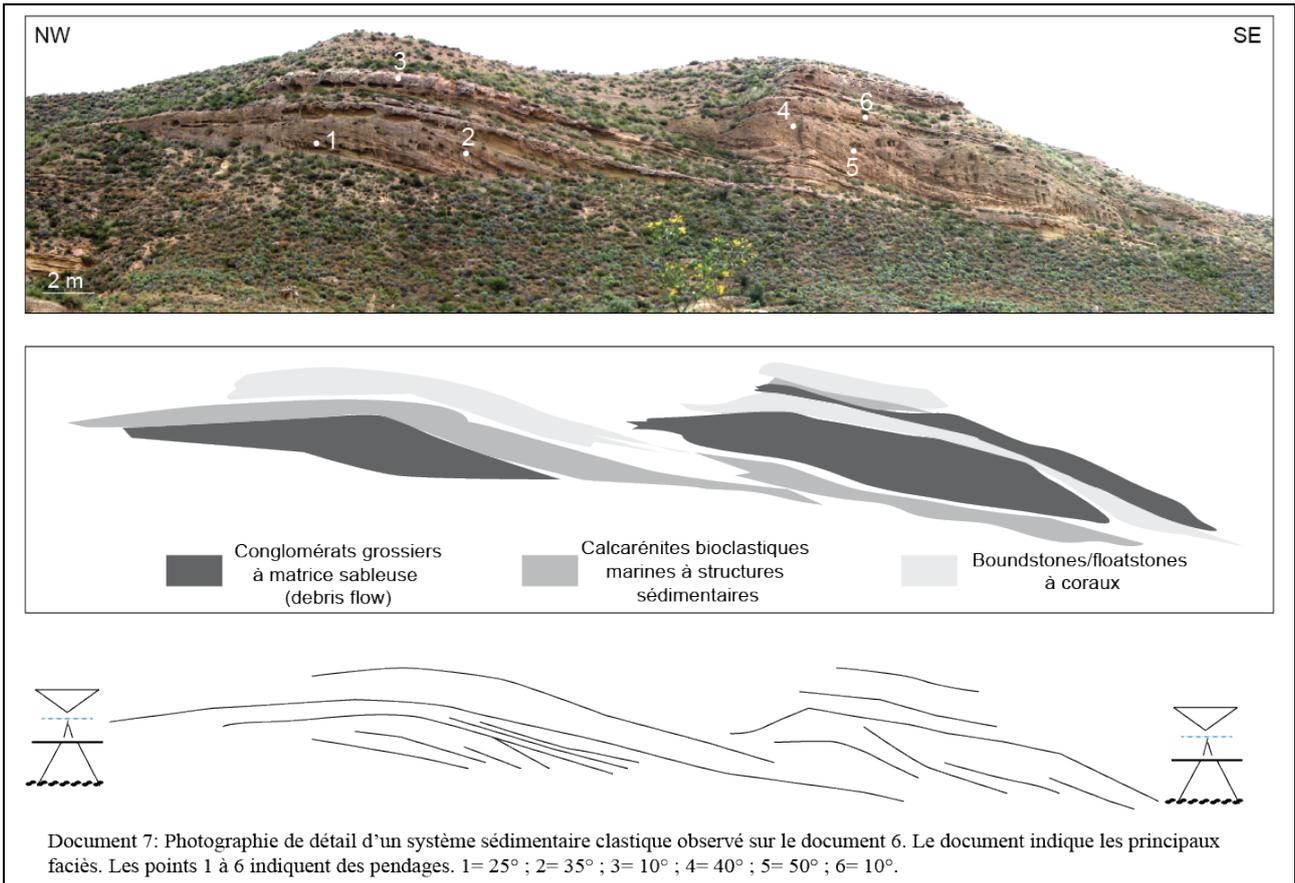
**La lithologie et les faciès conglomératiques, le pendage et l'organisation des galets permettent d'imaginer qu'il s'agit de dépôts deltaïques progradants de type Gilbert Delta – fort hydrodynamisme. Il possède un éventail abrupt et des dépôts sédimentaires grossiers qui se forment dans différents environnements sédimentaires de transition entre les domaines marins et continentaux. Les dépôts grossiers se localisent dans les « foresets », les « bottomsets » sont souvent caractérisés par une sédimentation plus fine et sableuse. Il s'agit de courant homopycnal : densité du matériel en suspension moindre que celui de l'eau ;**

**Les faciès de calcarénites bioclastiques et bioconstruits à coraux traduisent une réduction des apports clastiques probablement en lien avec des changements climatiques et une augmentation du plan d'eau du bassin (géométrie en onlap pour les calcarénites et aggradante pour faciès bioconstruits).**

**Une proposition d'interprétation des unités élémentaires du système deltaïque est présentée ci-dessous**

***Commentaires : Cet exercice a été traité de façon très inégale; les géométries sont rarement tracées et certaines interprétations sont assez fantaisistes, alors que les systèmes proposés sur ce document sont présentés sur le document 6.***

Collez ci-dessous le document 7 :

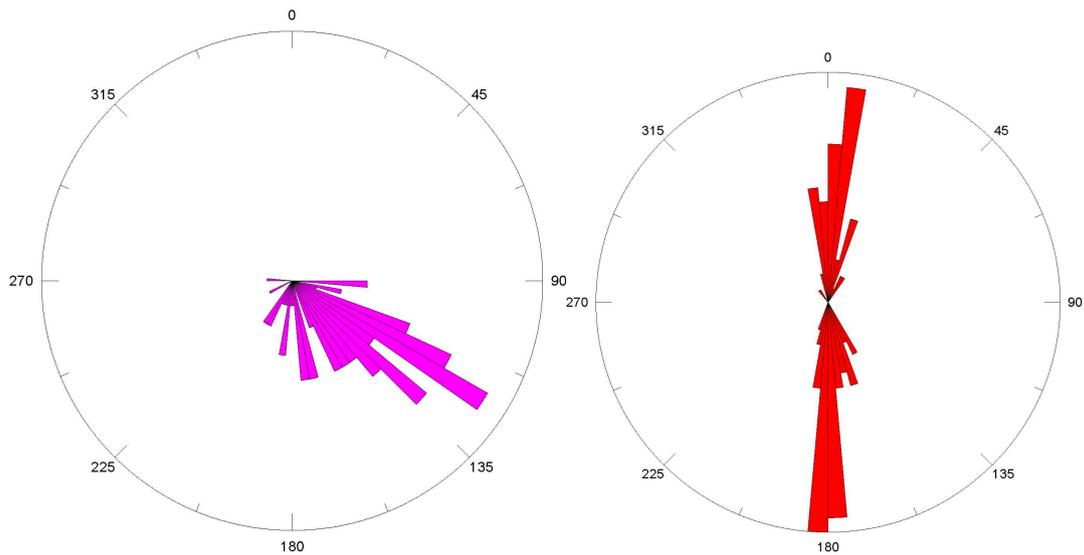


Le logiciel GRAPHER permet de représenter les diagrammes en rosace qui permettent de visualiser l'orientation d'objets sédimentaires. Ces diagrammes permettent de déduire les directions de courants à partir des imbrications de galets et des laminations ([voir le protocole d'utilisation du logiciel fourni à côté du poste de travail informatique](#)). Les mesures de direction des laminations et des imbrications de galets ont été réalisées sur le terrain à l'aide d'une boussole.

**II-C-2. Au poste de travail informatique, extrayez les rosaces à partir des fichiers Excel (galets et laminations) disponibles sur l'ordinateur en vous aidant du protocole d'utilisation du logiciel Grapher.**

Dessinez schématiquement les images des diagrammes en rosace que vous avez visualisées sur l'écran dans les sphères A et B du cadre ci-dessous, en fonction des types de structures sédimentaires ; et décrivez les résultats obtenus (en face des sphères A et B). Le diagramme est gradué de 0° (dans la partie supérieure du cercle) à 360°.

Réponse à la question II-C-2

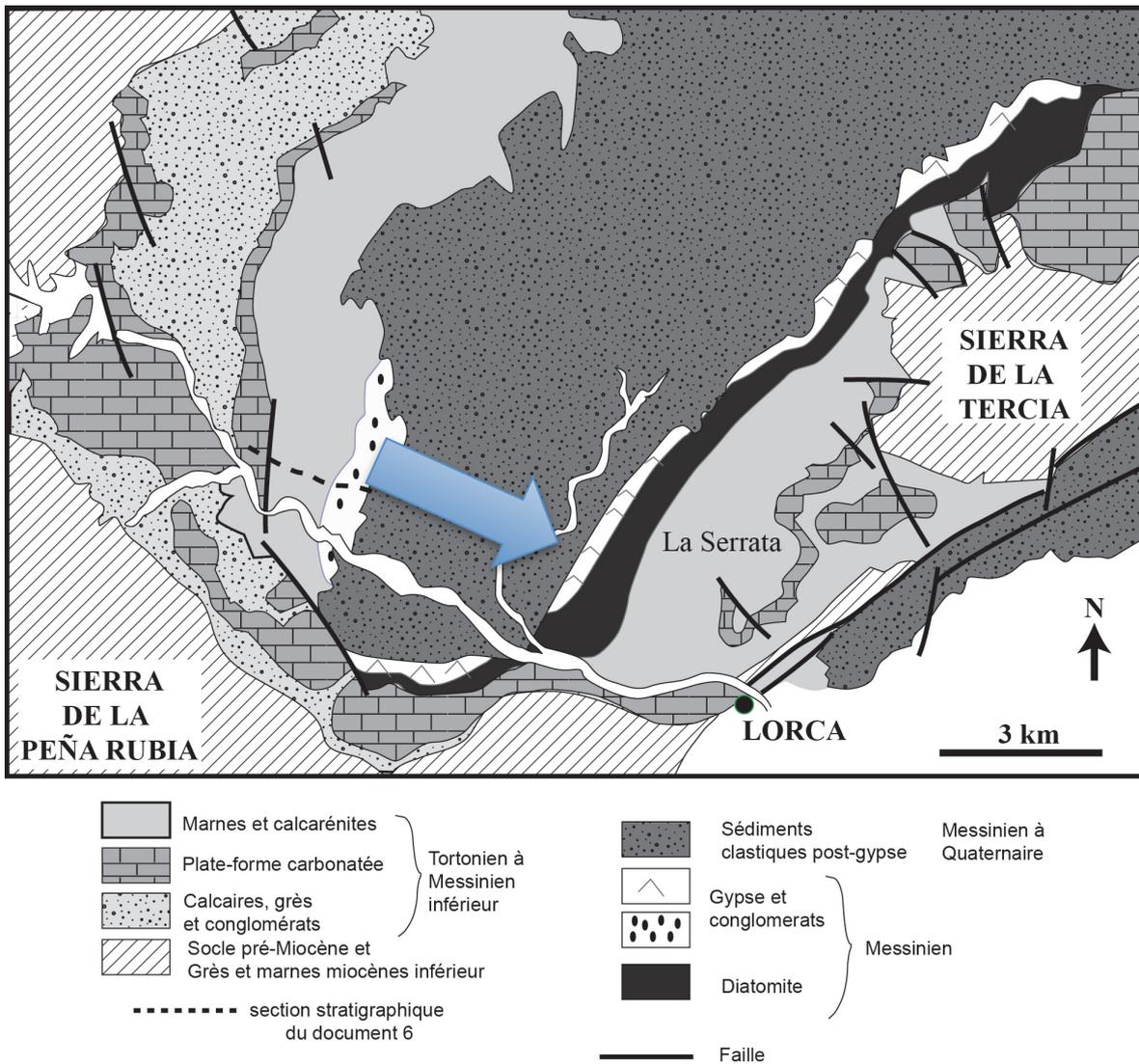


**Commentaires :** Les attendus de cet exercice reposaient sur une manipulation très simple du logiciel Grapher. Toutefois, une analyse fine des fichiers Excel était nécessaire afin de pouvoir répondre aux questions suivantes; cette analyse a souvent été négligée.

*Diagrammes en rosace correspondant aux sphères A pour les imbrications de galets et B pour les laminations.*

**II-C-3.** Des galets sont mis en place dans les systèmes sédimentaires du document 7. Leurs organisations sous forme d'imbrication rendent compte des processus hydrodynamiques associés.

On cherche à déterminer la direction principale des galets qui correspond dans ce cas à la direction de mise en place des systèmes sédimentaires (Sphère A, encadré II-C-2). Indiquez à l'aide de flèches leurs polarités au sein du bassin de Lorca (le dépôt centre du bassin se situe au niveau des diatomites) sur le document 8 ; et quelles sont les implications sur l'évolution du remplissage du bassin de sédimentation en terme de géométrie?



Document 8 : Carte Géologique simplifiée du bassin de Lorca et localisation de l’affleurement du document 6 (modifié de Vennin et al., 2004)

Réponse à la question II-C-3

En s’appuyant sur les résultats obtenus sur la rosace A, il était demandé d’indiquer la position et la direction du remplissage comme ci-dessus (flèche bleue), cette polarité correspond à la migration des dépôts clastiques vers le centre du bassin, il s’agit d’une progradation avec remplissage et comblement du bassin de Lorca progressivement (indiquant une régression).

**II-C-4. Des calcarénites bioclastiques marines (voir le document 8, photographie B) viennent recouvrir les conglomérats (dépôts de galets, document 7). Les directions de laminations représentées sur le diagramme en rosace (Sphère B, page 18) rendent compte des processus hydrodynamiques associés. Déterminez la correspondance entre les laminations et l'hydrodynamisme suivant le résultat obtenu au poste informatique ; et discutez du mécanisme à l'origine de ces laminations ?**

*Réponse à la question II-C-4*

**En observant, la rosace B et le fichier Excel associés à cet exercice, deux directions doivent être déduites. Les laminations correspondent à des courants bi-directionnels témoignant de l'influence de courants de marée dans la dynamique sédimentaire, courants dans deux directions majeures globalement N-S ; ces courants sont perpendiculaires à la polarité de remplissage du bassin sédimentaire et montrent que ces derniers subissent probablement une déflexion résultant de la morphologie du bassin. La lithologie et les faciès correspondent à des niveaux carbonatés qui enregistrent un hydrodynamisme alternant entre des périodes de forte énergie (laminations bidirectionnelles) et plus faible énergie (drapages argileux, non observés sur le document).**

*Commentaires : La moyenne a été obtenue par 30 % de candidats et seul 2% ont réellement analysés l'ensemble des documents ; ce résultat met en exergue un manque d'analyse fine des documents et de liens entre ces derniers. Pour répondre à cette question, il fallait analyser de façon détaillée les fichiers Excel du poste analytique.*

**II-C-5. Proposez un scénario pour expliquer le changement de dynamique sédimentaire observé sur les sphères A et B (encadré II-C-2, page 18) et les structures observées sur les documents 6 et 7 (pages 12 et 16).**

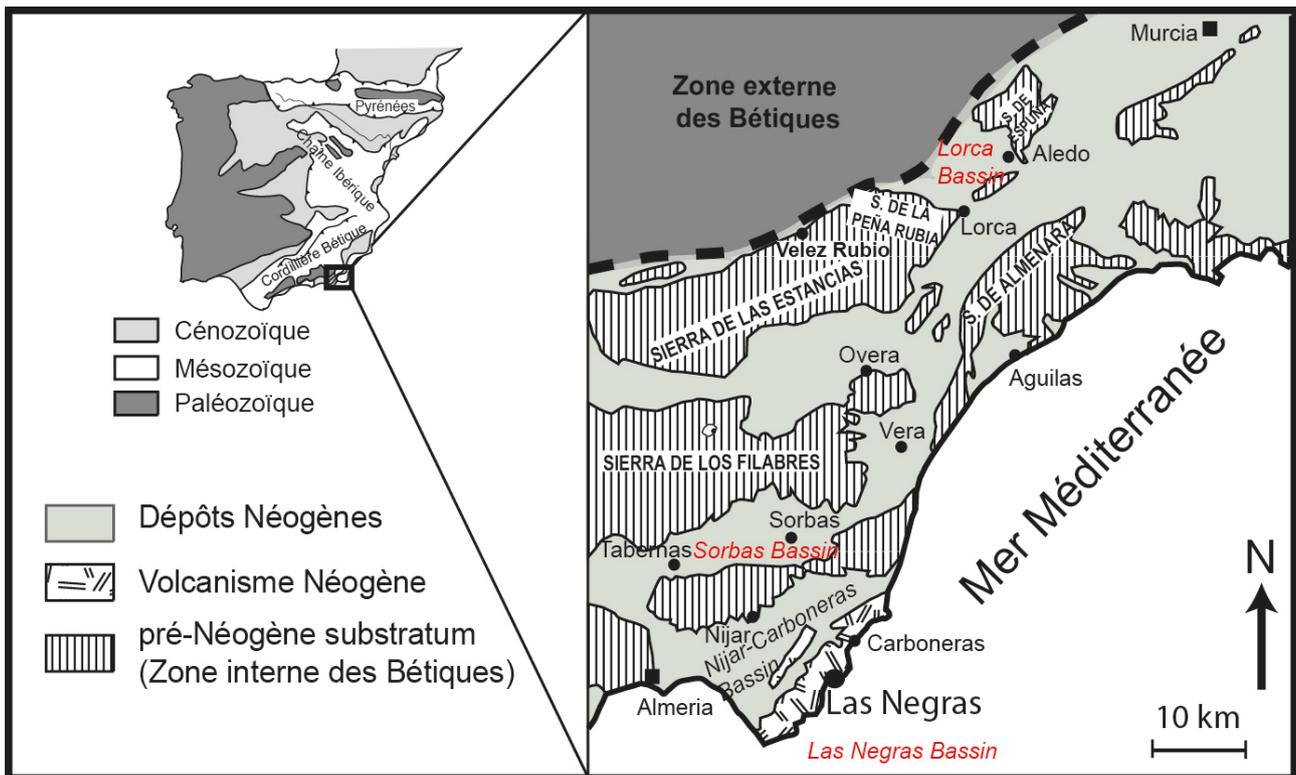
*Réponse à la question II-C-5*

**La dynamique sédimentaire montre le passage entre un courant unidirectionnel impliquant le transport de particules grossières dans un système deltaïque à un courant bidirectionnel soulignant l'influence des dépôts de marée sur la sédimentation côtière. Les dépôts transgressifs qui enregistrent l'influence des marées sont des dépôts côtiers. Les processus dynamiques impliqués diffèrent d'un régime de très forte énergie ou les courants sont supérieurs au flot de matériel en charge à un régime où l'énergie est intermittente et varie en intensité. Ces changements traduisent une accélération de la transgression dans le bassin avec une migration de la ligne de rivage vers le domaine interne du bassin et une diminution des apports clastiques (lien avec le climat).**

*Commentaires : Cet exercice étant couplé au précédent, les résultats soulèvent un manque d'intégration des différents processus sédimentaires.*

## **II-D. Datation des séries sédimentaires**

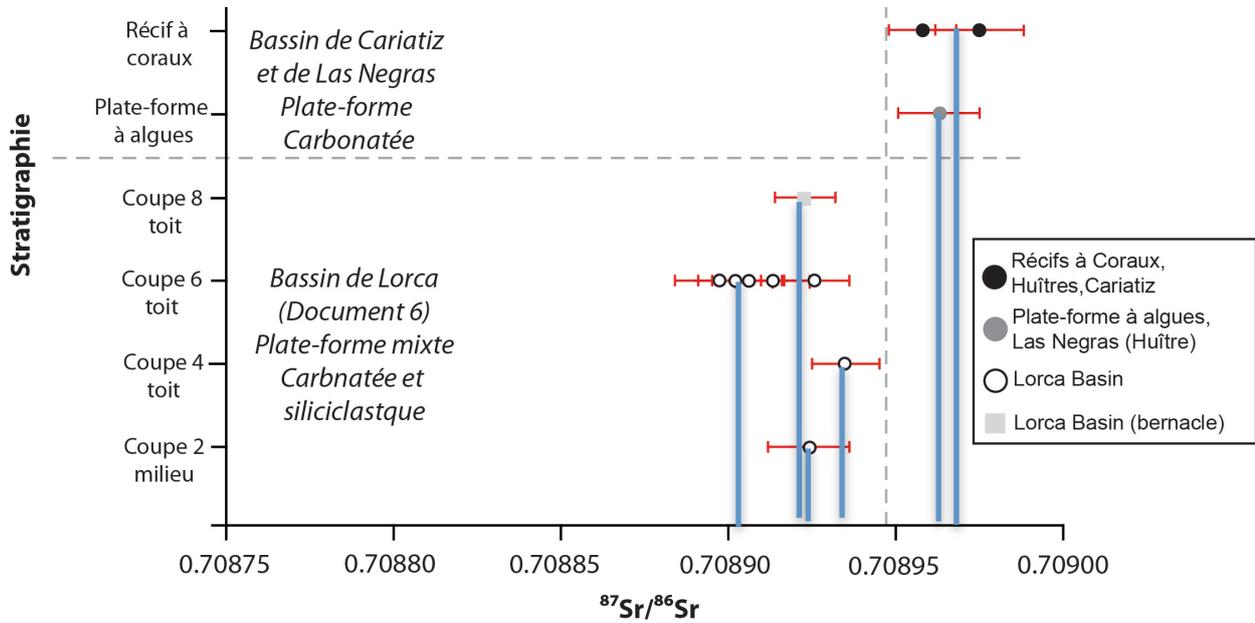
Afin de proposer des datations relatives pour les roches sédimentaires carbonatées récifales de différents bassins néogènes, la méthode d'analyse du rapport isotopique du strontium ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) a été utilisée. Ces mesures ont été réalisées sur une série de 11 huîtres et une balane prélevée dans le bassin de Lorca et dans les bassins de Sorbas (affleurement de Cariatiz) et de Las Negras pour comparaison (voir document 9 pour localisation de ces bassins). La production carbonatée bioconstruite s'achève avant la mise en place des diatomites (documents 1 et 8) dans le bassin de Lorca qui sont datées de 6,7 Ma (Rouchy et al., 1998) et des évaporites qui les recouvrent. Les diatomites des deux autres bassins sont datées de 5,96 Ma et recouvertes à leur tour par des évaporites.



Document 9 : Carte de localisation des différents bassins néogènes.

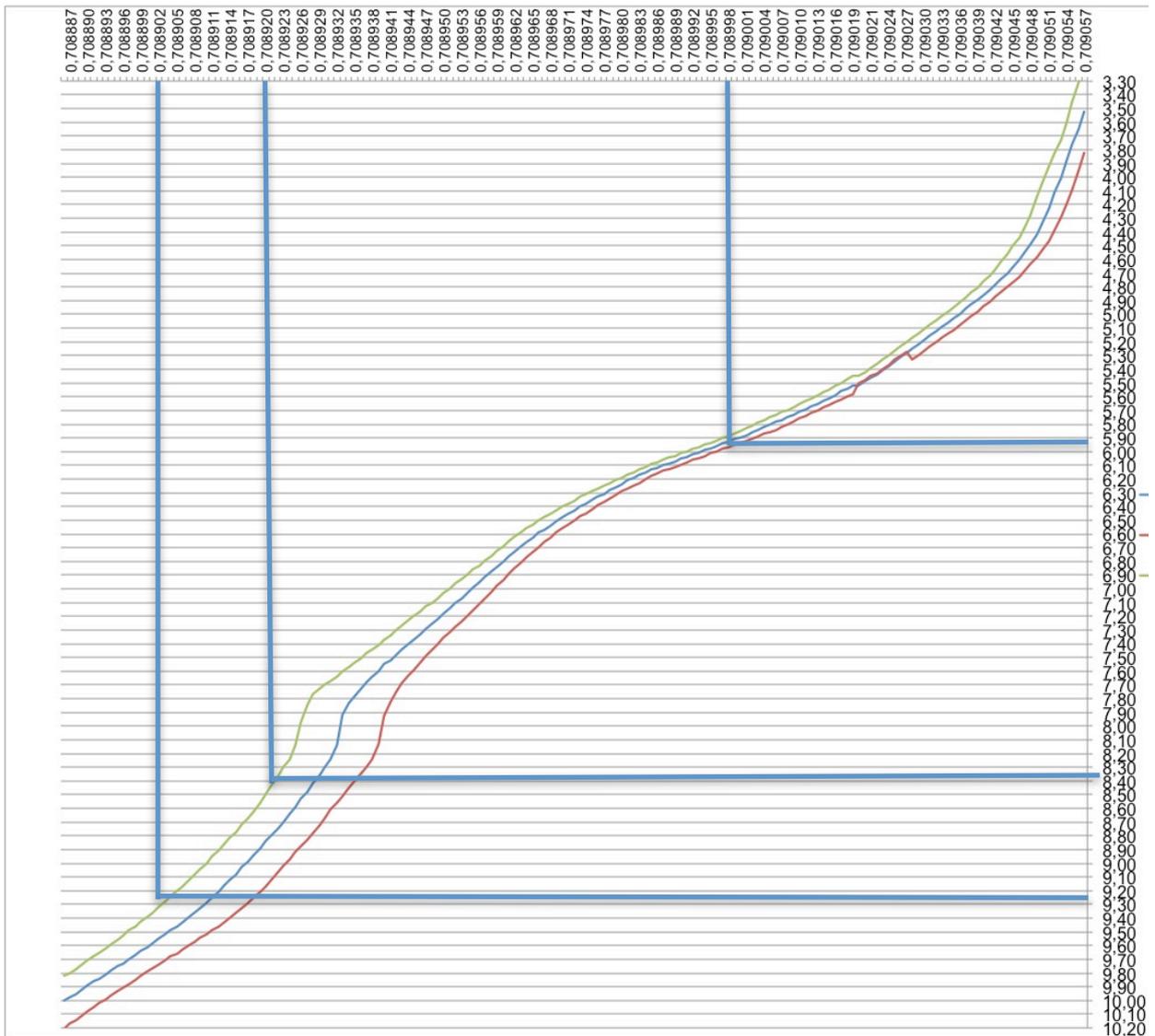
Le document 10 montre un graphe bivarié  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  en fonction de la stratigraphie. La stratigraphie du Bassin

de Lorca est tirée de Vennin *et al.* (2004) et celle d'autres bassins (Sorbas et Las Negras) voisins est tirée de Bourillot (2009).

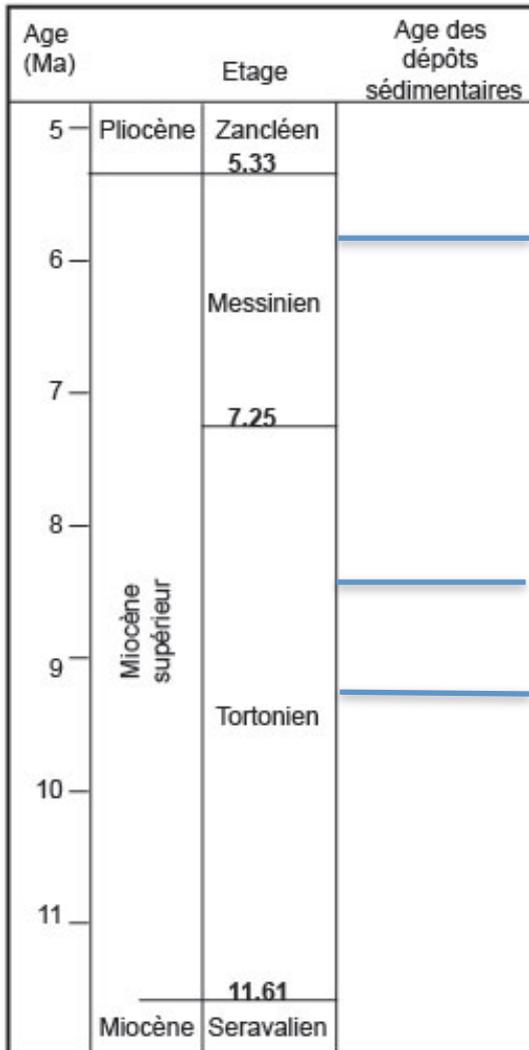


Document 10 : Graphe bivarié  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  en fonction de la stratigraphie, la localisation des coupes pour le bassin de Lorca est indiquée sur le document 6.

**II-D-1. Comparez les rapports  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  obtenus pour les différents bassins (document 10) avec les valeurs de la courbe globale pour l'intervalle 3,3-10,20 Ma du document 11 (compilée par Mac Arthur, 2004), et replacez les âges obtenus sur le document 12 (page 25) qui représente une échelle des temps géologiques ; et discutez de l'âge des dépôts sédimentaires. Proposez des hypothèses pour expliquer une éventuelle différence lors de la sédimentation de ces différents bassins.**



Document 11 : Valeurs de la courbe globale pour l'intervalle 3,3-10,2 Ma (compilée par Mac Arthur, 2004).  
 La ligne bleue indique un âge moyen, les lignes verte et rouge correspondent aux intervalles de confiances.



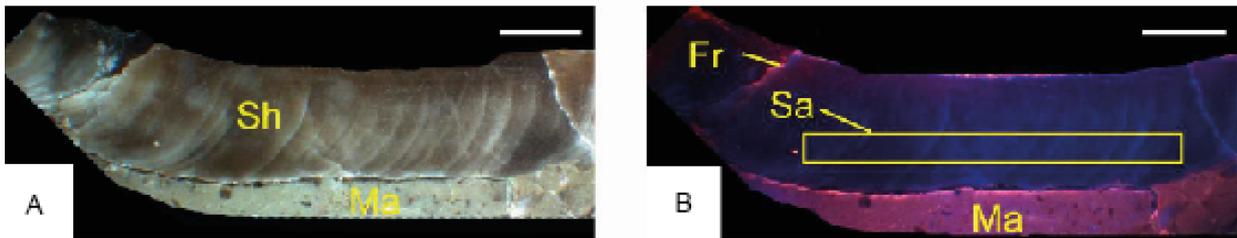
Les tracés bleus correspondent aux corrigés et permettent de déduire les âges des différents bassins. Les plates-formes carbonatées n'ont pas le même âge ; la plate-forme du bassin de Lorca est d'âge Tortonien à Messinien inférieur et les plates-formes des bassins de Cariatiz et de Las Negras sont d'âge Messinien. Les Diatomites ayant 6.7 Ma, la plate-forme du bassin de Lorca arrête son développement et la production carbonatée au Messinien inférieur alors que les plates-formes de Cariatiz et de Las Negras continuent de produire au cours du Messinien et leur développement respectif prend fin avant les Diatomites d'âge 5.96 Ma.

Le bassin de Lorca est probablement comblé plus vite que ceux de Sorbas ou de Las Negras ; la sédimentation carbonatée a perduré plus longtemps dans les bassins proche du bassin méditerranéen. Une sédimentation continentale prend le relais recouvrant les plates-formes carbonatées et comblant le bassin.

**Commentaires :** Une analyse correcte de ces différents documents a été réalisée (60% des candidats), par contre les résultats obtenus n'ont pas été discutés de façon pertinente.

Document 12: Echelle des temps géologique du Miocène supérieur au début du Pliocène (D'après Berggren et al., 1995 ; Lourens et al., 2004)

II-D-2. Expliquez pourquoi choisir les huîtres pour réaliser les analyses isotopiques du strontium et indiquez à quoi correspond la technique analytique de laboratoire présentée sur le document 13 (les photographies A et B correspondent au même échantillon)?



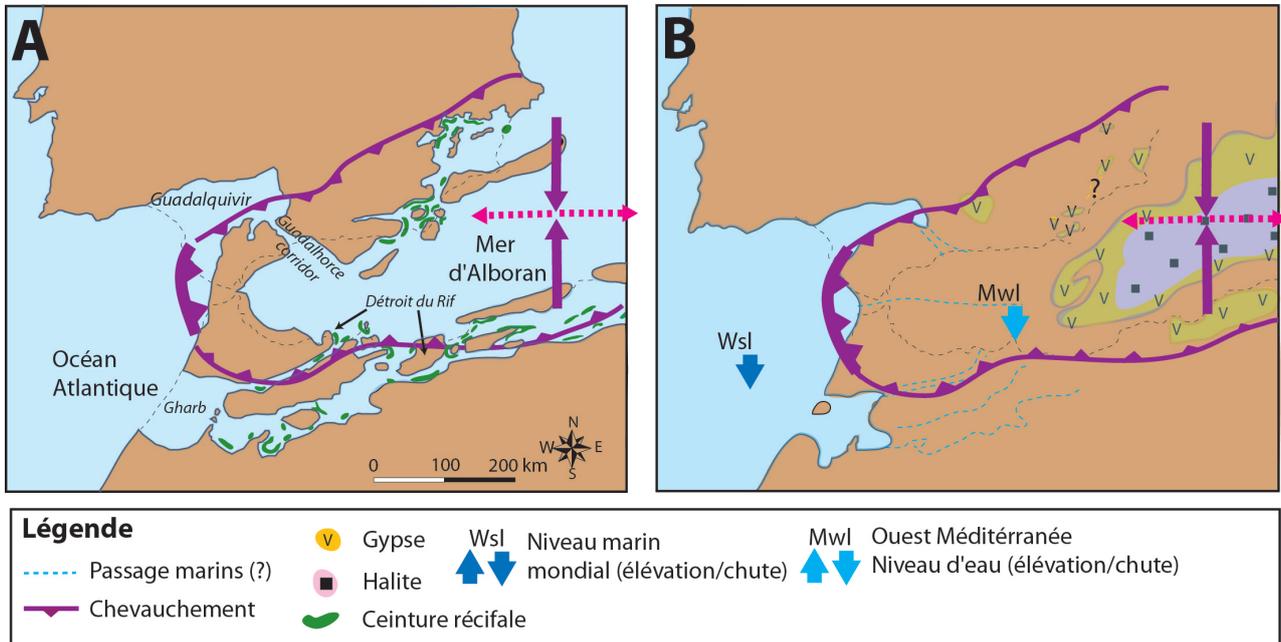
Document 13 : Les photographies A (surface polie) et B (surface identique montrant une coloration noire à bleutée) correspondent toutes les deux au même objet dont l'échelle (barre blanche) correspond à 2 cm. Sh : coquille d'huître, Ma : matrice micritique, Sa : choix de la zone pour les analyses de strontium, Fr : fracture soulignée par une couleur rose)

Réponse à la question II-D-2

Les huîtres sont de composition calcitique ; leur composition minéralogique est stable dans les conditions normales des eaux marines et elles sont peu soumises aux modifications liées à la diagenèse ; le Sr qu'elle incorpore dans sa structure au cours de sa croissance sera préservé au cours du temps et ce signal sera peu altéré par la diagenèse précoce. La technique utilisée correspond à une analyse en cathodoluminescence par excitation sous vide des ions présents dans des cristaux de calcite qui émettent ou non une luminescence. La couleur émise est souvent liée à la présence ou l'absence de Mn et de Fe dans le réseau cristallin de la calcite.

**Commentaires :** Certaines des techniques analytiques liées à l'étude des carbonates sont méconnues des candidats, aucune bonne réponse n'a été proposée pour cette partie de l'exercice. Par contre, les conditions de précipitation de la calcite et de l'incorporation des éléments dans les réseaux cristallins sont maîtrisées.

**II-D-3. Confrontez les résultats obtenus entre les différents bassins (bassins de Lorca, Cariatiz et Las Negras); et mentionnez quelles pourraient être les hypothèses pour expliquer les variations de la production carbonatée pour les âges obtenus ? En vous aidant du document 14 et en tenant compte des résultats obtenus à partir du document 12, proposez un scénario pour expliquer l'arrêt de la sédimentation marine dans les différents bassins.**



*Document 14* : Evolution paléogéographique de la Méditerranée occidentale (d'après Bourillot *et al.*, 2010.; données cartographiques et géodynamiques compilées de Rouchy, 1982; Esteban *et al.*, 1996 et Jolivet *et al.*, 2006, modifié). (A) Au Tortonien-Messinien; 8-6 Ma, les communications Atlantique-Méditerranée sont bien établies. (B) Au Messinien ; 6-5 Ma, la contrainte tectonique dominante est la convergence Nord-Sud.

Réponse à la question II-D-3

**La réponse portait sur l'analyse des communications entre la Méditerranée et le bassin océanique Atlantique pour les différents bassins internes et externes des Bétiques:**

**On constate : (1) Fin de la production carbonatée vers 7 Ma pour le bassin de Lorca et (2) Fin de la production carbonatée vers 5.96 Ma pour les deux autres bassins (Cariatiz et Las Negras)**

**Fermeture du détroit de Gibraltar entre 6 et 5 Ma et arrêt des connections directes permettant l'alimentation du bassin et la production carbonatée. Les bassins les plus éloignés de la Méditerranée (bassins externes chaînes Bétiques) sont comblés avant ceux situés près de la Méditerranée (bassins internes des chaînes Bétiques). La précipitation des évaporites dans les différents bassins est également diachrone.**

**Cet exercice reposait sur une capacité de synthèse et d'analyse des différents documents (plus de 50% de réussite)**

### Partie III– Crise de salinité messinienne

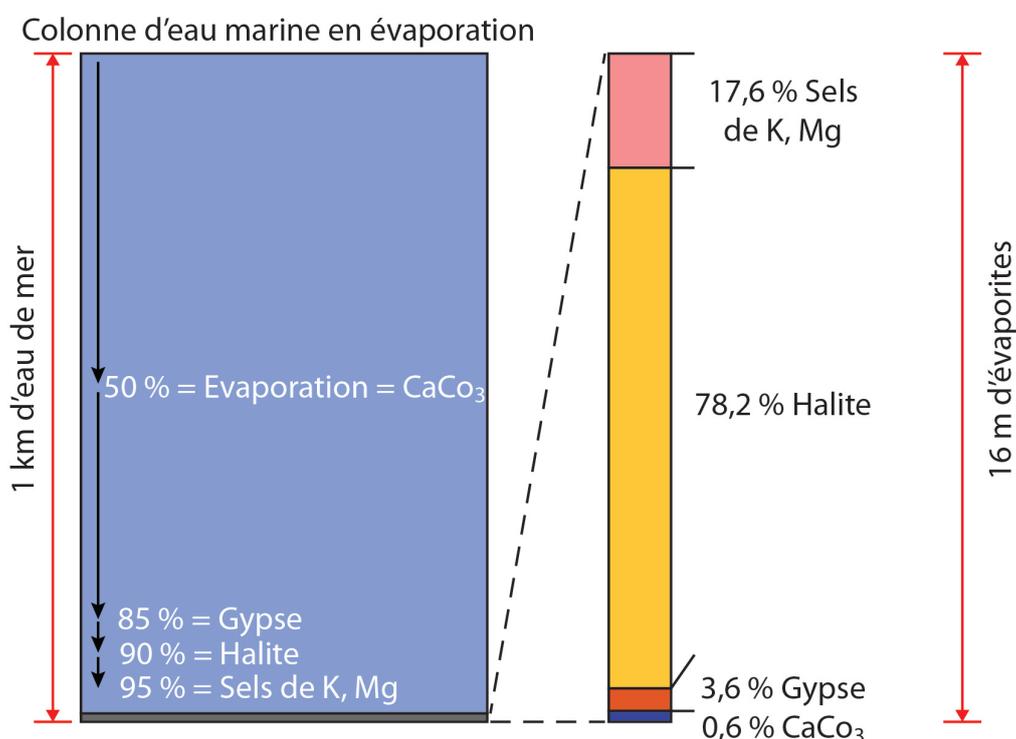
Durée conseillée : 1h10 – barème : 20/100

La Méditerranée qui avait déjà acquis une configuration générale assez proche de celle que nous lui connaissons aujourd'hui a été transformée, au moins épisodiquement, en vastes bassins sursalés ressemblant, quoique avec des dimensions incomparablement plus vastes, à la mer Morte ou au lac Asal actuels. La crise de salinité qui est la conséquence de la restriction des échanges Méditerranée/Atlantique a donné lieu à l'un des plus grands événements évaporitiques, peut-être le plus grand de l'histoire de notre planète (voir document 14).

#### III-A. Les évaporites

Durée conseillée : 0h40 minutes – barème : 9/100

III-A-1. A partir de la séquence évaporitique du document 15, estimez l'épaisseur en m des différents minéraux obtenus au cours de la précipitation ? A quoi correspond l'ordre de cristallisation des minéraux ?



Document 15: Par évaporation d'une colonne d'eau de 1000m (modifié d'après Rouchy et Blanc-Valleron, 2006), il s'établit un l'ordre de cristallisation des différents minéraux en fonction du taux d'évaporation exprimée en % de la colonne d'eau. L'épaisseur de minéraux est de 16 m (flèche rouge à droite du document).

Réponse à la question III-A-1

**L'ordre de précipitation des sels est déterminé par le taux d'évaporation et la concentration des ions dans la saumure**

**Carbonates : 0,05m**

**Gypse : 0,5m**

**Sel (halite) : 12m**

**Sels de potasse et magnésium : 2,6 m**

**La cristallisation d'un minéral se produit lorsque le Produit des Activités Ioniques dans la solution atteint son produit de solubilité (PK) – saturation pour une espèce minérale donnée.**

**Commentaires : Ces notions sont bien maîtrisées**

**III-A-2. Le produit de solubilité (Ksp) d'un solide est déterminant afin de connaître sa capacité à se dissoudre ou à précipiter. Ksp est le produit des concentrations à l'équilibre entre le solide et la solution en contact. Des mesures réalisées dans la saumure d'une colonne d'eau donnent  $(Ca^{2+}) = 10^{-3}$  mol/L et  $(CO_3^{2-}) = 10^{-4}$  mol/L. Calculez le produit des activités ioniques et déterminez si les valeurs obtenues permettent la précipitation de la calcite.**

*Prérequis :*

$$K_{sp} = a_{Ca^{2+}} \cdot a_{CO_3^{2-}} / a_{CaCO_3} = 10^{-8,4} \text{ (à } 25^\circ \text{)}$$

À l'état solide l'activité de  $CaCO_3 = 1$

$$\text{Donc } K_{sp} = a_{Ca^{2+}} \cdot a_{CO_3^{2-}} = 10^{-8,4} \text{ (à } 25^\circ \text{)}$$

La relation entre concentration des ions en solution et les activités s'établit à partir du coefficient des activités (Coefficient activité représente différents paramètres  $\gamma$  : charge de ion, le rayon ionique, la force ionique de la solution indiquée par la formule:  $I = 1/2 \sum m_i Z_i^2$  somme des ions présents par le n° atomique).

$$a_{Ca^{2+}} = [Ca^{2+}] \gamma_{Ca^{2+}}$$
$$a_{CO_3^{2-}} = [CO_3^{2-}] \gamma_{CO_3^{2-}}$$

Ici nous considérerons que :

$$\gamma_{Ca^{2+}} = 0,28$$

$$\gamma_{CO_3^{2-}} = 0,2$$

Réponse à la question III-A-2

**Le produit des solubilités obtenu**

$$IAP = a_{Ca^{2+}} * a_{CO_3^{2-}}$$

$$[Ca^{2+}]_{Ca^{2+}} * [CO_3^{2-}]_{CO_3^{2-}} = (10^{-3} * 0,28) * (10^{-4} * 0,2)$$

$$= 5,6 * 10^{-9}$$

$$= 10^{-8,25}$$

soit  $\exp^{(-8,25 \ln(10))}$

Valeur mesurée supérieure à celle de Ksp donc précipitation de la calcite

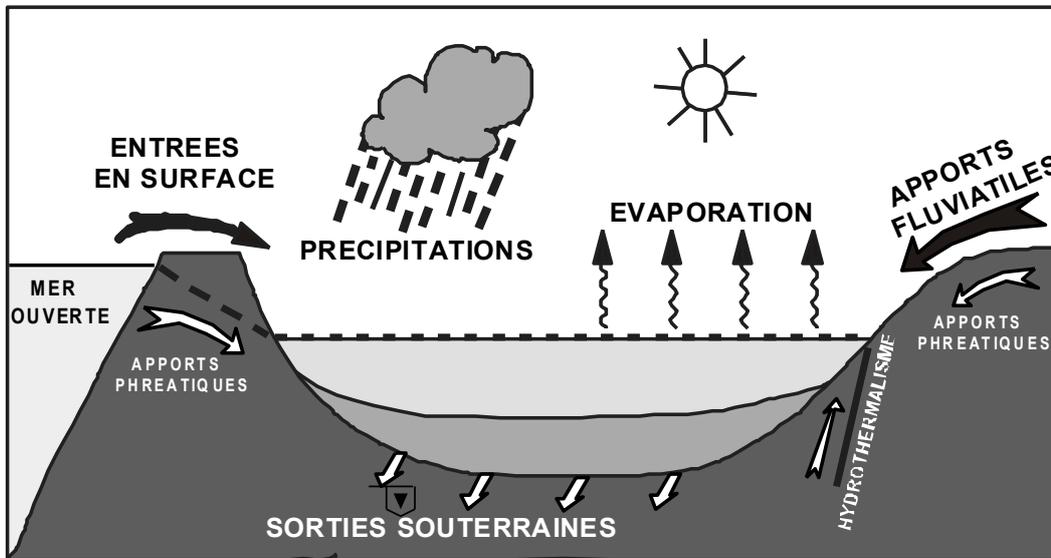
$$\text{Donc} = 10^{-8,4} \text{ (à } 25^\circ)$$

**Commentaires : Même si cet exercice a souvent été correctement traité, l'analyse et l'interprétation sont souvent erronées. Certaines copies présentent des calculs fantaisistes.**

**III-A-3. Plusieurs facteurs sont à l'origine de la formation des évaporites ; annotez le document 16 en y indiquant les entrées et sorties du système évaporitique. Indiquez quels sont les principaux**

facteurs permettant le fonctionnement des bassins évaporitiques. Le niveau marin et le niveau du plan d'eau du bassin montrent un différentiel, ce dernier est-il déterminant ? Comment expliquez vous la différence de salinité dans le bassin ?

Réponse à la question III-A-3



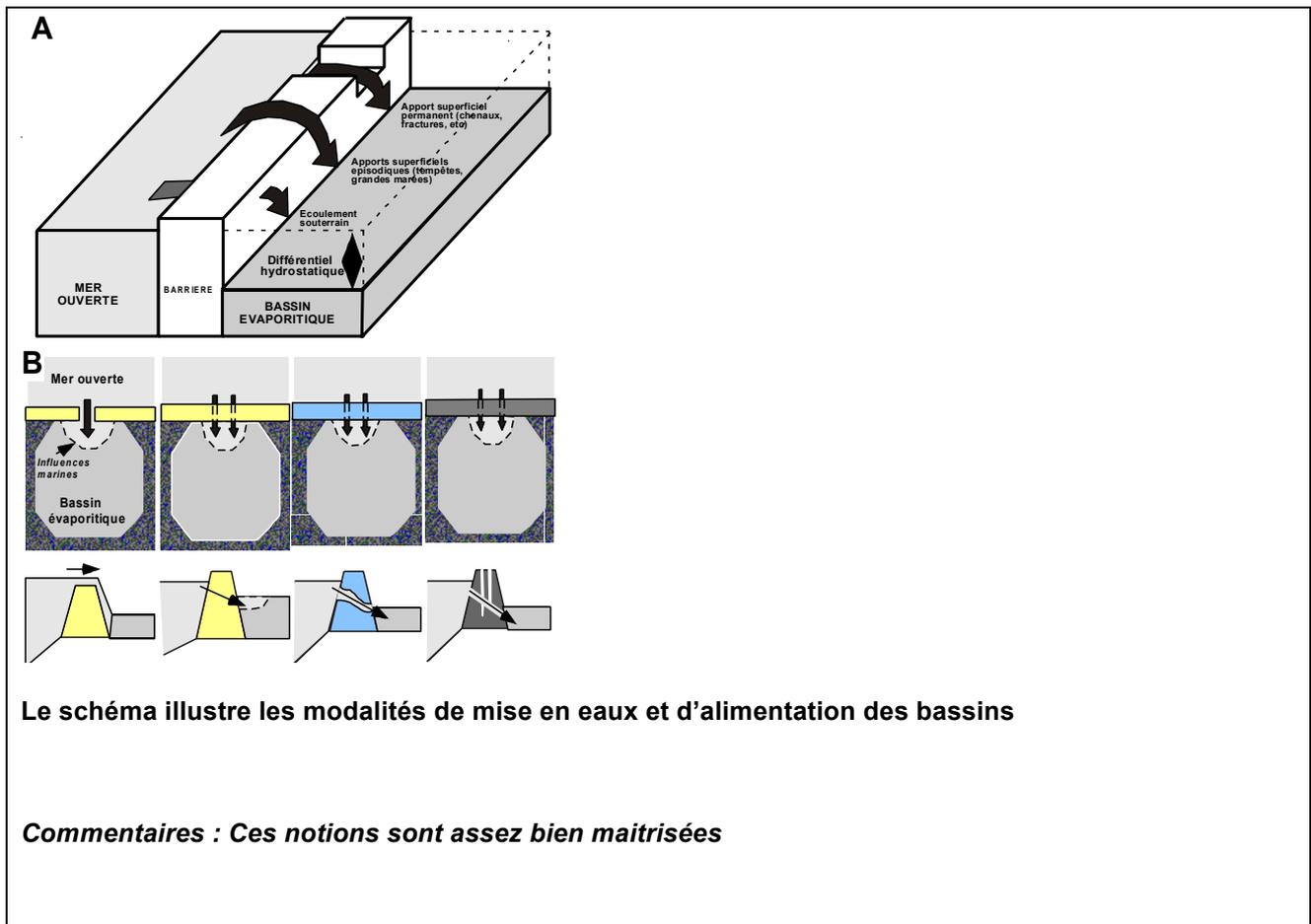
Document 16: Schéma simplifié d'un bassin évaporitique (en gris clair, les saumures et en blanc sous le niveau d'eau indiqué en pointillé, des eaux moins riches en sels)

Le développement de conditions évaporitiques dans un bassin, soit marin, soit continental est réglé par deux paramètres :

- le degré d'isolement
- l'aridité climatique

Les conditions pour qu'un bassin évolue vers des conditions hypersalines = la perte d'eau due l'évaporation > aux apports d'eau douce et non compensées par les apports d'eau à salinité plus faible (réservoirs océaniques, marin ouvert ou lacustre) :

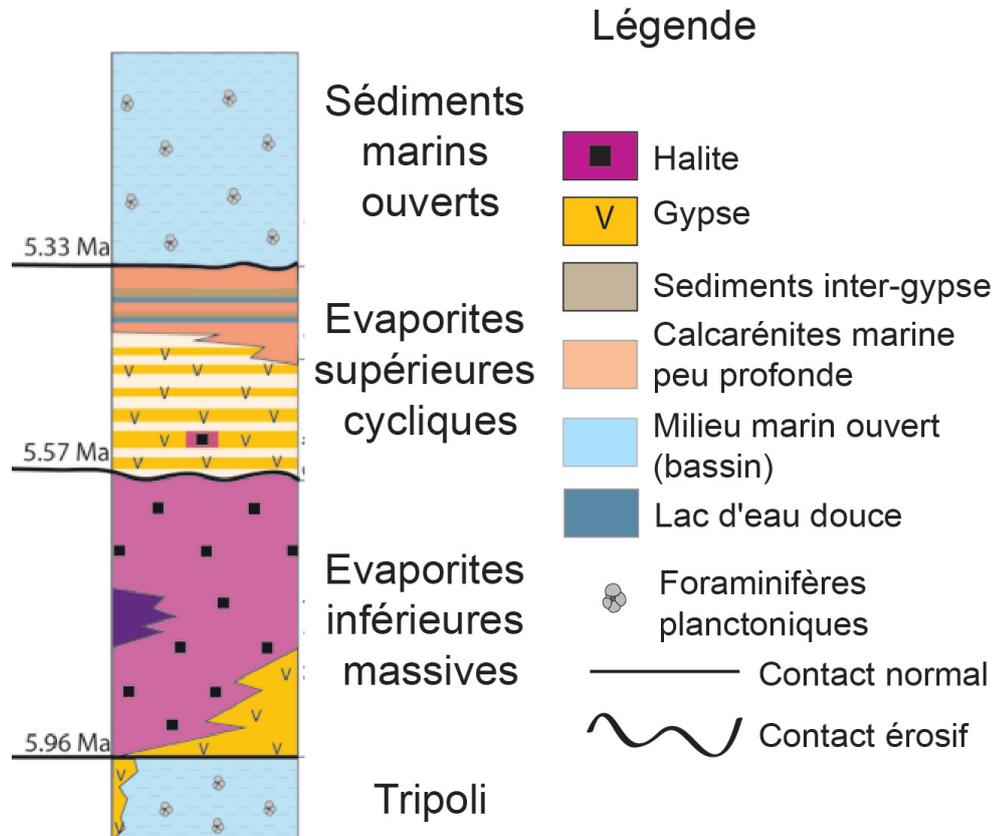
- Restriction des bassins (water inflow/water outflow) et l'endoréisme (absence d'exutoire)
- Le degré d'aridité climatique à apports externes constants (déficit hydrique)
- Le piégeage des solutions concentrées dans le bassin ou différentiel hydrostatique: (exemple de la Méditerranée)
- Taux évaporation des solutions (TE), inversement proportionnel à la concentration
- Augmentation de la densité (pycnocline-halocline)



### IIIB. La crise de salinité messinienne

Durée conseillée : 0h15 minutes – barème : 4/100

La crise de salinité messinienne résulte d'un déficit de bilan hydrique en lien avec la fermeture du détroit de Gibraltar. Au cours d'une première étape, des couches massives de halite (évacuantes massives inférieures), s'accumulent d'abord dans les parties plus profondes de la Méditerranée (document 17). Elles atteignent 7 à 800 mètres d'épaisseur en Méditerranée occidentale et en Sicile, et peut-être plusieurs milliers de mètres en Méditerranée orientale. Au cours de la deuxième étape (évacuantes supérieures cycliques), se dépose une alternance de marnes et de gypses sur une épaisseur dépassant parfois 300 mètres (document 17).

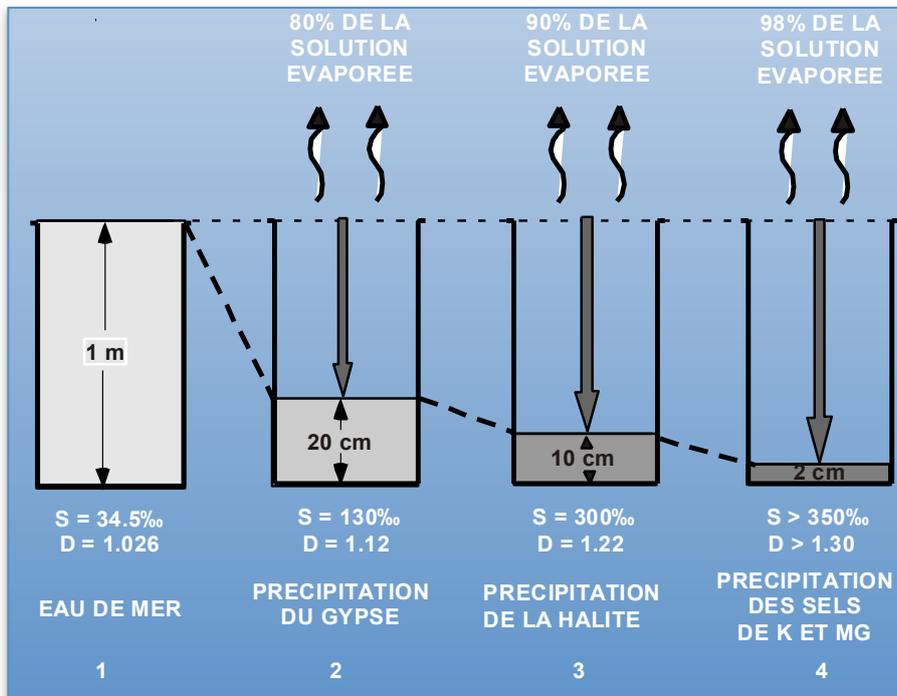


Document 17: Schéma général de la sédimentation messinienne des bassins méditerranéens (modifié d'après Bourillot 2009)

III-B-1. Expliquez la présence de halite et de sels très solubles de K et de Mg dans les évaporites inférieures massives (en violet foncé)? Comment expliquer la précipitation ultérieure de gypse des évaporites supérieures cycliques? Enfin, expliquez l'épaisseur des évaporites indiquée dans le texte ci-dessus en la comparant à l'épaisseur obtenue par évaporation d'une colonne de 1000 m d'eau (document 15) et discutez des mécanismes impliqués ?

Réponse à la question III-B-1

Pour former de la halite et des sels potassiques, il faut atteindre des seuils de saturation supérieurs à 350/1000.



Cette saturation implique un abaissement du plan d'eau suffisant pour permettre la concentration des ions. La formation des sels de potasse implique une période de très forte évaporation de la Méditerranée.

La précipitation du gypse implique le retour à des conditions de moindre évaporation et sur-salure (remise en eau marine par exemple)

Une seule évaporation implique la formation de quelques mètres de sédiments, pour déposer 1000m d'évaporites, il faut recharger le système en eau à plusieurs reprises et atteindre des seuils de solubilité suffisant pour entraîner la précipitation du gypse et des évaporites.

Commentaires : Cette notion est assez bien maîtrisée mais souvent peu argumentée

III-B-2. Expliquez la mise en place de sédiments marins ouverts au toit de cette succession évaporitique à 5,33 Ma (document 17) ; et à quel événement majeur cela correspond-il?

Réponse à la question III-B-2

Les sédiments marins ouverts traduisent une importante transgression ; Ennoiement de la Méditerranée, rupture du seuil de Gibraltar (séisme) – remise en eau de la méditerranée après la crise de salinité messinienne. La présence de sédiments marins traduisant des conditions profondes indique le caractère brusque de cette remise en eau dans le bassin méditerranéen.

Commentaires : Cette notion est assez bien maîtrisée mais souvent peu argumentée

### III-C. La structuration des évaporites

Durée conseillée : **0h25** minutes – barème : **6/100**

III-C-1. Le document 18 (**tirage à part sur feuille au format A3**) correspond à un profil sismique Blac 63, situé dans le bassin de Larnaca, Chypre. Tracez, sur le document 18, les principales structures permettant de mettre en évidence les couches évaporitiques messiniennes. Vous collerez votre coupe (document 18) sur la page 36 du dossier après avoir plié la feuille.

III-C-2. Discutez du type de structures déduites de votre tracé des lignes sismiques.

*Réponse à la question III-C-2*

**Les structures observées correspondent à des remontées diapiriques de morphologies différentes ; Les structures déforment les séries sédimentaires sus-jacentes. Les diapirs correspondent à la déformation des évaporites. Les structures sont associées à des fractures, des failles et des géométries en onlap.**

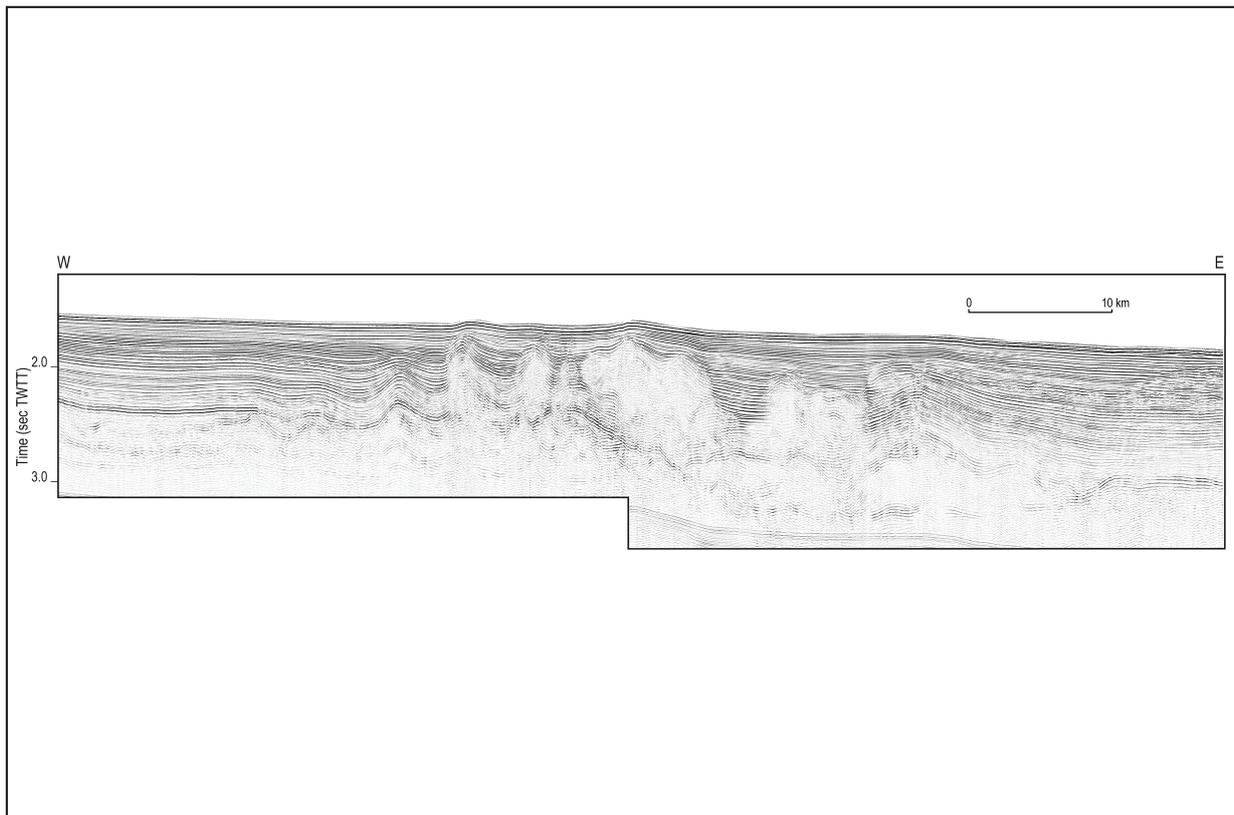
**- Matériel visqueux, déformé sans rupture (halocinèse ou diapirisme) formant des intumescences de morphologies variées, servant de niveaux de décollement et de glissement.**

**A quoi tient cette aptitude à la mobilité ? Faible densité des minéraux évaporitiques (sauf gypse et anhydrite) et la viscosité du sel.**

**Pourquoi les diapirs se forment-ils ? De façon simplifiée : si les roches recouvrant le sel ont atteint une certaine épaisseur, la densité des roches = à celle du sel. Si les roches ont une densité moindre ou équivalente alors l'ensemble des masses sera en équilibre. Lorsque la densité des roches atteint 2,7 lors de la compaction et dès lors qu'elle devient supérieure à celle du sel, il se produit un déséquilibre et le sel va fluer vers le haut. Ce processus est souvent associé à une discontinuité préexistante (faille).**

***Commentaires : Les tracés restent souvent très imprécis et peu rigoureux sur les profils sismiques, les déformations observées sont souvent bien interprétées mais expliquées à de très rares occasions. On relève un manque de rigueur dans l'exploitation des profils sismiques, le document était fourni en format A3 afin de permettre aux candidats de faire un relevé propre et assez fin des structures.***

Collez ci-dessous du profil sismique (document 18 ; III-C-1) :



## Partie IV – Gîtologie et réservoirs

Durée conseillée : 1h30 minute – Barème 25/100

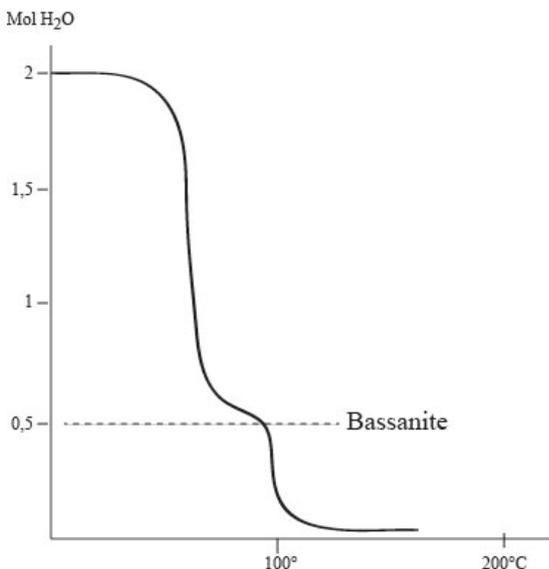
### IV-A. Les ressources naturelles liées aux évaporites

Durée conseillée : 0h55 minute – Barème 16/100

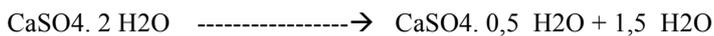
Les évaporites constituent une ressource naturelle et parmi celles-ci le gypse est utilisé comme matière première pour la fabrication de matériaux de construction.

**IV-A-1. Expliquez le processus de transformation du gypse à partir du graphique du document 19 et en vous appuyant sur leur formule chimique ; Indiquez le nom du produit obtenu?**

Réponse à la question IV-A-1



Document 19 : Courbe de déshydratation du gypse et matériel nécessaire à la transformation



**Le plâtre se forme par une première déshydratation du gypse élevé à une certaine température pour former de la bassanite et qui est ensuite réhydraté pour former du plâtre (liant)**

**Commentaires : Dans cet exercice, il fallait décrire le protocole analytique menant à la formation du plâtre à partir du gypse ; lorsqu'il est connu, il a été bien décrit par les candidats (seulement 50%)**

**IV-A-2. La transformation diagénétique du gypse s'accompagne d'un important changement de volume ; décrivez et expliquez les structures morphologiques du document 20 et quelles peuvent être les conséquences dans des zones habitées?**



*Document 20: Photographie illustrant des structures en lien avec la transformation des séries évaporitiques (Photographie prise d'un hélicoptère en Iran). La barre d'échelle correspond à 10 m.*

*Réponse à la question IV-A-2*

**Ces structures correspondent à des dolines ; la surface de cette structure diapirique est affectée par des processus de dissolution. Il s'agit d'une vue externe de grandes dépressions karstiques (doline de soutirage, ou fontis), il s'agit souvent d'une dépression établie à la verticale d'une vaste cavité karstique dont le toit s'est effondré. Ces structures observées au sommet des diapirs perçants de l'Iran correspondent à des interactions avec l'environnement et notamment les intempéries.**

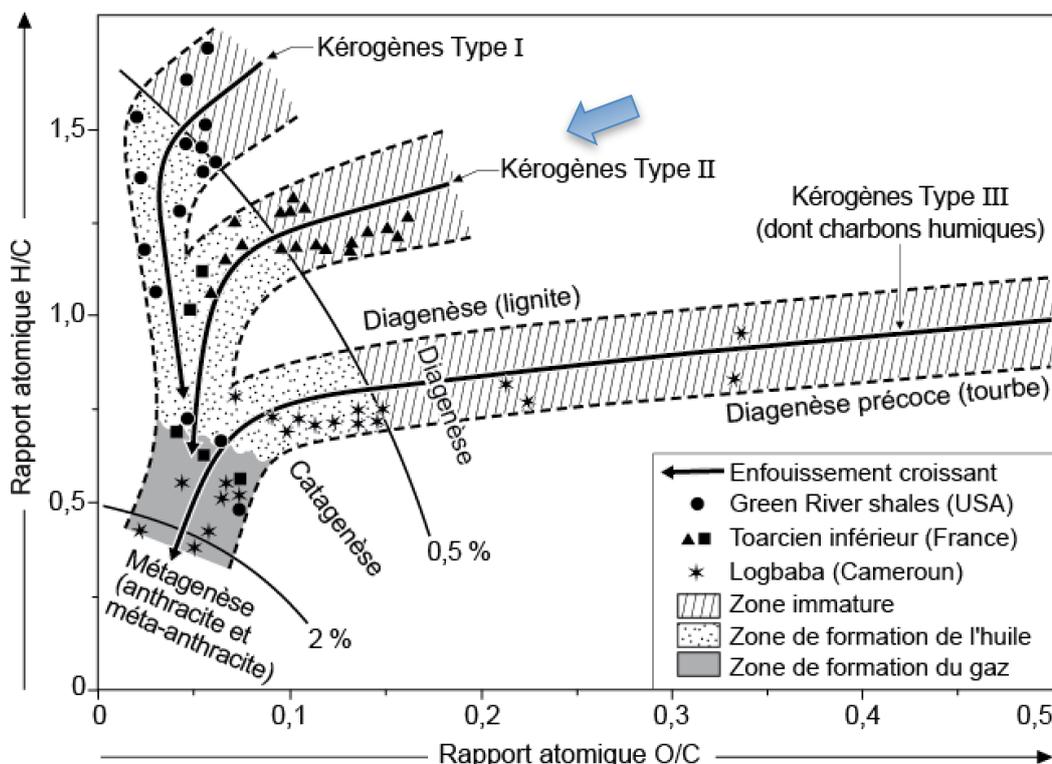
**Ces déformations résultent souvent de la transformation du gypse en anhydrite avec pour conséquences lors de cette transformation, une perte de volume (38%) qui induit un désordre dans la colonne sédimentaire; la libération d'eau augmente la plasticité et donc le taux de déformation (le fluide expulsé est un agent de diagenèse). Elles résultent également de la dissolution des sels présents au sein des évaporites.**

**Commentaires : Ces structures sont souvent bien analysées**

Les lamines organiques, nommées improprement schistes bitumineux se déposent en milieu aquatique lacustre ou marin et sont enrichis de matière organique correspondant à des accumulations de microfossiles organiques plus ou moins transformés par des bactéries. Les lamines présentent les mêmes constituants que les sapropèles qui sont souvent associés à des dépôts évaporitiques (Tripoli, Document 17, page 33).

**IV-A-3. Remplacez clairement sur le diagramme de Van Krevelen (Document 21) le domaine pouvant correspondre aux lamines organiques des dépôts du Tripoli (voir frottis II-A-2, page 8), sachant que l'extraction du pétrole nécessite une combustion contrôlée et justifiez votre réponse ?**

Réponse à la question IV-A-3



Document 21 : Diagramme de Van Krevelen (extrait de Baudin et al., 2007 d'après Durand, 1980).

La flèche bleue indique le domaine du diagramme de van Krevelen correspondant aux lamines organiques des faciès Tripoli. La présence de diatomées et de radiolaires et parfois de foraminifères planctoniques indique des conditions de vie dans des environnements marins ; il s'agit d'organismes planctoniques proliférant en surface des bassins (ici bassin de Lorca). La matière organique obtenue par l'accumulation des micro-organismes préservés dans des conditions réductrices est de type II (zoo et phytoplanctons d'origine marine). Ces sédiments n'ont pas atteint les conditions d'enfouissement nécessaires à leur maturation pour craquage thermique et transformation en hydrocarbures.

**Commentaires :** L'analyse du frottis étant souvent inexacte, les réponses à cette question sont erronées ; Toutefois, il était possible de discuter l'origine de cette M.O. par déduction des documents précédents.

Les gaz « de schiste », se trouvent sous terre, occlus dans des roches-mères argileuses. Leur composition (essentiellement du méthane) est semblable à celle des gaz dits « conventionnels » mais la technique utilisée pour les extraire diverge : emprisonnés dans des roches, les gaz de schiste ne peuvent être exploités comme ceux qui sont piégés dans les structures géologiques poreuses et perméables. On les extrait par fracturation des roches qui les retiennent.

**IV-A-4. Si les « schistes » diffèrent des « schistes » présentés en IV-A-3, quelles sont leurs caractéristiques en terme de rapport atomique O/C et H/C ; et quelles sont les propriétés pétro physiques des roches encaissantes qui justifient leur fracturation pour l'exploitation des gaz ?**

*Réponse à la question IV-A-4*

**Avant d'indiquer les valeurs du diagramme de Van Krevelen, les candidats pouvaient expliquer les différents termes et les procédés d'extraction des gaz.**

**- Les schistes : terme inapproprié : *shale* « désigne toute roche sédimentaire litée à grain très fin, en générale argileuse ou marneuse ». On peut comparer cette définition avec les deux définitions du mot "schiste": « (1) au sens large (qu'il vaut mieux éviter), toutes roches susceptible de se débiter en feuillet. Ce terme peut donc désigner aussi bien un schiste métamorphique, qu'une roche présentant un clivage ardoisier ou bien une pélite (argile) feuilletée et (2) : roche ayant acquis une schistosité sous l'influence de contraintes tectoniques ».**

**L'extraction des gaz est provoquée en communiquant au liquide de forage une surpression qui s'ajoute à la pression hydrostatique, afin de fracturer les roches, et donc de les rendre perméables. Si l'on ajoute au liquide de forage sur-comprimé du sable, celui-ci s'insinuera dans les fractures, et empêchera qu'elles ne se referment une fois qu'on arrête la surpression. Une fois la fracturation terminée, le gaz s'échappera alors par les fractures, comme dans n'importe quelle roche réservoir dont la perméabilité est due à des fractures pré-existantes.**

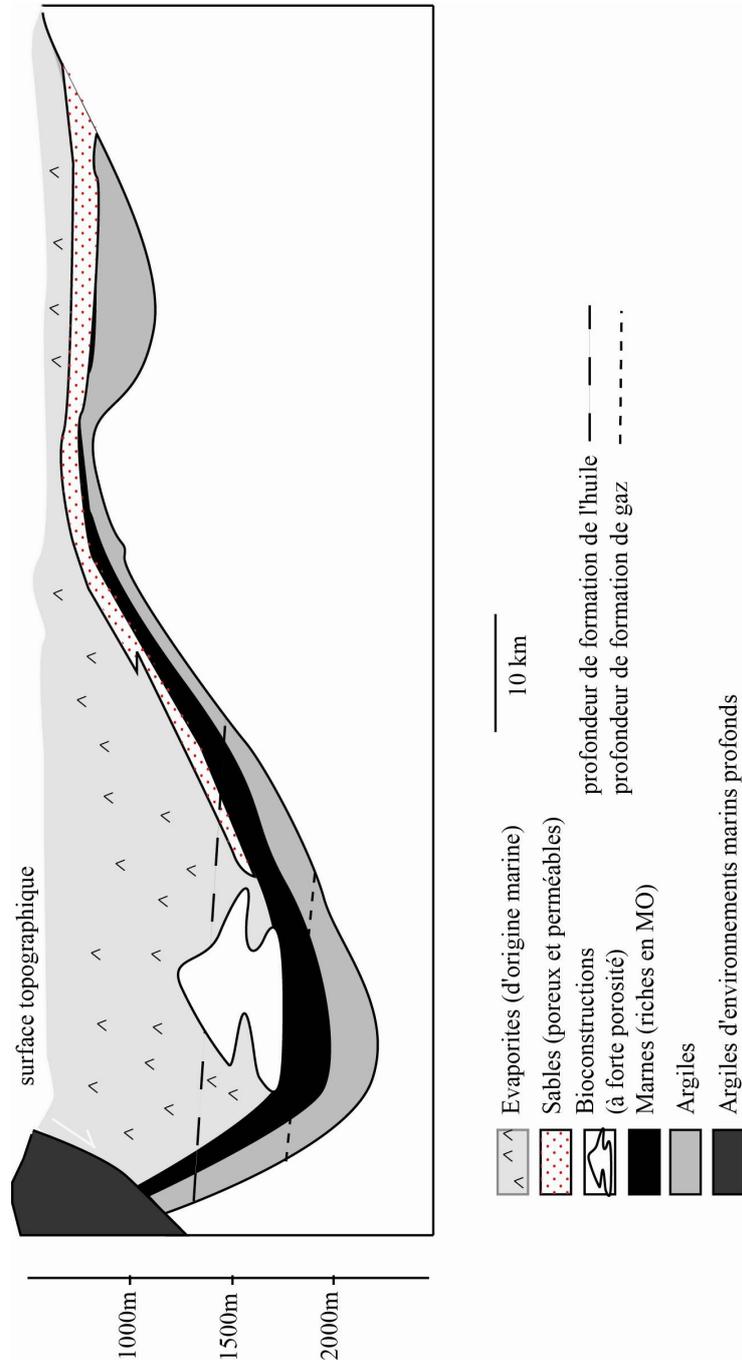
**Les valeurs de O/C et HC sont souvent inférieures à 0,1 et ces gaz correspondent à du méthane**

**Les propriétés pétrophysiques des roches montrent souvent de faibles perméabilités et des porosités pouvant être importantes mais non connectées. La porosité peut résulter de la transformation diagénétique de la matière organique.**

## IV.B. Système pétrolier

Durée conseillée : 0h35 minute – Barème 9/100

IV-B-1. Décrivez et annotez le document 22 qui illustre un système pétrolier. S'agit-il d'un système pétrolier complet depuis la formation des hydrocarbures jusqu'à la récupération (justifiez votre réponse sous forme synthétique) ? Et indiquez si les conditions sont favorables à la récupération des hydrocarbures.



Document 22 : exemple d'un système pétrolier complexe

Réponse à la question IV-B-1

**Ce système possède les trois éléments lithologiques indispensables pour obtenir un système pétrolier :**

- **une roche mère : riche en matière organique (M.O. dans des marnes)**
- **des roches réservoirs (bioconstructions carbonatées et sables poreux et perméables)**
- **des roches couvertures (évaporites qui recouvrent l'ensemble de la série sédimentaire ; argiles en contact par faille)**

Les marnes riches en M.O. se situent dans la fenêtre à huile et même la fenêtre à gaz pour la partie centrale du bassin (indications données sur le schéma). Cette roche riche en M.O. peut donc produire des hydrocarbures et des gaz (méthane). La transformation de la M.O. peut induire également une augmentation de la porosité de la roche mère qui localement peut devenir un réservoir. Lorsque le seuil de saturation est atteint et que les forces de rétention des fluides sont vaincues (exemple des forces de capillarité, interfaces entre les fluides), les huiles et le gaz (qui s'échappe dès sa formation en lien avec sa faible densité) peuvent subir une migration et se déplacer vers les roches réservoirs avec lesquelles la roche mère est en contact. Les roches réservoirs correspondent aux dépôts bioconstruits et aux sables qui présentent une bonne porosité et perméabilité. Les argiles situées sous la roche mère peuvent en fonction du cortège argileux qui les compose être compactées plus ou moins fortement et libérer l'eau piégée dans leurs structures (exemple des argiles gonflantes). Ces roches sont très peu poreuses et souvent imperméables et ne peuvent accueillir les hydrocarbures après leur transformation. La migration des hydrocarbures se fera essentiellement *per ascensum* vers les roches susceptibles de les accueillir. L'accumulation des hydrocarbures est favorisée par la bonne porosité (espace entre les grains) et perméabilité (connexion entre les pores) des roches réservoirs (dépôts sableux et bioconstruits).

Les roches réservoirs seront donc caractérisées dans le cas d'un schéma simple par la présence et la superposition d'eau, d'huiles et de gaz.

Les réservoirs doivent également être scellés afin d'empêcher la « *dismigration* » (fuite) vers la surface des hydrocarbures (densité/pression). La présence des évaporites au dessus des séries sédimentaires réservoirs et des argiles latéralement (en contact par faille qui amène des séries argileuses en contact avec les roches mères) empêchent la migration des hydrocarbures vers la surface. On peut imaginer que la présence des argiles colmate la faille.

Il s'agit bien d'un système à potentiel pétrolier

*Commentaires : Une description rigoureuse et complète du système pétrolier afin d'aboutir à la conclusion était attendue ; Il y avait plusieurs réponses possibles pour cet exercice et notamment certains candidats (rares) ont discuté du rôle des failles dans les systèmes pétroliers. Cet exercice a souvent été traité de façon peu rigoureuse.*

**IV-B-2. Quel est le rôle des évaporites dans le système pétrolier et quelle peut en être la paragenèse dans ce cas précis ?**

*Réponse à la question IV-B-2*

**Paragenèse : Gypse-anhydrite et sels car il s'agit d'évaporites issues de milieu marin ; les évaporites sont des roches imperméables. Elles sont formées par un matériel visqueux, déformé sans rupture (halocinèse ou diapirisme) formant des intumescences de morphologies variées.**

**Rôle : roche couverture imperméable des réservoirs pétroliers**

## **5.4 ÉPREUVES DE CONTRE-OPTION DU SECTEUR A**

### **5.4.1 Sujet**

(avec éléments de réponse)

**AGREGATION DE SCIENCES DE LA VIE –  
SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

**CONCOURS EXTERNE – ÉPREUVES D'ADMISSION – session 2013**

**TRAVAUX PRATIQUES DE CONTRE-OPTION DU SECTEUR A**

**CANDIDATS DES SECTEURS B ET C**

**Durée totale : 2 heures**

***Quelques aspects de l'immunité chez les Métazoaires***

Le sujet est constitué de deux parties pouvant être traitées indépendamment.

**Partie I : Quelques cellules de l'immunité et leur fonction**

*durée conseillée 50 minutes – barème : 40 /100*

p 2

**Partie II : Les anticorps et leur fonction**

*durée conseillée : 70 minutes – barème : 60 /100*

p 6

**Recommandations** - Les parties I-B et II-B comportent des manipulations nécessitant une incubation à 37°C pendant 30 minutes, il est donc conseillé de les mettre en route assez rapidement.

**Les réponses aux questions figureront dans les cadres réservés à cet effet. N'oubliez pas d'appeler les correcteurs pour vérifier préparations, dessins et résultats lorsque cela est demandé.**

## Partie I : Quelques cellules de l'immunité et leur fonction

durée conseillée 50 minutes – barème : 40 /100

### A. Observation de frottis sanguin de Mammifère

I-A : Identifiez, sur la lame de frottis sanguin fournie (coloration May-Grünwald Giemsa), une cellule impliquée dans l'immunité innée et une autre impliquée dans l'immunité adaptative. Représentez vos observations par deux dessins légendés et précisément titrés. *Pour chaque observation, faites vérifier votre dessin par l'examineur.*

Réponse à la question I-A

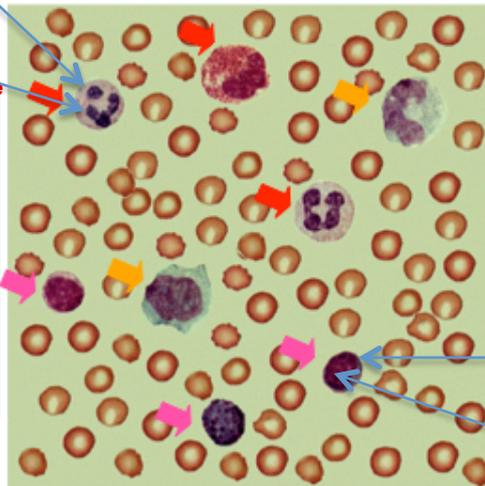
Cytoplasme à granulations peu visibles

Noyau plurilobé

→ Granulocyte neutrophile

Granulocyte

Monocyte/macrophage



Lymphocytes

Cytoplasme réduit sans granulations

Noyau sphérique

Immunité innée

Immunité adaptative

Leucocytes observés au microscope photonique (Gx1000, coloration MGG)

### B. Cellules immunitaires dans le cœlome de ver de terre

Le cœlome du ver de terre contient des cellules immunitaires appelées cœlomocytes. Grâce au protocole suivant, on se propose d'identifier une des fonctions immunitaires de ces cellules.

#### Protocole de préparation et d'observation de cœlomocytes :

Immobilisez le quart postérieur d'un ver de terre à l'aide d'une pince. Introduisez à ce niveau, entre la paroi du corps et l'intestin, l'extrémité d'une pipette Pasteur dépourvue de poire. Laissez-y s'élever par capillarité, sur quelques millimètres, le liquide cœlomique jaune-brun (un liquide marron-noir signifie que le tube digestif a été atteint ; dans ce cas jetez le liquide et recommencez sur le même ver).

Ôtez la pipette du ver. Accolez délicatement la poire d'aspiration à l'extrémité de la pipette (sans chercher à l'adapter parfaitement) pour déverser le liquide récolté dans une goutte de 20µL d'une solution de NaCl à 0,7% déposée sur une lame porte-objet. Refaites le prélèvement une ou deux fois (quelques gouttes de liquide cœlomique suffisent).

Ajoutez une goutte de 20µL de suspension de levures, mélangez délicatement.

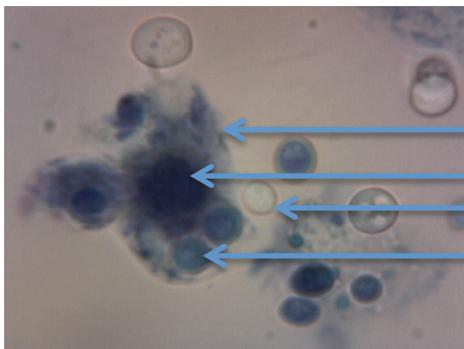
Placez la lame dans une chambre humide confectionnée à l'aide d'une boîte de Petri dont le fond est couvert de papier absorbant imbibé d'eau. Incubez pendant **une demi-heure** à l'étuve à 37°C.

Colorez à l'aide d'une goutte de 20µL de bleu de méthylène, puis observez au microscope optique.

**I-B : Recherchez une zone montrant que certains cœlomocytes participent à l'élimination des corps étrangers. Représentez le résultat observé à l'objectif x100 sous forme d'un dessin interprétatif.**

**Appelez l'examineur pour vérification.**

*Réponse à la question I-B*



**Cœlomocyte**

**Noyau du cœlomocyte**

**Levure non phagocytée**

**Levure phagocytée**

**Phagocytose de levures par un cœlomocyte de lombric**

**Coloration au bleu de méthylène et observation au microscope photonique (Gx1000)**

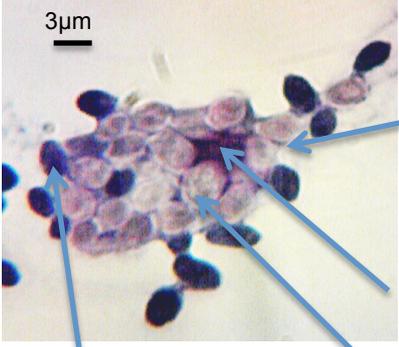
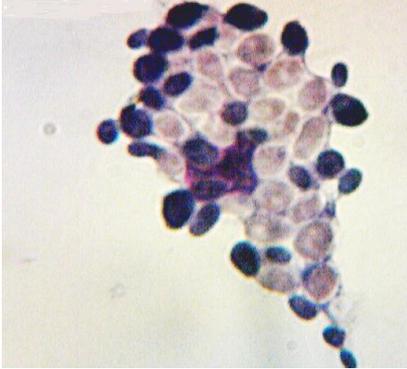
### **C. Observation de macrophages péritonéaux de souris**

Des macrophages péritonéaux de souris ont été cultivés en présence soit de levures seules, soit de levures additionnées d'α-mannanes, polymères que l'on trouve notamment dans la paroi des levures.

Après une heure à 37°C, les lames portant les cellules ont été incubées pendant 10 minutes avec de l'acide tannique, qui ne pénètre pas dans les cellules de souris, et qui marque donc uniquement les levures à l'extérieur de ces cellules, en bleu foncé. Une coloration au May-Grünwald Giemsa est alors réalisée.

Des microphotographies représentatives des résultats sont présentées à la même échelle à la page suivante.

I-C-1 : Légendez et interprétez les résultats présentés ci-dessous.

Macrophages + levures	Macrophages + levures + $\alpha$ -mannanes
<i>Réponse à la question I-C-1</i>	
 <p data-bbox="183 795 494 873"><b>Levure non phagocytée, adhérent au macrophage</b></p>	 <p data-bbox="582 492 758 526"><b>macrophage</b></p> <p data-bbox="582 683 742 761"><b>Noyau du macrophage</b></p> <p data-bbox="542 795 798 840"><b>Levures phagocytées</b></p>
	
<p><b>Interprétation :</b></p> <p>La mise en contact des macrophages avec les levures résulte en leur phagocytose, comme le montrent les images de gauche, où les levures sont soit fixées à la membrane (levures noires) soit ingérées (levures roses).</p> <p>En présence d'<math>\alpha</math>-mannanes, la phagocytose est inhibée (images de droite). Il entre en compétition avec les molécules pariétales de la levure vis-à-vis de récepteurs membranaires du phagocyte.</p> <p>Les macrophages reconnaissent donc les levures en utilisant des récepteurs aux sucres de la famille des mannanes (lectinophagocytose).</p>	

**I-C-2 : Définir l'opsonisation. En vous basant sur l'expérience précédente, proposez un protocole permettant sa mise en évidence. Quel serait l'effet des  $\alpha$ -mannanes lors de la mise en présence de levures opsonisées et de macrophages ?**

*Réponse à la question I-C-2*

L'opsonisation est un processus favorisant la phagocytose par la fixation à la surface des corps étrangers d'opsonines (Anticorps ou molécules du complément). Ces opsonines agissent en favorisant leur reconnaissance par les phagocytes (ici les macrophages) et donc la phagocytose. Ce phénomène est médié par des récepteurs aux parties Fc des anticorps et/ou des récepteurs aux protéines du complément (C3b).

Les levures sont incubées ou non avec du sérum riche en complément et/ou contenant des Ac anti-levures (sérum polyclonaux ou Ac monoclonaux) puis mises en présence des macrophages. On détermine ensuite le pourcentage de levures phagocytées ou encore le nombre moyen de levures par phagocyte, et on s'attend à ce que la phagocytose des levures opsonisées soit plus importante que celle des levures non opsonisées.

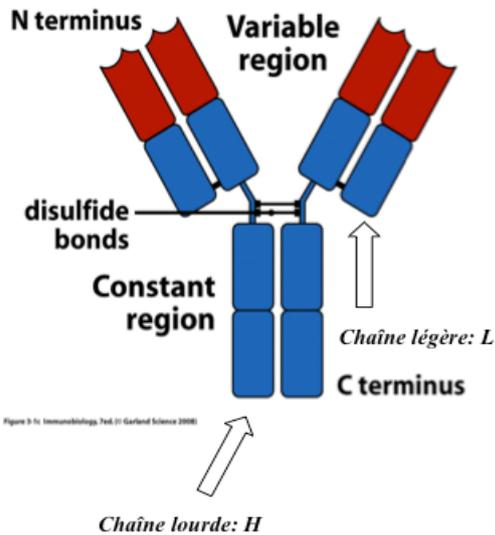
Si on ajoute des  $\alpha$ -mannanes, ils ne rentreront pas en compétition avec les opsonines car les récepteurs en jeu sont différents. Par ailleurs l'opsonophagocytose est plus puissante que la lectinophagocytose

## Partie II : Les anticorps et leur fonction

durée conseillée 70 minutes – barème : 60 /100

### II-A : Réalisez le schéma d'un anticorps dont vous indiquerez l'isotype

Réponse à la question II-A



Chaque carré est un domaine Immunoglobuline: 110aa stabilisés par un pont disulfure intra chaîne

**C'est une IgG. Elle est monomérique et possède 3 domaines constants dans la partie constante de sa chaîne lourde et une région charnière avec 2 ponts di-sulfures**

**IgM et IgE : il y a un domaine constant de plus sur la chaîne lourde.**

**Les IgA et IgM peuvent être respectivement dimériques et pentamériques.**

### II-B : Mise en évidence des éléments nécessaires à l'hémolyse de globules rouges de mouton

#### II-B-1 : Expérience 1

Vous avez à votre disposition :

- un sérum hémolytique anti-globules rouges de mouton (anti-GRM)
- le même sérum chauffé à 56°C pendant 30 minutes
- un sérum hémolytique non dirigé contre les globules rouges de mouton
- une suspension de globules rouges de mouton (GRM) à 2% dans du PBS, à utiliser à cette concentration dans l'expérience 1
- un tampon de dilution, le PBS.

Vous devez mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de mettre en évidence les éléments nécessaires à l'hémolyse, en respectant les consignes suivantes :

- le volume réactionnel, dans les tubes Eppendorf, sera toujours porté à 600µL
- chaque produit doit être introduit à un volume de 200µL
- cinq dilutions du sérum seront réalisées en cascade de 2 en 2 et toutes testées.

Les tubes seront incubés 30 minutes à l'étuve à 37°C et centrifugés pendant 2 minutes à 2500 tours par minute. Le contenu des tubes peut être observé à l'œil nu avant ou après centrifugation. Ne pas oublier les témoins, qui devront être justifiés.

**II-B-1.1 : Résumez votre protocole expérimental et vos résultats sous forme d'un tableau indiquant clairement le contenu de chaque tube. Indiquez le facteur de dilution le plus important pour lequel il y a hémolyse. *Faites vérifier vos résultats par l'examineur.***

Réponse à la question II-B-1.1

**Le même protocole sera utilisé pour les 3 sérums.**

**Préparer 6 tubes avec 200µL de PBS.**

**Dans le tube 1, ajouter 200µL d'un des 3 sérums (Anti-GRM, Anti-GRM chauffé, Contrôle), agiter.**

**Prélever 200µL du mélange et les déposer dans le tube 2, agiter.**

**Prélever 200µL du mélange du tube 2 et les déposer dans le tube 3, agiter.**

**Prélever 200µL du mélange du tube 3 et les déposer dans le tube 4, agiter.**

**Prélever 200µL du mélange du tube 4 et les déposer dans le tube 5, agiter puis enlever 200µL et les éliminer.**

**Ajouter dans chaque tube (1 à 6), 200µL de PBS**

**Ajouter dans chaque tube (1 à 6), 200µL de GRM 2%**

**Contrôles :**

**- un tube avec du PBS sans sérum (le tube 6 ci-dessous)**

**- la dilution du sérum contrôle**

**- Un tube mettant les GRM en contact avec de l'eau pour visualiser la lyse.**

**Il était possible de ne réaliser que la dilution pour le sérum anti-GRM et le sérum anti-GRM chauffé en considérant que la concentration la plus élevée (donc la dilution la plus faible) du sérum contrôle était suffisante.**

**Un tableau résumant les résultats pour chaque dilution a été fortement apprécié.**

**Pour les résultats, cf la photo ci-dessous.**



### II-B-1.2 : Interprétez les résultats

Réponse à la question II-B-1.2

**On observe une hémolyse uniquement lorsque que l'on ajoute un sérum hémolytique contenant des anticorps spécifiques GRM. Il faut donc une fixation des Ac par leur partie variable au GRM.**

**On n'observe pas d'hémolyse si le sérum est chauffé à 56°C, il y a dans le sérum un élément thermolabile indispensable à l'hémolyse.**

**Quel est cet élément thermolabile ? Les Ac ou un élément permettant la lyse comme le complément ?**

### II-B-2 : Expérience 2

Vous disposez d'une suspension de GRM à 10% et des sérums identiques à ceux de l'expérience ci-dessus (à des dilutions différentes, favorables à la réalisation de ce nouveau protocole).

Mettez en contact, sur des lames porte-objet, une goutte de 20µL de suspension de GRM à 10% avec une goutte de chaque sérum aux dilutions proposées. Mélangez délicatement, attendez une minute environ, puis observez, à l'œil nu et au microscope optique.

**II-B-2.1 : Décrivez et interprétez les résultats obtenus. *Faites vérifier vos résultats par l'examineur.***

Réponse à la question II-B-2.1

**On observe une agglutination avec anti-GRM et anti-GRM chauffé, mais pas d'agglutination avec le sérum contrôle.**

**L'agglutination, due aux anticorps, montre qu'il y a des anticorps actifs dans le sérum chauffé.**

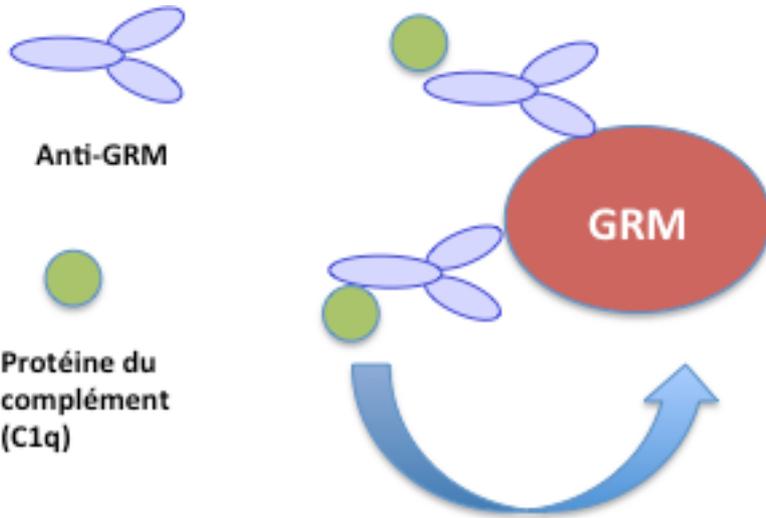
**II-B-2.2 : En quoi les résultats de l'expérience 2 vous permettent-ils d'affiner l'interprétation de l'expérience 1 ?**

Réponse à la question II-B-2.2

**Les anticorps sont présents et actifs dans le sérum chauffé, ce ne sont donc pas les Ac qui sont détruits par la chaleur. C'est donc un autre élément qui est thermolabile et qui, en se fixant aux Ac, entraîne la lyse. Les molécules du complément ont ces caractéristiques.**

**II-B-2.3 : Représentez les processus intervenant dans hémolyse immune sous forme d'un schéma**

Réponse à la question II-B-2.3



Activation de la voie  
classique du  
complément et lyse du  
GRM

### 5.4.2 Commentaires

L'épreuve pratique de contre-option du secteur A abordait cette année quelques aspects de l'immunité des Métazoaires.

N.B. : Ce sujet de contre-option s'appuyant sur plusieurs manipulations qui nécessitaient l'utilisation de micropipettes, le principe d'utilisation de celle-ci a été rappelé au début de l'épreuve. Ce ne sera pas nécessairement le cas pour les sessions à venir.

#### Partie I – Quelques cellules de l'immunité et leur fonction

Dans un premier temps, une observation de frottis sanguin était proposée aux candidats, afin de tester leurs capacités d'observation et de reconnaissance des cellules impliquées dans les deux grands types d'immunité, innée et adaptative. Cette sous-partie a conduit à des résultats globalement satisfaisants, mais le jury a été étonné du nombre de candidats n'ayant pas pris le temps d'observer les lames.

Une observation de phagocytose de levures par des coelomocytes de lombric était ensuite attendue. Le prélèvement des coelomocytes a été réussi par la majorité des candidats. Pourtant, seule une minorité a présenté de belles préparations de levures en cours de phagocytose, pourtant visibles sur un autre champ microscopique que celui proposé. Le jury recommande vivement aux candidats de prendre le temps d'explorer davantage leur lame pour y rechercher les plages les plus pertinentes. L'observation à l'objectif x100 à immersion permettait de ne pas confondre les levures internalisées avec des noyaux, ou encore des levures situées dans un autre plan focal.

L'absence d'observation du phénomène n'a pas empêché certains candidats de réaliser des dessins de phagocytose, alors que l'adéquation entre représentation et observation était notée en cours de séance. Le jury a préféré à un unique dessin théorique sans rapport avec l'observation et par conséquent pénalisé, une représentation fidèle d'une levure à proximité d'un phagocyte, la réussite du prélèvement de coelomocytes, l'observation et la qualité du dessin étant alors évaluées. Il est utile de rappeler ce que les futurs professeurs attendront de leurs élèves, à savoir qu'un dessin est muni d'un titre indiquant l'objet observé, le mode d'observation, le grossissement, et la coloration.

La partie C a posé problème à de nombreux candidats, maîtrisant mal la notion de reconnaissance associée au processus de phagocytose. Le nombre moins important de levures adhérentes ou internalisées par les macrophages a souvent été interprété comme le résultat d'une activation de la phagocytose suite à la fixation sur les levures, d' $\alpha$ -mannanes ou encore d'anticorps, pourtant absents dans l'expérience. Il était indiqué que l'incubation avec les levures avait duré une heure, un temps bien trop faible pour une destruction totale des levures par les macrophages.

Sans doute les candidats ont-ils été influencés par la définition de l'opsonisation demandée dans la question suivante. Rares sont les propositions de protocole permettant sa mise en évidence. Lorsque celui-ci est proposé, il ne comprend pas toujours de témoin, aucune quantification des résultats n'est prévue, et il est rarement accompagné des résultats attendus attestant de la mise en évidence du phénomène.

#### Partie II – Les anticorps et leur fonction

La première question demandait, en guise d'introduction, de réaliser un schéma d'un anticorps dont le choix de l'isotype était laissé à la discrétion du candidat. Une bonne moitié des candidats ont réalisé des schémas approximatifs sans indication par exemple de la partie variable et de la partie constante des anticorps. De manière surprenante, un nombre non négligeable de candidats n'a pas indiqué les ponts disulfures qui permettent de maintenir la structure des anticorps. Enfin, la reconnaissance de l'isotype nécessite de connaître le nombre de domaines constants de la chaîne lourde et l'état de multimérisation de l'anticorps. Il n'était donc pas possible de donner un nom d'isotype si ces éléments n'étaient pas indiqués.

La partie suivante proposait de réaliser deux petites expériences pour mettre en évidence des éléments nécessaires à l'hémolyse de globules rouges de mouton. Plusieurs problèmes se sont posés aux candidats :

- 1- Comprendre ce qu'était l'hémolyse (« lyse des hématies »). Des définitions assez fantaisistes ont été données (par exemple, « les anticorps empêchent que les globules rouges ne tombent au fond du tube. »)
- 2- Réaliser des dilutions en « cascade de 2 en 2 » (on utilise la dilution précédente pour faire la suivante). De nombreux candidats ont fait des dilutions « classiques » et se sont donc retrouvés à cours d'anticorps. Plus inquiétant, certains candidats ont réalisé correctement les dilutions mais ont interprété le « 2 en 2 » comme étant des dilutions de « 10 en 10 ».
- 3- Expliquer clairement la composition des tubes contrôles. Le jury a été surpris qu'aucun candidat ne propose de mettre les GRM dans l'eau pour visualiser ce que donne une lyse.
- 4- Adopter une véritable démarche scientifique. De nombreux candidats étaient persuadés dès le début que la chaleur (56°C) avait détruit les anticorps. Ils ont donc été surpris de ne pas voir de différence entre l'agglutination avec le sérum anti-GRM et l'agglutination avec le sérum chauffé. Ils ont donc « ajusté » leur interprétation à leur attente et n'ont pas vraiment regardé leurs résultats.
- 5- Réaliser un schéma qui résumait le principe de l'hémolyse. Une grande partie des candidats a réalisé un schéma d'agglutination qui n'était pas demandé.

En général, les étudiants qui ont réalisé correctement les dilutions ont obtenu de très beaux résultats. Malheureusement, plusieurs d'entre eux ne les ont pas interprétés correctement (cf point 4 ci-dessus).

En conclusion, le jury tient à rappeler que lorsque l'on s'inscrit dans une démarche scientifique (et plus particulièrement en biologie) il convient d'observer et d'analyser avec rigueur les résultats obtenus avant d'en tirer des conclusions. Modifier la réalité observée pour la faire correspondre à ses *a priori* va à l'encontre du principe de base que les enseignants de SVT doivent transmettre à leurs élèves.

## **5.5 ÉPREUVES DE CONTRE-OPTION DU SECTEUR B**

### **5.5.1 Sujet**

(avec éléments de réponse)

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

CONCOURS EXTERNE – ÉPREUVES D'ADMISSION – session 2013

## TRAVAUX PRATIQUES DE CONTRE-OPTION DU SECTEUR B

CANDIDATS DES SECTEURS A ET C

Durée totale : 2 heures

### *Sciences naturelles au jardin*

Les trois parties sont indépendantes. Deux d'entre elles nécessitent des manipulations (partie I et partie II), prévoyez donc votre organisation en conséquence.

**Partie I : Un animal du jardin, le lombric** page 2

*Durée : 45 minutes – barème : 07 /20*

**Partie II : Caractérisation anatomique de structures végétales** page 5

*Durée : 45 minutes – barème : 07 /20*

**Partie III : Un aperçu de la faune et de la flore du jardin** page 8

*Durée : 30 minutes – barème : 06 /20*

*dont 15 minutes maximum au poste d'observation*

**Les réponses aux questions figureront dans les cadres réservés à cet effet.**

**N'oubliez pas d'appeler les correcteurs pour vérifier préparations, dessins et résultats lorsque cela est demandé.**

**AVANT DE REMETTRE VOTRE DOSSIER, VÉRIFIEZ QUE VOUS AVEZ BIEN INDIQUÉ VOS NOM, PRÉNOM ET NUMÉRO DE SALLE EN TÊTE DE TOUS LES DOCUMENTS. RENDEZ LA TOTALITÉ DE VOS FEUILLES.**

## Partie I : un animal du jardin, le lombric

Durée : 45 minutes – barème : 07 /20

Vous disposez d'un lombric dont vous allez réaliser une étude anatomique.

### I. A. Etude morphologique externe

#### I. A. 1. Précisez et justifiez la position systématique de l'animal.

Réponse(s) à la question I- A 1.

Axe de symétrie bilatérale → Bilatérien

Forme allongée et segmentation → Annélides

Présence d'un clitellum → clitellates

Pas de parapodes, soies peu nombreuses et peu développées → oligochètes

Clitellum postérieur au 6<sup>ème</sup> segment → Lombricidés

#### I. A. 2. Positionnez et orientez l'animal (la face ventrale devant reposer sur le fond de la cuvette à dissection).

Vous disposez d'un jeu d'étiquettes numérotées. Vous utiliserez celles-ci pour identifier les extrémités antérieure et postérieure de l'animal. Vous utiliserez également ces étiquettes numérotées (que vous découperez et que vous positionnerez de manière pertinente dans la cuvette grâce aux épingles) pour identifier toute structure que vous jugez nécessaire d'identifier. Vous mettrez à disposition du correcteur une feuille ou vous aurez noté le numéro de l'étiquette et la légende correspondante.

***Vous appellerez l'examineur afin qu'il vérifie le positionnement et l'orientation de l'animal avant de poursuivre la dissection.***

### I. B. Etude anatomique

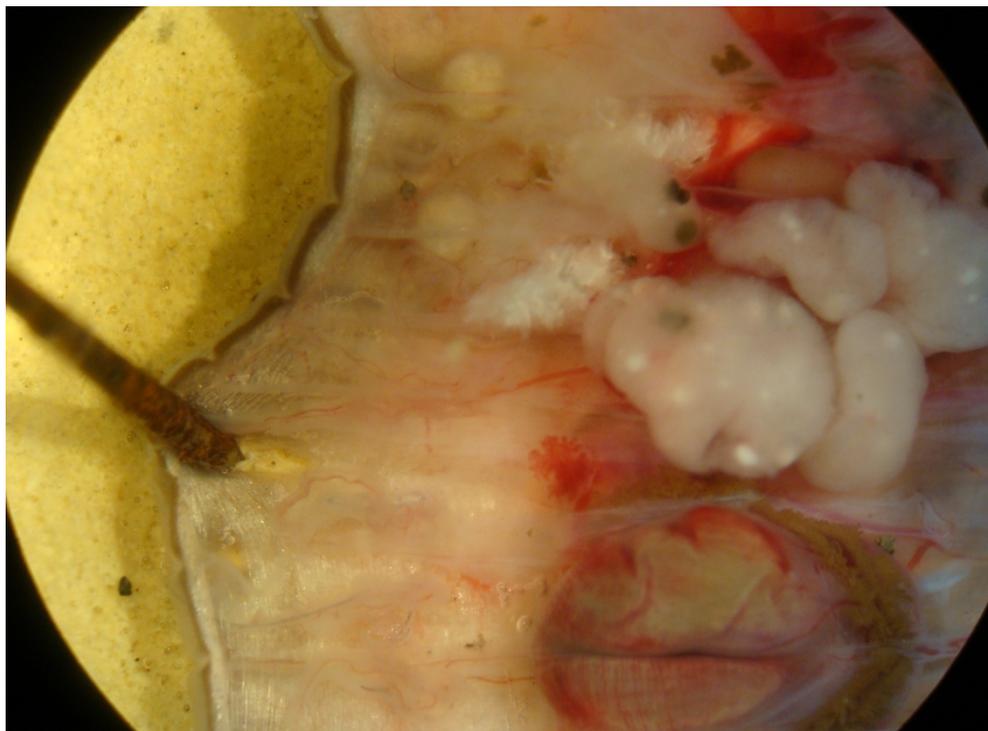
#### I. B. 1. Dissection

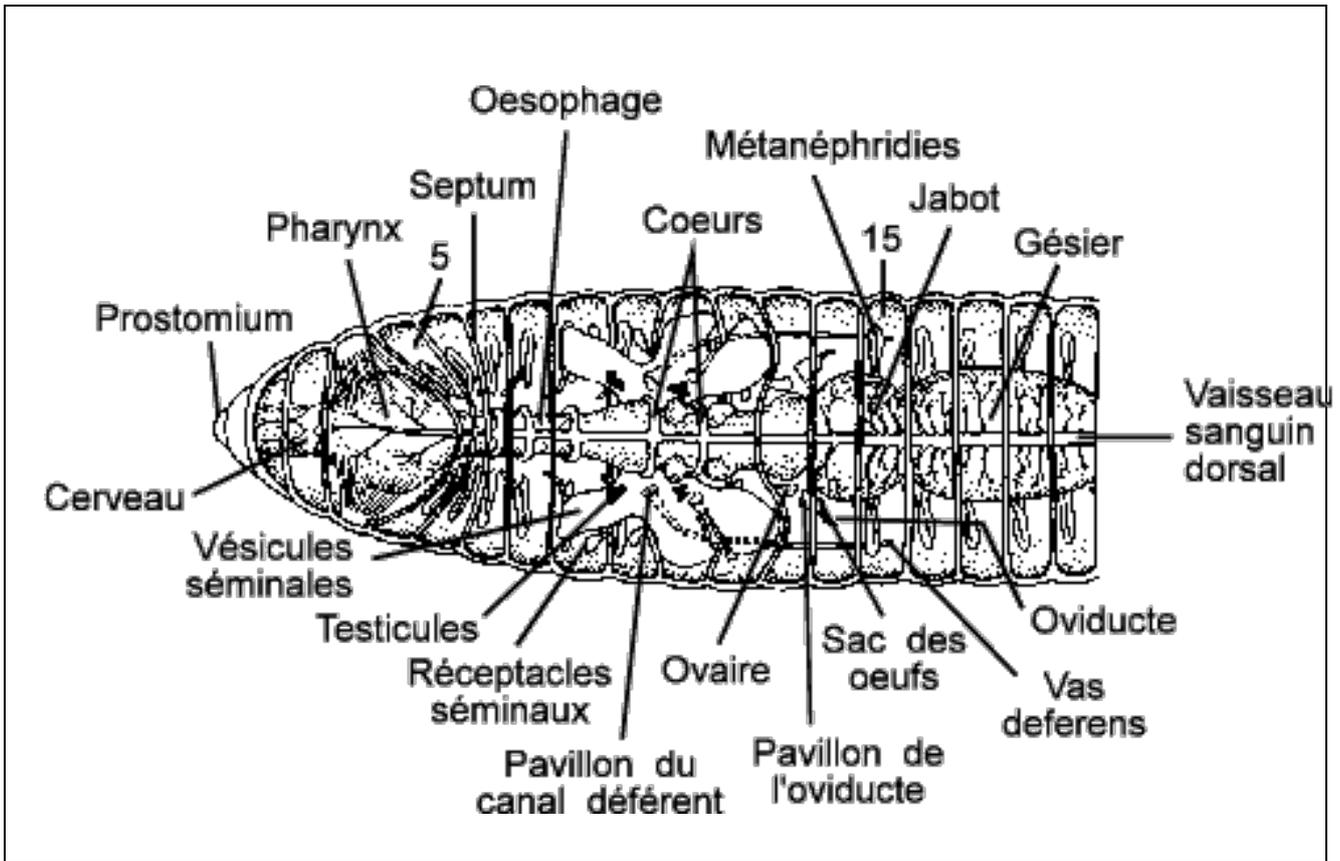
Ouvrir dorsalement les plans cutané et musculaire dorsaux (plan sagittal) sur le segment de l'animal qui vous paraît le plus approprié. Identifier avec les étiquettes numérotées, les structures internes relatives au système reproducteur, au système digestif et au système circulatoire. Mettre à disposition du correcteur une

feuille où vous aurez noté la correspondance entre le numéro et la légende correspondante. Réaliser un dessin annoté de votre dissection dans le cadre ci-dessous.

***Vous appellerez l'examineur afin qu'il vérifie la qualité de votre dissection, de vos identifications ainsi que l'adéquation entre votre dessin et votre dissection.***

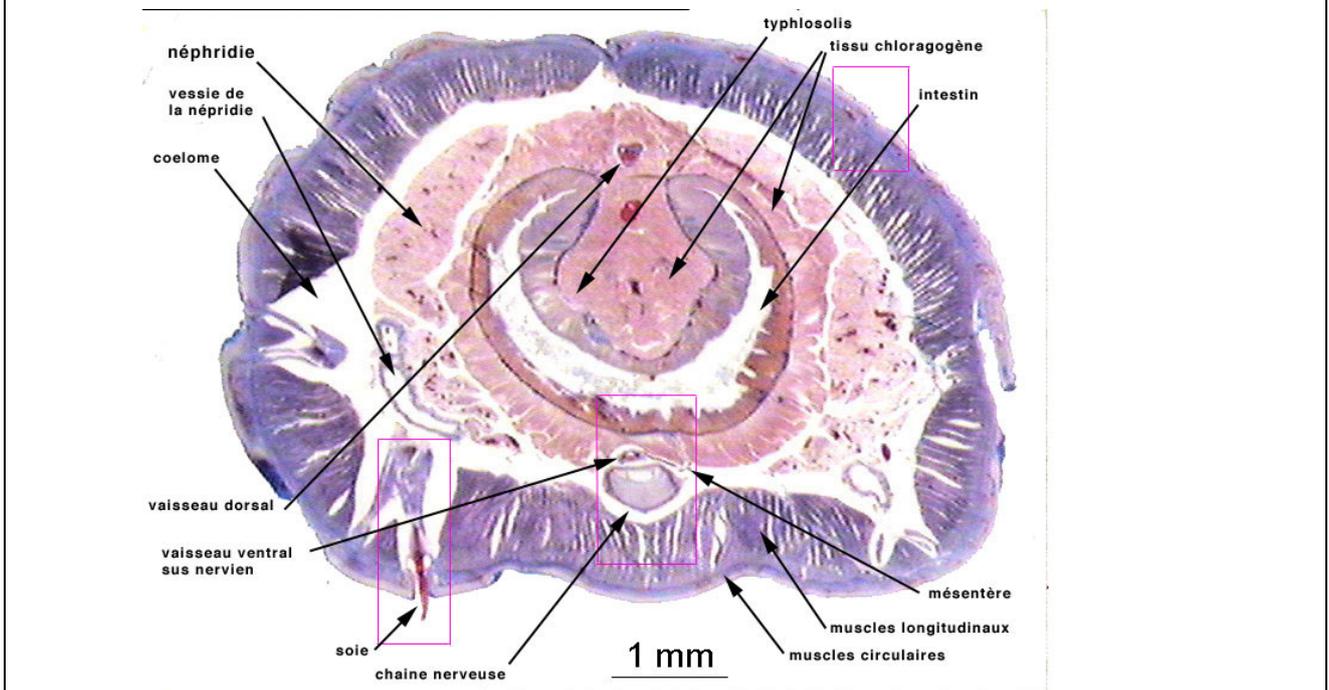
Réponse(s) à la question I. B. 1.

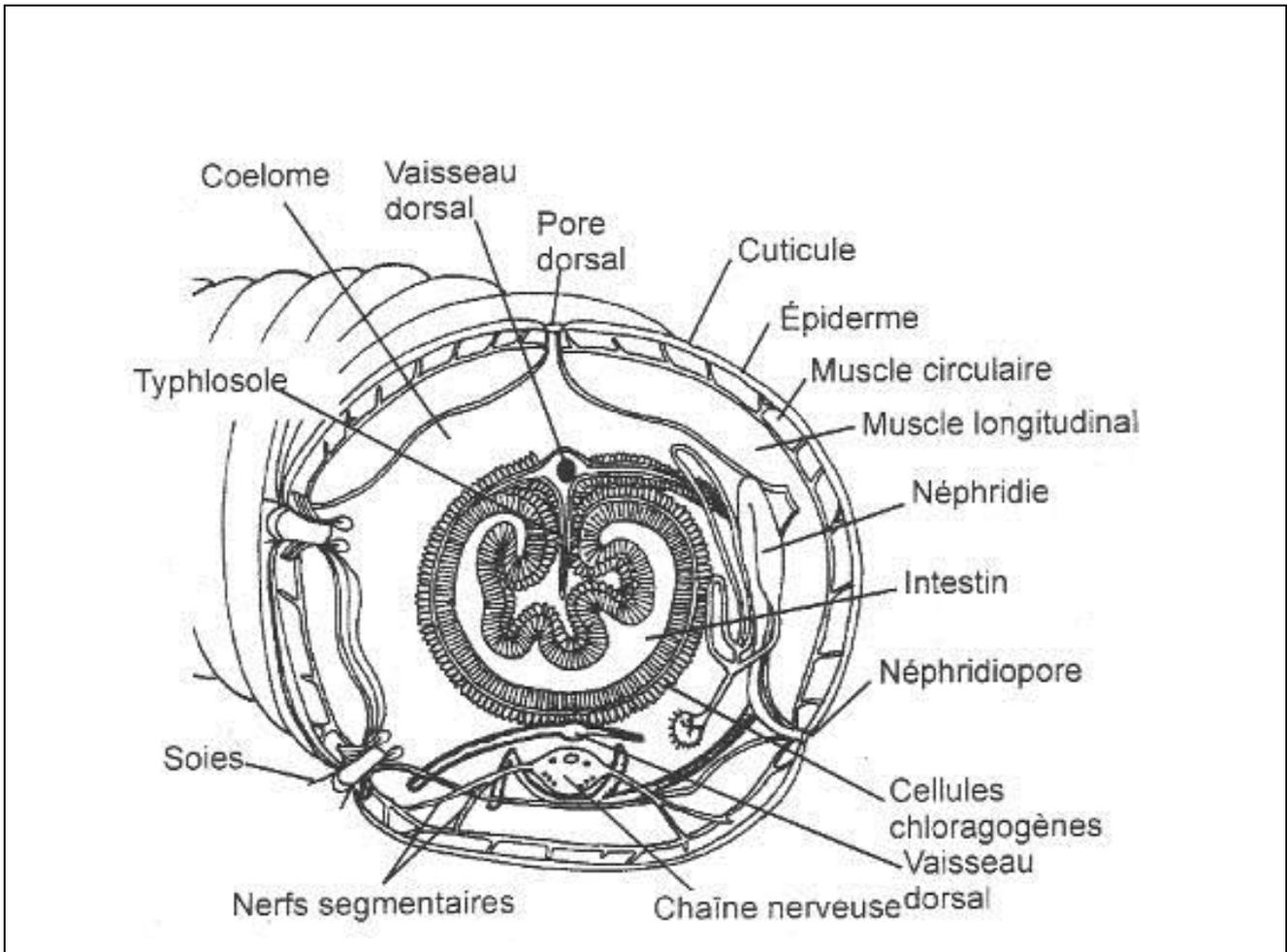




**I. B. 2.** Vous disposez d'une préparation microscopique de coupe transversale de *Lombric* (coupe dans la région médiane de l'organisme). Réalisez-en un dessin d'observation complètement renseigné qui permet de rendre compte de l'organisation anatomique de la région moyenne du *Lombric* dans le cadre ci-dessous.

Réponse(s) à la question I. B. 2.





## Partie II : caractérisation anatomique de structures végétales

*Durée : 45 minutes – barème : 07 /20*

Vous disposez de deux échantillons végétaux identifiés V1 et V2. Vous allez réaliser une étude anatomique comparée de ces deux échantillons.

### II. A. Etude anatomique

#### II. A. 1. Anatomie générale

Réalisez des coupes anatomiques des échantillons. Vous observerez certaines de vos coupes directement sans vidage ni coloration et vous colorerez les autres à l'aide du carmin-vert d'iode. **Vous appellerez un membre du jury qui évaluera la qualité technique de vos réalisations.**

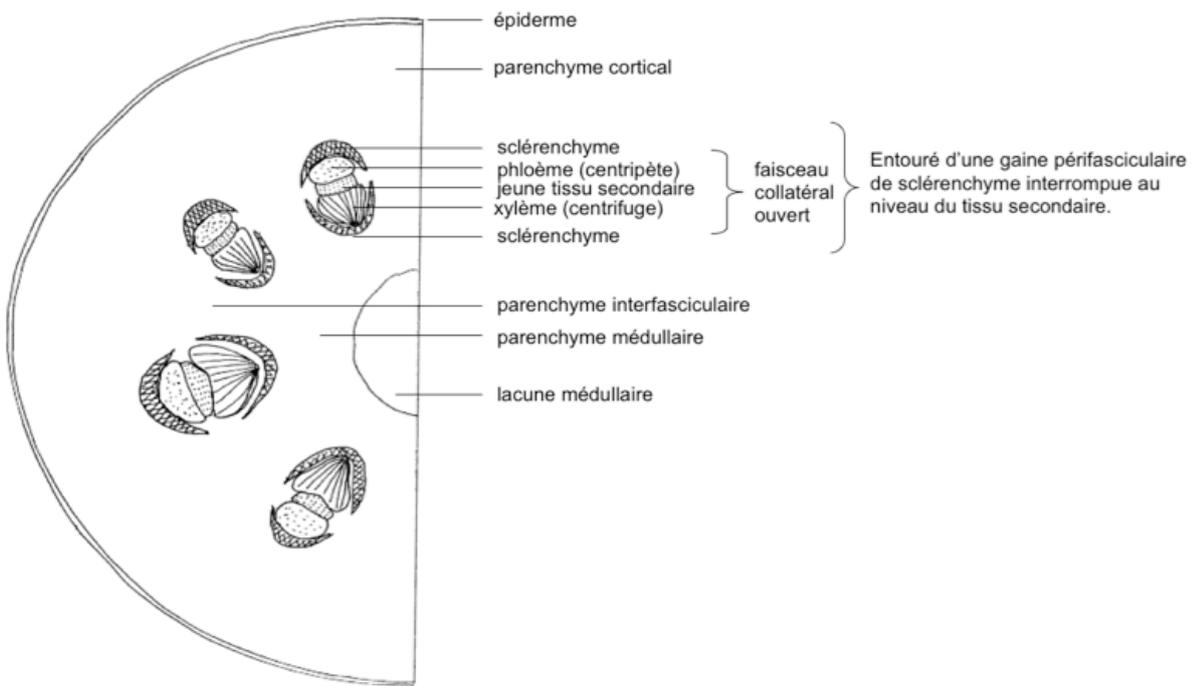
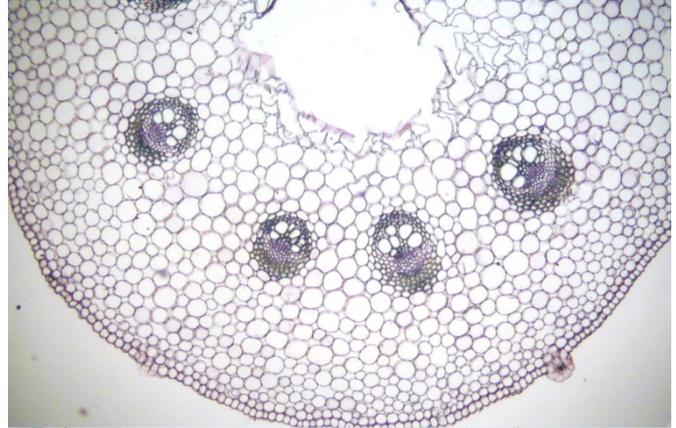
**Restituez votre observation dans le cadre ci-dessous sous la forme de schémas que vous annoterez.**

La comparaison des coupes fraîches et des coupes vidées doit vous permettre de produire une **légende fonctionnelle**.

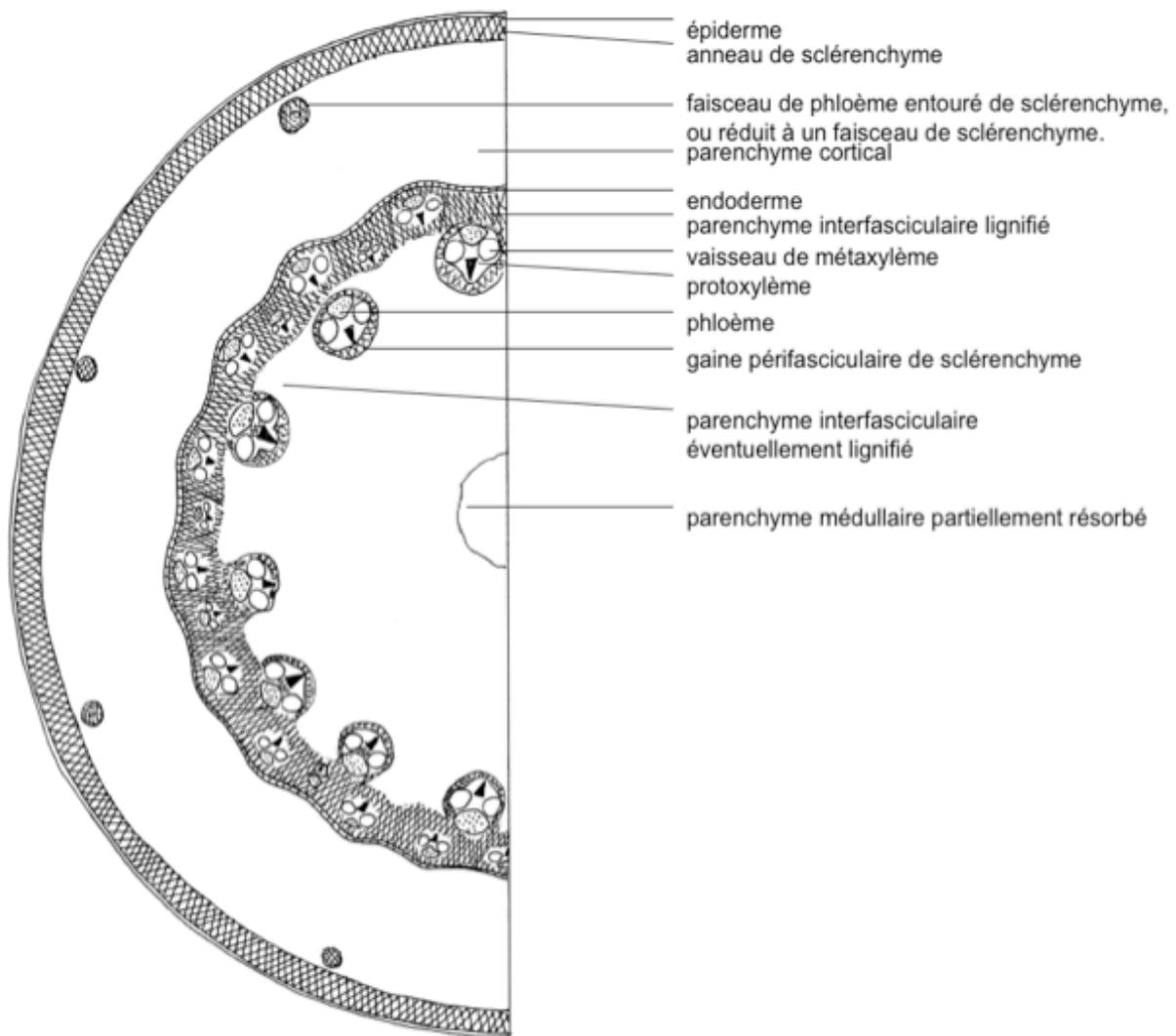
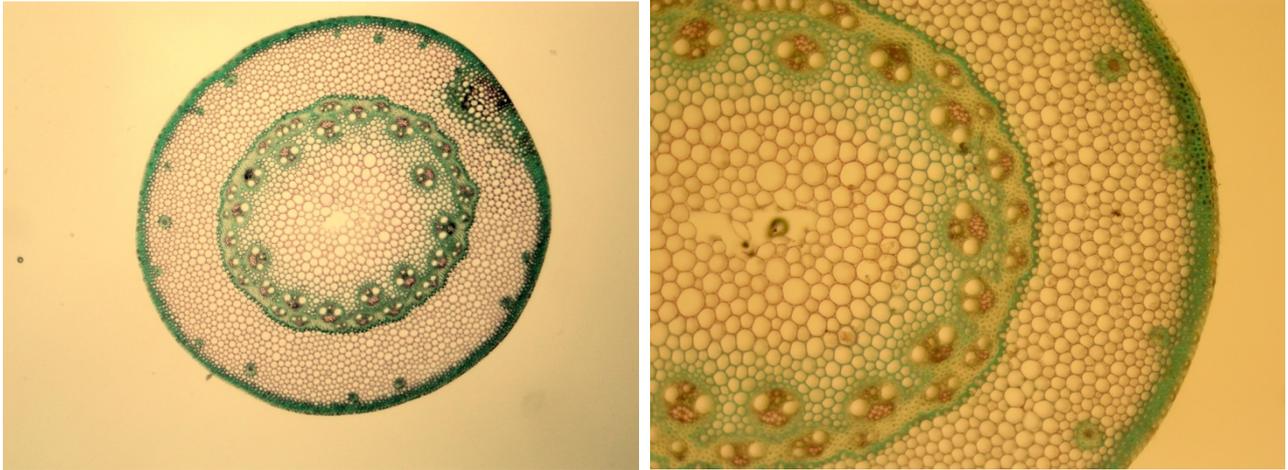
Il est précisé qu'un schéma conventionnel ne présente pas les cellules mais bien l'organisation fidèle des tissus.

Réponse(s) à la question I. A. 1.

Echantillon V1



Echantillon V2



### II. A. 2. Identification

À l'aide d'une diagnose comparée, déduisez le mode de vie et identifiez aussi précisément que possible les échantillons végétaux V1 et V2.

Réponse(s) à la question II. A. 2.

**Diagnose échantillon V1** (*Ranunculus repens*, renonculacée).

1- Symétrie axiale (la répartition des faisceaux conducteurs admet plusieurs plans de symétrie), l'organe est donc une racine ou une tige, la feuille est exclue.

2 - Racine ou tige ?

Les tissus conducteurs sont associés en un faisceau mixte ou collatéral.

Le xylème est à différenciation centrifuge.

C'est une tige.

3 - Monocotylédone ou dicotylédone ?

Le faisceau collatéral est ouvert (présence de cellules en files radiales entre le xylème et le phloème), la ceinture de sclérenchyme au niveau des files radiales.

C'est donc une dicotylédone.

4 - Présence d'un cortex développé parenchymateux, absence totale de tissu de soutien, c'est une tige rampante sur le sol.

NB : une coupe non traitée montre la présence de cellules chlorophylliennes.

**Conclusion : structure primaire d'une tige rampante de dicotylédone.**

**Diagnose échantillon V2** (*Elytrigia repens*, poacée).

1- Symétrie axiale (la répartition des faisceaux conducteurs admet plusieurs plans de symétrie), l'organe est donc une racine ou une tige, la feuille est exclue.

2 - Racine ou tige ?

Les tissus conducteurs sont associés en un faisceau mixte ou collatéral.

Le xylème est à différenciation centrifuge.

C'est une tige.

3 - Monocotylédone ou dicotylédone ?

Le faisceau collatéral est fermé (absence de cellules en files radiales entre le xylème et le phloème), il est aussi ceinturé par le sclérenchyme rendant toute croissance impossible.

C'est donc une monocotylédone.

4 - Présence d'un cortex développé limité (par un épiderme ainsi que) par un endoderme dont les parois sont épaissies en **U**, ceci est un caractère de racine, ( dans le sens organe souterrain).

- présence d'un anneau de sclérenchyme sous-épidermique assurant la rigidité de cet organe, résistance au piétinement par exemple.

C'est une tige ayant un mode de vie de racine, c'est donc une tige souterraine ou rhizome.

**Conclusion : structure primaire d'un rhizome de monocotylédone.**

**Diagnose comparée :**

Points communs :

- symétrie axiale

- faisceaux collatéraux : V1 et V2 sont des tiges.

- un parenchyme cortical développé, bien plus que chez une tige dressée, mais comme on rencontre dans une structure anatomique de racine. Tiges non dressées, horizontales ou couchées.

Différences :

**V1** ne présente pas de tissus de soutien

**V2** présente un cortex délimité par un endoderme, imitant une anatomie de racine.

donc V2 est souterrain et V1 est aérien.

**Partie III : Un aperçu de la faune et de la flore du jardin**

*Durée : 30 minutes – barème : 06 /20*

*dont 15 minutes maximum au poste d'observation*

Identifiez aussi précisément que possible les différents organismes présentés (photographies d'échantillon ci-dessous référencées P1 à P16) et échantillons et/ou photographies d'échantillon au poste d'observation (référéncés E1 à E20). Répondez dans le tableau ci-après.

**P1**



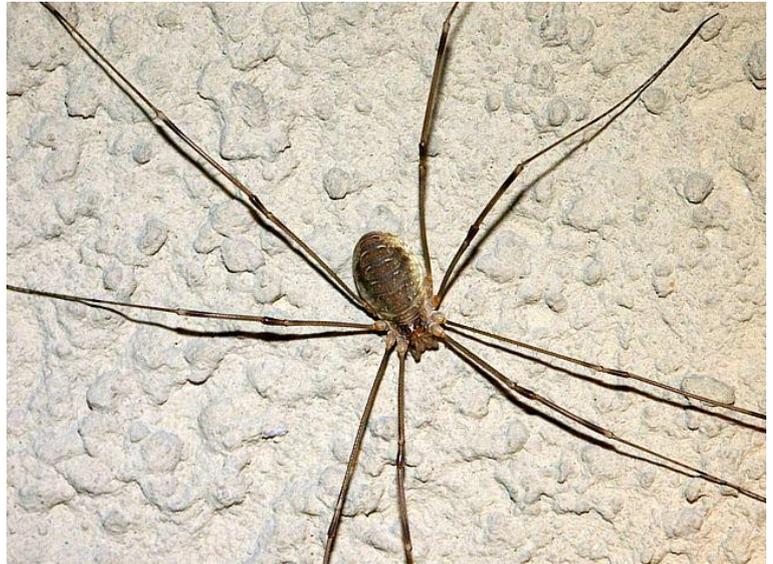
**P2**

**P3**





**P4**



**P5**



**P6**

P7



P8

P9



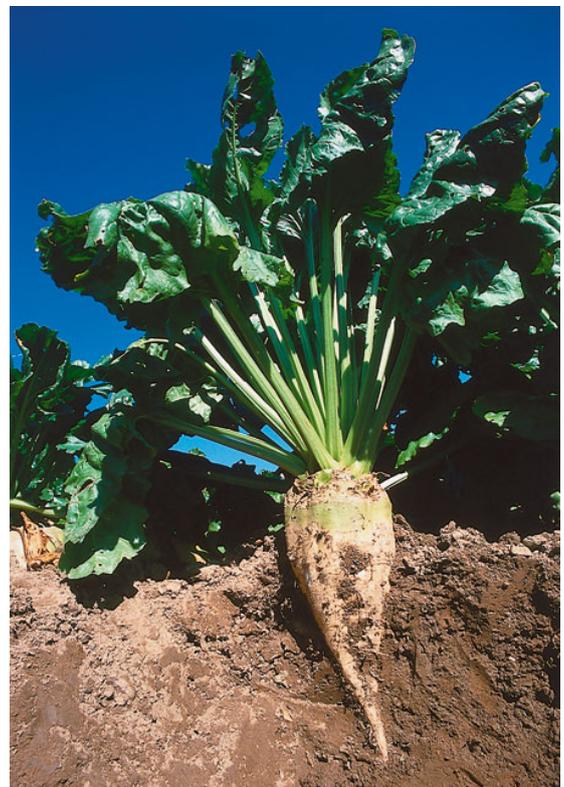
P10

**P11**



**P12**

**P13**





**P14**

**P15**



**P16**

<p><b>P1</b> lampyre ou vert luisant (<i>Lampyris noctiluca</i>) arthropode, insecte, coléoptère, femelle néoténique</p>	<p><b>P2</b> rouge-gorge (<i>Erithacus rubecula</i>) aves, passeriforme, muscicapidé</p>
<p><b>P3</b> hérisson (<i>Erinaceus europaeus</i>) mammifère, érinaceomorphe, érinaceidé</p>	<p><b>P4</b> liseron (<i>Calystegia sp.</i>, Convolvulaceae)</p>
<p><b>P5</b> opilion (<i>Phalangium sp.</i>) arthropode, chélicérate, arachnide</p>	<p><b>P6</b> étourneau sansonnet (<i>Sturnus vulgaris</i>) aves, passeriforme, sturnidé</p>
<p><b>P7</b> campagnol terrestre (<i>Arvicola terrestris</i>) mammifère, rongeur, muridé</p>	<p><b>P8</b> framboisier (<i>Rubus idaeus</i>, Rosaceae)</p>
<p><b>P9</b> pie (<i>Pica pica</i>) aves, passeriforme, corvidé</p>	<p><b>P10</b> lampyre (<i>Lampyris noctiluca</i>) arthropode, insecte, coléoptère, mâle</p>
<p><b>P11</b> argiope (<i>Argiope sp.</i>) arthropode, chélicérate, arachnide</p>	<p><b>P12</b> mésange bleue (<i>Cyanistes caeruleus</i>) aves, passeriforme, paridé</p>
<p><b>P13</b> betterave (<i>Beta vulgaris</i>, Chenopodiaceae)</p>	<p><b>P14</b> piéride du chou (<i>Pieris brassicae</i>) arthropode, insecte, lépidoptère</p>
<p><b>P15</b> geai des chênes (<i>Garrulus glandarius</i>) aves, passeriforme, corvidé</p>	<p><b>P16</b> doryphore (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>) arthropode, insecte, coléoptère</p>

E1 coccinelle ( <i>Coccinella sp.</i> ) arthropode, insecte, coléoptère	E2 mouron rouge ( <i>Anagallis arvensis</i> , Primulaceae)
E3 prêles ( <i>Equisetum arvense</i> , Equisetaceae)	E4 physalis ( <i>Physalis sp.</i> , Solanaceae)
E5 abeille ( <i>Apis mellifera</i> ) arthropode, insecte, hyménoptère mâle	E6 haricot ( <i>Phaseolus vulgaris</i> , Fabaceae)
E7 laiteron ( <i>Sonchus sp.</i> , Asteraceae)	E8 topinambour ( <i>Helianthus tuberosus</i> , Asteraceae)
E9 radis ( <i>Raphanus sativus</i> , Brassicaceae)	E10 forficule ( <i>Forficula auricularia</i> ) arthropode, insecte, dermoptère
E11 épinard ( <i>Spinacia oleacea</i> , Chenopodiaceae)	E12 oxalis ( <i>Oxalis sp.</i> , Oxalidaceae)
E13 limace ( <i>Arion sp.</i> ) mollusque, gasteropode, pulmoné, stylommatophore	E14 séneçon ( <i>Senecio vulgaris</i> , Asteraceae)
E15 coriandre ( <i>Coriandrum sativum</i> , Apiaceae)	E16 estragon ( <i>Artemisia dracunculoides</i> , Asteraceae)
E17 persil ( <i>Petroselinum crispum</i> , Apiaceae)	E18 cloporte des mousses ( <i>Philoscia muscarum</i> ) arthropode, crustacé, isopode

**E19** plantain (*Plantago sp.*,  
Plantaginaceae)

**E20** ciboulette (*Allium schoenoprasum*,  
Alliaceae)

### 5.5.2 Commentaires

Cette épreuve de contre-option b du secteur B destinée aux candidats des secteurs A et C avait pour thème général des études et des observations naturalistes pouvant être menées à partir d'échantillons extrêmement communs dans les jardins. Il s'agissait de reconnaître et de caractériser des échantillons biologiques très couramment rencontrés à travers des observations, des petites manipulations et des diagnoses raisonnées.

L'épreuve de TP b comportait trois parties, deux d'entre elles nécessitant des manipulations pratiques, de telle sorte que les études demandées puissent aboutir à des conclusions pertinentes. En fonction du barème global indiqué en première page du sujet, il était donc important que les candidats s'organisent dans leur préparation et utilisent au mieux le temps forcément court de cette épreuve.

Un nombre conséquent de candidats a mal géré ce temps de travail, remettant des copies incomplètes où manquaient soit la première partie, en particulier la dissection du lombric et conséquemment le dessin qui en était demandé, soit la seconde partie, en particulier les diagnoses raisonnées.

La troisième partie correspondait à des reconnaissances à partir de photographies incluses dans le sujet et d'échantillons frais à reconnaître en durée limitée, toujours sur le thème d'organismes communs dans les jardins.

L'épreuve a pleinement joué son rôle d'évaluation discriminante des compétences en travaux pratiques des candidats et aussi de leur aptitude à dégager des conclusions pertinentes à partir de leurs observations. Les meilleures notes obtenues lors de cette session montrent à l'évidence qu'il est possible de bien réussir cette épreuve grâce du bon sens et une bonne démarche méthodologique dans l'analyse du sujet et dans la réalisation des exercices proposés, le tout associé à une harmonieuse répartition du temps de travail en fonction du barème indiqué.

Passons maintenant aux principaux éléments que le jury souhaitait retrouver dans les prestations pratiques, évaluées immédiatement en salle d'épreuve, et les compte-rendus et conclusions associés que chaque candidat devait remettre en fin de séance. Le contenu scientifique lui-même ne sera que peu mentionné dans ce rapport, puisque le corrigé de l'épreuve figure dans les pages suivantes, avec les réponses attendues dans les cadres correspondants. Ce corrigé comporte différents documents complémentaires (photographies de référence pour les observations, conclusions principales attendues, corrigé pour les reconnaissances...), donc la pagination initiale du sujet s'en trouve modifiée mais le lecteur pourra se repérer facilement grâce à la numérotation identique des parties et sous-parties de l'épreuve.

Un élément important à signaler est le manque très marqué de réalisme des dessins d'observation demandés par rapport à ce qui est observé dans la cuvette à dissection (anatomie du lombric, coupe transversale de lombric), sous la loupe binoculaire ou encore au microscope. Ce phénomène est malheureusement trop fréquent. Le jury est évidemment très attentif à l'adéquation entre les observations et les compte-rendus sous forme de dessins titrés et légendés. Et les éléments d'informations du titre et des légendes doivent être suffisamment étoffés d'un point de vue technique (quel montage ? quel

colorant ? quel instrument d'observation ? etc...) et scientifique (légende aussi complète que possible par rapport à ce qu'on observe réellement). Enfin, les candidats doivent impérativement utiliser le cadre graphique à leur disposition dans le sujet et réaliser leur mise en page dans ce cadre prédéfini.

### Partie I – Un animal du jardin, le Lombric

Cet exercice pratique décomposé en plusieurs parties avait comme objectif l'étude de l'un des organismes animaux les plus courants dans le jardin : le Lombric. Il s'agit de plus d'un animal couramment étudié en biologie et qui, en conséquence, n'aurait du poser aucune difficulté à la plupart si ce n'est à la totalité des candidats.

#### Position systématiques du Lombric

Ce premier exercice regroupait de la reconnaissance raisonnée (position systématique du Lombric), des manipulations (dissection du Lombric), de la capacité à restituer des observations (dessin de dissection et de coupe transversale du Lombric). Le jury s'étonne que certains candidats à l'agrégation SV-STU soient incapables de donner le moindre élément de position systématique d'un animal aussi commun que le Lombric. Le jury invite les candidats à s'appuyer sur des observations parfois très simples permettant d'identifier et de positionner des organismes et à ne pas s'appuyer uniquement sur leur mémoire. Le classement des lombrics proposés parmi les clitellates a par exemple été rencontré dans de très rares copies alors que le clitellum était on ne peut plus visible sur les animaux proposés.

L'orientation du Lombric n'a généralement pas posé de problème. Sur cet item, le rôle de l'examineur se limitait à constater le positionnement proposé par le candidat. Il ne s'agissait en aucun cas de valider ou de corriger ce positionnement. De fait, certains positionnements incorrects ont conduit à une dissection de la région postérieure de l'animal avec une approche ventrale. Dans ces conditions, toute observation et restitution des structures attendues étaient bien entendu impossibles.

La dissection du Lombric présente peu de difficulté et lorsqu'elle a été réalisée, l'a été de manière correcte dans la grande majorité des cas. Il reste cependant encore des candidats qui présentent des dissections qui ne sont pas sous eau ou qui ne sont pas sous loupe. Même si les lombrics étaient de taille respectable, une observation de la dissection sans loupe rendait impossible l'identification des testicules par exemple, alors que leur identification (et un positionnement correct) était attendue. Pour ce qui est des dissections réalisées et présentées à sec, elles ont systématiquement conduit à une évaluation extrêmement sévère de la part des examinateurs. Il en va de même pour ce qui est des dissections présentées sous eau et qui, n'ayant pas été rincée préalablement, baignent dans une eau souillée.

Comme cela est indiqué dans le préambule, d'une part l'adéquation entre le dessin et l'observation fait souvent défaut, d'autre part titre et légendes restent imprécis et incomplets. En dépit des remarques et recommandations données dans les rapports de jury des sessions passées, de nombreux dessins n'indiquent pas d'échelle, n'ont pas de titre, ne sont pas orientés, présentent des traits de légendes tracés à la main et/ou présentent des traits de légende traversant le dessin.

Au-delà du manque de ressemblance entre la dissection et le dessin qui en est fait, le nombre et la précision des légendes sont bien souvent très pauvres.

Les dessins de coupe transversale de lombric observée au microscope sont généralement de meilleure qualité que les dessins de dissection. Il faut cependant noter que l'orientation dorso-ventrale de la coupe a visiblement posé beaucoup de problème au vu du nombre de dessin de coupe de lombric mentionnant une chaîne nerveuse dorsale, alors même que le caractère hyponeurien du Lombric était mentionné en réponse à la première question.

Au final, les notes obtenues à cette première partie s'étale de 0 à 70 % du maximum des points.

## Partie II – Caractérisation anatomique de structures végétales

Cet exercice de biologie végétale a globalement été mieux réussi que la partie consacrée au lombric, en particulier pour ce qui est de la sous-partie comprenant des manipulations.

Les coupes, les colorations et le montage des échantillons végétaux ont donné lieu à des résultats souvent de bonne et parfois d'excellente qualité. Le jury tient donc à féliciter les candidats pour la qualité globale de cette partie du sujet et regrette donc que certains d'entre eux aient négligé d'aborder cette partie du sujet.

Toutefois, les schémas réalisés à partir des coupes obtenues ont été très diversement réussis. De trop nombreux candidats n'utilisent pas de façon correcte les figurés conventionnels des différents tissus végétaux rendant la lecture des schémas impossible. Par ailleurs, le jury tient à rappeler qu'une schématisation d'un organe à symétrie axiale ne nécessite pas le tracé de l'ensemble de l'organe et qu'un quart suffit amplement, à condition qu'il soit fait avec soin. Ces dessins schématiques, même s'il utilisent des figurés conventionnels doivent être fidèles à l'observation, ce qui a été relativement rare parmi les copies. Ainsi l'épaisseur des différents tissus, leurs positions relatives et leur agencement dans l'organe sont souvent fantaisistes et semblent avoir été tracés plus en fonction de l'image mentale qu'ont les candidats des organes végétaux que de leurs observations. Ainsi, la présence d'un endoderme, en général identifié par les candidats, sur la coupe d'un rhizome a conduit une grande majorité d'entre eux à schématiser une coupe de racine alors que le positionnement des faisceaux cribro-vasculaires indiquait clairement la nature caulinaire de l'organe.

L'identification et la comparaison des deux organes proposés se sont heurtées à ces *a priori* des candidats qui ont eu tendance à conclure leur diagnose avant de décrire de façon organisée leurs coupes. Ce manque fréquent de démarche scientifique, très regrettable parmi les candidats à l'Agrégation de SV-STU, s'est de plus souvent doublé d'une absence de comparaison des deux organes pourtant explicitement demandée dans l'énoncé. Très peu de candidats ont finalement identifié sur la base des observations le rhizome (tige souterraine avec son endoderme et un sclérenchyme sous épidermique assurant une résistance au piétinement) et de très rares copies ont mentionné la nature rampante de la tige aérienne caractérisée par une absence de tissus de soutien.

En revanche, le jury note une bonne connaissance des caractéristiques anatomiques générales des tiges chez les candidats et la facilité avec laquelle ils ont su reconnaître la Dicotylédone et la Monocotylédone.

Au final, les points récoltés par les candidats sur cette deuxième partie du sujet se distribuent entre 0 et 92 % du maximum possible.

### Partie III – Une aperçu de la faune et de la flore du jardin

Un fort accent a cette année été mis sur la reconnaissance des échantillons puisque cette troisième et dernière partie était pratiquement équivalente aux deux premières en termes de points.

Les candidats devaient renseigner une grille en indiquant pour chaque photographie ou échantillon, l'identification de l'espèce (nom commun ou vernaculaire, nom scientifique, taxon d'appartenance). L'indication de la position systématique (identification aussi précise que possible) ne nécessite pas de décliner l'ensemble des différents niveaux taxonomiques auxquels peut appartenir un organisme. Il s'agit de préciser les niveaux les plus pertinents, généralement la famille et le genre (voire l'espèce) pour les échantillons végétaux. Pour les échantillons animaux, c'est le discernement du candidat quant au niveau taxonomique à préciser qui lui permet d'être le plus efficace. Ainsi préciser l'embranchement est nécessaire mais insuffisant (l'ordre est attendu pour les insectes, la classe peut suffire pour les mollusques) mais rappeler systématiquement le règne est une perte de temps.

Les résultats de cet exercice sont extrêmement contrastés, entre des candidats dont les connaissances biologiques naturalistes sont extrêmement faibles et des candidats qui à l'opposé possèdent une bonne culture naturaliste, avec tous les intermédiaires entre ces deux extrêmes.

Au final la moins bonne copie pour cette troisième partie a obtenu 14 % du maximum possible et la meilleure copie a obtenu 76 % du maximum des points possible.

### Conclusion

Le bilan global qu'on peut dégager de ces analyses est le suivant : chacune des grandes parties du sujet de contre-option « b » a pleinement joué son rôle de repérage et d'évaluation des candidats. Les résultats sont extrêmement disparates dans chacune des trois parties du sujet même si globalement la première partie a été la moins bien réussie et la troisième la mieux réussie. Pour les futures sessions du concours, le jury recommande fortement aux candidats de développer encore leur approche naturaliste. Le jury recommande également le respect des règles simples et de base de mise en œuvre lors d'approche expérimentale. Beaucoup trop de points sont perdus par manque de rigueur et d'attention de la part des candidats.

## **5.6 ÉPREUVES DE CONTRE-OPTION DU SECTEUR C**

### **5.6.1 Sujet**

(avec éléments de réponse)

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

CONCOURS EXTERNE – ÉPREUVES D'ADMISSION – session 2013

## TRAVAUX PRATIQUES DE CONTRE-OPTION DU SECTEUR C

CANDIDATS DES SECTEURS A ET B

Durée totale : 2 heures

### *Une île océanique : La Réunion*

La Réunion est une île océanique de l'océan Indien. L'objectif est ici d'aborder quelques aspects de la géologie de cette île qui est constituée de deux massifs : le Piton des Neiges et le Piton de la Fournaise. Le sujet comprend **4 parties**.

<b>Partie I – La Réunion dans son contexte géodynamique</b>	page 2
<i>durée conseillée : 10 minutes</i>	<i>barème : 2 / 20</i>
<b>Partie II – Etude du massif du Piton de la Fournaise</b>	page 4
<i>durée conseillée : 50 minutes</i>	<i>barème : 8 / 20</i>
<b>Partie III – Etudes pétrographique, minéralogique et géochimique de roches du massif du Piton des Neiges</b>	page 9
<i>durée conseillée : 40 minutes</i>	<i>barème : 6 / 20</i>
<b>Partie IV – Sédimentation littorale à La Réunion</b>	page 15
<i>durée conseillée : 20 minutes</i>	<i>barème : 4 / 20</i>

**Répondez directement sur les feuilles du sujet, dans les espaces prévus à cet effet.**

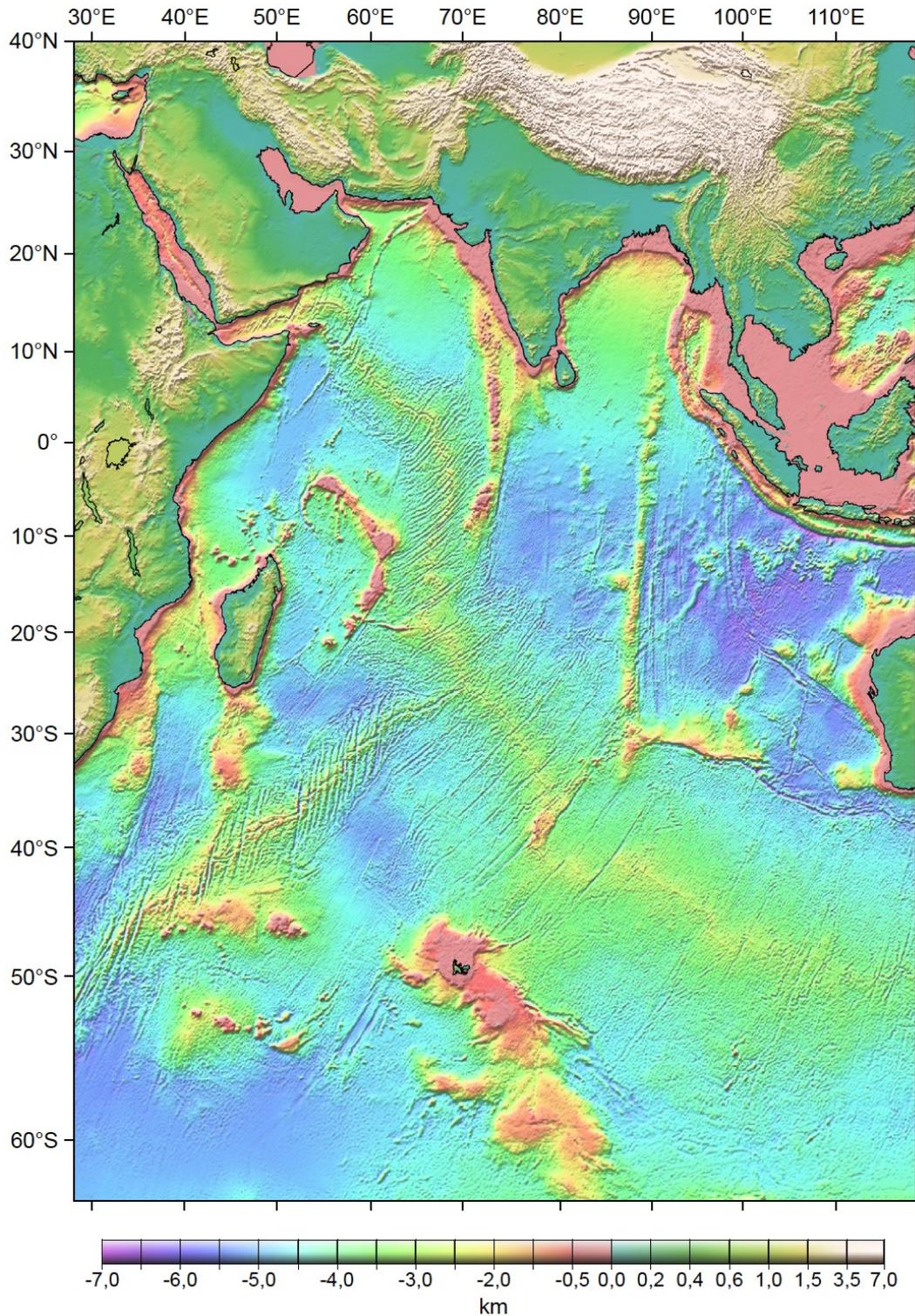
**AVANT DE RENDRE VOTRE DOSSIER, VÉRIFIEZ QUE VOUS AVEZ BIEN INDIQUÉ  
VOS NOM, PRENOM ET NUMÉRO DE SALLE EN TÊTE DE TOUS LES DOCUMENTS.  
VOUS DEVEZ RENDRE LA TOTALITÉ DES FEUILLES DU DOSSIER.**

Ce sujet contient 19 pages de texte et de figures, une planche hors pagination au format A3 (Doc 2-A) et une planche hors pagination au format A4 (Doc. 2-B).

## Partie I – La Réunion dans l’océan Indien

Durée conseillée : 10 minutes – barème : 2 / 20

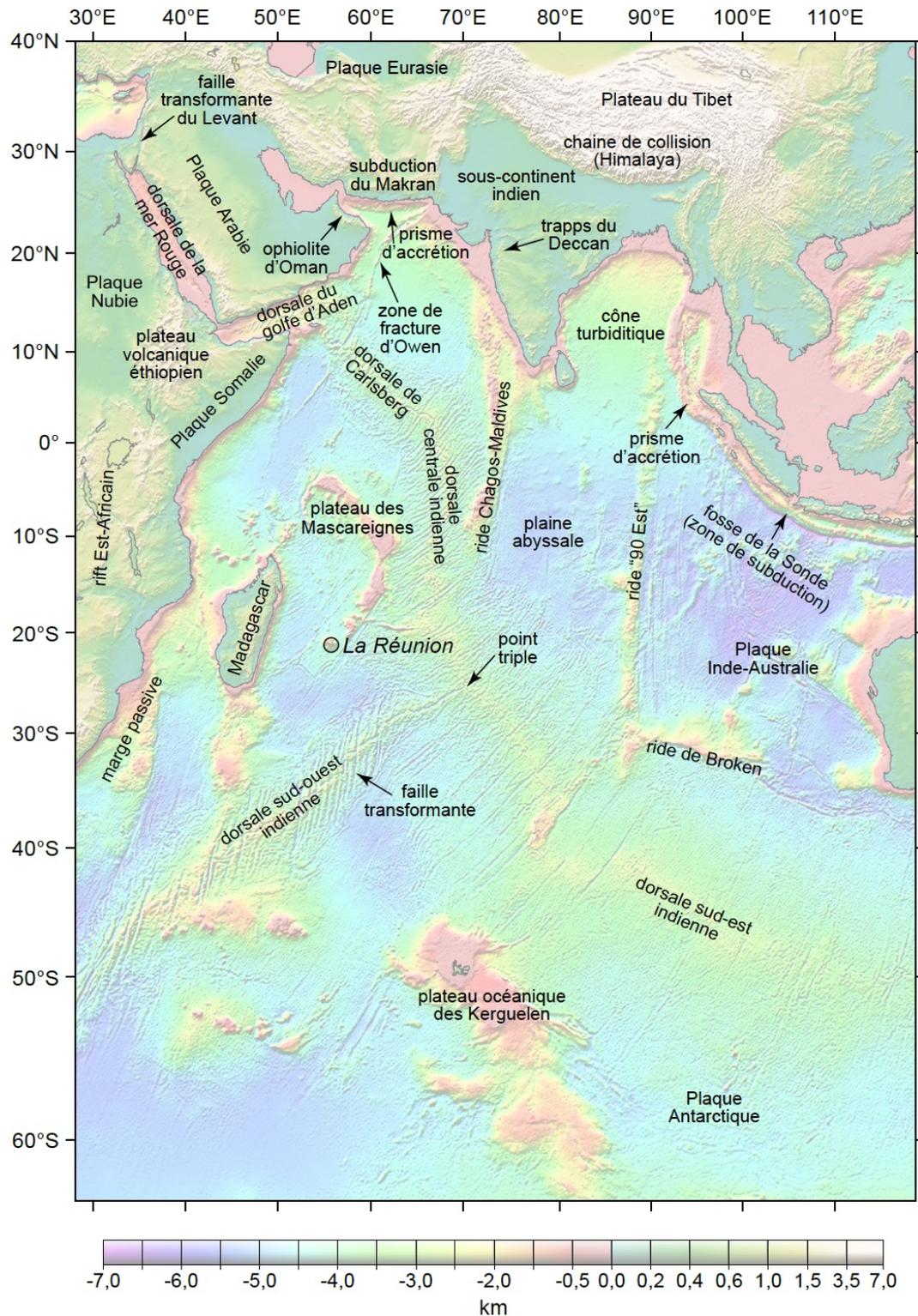
Le document 1-A (page 3) est une carte topographique et bathymétrique de la région de l’océan Indien.



**Document 1-A :** Carte topographique et bathymétrique de la région de l’océan Indien (Smith et Sandwell, 1997).

À partir de l'observation du document 1-A, représentez et nommez le plus complètement possible les principales structures identifiables à cette échelle sur le document 1-B qui est plus pâle. Localisez également l'île de La Réunion sur le document 1-B.

Réponse à la question 1 – A



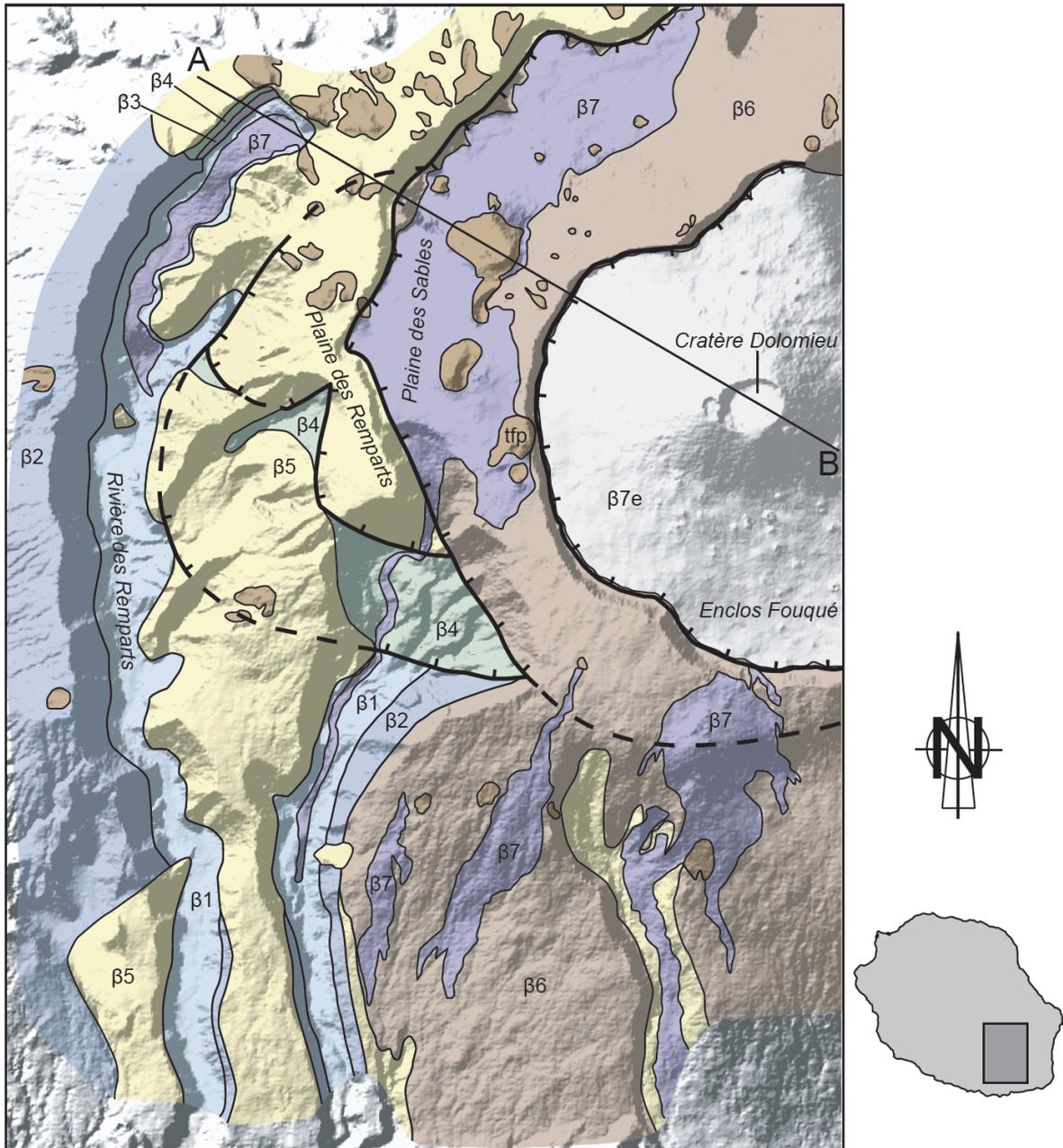
Document 1-B : Carte topographique et bathymétrique de la région de l'océan Indien (Smith et Sandwell, 1997).

## **Partie II – Etude du massif du Piton de la Fournaise**

*Durée conseillée : 50 minutes – barème : 8 / 20*

### **II – A – Etude de la structure de la partie occidentale du massif du Piton de la Fournaise**

**II – A – 1 – En vous appuyant sur les informations apportées par la carte géologique et sa légende (document 2-A ; feuille au format A3 hors pagination), réalisez la coupe géologique le long du profil A-B. Répondez directement sur le document 2-B (profil topographique de la coupe A-B ; hors pagination). Vous collerez votre coupe (document 2-B) sur la page 5 du dossier.**



0 km 2

**Volcanisme subactuel (< 5 ka)**

- tfp cônes de scories
- β7 coulées basaltiques
- β7e coulées basaltiques dans l'Enclos épaisseur : > 400 m

**Volcanisme récent (270 - 5 ka)**

- β6 Unité de la Plaine des Sables (basaltes ; 40 - 5 ka) épaisseur : 650 m max.
- β5 Unité du Morne Langevin (basaltes ; 140 - 40 ka) épaisseur : 150-500 m
- β4 Unité de Mahavel (basaltes ; 270 - 150 ka) épaisseur : 100-500 m
- β3 Unité du Nez de Boëuf (basaltes ; 270 ka) épaisseur : 80 - 150 m

**Volcanisme ancien (440 - 290 ka)**

- β2 laves à olivine épaisseur : 100-150 m
- β1 laves "Pintades" épaisseur : 900 m

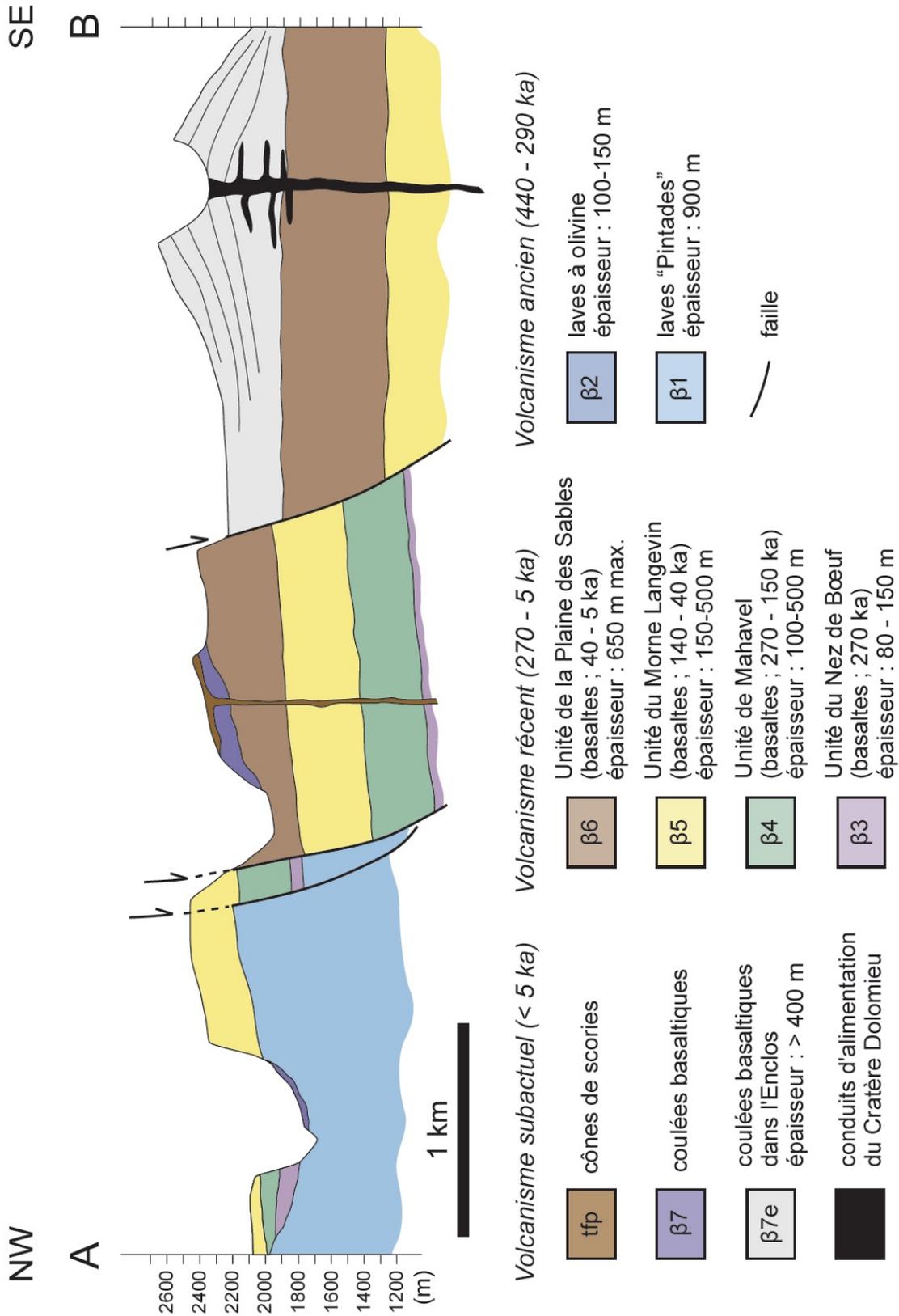
faille (visible - supposée)

**A—B** tracé de la coupe

**Document 2-A : Carte géologique du secteur sud-ouest du massif du Piton de la Fournaise**  
(d'après Merle et al., 2010 et BRGM, 2006, OVPF, 2012).

Réponse à la question I – A – 1

Collez ci-dessous la coupe géologique (document 2-B)



Document 2-B : Profil topographique du tracé de la coupe géologique.

**II – A – 2 – Faites ressortir dans une conclusion les grandes caractéristiques structurales du massif du Piton de la Fournaise.**

*Réponse à la question I – A – 2*

Le massif du Piton de la Fournaise possède une structure de volcan bouclier construit au cours de phases de croissance successives, marquées par un empilement d'unités épaisses de laves. L'ensemble a été affecté à plusieurs reprises par des phénomènes de déstabilisation conduisant à l'individualisation de caldeiras emboîtées, témoins d'effondrements gravitaires des flancs de l'édifice. La conséquence majeure de la formation de ces structures est un déplacement au cours du temps des zones d'activité volcanique vers l'Est par développement de nouveaux conduits d'ascension du magma. Elle est aujourd'hui centrée dans l'Enclos Fouqué. Des cônes de scories dispersés témoignent également de l'activité volcanique récente.

Les limites de caldeiras sont marquées par un ressaut topographique qui peut être masqué lorsque, ancien, il est recouvert par des épanchements de laves plus récents.

Outre les structures des caldeiras emboîtées, l'édifice est profondément incisé par l'érosion. Ainsi, de profondes ravines se forment dans le contexte de très forte pluviométrie (jusqu'à 10 m/an de précipitations ; *valeur non exigée*) qui caractérise le Piton de la Fournaise. Leur présence, associée à l'érosion régressive des escarpements rocheux en bordure (éboulements, glissements de terrain), est peu favorable à la préservation des escarpements des failles qui sont également masqués par des épanchements de lave postérieurs à leur fonctionnement.

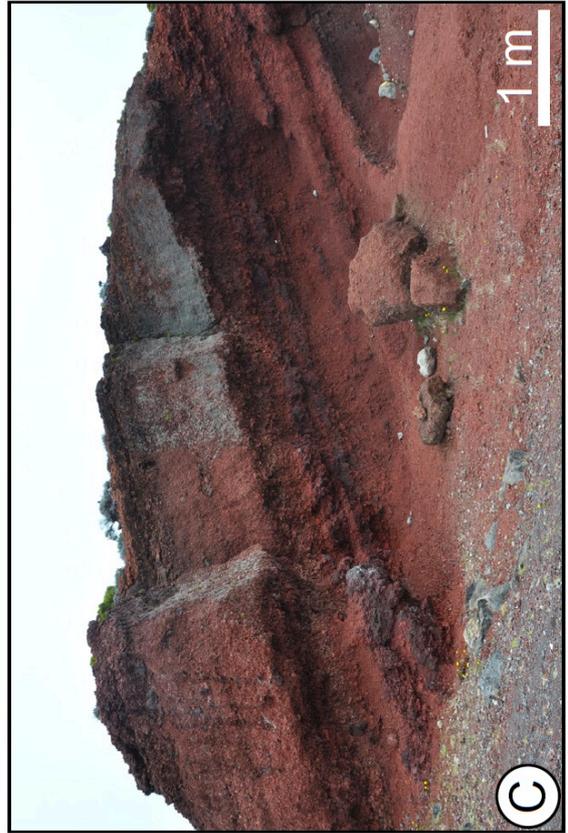
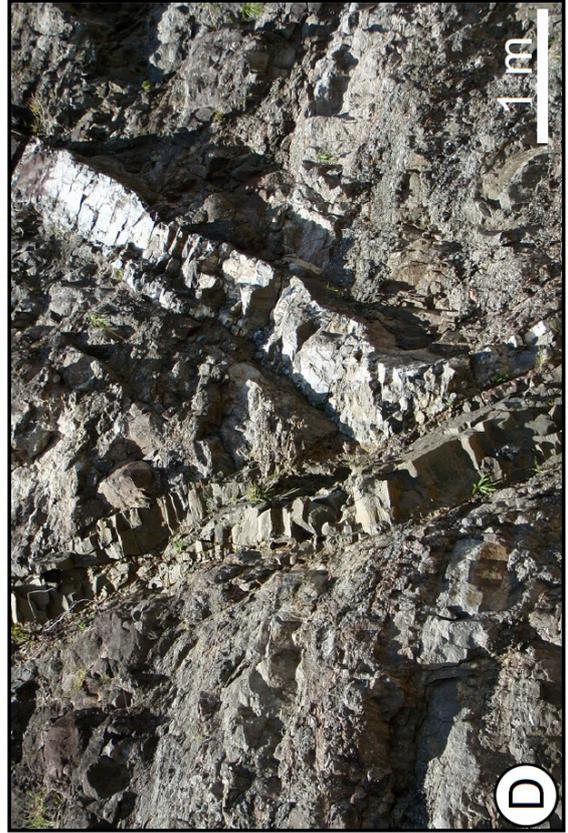
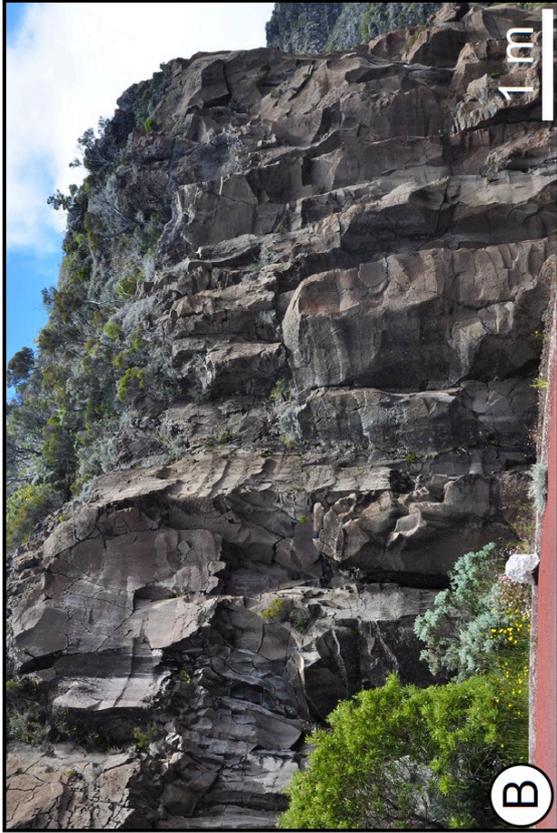
## II – B – Etude de photographies d’affleurements du massif du Piton de la Fournaise

Le document 3 (page 8) présente des photographies d’affleurements dans le massif du Piton de la Fournaise.

Etudiez les photographies du document 3 et complétez le tableau ci-dessous :

Photographie	Description et identification aussi précises que possible	Mécanisme(s) de formation
A	<p>La photographie permet d’identifier deux surfaces aux caractéristiques contrastées :</p> <p>(1) à gauche de la photographie, une surface noire très rugueuse, constituée de blocs de granularité variée : il s’agit de la surface d’une coulée basaltique bréchifiée de type <i>aa</i>.</p> <p>(2) la partie droite de la photographie présente une surface plus lisse et marquée par la présence de lobes très contournés : il s’agit de la surface d’une coulée basaltique de type <i>pahoehoe</i>.</p>	<p>Les coulées de lave se déplacent sur les pentes sous l’influence de la gravité à des vitesses variables qui dépendent de leurs propriétés physico-chimiques. Les coulées basaltiques (ce qui est le cas pour le Piton de la Fournaise) sont relativement fluides. Les plus fluides d’entre elles présentent, une fois refroidies, des surfaces ondulées (« cordes », lobes contournés = coulées <i>pahoehoe</i>). En revanche, lorsque leur viscosité (résistance à l’écoulement) est plus élevée, les frictions induites par le cisaillement dans la coulée et au niveau de ses surfaces (base, sommet, front) conduit à une fragmentation de la coulée qui acquiert une structure bréchique ; les coulées de lave de type <i>aa</i> se forment dans ce contexte. Si l’on considère que les deux coulées adjacentes visibles sur la photographie sont de même composition, on peut en déduire que la coulée <i>aa</i> ait pu être émise à une température relativement plus basse que la coulée <i>pahoehoe</i>. Enfin, avec la distance à la source, des coulées <i>pahoehoe</i> dans le domaine proximal peuvent se transformer distalement en coulées <i>aa</i>.</p>
B	<p>Coulée massive débitée en prismes de forme globalement hexagonale. Leur taille et développement sont variables (colonnades et fausses colonnades).</p>	<p>Ce débit en prismes (orgues volcaniques) a une origine thermique. L’axe des prismes est perpendiculaire aux surfaces limites de la coulée (base et sommet) ; ils se développent perpendiculairement au plan de refroidissement qui migre progressivement</p>

		des surfaces vers le cœur de la coulée. Les fausses colonnades dénotent des variations dans la progression du front de refroidissement.
<b>C</b>	Dépôts stratifiés de couleur rougeâtre. La stratification est inclinée et le litage souligne des variations de granularité des matériaux.	Il s'agit ici de dépôts scoriacés stratifiés (scorie = matériel basaltique très vésiculé). Les niveaux ont des granularités variables. La forte inclinaison des strates et la granularité du matériel volcanoclastique suggèrent le dépôt de matériaux pyroclastiques au cours d'une activité strombolienne. L'accumulation des dépôts conduit à la formation d'un cône de scories que la photographie permet d'observer en coupe. La couleur rouge témoigne d'une oxydation des pyroclastes.
<b>D</b>	Dépôts volcaniques à disposition stratifiée fruste, recoupés par des filons obliques et massifs se recoupant l'un l'autre.	Il s'agit de dykes volcaniques intrusifs dans des coulées volcaniques plus anciennes qu'elles recoupent. À cette échelle, aucune figure de trempe, éventuellement présente, n'a pu être observée. Cette image permet d'illustrer le principe de recoupement. La présence à l'affleurement de ces dykes, dont la mise en place se fait en profondeur, dénote leur caractère relativement ancien. Les dykes de ce type sont caractéristiques des zones d'alimentation magmatiques situées entre la chambre et la surface de l'édifice ( <i>plumbing system</i> ).



**Document 3** : Photographies d'affleurements dans le massif du Piton de la Fournaise.

**Partie III – Etudes pétrographique, minéralogique et géochimique de roches  
du massif du Piton des Neiges**

*Durée conseillée : 40 minutes (dont 10 minutes au poste d'observation) – barème : 6 / 20*

**III – A – Etude pétrographique d'échantillons**

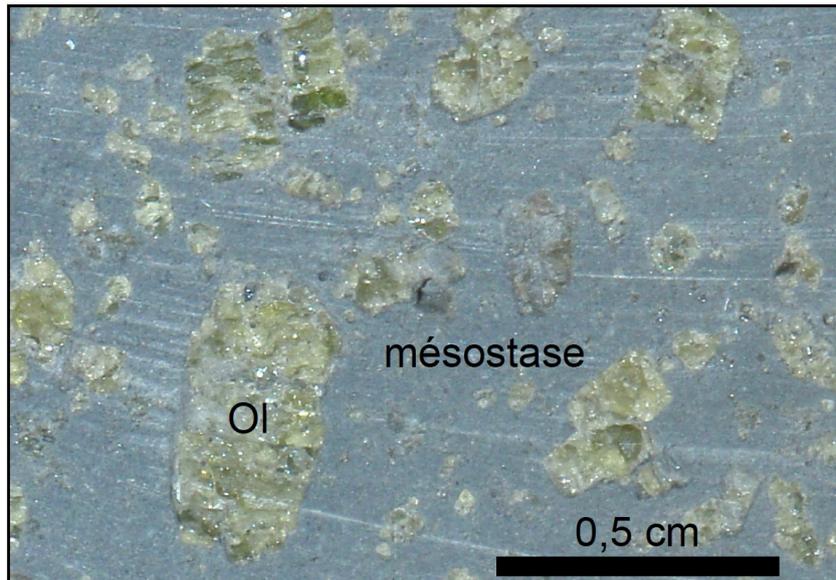
**Au poste d'observation (temps de passage : 10 minutes), étudiez les 2 échantillons (n°1 et 2) présentés. Une diagnose est attendue pour chaque échantillon.**

*Réponse à la question III – A*

**Echantillon n°1 :**

Echantillon sombre à texture microlitique porphyrique. On note la présence de phénocristaux (jusqu'à 4 mm de diamètre dans certains échantillons) fracturés, à éclat vitreux et cassure conchoïdale ; il s'agit d'olivine. Il ne s'agit pas de fragments de xénolites d'origine mantellique. Aucun autre minéral n'est visible à l'œil nu dans la roche. L'étude de l'échantillon en lame mince (voire son analyse chimique) devrait permettre de confirmer la diagnose. On peut envisager que cette roche est un **basalte à olivine**.

**Remarque** (informations non attendues dans le cadre de la présente question) : Ces roches volcaniques sont très communes à l'île de La Réunion où elles portent le nom d'océanites. Des études pétrologiques ont montré que les olivines qui cristallisent aux dépens du magma s'accumulent sur les parois ou au fond de la chambre magmatique pour former un cumulat. Au cours des éruptions, ces olivines cumulatives sont remobilisées et mélangées au liquide épanché en surface (lave).



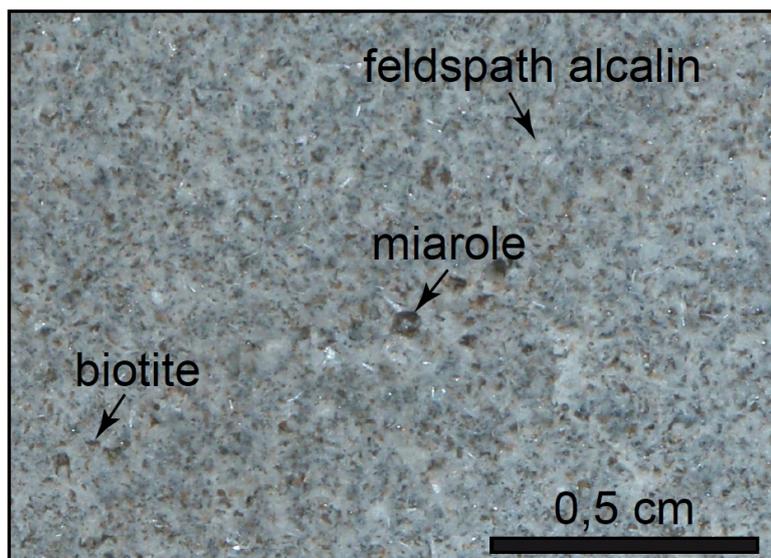
*Macrophotographie de l'échantillon n°1. OI : phénocristal d'olivine.*

Suite de la réponse à la question III – A

#### Echantillon n°2 :

L'échantillon n°2 est leucocrate et totalement cristallisé. La texture est grenue, à grain fin. Aucune fluidalité n'est observée. Il s'agit d'une roche plutonique. Le minéral dominant de la paragenèse est un feldspath clair (feldspath alcalin). De rares cristaux de biotite et d'amphibole (hornblende brune) sont présents, généralement en position interstitielle ; subautomorphes, ces minéraux se placent dans les vides ménagés par les feldspaths (seule la biotite est reconnaissable à l'échelle macroscopique). Du quartz est présent en très faible quantité et se concentre principalement dans des fractures ou de petites cavités (miaroles). D'aspect saccharoïde, cette roche à feldspath alcalin dominant est une **syénite quartzifère** finement grenue. La présence de miaroles (dont la reconnaissance n'était pas exigée) suggère la mise en place hypovolcanique d'un filon relativement superficiel dans l'édifice.

Cette syénite est une roche beaucoup plus différenciée que le basalte à olivine. Elle témoigne de la fin de trajectoire de cristallisation des magmas du massif du Piton des Neiges.



Macrophotographie de l'échantillon n°2.

### III – B – Etude d'un affleurement du massif du Piton des Neiges à différentes échelles

#### III – B – 1 – Caractéristiques pétrographiques générales à l'échelle de l'affleurement

Le document 4 présente un affleurement situé dans le lit de la rivière du Mât, au centre du massif du Piton des Neiges.



**Document 4 :** Vues générale (photographie de gauche) et de détail (photographie de droite ; la pièce d'un euro donne l'échelle) d'un affleurement situé dans le lit de la rivière du Mât (les sections d'observation sont verticales).

**À l'aide des photographies du document 4, définir les caractéristiques structurales de l'affleurement et proposez une origine possible aux structures observées.**

*Réponse à la question III – B – 1*

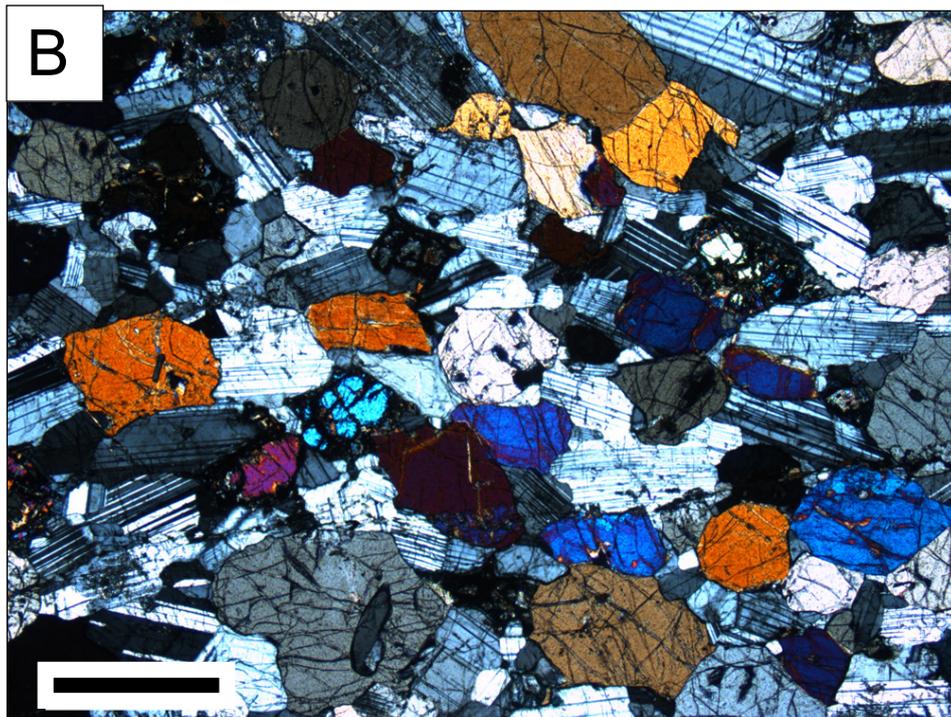
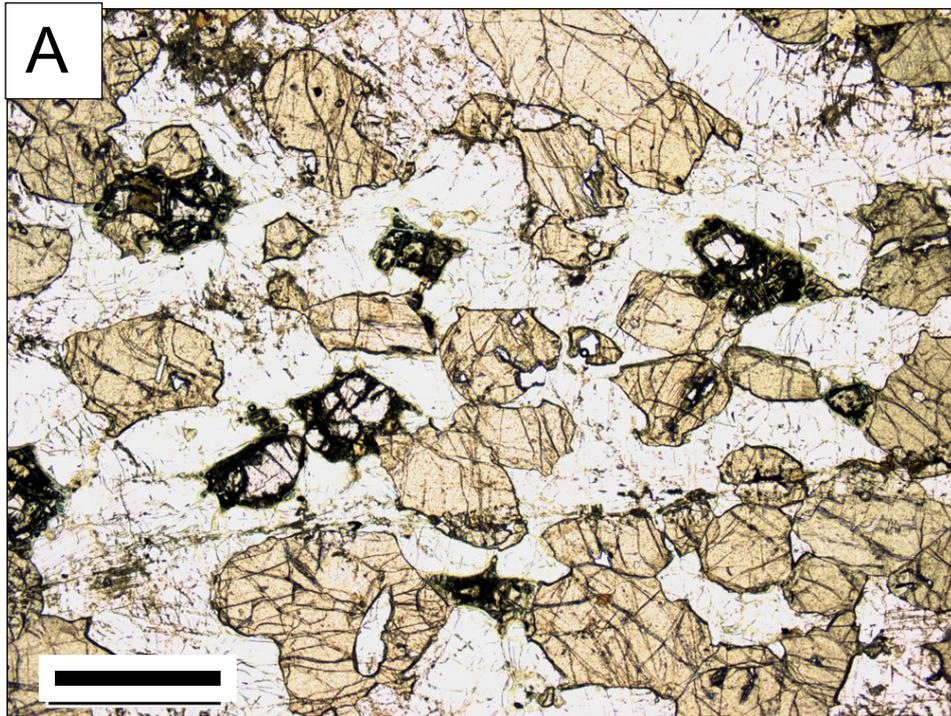
Quelle que soit l'échelle d'observation, les roches présentent un net litage marqué par des variations de couleur mais surtout de cristallinité des minéraux constitutifs. Ce litage résulte en fait d'une alternance de niveaux de composition minéralogique identique mais de cristallinité variable (niveaux à cristaux grossiers qui alternent avec des niveaux plus fins). Certains niveaux grossiers (photographie de gauche) sont discontinus avec des terminaisons en fuseau et des contacts parfois obliques.

Les niveaux les plus grossiers (photographie de droite) permettent de distinguer la présence de deux minéraux constitutifs dominants : un minéral clair (feldspath) et un minéral sombre (ferro-magnésien, non déterminable sur la photographie ; cf. étude de la lame mince à la question III – B – 2).

Il s'agit d'une **structure de cumulat**.

### III – B – 2 – Etude pétrographique à l'échelle de la lame mince

Le document 5 présente des microphotographies de la lame mince d'un échantillon provenant de l'affleurement (document 4). Proposez une diagnose argumentée à la roche étudiée.



**Document 5** : Microphotographies (en LPNA et LPA) d'une lame mince d'un échantillon de roche prélevé au niveau de l'affleurement présenté sur le document 4. **A** : LPNA. **B** : LPA. Barre d'échelle : 1 mm.

*Réponse à la question III – B – 2*

La roche est entièrement cristallisée, aucune phase vitreuse (isotrope) n'est présente. La phase minérale dominante est le feldspath plagioclase (extinction oblique). Les clinopyroxènes sont reconnaissables par leur relief moyen, leur teinte propre (légèrement teintés en beige), la présence de deux plans de clivages perpendiculaires entre eux visibles sur de rares sections (basales) et leurs teintes vives de polarisation (second ordre). Enfin, l'olivine complète la population minérale de la roche. Incolore, elle possède un relief élevé, est fortement craquelée et des minéraux d'altération (oxydes, iddingsite) se concentrent dans les fractures et à la périphérie des cristaux. En LPA, l'olivine présente des teintes vives de polarisation (second ordre).

La texture et la composition minéralogique suggèrent que cette roche est un **gabbro à olivine**.

On observe en outre une orientation préférentielle des feldspaths plagioclase, globalement parallèle à la largeur des photographies. Cette fabrique des plagioclases est un argument supplémentaire qui conforte la reconnaissance de structures de cumulat aux échelles de l'affleurement et de l'échantillon macroscopique (document 4).

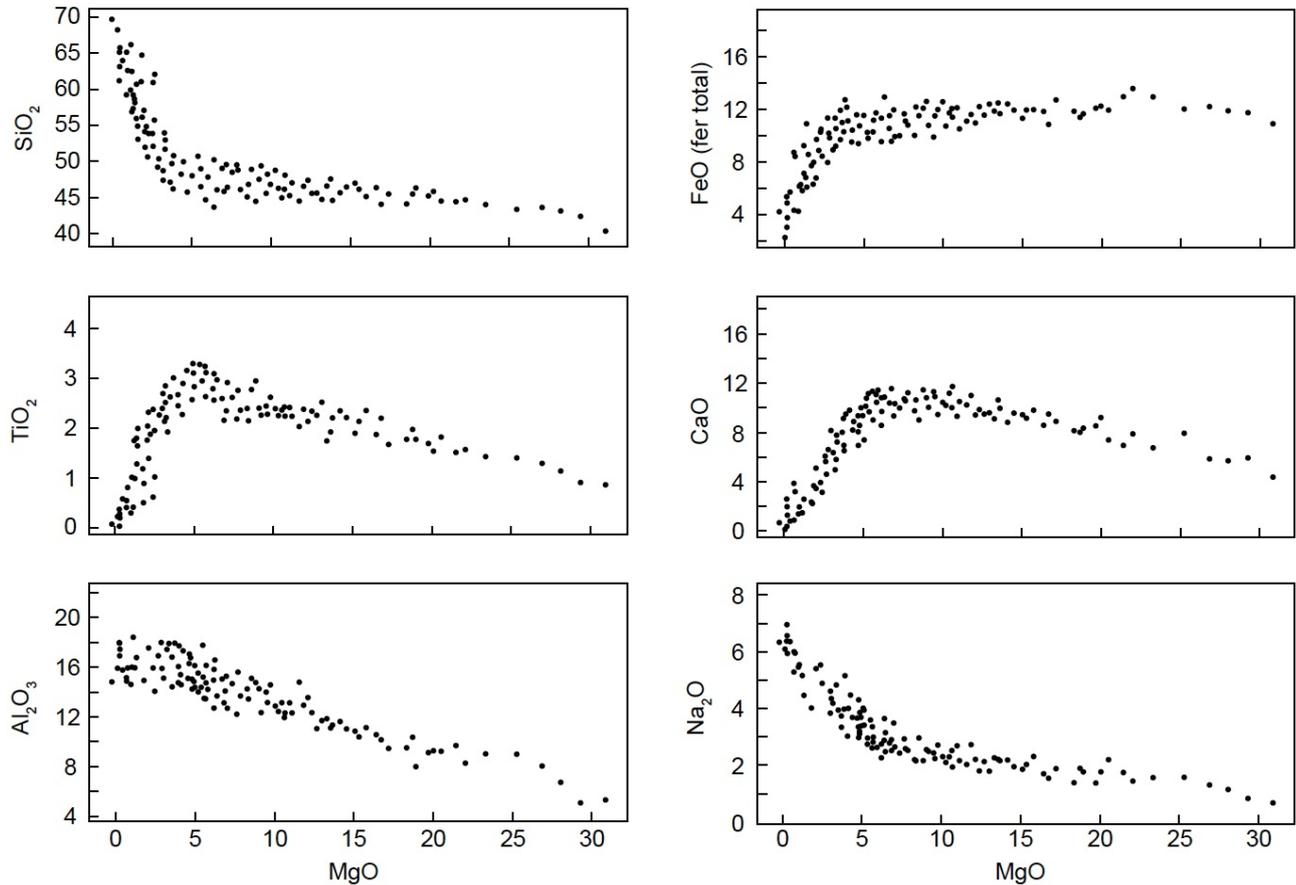
**III – B – 3 – Quelle est la signification de cet affleurement dans le massif du Piton des Neiges ?**

*Réponse à la question III – B – 3*

Les observations réalisées à toutes les échelles (affleurement, échantillon macroscopique et lame mince) suggèrent que la formation étudiée correspond à une unité gabbroïque litée. Il s'agit d'un faciès de cumulat. Il pourrait s'agir ici d'une accumulation cumulative de fond de chambre magmatique (litage horizontal – absence de basculement tectonique). Ce massif de la rivière du Mât correspond probablement à une chambre magmatique profondément enracinée dans le massif du Piton des Neiges et aujourd'hui à l'affleurement à la faveur des profondes incisions érosives (cirques, Cirque de Salazie pour cet exemple) qui affectent ce massif volcanique relativement ancien de l'île.

### III – C – Etude géochimique de roches magmatiques du massif du Piton des Neiges

Des analyses (éléments majeurs exprimés en poids d'oxydes) ont été réalisées sur 114 échantillons de roches magmatiques du massif du Piton des Neiges. Des diagrammes de variation oxydes vs. MgO établis à partir des résultats analytiques sont présentés sur le document 6.



**Document 6 :** Diagrammes de variation oxydes vs. MgO de 114 échantillons de roches magmatiques du massif du Piton des Neiges. Les teneurs des différents oxydes sont exprimées en % massiques (d'après Nativel, 1984 ; Fisk et al., 1988 ; Deniel, 1990).

**À partir de l'analyse des diagrammes de variation (document 6) et de vos observations pétrographiques (sous parties III – A et III – B), expliquez les mécanismes à l'origine des évolutions observées ?**

Réponse à la question III – B

Les diagrammes de variation d'oxydes permettent d'identifier différents processus magmatiques. Les roches du massif du Piton des Neiges ont des teneurs en  $\text{SiO}_2$  comprises entre 40 (basalte à composition de *basalte picrite*) et 70 % (trachyte-rhyolite). On constate que les teneurs de tous les oxydes varient en fonction de la teneur en MgO. Les teneurs en  $\text{SiO}_2$  et  $\text{Na}_2\text{O}$  augmentent progressivement à mesure que la teneur en MgO diminue, et plus fortement pour des teneurs de MgO < 5 %. À l'inverse, les teneurs en CaO et  $\text{TiO}_2$  augmentent lentement pour diminuer ensuite fortement en dessous de 5 % de MgO. Les teneurs en FeO restent globalement stables (autour de 12 %) pour des teneurs élevées en magnésium. Elles diminuent

ensuite fortement en-dessous de 5 % de MgO. Seules les teneurs en  $\text{Al}_2\text{O}_3$  augmentent progressivement avec la baisse de la teneur en MgO.

Les évolutions observées suggèrent une différenciation par **crystallisation fractionnée**. Les échantillons étudiés constituent alors une **série magmatique**.

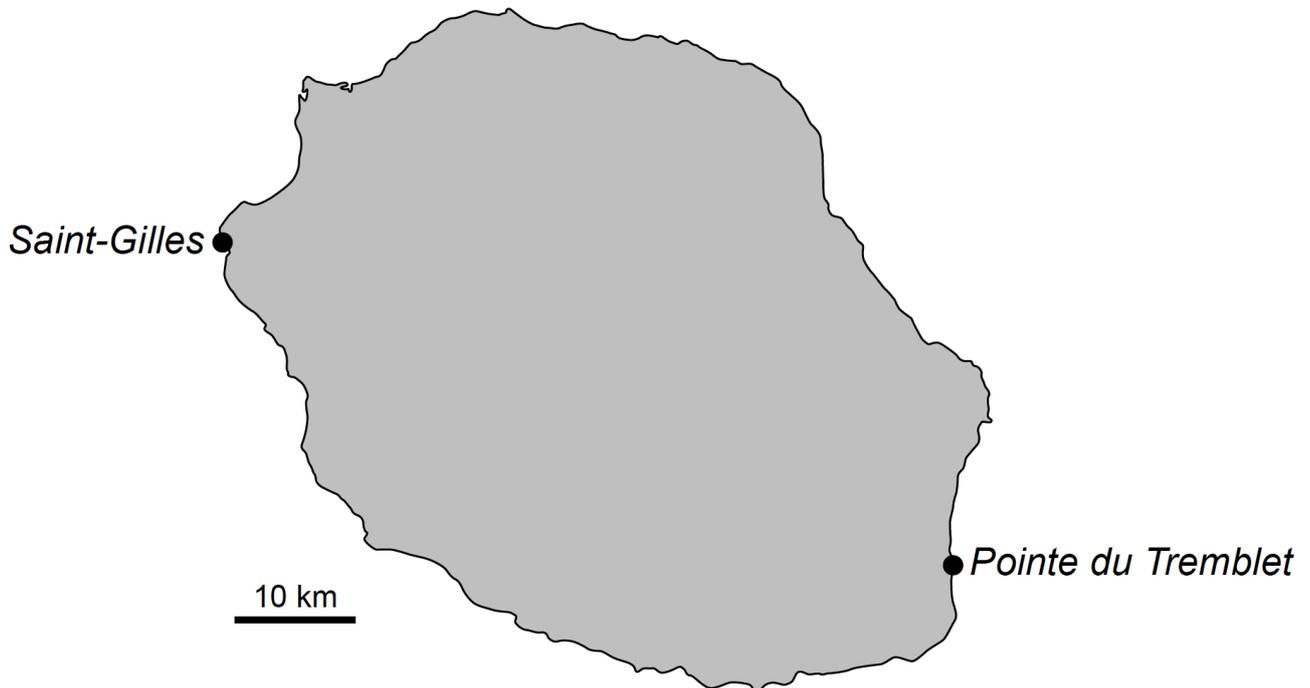
Chaque point correspond à la composition d'une roche qui représente un degré d'évolution de la série. La différenciation s'accompagne d'une baisse drastique de la teneur en MgO en début d'évolution. Les **inflexions** dans les alignements de points témoignent de modifications de la nature et/ou la composition des minéraux qui cristallisent.

*Remarque : la composition de basalte picritique (cf. question III – A, échantillon n°1) reconnue pour les roches les moins différenciées (les plus pauvres en silice) ne témoigne pas de la réelle composition du magma qui est basaltique. La picrite ne correspond pas à la composition d'un liquide magmatique ; il s'agit d'une roche cumulative en olivine.*

#### Partie IV – Sédimentation littorale à La Réunion

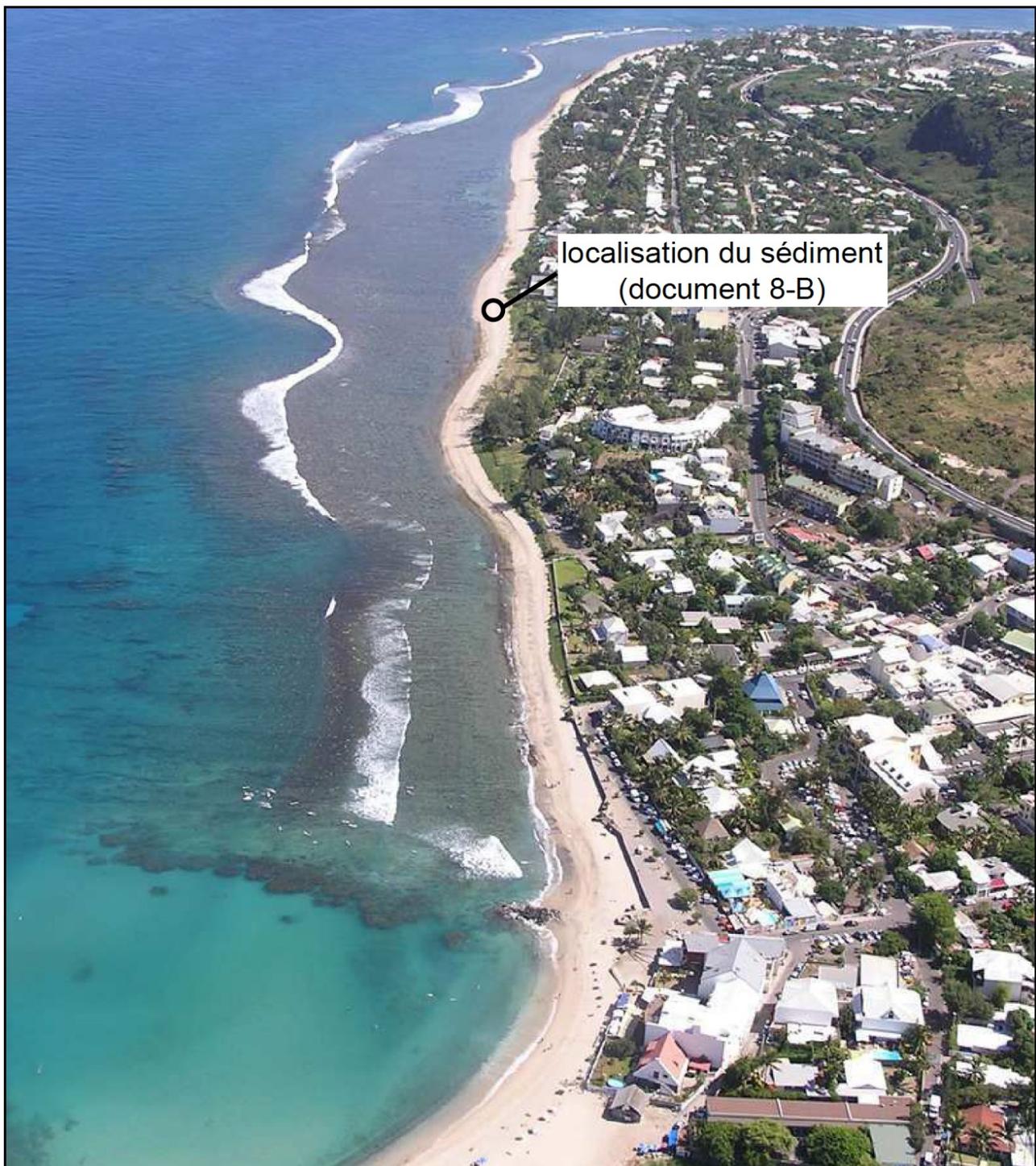
*Durée conseillée : 20 minutes – barème : 4 / 20*

Le document 7 indique la localisation des deux sédiments prélevés le long du littoral réunionnais.

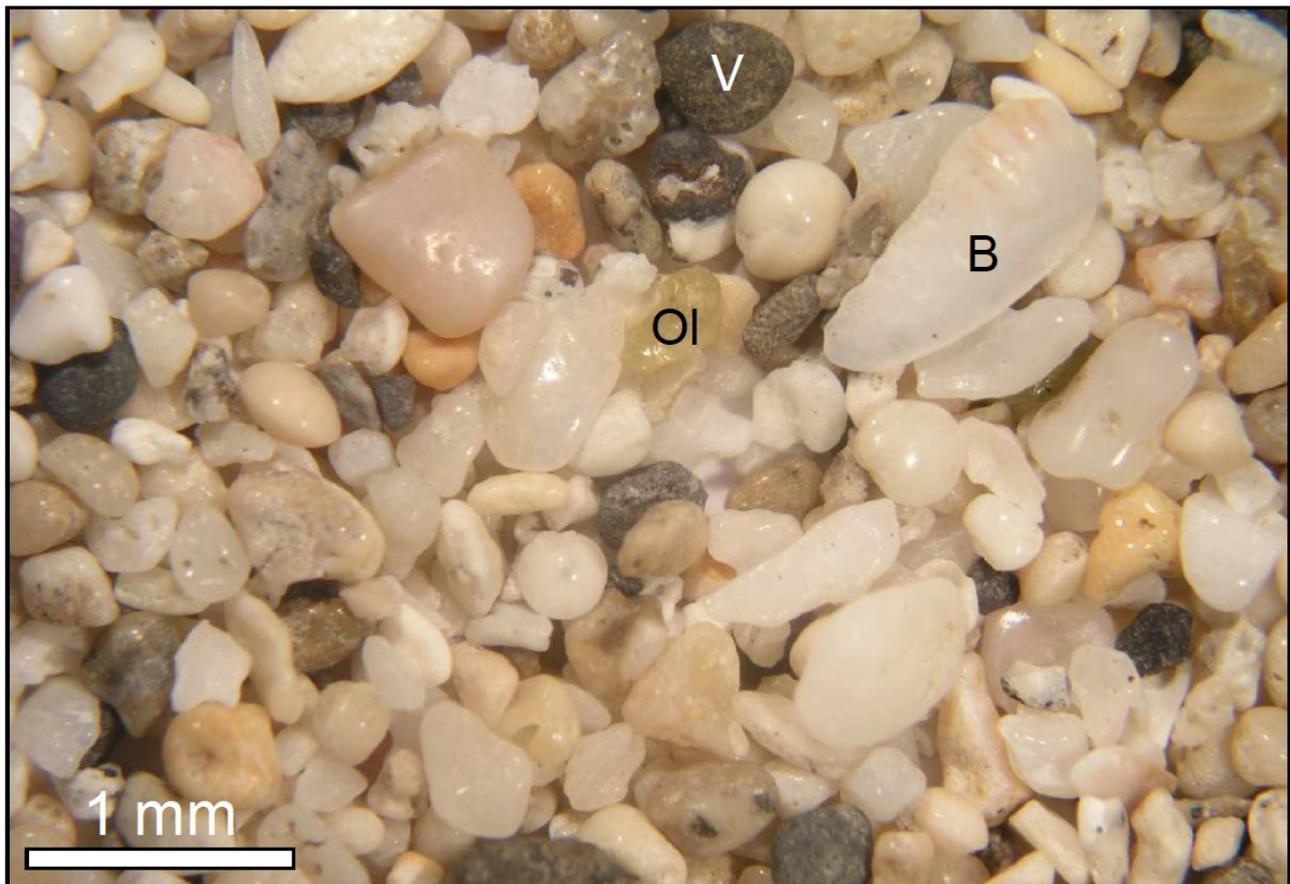


**Document 7** : Localisation des sédiments prélevés le long du littoral réunionnais.

IV – A – Etude du sédiment de Saint-Gilles (document 8)



**Document 8-A :** Vue aérienne oblique du littoral de Saint-Gilles (localisation sur le document 7) avec position du sédiment présenté sur le document 8-B (source : BRGM).



**Document 8-B :** *Macrophotographie de l'échantillon de sédiment de Saint-Gilles (source : BRGM). Remarque : les indications sur la nature des particules n'étaient pas données dans le sujet.*

**Décrivez le sédiment (composition, caractéristiques texturales) de Saint-Gilles (photographie du document 8-B) et discutez de son origine possible en vous appuyant sur les données apportées par le document 8-A.**

*Réponse à la question IV – A*

Il s'agit d'un sable (taille des grains  $\leq 1$  mm) de composition essentiellement carbonatée. On observe une proportion dominante d'éléments clairs qui correspondent principalement à des fragments de coquilles et de coraux (bioclastes ; B sur doc. 8-B) très émoussés et luisants. Des particules plus sombres sont présentes en faible proportion. Elles montrent parfois la présence de vésicules colmatées de zéolites (minéraux indéterminables à partir de la photographie). Egalement très émoussés, il s'agit d'éléments volcaniques (V sur doc. 8-B). Enfin, un grain d'olivine (vert très pâle ; Ol sur doc. 8-B) complète la population.

La majeure partie des éléments présents dans le sable de Saint-Gilles proviennent du remaniement des matériaux carbonatés présents dans le cordon récifal (bande de déferlement des vagues au large ; les patchs coralliens sont visibles au large de la zone de déferlement et au niveau de la passe dans le quart inférieur de la photographie) visible au large de la plage (*Document 8-A*). Des sédiments volcanoclastiques issus de l'érosion des formations volcaniques (des laves essentiellement) complètent la composition du

sable. Ils proviennent des apports depuis la partie émergée de l'île par les réseaux fluviaux actifs au niveau des ravines qui incisent les édifices volcaniques.

Le caractère émoissé et luisant des particules carbonatées témoigne de leur maturation texturale dans un environnement littoral de haute énergie permanente (houle).

#### IV – B – Etude du sédiment de la Pointe du Tremblet

Le document 9 est une photographie du secteur de la Pointe du Tremblet avec indication de la localisation du lieu de prélèvement de l'échantillon fourni dans le pilulier (**échantillon A**).

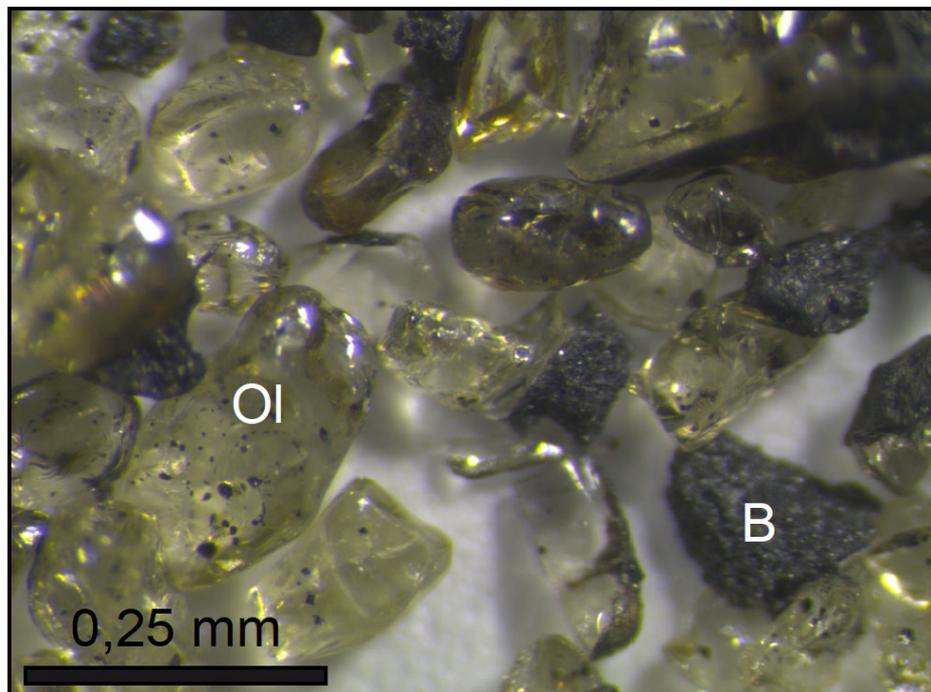


Document 9 : Localisation du lieu de prélèvement de l'échantillon A (Pointe du Tremblet ; localisation sur le document 7).

**Déterminez la composition et les caractéristiques texturales de l'échantillon A à la loupe binoculaire et discutez de son origine possible.**

*Réponse à la question IV – A – 2*

L'échantillon A correspond à un sable (tous les éléments sont visibles à l'œil nu). Les éléments dominants sont des cristaux isolés d'**olivine** et des éléments de **roche volcanique** (éléments sombres aphyriques = fragments de mésostase). L'olivine, de couleur verte, est présente parfois sous forme de cristaux automorphes présentant parfois des cassures conchoïdales. Plus généralement, les arêtes de ces cristaux sont émoussées. En revanche, les fragments de roches demeurent plus anguleux. Ce sable provient de l'érosion d'un basalte à olivine (analogue à l'échantillon n°1). L'émoussé des cristaux d'olivine indique une évolution morphologique des cristaux remaniés sur la plage sous l'influence de la houle. Ce sable provient du démantèlement de la coulée basaltique à surface bréchique (coulée de type aa) visible en arrière-plan de la photographie (document 9). Cette dernière, épanchée au cours d'une éruption récente du Piton de la Fournaise, est entrée en mer au niveau de la plage de la Pointe du Tremblet.



*Macrophotographie de l'échantillon A (Plage de la Pointe du Tremblet). On remarque l'émoussé des cristaux d'olivine (OI) et le caractère plus anguleux des fragments lithiques de composition basaltique (B).*

### 5.6.2 Commentaires

Le sujet de l'épreuve de travaux pratiques de sciences de la Terre (contre-option du secteur c) portait sur quelques aspects de la géologie de l'île de La Réunion, département ultra-marin français dans l'océan Indien. Cette épreuve était basée sur l'analyse de documents et sur des exercices de travaux pratiques classiques (coupe géologique, étude d'échantillons macroscopiques, étude d'un sable à la loupe binoculaire, analyses de photographie et de documents). Le sujet s'articulait autour de quatre parties : (1) le contexte géodynamique de l'île, (2) une étude du massif du Piton de la Fournaise, (3) des études pétrographique, minéralogique et géochimique de roches du Piton des Neiges et (4) une analyse de quelques aspects de la sédimentation littorale.

D'une manière générale, la qualité des travaux des candidats a été très variable, tant sur l'ensemble de l'épreuve que dans le détail. On notera quelques bonnes prestations qui ont été possibles (1) par un traitement complet et équilibré du sujet et (2) par de bonnes capacités d'observation et d'interprétation des candidats. En effet, il importait peu de connaître ou non dans le détail la géologie de l'île de La Réunion pour réussir cette épreuve ; il convenait d'analyser de manière raisonnée les documents et échantillons proposés pour parvenir à des conclusions satisfaisantes. Les candidats qui ont produit des devoirs de bonne qualité ont fait preuve de ces qualités et le jury les en félicite. Cependant, bon nombre de candidats ne sont pas parvenus à un traitement optimum du sujet, d'une part en raison d'une difficulté à bien séparer *observations* et *interprétations* et, d'autre part, à une gêne pour s'affranchir de modèles préétablis qui ne sont, malheureusement, pas transposables à toutes les situations. Les commentaires sur les prestations des candidats, présentés pour chaque partie du sujet, permettent de mettre en lumière les points importants qu'il convient d'améliorer dans le cadre de la préparation au concours.

#### **Partie I – La Réunion dans son contexte géodynamique**

Il s'agissait ici d'annoter une carte physiographique de l'océan Indien et des domaines continentaux périphériques en identifiant les grandes structures géologiques à partir de leur aspect morphologique (ex. : dorsale océanique, fosse de subduction, plateau océanique, plaine abyssale...). Dans l'ensemble, cette partie n'a été que partiellement traitée par rapport aux attentes du sujet. En effet, bon nombre de candidats se sont contentés de donner des indications géographiques, malheureusement parfois erronées (ex. : mer Rouge = mer d'Aral). Par exemple, si l'Himalaya a été bien nommé (ce qui n'était pas attendu *a priori*), peu de candidats ont indiqué qu'il s'agissait d'une chaîne de montagnes de collision, la notion attendue dans l'annotation de la carte. On notera également qu'un grand nombre de candidats n'ont pas su replacer l'île de La Réunion (une exigence du sujet) sur la carte. Ainsi, cette île a été localisée en des endroits aussi divers qu'incohérents : île Crozet, archipel des Kerguelen, Mayotte.

#### **Partie II – Etude du massif du Piton de la Fournaise**

Cette partie était basée sur la construction d'une coupe géologique et sur l'étude de photographies d'affleurements.

##### *La coupe géologique*

Quelques très belles coupes ont été réalisées, et les grandes structures ont été reconnues et représentées par la majorité des candidats.

La réussite dans la construction de la coupe géologique exigeait de prendre en compte le contexte volcanique de la zone d'étude et les âges récents des formations géologiques (indiqués dans la légende de la carte). En effet, il importait de reconnaître des structures volcaniques (failles bordières de caldeiras d'effondrement, empilement d'unités volcaniques) et de ne pas omettre de représenter les conduits d'alimentation des édifices volcaniques récents (cratère Dolomieu et cône de scories de la Plaine des Sables). De plus, il apparaît illogique de représenter des structures plissées (dessinées parfois avec un net cachet « jurassien ») ou des failles inverses dans ce contexte. Les failles, généralement identifiées par les candidats, sont trop souvent représentées par de simples droites alors que leur tracé cartographique courbe impliquait une géométrie incurvée vers l'Est à représenter sur la coupe. Il importe donc de ne jamais omettre d'observer le prolongement des structures de part et d'autre du trait de coupe lors de la construction d'une coupe géologique (remarque valable pour l'ensemble des structures géologiques en général). De plus, le mouvement au niveau des failles n'est que rarement indiqué par des flèches.

L'interprétation de la coupe a trop souvent donné lieu à la simple énumération de l'empilement des coulées de lave et à l'identification d'un volcan bouclier. Si la structure en caldeiras emboîtées a été souvent reconnue, l'interprétation de ces caldeiras par les candidats n'envisageait généralement qu'une origine par effondrement du toit de la chambre magmatique lors de la vidange du liquide magmatique. Or, l'absence d'épaisses formations pyroclastiques (de type ignimbritique) dans le domaine de la carte ne permet pas d'aboutir à une telle conclusion. Trop peu de candidats ont proposé que ces caldeiras sont liées à des déstabilisations gravitaires récurrentes du flanc oriental de l'édifice du Piton de la Fournaise. D'ailleurs, la migration progressive vers l'Est de l'alimentation des coulées de lave, en relation avec les effondrements gravitaires successifs, a été presque totalement négligée.

### *L'étude des photographies*

L'étude des photographies a été réalisée de manière satisfaisante par quelques candidats mais, plus généralement, de manière inégale (la coupe du cône de scories présentée sur la photographie C du document 3 n'a été que rarement reconnue et interprétée). Ici, trop de candidats n'ont pas su séparer les observations des interprétations. De plus, l'observation simple des structures présentées, préalable à leur interprétation, a souvent été négligée. Plus gênante est la reconnaissance farfelue de certaines structures, comme un débit en oreillers pour la coulée pahoehoe de la photographie A du document 3 par exemple. Cette erreur a conduit à des interprétations déraisonnables et, parfois, à la proposition que cette photographie présente une vue de la dorsale océanique. Cet exemple saisissant montre qu'il importe de toujours raisonner en tenant compte du contexte géologique de la zone d'étude (ici un volcan émergé d'altitude élevée) et, aussi, de ne point enchâsser son raisonnement dans le cadre d'un modèle simpliste et inapplicable à la situation (structure tubiforme = lave à débit en oreillers = dorsale océanique). En définitive, le manque de réussite à cette question résulte d'une faiblesse de l'observation prise en relais trop rapidement par le recours à des idées préconçues.

### **Partie III – Etudes pétrographique, minéralogique et géochimique de roches du massif du Piton des Neiges**

Cette partie constituait également un pilier important du sujet et était basée sur l'étude d'échantillons, l'observation de photographies (affleurement et lame mince) et l'analyse de données géochimiques concernant l'édifice volcanique ancien de La Réunion : le Piton des Neiges.

#### *Etude pétrographique des échantillons de roches*

Deux échantillons de roches étaient proposés. En général, les candidats adoptent une démarche d'analyse raisonnée satisfaisante (texture, minéralogie, proportions des minéraux visibles) qui conduit à la proposition d'une diagnose satisfaisante. Cependant, l'analyse de la texture de la roche n'est pas toujours totalement aboutie ce qui peut conduire à des interprétations erronées. L'identification des minéraux à l'œil nu est parfois problématique et est quelquefois basée sur des « raccourcis » périlleux : un minéral clair et brillant n'est pas nécessairement de la muscovite ! On peut rappeler que beaucoup de minéraux brillent. Le raisonnement à tenir est plutôt : « brillant ⇒ minéral ».

Certains candidats proposent l'appartenance des échantillons à une série magmatique précise. Aboutir à une telle conclusion ici est totalement impossible. L'identification d'une série magmatique n'est pas envisageable à partir d'un échantillon unique (et même de deux). Pour atteindre un tel objectif, il convient d'avoir recours aux analyses chimiques (indispensables) d'un grand nombre de roches provenant de la même zone (et d'un même ensemble lithostratigraphique) et qui témoignent de différents degrés de différenciation. Enfin, si le basalte à olivine a été très généralement identifié, beaucoup de candidats ont cru reconnaître la présence de xénolites de péridotite car il y avait de l'olivine. Une fois de plus, le réinvestissement simpliste de leurs connaissances a conduit à une interprétation erronée. Il existe certes des basaltes à xénolites de péridotites ; pour autant il existe également des basaltes à cristaux d'olivine d'origine magmatique, ce qui est le cas ici.

#### *Etude d'un affleurement du massif du Piton des Neiges à différentes échelles*

Quelques candidats ont bien réussi cette partie en construisant un argumentaire logique basé sur des observations pertinentes et, surtout, une bonne articulation entre l'étude des photographies de l'affleurement et de la lame mince. D'autres, malheureusement, n'ont pas pensé à établir ce lien, pourtant suggéré par l'énoncé. Le litage minéral visible sur les photographies de l'affleurement a été reconnu par la grande majorité des candidats, mais peu l'ont corrélé avec une structure de cumulat magmatique.

L'étude des photographies des lames minces a généralement été réalisée de manière satisfaisante et a souvent abouti à une diagnose correcte. Le litage magmatique, également reconnaissable à l'échelle microscopique n'a été que très rarement identifié. Des confusions (clinopyroxène vs. olivine) ont été relevées dans quelques copies. Lors de la description des sections minérales, des candidats se contentent de donner une liste exhaustive de caractères optiques de reconnaissance des minéraux sans tenir compte des seuls critères identifiables sur les photographies.

Dans la partie interprétative de l'exercice, certains candidats ont eu le réflexe dommageable de suggérer une origine métamorphique à ce litage et de persévérer dans cette interprétation malheureuse en cherchant coûte que coûte à identifier une roche métamorphique, voire une migmatite, par l'étude de la lame mince. Voici encore l'exemple d'une remobilisation étonnante de connaissances déconnectées de l'interprétation logique à laquelle devait mener une analyse objective des microphotographies de l'échantillon de roche provenant de l'affleurement. D'autres candidats n'ont pas fait le lien, pourtant demandé, entre les photographies de l'affleurement et celles de la lame mince, aboutissant dans un premier temps à une migmatite, puis à un gabbro, sans s'étonner de la divergence entre ces deux identifications.

Si des candidats ont parfaitement réussi à interpréter l'affleurement comme présentant des structures de chambre magmatique, certains ont également proposé, toujours par l'application de modèles trop simplistes, qu'il s'agissait d'une formation ophiolitique. Penser au caractère volcanique de l'île de La Réunion aurait pu facilement leur éviter cette erreur.

#### *Etude géochimique de roches magmatiques du massif du Piton des Neiges*

Cet exercice était basé sur l'analyse de diagrammes de variations d'un ensemble d'analyses de roches du massif du Piton des Neiges. Il convenait ici (1) de montrer l'existence d'un lien co-génétique entre les différents échantillons et leur appartenance à une même série magmatique évoluant par cristallisation fractionnée et (2) d'identifier les inflexions dans les alignements de points qui témoignent de la cristallisation de phases minérales successives.

Bien que l'exercice ait été bien mené par quelques candidats, nombreux sont ceux qui se sont limités à une simple description des diagrammes sans en tirer les principales leçons et être capables de relier les variations observées à des mécanismes pétrogénétiques. Seule la moitié des candidats a évoqué une différenciation magmatique par cristallisation fractionnée.

Beaucoup trop de candidats ont évoqué le comportement compatible ou incompatible des éléments chimiques en appliquant ici ces notions à l'évolution de proportions en éléments majeurs, comme la silice par exemple. Ce n'est pas parce que la teneur en silice augmente au cours de la course de cristallisation que la silice a un comportement incompatible ; la silice participe à la croissance de tous les silicates. Il y a donc une confusion pour beaucoup entre teneurs absolue et relative des éléments chimiques et, également, sur la notion de comportement compatible ou incompatible d'un élément chimique. Cette dernière fait appel aux coefficients de partage des éléments ; elle ne peut être appliquée qu'à des éléments très faiblement concentrés dans les liquides magmatiques (éléments en traces).

#### **IV – Sédimentation littorale à La Réunion**

Dans le cadre de ce sujet, il n'était pas possible d'évoquer de manière exhaustive les processus sédimentaires littoraux à La Réunion. Seule l'étude de deux sables était

proposée. Le premier échantillon était présenté par une macrophotographie et le second faisait l'objet d'un travail d'observation à la loupe binoculaire.

Curieusement, le sable de Saint-Gilles a souvent été très mal étudié. En effet, de nombreux candidats (plus des deux tiers) ont reconnu des grains de quartz et de feldspath en grandes quantités, alors que les bioclastes carbonatés dominaient largement. Bien que le caractère sableux du sédiment ait toujours été identifié, beaucoup de candidats ayant, une fois de plus, recours à un raccourci trop rapide entre l'observation et ce qu'ils connaissent, ont établi le lien surprenant entre nature sableuse et présence de quartz. Personne n'ignore qu'il existe des sables sans quartz. En raison de cette erreur, certains candidats ayant reconnu du quartz ont tenté d'apporter des explications étonnantes à la provenance du sédiment (transport du sédiment par divers mécanismes sédimentaires, y compris éoliens, depuis Madagascar ou, pire, le continent africain). Peu de candidats ont fait le lien entre la composition du sable et la localisation de son prélèvement. La photographie du document 8-A permettait d'identifier aisément la proximité de bioconstructions et de la zone de déferlement des vagues. Il était alors possible d'établir un lien entre le contexte local et la concentration des bioclastes dans le sable de plage.

L'analyse de l'échantillon de sable de la plage du Tremblet (échantillon A) a été réalisée de manière plus satisfaisante, la plupart des candidats ayant bien identifié l'olivine. Nombre d'entre eux, cependant, ont également identifié la présence de cristaux de pyroxène alors qu'il s'agissait de particules provenant de l'érosion de la mésostase microlitique d'une lave basaltique. Une fois encore, certains candidats ont pensé, en appliquant derechef des modèles simplistes, que l'olivine est nécessairement associée au pyroxène. Enfin, seule une faible minorité de candidats a su établir le lien entre la composition de ce sable et la proximité de la coulée basaltique bien visible sur la photographie du document 9 et son érosion par un déferlement énergétique des vagues.

**En définitive**, cette épreuve de travaux pratiques a été réalisée avec des fortunes diverses. Les exercices ont parfois été traités avec brio. On notera que, trop souvent, la pauvreté de l'observation et le recours à des raisonnements trop rapides (faisant intervenir des modèles trop simplistes) conduisent les candidats sur le chemin de l'insuccès dans leurs réponses aux questions posées. Ces faiblesses peuvent être aisément corrigées par l'application d'une démarche scientifique alliant **observations** factuelles et **raisonnements** rigoureux.

Le corrigé du sujet de travaux pratiques est donné à la suite de ces remarques liminaires.

## 6. ÉPREUVES ORALES

---

Les commentaires sur les épreuves orales sont les mêmes que pour l'année 2012. Aucun changement significatif n'a été noté.

## **6.1 ÉPREUVES DE SPÉCIALITÉ**

## 6.1.1 Commentaires généraux commun à toutes les options

### 6.1.1.1 Déroulement de l'épreuve de spécialité

#### **Conditions de préparation :**

Après avoir pris connaissance du sujet, le candidat dispose de 4h pour préparer sa leçon. Après une réflexion de 15 minutes, l'accès à la bibliothèque est autorisé. Le candidat remplit une fiche lui permettant d'obtenir les ouvrages, les documents et les matériels dont il estime avoir besoin. Aucun matériel d'expérimentation n'est fourni dans les 30 dernières minutes de la préparation. Il en est de même pour les documents et autres supports dans les 15 dernières minutes. Durant son temps de préparation, l'étudiant doit construire sa leçon, réaliser les transparents qui lui semblent indispensables et éventuellement un ou plusieurs montages expérimentaux.

Le titre de la leçon est accompagné d'un nombre limité de documents (le plus souvent 4 ou 5) que le candidat devra analyser et interpréter afin de les intégrer à son propos. La difficulté des documents est en général progressive, depuis un document d'appel, jusqu'à des documents de haut niveau scientifique. Les documents sont conçus pour que leur analyse ne dépasse pas 45 minutes en moyenne.

#### **Présentation et entretiens :**

A l'issue des 4 heures de préparation, le candidat expose pendant 50 minutes devant une commission de membres du jury de spécialité.

Dès la fin de l'exposé, l'interrogation a lieu en deux temps. Un premier échange de 10 minutes, conduit par le concepteur du sujet, porte sur le contenu de la leçon. Une deuxième interrogation de 15 minutes, menée par les deux autres interrogateurs permet d'interroger le candidat dans un certain nombre de domaines du secteur concerné.

Lors de la première interrogation, le jury revient sur certains aspects de l'exposé ; cela peut concerner le déroulement d'une expérience, l'explicitation d'un cliché, l'exploitation d'un échantillon présenté, un aspect du sujet qui n'a pas été abordé par le candidat ou bien certaines erreurs pour déterminer s'il s'agissait d'un lapsus. C'est aussi l'occasion de revenir sur l'exploitation des documents proposés par le jury. L'objectif de ce questionnement est de s'assurer que le candidat a acquis une bonne compréhension globale des différents aspects du sujet proposé.

La deuxième interrogation s'écarte de l'exposé et explore d'autres domaines du secteur. Les interrogateurs s'efforcent généralement de prendre appui sur un ou plusieurs points présentés dans la leçon pour élargir leur questionnement.

### 6.1.1.2 Constats et conseils

#### **Une épreuve de haut niveau scientifique :**

L'épreuve orale dite de spécialité est exigeante et souvent redoutée. Elle recouvre les thèmes de l'option choisie par le candidat. Les champs disciplinaires concernés sont donc ceux qui doivent permettre au candidat de montrer sa maîtrise des connaissances et des démarches scientifiques et ses aptitudes pédagogiques pour énoncer clairement des notions de haut niveau. Il est fondamental que la leçon s'enracine dans une problématique clairement énoncée et se développe autour d'un raisonnement qui utilisera le matériel, les connaissances et les données collectées dans les ouvrages et les documents proposés comme des arguments - des outils - au service d'une démarche.

#### **Le recul nécessaire pour traiter des thèmes plus ou moins classiques :**

Le sujet renvoie le plus souvent à des thèmes classiques connus de la majorité des candidats ; parfois il aborde un ou des thèmes à priori plus délicats à cerner, et pour lesquels les candidats estiment leurs connaissances initiales plus limitées. Paradoxalement, les candidats ont souvent moins de difficultés à traiter des leçons jugées à priori ardues que des leçons plus classiques. Leurs connaissances initiales ne pouvant servir de refuge, ils sont alors forcés de rentrer dans une démarche de raisonnement. Ce constat oblige à répéter qu'il est indispensable de prendre du recul pour construire sa leçon : il faut qu'elle soit un exposé personnel mettant en avant les qualités scientifiques et pédagogiques du candidat et non pas ses seules capacités mnésiques. Les membres

du jury insistent sur le fait que la leçon est un exercice scientifique avec toutes les exigences de raisonnement et de justification que cela impose. Il est regrettable de voir des leçons où les connaissances sont présentes mais simplement restituées et énoncées dans une juxtaposition sans raisonnement. Ces leçons conduisent le plus souvent à un échec à cette épreuve, alors que les entretiens révèlent que dans bon nombre de cas les candidats avaient la capacité de mener leurs leçons autrement. Un point important mérite d'être souligné à propos des sujets de leçon comportant un « et » dans l'intitulé : un certain nombre de candidats traitent chacun des items séparés par le « et » de façon indépendante, alors qu'il s'agit évidemment d'analyser les interrelations entre les deux composantes (deux exemples de leçons pour illustrer ces propos « Les perturbations **et** la dynamique des écosystèmes » - « Mise en place de comportements : aspects ontogéniques **et** évolutifs »)

**L'exploitation des documents imposés** : Les documents proposés avec la leçon doivent, bien sûr, être exploités au cours de l'exposé mais également aider le candidat à mieux cerner le sujet, ou à l'orienter vers quelques aspects spécifiques du sujet. Ils permettent parfois de compléter certaines informations lorsque celles-ci ne sont pas disponibles dans la bibliographie classique. Une analyse rigoureuse des documents peut donc aider le candidat à définir, au moins partiellement, la problématique de sa leçon.

**Le matériel complémentaire** : Les documents proposés ne couvrent pas tous les aspects du sujet. Le concepteur du sujet peut choisir de ne pas aborder, par les documents qu'il propose, certains aspects importants du sujet afin de laisser au candidat l'initiative de certains documents et matériels. L'intégralité de l'exposé ne peut donc pas être construite seulement autour des thèmes que les documents permettent d'aborder. Il revient donc au candidat de compléter l'illustration de sa leçon par du matériel ou des expérimentations complémentaires. Le matériel complémentaire doit être exploité avec la même rigueur que le matériel imposé. Ces étapes sont très clairement prises en compte dans l'évaluation de la leçon par le jury. Ainsi, les candidats doivent essayer d'appuyer et illustrer leurs propos à partir d'observations argumentées sur du matériel biologique ou géologique. Les observations sur du matériel restent trop rares. L'observation directe d'un objet plutôt que sa présentation sous forme d'image doit être privilégiée. Prendre l'initiative de sortir, de présenter et de manipuler du matériel est aussi une occasion que trop peu de candidats saisissent pour montrer leur créativité, leur habileté à manipuler, leurs connaissances naturalistes et leur goût pour le réel et l'observation de terrain. Le jury déplore que de nombreux candidats préfèrent des schémas théoriques (souvent approximatifs) à du matériel (coupes, dissections, échantillons, montages,...). Il rappelle que les Sciences de la Vie et de la Terre basent leur démarche sur l'analyse du réel. Il se montre donc sévère quand un candidat délaisse le matériel frais ou donne raison à une idée théorique manifestement contredite par les faits.

**Une démarche scientifique incontournable** : Au cours de la leçon, la démarche scientifique doit s'appuyer sur une analyse rigoureuse des objets et expériences proposés par le jury ou apportés par le candidat. Cette démarche doit commencer par une description des objets, spécimens et faits expérimentaux, suivie d'une interprétation raisonnée qui pourra soit conclure un paragraphe et donc répondre à une question, soit donner lieu à une nouvelle question, et servir alors de transition avec la suite de l'exposé. L'exploitation des documents est trop rarement accompagnée d'un véritable travail traduisant sa réelle appropriation par le candidat. Trop souvent, le document est seulement décrit ou n'est utilisé que comme prétexte pour exposer des généralisations et des modèles théoriques recopiés dans des ouvrages, et donc écrits dans un autre contexte que celui de la leçon. Trop souvent aussi, la théorie est présentée en premier, les documents n'étant ensuite utilisés que comme une simple illustration *a posteriori* sans que ne se construise une vraie démarche scientifique fondée sur la confrontation entre les faits et les idées. La conclusion doit mettre en valeur les idées-clés et déboucher sur une généralisation et/ou une nouvelle question. Dans certains cas elle peut s'appuyer sur un schéma récapitulatif à la condition que celui-ci se justifie et soit réellement construit à partir des éléments de la leçon.

**Un véritable travail de synthèse et de choix** : Le jury est tout à fait conscient que 50 minutes est un temps d'exposé limité. Le candidat sera généralement amené à faire un important travail de synthèse : il devra alors clairement justifier, dans son introduction, les différents aspects du sujet qu'il souhaite traiter et, inversement, pourquoi il délaissera volontairement certains aspects. C'est la rigueur de la démarche qui justifiera la validité de ses choix. Il convient également de préciser que le candidat est maître de ce choix et qu'il lui revient de les présenter au jury et, au besoin, de les discuter avec lui. Contrairement à ce que pensent de nombreux candidats, si le jury entre en salle avec une

idée claire de ce qui doit figurer dans la leçon, il n'arrive pas avec un plan préconçu et est prêt à entendre les propositions que pourra lui faire le candidat et à les accepter pour peu que ces choix assumés puissent être justifiés. Le fait d'apprendre par cœur des plans préconçus n'est donc pas une façon pertinente de se préparer à cet exercice qui demande, plutôt que la capacité à restituer une organisation préétablie, une capacité à réorganiser ses idées le moment venu, autour de la problématique proposée.

**Une communication d'une qualité suffisante :** Cette année, le jury a constaté l'augmentation nette d'une tendance à une lecture systématique et constante des notes de préparation par une proportion importante des candidats : il faut absolument proscrire cette pratique totalement inadaptée aux exigences du métier d'un enseignant qui doit pouvoir se détacher du support de préparation de ses cours. En outre, certaines expressions sont incohérentes : par exemple, « un bassin en pull-apart se forme *via* un décrochement » est bien mal venue et d'autant plus que cette même locution *via* est utilisée plusieurs fois dans le même exposé et toujours à contre-sens. Les candidats doivent donc veiller à utiliser le vocabulaire et la syntaxe adaptés au message qu'ils souhaitent délivrer.

**Une indispensable réactivité :** Le premier entretien, consécutif à la leçon, a pour but de faire réfléchir le candidat sur l'exposé qu'il vient de produire, pour l'aider à découvrir d'éventuelles omissions, imprécisions ou erreurs et l'inviter à les corriger. Il sert également à évaluer l'aptitude du candidat à raisonner et à exploiter ses connaissances en temps réel. L'interrogation est ensuite ouverte aux autres domaines de la spécialité, sous des formes très variables, qui visent à évaluer les connaissances du candidat dans le secteur de spécialité, sa culture générale en rapport avec le domaine de spécialité ainsi que ses aptitudes à construire un raisonnement logique. Il est à noter que l'entretien peut porter sur le programme spécifique de chaque secteur. L'écoute et la réactivité sont des qualités indispensables pour une bonne réussite dans cette partie de l'épreuve qui peut permettre au candidat de montrer que, malgré une leçon plus ou moins réussie, il maîtrise de larges connaissances dans son secteur de prédilection.

## 6.1.2 Liste des leçons de spécialité de la session 2013

### 6.1.2.1 Leçons de spécialité du secteur A

Aspects moléculaires et cellulaires de la fécondation chez les vertébrés
Aspects moléculaires et cellulaires de la fécondation chez les vertébrés
Comparaison de deux maladies neurodégénératives
Cytosquelette et paroi végétale
Détermination et différenciation du sexe chez les mammifères
Interactions entre le VIH et le système immunitaire
L'ATP synthase
L'éthylène
l'homme face à la maladie : exemple de la tuberculose
La différenciation cellulaire
La drosophile, un organisme modèle
La maladie d'Alzheimer
La maladie de Parkinson
La méiose et ses conséquences
La méiose et ses conséquences
La métamorphose des amphibiens: aspects cellulaires et moléculaires
La mitochondrie des cellules animales
La mitose
La réplication de l'ADN
La réponse immunitaire adaptative humorale
La transduction des signaux stéroïdiens
La transduction des signaux stéroïdiens
Le contrôle de la procréation humaine
le cycle cellulaire des eucaryotes et sa régulation

Le cytosquelette des cellules eucaryotes
Le cytosquelette des cellules eucaryotes animales
Le génome plastidial
Le potentiel transmembranaire et ses variations
Le spermatozoïde, cellule spécialisée
Les bases cellulaires du fonctionnement cardiaque et de son contrôle
Les canaux membranaires
Les canaux membranaires
Les cellules des crêtes neurales
Les cellules présentatrices de l'antigène
Les chloroplastes
Les érythrocytes, cellules spécialisées
Les globines
Les hormones, de leur synthèse à leur inactivation
Les immunodéficiences
Les interactions plantes / microorganismes
Les méthodes d'étude des neurones
Les plastes
Les potentiels d'action
Les processus cellulaires impliqués lors du développement des Vertébrés et des Angiospermes
Les processus cellulaires impliqués lors du développement des Vertébrés et des Angiospermes
Les ribosomes
Les ribosomes
Les rôles de l'auxine dans le développement des Angiospermes
Les rôles de l'auxine dans le développement des Angiospermes
Les synapses
Les virus
Mise en place du plan d'organisation des Vertébrés
Obtention et utilisation des animaux transgéniques
Place du lymphocyte T CD4+ dans la mise en place d'une réponse immunitaire adaptative
Rôle des cellules de la rétine dans la vision
Transport axonal et cycle vésiculaire synaptique

### 6.1.2.2 Leçons de spécialité du secteur B

Autofécondation, allofécondation
Biologie écologie et évolution des Mammifères
Biologie et physiologie des végétaux des milieux secs
Biologie, écologie et évolution des Annélides
Classifications traditionnelles et classifications évolutives
De l'induction florale à la fleur chez les angiospermes
Dépense énergétique, composition corporelle et obésité dans l'espèce humaine
Des plantes sauvages aux plantes cultivées
Ectothermie et endothermie chez les Vertébrés
espèce et spéciation
Gestation, parturition et allaitement
Importance du complexe hypothalamo-hypophysaire dans la physiologie des mammifères
L'homme et la biodiversité
L'homme et la biodiversité
L'impact des perturbations sur les écosystèmes
L'activité cardiaque chez l'Homme
L'Autotrophie pour l'azote chez les Angiospermes
L'hémodynamisme vasculaire
La biologie des champignons

La biologie des graines
La circulation de l'eau dans la plante
La compétition interspécifique
La digestion, l'absorption et le transport des lipides dans l'organisme humain
La dissémination chez les végétaux
La dissémination chez les végétaux
La fonction ovarienne chez les mammifères
La gamétogenèse chez les mammifères
La lumière et les végétaux (on ne traitera pas des mécanismes de la photosynthèse)
La microphagie
La mise en place du rameau feuillé végétatif
La photosynthèse de type C3 et la nutrition carbonée chez les Angiospermes
La place du hasard dans l'évolution
La prédation
la respiration chez les animaux aquatiques
La respiration pulmonaire chez les Vertébrés
La révolution darwienne
La révolution darwienne
la sélection naturelle
La sélection sexuelle
La vie dans la zone intertidale
La vie de la feuille
La vie des orchidées
Le bilan hydrique chez les animaux terrestres
Le carrefour duodéal
Le chant des oiseaux : mécanismes neurophysiologiques et importance biologique
Le comportement territorial
le maïs biologie, physiologie, génome et évolution
Le polymorphisme génétique et son maintien
Le rein des Mammifères
les besoins alimentaires de l'Homme
Les biocycles des parasites
Les compartiments liquidiens extracellulaires chez les métazoaires
Les fonctions branchiales
Les fonctions hépatiques
Les innovations dans la lignée verte en liaison avec la colonisation du milieu aérien
Les insectes, des animaux aériens
Les interactions entre les végétaux chlorophylliens et les champignons
Les mécanismes photosynthétiques de type C4 et CAM et leur intérêt écologique
Les méristèmes
Les phylogénies et leurs utilisations
Les relations gamétophyte - sporophyte chez les embryophytes
Les relations interspécifiques et la structure des communautés
Les réponses de l'organisme humain à l'exercice physique
Les réserves de molécules organiques chez les êtres vivants
Les réserves des végétaux
Les rythmes biologiques chez les organismes chlorophylliens
Les stomates : interface avec l'environnement
Les stratégies parasitaires
Les symbioses chez les végétaux
Les systèmes sexuels (individualisme, polygynie, polyandrie, polygynandrie, monogamie et coopération reproductive)
Les végétaux envahissants
Mise en place de l'architecture chez les végétaux
Mise en place du comportement chez les animaux: aspects ontogénétiques et évolutifs
Mise en place du comportement chez les animaux: aspects ontogénétiques et évolutifs

Osmorégulation et ionorégulation en milieu aquatique
Pollen et pollinisation
Relation mère-descendants
Soins aux jeunes et conflits intra-familiaux (conflit parent-jeune, compétition entre les jeunes, parasitisme)
Squelettes et locomotion chez les métazoaires
Structure et fonctionnement des écosystèmes
Structure et fonctions de la racine

### 6.1.2.3 Leçons de spécialité du secteur C

Circulation hydrothermale et ressources associées
Données géologiques, chimiques et biologiques sur les origines de la Vie
Dynamique de la chaîne alpine
L'enregistrement sédimentaire des variations du niveau marin
La conquête du milieu terrestre
La déformation des roches à toutes les échelles
La différenciation de la Terre
La lithosphère océanique
La mesure du temps en géologie
La notion d'anomalies en géophysique
La sismicité de la France dans son cadre géologique
La tectonique des plaques, approche historique
La Terre au Précambrien
Le couplage océan atmosphère
Le cycle sismique
Le manteau
Le noyau
Le relief de la Terre
Le système solaire
Les énergies fossiles
Les facteurs de contrôle de la sédimentation
Les glaciations
Les météorites
Les provinces magmatiques géantes
Les variations du CO2 dans l'atmosphère terrestre : mise en évidence, causes et conséquences
Métamorphisme et géodynamique
Nature et structure de la lithosphère continentale à partir de la carte géologique de la France au millionième
Originalité de la Terre dans le système solaire
Origine et évolution des Hominidés
Origine et évolution des magmas basaltiques
Origine et genèse des granites
Reconstitutions des histoires Pression-Température-temps-déformation
Rôle de la tectonique des plaques sur le climat
Rôle de la vie dans la formation des roches
Subduction et collision
Transfert de matière des continents vers les océans
Variation de la biodiversité au cours du temps

### 6.1.3 Commentaire particulier concernant les leçons d'option A

**Quelques conseils établis à partir des constatations du jury :**

### Maîtriser les connaissances :

L'un des enjeux de la leçon de spécialité est bien évidemment de faire montre de sa maîtrise de connaissances pointues dans le secteur choisi par le candidat. De ce point de vue les capacités démontrées par les candidats sont très hétérogènes, s'échelonnant d'un niveau proche de la perfection pour quelques rares candidats à un niveau insuffisant pour un concours comme l'agrégation. Dans la majorité des cas, les connaissances sont correctes bien que parfois hétérogènes. On relève ainsi souvent une réelle difficulté à hiérarchiser les connaissances et une tendance à mettre sur un même plan ce qui relève des principes fondamentaux et ce qui, au contraire, a trait aux détails des mécanismes biologiques.

**Exemple à éviter :** connaître les mécanismes moléculaires de la réplication, mais confondre les termes de réplication et de transcription.

### Adopter une démarche explicative :

L'enjeu des connaissances ne doit pas masquer ce qui, chez la plupart des candidats constitue un handicap majeur : la capacité à construire la leçon en adoptant une démarche logique et explicative. Dans la plupart des cas, les candidats commencent par présenter les modèles explicatifs puis exposent ensuite les modalités selon lesquelles les faits peuvent coller à ce modèle. Ils proposent ainsi une démarche antinomique avec celle qui permettrait à un enseignant de construire, avec ses élèves, un modèle explicatif à partir de faits d'observation ou d'expérimentation. De ce fait, pour plusieurs candidats, alors que les connaissances sont correctes, la leçon proposée reste seulement moyenne. Cet enjeu est probablement le plus difficile à remplir puisqu'il dépend de la capacité du candidat à proposer une problématique scientifique pertinente à partir du titre de la leçon qui lui est proposé. Cette capacité de problématisation est, de loin, celle qui est la plus complexe à construire. D'elle dépend cependant largement la capacité du candidat à traiter le sujet qui lui est proposé et, à plus long terme à enseigner des concepts scientifiques.

Exemple :

### Travailler à toutes les échelles et construire le sens biologique :

Dans le programme officiel de l'Agrégation le titre suivant est utilisé pour désigner le secteur A : « biologie et physiologie cellulaires, biologie moléculaire ; leur intégration au niveau des organismes ». Trop de candidats oublient la deuxième partie de cet intitulé en passant sous silence l'intégration des mécanismes moléculaires et cellulaires à l'échelle des organismes : ils se précipitent ainsi sur la description des mécanismes moléculaires en laissant de côté la signification biologique de ces mécanismes et phénomènes dans le cadre des cellules, des tissus et des organismes.

**Exemple à éviter :** pour une leçon sur la gastrulation, préciser les mécanismes fins de régulation sans indiquer quel est le rôle de la gastrulation au cours du développement.

### S'appuyer sur le réel et enrichir la documentation proposée :

Les candidats donnent l'impression de fuir le matériel biologique réel et les manipulations qui pourraient être associées à la leçon proposée. Si aucun matériel n'est imposé par le jury, il est très rare de voir les candidats s'orienter vers la présentation de matériel réel (à l'exception des lames histologiques parfois peu ou mal exploitées). Bien souvent, les candidats préfèrent une photographie ou un document tiré d'internet à un objet réel qui permettrait d'observer la même chose voire plus.

Il est également à noter que les candidats ont très souvent recours à l'équipe technique pour demander des copies de documents qui sont ensuite utilisés tels quels. La présentation de matériel complémentaire à l'initiative du candidat, qui fait partie des critères d'évaluation, ne peut être prise en compte par le jury qu'à la condition qu'une véritable plus-value soit proposée (production de schémas originaux, proposition d'expérimentation...).

Il faut souligner la très grande disponibilité de l'équipe technique du concours qui tient à la disposition des candidats une grande quantité de matériel biologique prêt à l'emploi, depuis les échantillons qui peuvent être présentés en l'état jusqu'aux dispositifs d'expérimentation complexes (ExAO par exemple). L'utilisation de ce matériel permettrait aux candidats de montrer leur savoir-faire techniques et de répondre par la même occasion aux deux points mentionnés ci-dessus (adopter une démarche explicative et travailler à différentes échelles).

**Exemple à suivre** : dans le cadre d'une leçon sur les bases cellulaires du fonctionnement cardiaque, proposer la réalisation d'un ECG et reconstituer sur transparent ou au tableau le cycle cardiaque de façon à y inscrire les mécanismes cellulaires.

### **Analyser et interpréter les documents dans le cadre d'une démarche explicative :**

Le principe de la leçon d'option repose sur l'intégration, par le candidat, d'un certain nombre de documents proposés par le concepteur de la leçon.

Pour ce faire, les documents doivent, dans un premier temps, faire l'objet d'une analyse précise y compris sur les aspects techniques. On note ici la difficulté des candidats à procéder à une analyse critique des documents proposés. On en reste le plus souvent à une analyse sommaire et l'interprétation n'est pas toujours suffisamment poussée. Il convient d'ailleurs de bien distinguer les deux niveaux de ce travail, l'analyse reposant directement sur les données présentées par le document, l'interprétation demandant au candidat de faire appel à ses connaissances pour replacer les résultats proposés par le document dans la problématique de la leçon.

Ce deuxième temps est souvent mal réalisé par les candidats qui peinent à intégrer correctement les documents dans la logique de la leçon. Le document est alors analysé pour lui-même sans qu'une réelle transition conduise à cette analyse.

**Exemple à éviter** : dans le cadre d'une leçon sur les pathologies génétiques, n'analyser que partiellement les arbres généalogiques proposés et ne pas présenter leur intérêt dans la détermination de la localisation du ou des gènes impliqués.

### **Rester réactif pour répondre aux questions lors de l'entretien :**

Les 50 minutes de présentation sont suivies de 10 minutes de questionnement sur la leçon. Elles sont l'occasion, pour le concepteur de la leçon, de revenir sur un certain nombre de points abordés par le candidat, soit pour lever un certain nombre d'ambiguïtés, soit pour aller plus loin dans l'analyse de la problématique.

Durant les 15 minutes suivantes, les deux autres interrogateurs proposent au candidat de travailler sur un certain nombre de concepts balayant plus ou moins largement le reste du secteur A. Deux objectifs sont alors poursuivis :

- tester les connaissances du candidat dans les domaines concernés
- tester ses capacités de raisonnement

De fait, il n'est pas rare, si le candidat butte sur une question, que le correcteur lui fournisse la réponse pour aller plus loin ou l'aide à la retrouver lorsque c'est possible. Il n'est donc, en aucun cas question de piéger le candidat mais de le guider dans cet exercice complexe où il s'agit de mobiliser rapidement ses connaissances sur des sujets variés. Pour y parvenir, le jury évite soigneusement de passer du coq à l'âne et propose plutôt un cheminement continu.

Insistons pour finir sur l'importance, pour le candidat, de rester mobilisé et réactif jusqu'au bout de cet exercice qui peut, plus souvent qu'on ne le pense permettre à un candidat de se remettre en selle.

## **6.1.4 Commentaire particulier concernant les leçons d'option B**

### **6.1.4.1 Construction de la leçon**

Cette étape est cruciale et doit reposer d'abord sur une analyse rigoureuse des termes du sujet de la leçon. Celle-ci doit s'enraciner autour d'une problématique scientifique clairement énoncée dans l'introduction et se développer autour d'un raisonnement -une progression logique d'arguments articulés- qui utilise la documentation ou le matériel (celui proposé par le jury et celui demandé par le candidat), les connaissances du candidat et les données collectées dans les ouvrages et les autres ressources documentaires comme des arguments –des outils- au service d'une démarche.

Certains exposés se limitent à une juxtaposition d'idées glanées dans les ouvrages, sans qu'aucun fil directeur n'apparaisse, alors que l'entretien révèle que le candidat avait pourtant les connaissances nécessaires pour élaborer un exposé logique. Afin de pouvoir les utiliser à bon escient et de manière efficace lors de l'oral, il est fortement conseillé aux candidats de connaître les ouvrages, revues et médias (y compris les vidéos) proposés dans la liste du concours, et de ne pas se limiter aux seuls ouvrages généralistes, alors que d'autres ouvrages plus adaptés et bien plus riches pour traiter le sujet sont à leur disposition.

#### 6.1.4.2 Rigueur de la démarche adoptée

Une démarche scientifique rigoureuse est attendue sur tous les sujets, y compris ceux qui touchent de près les activités humaines et font l'objet de débats dans les médias, tels la biodiversité, les OGM, l'exploitation des ressources, les variations du climat, etc. A ce niveau de recrutement, les candidats doivent s'appuyer sur des arguments scientifiques concrets afin de construire leur raisonnement.

Certaines leçons, entre autres celles concernant le comportement animal, sont encore abordées avec une vision naïve argumentée à l'aide d'un vocabulaire et d'un point de vue superficiels, finalistes, voire anthropomorphiques et en utilisant des modèles et hypothèses théoriques soutenus à posteriori par des faits évidemment ad hoc. Un modèle ne saurait se substituer à des données concrètes : une démarche expérimentale testant des hypothèses élaborées à partir d'observations doit être constamment privilégiée. Une éventuelle formalisation théorique ne saurait venir qu'ensuite.

Malgré ces réserves, le jury tient à souligner que le niveau des candidats dans le domaine de la biologie du comportement animal a continué à s'améliorer de façon significative. La vision de l'évolution et des mécanismes évolutifs se révèle encore trop souvent superficielle voire caricaturale, même si des progrès sensibles en la matière ont également été remarqués au cours de cette session.

#### 6.1.4.3 Dimension pédagogique générale de l'exposé

La dimension pédagogique de la leçon est certaine : au-delà des qualités scientifiques du candidat, le jury cherche à savoir s'il est capable de se montrer un orateur au service de son message. Le jury a apprécié l'attitude de la majorité des candidats, leur gestion du temps en général correcte.

En ce qui concerne l'aisance à l'oral, celle-ci s'avère très inégale selon les candidats. Cette année, le jury a constaté l'augmentation nette d'une tendance à une lecture systématique et constante des notes de préparation par une proportion importante des candidats : c'est un travers qu'il faut combattre vigoureusement pour la bonne fluidité du discours et de façon à garder une certaine distance vis-à-vis des notes de préparation qui doivent seulement servir de point d'appui ponctuel pour ne pas perdre le fil de l'exposé. ). D'autre part, le jury a parfois relevé des « tics de langage » qui nuisent à la qualité de l'exposé mais cela reste limité.

En général, l'utilisation du tableau et des autres supports est assez bonne. Le jury rappelle qu'il prête une attention marquée à la tenue du tableau, à la qualité des transparents produits par le candidat. Cependant un certain nombre de candidats ont une mauvaise gestion du rétroprojecteur, dans la mesure où ils ne regardent que le transparent sur le rétroprojecteur, sans vérifier que la projection sur l'écran de la salle d'oral est correcte : beaucoup de transparents n'ont pas été présentés efficacement au cours de cette session.

L'utilisation et le bon réglage des appareils d'observation (mise au point, luminosité, grossissement, etc.) n'ont pas posé de problèmes. Par contre, l'exploitation scientifique des observations ainsi réalisées laisse à désirer : pauvreté et schématisation extrême des observations, faiblesses scientifiques des titres et légendes sont des constats assez fréquents. Cet aspect de l'exploitation des observations doit être amélioré.

#### 6.1.4.4 Utilisation pertinente et rigoureuse de la documentation ou du matériel fournis ou demandés

Pour étayer leur leçon, les candidats doivent appuyer et illustrer leurs propos à partir d'observations argumentées sur du matériel biologique. Au cours de leur exposé, ils doivent exploiter sérieusement le matériel imposé ou demandé et ne pas se contenter d'en faire une présentation rapide et superficielle. Le jury souligne l'importance de l'observation et de la démarche expérimentale et invite les candidats à manipuler avec soin pendant la leçon (dissections, EXAO, calculs, etc.), de façon à bien relier les notions exposées à des objets concrets.

Le corpus documentaire fourni par le jury B doit être utilisé de façon méthodique et rigoureuse, dans le cadre de la progression choisie par le candidat. L'exploitation de ces documents, en nombre restreint (en général 4 ou 5 documents), doit être poussée aussi loin que possible, ce qui n'est pas le cas général. De trop nombreux candidats se contentent d'une approche superficielle de ces documents, souvent limitée à une description sans véritable analyse, et *ipso facto* sans interprétation réelle.

Rappelons que le « statut » des documents est variable selon les leçons : pour beaucoup d'entre elles, les documents du jury B permettent au candidat de développer plus particulièrement tel ou tel point du sujet, sans prétendre à l'exhaustivité. Dans quelques sujets de leçons plus ciblées, pour lesquelles la documentation générale pourrait s'avérer limitée, l'essentiel de l'information scientifique nécessaire pour traiter la leçon peut être tiré du corpus documentaire fourni et le jury portera alors une attention encore plus marquée à la qualité d'utilisation scientifique de ces documents et à leur intégration dans la démarche globale du candidat.

Les observations sur du matériel frais restent encore trop rares ou maladroitement mises en œuvre. L'observation directe d'une coupe microscopique plutôt que sa présentation sous forme d'image doit être privilégiée. Prendre l'initiative de sortir, de présenter et de manipuler du matériel est aussi une occasion que trop peu de candidats saisissent pour montrer leur créativité, leur habileté à manipuler, leurs connaissances naturalistes et leur goût pour le réel et l'observation du concret. Le jury déplore que de nombreux candidats préfèrent des schémas théoriques (souvent approximatifs) à du matériel frais (coupes, dissections, montage). Il rappelle que les Sciences de la Vie et de la Terre fondent leur démarche sur l'analyse du réel. Le jury se montre donc sévère quand un candidat délaisse le matériel frais ou interprète le réel à la lumière d'une idée théorique au lieu du contraire. Présenter une seiche dans une cuvette sans la disséquer, demander une lame histologique de feuille d'élodée quand le candidat dispose d'élodée vivante est inacceptable, tout autant que de représenter un schéma théorique de cyanobactéries comme illustration d'une culture ne contenant que des algues vertes ! Mais le jury note avec satisfaction que certains candidats ont utilisé des séquences vidéo choisies fort à propos et illustrant bien certaines leçons.

#### 6.1.4.5 Connaissances scientifiques générales

Comme chaque année, le jury B a été frappé par la difficulté qu'éprouvent de nombreux candidats à exploiter des principes physiques, chimiques et biochimiques de base, indispensables à la compréhension au premier ordre des phénomènes biologiques abordés. Cette méconnaissance s'accompagne également de difficultés à manier les outils mathématiques les plus élémentaires. Par exemple, trop peu de candidats savent calculer une fréquence, une pression, formaliser un concept de base comme l'oxydo-réduction, utiliser des lois élémentaires de la thermodynamique ou développer l'équation de la croissance d'une population.

Par ailleurs, la rigueur ne peut être respectée que si les ordres de grandeurs des objets observés en sciences de la vie et de la terre, ainsi que les unités de mesure sont maîtrisés par le candidat.

D'autre part, le jury tient également à rappeler que les notions d'histoire des sciences font partie du programme et qu'elles sont utiles à la maîtrise de la démarche scientifique

#### 6.1.4.6 Lacunes et insuffisances scientifiques sur le programme de spécialité B

Le jury souligne des lacunes importantes dans des domaines pourtant incontournables.

De façon globale, le jury a constaté une méconnaissance flagrante, voire des lacunes inexplicables dans un concours de recrutement de ce niveau, quant aux plans d'organisation des êtres vivants, quelle que soit la catégorie d'êtres vivants considérée, ou sur le fonctionnement des méristèmes, ou encore sur les grands principes et les méthodes de la classification phylogénétique et les conséquences sur le redécoupage évolutif lié à cette classification.

Un autre domaine fortement touché par cette érosion des connaissances est celui de la physiologie animale, y compris humaine, pour lequel les grandes fonctions sont rarement dominées scientifiquement par les candidats.

En ce qui concerne les neurosciences. Il n'est pas admissible que des candidats soient incapables de décrire l'organisation générale du cerveau humain et ses grands principes fonctionnels (comme par exemple celui du traitement des informations sensorielles), ce qui est très dommageable au regard de l'importance que ce domaine a pris en biologie.

Un autre domaine négligé des candidats est celui de la biologie de la conservation. Un professeur agrégé des SV-STU doit faire preuve d'un minimum de connaissances en la matière étant donné son impact sociétal.

Enfin, les candidats à l'Agrégation des SV-STU doivent avoir reçu une solide formation naturaliste de base. Il est pour le moins étonnant qu'aucun candidat ou presque ne sache reconnaître une cigale, un hanneton ou encore une hirondelle ; c'est encore plus étonnant lorsqu'un candidat affirme n'en avoir jamais vu voler ! Au cours des prochaines sessions, le jury continuera à renforcer l'évaluation des connaissances naturalistes des candidats, en particulier celles concernant les espèces les plus courantes de la faune et de la flore de France.

### 6.1.5 Commentaire particulier concernant les leçons d'option C

Les leçons d'option C entraînent le même type de remarques que celles des secteurs A et B. Les observations suivantes ne feront que compléter les commentaires ci-dessus.

#### Construction de la leçon

Les documents proposés sont très variés en contenu et en niveau. Ils peuvent ou non comporter des objets: échantillons, lames minces, cartes... Cette dimension naturaliste est privilégiée dans l'évaluation par le jury et c'est au candidat d'apporter les objets s'ils ne sont pas proposés.

Les documents fournis par le jury n'indiquent pas forcément le fil conducteur de la leçon : un sujet classique se voit par exemple enrichi de documents plus innovants, de résultats expérimentaux récents ... Alors qu'un sujet plus pointu sera accompagné de documents plus « éclairants ». L'ordre des documents fournis n'est pas un plan de la leçon.

Les candidats doivent compléter ces documents fournis en rajoutant des faits scientifiques et/ou du matériel leur permettant d'argumenter certains aspects de la leçon. L'exploitation à bon escient de ce « matériel » choisi par le candidat lui-même est jugée positivement, car elle permet au jury d'apprécier sa créativité. Le jury regrette que la contribution du candidat, en termes d'illustration supplémentaire, se résume trop souvent à des transparents de schémas.

#### Connaissances scientifiques

Le jury déplore un manque de maîtrise des bases scientifiques en général, non seulement en sciences de la Terre mais sur des notions simples de chimie ou de physique. Cela peut se traduire par un vocabulaire inadapté. Un exemple parmi tant d'autres : de nombreux candidats confondent et utilisent indifféremment les termes éléments (chimiques), isotopes, molécules, atomes. Ils peuvent tenir tout un long discours sur la formation du système solaire et de la Terre mais ne connaissent pas la différence entre fer ferreux et fer métallique ou ne font pas de différence entre élément volatils/réfractaires/lourds/légers/sidérophiles etc. La confusion est fréquente entre ferromagnésien/ferromagnétique et fer métallique/fer ferreux.

L'utilisation des cartes géologiques par les candidats pose problème : la carte de France au millionième reste un mystère pour la moitié d'entre eux, les cartes au 1/50000 ne sont que trop rarement exploitées correctement....

Un minimum de connaissance géographique est exigé en particulier pour situer correctement certaines structures où régions géologiques remarquables (le Kamtchatka n'est pas au Japon...).

L'exploitation des échantillons microscopiques et macroscopiques ne doit pas se transformer en une description des caractéristiques optiques des minéraux. La description doit être directe et précise (nom des minéraux, texture) et être exploitée au-delà de la simple description (conditions de formation des roches...). Malheureusement, l'analyse reste très souvent sommaire et souvent erronée (confusion péridotite – gabbro, quartz – plagioclase...).

## Présentation de l'exposé

Les candidats lisent souvent leurs notes et ne rentrent pas suffisamment dans leur sujet.

Les leçons collant de trop près aux contenus des livres restent impersonnelles et superficielles : on attend des candidats un investissement, une appropriation des faits géologiques.

Les plans proposés par les candidats sont souvent scolaires et présentent des titres peu démonstratifs ou non homogènes. Le manque d'une problématique définie, posée en introduction, empêche souvent la construction d'une leçon suivant un fil directeur bien identifié : les candidats se contentent d'un empilement de résultats, données ou modèles, sans hiérarchie claire.

On ne conseillera jamais assez aux candidats d'utiliser des exemples concrets (roches, lames minces, photographies, cartes etc...) permettant d'illustrer un processus géologique et accompagnant un modèle qui permet d'accéder à une compréhension des paramètres importants jouant sur le fonctionnement d'un système géologique.

La démarche scientifique n'interdit pas de partir d'un modèle pour en comprendre la construction, ou pour tester ledit modèle et montrer comment les connaissances permettent de l'améliorer : par exemple l'utilisation du modèle PREM dans la connaissance de la structure interne du globe.

Les documents proposés par le jury sont souvent des transparents rapportant des données géophysiques ou géochimiques, des résultats d'expériences ; ce peut être également des cartes géologiques, des échantillons de roches, des lames minces, des photos d'affleurement... Le candidat doit les présenter au jury, les décrire systématiquement (avant même de les interpréter !) en expliquant ce qui a été mesuré et comment, les interpréter et les replacer dans le contexte de la leçon pour argumenter sa démonstration. L'exercice de présentation et d'exploitation des documents permet ainsi d'évaluer conjointement les capacités d'analyse scientifique et les qualités pédagogiques.

Souvent les candidats présentent des modèles analogiques, mais leur utilisation est très fréquemment maladroite. En effet, il ne faut pas confondre modèle et réalité : un modèle ne démontre pas qu'un phénomène naturel de grande échelle existe dans la nature, et le problème du transfert entre les deux échelles doit être évoqué. Le modèle permet en revanche de mesurer l'effet de certains paramètres. Egalement, l'utilisation d'un modèle doit découler d'un certain cheminement, qui pose préalablement une hypothèse, et malheureusement, les modèles sont trop souvent "sortis du chapeau" sans aucune discussion préalable.

Rares sont les candidats qui cherchent à quantifier les phénomènes par des calculs simples qui s'appuient sur des lois physiques classiques. Les ordres de grandeur des vitesses, débits, quantité d'énergie, durées, concentrations ... sont rarement présentés.

Les échantillons et lames minces sont inégalement exploités : un exemple à suivre est celui des candidats qui font une présentation très complète des échantillons à différentes échelles et l'accompagnent de schémas et croquis explicatifs soignés.

L'utilisation des documents sur transparents doit être personnalisée c'est-à-dire s'accompagner d'une production personnelle interprétative.

Pour être efficace dans la présentation et l'exploitation de ces documents, il faut à la fois penser à décrire de façon précise et compréhensible le document en question, et en tirer rapidement les résultats principaux. Les candidats doivent absolument donner des indications essentielles (origine et techniques d'acquisition des données, axes du graphique, discussion sur les limites de fiabilité des valeurs, etc.) nécessaires à la compréhension du document. Il ne s'agit pas non plus pour le candidat de passer trop de temps à relire toutes les légendes et à essayer de retrouver ses conclusions. Certains documents sont construits à partir de plusieurs figures, observations ou résultats, sur un ou plusieurs transparents : il est alors attendu des candidats qu'ils mettent en relation ces différentes données ou figures pour parvenir à une conclusion. Ces documents doivent illustrer mais surtout mettre en avant certains aspects du sujet. Il faut donc faire ressortir clairement l'apport du document à la compréhension du sujet et non se limiter à une simple description en intégrant pleinement le document dans la construction de l'exposé.

Les candidats maîtrisent de mieux en mieux les différents moyens de communication : rétroprojecteur et vidéoprojecteur, cependant cela se fait souvent au détriment de l'utilisation du tableau. Rares sont les leçons où le tableau se construit progressivement et à la fin desquelles le candidat présente un schéma bilan répondant au sujet.

### Contenus des entretiens

Au cours du premier entretien, le jury revient sur certaines des points abordés au cours de la leçon pour obtenir des précisions et des explications. Des aspects non abordés pendant la leçon, mais dans la thématique de la leçon, peuvent aussi être discutés.

Dans la deuxième partie de l'entretien, sur d'autres thèmes du secteur C, les questions portent sur différents points du programme général. Les questions ont souvent porté sur des sujets scientifiques largement discutés et pourtant pas toujours maîtrisés ; comme par exemple sur les ressources énergétiques. Au cours de l'entretien, les candidats peuvent être également amenés à raisonner sur des observations ou résultats qui ne sont pas classiques et qu'ils n'ont pas forcément vus au cours de leur formation.

Le jury est dans ce cas sensible à la réactivité des candidats et à la réflexion menée par ceux-ci.

## **6.2 ÉPREUVES DE CONTRE OPTION**

## 6.2.1 La leçon de contre option

Cette épreuve porte sur les domaines autres que la spécialité du candidat. Ainsi un candidat d'option A ou B aura une leçon de contre option en Sciences de la Terre et de l'Univers, suivie d'une interrogation en Sciences de la Vie (respectivement en b ou a), alors qu'un candidat d'option C aura une contre option en Sciences de la Vie (secteur a ou b) suivi d'une interrogation dans l'autre secteur des Sciences de la Vie (b ou a).

### 6.2.1.1 Le déroulement de l'épreuve

#### **Conditions de préparation :**

Après avoir pris connaissance du sujet, le candidat dispose de 4h pour préparer sa leçon. Aucun document ne lui est imposé, contrairement à l'épreuve de spécialité. Après une réflexion de 15 minutes, l'accès à la bibliothèque est autorisé. Le candidat remplit une fiche lui permettant d'obtenir les ouvrages, les documents et les matériels dont il estime avoir besoin. Aucun matériel d'expérimentation n'est fourni dans les 30 dernières minutes de la préparation. Il en est de même pour les documents et autres supports dans les 15 dernières minutes.

Durant son temps de préparation, l'étudiant doit construire sa leçon, réaliser les transparents qui lui semblent indispensables et, éventuellement un ou plusieurs montages expérimentaux.

#### **Conditions de présentation et d'entretien :**

A l'issue des 4 heures de préparation, le candidat expose pendant 40 minutes devant une commission de 4 personnes.

Dès la fin de l'exposé, l'interrogation a lieu en trois temps :

- Un premier échange de 5 minutes, conduit par le concepteur du sujet, porte sur le contenu de la leçon.
- Une deuxième interrogation de 10 minutes, menée par un autre membre de la commission, mobilise des connaissances dans le même domaine scientifique. Le questionnement s'écarte du thème de la leçon et explore les connaissances dans des champs du même secteur scientifique.
- Enfin, le dernier questionnement de 10 minutes est conduit par un troisième interrogateur et explore les connaissances de la deuxième contre-option.

Lors de la première interrogation, le jury revient sur certains aspects de l'exposé ; cela peut concerner le déroulement d'une expérience, l'explicitation d'un cliché, l'exploitation d'un échantillon présenté, sur un aspect du sujet qui n'a pas été abordé par le candidat ou bien sur certaines erreurs pour déterminer s'il s'agissait d'un lapsus ou non. L'objectif de ce questionnement est de s'assurer que le candidat a acquis une bonne compréhension globale des différents aspects du sujet proposé.

La deuxième interrogation s'écarte de l'exposé et explore d'autres domaines du secteur. L'interrogateur s'efforce généralement de prendre appui sur un ou plusieurs points présentés dans la leçon pour élargir son questionnement. S'agissant d'une contre-option, le jury ne cherche pas à tester des connaissances de détail mais il veut s'assurer d'une bonne vision intégrée des connaissances du secteur exploré.

La troisième interrogation porte sur la deuxième contre option. Il y a donc changement de secteur. L'interrogateur peut prendre appui sur un document (électronographie, résultat d'expérience, photographie) pour amorcer le questionnement. Au cours de la discussion qui s'engage, le membre du jury qui interroge explore différents domaines de la deuxième contre option.

Le questionnement dans les deux contre-options est aussi l'occasion d'aborder les questions d'actualité. Cela permet au jury de s'assurer que le candidat est informé de grandes problématiques de société liées au secteur considéré.

L'oral de contre-option est donc une épreuve qui nécessite une concentration permanente, une bonne réactivité et de solides connaissances générales en lien avec les problématiques sociétales actuelles liées aux Sciences de la Vie et de la Terre, qualités appréciées chez un futur enseignant.

### 6.2.1.2 Constats et conseils

Le jury a assisté à quelques leçons dogmatiques, très théoriques et sans démarche démonstrative. Ce type d'exposé, qui ne constitue heureusement pas la majorité, doit être proscrit. Les connaissances actuelles en sciences de Vie, de la Terre et de l'Univers reposent sur des faits d'observation, des relevés de mesures, des expériences. Il est donc important que le futur enseignant intègre cette démarche dans la conception de ses leçons. Ainsi, des expériences, des montages ou des manipulations, mêmes simples, sont toujours très appréciés par le jury.

Par ailleurs, le jury invite les candidats à réfléchir au statut des modèles et de la modélisation dans leur raisonnement. Un modèle est une construction intellectuelle qui essaie de rendre compte d'une réalité complexe. Il convient donc de s'interroger sur sa place dans la démonstration, sur sa valeur prédictive ou explicative et sur son dimensionnement. Il est important de ne pas confondre les faits avec les modèles. Ces derniers peuvent apparaître sous forme d'un bilan de la leçon ou bien ils peuvent servir à poser des questions critiques lors de la démonstration.

Au-delà des connaissances pures, le jury attache aussi une grande importance à la perception du sujet par le candidat. Le libellé du titre, l'identification des mots clés, la recherche d'une problématique biologique ou géologique claire doivent conduire les candidats à proposer une progression qui donne du sens. Par exemple, dans le secteur A, un sujet qui traite du rôle du néphron chez l'Homme doit certes décrire les mécanismes cellulaires et moléculaires de la filtration ou de la réabsorption mais aussi s'intéresser à la place de ces phénomènes dans le fonctionnement global du système ou à la signification évolutive de ce fonctionnement dans le contexte de la vie aérienne...

D'autre part, le format de l'épreuve impose un rythme soutenu dans le questionnement qui suit l'exposé. Ainsi, le jury observe souvent une baisse de réactivité très nette au cours des entretiens. Il est donc impératif de garder de l'énergie pour ces derniers.

### 6.2.1.3 Quelques particularités propres à chaque secteur

#### **Secteur A**

##### **Problématiser pour trouver le sens biologique :**

Le titre des leçons proposées recouvre généralement une ou plusieurs problématiques que le candidat doit énoncer de façon claire. Il s'agit d'une étape importante et difficile car elle requiert, de la part du candidat, un minimum de connaissances sur le sujet proposé et le recul nécessaire pour les mettre en perspective. Cette problématisation va souvent de pair avec une bonne maîtrise, par le candidat du sens biologique des phénomènes concernés. Par exemple, une leçon sur la différenciation cellulaire nécessitera une mise en perspective de ce phénomène dans le cadre des processus de développement et de régénération tissulaire. C'est aussi sur la base de cette problématique claire que le candidat pourra bâtir la progression de sa leçon.

##### **S'appuyer sur le réel pour construire une démarche explicative pouvant aboutir à des modèles :**

Trop souvent, les candidats fondent leur progression sur un modèle théorique préexistant et présenté d'emblée en début de leçon. Les observations sont ensuite utilisées pour être plaquées sur le modèle et le justifier a posteriori. Cette démarche est à l'opposé d'une démarche scientifique qui, sur la base d'un certain nombre d'observations, d'arguments, d'expériences, d'investigations, aboutit à la construction progressive d'une théorie plus tard enrichie ou modifiée par de futurs apports. L'observation du réel, l'expérimentation jouent, dans cette perspective, un rôle prépondérant. Pour les candidats, elles devraient être un passage quasiment obligatoire pour amorcer puis accompagner la démarche explicative. Par exemple, dans le cadre d'une leçon sur la circulation sanguine, proposer une manipulation puis une dissection du cœur.

##### **Ne pas se cantonner à l'échelle cellulaire ou moléculaire :**

Le secteur A couvre les champs de la : « biologie et physiologie cellulaires, biologie moléculaire ; leur intégration au niveau des organismes ». Trop de candidats oublient la deuxième partie de cet intitulé en passant sous silence l'intégration des mécanismes moléculaires et cellulaires à l'échelle des organismes : ils se précipitent ainsi sur la description des mécanismes moléculaires en laissant de côté la signification biologique de ces mécanismes et phénomènes dans le cadre des cellules, des tissus et des organismes. Le jury est certes sensible au fait que le candidat maîtrise les aspects

moléculaires mais l'intégration biologique nécessite que ces aspects puissent être mis en perspective dans le cadre d'un balayage de toutes les échelles de la molécule à l'organisme.

### **Hierarchiser et maîtriser les connaissances :**

L'ensemble des conseils précédents ne peut être suivi efficacement qu'à la condition que les candidats aient une maîtrise suffisante des connaissances dans le secteur A et qu'ils sachent, surtout hiérarchiser ces connaissances. Inutile par exemple de maîtriser tous les aspects de la transduction via les récepteurs liés aux protéines G si, par ailleurs, la notion d'hormone ne peut pas être définie de façon simple.

### **Secteur B**

Malgré une hétérogénéité réelle, de nombreux candidats présentent des leçons de bon niveau scientifique, bien illustrées et basées sur une démarche démonstrative. Cependant une constante persiste : la rareté d'utilisation de matériel frais ou de petits montages utilisant du matériel frais. Quand des dissections sont réalisées, elles sont assez souvent présentées à sec et ne sont absolument pas démonstratives. Le jury insiste sur la nécessité de baser ses constats quand cela est possible sur des expériences et manipulations simples utilisant du matériel frais ! De futurs professeurs de biologie ne sauraient se contenter de montrer des schémas de livres ou de simplement illustrer leurs cours de photographies.

Certains candidats témoignent d'une bonne réactivité au cours des entretiens dans la contre-option b. Leur culture naturaliste est correcte, les bases de la physiologie des organismes et les adaptations aux milieux de vie sont maîtrisées et pour certains les concepts en écologie et évolution sont connus et relativement compris. Mais ce n'est pas le cas général, loin s'en faut, et il y a donc lieu de renforcer les acquis des futurs candidats en biologie des organismes et des populations pour réussir correctement cette première partie de l'épreuve de contre-option.

Notamment, les apports de Darwin, la construction de la théorie de l'Évolution ainsi que les bases du fonctionnement des écosystèmes sont en général peu maîtrisés et il est donc important de développer le fond scientifique des candidats dans ces domaines de connaissance.

### **Secteur C**

La liste des sujets posés permet de couvrir le programme de façon homogène. Cette épreuve ne demande que des connaissances classiques et assez générales, permettant de voir si le candidat est capable de soutenir un discours géologique de niveau lycée.

Certains candidats ont parfaitement maîtrisé cette épreuve.

Il faut cependant bien lire le titre du sujet : "la sédimentation océanique" n'est pas le même sujet que "les sédiments océaniques". Dans le premier cas, on ne s'intéresse qu'aux processus sédimentaires et non à l'évolution des sédiments.

Quelques candidats ont des soucis avec l'orthographe, y compris sur les mots très proches de leur sujets qu'ils ont forcément lus au cours de leur préparation bibliographique. La situation est caricaturale lorsqu'un candidat décrit une roche au futur ! : "cette roche va subir un métamorphisme" en parlant d'une écolite.

L'utilisation du vidéoprojecteur et du rétroprojecteur est en revanche correctement intégrée par la plupart des candidats. Les candidats ont la possibilité de projeter des documents à l'écran, ou d'obtenir des transparents d'images issues des livres consultés. Le jury n'estime donc pas très utile de recopier des images à la main (comme la carte de répartition des sédiments océaniques!)

Comme dans toute discipline naturaliste, le jury est sensible à une démarche fondée sur l'observation et l'analyse d'objets réels en priorité. Une introduction posant un problème de sciences de la Terre en montrant un « objet » (une photo de volcan, une carte du monde, un film etc.) est souvent une bonne démarche. Trop de présentations commencent par des platitudes (la Terre bleue) et ne posent pas vraiment une problématique qui est alors introduite par un « on peut donc se demander » totalement péremptoire. L'utilisation d'observations d'objets réels ou de phénomènes actifs est un excellent moyen d'introduire de nombreux sujets et fait une très bonne accroche. Nous avons noté cette année un effort réel dans la présentation d'échantillons, de cartes ou de photographies présentées en accompagnement. Cependant les documents sont souvent mal maîtrisés (en particulier les échantillons pétrologiques). Si la démarche de multiplier les supports est louable, ceux-ci doivent être

choisis judicieusement pour illustrer la leçon et être clairement et précisément exploités pour en tirer les données ou informations nécessaires à l'illustration du propos. De ce point de vue, l'exploitation des échantillons est souvent trop sommaire, limitée au nom de l'échantillon que l'on a demandé sans expliquer les critères qui on permis de le reconnaître. Trop peu de candidats s'appuient sur la carte géologique de France au millionième, pourtant utilisable avec la majorité des leçons posées. Les échantillons classiques et leur minéralogie sont pourtant largement utilisés dans les programmes d'enseignement secondaire. Le microscope polarisant installé dans chaque salle n'est utilisé qu'exceptionnellement.

Souvent les candidats présentent des modèles analogiques, mais leur utilisation est très fréquemment maladroite. En effet, il ne faut pas confondre modèle et réalité : un modèle ne démontre pas qu'un phénomène naturelle de grande échelle existe dans la nature), et le problème du transfert entre les deux échelles doit être évoqué. Le modèle permet en revanche de mesurer l'effet de certains paramètres. Egalement, l'utilisation d'un modèle doit découler d'un certain cheminement, qui pose préalablement une hypothèse, et malheureusement, les modèles sont souvent "sortis du chapeau" sans aucune discussion préalable.

L'utilisation du tableau est trop souvent limité à la présentation d'un schéma bilan ou tableau. Trop peu de candidat l'ont utilisé pour réaliser des coupes ou schéma structuraux construits progressivement au cours de la leçon. Il est inconcevable qu'à la fin d'une leçon sur le Jura, il ne reste pas une coupe de la chaîne à la fin.

Un certain nombre de points du programme sont souvent imparfaitement traités. Les questions sur le principe de l'utilisation de la méthode isochrone pour la datation de roches donnent de très mauvais résultats dans plus de 70% des cas. La définition même d'isotope est rarement satisfaisante.

Les entretiens révèlent souvent des lacunes des candidats sur des notions de base : reconnaissance des structures tectoniques sur les cartes, formules chimiques et structures des minéraux essentiels...

Un minimum de connaissances de la géographie est également requise (le golfe de Gascogne n'est pas dans l'Océan Indien). De même, quelques structures et régions géologiques « classiques » doivent être connues des candidats (faille de San Andreas, plateau d'Ontong Java....) et replacées géographiquement. Certain exemples de géologie régionale doivent être connus sous forme de schéma structural, logs stratigraphiques ou coupes (Jura, Alpes...).

En fin de leçon, il est judicieux de laisser au tableau un schéma bilan, construit si possible au fur et à mesure de l'exposé. Il faut cependant éviter les synthèses qui n'illustrent rien. Le tableau devrait faire ressortir les principales observations et paramètres de contrôle d'un phénomène géologique.

La conclusion devrait servir non pas à lister à nouveau les parties du sujet, mais à prendre du recul sur ce qui a été fait, sur les débats scientifiques en cours et proposer un prolongement en guise d'ouverture.

## 6.2.2 Sujets de contre option

### 6.2.2.1 Sujets de contre option de sciences de la vie pour les candidats de spécialité C

Devenir homme ou femme
Equilibre hydro-électrolytique chez les métazoaires
Equilibre hydro-électrolytique chez les métazoaires
L'écosystème forestier
L'évolution: faits et théories
la biodiversité
la biodiversité
La communication animale
La croissance chez les angiospermes
La fibre musculaire striée squelettique
La floraison
La floraison
La régulation de la glycémie

La reproduction chez les embryophytes
La reproduction chez les embryophytes
La sélection naturelle
La sélection naturelle
La vaccination: bases immunologiques et application en santé humaine
La vie dans la zone intertidale
La vie sociale chez les hyménoptères
Le flux hydrique chez les Angiospermes
Le flux hydrique chez les Angiospermes
Le potentiel d'action sodique
Les animaux et le froid
Les anticorps
Les cellules cardiaques et leur fonctionnement
Les enzymes
Les êtres vivants et la gravité terrestre
Les macromolécules
Les matrices extra-cellulaires
Les neurones
Les relations interspécifiques
Les relations interspécifiques
Les réserves chez les angiospermes
Les réserves chez les angiospermes
Les rôles biologiques des lipides
Les surfaces d'échanges chez les végétaux terrestres
Oviparité et viviparité chez les vertébrés
Rapprochement des gamètes et mécanismes cellulaires et moléculaires de la fécondation
Respiration et milieu de vie

### 6.2.2.2 Sujets de contre option de sciences de la Terre et de l'univers pour les candidats de spécialité A et B

La Terre au Précambrien
Accumulation sédimentaire et géodynamique
Apport des données paléontologiques à l'étude de l'Evolution
Cadres géodynamiques et évolution des bassins sédimentaires
Chronologie absolue : principes et applications
Chronologie relative : principes et applications
Cinématique des plaques lithosphériques
Circulations atmosphérique et océanique
Circulations atmosphérique et océanique
Comportement rhéologique des matériaux géologiques et structures associées
Convection et dynamique du globe
Crise Crétacé-Paléocène : faits géologiques et discussions
Croûte océanique et croûte continentale
Croûte océanique et croûte continentale
Du plancton à la roche
Dynamismes éruptifs et risques associés
Dynamismes éruptifs et risques associés
Énergie solaire et bilan énergétique de la Terre
Érosion et altération des continents
Exploitation et protection des ressources en eau
Formation et évolution d'une chaîne de collision

Genèse et évolution de la croûte océanique
Genèse et évolution des magmas
Géοïde et reliefs de la Terre
Géοïde et reliefs de la Terre
Géologie de l'Europe à partir de supports cartographiques au choix du candidat
Géologie de l'océan Atlantique
Géologie de l'océan indien
Influence de la lithologie et du climat sur le modelé des paysages
L'émergence de la vie
L'oxygénation de la Terre
L'oxygénation de la Terre
L'apparition de la vie
L'effet de serre
L'énergie solaire reçue par la Terre : devenir et effets
La biostratigraphie
La collision continentale à partir de l'exemple de l'Himalaya
La conquête du milieu continental dans l'histoire de la Terre
la construction de l'échelle chronostratigraphique
La convection interne
La datation des phénomènes géologiques
La datation des roches magmatiques: méthodes et limites
La datation des roches sédimentaires: méthodes et limites
La déformation cassante
La déformation cassante
la déformation ductile
la déformation ductile
La diagenèse
La différenciation de la Terre
La distribution d'énergie solaire à la surface de la Terre et ses conséquences
La formation des roches par les êtres vivants
La fusion partielle de la croûte continentale
La genèse des magmas dans leur contexte géodynamique
La genèse des magmas dans leur contexte géodynamique
La lithosphère océanique
La lithosphère océanique
La mesure du temps en géologie
La mesure du temps en géologie
La Pangée
La reconstitution d'un paléoenvironnement au choix du candidat
La reconstitution des paléoenvironnements continentaux
La reconstitution des paléoenvironnements continentaux
La rythmicité dans les processus sédimentaires
La sédimentation en domaine océanique
La sédimentation en domaine océanique
La sédimentation sur les marges passives
La subduction océanique
La Terre comparée aux autres planètes telluriques
La Terre comparée aux autres planètes telluriques
Le champ magnétique terrestre : origine et évolution
Le cycle de l'eau
Le cycle du Carbone et ses variations au cours des temps géologiques
Le cycle du Carbone et ses variations au cours des temps géologiques
Le cycle externe de l'eau

Le magmatisme d'origine mantellique
Le magmatisme lié à la formation et à l'évolution des chaînes de montagnes
Le manteau terrestre
Le métamorphisme : marqueur géodynamique
Le noyau terrestre
Le paléomagnétisme : marqueur de la géodynamique océanique et continentale
Le volcanisme dans le système solaire
Le volcanisme outre-mer et sa signification géodynamique
Les bassins houillers en France
Les bassins sédimentaires observés sur la carte de France au millionième dans leur cadre géodynamique
Les bioconstructions carbonatées
Les chemins Pression, Température, Temps des roches métamorphiques
Les chemins Pression, Température, Temps des roches métamorphiques
Les courants océaniques
Les courants océaniques
Les différents types de métamorphisme et leur signification géodynamique à partir de la carte de France au millionième
Les dorsales océaniques
Les échanges océan – atmosphère
Les enregistrements des paléoclimats
Les évaporites
Les gisements métallifères dans leur contexte géodynamique
Les gisements métallifères dans leur contexte géodynamique
Les glaciations
Les grandes accumulations sédimentaires détritiques
Les grandes lignes de l'histoire géologique du Jura à partir de cartes géologiques au choix du candidat
Les grandes lignes de l'histoire géologique des Alpes à partir de cartes géologiques au choix du candidat
Les grandes lignes de l'histoire géologique du Massif Armoricaïn à partir de cartes géologiques au choix du candidat
Les grands cycles orogéniques à partir de la carte de France au millionième
Les grands ensembles lithologiques et structuraux de l'Europe
Les marges continentales de la France métropolitaine
Les marqueurs de la collision continentale
Les marqueurs géologiques et géochimiques des glaciations
Les métamorphismes liés au cycle alpin en France
Les métamorphismes liés au cycle alpin en France
Les météorites
Les météorites
Les modifications anthropiques des enveloppes externes
Les modifications anthropiques des enveloppes externes
Les nappes d'eau souterraines : ressources en eau, sources d'énergie
Les ophiolites
Les planètes du système solaire
Les ressources énergétiques du sous-sol
Les ressources énergétiques fossiles
Les transferts de chaleur à l'intérieur de la Terre
Les variations climatiques à différentes échelles de temps
Les variations du niveau marin
Les variations du niveau marin
Mobilité horizontale et verticale de la lithosphère océanique
Origine et évolution des Hominidés
Origine et genèse des granites

Origine et genèse des granites
Origine et genèse des séquences de dépôts sédimentaires
Origine et histoire de la matière organique des roches
Récif et sédimentation pérorécifale
Relief et géodynamique externe
Relief et géodynamique interne
Relief et géodynamique interne
Rifting et ouverture océanique
Risque et aléa sismique
Risques et aléas liés à la géodynamique interne
Sismologie et structure du globe
Sismologie et structure du globe
Transferts de matières du continent à l'océan
Un cycle biogéochimique au choix
Utilisation des roches dans la construction
Utilisation des roches dans la construction
Utilisation paléocéologique des fossiles

### 6.2.3. Épreuve portant sur la compétence « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable »

- Durée de la présentation : 10 minutes maximum
- Durée de la discussion avec le jury : 10 minutes maximum

Pour cette seconde partie de l'épreuve de contre-option, le candidat est invité à argumenter pendant dix minutes à partir d'une question accompagnant un document d'appel, remis au début de l'épreuve. Il a construit pendant 20 minutes au maximum (durée conseillée) des éléments de discussion durant le temps de préparation. A la suite de la présentation, les membres du jury s'entretiennent dix minutes avec le candidat.

La question et le document portent sur des registres variés : épistémologie, histoire des sciences, place de la science dans la société à partir de thèmes socialement vifs (alimentation, santé, dopage, génétique, évolution, environnement et développement durable, risques naturels, gestion des ressources, enjeux de l'exploration minière, pétrolière, ou spatiale, expertise scientifique et prise de décision).

Les échanges avec le candidat s'intéressent aux connaissances, aux capacités et aux attitudes attendues dans l'exercice du métier de professeur et définies par le Bulletin officiel n° 29 du 22 juillet 2010 (plus particulièrement mais pas exclusivement les points 1 et 3).

Le jury propose ici une explicitation de ce texte officiel dans le contexte précis du concours de l'agrégation externe de SV-STU.

#### 6.2.3.1 Modalités de l'épreuve

Le candidat reçoit, en même temps que le sujet de la leçon de contre-option, une enveloppe contenant une question qui l'incitera à envisager un thème socialement vif, sous l'angle de l'exercice responsable du métier de professeur de sciences de la vie et de la Terre.

A la fin de l'interrogation sur la leçon de contre-option, un temps de transition est aménagé pour aider le candidat à changer de posture pour cette épreuve : il est invité à quitter l'estrade et à s'asseoir en face du jury. Il prend la parole lorsqu'il s'estime prêt, pendant dix minutes au plus.

Une discussion s'engage ensuite avec le jury, durant dix minutes au maximum. Le jury apprécie alors

la capacité du candidat à prendre un certain recul critique par rapport aux connaissances scientifiques, en évoquant par exemple, leurs caractéristiques, leur mode de construction, leurs relations avec des problématiques éthiques, leur lien avec l'exercice de la responsabilité individuelle et collective du citoyen (en matière de santé et environnement notamment), ainsi que certaines ouvertures interdisciplinaires (importance de la pensée statistique, relation avec les progrès techniques, rapport de l'homme à la nature et aux croyances, prise en compte des enjeux économiques, sociaux, politiques, médiatiques, culturels,...).

### 6.2.3.2. Commentaires du jury et orientations pour la session 2013

Le jury a valorisé les candidats capables par exemple :

- d'identifier l'ancrage social et éventuellement historique du thème proposé, d'en appréhender la complexité et d'évoquer des argumentaires parfois contradictoires portés par différents acteurs sociaux liés à des intérêts, des valeurs et des idéologies divergents ;
- de proposer une vision non dogmatique et dynamique du fonctionnement des sciences, prenant en compte quelques aspects épistémologiques : comme les relations entre modèles, faits, théories et observations. Une réflexion sur la place dans la démarche du chercheur de l'inventivité, du hasard et de l'erreur ;
- de présenter des éléments et faits mettant en lumière les relations entre la construction du savoir scientifique et l'environnement socio-économique ;
- d'identifier comment ces différentes facettes peuvent être prises en charge dans l'enseignement scientifique, notamment dans le cadre des « éducations à » et en quoi elles contribuent à la construction d'une image des sciences;
- d'identifier les enjeux et les différents objectifs de l'éducation scientifique citoyenne (en termes de savoir, savoir faire, savoir être) ;
- de caractériser le rôle et la place de l'enseignant de sciences dans le cadre plus général des missions de l'Ecole ;
- de prendre un recul critique et argumenté face aux différentes formes de médias traitant un contenu scientifique.

Le jury a constaté les difficultés suivantes lors de la discussion avec les candidats :

- une difficulté à mettre en perspective la problématique dans différents contextes (de recherche, de société et d'enseignement par exemple) ;
- un discours parfois trop formaté, dogmatique ou simpliste, concernant le fonctionnement et la place des sciences dans la société ;
- un refus systématique de prendre position pas toujours pertinent et surtout argumenté de façon peu convaincante ;
- un recours systématique au débat n'est pas toujours pertinent ;
- une représentation des sciences qui n'appréhende pas le raisonnement scientifique comme une articulation de modèles, d'observations et d'expérimentations ;
- une insuffisance de réflexion sur la place des sciences dans la société, notamment autour des questions d'expertise, de gestion des risques et des ressources, de développement durable ;
- des représentations caricaturales et simplistes des enjeux des « éducations à » des activités à mener, des objectifs à atteindre en tant que futur enseignant de sciences.

### 6.2.3.3 Quelques éléments de précisions sur les thèmes et les questions associées, durant la session 2013

Quelques grands thèmes proposés

- Inventivité, créativité, hasard, erreur dans la démarche scientifique
- Modèles et observations dans la démarche scientifique

- Gestion des risques, des ressources et prise de décision
- Éducation aux choix responsables et éthiques et enseignement scientifique
- Caractère scientifique ou non scientifique des connaissances
- Médiatisation d'une question scientifique et positionnements éducatifs

Un point doit être souligné : la question posée au candidat a pour but d'amorcer une discussion ; elle ne vise en rien à rechercher des réponses toutes faites et ne limite nullement la discussion qui suivra avec les membres du jury. Il s'agira toujours d'une question très ouverte du type :

«Indiquez comment vous pourriez attirer l'attention des élèves sur les problèmes éthiques liés à cette question socialement vive»

Ou

« Proposez une piste de réflexion qui pourrait être engagée avec les élèves sur la place des données scientifiques sur le thème abordé, dans le cadre d'une éducation aux choix responsables»

La question pourra être un peu plus précise si le thème s'y prête. Par exemple :

« Quelle(s) attitude(s) particulière(s) de votre part au moment d'aborder en classe les débats médiatisés sur la question climatique ?»

Ou

« L'enseignement de l'évolution se heurte parfois à des résistances sociales. Quelle(s) attitudes adopteriez-vous en tant que professeur de sciences ?».

#### 6.2.3.4. Quelques réflexions générales autour de l'esprit de l'épreuve

##### **Qu'entend-on par « exercice responsable du métier de professeur de sciences de la vie et de la Terre » ?**

Chacun s'accorde sur deux points : il est incontestablement indispensable d'avoir un haut niveau de maîtrise disciplinaire pour enseigner les sciences de la vie et de la Terre, mais ce haut niveau ne suffit pas. En particulier, au-delà de la stricte connaissance approfondie du champ scientifique, il convient d'être conscient que l'acte d'enseigner se déroule dans un contexte (social et institutionnel) et que l'on ne peut pas se désintéresser totalement des implications de cet enseignement au-delà du champ scientifique strict.

Pour bien comprendre ce que l'on attend, il convient cependant aussi de prendre conscience que l'agrégation de SV-STU reste – évidemment – une agrégation scientifique et que l'on n'attend pas d'un agrégatif qu'il soit également expert en philosophie, sociologie, psychologie, etc. Tout au plus lui est-il demandé de montrer qu'il a l'esprit ouvert sur au moins une partie de ces questions. Le balayage large conduit au cours de la discussion a pour objectif de permettre au candidat de montrer un exemple de ces qualités dans le champ de réflexion qui l'intéresse le plus.

Il faut insister : cette discussion n'est pas un oral de langue de bois.

##### **Qu'attend-on du candidat lors des 10 minutes maximum à sa disposition pour exposer son analyse ?**

Le candidat sera libre de s'organiser comme il veut pour montrer, comme il est dit plus haut, qu'il est capable d'élaborer une analyse réflexive et critique sur ses connaissances. Il n'y a aucun exercice imposé, ni aucune consigne formelle particulière.

Un point doit être souligné : l'exposé du candidat dure 10 minutes au maximum.

##### **Quel temps le candidat doit-il passer à préparer cet aspect de l'interrogation pendant les quatre heures de préparation ?**

Clairement : le moins possible. C'est d'ailleurs pourquoi le jury s'interdit de fournir un document complémentaire long et complexe dont l'étude serait en elle-même chronophage. Dans le même esprit, il est fortement déconseillé de recourir à des ouvrages de la bibliothèque. Cela paraît inutile au vu de l'exercice demandé.

Insistons : l'agrégation de SV-STU recrute des professeurs de sciences. Elle cherche donc à observer un futur professeur mimant autant que possible l'acte d'enseigner. Il est question ici de prendre en compte l'appréciation du contexte de l'acte d'enseigner..

### **Qui interroge les candidats sur ces aspects ?**

Le jury. Le jury tout entier. Il n'y a aucun membre du jury spécialisé dans cette interrogation. De même que la totalité des membres du jury sont impliqués dans la partie strictement scientifique de la leçon de contre-option.

Les questions portant sur le recul critique vis-à-vis des savoirs scientifiques sont posées par des scientifiques et non par des spécialistes de l'éthique, des institutions, ou de l'épistémologie. Au cours de la discussion, un ou plusieurs membres du jury participent à la discussion, sans exclusion ni organisation systématisée à l'avance.

### **L'interrogation est-elle si ouverte qu'il est totalement inutile de s'y préparer ?**

Non. Une préparation est possible et nécessaire. Trois pistes peuvent être proposées.

#### ***Les conférences***

De sa propre initiative, ou à celle de ses enseignants, le candidat pourrait suivre telle ou telle conférence (il n'en manque pas) proposant une analyse réflexive sur les sciences et leur rôle en société.

Insistons : il ne s'agit pas d'écouter tel ou tel « gourou » qui dirait ce que doit être une bonne vision sociétale des sciences, mais bien d'écouter un point de vue, une analyse argumentée et de la prendre comme une incitation à la réflexion.

#### ***Quelques lectures***

C'est naturellement une gageure de proposer une bibliographie sur ces questions. Sauf à être si longue qu'aucun agrégatif ne saurait rien en faire, elle ne peut être que partielle, et donc potentiellement partielle.

Les cinq ouvrages suivants étaient proposés à la réflexion des candidats de la session 2011 :

- Pestre D. 2006. Introduction à l'histoire des sciences. Paris : La Découverte. 122p.
- Bensaude-Vincent B. 2003. La science contre l'opinion. Les Empêcheurs de Penser en rond. 240p.
- Russ J., Legui C. 2008. La pensée éthique contemporaine. Paris : PUF. 127p
- Lecourt D. 2003. Humain, post-humain. Paris : PUF. 192p.

Insistons : ces ouvrages ne sont en rien ceux qu'il faut lire. Ce qui est suggéré, c'est que le candidat, au cours de sa préparation, lise deux ou trois livres de ce genre, ceux-là ou d'autres. Ces titres n'ont pour but que de donner des idées à ceux qui en manqueraient... Il ne s'agit en rien d'une bibliographie qui contiendrait les savoirs à acquérir. A aucun moment l'interrogation du candidat ne cherchera à vérifier s'il sait ou non ce qui se trouve dans un de ces livres. En revanche, dans la discussion, la question pourrait bien venir de lui demander s'il a lu quelque chose, ce qu'il en a tiré, ce qui l'a intéressé, ce qui lui a déplu.

#### ***Quelques regards autour de soi***

Le jury le sait bien, pendant l'année de l'agrégation, il est fréquent de ne faire un peu « que ça ». Ce qui est proposé, c'est de s'ouvrir à ce qui se passe dans le monde, de s'intéresser aux débats médiatisés qui traversent la société sur des questions scientifiques socialement vives. Ainsi, préparer l'agrégation l'année de la biodiversité ou en même temps que le parlement vote une révision des lois de bioéthique peut inspirer la réflexion.

La rubrique Le grand débat dans le magazine La Recherche ou la rubrique sciences d'un certain nombre de quotidien peuvent être des bases de réflexion.

Insistons : le candidat ne sera nullement interrogé sur sa connaissance précise de tel ou tel débat. De même, à propos de l'actualité, le candidat ne devra nullement chercher à exprimer tel ou tel point de vue qu'il supposerait attendu ou partagé par le jury. L'oral de l'agrégation s'intéresse au potentiel de réflexion des candidats, pas à leurs opinions.