



# RAPPORT

## CONCOURS G2E

Ouvert aux élèves issus des Classes Préparatoires BCPST

# SESSION 2024

2 Rue du Doyen Marcel Roubault – BP 10162  
54505 VANDOEUVRE-lès-NANCY CEDEX  
Tél. : 03 72 74 46 11  
[g2e-concours@univ-lorraine.fr](mailto:g2e-concours@univ-lorraine.fr)  
[concoursg2e.univ-lorraine.fr](http://concoursg2e.univ-lorraine.fr)

## Table des matières

1. FONCTIONNEMENT DU CONCOURS G2E .....	3
2. REMARQUES GÉNÉRALES CONCERNANT LE RECRUTEMENT 2024 et LE FUTUR RECRUTEMENT 2025.....	3
2.1. Les données du recrutement 2024 .....	4
2.1.1. Places offertes et intégrations dans les écoles.....	4
2.1.2. Effectif aux différents stades du recrutement G2E.....	6
2.2. Résultats .....	6
2.3. Calendrier du Concours G2E 2025.....	9
3. REMERCIEMENTS .....	9

## COMMENTAIRES SUR LES DIFFÉRENTES ÉPREUVES

Épreuve écrite de Mathématiques .....	10
Épreuve écrite de Physique .....	14
Épreuve écrite de Chimie .....	16
Épreuve écrite de Biologie .....	20
Épreuve écrite de Géologie .....	26
Épreuve de Composition Française .....	44
Épreuve orale de Mathématiques .....	48
Épreuve orale de Physique .....	55
Épreuve orale de Chimie .....	57
Épreuve orale d'Informatique .....	60
Épreuve orale de Géologie .....	63
Épreuve orale de TIPE .....	67
Épreuve orale d'Anglais .....	74
Épreuve orale d'Espagnol .....	82
Épreuve orale d'Allemand .....	84

# CONCOURS GÉOLOGIE, EAU et ENVIRONNEMENT

## 1. FONCTIONNEMENT DU CONCOURS G2E

G2E offre 234 places dans des Écoles d'Ingénieurs recrutant des élèves des classes préparatoires BCPST.

Le concours G2E permet le recrutement pour l'EIL, l'ENGEES, l'ENM, l'ENSEGID Bordeaux, l'ENSG, l'ENSG Géomatique, l'ENSIL, l'ENSI Poitiers, l'ENTPE, l'EOST, l'ESGT et Écoles des Mines (Albi, Alès et Nord Europe).

## 2. REMARQUES GÉNÉRALES CONCERNANT LE RECRUTEMENT 2024 et LE FUTUR RECRUTEMENT 2025

Les candidats sont généralement bien préparés au concours et nous en remercions leurs professeurs. Nous conseillons à tous les candidats à une admission dans les Écoles d'Ingénieurs de G2E de lire attentivement les rapports détaillés rédigés par les correcteurs et examinateurs. Les épreuves écrites et orales peuvent porter sur les deux années de Classes Préparatoires, sans avoir oublié les concepts de base acquis au Lycée. Les connaissances scientifiques élémentaires utiles à la formation d'Ingénieur sont toujours testées et il est très apprécié qu'elles soient acquises. On exige qu'un futur ingénieur ait le sens du concret, soit précis et rigoureux, sache rédiger, se présenter, communiquer et gérer son temps.

Les épreuves écrites et orales se sont déroulées normalement et grâce à la compétence des responsables des centres d'écrit et à l'organisation du concours.

Comme les années précédentes, les corrections des épreuves écrites étaient dématérialisées. Afin d'assurer un bon déroulement de ces corrections, il est impératif que les candidats respectent les consignes qui leur sont communiquées quant à la présentation des copies, dans la notice d'inscription et rappelées en début d'épreuves dans les centres de concours.

Les remarques des correcteurs ont été très positives.

Les candidats avaient le choix entre la chimie et l'informatique à l'oral, choix qu'ils devaient impérativement faire lors de leur inscription au concours G2E.

	CHIMIE	INFORMATIQUE
Choix lors des inscriptions (sur 1201 inscrits)	884	317
Candidats ayant terminé les épreuves orales	387	181

L'épreuve d'Informatique se déroule en 2 parties sur une durée totale de 20 minutes, précédée d'une période de 20 minutes de préparation.

- Pendant la première partie de 10 minutes le candidat présente la résolution d'un exercice tiré au sort et préparé pendant les 20 minutes préalables.
- Pendant la seconde partie, le candidat travaille sur un second exercice proposé par l'examineur.

Le langage Python est imposé aux candidats.

Une harmonisation est faite entre la chimie et l'informatique pour ne pas défavoriser les candidats d'une matière par rapport à l'autre.

L'anglais est obligatoire en LV1. Le choix de la LV2 entre l'Allemand et l'Espagnol est laissé aux candidats. Le tableau ci-dessous indique les chiffres 2024 et entre parenthèses les chiffres 2023.

Choix lors des inscriptions (2023)	Allemand	Espagnol	Aucune	Total
LV2	50 (69)	136 (163)	1015 (1156)	1201 (1388)
Candidats admissibles ayant choisi une LV2	Allemand	Espagnol	Aucune	Total
LV2	44 (50)	94 (97)	836 (853)	974 (1000)

## 2.1. Les données du recrutement 2024

### 2.1.1. Places offertes et intégrations dans les écoles

**Nombre de places offertes** **234**

**Nombre d'intégrés** **211**

G2E	Année	Nombre de places offertes	Nombre d'intégrés	Rang du premier intégré	Rang du dernier intégré
EIL Côte d'Opale	2021	5	0		
	2022	5	0		
	2023	5	1	434	434
	2024	4	0		
ENGEES Fonctionnaire	2020	6	6	255	714
	2021	6	6	141	406
	2022	6	6	194	378
	2023	8	8	36	278
	2024	8	8	8	403
ENGEES Civil	2020	18	20	128	829
	2021	20	23	65	532
	2022	20	21	190	505
	2023	20	21	112	447
	2024	20	23	34	519
ENGEES Apprenti	2020	5	2	165	1061
	2021	5	2	521	582
	2022	5	7	264	621
	2023	5	5	448	598
	2024	5	3	432	559
ENM Fonct.	2022	2	2	5	39
	2023	3	3	84	271
	2024	3	3	116	125
ENSEGID	2020	18	14	356	835
	2021	18	18	102	542
	2022	20	20	98	583
	2023	22	21	101	583
	2024	18	18	129	565
ENSG	2020	64	61	38	808
	2021	64	62	17	349
	2022	64	63	27	532
	2023	64	63	4	500
	2024	64	66	3	389
ENSGéomatique civil	2020	6	7	931	1099
	2021	8	2	573	616
	2022	4	3	445	558
	2023	5	2	247	265
	2024	5	1	73	73
ENSGéomatique fonct.	2020	3	4	742	1064
	2021	5	2	206	468
	2022	6	3	549	623
	2023	2	2	324	410
	2024	5	0		
ENSIL-ENSCI (Génie de l'eau et environnement)	2020	6	4	867	969
	2021	6	3	579	586
	2022	6	3	236	608
	2023	6	2	395	529
	2024	9	1	561	561
ENSIP (Eau et Génie Civil)	2020	15	5	490	1000
	2021	15	9	432	613
	2022	15	4	611	636
	2023	15	2	375	520
ENSIP (Génie de l'Eau - Génie Civil)	2024	10	2	563	568
ENSIP (Energétique et Environnement)	2024	5	4	363	504
ENTPE Fonctionnaire	2020	15	15	50	428
	2021	15	21	13	216
	2022	26	27	27	323
	2023	33	11	127	156
	2024	26	28	80	553
ENTPE Civil	2020	25	24	175	1067
	2021	25	25	143	532
	2022	24	28	57	533
	2023	24	15	142	565
	2024	21	24	25	556
EOST	2020	9	10	301	929
	2021	9	16	273	606
	2022	13	11	51	637
	2023	13	11	37	500
	2024	13	14	7	567
ESGT	2020	10	2	1004	1028
	2021	10	3	536	620
	2022	10	0		
	2023	10	1	558	558
	2024	5	0		
IMT Mines Albi	2020	5	3	537	582
	2021	5	6	177	341
	2022	5	6	74	238
	2023	5	4	122	151
	2024	5	7	69	162
IMT Mines Alès	2020	3	3	220	428
	2021	4	5	63	329
	2022	4	5	80	168
	2023	4	4	72	117
	2024	5	5	29	108
IMT Nord Europe	2020	3	5	48	496
	2021	3	5	42	444
	2022	3	4	171	317
	2023	3	4	137	181
	2024	3	4	15	169

2020 Epreuves orales annulées - Covid 19

## 2.1.2. Effectif aux différents stades du recrutement G2E

	Inscrits	Candidats ayant terminé l'écrit	Candidats admis à l'oral	Candidats inscrits à l'oral	Candidats ayant terminé l'oral	Candidats classés à l'ENGEES	Candidats classés à l'ENSG	Candidats classés à l'ENTPE Fonct.	Candidats classés à l'ENTPE Civil	Candidats classés à l'ENSIP	Candidats classés à l'ENSIL	Candidats classés à l'EOST	Candidats classés à l'ENSEGID	Candidats classés à ENSG Géomatique	Candidats classés aux Ecoles des Mines**	Candidats classés à l'ESGT	Candidats classés à l'EIL	Candidats classés à l'ENM
2020	1626	1507	1209	ANNULATION DES ORAUX (covid)														
2021	1702	1640	1164	653	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620
2022	1645	1594	1172	674	645	645	645	418	645	645	645	645	645	645	645	645	645	645
2023	1388	1347	1000	627	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
2024	1201	1160	974	632	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568

\*\*IMT d'Albi, Alès et Douai

Le nombre d'élèves admis est fixé chaque année pour chaque école. Le nombre de fonctionnaires est déterminé chaque année par arrêté ministériel. Dès parution des arrêtés, les chiffres seront indiqués sur le site web de G2E.

## 2.2. Résultats

ÉPREUVES ÉCRITES : **Moyenne** (minimum : maximum) Écart type

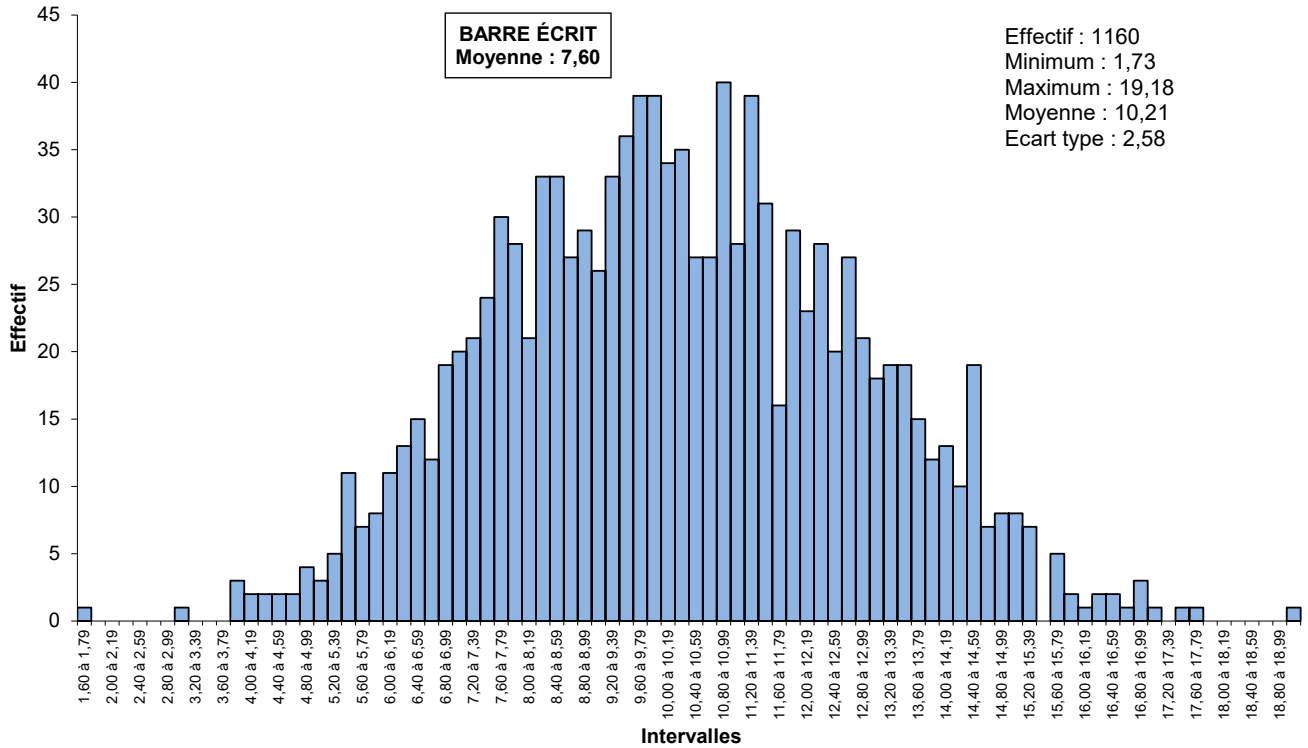
	Maths	Physique	Chimie	Biologie	Géologie	Compo. F
2020	<b>10,06</b> (0,34 : 20) 3,27	<b>10,31</b> (0,64 : 20) 3,33	<b>10,67</b> (1,01 : 20) 3,39	<b>10,65</b> (2,13 : 20) 2,85	<b>10,16</b> (0,9 : 20) 2,82	<b>10,56</b> (0,47 : 20) 3,25
2021	<b>10,18</b> (0,77 : 19,60) 3,13	<b>10,39</b> (1,25 : 18,19) 2,57	<b>10,24</b> (0,47 : 20) 3,97	<b>10,35</b> (0,82 : 20) 3,15	<b>10,23</b> (0,97 : 20) 3,06	<b>10,29</b> (0,52 : 20) 3,33
2022	<b>10,28</b> (0,83 : 19,6) 3,52	<b>10,30</b> (1,3 : 20) 3,44	<b>10,32</b> (0,84 : 20) 3,49	<b>10,22</b> (2,94 : 18,45) 2,71	<b>10,23</b> (1,16 : 20) 2,64	<b>10,38</b> (2,09 : 20) 3,02
2023	<b>10,08</b> (0 : 20) 3,78	<b>10,03</b> (0,24 : 20) 3,54	<b>10,10</b> (0 : 20) 3,57	<b>10,28</b> (3,22 : 20) 2,56	<b>10,46</b> (1,05 : 20) 2,96	<b>10,29</b> (0,57 : 19,5) 2,90
2024	<b>10,04</b> (0 : 20) 3,46	<b>10,19</b> (0,84 : 20) 2,23	<b>10,17</b> (1,39 : 20) 3,79	<b>10,44</b> (2,58 : 20) 2,90	<b>10,26</b> (1,25 : 20) 3,29	<b>10,29</b> (0,62 : 20) 3,14

ÉPREUVES ORALES : **Moyenne** (minimum : maximum) Écart type

	Maths	Physique	Chimie	Informatique	Géologie	TIPE	Anglais	Allemand	Espagnol
2020	Épreuves orales annulées en raison de la crise sanitaire								
2021	<b>10,88</b> (3,01 : 20) 3,44	<b>11,35</b> (2,22 : 20) 3,89	<b>12,40</b> (2,18 : 20) 3,98	<b>12,46</b> (6,96 : 18,10) 2,22	<b>10,48</b> (1,71 : 18,89) 3,70	<b>12,52</b> (5,09 : 20) 2,59	<b>10,30</b> (1,18 : 20) 3,96	<b>13,73</b> (7,36 : 20) 2,63	<b>13,08</b> (7,12 : 19,06) 2,16
2022	<b>10,88</b> (3,01 : 20) 3,44	<b>11,35</b> (2,22 : 20) 3,89	<b>12,46</b> (2,18 : 20) 3,82	<b>12,52</b> (5,74 : 17,49) 1,92	<b>10,38</b> (2,62 : 20) 3,63	<b>12,71</b> (5,48 : 19,24) 2,63	<b>10,14</b> (1,11 : 20) 4	<b>13,71</b> (5,41 : 20) 3,25	<b>13,14</b> (6,07 : 20) 2,74
2023	<b>10,38</b> (2,92 : 20) 3,92	<b>11,75</b> (3,02 : 20) 3,61	<b>11,93</b> (2,20 : 20) 4,34	<b>12,08</b> (6,28 : 17,52) 2,05	<b>10,62</b> (2,10 : 20) 3,64	<b>13,09</b> (5,42 : 20) 2,44	<b>10,79</b> (0,66 : 20) 4,06	<b>13,88</b> (6,74 : 20) 3,11	<b>13,28</b> (4,77 : 19,04) 2,49
2024	<b>10,85</b> (3,02 : 20) 4,08	<b>11,11</b> (1,82 : 20) 4,16	<b>12,71</b> (3,22 : 20) 3,80	<b>12,95</b> (7,16 : 20) 2,36	<b>10,34</b> (2,01 : 20) 3,70	<b>12,48</b> (5,37 : 20) 2,64	<b>10,41</b> (1 : 20) 4,18	<b>14,56</b> (7,49 : 20) 3,20	<b>14,49</b> (7,80 : 20) 3,02

Le graphique suivant présente la distribution des moyennes des écrits de G2E.

## DISTRIBUTION DES MOYENNES "ÉCRIT G2E 2024"



## Répartition des candidats par lycées session 2024

Le tableau de répartition des candidats par lycée met en évidence les lycées qui présentent beaucoup de candidats préparés à G2E, la régionalisation du recrutement, etc.

Villes	Etablissements	Inscrits G2E	Admissibles G2E	classés après l'oral G2E	Intégrés														
					EIL	ENGEES	ENSEGID	ENSG Nancy	ENS Géomat.	ENSIL-ENSCI	ENSIP	ENTPE	EOST	ESGT	ENM	IMT Albi-Carmaux	IMT Aïès	IMT Nord Europe	
AMIENS	Louis THUILLIER	43	29	24		5	2	2				1	1						
AMILLY	DU CHESNOY	20	10	6															
ANGERS	A. DU FRESNE	9	8	4													1		
ARRAS	ROBESPIERRE	27	15	12		1	1	1											
AUZEVILLE TOLO.	LEGTAH	3	3	3															
BESANCON	Victor HUGO	18	12	4															
BORDEAUX	MICHEL-MONTAIGNE	22	18	11			1	2									1		
BOULOGNE BILLA.	J. PREVERT	5	2	2								1							
CAEN	MALHERBE	53	40	14		1						2	1		1				
CLERMONT FD	B. PASCAL	15	15	7			1	1											
DIJON	CARNOT	7	7	6		1						2							
DOUAI	A. CHATELET	10	10	8				1					1						
DUCOS	L.P. CENTRE SUD	12	5	4							1								
FONTENAIBLEAU	FRANCOIS 1ER	5	5	3															
GRENOBLE	CHAMPOLLION	15	14	7		1						1	1						
LA MULATIERE	ASSOMP. BELLEVUE	14	12	6				1				3						1	
LE RAINCY	A. SCHWEITZER	7	4	3							1	1							
LE TAMPON	R. GARROS	28	19	8								1	1						
LEMPDES	L. PASTEUR	8	8	6			1	3				1							
LILLE	FAIDHERBE	30	25	10		2		1				2							
LIMOGES	LIMOSIN	10	9	6			3	1			1								
LYON	LAMARTINIERE MON.	28	25	16				1				7				1		1	
LYON 6e	DU PARC	29	23	12		1													
MARSEILLE	THIERS	42	33	17		2	3	1				2	1						
METZ	G. DE LA TOUR	9	7	6				1				2							
MONTPELLIER	JOFFRE	35	31	13				4				1						1	
NANCY	POINCARÉ	54	51	33		2		2				2	2						
NANTES	Externat-Chavagnes	17	6	1								1							
NANTES	CLEMENCEAU	27	25	18		1		1	1			2							
NICE	MASSENA	18	17	9		2	1	1				1							
NIMES	E. DALZON	30	19	12		2		2			2	1	1						
ORLEANS	POTHIER	9	9	6			1				1	3							
PARIS	SAINT LOUIS	39	33	17		1	1	3											
PARIS	JANSON DE SAILLY	42	39	21				7				1	1						
PARIS 13e	P-G de Gennes ENCPB	13	9	8				1				1							
PARIS 16e	J.B. SAY	16	16	9													1		
PARIS 6e	FENELON	31	25	17				2											
PARIS 8e	CHAPTAL	48	37	22		3		2			1	1			1	2			
PARIS 5e	HENRI IV	19	18	10				2											
PAU	L. BARTHO	10	8	5				1											
POINTE A PITRE	BAIMBRIDGE	14	4	2															
POITIERS	C. GUERIN	25	22	12		1		4				2							
REIMS	G. CLEMENCEAU	17	16	11		1		2											
RENNES	CHATEAUBRIAND	42	32	19		3	1	1				3							
ROUEN	CORNEILLE	6	6	3				1											
ST AMAND LES EA	N.D. DES ANGES	1	1	1															
SAINT ETIENNE	CLAUDE FAURIEL	23	15	6				1				1							
SAINT MAUR	BERTHELOT	36	31	22		3						1	1						
SCEAUX	LAKANAL	30	25	22			1	1				2	1		1		1	2	
STRASBOURG	J. ROSTAND	21	19	16				1				2	1			1	2	1	
TOULOUSE	OZENNE	6	4	3															
TOULOUSE	P. DE FERMAT	17	16	12				4											
TOURS	DESCARTES	16	13	7				4				2							
VERSAILLES	HOCHÉ	29	28	18		1	1	3											
VERSAILLES	SAINTE-GENEVIEVE	40	40	8															
AUTRES		1	1																
<b>TOTAL</b>		<b>1201</b>	<b>974</b>	<b>568</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>18</b>	<b>66</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>52</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	

## 2.3. Calendrier du Concours G2E 2025

Inscriptions sur internet ([www.scei-concours.fr](http://www.scei-concours.fr)) du 07 Décembre 2024 au 13 Janvier 2025 17h.

**ÉPREUVES ÉCRITES : Lundi 12, Mardi 13 et Mercredi 14 Mai 2025**

**ÉPREUVES ORALES : Les épreuves orales auront lieu à l'École Nationale Supérieure de Géologie (2 avenue de la Forêt de Haye - 54500 Vandoeuvre-lès-Nancy) du lundi 23 juin au vendredi 4 juillet 2025 (samedi et dimanche inclus), avec une possibilité d'avancer la fin des oraux si besoin.**

**Liste et durée des épreuves écrites :**

Mathématiques	4h	Chimie	3h
Biologie	3h	Composition française	3h30
Physique	3h30	Géologie	3h

**Liste des épreuves orales :**

Mathématiques	TIPE et entretien
Physique	Langue vivante 1 Anglais (obligatoire)
Chimie/Informatique**	Langue vivante 2 Allemand ou Espagnol (facultative)*
Géologie pratique	

\* L'épreuve de langue vivante 2 est facultative ; elle donnera lieu à des points de bonification : points au-dessus de 10 affectés du coefficient figurant au tableau de la notice d'inscription (l'épreuve étant notée sur 20).

\*\* Épreuve obligatoire au choix

## 3. REMERCIEMENTS

Le niveau de recrutement est très bon dans l'ensemble et ce sont les élèves des classes préparatoires et leurs professeurs qu'il faut remercier et féliciter en cette session 2024.

Les proviseurs qui ont accepté d'accueillir les candidats aux épreuves écrites de G2E, en assurant le strict respect des consignes sont remerciés tout particulièrement, ainsi que les services des concours, des rectorats et les surveillants.

Les concepteurs des sujets d'épreuves écrites et les correcteurs sont remerciés pour leur travail efficace, leur disponibilité et leur compétence.

Les candidats et leurs professeurs, ainsi que les examinateurs aux épreuves orales, sont remerciés de leur compréhension des éventuelles difficultés d'organisation rencontrées pour se rendre à l'ENSG lors des épreuves de la session 2024.

Les critiques constructives sont toujours appréciées et nous restons à l'écoute de tous nos partenaires. La collaboration avec tous les professeurs des classes préparatoires doit être maintenue au bénéfice de l'ensemble des candidats auxquels nous souhaitons une bonne préparation aux épreuves de la session 2025.



Fabrice MALARTRE  
Directeur adjoint du Concours G2E

# ÉPREUVE ÉCRITE DE MATHÉMATIQUES

Le sujet était comme chaque année constitué de deux problèmes totalement indépendants.

Le premier problème abordait l'algèbre et les probabilités en étudiant certaines matrices symétriques réelles à spectre inclus dans  $\mathbb{R}_+$ . Après avoir traité quelques exemples en petites dimensions, on poursuivait cette étude en s'intéressant à une matrice de Gram et à une matrice de covariance.

Le second problème abordait l'analyse et les probabilités en étudiant certaines intégrales classiques afin de calculer la valeur d'une intégrale généralisée, cette valeur permettant ensuite d'obtenir l'espérance et la variance de deux variables aléatoires à densité liées à des lois normales.

Ce sujet couvrait une large partie du programme de BCPST avec des questions de difficulté variable et progressive qui ont permis aux candidats faibles d'engranger quelques points alors que certains candidats brillants sont parvenus à aborder la quasi totalité du sujet.

Le soin apporté aux copies nous a semblé globalement satisfaisant, les résultats importants étant en général bien mis en valeur. Nous rappelons toutefois qu'une succession de calculs ne dispense jamais de rédiger un raisonnement cohérent, en explicitant la démarche adoptée, en introduisant les variables utilisées, en rappelant les hypothèses nécessaires et en concluant avec logique.

Comme chaque année, les candidats qui n'ont pas suffisamment soigné la présentation de leur copie se sont vus retirer un nombre significatif de points.

## PROBLÈME 1

Ce problème était consacré à l'étude des matrices symétriques réelles à spectre inclus dans  $\mathbb{R}_+$ . La partie A concernait des études en petites dimensions : 2 pour la première question et 3 pour la seconde. La partie B reposait sur l'utilisation du produit scalaire (canonique) de  $\mathbb{R}^n$  afin de démontrer quelques propriétés d'une matrice de Gram et en particulier le fait que son spectre est inclus dans  $\mathbb{R}_+$ . Enfin, la partie C abordait les notions de covariance de variables aléatoires et visait à démontrer qu'une matrice de covariance a également son spectre inclus dans  $\mathbb{R}_+$ .

Les deux premières parties ont été discriminantes pour les candidats peu à l'aise en algèbre, la troisième partie, sauf pour la toute dernière question a été mieux comprise.

### Partie A

Cette partie comportait deux questions d'algèbre. La première question, très simple, permettait aux candidats de s'appropriier la définition de  $\mathcal{S}_n^+(\mathbb{R})$  proposée en préambule (à condition de lire attentivement cette définition !). La seconde question demandait de diagonaliser en base orthonormale les matrices d'un sous-espace vectoriel de  $\mathcal{M}_3(\mathbb{R})$ .

Nous avons constaté une bonne maîtrise de la recherche des éléments propres d'une matrice  $2 \times 2$ . Toutefois, nous avons regretté l'absence fréquente de l'utilisation de l'indication donnée dans l'énoncé demandant de chercher un vecteur propre sous la forme  $(1, y, 1)$ . Nous invitons donc les futurs candidats à toujours lire avec attention le sujet de façon à ne pas se précipiter dans des calculs fastidieux.

1. Cette première question a globalement été assez bien traitée par les candidats. Nous attendions naturellement que les candidats justifient leurs réponses en remarquant que  $B$ ,  $C$  et  $D$  sont symétriques réelles et en donnant leurs spectres. Quelques candidats ont semblé toutefois persuadés que la symétrie d'une matrice s'observe uniquement par les coefficients diagonaux (qu'ils soient égaux ou pas n'a aucun lien avec le caractère symétrique réel de la matrice considérée et ce ne sont pas, en général, les valeurs propres) et d'autres ont inutilement calculé le rang des matrices données. Une très large majorité des candidats ont calculé un déterminant qui les a mené à une équation du second degré, malheureusement pas toujours résolue de façon correcte. Signalons enfin, qu'au moins pour les matrices  $B$  et  $C$ , il était possible, avec un peu de pratique, de repérer directement les valeurs propres.

2. À notre grande surprise, nous avons découvert que de nombreux candidats étaient en difficulté avec la notion d'espace vectoriel de matrices (ce qui selon nous était moins le cas lors des sessions précédentes) en confondant des matrices et des vecteurs de  $\mathbb{R}^3$ . Ensuite de nombreux candidats ont préféré utiliser une méthode, probablement répétée en classe, reposant sur un calcul de déterminant. Si certains ont abouti ainsi aux résultats sans utiliser l'indication proposée, d'autres hélas se sont perdus dans des calculs interminables. Les candidats qui eux, avaient lu l'indication, sont parvenus presque toujours aux résultats en seulement quelques lignes. Signalons également que même les candidats qui ne sont pas parvenus à trouver les éléments propres de  $M(a, b)$  mais qui ont proposé des résultats intéressants à la toute dernière question (par exemple en remarquant que  $M(a, b) \in \mathcal{S}_3(\mathbb{R})$ ) ont vu cette réponse valorisée.

## Partie B

Cette partie a été globalement mal comprise. Les difficultés ont été essentiellement de deux ordres : soit une méconnaissance de la notion de produit scalaire et d'espace orthogonal, soit un manque d'aisance dans les manipulations de sommes (simple ou double).

Nous conseillons donc aux futurs candidats de travailler plus rigoureusement le chapitre «produit scalaire dans  $\mathbb{R}^n$ » apparu récemment au programme de BCPST et qui permet de riches développements.

3. Seul le sens direct de la première partie de cette question a été véritablement comprise par les candidats. Manifestement, de nombreux candidats ont mal compris les natures des différents objets manipulés et ont tenu des raisonnements faux ou totalement dénués de sens. Dans la mesure où il y avait trois équivalences à démontrer, on attendait naturellement un grand soin dans la rédaction du sens direct et du sens réciproque.
4. Le début de cette question a posé moins de difficultés : la plupart des étudiants ont su calculer le produit matriciel  $GX$  et un certain nombre d'entre eux sont aussi parvenus à exprimer  $X^T GX$  à l'aide d'une somme double. Seuls les meilleurs candidats ont explicité le vecteur  $x'$  afin d'en déduire que  $\text{sp } G \subset \mathbb{R}_+$ .

## Partie C

Cette dernière partie du problème comportait deux questions : la première visait à démontrer la linéarité à droite de la covariance et la seconde à reprendre une technique abordée précédemment de façon à prouver que  $\text{sp } \Sigma \subset \mathbb{R}_+$ .

Nous constatons que les propriétés usuelles de l'espérance et de la covariance sont bien maîtrisées, la toute dernière question, probablement la plus délicate du problème, n'a été que très rarement comprise.

5. La première partie de cette question n'a soulevé que de rares difficultés, la seconde partie reposait naturellement sur la première et on attendait donc une démonstration (par exemple par récurrence) reposant sur des arguments précis.
6. Il était facile de justifier que  $\Sigma$  est symétrique réelle (encore fallait-il le faire avec rigueur). Il était plus délicat de justifier que  $\text{sp } \Sigma \subset \mathbb{R}_+$ . Certains candidats toutefois, sans comprendre totalement la démarche, ont pu proposer des pistes pertinentes. Comme toujours, cela était valorisé.

## PROBLÈME 2

Le second problème était consacré dans sa première partie à des calculs d'intégrales, l'objectif étant de calculer la valeur d'une intégrale généralisée à l'aide d'un passage à la limite en lien avec les lois normales (mais sans utiliser celles-ci). Dans la seconde partie on s'intéresse au minimum et au maximum de deux variables aléatoires indépendantes suivant la loi normale centrée réduite et on en calcule l'espérance et la variance à l'aide d'intégrations par parties.

Globalement, ce problème a, semble-t-il, été un peu mieux compris que le premier. Néanmoins, les différentes techniques d'intégration sont certes connues mais souvent mal maîtrisées et utilisées sans aucune hypothèse.

## Partie A

Cette première partie du second problème présentait une suite d'intégrales classiques, dites de Wallis, dont on cherchait un équivalent. Dans un second temps, par un changement de variable et un passage à la limite on en déduisait la valeur d'une intégrale généralisée.

Nous avons constaté que les candidats ne maîtrisaient pas toujours bien les méthodes d'intégration. Nous invitons les futurs candidats à ne pas oublier les hypothèses relatives à une intégration par partie (d'autant plus lorsqu'il s'agit d'une intégrale généralisée) ou à un changement de variable (généralisé ou non) et à travailler davantage les techniques de majoration d'intégrales.

1. L'inégalité demandée dans cette première question a en général été bien comprise, **toutefois la conclusion a souvent été apportée de manière totalement erronée** (signalons par exemple que  $\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x} dx$  n'est pas une intégrale convergente).
2. Une large majorité des candidats est parvenue à démontrer que  $0 \leq W_{n+1} \leq W_n$  mais ils sont très rares à avoir justifié que  $0 < W_{n+1} < W_n$  (la première **égalité stricte** est pourtant fondamentale dans la suite). Ensuite de nombreux candidats ont compris que la relation de récurrence demandée s'obtenait à l'aide d'une intégration par parties mais les règles de calcul de base sont parfois très mal maîtrisées. En BCPST, on s'attendait par exemple à ce que tout candidat puisse dériver  $\cos^n$  et qu'aucun ne puisse écrire que l'intégrale d'un produit est le produit des intégrales ! La seconde égalité, que l'on obtenait également par récurrence, a en général été bien traitée. L'égalité  $W_{n+2} = \frac{n+1}{n+2} W_n$  ne permet à elle seule que de prouver  $W_n \sim W_{n-2}$  alors qu'on attendait l'équivalence  $W_n \sim W_{n-1}$ , cette dernière a rarement été justifiée correctement. Par contre, la recherche de l'équivalent de  $W_n$  a soulevé peu de difficultés.
3. **L'inégalité demandée a souvent été démontrée de façon tout à fait correcte** (le plus naturel était certainement d'étudier la fonction différence). La fin de cette question a souvent été abordée avec beaucoup moins de réussite. Les encadrements demandés sont souvent peu ou pas justifiés et **les hypothèses relatives aux changements de variables sont trop souvent ignorées**. Signalons qu'avec le changement de variable sur la troisième intégrale, il venait une intégrale sur  $[0, \frac{\pi}{4}]$  qu'il fallait majorer par une intégrale sur  $[0, \frac{\pi}{2}]$ , cette difficulté était naturellement scrutée avec attention par les correcteurs. Seuls les meilleurs candidats ont observé ce point. Enfin le passage à la limite ne posait pas de difficulté, à condition de manipuler correctement les équivalents (et de **ne pas confondre limite et équivalent**).

## Partie B

Cette dernière partie du sujet comportait des questions de cours (densité et fonction de répartition d'une variable aléatoire suivant une loi normale, existence d'une espérance, existence d'une variance, calcul d'une variance, critère de non indépendance par les variances) et des questions plus calculatoires (essentiellement des intégrations par parties).

Nous avons ainsi constaté que les candidats maîtrisaient assez bien les définitions et propriétés abordées dans cette partie (parfois de façon trop approximative) mais nous recommandons **aux futurs candidats de profiter pleinement de leurs années de classes préparatoires pour gagner en aisance calculatoire**.

4. Cette première question présentait peu de difficultés et a été assez bien traitée par les candidats même si nous avons relevé beaucoup d'erreurs sur la définition de la fonction de répartition : **signalons qu'une telle fonction n'est certainement pas définie par une intégrale de  $-\infty$  à  $+\infty$** .
5. Le début de cette question a souvent été bien comprise même si certains candidats ne connaissaient pas la définition d'une fonction de répartition. **Nous avons ensuite constaté que trop peu de candidats mentionnent le caractère  $\mathcal{C}^1$  des deux fonctions de répartition avant de calculer des fonctions densité**.
6. Certains candidats ne sont pas parvenus à faire le lien entre l'existence de l'espérance de  $Y$  et la convergence de l'intégrale proposée (peut-être à cause du facteur multiplicatif  $-2$ ). La suite de la question a souvent été mal comprise, avec des **intégrations par parties généralisées non correctes ou dont les hypothèses n'étaient pas vérifiées**. L'égalité  $Y + Z = X_1 + X_2$  et le calcul de l'espérance de  $Z$  ont souvent été abordés.
7. Le début de cette question a souvent posé des difficultés calculatoires (**les convergences étant très rarement justifiées**). Sans surprise, la fin de cette question, qui reposait simplement sur la formule de Koenig-Huygens, a plus souvent été réussie.
8. Le début de cette question a également posé des difficultés calculatoires et le calcul de la variance de  $Z$  a parfois engendré des erreurs de signe. La non indépendance de  $Y$  et  $Z$  a rarement été bien traitée.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	2	0,17	2	0,17
1 à 1,99	6	0,52	8	0,69
2 à 2,99	17	1,47	25	2,16
3 à 3,99	20	1,72	45	3,88
4 à 4,99	36	3,10	81	6,98
5 à 5,99	64	5,52	145	12,50
6 à 6,99	99	8,53	244	21,03
7 à 7,99	96	8,28	340	29,31
8 à 8,99	99	8,53	439	37,84
9 à 9,99	124	10,69	563	48,53
10 à 10,99	143	12,33	706	60,86
11 à 11,99	102	8,79	808	69,66
12 à 12,99	114	9,83	922	79,48
13 à 13,99	80	6,90	1002	86,38
14 à 14,99	64	5,52	1066	91,90
15 à 15,99	51	4,40	1117	96,29
16 à 16,99	25	2,16	1142	98,45
17 à 17,99	12	1,03	1154	99,48
18 à 18,99	2	0,17	1156	99,66
19 à 19,99	3	0,26	1159	99,91
20	1	0,09	1160	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1160

Minimum : 0

Maximum : 20

Moyenne : 10,04

Ecart type : 3,46

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	1	0,07	1	0,07
1 à 1,99	2	0,15	3	0,22
2 à 2,99	3	0,22	6	0,44
3 à 3,99	13	0,97	19	1,41
4 à 4,99	32	2,38	51	3,79
5 à 5,99	60	4,45	111	8,24
6 à 6,99	79	5,86	190	14,10
7 à 7,99	126	9,35	316	23,46
8 à 8,99	122	9,06	438	32,52
9 à 9,99	139	10,32	577	42,84
10 à 10,99	115	8,54	692	51,37
11 à 11,99	129	9,58	821	60,95
12 à 12,99	104	7,72	925	68,67
13 à 13,99	82	6,09	1007	74,76
14 à 14,99	69	5,12	1076	79,88
15 à 15,99	38	2,82	1114	82,70
16 à 16,99	22	1,63	1136	84,33
17 à 17,99	15	1,11	1151	85,45
18 à 18,99	5	0,37	1156	85,82
19 à 19,99	3	0,22	1159	86,04
20	1	0,07	1160	86,12

Nombre de candidats dans la matière : 1160

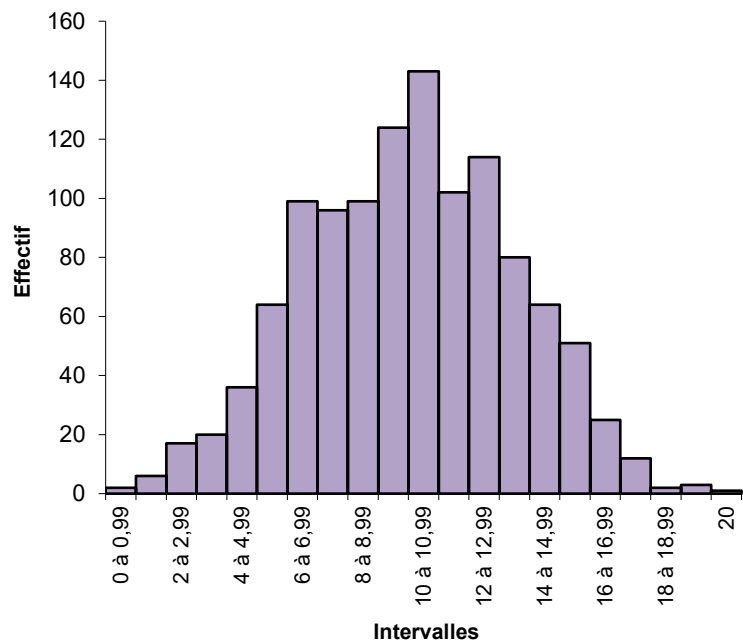
Minimum : 0,84

Maximum : 20

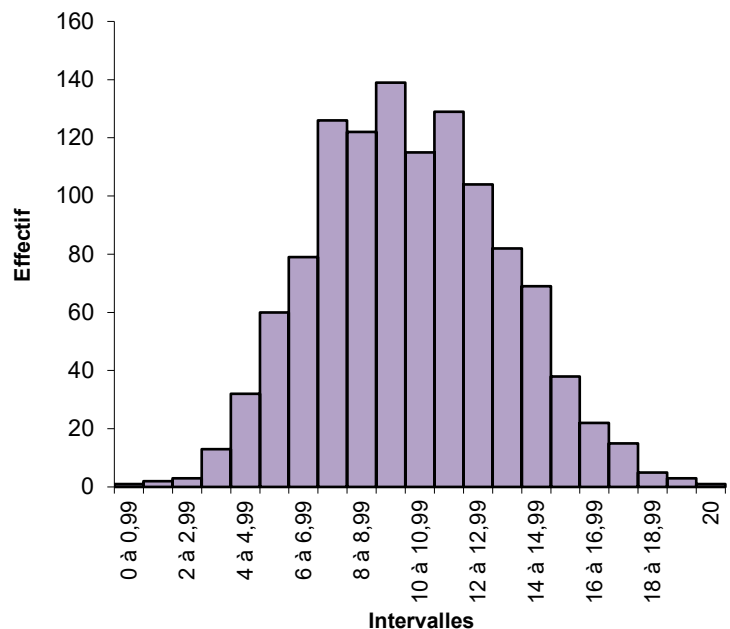
Moyenne : 10,19

Ecart type : 3,23

## MATHÉMATIQUES ÉCRIT



## PHYSIQUE ÉCRIT



# ÉPREUVE ÉCRITE DE PHYSIQUE

Des copies de qualité ont été fournies et le jury félicite les candidats à l'origine de telles copies. Une partie non négligeable des candidats ont abordé une grande partie des questions. La présentation des copies, le soin apporté à la rédaction, l'orthographe et le fait que les résultats soient encadrés ou soulignés ont été pris en compte dans le barème pour 1 point sur 20.

## Remarques générales

Le jury apporte les remarques suivantes sur le sujet 2024 ainsi que quelques recommandations.

- Il est important de vérifier l'unité des expressions fournies, une application numérique aberrante provient souvent d'une erreur faite en tout début de raisonnement : nous conseillons aux candidats de chercher à corriger de telles erreurs avant de poursuivre. Sauf pour les grandeurs sans dimension, une application numérique doit conduire à une valeur numérique suivie d'une unité.
- Chaque réponse doit être justifiée avec soin. Par exemple, à la question 13, le fait qu'une transformation adiabatique réversible puisse être considérée comme isentropique doit être justifié à partir de l'écriture du second principe de la thermodynamique.
- Les candidats doivent s'assurer d'avoir une rédaction précise et un langage correct : ainsi en est-il par exemple des questions 20 et 22 où le terme « gradient de concentration » permet de justifier l'apparition d'un flux diffusif.
- Il est conseillé d'utiliser les unités usuelles comme les joules J à la place de  $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$  (question 3), les pascals Pa à la place de  $\text{kgm}^{-1}\cdot\text{s}^{-2}$  (question 37). En revanche dans la question 28, utiliser les unités de base est approprié puisqu'une analyse dimensionnelle est demandée.
- Les schémas demandés doivent être réalisés avec soin, par exemple à la question 44 pour illustrer les lois de la réflexion et de la réfraction.
- Lire chaque partie dans son intégralité afin d'en saisir la logique apporte un recul nécessaire à toute résolution scientifique. Traiter dans l'ordre les questions de chaque partie ne peut qu'être utile à la démarche attendue.

## Partie A

- Question 1 : des confusions entre forces pressantes et interactions intermoléculaires sont apparues dans cette question.
- Question 2 : les raisonnements en terme énergétique montrant que maintenir une molécule de liquide à l'interface liquide-gaz nécessite un coût énergétique ont également été acceptés par le jury.
- Questions 5 et 6 : de nombreux candidats ne savent pas exprimer correctement la surface d'une sphère ou son volume à partir du rayon.

## Partie B

- Questions 15 et 16 : de nombreuses erreurs dans l'attribution des domaines sur le diagramme d'état. Les candidats ayant proposé une attribution correcte n'ont que rarement utilisé correctement le diagramme dans la question suivante pour expliquer l'apparition d'un panache à l'ouverture de la bouteille.

- Question 18 : nombreuses confusions entre concentrations massiques et molaires ainsi que de nombreuses erreurs dans les applications numériques.
- Question 21 : l'utilisation de la loi des gaz parfaits pour expliquer la croissance de la bulle à pression et température constantes n'a pas été systématique.
- Question 22 : la conservation du flux provient du régime stationnaire sans sources. De nombreux candidats se sont lancés dans une démonstration incomplète et chronophage de ce résultat.
- Question 24 : la notion de concentration particulaire est insuffisamment maîtrisée par de nombreux candidats.
- Question 26 : la détermination des constantes d'intégration à l'aide des conditions aux limites a parfois posé problème aux candidats.

### **Partie C**

- Question 31 : les conditions d'application de la relation de Bernoulli sont rarement toutes données par les candidats.
- Question 37 : le gradient des vitesses ou taux de cisaillement n'a que rarement été reconnu.

### **Partie D**

- Question 44 : l'appartenance des rayons réfléchis et réfractés au plan d'incidence n'a été mentionnée que dans la moitié des copies.
- Question 45 : étonnamment, peu de candidats ont évoqué et décrit correctement le phénomène de dispersion.
- Question 46 : trop peu de candidats ont identifié des triangles isocèles pour obtenir la relation entre les angles.
- Question 47 : peu de candidats pensent à décomposer le problème en sommant les déviations successives.

# ÉPREUVE ÉCRITE DE CHIMIE

L'épreuve de chimie du concours G2E était divisée en deux problèmes indépendants. Le premier portait sur la synthèse du polycarnoside A et le second sur le titrage du dioxygène dissous dans l'eau d'un aquarium. Ce sujet traitait des thèmes du programme des deux années de filière BCPST comme les solutions aqueuses, les titrages, la cinétique chimique ou encore la chimie organique avec quelques réactions classiques du programme.

## Remarques générales

Le sujet compte trente questions pour une durée de trois heures de composition. Une grande partie des candidats ont pu traiter l'entièreté du sujet.

Les copies ayant une note dépassant la moyenne montrent une bonne connaissance du programme de BCPST en particulier une bonne maîtrise du cours.

Lorsque des conditions opératoires sont demandées en chimie organique, au même titre qu'un bilan de synthèse ou d'une équation de réaction, le mécanisme n'est pas attendu. Beaucoup de candidats précisent des mécanismes non demandés, ce qui a pour conséquence de leur faire perdre du temps précieux.

Les questions comportant plusieurs « sous-questions » ne doivent pas être négligées. Par précipitation, de nombreux candidats oublient la deuxième partie d'une question. Le jury rappelle qu'une relecture est indispensable.

Le sujet avait pour particularité de ne pas partitionner chimie générale et chimie organique. Cela a eu pour conséquence une gestion linéaire du sujet pour la quasi-totalité des copies. Ainsi, les candidats ont pu chercher quasiment l'entièreté du sujet pour la plupart, en laissant de côté les questions les plus résistantes pour beaucoup d'entre eux.

La présentation de la copie ne doit pas être négligée. Le jury rappelle que des points sont attribués à la rédaction comme au soin de la copie.

Le jury tient à féliciter les candidats ayant traité une grande partie de l'épreuve avec beaucoup de rigueur scientifique, de précision et de concision.

## Remarques question par question

### Problème I : étude de quelques étapes de la synthèse du composé (-)-polycavernoside A

1. Cette question a été bien réussie. Néanmoins, quelques candidats se trompent de molécule et déterminent les stéréodescripteurs de chaque carbone stéréogène de la polycavernoside, ce qui multiplie le temps passé sur la question. Par ailleurs, le jury tient à signaler qu'une justification est indispensable dans ce type de question pour obtenir la totalité des points. Le jury déplore que pour certains candidats, le carbone fonctionnel de la fonction cétone est stéréogène...
2. Dans beaucoup de copies, une valeur « proche de zéro » est mentionnée, ce qui n'a que trop peu de sens. Il fallait comparer la valeur de l'enthalpie standard de réaction de l'estérification aux valeurs d'autres réactions, fournies dans l'énoncé.
3. Cette question est globalement réussie. Dans quelques cas, les grandeurs ont été calculées à 298 K alors que la question précisait clairement que la température était différente. Quelques copies montrent des oublis (classiques) de conversion dans l'application numérique de  $K^\circ$  à partir de  $\Delta_r G^\circ$ .
4. Dans un nombre très important de copies, l'eau est prise comme solvant ayant donc une activité valant l'unité. Or, ce n'était pas le cas ici puisque l'eau était un produit.
5. Cette question a été relativement bien traitée. Cependant, rares sont les copies où un raisonnement clairement exposé était présenté avec une référence à la comparaison du quotient réactionnel et de la constante thermodynamique d'équilibre. Les phrases du type «

l'excès d'éthanol favorise la réaction » ne peuvent être suffisantes pour expliquer scientifiquement les conditions opératoires.

Concernant l'étape d'élimination de l'éthanol, le jury déplore que toutes les étapes soient mentionnées dans quelques copies, ce qui n'apporte évidemment pas de points. Il a été surprenant de trouver, dans un nombre assez important de copies, que « le montage à reflux permet de se débarrasser de l'excès d'éthanol ».

6. Cette question de cours a été traitée de manière très peu rigoureuse par une partie trop importante de candidats. En particulier, le jury déplore que dans bon nombre de copies, le mécanisme de l'estérification de FISHER commence par une activation du mauvais oxygène de l'acide carboxylique, donnant alors lieu à des intermédiaires réactionnels invraisemblables.
7. Si le proton le plus acide est très souvent identifié correctement, la justification est quant à elle rarement présente. En effet, le jury a valorisé les candidats justifiant de l'acidité du proton en position  $\alpha$  de la double liaison C=O à l'aide de l'écriture de formes mésomères.
8. Le mécanisme est globalement bien représenté pour cette réaction d'aldolisation. Il est cependant étrange de trouver, dans certaines copies, une activation électrophile de l'acroléine par  $H^+$  alors que le milieu est très clairement basique.
9. L'intérêt de l'utilisation d'une base peu nucléophile est repéré par une partie satisfaisante de candidats. En revanche, dans bon nombre de copies, des formulations peu précises comme « éviter une réaction compétitive » n'ont pas donné lieu à l'attribution de points.
10. Cette question a été bien traitée dans l'ensemble.
11. Cette question a été très bien traitée.
12. Cette question de cours a été bien traitée dans l'ensemble. Attention néanmoins à la précision dans les termes employés. En particulier, l'AEQS ne s'applique pas à un « réactif » ou un « produit » mais bien à un « intermédiaire réactionnel ».
13. Cette question impliquait une écriture correcte de l'AEQS, valorisée dans la notation. Beaucoup de copies ne vont guère plus loin que l'écriture d'une égalité entre  $v_1$ ,  $v_{-1}$  et  $v_2$ . C'est dommage. Les quelques copies allant correctement jusqu'au bout du raisonnement ont été valorisées. Dans bien des cas, un pré-équilibre seul était appliqué, ce qui ne permettait pas d'aboutir.
14. L'interprétation de  $v_{max}$  comme étant simplement la « vitesse maximale de la réaction » ne peut être suffisante. Il fallait interpréter cette grandeur en fonction du nombre de sites saturés.
15. Cette question a amené à des raisonnements parfois élongés, mais s'avère plutôt bien réussie dans l'ensemble.
16. Question qualitative, relativement bien traitée.
17. Cette question n'a pas été identifiée comme une question de cours évidente par un grand nombre de candidats. Très surprenant, de nombreux candidats proposent NaH pour cette étape, alors qu'il s'agissait d'une saponification. Par ailleurs, une réponse en milieu acide a été acceptée, bien que la réponse attendue était en milieu basique aqueux.
18. Le mécanisme a été relativement bien traité, lorsque la saponification avait été citée à la précédente question.
19. Peu abordée, cette question a donné lieu à une attribution de point rarement entière. Le jury félicite les quelques 6 % de candidats qui ont su traiter entièrement et correctement cette question et précise que lorsque le mécanisme n'est pas explicitement demandé, il est inutile de le proposer.
20. Cette question ne nécessitait aucune justification. Certains candidats ont donc jugé utile de remplir le tableau au hasard, ce qui a rarement porté ses fruits...

## Problème II : Étude de la solubilité du dioxygène dans l'eau

21. Cette question de cours a été relativement bien traitée. Aucune démonstration n'était demandée, il n'était donc pas utile de passer par la variation du potentiel chimique à température et composition constantes. Quelques logarithmes manquent, quelques erreurs d'inhomogénéité sont à déplorer.
22. Question de cours relativement bien traitée.
23. Cette question nécessitait réflexion et rigueur. L'égalité des potentiels chimiques à l'équilibre a été valorisée dans la notation. Beaucoup de candidats, une fois la question correctement abordée, oublient de prendre en compte la fraction molaire de dioxygène dans l'air, ce qui amène à une application numérique faussée.
24. Si l'écriture du produit de solubilité a posé quelques problèmes, cette question a été traitée avec soin. Il est surprenant de voir des concentrations d'un solide dans l'expression du produit de solubilité. Le jury invite les candidats à prendre garde aux états physiques de chaque espèce impliquée dans la réaction.
25. Quelques rares copies se trompent dans l'écriture des demi-équations relatives aux couples de l'eau, ce qui est profondément regrettable. Heureusement, le taux de réussite de cette question proche du cours est plutôt bon.
26. Le raisonnement basé sur le lien entre les portions de domaines communs et la stabilité relative des espèces chimiques est souvent bien cité, mais parfois incohérent avec les réponses fournies. Une discussion sur la valeur du pH était attendue pour l'espèce  $\text{Mn}^{2+}_{(\text{aq})}$  dont la stabilité n'est pas systématique en solution aqueuse au vu des portions communes entre son domaine de stabilité et celui du dioxygène.
27. Cette question est rarement abordée.
28. Cette question est rarement abordée. Lorsqu'elle l'est, rare sont les réponses dont l'équation de réaction est ajustée en milieu basique.
29. Cette question a été globalement bien traitée. En revanche, le jury déplore des réponses trop peu précises comme « le risque est de fausser la mesure » qui n'amène pas à l'attribution de points.
30. Cette dernière question a été rarement abordée. Elle a permis de départager d'excellents candidats ayant parfaitement lu et assimilé les documents, tout en montrant leur parfaite maîtrise des titrages en retour. Les étapes intermédiaires du raisonnement ont bien entendu été valorisées.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99	9	0,78	9	0,78
2 à 2,99	17	1,47	26	2,24
3 à 3,99	32	2,76	58	5,00
4 à 4,99	55	4,74	113	9,74
5 à 5,99	58	5,00	171	14,74
6 à 6,99	82	7,07	253	21,81
7 à 7,99	102	8,79	355	30,60
8 à 8,99	94	8,10	449	38,71
9 à 9,99	118	10,17	567	48,88
10 à 10,99	104	8,97	671	57,84
11 à 11,99	120	10,34	791	68,19
12 à 12,99	88	7,59	879	75,78
13 à 13,99	80	6,90	959	82,67
14 à 14,99	69	5,95	1028	88,62
15 à 15,99	55	4,74	1083	93,36
16 à 16,99	31	2,67	1114	96,03
17 à 17,99	33	2,84	1147	98,88
18 à 18,99	11	0,95	1158	99,83
19 à 19,99	1	0,09	1159	99,91
20	1	0,09	1160	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1160

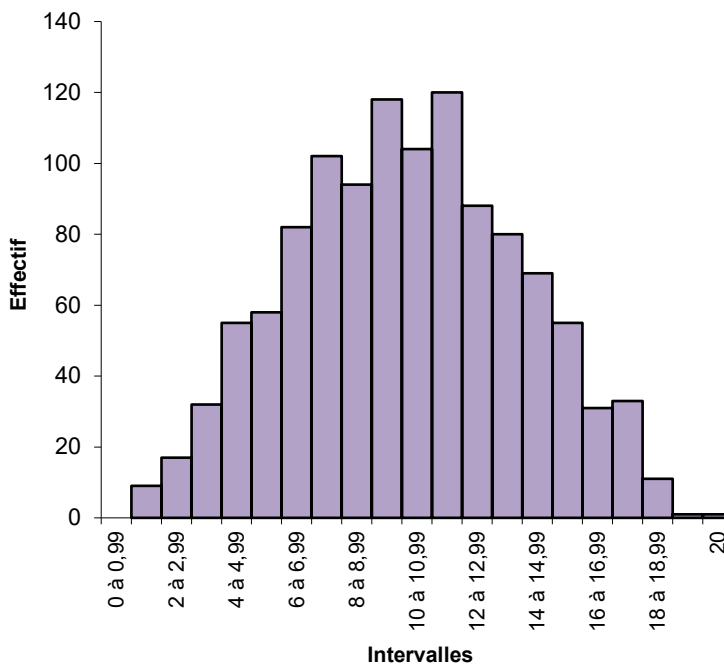
Minimum : 1,39

Maximum : 20

Moyenne : 10,17

Ecart type : 3,79

### CHIMIE ÉCRIT



Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99		0,00	0	0,00
2 à 2,99	2	0,17	2	0,17
3 à 3,99	3	0,26	5	0,43
4 à 4,99	16	1,38	21	1,81
5 à 5,99	36	3,10	57	4,91
6 à 6,99	84	7,24	141	12,16
7 à 7,99	104	8,97	245	21,12
8 à 8,99	125	10,78	370	31,90
9 à 9,99	174	15,00	544	46,90
10 à 10,99	149	12,84	693	59,74
11 à 11,99	148	12,76	841	72,50
12 à 12,99	96	8,28	937	80,78
13 à 13,99	83	7,16	1020	87,93
14 à 14,99	65	5,60	1085	93,53
15 à 15,99	36	3,10	1121	96,64
16 à 16,99	19	1,64	1140	98,28
17 à 17,99	12	1,03	1152	99,31
18 à 18,99	6	0,52	1158	99,83
19 à 19,99	1	0,09	1159	99,91
20	1	0,09	1160	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1160

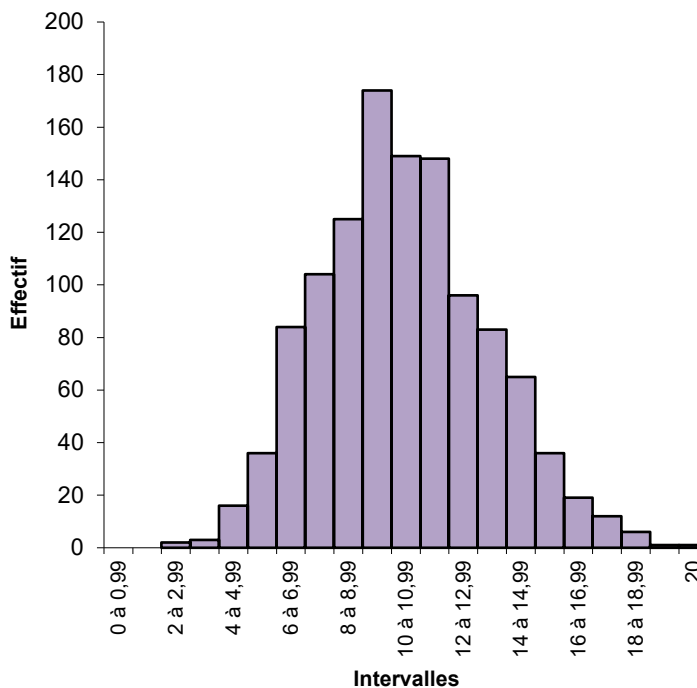
Minimum : 2,58

Maximum : 20

Moyenne : 10,44

Ecart type : 2,90

### BIOLOGIE ÉCRIT



# ÉPREUVE ÉCRITE DE BIOLOGIE

## Remarques générales

L'objectif de l'épreuve écrite de Biologie est comme les années précédentes d'évaluer les capacités d'analyse des candidats en s'appuyant sur l'étude de documents extraits de la littérature scientifique et leur capacité à les relier aux connaissances acquises au cours des deux années de BCPST. Les questions de cours ne sont donc pas à négliger.

Les deux parties étaient indépendantes l'une de l'autre ; les différentes sous parties étaient également divisées en lots de questions indépendantes. Un étudiant pouvait donc traiter l'ensemble du sujet même si une question le bloquait. La gestion du temps reste un paramètre important de réussite. Une bonne partie des candidats a bien compris l'intérêt de consacrer un temps équivalent aux deux parties : les étudiants ayant gagné le plus de points sont majoritairement ceux qui ont abordé toutes les questions, même de manière superficielle mais avec un minimum de justification de leurs réponses. Toutefois le sujet Biologie 1 a plus été traité dans sa totalité que le sujet Biologie 2 (à partir de la question 13d, entre 40 et 60% des candidats n'ont pas abordé les questions, avec un choix sélectif : la question 15 a été abordée par 70% des candidats).

Beaucoup de copies se situent autour de la moyenne : très peu d'excellentes copies mais également très peu de mauvaises prestations.

Dans l'ensemble, les copies sont bien rédigées avec un effort notable pour la rédaction et le soin dans la présentation. Le jury recommande toutefois aux candidats de se relire avant de rendre sa copie. Tout dessin doit être soigné, titré et légendé à l'aide de traits tracés à la règle, il peut être avisé d'apprendre à schématiser rapidement. Le jury rappelle que l'utilisation judicieuse et raisonnée de couleurs rend la copie plus attrayante et participe efficacement à la compréhension du schéma par le correcteur. Comme chaque année, la concision et la précision sont de mise.

Le jury a été surpris de constater qu'une partie des candidats ne connaissait pas les définitions de cours ou les techniques utilisées en TP.

Voici maintenant une correction succincte et des remarques sur les prestations des candidats :

## Biologie 1 : La ripisylve

Une partie introductive demandait une définition de cours.

Le biome est d'après le Larousse, une vaste région biogéographique s'étendant sous un même climat, sur un même sol, étant l'entité biogéographique composée d'une faune et d'une flore caractéristique. On peut parler de macroécosystème ou aire biotique mais de nombreux candidats ont confondu biome et écosystème. Dire seulement qu'un biome est unique ne permet pas de le définir.

Les principaux biomes sont la toundra, la forêt tempérée, la forêt tropicale et équatoriale, la forêt boréale, la savane, la mangrove, la prairie tempérée (steppe, pampa...), le désert, les eaux fluviales, les eaux saumâtres, le littoral, les récifs coralliens, les herbiers marins, les abysses. Seuls les exemples réels étaient acceptés, les exemples tirés de jeux vidéo comme Minecraft n'étaient bien évidemment pas pris en compte. Des termes trop vagues comme la forêt ou la prairie n'étaient pas attendus. Le sol n'est pas un biome.

## Partie 1 : La reproduction de l'Aulne

**Q2a.** Les fleurs mâles de l'Aulne ou chatons sont pendantes, fleurs mâles comme fleurs femelles ne sont pas colorées, dépourvues de périanthe (photo A). Les grains de pollen ont une surface lisse, non ornée (photo B). Tout cela va dans le sens d'une pollinisation avec le vent comme vecteur, on parle de pollinisation anémophile. Certains candidats voulant absolument argumenter sur une pollinisation entomophile ont trouvé des arguments comme fleur pendante = passage des insectes facilité. On a noté également une confusion entre -gamie et -chorie.

**Q2b.** Le décalage de maturité entre fleurs femelles et mâles empêche l'autofécondation donc rend l'allogamie obligatoire. Cela évite l'homozygotie (donc l'expression d'allèles récessifs délétères) et maintient la diversité génétique.

**Q2c.** La photographie Doc2B montre des grains de pollen vus en détail (malgré un diamètre autour de 10 – 30µm), en 3D avec des reliefs visibles. Le fort grossissement est obtenu avec un microscope électronique et le relief avec un microscope électronique à balayage (la seule réponse « microscope électronique » ne suffit pas).

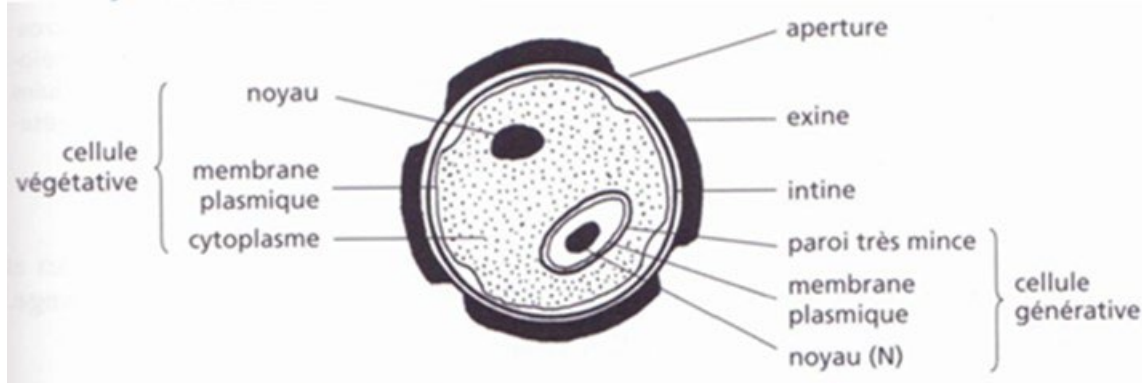
**Q2d.** La barre d'échelle représentant 10µm mesure 0.7 cm sur la photo. Ainsi le grossissement est de  $0.7 \cdot 10^4 / 10 = 0.7 \cdot 10^3 = 700$  (le jury a accepté les valeurs autour de 700-1000 pour les imprécisions de mesure).

Le jury tient à rappeler que  $1\text{cm} = 10000\mu\text{m}$ .

De nombreux candidats donnent le détail de leur démarche mais aboutissent à des calculs faux par mauvaise maîtrise des puissances de 10.

14% des candidats n'ont pas essayé ou ont donné des réponses hors propos.

**Q2e.** Le schéma légendé demandé concernait un grain de pollen, pas une coupe d'anthere. Etaient attendus les termes d'exine, intine, ouverture (pore accepté), cellule végétative (représentée de grande taille), cellule spermatogène ou générative de petite taille.



*Structure du grain d'un pollen (Biologie tout-en-un BCPST -Peycru et al. (2010))*

Un titre bien évidemment devait être donné au schéma. Un grain de pollen est un gamétophyte.

19% des candidats ne connaissent pas la structure du grain de pollen d'Angiosperme, peu de schémas étaient complets. Les schémas de gamétophyte femelle, voire d'ovocyte d'amphibien - hors sujet - ont pourtant été trouvés dans des copies.

## Partie 2 : Les nodules racinaires de l'Aulne

**Q3a.** Dans le sujet, était écrit « La nitrogénase est une enzyme qui catalyse les deux réactions, indépendamment » : étudier la réaction 2 permet de suivre indirectement l'activité de l'enzyme nitrogénase donc la fixation de  $\text{N}_2$ .

**Q3b.** Le document 3 était un tableau de valeurs à analyser. On observe que l'activité nitrogénase de plants d'Aulne porteurs de nodules à *Frankia* est beaucoup plus importante que celle du témoin cultivé sans *Frankia* (environ 160 unités contre une valeur négligeable pour le témoin). De plus, l'azote organique dans l'appareil racinaire y est 3 fois plus concentré (3% contre 1% de la biomasse racinaire). On en déduit que les bactéries *Frankia* réalisent l'activité nitrogénase et fournissent l'Aulne en azote organique issu de la réduction du diazote atmosphérique. Ceci contribue de manière significative à l'approvisionnement en azote organique de l'Aulne. L'expérience complémentaire confirme que l'appareil racinaire est le seul à posséder une activité nitrogénase. « Le même test appliqué à d'autres fragments d'Aulne (feuilles, tiges...) montre qu'ils ne présentent aucune activité nitrogénase ». Le candidat doit s'appuyer sur les données chiffrées pour argumenter.

**Q3c.** L'avantage évolutif d'héberger ces bactéries *Frankia* est de pouvoir fixer le  $\text{N}_2$  donc d'être autotrophe à l'azote.

**Q3d.** Les Fabacées présentent des nodosités racinaires hébergeant des bactéries *Rhizobium* possédant la nitrogénase. Près de 97% des candidats a répondu à cette question. Mais des confusions ont été trouvées : avec *Nitrobacter* au lieu de *Rhizobium*, d'autres familles d'Angiospermes à la place des Fabacées.

**Q4.** On observe que les vésicules et les filaments mis au contact du peptide Ag5 issu de l'Aulne ont bien plus incorporé l'iodure de propidium par rapport aux vésicules et filaments non traités. On en conclut qu'Ag5 rend davantage perméable la membrane bactérienne, ce qui doit favoriser les échanges entre la bactérie et la cellule racinaire. Cette question n'a pas toujours été bien comprise par les candidats.

### Partie 3 : Les interactions interspécifiques chez l'Aulne

**Q5a.** Les cellules racinaires font environ 100 µm et les cellules du mycélium font environ 7 µm de diamètre. Une maille de 30 µm pour les filets de nylon permet de laisser passer uniquement les hyphes, tout en excluant les petites racines. Si des échanges sont réalisés, on peut supposer qu'ils passent par le mycélium. Le blocage des animaux du sol n'est pas à considérer.

L'isotope permet de suivre l'incorporation d'azote. La forme majoritaire de l'azote est l'isotope stable  $^{14}\text{N}$ .  $^{15}\text{N}$ , l'autre isotope stable, sera incorporé comme  $^{14}\text{N}$  mais permettra de suivre les molécules azotées. La notion d'isotope n'est pas assimilée par une partie des candidats. Les candidats n'ayant pas compris l'intérêt de l'utilisation d'un isotope ont mal interprété les questions suivantes. De plus, il n'était ici nullement question de l'expérience de Meselson et Stahl, de même l'urée et le fonctionnement rénal étaient hors sujet.

**Q5b.** Deux familles de petites molécules solubles contenant de l'azote sont les acides aminés et les nucléotides. Deux familles de macromolécules contenant de l'azote sont les protéines et les acides nucléiques. Peptides et protéines étaient comptés comme une seule réponse, de même qu'ADN et ARN. Les lipides et les glucides ne contiennent pas d'azote car formés de C, H, O. La notion de petites ou de grosses molécules est floue pour certains candidats. 13% des candidats n'ont pas répondu, même partiellement, à la question.

**Q5c.** On peut réaliser une expérience témoin avec *Pinus contorta* seul dans son pot et sous une atmosphère enrichie en  $^{15}\text{N}_2$ . On dose ensuite  $^{15}\text{N}$  dans les différentes parties de la plante.

**Q5d.** La question a été bien comprise dans l'ensemble. Le document présentait la présence de l'isotope  $^{15}\text{N}$  détecté chez *Alnus glutinosa* et chez *Pinus contorta* dans différents tissus ainsi qu'au niveau des mycorhizes et du mycélium reliant ces deux espèces d'arbre. La question demandait d'analyser et d'interpréter le document, il était facile de récupérer des points simplement en analysant les histogrammes. Dans les troncs et branches de Pin, il n'y a pas d'azote  $^{15}\text{N}$  détecté. La majeure partie de l'azote  $^{15}\text{N}$  dans les arbres est retrouvée incorporée au sein de macromolécules (chez *Alnus*, 9000ng dans les feuilles dont 500 ng sous forme hydrosoluble, ...), à l'exception du mycélium et mycorhizes où la fraction hydrosoluble contient  $^{15}\text{N}$ .

Retrouver  $^{15}\text{N}$  dans l'Aulne associé à *Frankia* est à mettre en relation avec la culture de l'arbre en présence de  $^{15}\text{N}_2$ . Mais le Pin n'est pas cultivé en présence de  $^{15}\text{N}$  (juste  $^{14}\text{N}$ ). Une partie du  $^{15}\text{N}_2$  réduit par les bactéries *Frankia* de l'Aulne a été transféré à *Pinus contorta* via le mycélium de *Paxillus*.

**Q6a.** Cette fois ci, l'isotope  $^{15}\text{N}$  est au sein de  $\text{NH}_4^+$  dans le sol. Le mycélium en dessous du filet (dans la zone enrichie en  $^{15}\text{NH}_4^+$ ) est fortement enrichi en  $^{15}\text{N}$  35000ng (soit 22000ng en fraction soluble, le reste intégré dans les molécules organiques). Le Pin contient de l'isotope azoté au niveau des racines, du tronc, des branches. Le Pin puise l'azote sous forme  $\text{NH}_4^+$  dans le sol grâce aux mycorhizes (cf. taux de  $^{15}\text{N}$  aux extrémités de mycorhizes associées au Pin). L'Aulne prélève autant d'azote via  $\text{NH}_4^+$  qu'il prélève du  $\text{N}_2$  (autour de 10000ng). On observe que la présence de *Frankia* augmente le prélèvement de  $\text{NH}_4^+$  par le mycélium. Sans *Frankia*, l'azote issu du  $\text{NH}_4^+$  du milieu et retrouvé dans l'Aulne est extrêmement faible. Ceci est surprenant car on aurait pu penser que comme *Frankia* est déjà à l'origine d'un apport en azote pour la plante, le besoin en azote serait diminué chez les Aulnes possédant des nodules à *Frankia* et l'absence de *Frankia* pouvait être compensée par une absorption accrue de  $\text{NH}_4^+$ . Toute réponse argumentée, logique a été considérée avec bienveillance.

**Q6b.** Comme les Aulnes dépourvus de *Frankia* ne s'approvisionnent ni en  $N_2$  ni en  $NH_4^+$ , on peut supposer qu'ils prélèvent plutôt des nitrates ( $NO_3^-$ ) dans le sol. De nombreuses confusions entre nitrites et nitrates ont été notées.

**Q6c.** En présence de *Frankia*, l'Aulne prélève du diazote atmosphérique (environ 8000 ng dans les tiges et les racines) ainsi que des ions  $NH_4^+$  en quantités similaires (environ 8000 ng également). Le pin se procure la majeure partie de son azote par son mycélium qui prélève du  $NH_4^+$  (environ 20.000 ng) et une faible partie est prélevée à l'Aulne via le pont mycélien (environ 1000 ng). Nous avons eu quelques confusions sur l'origine de l'azote (entre la portion atmosphérique et celle du sol).

**Q7a.** Encore une fois l'analyse était autant notée que l'interprétation. Un candidat peut ainsi gagner des points en analysant correctement les documents. On observe que plus la masse des nodules est importante, plus la surface broutée est importante également. Par ailleurs, il existe une relation négative entre la masse des nodules et la hauteur de la plantule. On peut faire l'hypothèse que les Aulnes possédant des nodules ont davantage d'azote et que ce trait peut être détecté par des organismes phytophages (peut-être que les feuilles ont un goût différent) qui préfèrent les aliments riches en azote, indispensable à leur métabolisme (l'azote est très limitant chez les herbivores). Cela affecterait négativement la croissance de la plantule (ceci est l'interprétation des auteurs de l'article mais tout raisonnement cohérent a été pris en considération). Souvent les graphiques ont été interprétés de façon inversée avec notamment le broutage qui serait responsable de la masse des nodules et les feuilles exerçant un contrôle sur les nodules.

**Q7b.** La droite de régression avec  $R^2=0.41$  montrant une très grande variabilité de masse sèche des nodules a été majoritairement citée.

**Q8a.** On observe que les jeunes feuilles du témoin sans *Frankia* sont moins consommées par les limaces que les mêmes jeunes feuilles prélevées sur un Aulne en symbiose avec *Frankia*. En revanche, la tendance déjà mise en évidence au document 7 s'estompe avec le temps (les feuilles des Aulnes sans *Frankia* sont d'autant plus broutées qu'elles sont âgées alors que les feuilles des Aulnes avec *Frankia* sont d'autant moins broutées qu'elles sont âgées). Pour les feuilles matures, le traitement statistique montre qu'il n'y a plus de différence entre les Aulnes avec et sans *Frankia*. On peut supposer que les feuilles des Aulnes en symbiose avec *Frankia* synthétisent progressivement des métabolites désagréables pour les phytophages qui annulent l'appétence générée par la richesse en azote. Toute hypothèse scientifiquement correcte (pouvant être vérifiée expérimentalement) a été considérée.

**Q8b.** 70% des candidats ont abordé la question. Certains schémas étaient très réussis, en reprenant tous les résultats abordés pendant cette partie du sujet. D'autres au contraire réalisés sans soin et incomplets. Les candidats disposent de feuilles de brouillon qu'il peut être judicieux d'utiliser pour organiser un schéma bilan avant de se lancer sur la copie.

Pour l'Aulne, était attendu : une partie aérienne pollinisée par le vent ; une partie racinaire en symbiose avec bactéries *Frankia* diazotrophes (libération de peptides rendant perméable la paroi des bactéries et favorisant les échanges) et aussi en symbiose avec un mycélium capable de l'approvisionner en  $NH_4^+$ . L'Aulne cède une partie de son azote à d'autres arbres via des ponts mycéliens. Sa richesse en azote lui fait subir une pression de phytophagie élevée pour les jeunes feuilles, mais dont l'effet s'annule avec le temps. Le Pin pouvait être inclus dans le schéma.

## **BIOLOGIE 2 : Une protéine amyloïde impliquée dans la mémorisation**

Ce sujet abordait un thème totalement différent de celui de biologie 1 afin de permettre aux candidats d'exploiter une grande partie de leurs connaissances.

On s'intéresse ici à une protéine nommée Orb2A qui possède un domaine similaire à la protéine prion. On veut savoir si Orb2A peut former des fibrilles.

**Q9a :** Le western blot est une électrophorèse réalisée sur gel de polyacrylamide (ou d'agarose) dont la maille dépend du pourcentage utilisé. Des protéines sont préalablement dénaturées : leur structure 3D est désorganisée par rupture des liaisons hydrogène par des détergents comme le SDS, puis déposées au sein du gel (dans des puits), et soumises à un courant électrique. Le SDS présent dans le tampon charge négativement les protéines. Les protéines dénaturées migrent alors

selon leur masse (poids était accepté, puisqu'il était dénommé ainsi dans le sujet). Le gel est transféré sur une membrane et les bandes seront identifiées par incubation avec des anticorps spécifiques. Près de 13% des candidats ne connaît pas le principe du western blot, confondant cette technique avec la centrifugation, avec la chromatographie de pigments. Dénaturer une protéine ne signifie pas la couper.

**Q9b.** Le sujet nous dit qu'Orb2A a un poids moléculaire de 64kDa. Dans le puit « eau » cela signifie que la protéine Orb2A a seulement été incubée dans de l'eau (donc non dénaturée). On observe deux bandes : une à 64kDa, une au-dessus de 160kDa. Comme le western blot révèle la présence de Orb2A de façon spécifique, on a bien à 64kDa, la protéine Orb2A. Comme  $64 \times 3 = 192\text{kDa}$  on peut penser que la bande supérieure correspond à l'assemblage de 3 monomères Orb2A (et pas une autre protéine inconnue de masse supérieure).

**Q9c.** La phosphatase enlève les groupements phosphate, le beta mercaptoéthanol dissocie les ponts disulfures, le détergent brise les liaisons ioniques, l'urée se lie aux liaisons peptidiques, les sels rompent les ponts salins dans les protéines. Dans le document 9, on observe la persistance de la bande à 192kDa. Aucun de ces traitements n'a permis de dissocier le complexe de trois monomères. L'association du complexe Orb2A n'implique ni des groupements phosphates, ni des ponts disulfures, ni des liaisons faibles, ni des liaisons ioniques (remarque : les fibrilles de protéines Prion scrapie ne peuvent être dissociées non plus).

On analyse la formation des fibrilles Orb2A (ce qui identifie *a posteriori* la bande de poids élevé sur le western blot) en absence ou présence de peptides. Avec des peptides porteurs de domaines amyloïdes, en se basant sur l'absorbance à 405nm (calibré pour refléter le taux de fibrillation), on n'observe presque pas de fibrilles formées (juste des amas de protéines) car l'absorbance est proche de 0,01, alors qu'avec des peptides mutés des fibrilles le nombre de fibrilles est triplé en 72h.

**Q10a.** Le peptide muté sert ainsi de témoin négatif car il ne se fixe pas au domaine amyloïde de Orb2A. Des fibrilles se forment et sont visibles au microscope.

**Q10b.** Le texte dit « La protéine Orb2A possède un domaine amyloïde, connu chez d'autres protéines pour être le site d'association entre protéines, ce qui produit des fibrilles amyloïdes. » Orb2A forme des fibrilles seules ou en présence de peptides mutés. La mauvaise interprétation du document B (absence également de fibrilles) a parfois conduit les candidats à considérer que les peptides amyloïdes n'avaient aucun effet sur la formation des fibrilles. Les peptides amyloïdes bloquent la formation de fibrilles par compétition ce qui indique que la formation de fibrilles se fait bien par le domaine amyloïde. Donc Orb2A est une protéine amyloïde. De nombreux candidats n'ont pas compris l'expérience et en ont déduit que Orb2A n'était pas une protéine amyloïde

**Q11a.** Un schéma de neurone était attendu et il était précisé de donner la fonction assurée par les éléments importants de la cellule ainsi que des protéines responsables de la spécialisation cellulaire. Le schéma devait comporter des dendrites recevant des informations via des synapses, un corps cellulaire avec (au moins) son noyau, un axone dont la membrane porte des canaux ioniques pour la transmission saltatoire et sans perte du potentiel d'action (PA), l'axone se terminant par un arbre synaptique avec des canaux calciques et la libération de neurotransmetteur par arrivée des PA. La gaine de myéline n'était pas exigée. 12% des candidats n'ont obtenu aucun point à cette question, très peu de candidats ont réalisé un schéma comportant au moins 4 de ces éléments attendus, oubliant une partie de la question. Nous avons eu de nombreux neurones très fantaisistes.

**Q11b.** En A, la protéine fluorescente Orb2A est visible sous forme de points sur le corps cellulaire : on peut supposer qu'il s'agit de synapses (puisque le texte dit : « les synapses qui arrivent sur ce neurone sont toutes situées sur le corps cellulaire ») ; en B :  $\Delta 8$  Orb2 est visible dans tout le corps cellulaire, donc les 8 premiers AA sont une séquence d'adressage (et pas seulement servant à fixer une synapse); en C ; le marquage est sur tout le corps cellulaire à l'exception du noyau : le 5<sup>ème</sup> AA est indispensable pour une localisation dans les synapses, mais les autres suffisent pour éviter une localisation nucléaire. Il y a eu des confusions entre Orb2A et les neurotransmetteurs.

**Q12a.** La notion de témoin a été fréquemment trouvée mais l'utilité d'avoir un témoin n'a pas été suffisamment expliquée ou de façon floue. La transgénèse en elle-même peut induire des modifications susceptibles d'altérer le comportement. Les drosophiles sauvages ne sont alors pas un bon témoin.

**Q12b.** Les drosophiles avec l'AA n°5 muté apprennent mais ne retiennent pas au-delà de 48h, ce qui pourrait s'expliquer parce qu'Orb2 n'est pas dans les synapses. Le lien entre le comportement et les modifications cellulaires n'est pas fréquemment abordé.

## **Partie 2 Le contrôle de la traduction de Tequila par Orb2A**

L'ARNm mature codant la protéine Tequila s'associe à diverses protéines qui vont être identifiées. L'ARNm est récupéré et les protéines associées sont identifiées par western blot. De nombreuses confusions ont été faites entre ARN, produit de la traduction, protéines associées.

**Q13a.** Hrp36 se lie à tous les ARNm, c'est donc un témoin de charge = même quantité de protéines totales se fixant aux ARNm déposées dans chaque piste (et pas seulement que l'expérience a marché).

**Q13b.** *A contrario*, l'ARNm d'actine va servir de témoin négatif : il s'associe à Hrp36 mais pas à Orb2A.

**Q13c.** Orb2A se fixe sur les ARNm de Tequila puisqu'on a bien les deux bandes à 64kDa et au-dessus de 107kDa (dimère ?) ; si l'ARNm est muté ponctuellement (M2P) cela réduit la fixation d'Orb2A, en particulier sous forme multimérique. On peut supposer que Orb2A se fixe sur Tequila par la séquence M2 principalement à l'état de monomère.

A partir de ces questions, environ la moitié des candidats a abordé la fin du sujet.

**Q13d.** L'activité luciférase donne l'intensité de la traduction des ARNm (en peu comme un gène rapporteur) ; la présence de la mutation (séquence M2P) augmente (x3) la traduction par rapport à WT. Or ce sont les séquences qui réduisent la fixation d'Orb2A donc on peut supposer que Orb2A est un inhibiteur de traduction ou un signal de destruction des ARN par fixation sur ces ARN.

**Q14.** Le traitement qui dissocie les multimères modifie peut-être la protéine.

Actine = témoin négatif : les multimères les queues poly A gardent leur longueur (la radioactivité marque le poly A). La définition de la queue polyA n'était pas attendue.

En présence du monomère Orb2A, l'ARNm migre plus loin donc est plus léger par raccourcissement des queues poly A à la différence de l'ARN incubé avec les protéines Orb2A associées.

Donc Orb2A en monomère réduit la durée de vie des ARNm par réduction de la longueur des queues poly A.

## **Partie 3 Le contrôle de la synthèse d'ARNm Orb2A**

**Q15.** L'ARNm1 possède l'exon I (avec codon stop) alors que l'ARNm2 ne l'a pas alors qu'un seul gène code les deux : c'est donc un épissage alternatif/différentiel qui entraîne l'arrêt de la **traduction** de l'ARNm 1.

**Q16a.** Toutes les récompenses sucrées induisent un épissage qu'elles soient nutritives ou non ; le sorbitol non sucré n'induit pas d'épissage ; le stimulus est donc le goût sucré (si le stimulus a été trouvé par les candidats ayant traité cette question, les explications sont plus ou moins précises).

**Q16b.** Seules les drosophiles ayant reçu une récompense sucrée ont appris, or chez ces animaux seulement il y a épissage de l'ARNm codant Orb2A, on a donc une corrélation mais pas un lien de cause à effet. La causalité se produit lorsqu'une variable en affecte une autre, tandis que la corrélation implique simplement une relation entre les deux variables.

**Q17a.** Une nourriture sucrée augmente la quantité de dimères d'Orb2A depuis 2h jusqu'à 24h avec un maximum à 4h, cet effet semble ainsi transitoire puisqu'on a peu de dimères à 24h. La quantité de monomère, évaluée par la largeur de la bande marquée, semble augmenter après 1h et rester stable ensuite.

**Q17b.** Orb2A est présente dans les synapses extraites sous forme de synaptosomes, aussi bien dans la membrane que dans le cytosol des synapses, en quantité bien plus faible qu'Orb2A purifiée.

# ÉPREUVE ÉCRITE DE GÉOLOGIE

Le sujet traite des ophiolites, depuis les processus de fusion partielle dans le manteau jusqu'à leur altération en contexte de climat tropical humide.

Le terme "ophiolites" (étymologiquement "pierres serpent") a été créé par Brongniart en 1813 pour désigner une matrice serpentineuse contenant des minéraux variés, souvent associés à des roches volcaniques, des gabbros et des sédiments siliceux. Aujourd'hui, on considère les ophiolites comme des fragments de lithosphère océanique que l'on trouve dans la plupart des grandes chaînes de montagnes. Elles représentent de précieux témoins fossiles de la croûte océanique et du manteau à travers les âges de la Terre, depuis les périodes les plus primitives de son histoire.

## 1. FUSION PARTIELLE

1.1. Le point E (eutectique), point invariant, peut être considéré comme un eutectique ternaire qui marque la composition et la température (1570°C) du premier liquide de fusion partielle de tout mélange des trois phases, grenat, clinopyroxène et olivine. Un eutectique est un mélange de deux ou plusieurs corps qui a une température de fusion plus basse que celle de chacune des corps individuels.

La nature du liquide produit est un basalte. Sa composition est équilibrée en clinopyroxène (47% environ) et grenat (47%), avec très peu d'olivine (6%).

On demande ensuite de réaliser un schéma illustrant un assemblage de minéraux constitutifs d'une lherzolite lorsque la fusion vient de commencer, la proportion de liquide étant inférieure à 5%.

Ainsi, la proportion de péridotite résiduelle est de 95% et le liquide de 5%. La composition de cette péridotite dans le triangle grenat, clinopyroxène, olivine, est dans le prolongement du segment L-E, juste au-dessus du point L. On a donc une proportion dans la péridotite d'environ 68% d'olivine, 9% de clinopyroxène et 23% de grenat. Il s'agit simplement de dessiner des minéraux résiduels avec la proportion indiquée précédemment baignant dans 5% de liquide.

Dans les copies, le terme 'eutectique' est largement reporté. Par contre, la définition de ce terme est soit pauvre, car incomplète, soit parfaitement inexacte avec des expressions impropres sur la notion de phases ou de minéraux, voire contradictoires. Les propriétés thermodynamiques de l'eutectique, telle la variance, ne sont que rarement évoquées. La question sur le trajet suivi par le manteau lors de la fusion a donné lieu à un grand nombre de bonnes réponses. Cependant pour une autre partie non négligeable des copies, les évolutions du solide lors de la fusion sont en général peu maîtrisées et le trait peut partir dans de nombreuses directions, y compris vers l'eutectique.

Un nombre extrêmement limité de candidats savent que la fusion d'une péridotite donne un basalte ou un magma basaltique. Il est souvent donné, au sujet de la nature du liquide, la proportion des phases qui composent l'eutectique. Il s'agit pourtant d'une connaissance de base en géologie qui est indépendante de la maîtrise d'un diagramme de phases. Il en va de même pour les granites qui sont formés à partir de la croûte continentale. Le propre de l'eutectique, c'est la constance dans la composition des liquides produits, quelle que soit la proportion des phases en présence, ce que, là encore, peu de candidats reportent dans leur copie au sujet des caractéristiques de l'eutectique. Des copies indiquent que la composition de l'eutectique est identique à celle du solide de départ L. De nombreux candidats ne se sont pas lancés dans la production d'un schéma de péridotite. On en déduira qu'ils ignorent la composition minéralogique du manteau, même à partir de la proportion des phases donnée dans le diagramme de phase, et sa texture. Le dessin devient donc impossible. En effet, dans les copies sans dessin, on se rend compte que les candidats sont souvent incapables de donner ou le nom de la phase qui disparaît en premier lors de la fusion, ou le nom du résidu, ou encore les deux. Certains schémas montrent des bandes rectangulaires ou des boîtes découpées en trois pour illustrer la proportion des trois phases en présence, une donnée géochimique qui n'a évidemment rien à voir avec la texture d'une roche mantellique. D'autres schémas montrent simplement la proportion respectives de solide et de liquide en présence. On confond géochimie et pétrographie. La fusion d'une péridotite apparaît comme une abstraction géométrique qui n'a pas d'incidence sur l'évolution minéralogique de cette péridotite de départ. Enfin, il est très courant de voir les termes 'roche', 'minéral' ou 'élément' employés les uns pour les autres.

1.2. On doit ici reporter, sur le diagramme ternaire olivine-grenat-clinopyroxène, l'évolution de la composition de la péridotite résiduelle jusqu'à la disparition d'une des trois phases en présence. L'évolution de la composition de la péridotite va d'un point L, composition de départ, jusqu'à un point R, résidu après la disparition du clinopyroxène. Pour pointer la localisation de R, il suffit de tracer la droite partant du point E et passant par le point L, et de prolonger le tracé jusqu'à l'intersection avec le côté olivine-grenat du diagramme triangulaire. Le point R ainsi localisé montre une composition avec 85% d'olivine et 15% de grenat.

Dans le manteau terrestre, la roche obtenue après la fusion d'une lherzolite qui conduit à la disparition de cette phase, est une harzburgite à grenat. Une remarque : si on considère seulement la figure 1, l'orthopyroxène n'est pas présent. On peut alors parler, pour le résidu, de dunite à grenat. Par contre, les termes de lherzolite, pyroxénite ou encore de wehrlite (roches contenant du clinopyroxène) ne sont pas admissibles.

On demande ensuite de réaliser un schéma illustrant le résidu, avec une composition de 85% d'olivine et 15% de grenat. A la place de l'olivine, on peut mettre de l'orthopyroxène pour une péridotite terrestre. Ainsi, l'olivine peut être remplacé par moins de 20% d'orthopyroxène.

Il peut y avoir des dessins de péridotite résiduelle avec 25% environ de liquide lorsque ce dernier est piégé (non séparé du résidu). La proportion entre les minéraux résiduels (75% de la roche) reste la même (85 d'olivine et 15% de grenat).

De nombreux schémas ont été satisfaisants. D'autres confirment et illustrent la non maîtrise d'un processus de fusion. La compréhension du diagramme de phase sur la fusion aurait permis de saisir le comportement des phases dans la péridotite. On écrit même, et ceci à plusieurs reprises, que le grenat est la première phase à disparaître et ceci, même lorsque la droite d'évolution du manteau est correctement tracée sur le diagramme de phase. Cette droite recoupe le joint grenat-olivine, ce qui géométriquement indique la présence de grenat et d'olivine dans le résidu et *a contrario*, l'absence de clinopyroxène dans cette péridotite résiduelle. Le fait que beaucoup de candidats indiquent que c'est le grenat qui disparaît à la place du clinopyroxène illustre la méconnaissance du fonctionnement du diagramme de phase triangulaire mais aussi celle du manteau entrant en fusion. Le terme harzburgite est cité mais ce n'est pas le cas le plus fréquent. Les réponses semblent avoir été données parfois au hasard, ce qui souligne que le mécanisme de la fusion d'une péridotite n'est pas compris. Le grenat est souvent cité comme phase qui disparaît en premier même lorsque le résidu est dit de nature harzburgitique. Qu'est alors devenu le clinopyroxène ? Plusieurs copies signalent encore que la première phase à disparaître c'est l'olivine, ce qui donne des résidus souvent riches en pyroxènes : pyroxénites à olivine, wehrlite.

Le schéma illustre la compréhension ou pas du processus de fusion dans le manteau. Ces schémas sont parfois en contradiction avec ce que le texte décrit. Ainsi un schéma de résidu montre des olivines arrondies dans un large clinopyroxène alors que la réponse précédente a souligné la disparition du clinopyroxène lors de la fusion. En fait, il y a peu d'images qui illustrent la roche en train de fondre ou le résidu après la fusion, et aucun renvoi au processus sélectif de comportement des phases à partir d'un diagramme de phases.

1.3. A partir d'un diagramme Pression-Température montrant le domaine de stabilité des péridotites, on demande d'expliquer les principaux processus, schématisés par les vecteurs 1, 2 et 3, pouvant conduire à la fusion partielle de la péridotite P.

- Vecteur 1 : fusion de la péridotite par augmentation de température (solidus anhydre).
- Vecteur 2 : fusion de la péridotite par diminution de pression et donc échauffement isobare (solidus anhydre).
- Vecteur 3 : fusion de la péridotite par déplacement du solidus de la péridotite suite à un apport de fluides, d'eau, donc par hydratation (solidus hydraté).

On demande ensuite d'associer les sites géotectoniques aux les conditions de fusion retenues d'après les vecteurs 1, 2 et 3.

- Vecteur 1 : (i) zone de collision, avec à la base de la croûte continentale, élévation de la température ; (ii) lithosphère mantellique réchauffée à l'aplomb de points chauds.
- Vecteur 2 : zone de dorsale médio-océanique ou de points chauds, avec décompression adiabatique lors de la remontée du manteau.
- Vecteur 3 : zone de collision avec apport d'eau (hydratation issue de la subduction), dans le manteau supérieur de la plaque surincombante.

C'est sans doute la question qui a eu un des meilleurs taux de réponses correctes. Elle a donné quasiment un point (0,9 exactement) à la plupart des candidats. Certains expliquent les trois processus, un à la suite de l'autre, en mentionnant les sites géotectoniques correspondants, d'autres expliquent d'abord les trois processus et mentionnent ensuite les sites. Toutefois, il arrive que des candidats n'aient pas répondu ou ont mal répondu quant au site géotectonique ou à la signification des flèches. Pour le vecteur 3, on évoque parfois une diminution de température, alors que c'est l'hydratation qui est le seul mécanisme qui peut permettre d'atteindre le solidus hydraté.

1.4. Le taux de fusion partielle est maintenant apprécié à partir d'un calcul.

On a  $C_M$ ,  $C_L$  et  $C_R$ , correspondant aux concentrations respectives d'un élément considéré dans le manteau initial, le liquide issu de la fusion et le manteau résiduel. De plus,  $m_M$ ,  $m_L$  et  $m_R$ , se rapportent aux masses du manteau initial, du liquide issu de la fusion et du manteau résiduel. En considérant que la quantité de matière a été conservée lors de la fusion, on doit exprimer la concentration de cet élément dans le manteau initial non fondu, en fonction de la concentration de cet élément dans le liquide issu de la fusion, de  $D$  et  $f$ . De plus, on donne un taux de fusion :  $f = m_L / m_M$  et un coefficient de partage :  $D = C_R / C_L$ .

$$C_M \cdot m_M = C_L \cdot m_L + C_R \cdot m_R$$

$$C_M \cdot m_M = C_L \cdot m_L + C_R (m_M - m_L) = C_L \cdot m_L + C_R m_M - C_R m_L$$

$$C_M \cdot m_M - C_R m_M = C_L \cdot m_L - C_R m_L$$

$$m_M (C_M - C_R) = m_L (C_L - C_R) \quad f = m_L / m_M$$

$$(C_M - C_R) = m_L / m_M (C_L - C_R) = f (C_L - C_R) \quad D = C_R / C_L \rightarrow C_R = D \cdot C_L$$

$$C_M - D C_L = f (C_L - D C_L)$$

$$C_M = f (C_L - D C_L) + D C_L = f C_L - f D C_L + D C_L$$

$$\text{Ainsi, } C_M = C_L (f - fD + D) = C_L [D (1 - f) + f]$$

Enfin, on doit exprimer la valeur de  $f$  pour un faible coefficient de partage inférieur à 0,1.

Pour un faible coefficient de partage,  $D$  est voisin de 0. L'équation précédente devient :  $C_M = C_L f$

La fraction de liquide  $f$  devient approximativement proche du rapport  $C_M / C_L$ .

Peu de copies arrivent à la démonstration, ce qui est quand même surprenant pour des élèves à bagage mathématique non négligeable, habitués à manipuler des équations autrement plus complexes. Quelques copies donnent la bonne réponse formulée de la sorte :  $C_M = C_L f + D C_L (1-f)$ . Mais les candidats ne démontrent pas comment ils y sont arrivés. Ce qui est d'autant plus surprenant, c'est que souvent, ils sont incapables de répondre aux questions suivantes d'une part, sur l'expression de la valeur de  $f$ , et d'autre part sur les paramètres qui influent sur la concentration d'un élément dans un liquide ( $C_L$ ). Alors que pour  $f$ , la réponse est immédiate en prenant  $D = 0$  dans la formule qu'ils ont donnée. Ainsi, certains candidats savent par cœur la formule sans connaître l'importance ou la signification du contenu.

1.5. D'après la relation déterminée à la question précédente, on doit indiquer les principaux facteurs qui influent sur la concentration d'un élément dans un liquide basique issu de la fusion du manteau. L'équation  $C_M = C_L [D (1 - f) + f]$  fait intervenir (i) la concentration de l'élément dans le manteau initial rentrant en fusion  $C_M$ , (ii) le coefficient de partage  $D$ , et (iii) le taux de fusion  $f$ .

La plupart des copies donnent des réponses avec deux facteurs : le coefficient de partage et le taux de fusion. On trouve finalement peu de réponse complète comportant (i) la concentration de l'élément dans le manteau entrant en fusion, (ii) le taux de fusion et (iii) le coefficient de partage de l'élément en question. Parfois des copies indiquent, comme facteurs ayant un rôle sur la concentration d'un élément, la température et la pression (rôle sur  $f$ ). Ce qui est une fois de plus étonnant, c'est que des copies qui ont donné la bonne formule à la question précédente, et ceci en la démontrant, n'indiquent pas toujours les facteurs, c'est-à-dire les paramètres reportés dans cette formule, qui influent sur la composition du liquide issu de la fusion.

1.6. Il faut estimer le taux de fusion partielle responsable de la formation d'un basalte de ride médio-océanique, à partir de la péridotite riche en  $TiO_2$ . D'après le tableau de la composition en masse d'oxydes et le graphique avec la position des deux péridotites et du basalte, la péridotite 1 (M, péridotite mantellique) étant plus riche en titane, on peut considérer que c'est la péridotite initiale qui entre en fusion pour donner d'une part, un basalte B (cercle noir) riche en Ti et Al, éléments les plus incompatibles, et d'autre part, un résidu R (péridotite 2). Les points R, M et B sont alignés. Si B est

issu de la fusion de M, on peut approcher le taux de fusion par le rapport RM/RB, proche de 20 % environ.

Une bonne partie des candidats ne sont pas arrivés à calculer d'une façon ou d'une autre le taux de fusion. La bonne réponse n'a pas été aussi systématique qu'on pouvait l'espérer. En effet, de nombreuses copies n'ont pas utilisé le graphique de la figure 4. Certaines copies ont repris l'expression de  $f$  simplifiée ( $f = C_M/C_L$ ), considérant alors, pour le titane, un coefficient de partage proche de 0. D'autres candidats sont partis des coordonnées du manteau de départ et du basalte pour calculer le taux de fusion ; d'autres encore ont calculé la pente de la droite pour donner un taux de fusion.

1.7. On doit préciser la spécificité des éléments qui entrent soit dans la phase liquide, soit dans le résidu solide. Les éléments incompatibles (Ti, Al, Ca, Na, K, Fe, Si) ont une affinité pour la phase liquide et entrent dans le basalte lors de la fusion du manteau. Les éléments compatibles (Mg) ont une affinité pour la phase solide et restent dans le résidu lors de la fusion.

Question particulièrement simple et à la portée de tous. Les candidats connaissent maintenant assez bien la définition des éléments incompatibles et compatibles, même si à l'arrivée, il y a des erreurs soit en inversant la définition (on donne aux éléments incompatibles la spécificité des éléments compatibles), soit en sélectionnant les éléments dans le basalte qui se rapportent à l'une ou l'autre des deux catégories. Des copies n'ont donné que quelques éléments sur l'ensemble des éléments présents dans le tableau 1. Des questions se sont posées sur la compatibilité de FeO et de SiO<sub>2</sub>. Les éléments ne sont pas toujours compatibles ou incompatibles : ils peuvent être compétents ou pas ! Enfin, quelques candidats, adeptes de la parité, mélangent allégrement les éléments et obtiennent deux listes comportant un nombre à peu près équivalent d'éléments.

## 2. LES OPHIOLITES D'OMAN : CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le sultanat d'Oman est géologiquement connu pour la qualité des affleurements de cortèges ophiolitiques, témoins d'une lithosphère océanique obductée sur une croûte continentale.

Deux suites ophiolitiques ont été reconnues, notamment dans le massif de Seeb situé à environ une trentaine de km à l'ouest de Mascate. On peut distinguer (i) une suite ophiolitique initiale 1, comportant une séquence de cumulats bien rubanée et riche en plagioclases, et (ii) une suite ophiolitique 2, avec une séquence de cumulats, massive et riche en pyroxènes, qui est intrusive dans la précédente.

2.1. Afin de connaître le contexte géologique, dans un premier temps, on s'intéresse à une succession d'affleurements et au détail de certaines roches.

- L'affleurement (Figure 5a) présente des roches massives, dures, fracturées, avec des couleurs différentes de part et d'autre d'un plan de contact, légèrement incliné vers la droite et passant au pied du palmier. L'intrusion de wehrlite (ultramafite) à la base est plus sombre que les gabbros surincombants, en accord avec la proportion de leurs minéraux constitutifs, plus ou moins mélanocrates (plagioclases à altération blanche *versus* olivines et pyroxènes).
- Le détail de l'affleurement (Figure 5b) montre une rupture de pente au niveau du contact magmatique entre les gabbros encaissants et les ultramafites à la base. Les variations de topographie pourraient être en relation avec la résistance différentielle des roches à l'altération. En effet, les roches de l'intrusion (ultramafites) sont moins résistantes à l'altération que les gabbros leucocrates formant un front de taille sub-vertical au-dessus des ultramafites. La flèche sur la figure indique l'emplacement d'une enclave de gabbro (E), qui apparaît allongée dans la matrice wehrlitique, à proximité du contact.

La réponse, normalement fort simple à livrer, a été plus que décevante. Au mieux, les candidats se sont contentés de répéter ce qui était inscrit dans la légende des figures, sans apporter un commentaire supplémentaire ; et c'est le cas pour la majorité des copies. Quelques copies font état, en plus, de la couleur respective des deux ensembles, de leur aspect en liaison avec l'érosion, de la présence plus ou moins importante de diaclases ou de failles, ou encore, et ceci plus rarement, parfois du contact que les candidats devinent, légèrement penté, entre ces deux ensembles. Le plus souvent des conditions théoriques de mise en place sont évoquées suite au report du figuré des légendes. On est très loin d'un regard objectif sur la description d'un affleurement.

- La roche (Figure 5c) comporte des pyroxènes et des plagioclases de taille variable. Les pyroxènes sont entourés d'une couronne plus sombre d'amphiboles vertes (hornblende), en proportion beaucoup plus faible que les deux autres minéraux. Pyroxène et plagioclase sont en proportion équivalente. Il s'agit donc d'un gabbro. L'hétérogénéité dans la taille des minéraux résulte de la cristallisation magmatique. Il semble que la roche était initialement rubanée, avec un rubanement marqué par la variation de la proportion et de la taille des minéraux. Ces deux caractéristiques d'origine magmatique (variation de la taille des minéraux et rubanement) n'ont pas été occultées par la tectonique ultérieure. En effet, le gabbro a été déformé de façon plastique comme l'indiquent les blastes de pyroxène qui ont tourné au sein des plagioclases, avec des ombres de pression qui pourraient indiquer un cisaillement simple dextre. Autour des blastes, et dans les plans de cisaillement, les hornblendes sont concentrées. La déformation pourrait être accompagnée d'un métamorphisme avec hydratation de la roche qui serait responsable de la cristallisation d'amphiboles.

- Les roches de l'affleurement (Figure 5d) montrent une patine homogène, sombre, au sein de laquelle aucun minéral n'est discernable. Le pointillé blanc souligne une succession d'amas empilés les uns sur les autres. Cela correspond à une émission de lave en milieu aquatique. La lave émise à haute température (de l'ordre de 1000 à 1200 °C) subit en surface une trempe thermique extrêmement brutale. La morphologie est variée et s'apparente à celle de laves en coussin (pillow lavas). L'ensemble de l'affleurement comporte différents types morphologiques (aspect bulbeux subsphérique, tubulaire plus ou moins étiré et aplati). La structure interne au niveau d'un coussin est compacte et parcourue par toute une série de petites fractures se recoupant. Les coussins, de couleur dominante brune, sont entourés sur quelques centimètres par une matrice de couleur verte d'aspect bréchiq. Il s'agit de fragments issus de l'émiettement et de l'exfoliation de la croûte des coussins lors de leur mise en place. Ainsi, l'affleurement correspond à une coulée de basalte en coussins.

Les descriptions sont en général plus conséquentes pour les roches que pour l'affleurement. Pour la roche 5c, de nombreuses copies décrivent des alternances de bandes claires à sombres sans évoquer un rubanement magmatique ou l'effet d'une déformation. Les copies ont signalé plus volontiers la présence d'une linéation plutôt que d'une foliation. La linéation serait soulignée par les amphiboles qui agissent comme marqueur de la déformation, voire d'une schistosité. Ceci a conduit plusieurs candidats à qualifier le gabbro, de gneiss ou encore d'amphibolite. Et comme les amphiboles sont situées en couronne autour des pyroxènes, plusieurs candidats ont même précisé que la roche 5c était un gneiss ocellé. De très rares copies ont noté la rotation du clinopyroxène et la présence d'un cisaillement simple. En ce qui concerne la roche 5d, le basalte, les descriptions et la reconnaissance de la nature de la roche ont été très laborieuses et/ou très fantaisistes. La plupart des copies n'ont pas reconnu la morphologie des laves en coussin malgré le contour des coussins souligné en blanc. Un nombre limité de copies constate cependant que la roche est sombre sans minéral apparent, et devine une texture microlithique. Beaucoup de copies indiquent des noms de roche fantaisiste, comme granite ou gabbro, sans donner les éléments qui pourraient justifier leur réponse. Beaucoup de copies voient encore des inclusions dans l'affleurement de basalte sans indiquer les rapports entre ces inclusions et le basalte en question. Enfin des copies indiquent le nom de basalte parce qu'il s'agit de laves ophiolitiques, toujours sans énoncer un critère de reconnaissance en faveur d'un tel choix.

2.2. En complément de l'analyse des données précédentes, on s'intéresse maintenant à une approche cartographique via la réalisation d'un schéma structural.

A partir de l'extrait de la carte géologique, le schéma structural doit faciliter la compréhension des éléments tectoniques figurés sur la carte en faisant ressortir les principales structures (failles, chevauchements, axes de plis, ...) au sein des différentes unités structurales et lithostratigraphiques (magmatiques, sédimentaires, ...). Le résultat n'est pas une carte géologique simplifiée, mais une synthèse des éléments cités précédemment, permettant d'aboutir à une reconstitution de l'histoire géologique du secteur de Seeb.

Différents types de contact peuvent être mis en évidence entre l'ophiolite 1 et l'ophiolite 2 : des contacts tectoniques et des contacts magmatiques.

- Contacts magmatiques : (i) entre le manteau et l'intrusion d'ultramafites (UM, ophiolite 2), visible à l'ouest et à l'est de la carte ; (ii) entre les intrusions ultramafiques de l'ophiolite 2 et les gabbros rubanés riches en plagioclase de l'ophiolite 1, dans la partie orientale de la carte. Ces contacts sont

visibles au sein de blocs limités par des failles NW-SE ; (iii) au sein des cumulats gabbroïques de l'ophiolite 1, à un niveau plus élevé de la pile ophiolitique 1, visible à l'est de la carte, il existe une série de petites intrusions circonscrites probablement rattachées à l'intrusion majeure d'ultramafites (ophiolite 2) située à l'interface manteau-cumulats de l'ophiolite 1 ; (iv) entourant les enclaves de péridotites et de gabbros 1 dans les UM.

- Contacts tectoniques : les contacts tectoniques sont marqués par des failles WNW-ESE, NW-SE à N-S et NNE-SSE (voir plus loin) au sein des ophiolites 1 et 2. Les failles affectent l'ensemble des suites ophiolitiques sauf les formations sédimentaires les plus récentes. Le contact à l'interface entre le manteau 1 et les cumulats gabbroïques rubanés de l'ophiolite 1, bien visible au centre de la carte, est tectonique. Une remarque : l'orientation du contact tectonique est certainement proche du contact magmatique originel comme c'est souvent le cas dans les massifs ophiolitiques.

La demande de tracer des contacts au sein de l'ophiolite 1 entre les principales unités, ainsi que le report de flèches indiquant l'épaisseur maximale des deux suites ophiolitiques, a eu pour but d'aider les candidats à reconnaître l'extension respective de chacune des suites ophiolitiques. Ainsi, dans l'ophiolite 1, il faut tracer le contact entre les péridotites du manteau et la séquence de cumulats riches en plagioclases, ainsi que le contact entre cette séquence plutonique et le complexe filonien ou les laves. Le contact entre les péridotites du manteau (TH) et les cumulats gabbroïques (CIG et CpG), bien visible dans la partie centrale de la carte, est tectonique (chevauchement). Le contact entre les gabbros et le complexe filonien et les laves (CF) est un contact magmatique visible dans la partie septentrionale de la carte. Ce contact est souvent masqué dans la partie la plus occidentale par des sédiments postérieurs. On doit souligner par une flèche F1, allant des péridotites mantelliques aux laves, l'épaisseur maximale apparente de l'ophiolite 1. C'est dans la partie orientale de la carte que l'on a la succession la plus complète. La flèche F1 démarre dans les harzburgites (TH) et doit se prolonger en oblique vers le NE en intégrant le complexe filonien et les laves (CF). De la même façon, on doit reporter une seconde flèche F2 illustrant l'extension maximale de l'ophiolite 2, depuis son contact basal avec l'ophiolite 1, jusqu'aux laves sommitales, basaltiques à andésitiques. C'est dans la partie occidentale de la carte que l'on a la succession la plus continue. La flèche commence dans les cumulats ultramafiques, suit un trajet à peu près parallèle à la flèche F1, et se termine sur le bord du cadre de la carte.

Le schéma structural a été exceptionnellement reporté sur le figuré transparent mis à disposition. En effet, le schéma a été souvent tracé dans l'encadré laissé en blanc, normalement prévu pour la légende. Sans doute fallait-il que ceci soit plus explicite dans la question. Cela n'a évidemment pas facilité l'examen du schéma structural notamment pour rechercher des ensembles bien circonscrits comme la position de l'enclave, et les limites demandées entre les différentes unités. Les distorsions sont très nombreuses par rapport à la carte géologique initiale : on aboutit parfois à des œuvres d'art fort colorées n'ayant qu'un lointain rapport avec la carte géologique initiale. Le schéma structural manque souvent de légende, ou la légende est très fruste et non entièrement explicitée et le correcteur doit deviner la signification des contacts ou des espaces esquissés. Une des raisons, c'est que le schéma structural a pris la place de l'espace laissé en blanc. On aurait pu espérer trouver une légende même fruste dans le texte mais ce fut exceptionnellement le cas. Enfin les commentaires justificatifs de la carte sont le plus souvent totalement absents. Là encore, le correcteur est censé tout comprendre à partir de la représentation du schéma structural, légendé ou pas. Signalons encore, qu'il existe un certain nombre de copies sans l'esquisse d'un schéma structural. Quelques copies reportent une coupe géologique dans l'encadré blanc.

Dans l'ensemble, de nombreux candidats ont cherché à illustrer les deux suites ophiolitiques indiquées dans la légende de la figure, sans toutefois reprendre le terme 'suite'. Ils ont plutôt parlé d'ophiolites 1 et 2. La plupart ont bien synthétisé ces deux suites avec le report de deux enveloppes distinctes. La recherche de l'extension maximale de chacune des suites ophiolitiques a dû certainement les aider pour localiser ces deux suites ophiolitiques. Le positionnement des flèches indiquant l'extension des deux ophiolites, a permis d'attribuer un maximum de points aux candidats. La partie ultramafique des ophiolites 2 a été assez largement signalée. Par contre, plusieurs copies ont omis de placer les gabbros surincombants dans la suite ophiolitique 2, qu'ils ont donc rattachés à l'ophiolite 1. C'est la partie orientale de la carte qui a souvent été la plus négligée pour représenter les témoins de l'ophiolite 2, avec ses apophyses intrusives montant assez haut dans la suite ophiolitique 1. Des copies ne placent pas toujours le manteau dans la suite ophiolitique 1, qui débute donc, dans le cas présent aux gabbros rubanés. Les laves et le complexe filonien de la suite ophiolitique 1 sont aussi souvent omis. On cherche par ailleurs souvent vainement le contact entre

les cumulats et les laves de l'ophiolite 1. Une petite portion du contact est parfois indiquée, mais rarement sont développés vers l'ouest. Le contact chevauchant entre les péridotites et les cumulats a toujours été représenté avec une extension plus ou moins importante, sans forcément dégager les chevauchements impliquants chacune des deux ophiolites. Ce contact avec triangles n'a pas toujours été identifié comme un chevauchement (faille inverse). Il n'en est quasiment jamais question dans la suite des réponses. Dans les deux suites ophiolitiques, les différents membres des ophiolites ont parfois été largement indiqués, ce qui a conduit le schéma structural à se rapprocher de plus en plus de la carte géologique initiale, et ceci en moins bien.

En raison de la faiblesse des légendes, on ignore parfois la nature des contacts reportés, s'il s'agit d'une faille ou d'un autre type de contact, dont la nature est rarement précisée. La distinction entre un contact par faille ou en raison d'une intrusion entre les ophiolites 1 et 2 n'a quasiment jamais été reportée. Les mots 'magmatique' ou 'intrusion' sont absents des légendes ou des figurés entourant les ophiolites. Qu'il existe des failles bordant certains fragments ophiolitiques est visible sur la plupart des schémas structuraux même si cela n'est pas toujours correctement précisé. La reconnaissance et la désignation d'un deuxième type de contact (en l'occurrence magmatique) ont conduit à de nombreuses dénominations pas toujours bien identifiées. Un certain nombre de copies indiquent la présence de discordance entre les ophiolites. Une copie l'annonce ainsi clairement : "il y a deux types de contact, les failles et les discordances" ; les preuves à l'appui sont matérialisées par l'indication et le report de points triples sur le schéma structural. Le raisonnement qui apparaît avec le terme discordance est renforcé par l'usage du terme 'couche'. Il est proposé, à plusieurs reprises, que les gabbros de l'ophiolite 2 sont venus recouvrir, comme des sédiments, l'ophiolite 1. Et des points triples ou encore des biseaux de transgression, ont été encadrés sur les schémas structuraux pour démontrer l'existence de ces discordances, alors qu'il s'agit, le plus souvent, d'intersections de failles. On se demande, compte tenu de la présence du terme 'discordance' et de l'absence du terme 'contact magmatique' dans quasi toutes les copies si les candidats ont entendu parler d'intrusions magmatiques et comment cela pouvait se représenter sur une carte. Dans une grande sagesse, il est indiqué sur une copie : "il y a des contacts tectoniques (failles) entre les ophiolites 1 et 2, et des contacts non tectoniques". Une autre copie indique qu'il existe des contacts 'directs' ; une autre, des contacts 'habituels'. Tous les qualificatifs usités n'ont pas été reportés ! Mais ce que l'on peut dire c'est qu'ils ne correspondent à aucune structure géologique connue. Ce constat au sujet des relations géométriques entre les ophiolites 1 et 2 explique aussi que la nature des contacts entourant l'enclave de gabbros, au demeurant souvent reconnue comme telle, a été rarement déterminée. En fait, peu de candidats font la différence entre les enclaves et les apophyses intrusives. Ce n'est qu'une question de proportion entre l'encaissant et l'intrusion. Quand l'intrusion prédomine, l'encaissant ne subsiste qu'en enclave ; quand l'intrusion est minoritaire en volume, on rencontre des apophyses ou filons dans l'encaissant. Les candidats se sont interrogés au sujet des enclaves puisqu'une question en faisait état et ont cherché à les retrouver. Mais de nombreux candidats n'ont pas parlé ou reporté la présence d'intrusions et d'apophyses intrusives dans la partie orientale de la carte. D'autres copies signalent un métamorphisme de contact au niveau des contacts dont la nature magmatique n'est pas précisée. Le métamorphisme est considéré par certains comme pouvant intervenir le long des failles. Une copie donne un modèle de mise en place des ophiolites au niveau de la ride, en plaçant les ophiolites 1, comme produit de la ride et les ophiolites 2, comme produit 'off-axis', ce qui n'est pas faux, mais hors-sujet.

2.3. Les enclaves de l'ophiolite 1 (essentiellement des gabbros) sont signalées dans la légende de la carte par un figuré : les cumulats ultramafiques surchargés de points rouges comportent des enclaves. En suivant ce figuré sur la carte, on constate que : (i) les enclaves sont surtout situées à proximité des cumulats rubanés de la suite ophiolitique 1. C'est bien visible dans la partie ouest de la carte (intrusion F2) où les enclaves sont abondantes, mais aussi dans la partie est, au sein des lames intrusives (ophiolites 2) ; (ii) dans la partie orientale de la carte, les lames d'ultramafites sont situées à l'interface manteau-cumulats rubanés de la suite ophiolitique 1 ; ceci indique que l'injection des magmas qui ont donné la suite ophiolitique 2 a eu lieu principalement entre le contact manteau-cumulats de l'ophiolite 1.

La distribution des ultramafites (ophiolite 2) avec leurs enclaves peut s'expliquer par l'injection préférentielle de magma dans des zones relativement fragiles de la suite ophiolitique 1, comme à l'interface manteau-gabbros de l'ophiolite 1 qui correspond à la juxtaposition de deux ensembles de nature pétrographique et d'origine génétique très différentes. Les magmas parents des intrusions

ophiolitiques 2 se sont injectés dans cette zone de faiblesse, pour s'élever ensuite vers la surface au sein de la pile gabbroïque de l'ophiolite 1. Des blocs de l'encaissant ont été ainsi progressivement isolés pour former des enclaves de taille variable, les plus grosses à proximité de l'interface manteau-gabbro de l'ophiolite. Dans la partie est de la carte, on constate que la taille des massifs intrusifs rattachés à la suite ophiolitique 2 diminue vers le haut. Cette disposition est en accord avec l'injection préférentielle des magmas parents de la suite ophiolitique 2 et leur piégeage, dans le manteau et à l'interface manteau-cumulat.

Dans la partie occidentale de la carte, une enclave de grande taille (3 km sur 3 environ) est entourée par différentes roches plutoniques issues des magmas parents de la suite ophiolitique 2. Les contacts entre l'enclave (ophiolite 1) et les ultramafites et gabbros (ophiolite 2) sont magmatiques ou tectoniques, la reprise tectonique étant postérieure au magmatisme.

Un certain nombre de copies n'ont pas reporté la lettre X. Plusieurs copies ont reporté plusieurs lettres X dans la zone des cumulats ultramafiques qui étaient indiqués contenir des enclaves. Il ne s'agit pas d'une masse importante de cumulats 1, et les enclaves ne sont pas identifiées cartographiquement. Des copies ont sélectionné une 'enclave gabbroïque' bordée de failles, juste à l'est de l'enclave X, donc dépourvue de contacts magmatiques. D'autres copies ont entouré des fenêtres du manteau harzburgitique au sein des ultramafites intrusives. La justification sur la localisation des enclaves a conduit à émettre beaucoup de lapalissades ou des commentaires peu précis, voire obscurs qui est assez manifeste de l'ignorance des candidats quant aux intrusions magmatiques. L'imagination quant à la localisation préférentielle des enclaves n'a pas été très fertile. Ainsi, il est écrit : "pour qu'il y ait des enclaves de gabbros, il faut du gabbro". Une autre copie résume : "localisation des enclaves : là où il y a des enclaves". Très précisément, il est dit : "les enclaves sont situées à proximité des ophiolites 1 et 2" ; ou encore "à proximité de failles" sans plus de précision ; tout cela n'est pas faux mais très largement imprécis. Il faut aussi savoir que « les enclaves peuvent se trouver coincées dans les failles et subir ensuite un métamorphisme » ! Là encore, il a fallu attendre la lecture de nombreuses copies pour qu'une réponse correcte ait été donnée. On indique aussi que dans la partie est de la carte, les gabbros de l'ophiolite 2 sont inclus dans ceux de l'ophiolite 1. Manifestement, il y a confusion entre inclusion (enclave) et injection de magma (apophyses magmatiques, filons, etc.) ! Ces confusions sont notables dans nombre de copies.

2.4. En complément du schéma structural, on doit déterminer l'orientation, la nature et la chronologie des grands systèmes de failles recoupant les ophiolites. A partir de l'extrait de la carte géologique, on peut reconnaître deux grands systèmes de failles.

- (1) Système de failles inverses WNW-ESE (tournant par endroit à NNE-SSW). Le contact est systématiquement souligné par un figuré triangulaire le long du tracé : ce sont des chevauchements (triangles disposés du côté des terrains allochtones) à pendage Nord (vergence Sud). L'orientation majeure est WNW-ESE. Toutefois, localement, l'orientation est NNE-SSW, bien visible en deux points de la carte : à peu près au centre et à l'extrême est. Dans cette zone, la faille inverse passe, de façon continue, de NNE-SSW à WNW-ESE en suivant à peu près les courbes de niveau. Cette disposition est conforme à celle d'un chevauchement à faible pendage. Ces failles sont présentes au contact des péridotites du manteau avec les gabbros de l'ophiolite 1, et aussi entre les ultramafites de l'intrusion 2 et le manteau (secteur est). Ces failles sont les plus anciennes car elles sont systématiquement recoupées par les failles rattachées au second système (voir plus loin). Ces dernières auraient modifié localement le pendage des plans remarquables dans les ophiolites (rubanement, foliation) qui devient parfois assez élevé à leur proximité immédiate
- (2) Système de failles sub-verticales normales à décrochantes. Le tracé de ces failles est totalement indépendant des courbes de niveau et affecte l'ensemble des terrains. Il s'agit de failles fortement pentées qui affectent le système de failles chevauchantes. Toutefois, leur jeu est difficile à déterminer.

On peut reconnaître deux groupes de failles selon leur direction et le jeu de ces failles : (i) des failles NW-SE (à presque N-S). Ce sont sans doute des failles normales (voir compartiment "trapézoïdal" dans la partie ouest de la carte). On peut aussi noter une composante décrochante, bien visible à droite de la carte, notamment entre les harzburgites (TH) et les gabbros rubanés (CIG) des ophiolites 1 ; le décrochement y est alors dextre ; (ii) des failles NE-SW. La composante décrochante de ces failles est bien visible au centre de la carte : une faille décale le contact chevauchant entre les

harzburgites (TH) et les gabbros rubanés (CIG) de la suite ophiolitique 1. Le décrochement y est senestre.

Les failles (i) et (ii) peuvent être considérées comme indépendantes et formées successivement bien que la chronologie relative soit souvent délicate à définir. On peut alors aussi considérer que les failles (i) et (ii) sont conjuguées et sub-contemporaines.

Ainsi en termes de chronologie d'ensemble, on aurait la mise en place : (i) de chevauchements, responsables de la structuration majeure du massif avec des décollements qui affectent surtout les péridotites et la base des gabbros rubanés, mais aussi les intrusions tardives de l'ophiolite 2 ; (ii) de failles normales à décrochantes qui jouent un rôle mineur dans l'organisation interne des massifs ophiolitiques mais qui modifient localement le pendage des plans lithologiques et structuraux précédents.

On demande ensuite de dessiner le système de contraintes compatible avec ces failles.

Remarque : les deux systèmes de failles (1) et (2) correspondent probablement à deux systèmes de contrainte différents. Ici, pour simplifier, on ne considère qu'un seul système (on demande de dessiner "le" système et pas "les" systèmes). On peut se placer dans un système de faille inverse (failles chevauchantes 1) avec une contrainte maximale  $\sigma_1$  proche de N-S à NNE-SSW. On peut aussi considérer chacune des familles de failles (1) et/ou le système de failles conjuguées formées par ces failles (1) et (2), ce qui permet de retenir une orientation de  $\sigma_1$  proche de NE-SW. En passant d'un système compressif à un système en décrochement, il faut alors inverser la position des contraintes  $\sigma_2$  et  $\sigma_3$ ,  $\sigma_1$  restant globalement orienté vers le NE à N-S.

Le schéma structural et les questions associées au point 2 appellent quelques commentaires. Les termes constitutifs de l'ophiolite 1 (manteau, cumulats rubanés, complexe filonien et laves) forment une ceinture ophiolitique allongée d'orientation WNW-ESE, interrompue vers l'ouest par une intrusion majeure, rattachée à une suite ophiolitique 2, postérieure à la suite ophiolitique 1. Les ramifications de l'intrusion 2, riches en cumulats ultramafiques, s'étendent vers l'est à l'interface manteau-gabbros de l'ophiolite 1, en piégeant des enclaves de l'ophiolite 1. Les roches plutoniques de la suite ophiolitique 2 présentent des cumulats très différenciés depuis les ultramafites jusqu'à des gabbros, diorites et termes acides, distincts de ceux de l'ophiolite 1. Dans la partie orientale de la carte, on peut définir la présence d'une seconde intrusion, reliée aux ophiolites 2, de moins grande ampleur par rapport à celle de l'ouest, qui se caractérise par des apophyses intrusives dans les gabbros supérieurs et le complexe filonien (CF) de l'ophiolite 1. On reconnaît dans ce secteur oriental, le même dispositif structural qu'à l'ouest, avec l'injection massive d'ultramafites à l'interface manteau-gabbros de l'ophiolite 1. L'orientation de la ride médio-océanique à l'origine de l'ophiolite 1, peut être supposée subparallèle à l'orientation de la ceinture ophiolitique, soit WNW-ESE ; les zones transverses ENE-WSW pourraient représenter l'esquisse de zones dites transformantes au sein desquels un magmatisme particulier aurait été mis en place (ophiolite 2). Les contacts chevauchants qui affectent les deux suites ophiolitiques, suivent la direction de la ceinture ophiolitique 1. L'organisation des ophiolites 1 et 2 est perturbée par le jeu des failles postérieures au chevauchement, fortement inclinées à sub-verticales avec des composantes normales à décrochantes : en résumé, et dans l'ordre (i) failles NW-SE à N-S à jeu localement dextre, (ii) failles NE-SW à jeu senestre. Ces deux jeux de failles peuvent former un jeu conjugué avec une contrainte maximale proche de N-S, de direction plus méridienne, que celle responsable du chevauchement orienté au NE.

Dans cette question, on pouvait s'attendre à des difficultés qu'auraient pu rencontrer les candidats sur le jeu de certaines failles, sur leur chronologie, mais pas sur leur présence elle-même, ou sur leur orientation. On note tout d'abord, l'extrême rareté des réponses. C'est souvent un grand silence même lorsque sur le schéma structural, il est reporté des failles avec un figuré de triangles qui sont recoupées par d'autres failles plus ou moins méridiennes, sans plus de précision. Quand des réponses ont été données, elles sont largement incomplètes. L'existence de plusieurs familles de failles a rarement été signalée ; la direction des contraintes principales ou d'un jeu de contraintes, a été encore plus rarement proposée. Plusieurs candidats ont indiqué la présence de chevauchements et de failles normales ou décrochantes sur leur schéma structural, mais ensuite, ces failles, ainsi que leurs caractéristiques, ne sont plus mentionnées. A la lecture de nombreuses copies, il apparaît que plusieurs candidats ignorent la signification des triangles placés sur des failles puisqu'à leur sujet, on lit parfois qu'il s'agit de failles normales. De même quand le terme chevauchement apparaît dans le texte, il ne s'agit pas toujours pour le rédacteur de failles inverses. On peut lire pour la nature de ces chevauchements : failles décrochantes ou normales ! Ceci peut

expliquer pourquoi il a été difficile de trouver une orientation de contrainte principale qui soit subméridienne à NNE-SSW. Au mieux, il est signalé d'une part des failles proches d'une orientation E-W, mais pas toujours reconnues comme chevauchement ou failles inverses, et d'autre part des failles oscillant autour d'une direction méridienne, soit normales, soit décrochantes. Les candidats favorisent la reconnaissance de failles décrochantes ou normales pour la plupart des failles orientées de NW-SE à NE-SW bien que leur direction soit rarement signalée. Rares sont les copies qui identifient trois systèmes de failles. Dans quelques copies, on souligne la présence d'un système de failles conjuguées pour expliquer les failles variant en direction de NW-SE à NE-SW. Quelques rares copies indiquent la présence de contraintes N-S à NE-SW. Leur report sur le schéma structural est exceptionnel.

### 3. CRISTALLISATION FRACTIONNEE ET SEQUENCES CUMULATIVES DE L'OMAN

Cette partie du sujet est très révélatrice des lacunes existant en pétrographie/pétrologie de base. On constate que (i) les descriptions sont pauvres ou fantaisistes avec des déductions parfois surprenantes ; (ii) les réponses données se contentent parfois de répéter ce qui est écrit dans la légende des figures ou encore d'évoquer des mises en place sans description ou démonstration à partir des documents disponibles ; (iii) les réponses n'utilisent pas toujours les diagrammes de classification donnés en référence ; (iv) les connaissances de base sur les roches au programme ne sont pas assimilées (*i.e.* gabbros, et leur constitution minéralogique). Par ailleurs, il y a (i) des confusions dans la signification et l'usage des termes entre magma, roche, minéraux, cristaux, verre ou encore entre éléments chimiques, basalte ou gabbro ; (ii) des confusions sur les mécanismes de refroidissement, entre ce qui se passe en surface ou en profondeur pour un magma donné (voir la différence entre basalte et gabbro) ; (iii) des ignorances sur le constat élémentaire que les éléments chimiques de la classification périodique des éléments rentrent dans les minéraux qui eux-mêmes s'assemblent pour constituer des roches ; (iv) des méconnaissances sur quelques mots clefs du magmatisme qui renvoient à des processus élémentaires à partir desquels tout raisonnement en pétrologie s'appuie, à savoir : fusion, cristallisation, fractionnement, contamination, et mélange de magmas. Beaucoup de ces notions semblent complètement étrangères à de très nombreux candidats, ou extrêmement confuses. Comment un minéral cristallise dans un magma et quelles sont les incidences quant à l'évolution réciproque du minéral et du magma semblent pour nombre de candidats une pure abstraction, ainsi que les propos au sujet du plagioclase zoné le montrent.

3.1. On doit maintenant analyser des roches représentatives des deux séquences magmatiques rattachées aux ophiolites 1 et 2. La roche 7c présente des cristaux d'olivine inclus dans un très grand clinopyroxène. Ces deux minéraux sont largement prédominants. En se reportant à la nomenclature des péridotites et pyroxénites, une roche avec ces deux minéraux est une wehrlite. Les roches 7b et 7d sont un gabbro à olivine (7b) et un gabbro au sens strict (7d). En effet, ces deux roches présentent des plagioclases et des minéraux mélanocrates en proportion voisine : olivine et clinopyroxène (7b), clinopyroxène seul (7d).

Les descriptions de roches, leur dénomination, se heurtent au fait que des notions comme la distinction entre péridotite, gabbro et basalte ne sont pas connues. On ignore souvent que les péridotites peuvent être issues du manteau et que les gabbros et les laves n'ont pas été mis en place dans les mêmes conditions, en profondeur pour l'un (chambres magmatiques) et en surface pour l'autre (émissions volcaniques). Alors, on comprend que les subtilités dans la description des roches ou leur reconnaissance sont largement omises dans les réponses. Le diagramme triangulaire sur la nomenclature des péridotites est insuffisamment utilisé : le terme wehrlite n'est pas toujours signalé dans les réponses. A défaut d'utiliser le diagramme, on dit que c'est une péridotite ou une pyroxénite. Dans de nombreuses copies, l'association olivine + clinopyroxène + plagioclase d'une des deux roches, a bien été déterminée et déclarée être caractéristique d'un gabbro (correct). La même association clinopyroxène + plagioclase (avec ou sans olivine), a été déclarée 'granite' ou encore rhyolite, basalte, péridotite, etc. Où est la logique qui a conduit à une bonne détermination de l'un des deux gabbros que ce soit en se basant sur la texture ou l'assemblage minéralogique ? Il est même proposé des noms parfois sans rapport aucun avec une roche magmatique, une situation qui n'est pas rare.

3.2. On doit à présent préciser l'ordre de cristallisation des minéraux des deux séquences cumulatives

- Roche 7a : olivine incluse dans plagioclase donc, en application du principe d'inclusion, l'ordre de cristallisation est : [1] Olivine et [2] Plagioclase.

- Roche 7b : clinopyroxène interstitiel par rapport aux plagioclases et à l'olivine.

Donc l'ordre de cristallisation dans l'ophiolite 1 est [1] Olivine, [2] Plagioclase et [3] Clinopyroxène.

- Roche 7c : olivine incluse dans clinopyroxène donc l'ordre de cristallisation est [1] Olivine et [2] clinopyroxène.

- Roche 7d : De nombreux petits plagioclases sont associés à de gros clinopyroxènes ; les plagioclases ont cristallisé pour la plupart après le clinopyroxène.

Donc l'ordre de cristallisation pour l'ophiolite 2 est : [1] Olivine, [2] Clinopyroxène et [3] Plagioclase.

Les bonnes réponses ne sont pas si nombreuses que cela mais elles existent. Et dans ce cas, la détermination est rapide et claire. D'une façon plus générale, la notion d'ordre de cristallisation est mal comprise car on retrouve souvent le plagioclase ou le clinopyroxène ayant cristallisé avant l'olivine. Par ailleurs, dans tous les fractionnements de magma basique, l'olivine est toujours le premier minéral silicaté à cristalliser. C'est une notion de base, comme la fusion d'une péridotite qui donne un basalte. On se demande comment un tel ordre de cristallisation, avec l'olivine cristallisant après les clinopyroxènes et plagioclases, peut être proposé dans un aussi grand nombre de copies.

3.3. On doit placer sur le diagramme binaire clinopyroxène-plagioclase, la composition d'un liquide donnant par cristallisation une succession de minéraux de l'ophiolite 2. Dans les magmas de l'ophiolite 2, le clinopyroxène cristallise juste après l'olivine. Dans les diagrammes qui impliquent les champs du clinopyroxène et du plagioclase, la projection de la composition du liquide doit donc arriver au liquidus du clinopyroxène pour respecter l'ordre de cristallisation.

A partir d'un point C, situé au-dessus du champ du clinopyroxène (dans le domaine liquide), et avec la diminution de température, le liquide finit par atteindre le champ du clinopyroxène. La composition du liquide, lors de la cristallisation du clinopyroxène, à température décroissante, suit le liquidus pour arriver à l'eutectique, où le plagioclase peut apparaître.

Les bonnes réponses ne sont pas si nombreuses, et ceci pour deux raisons. Tout d'abord, de nombreux candidats ignorent le fonctionnement des diagrammes de phase binaires, même s'ils ont bien déterminé l'ordre de cristallisation des minéraux. Ensuite, quand les candidats connaissent le fonctionnement du diagramme de phase, la détermination de l'ordre de cristallisation n'a pas toujours été bonne, et la localisation du point C est alors souvent fautive. Dans de rares cas, le point C a été placé sur l'axe de l'ordonnée. La justification quant à la position du point C peut être excellente lorsque les candidats connaissent les diagrammes de phase et la signification de l'ordre de cristallisation dans les magmas (cf. série de Bowen). Autrement, la justification du point C n'est pas très convaincante.

3.4. On veut maintenant suivre l'évolution de la composition des liquides parents des cumulats des ophiolites 1 et 2 selon le rapport Al/Ca. Le calcium est présent dans le clinopyroxène (diopside) et dans le plagioclase. L'alumine est seul présent dans le plagioclase. Dans le diagramme de la figure 8, la proportion de la mole d'anorthite (plagioclase) augmente de gauche à droite avec la teneur en Al. De même, la teneur en Al des liquides surincombants aux liquides augmente de gauche à droite. Compte tenu de l'ordre de cristallisation des minéraux, après l'olivine, dans les deux séquences de cumulats, plagioclase dans les cumulats 1, et clinopyroxène dans les cumulats 2, les liquides parents des cumulats 2 devraient avoir un rapport Al/Ca plus faible que les liquides à l'origine des cumulats 1, toute chose étant égale par ailleurs.

Très peu de candidats ont répondu à cette question car leurs connaissances semblent assez réduites sur le fractionnement des magmas. On rappelle que les roches magmatiques grenues ne sont que les marqueurs d'un processus évolutif lié au refroidissement des magmas basiques en profondeur. Une telle formation permettrait d'apprendre assez logiquement les principaux types de roches basiques à ultrabasiques au programme et leur composition minéralogique pour de faibles efforts de mémorisation. Les candidats sont restés particulièrement silencieux quant à l'évolution chimique des composés en abscisse, matérialisé par l'évolution du rapport Al/Ca, composés présents dans les deux phases du diagramme clinopyroxène-plagioclase. Les candidats ont raisonné à partir de deux 'boîtes' que sont les deux phases, ce qui est correct, sans voir que la composition globale du système évolue en abscisse, en fonction de la proportion des deux

composés aux compositions contrastées. Là encore, cela indique une compréhension assez superficielle des diagrammes de phase, diagrammes qui ne sont pas propres à la pétrologie (cours de chimie). D'une façon plus précise, un nombre extrêmement limité de copies font la liaison entre l'évolution du rapport Al/Ca et celle de la proportion des deux minéraux : plagioclases et clinopyroxène. Dans les copies, les points représentatifs des liquides C et O ont pu être correctement projetés dans le diagramme binaire clinopyroxène-plagioclase sans qu'il ait été ensuite possible de caractériser l'évolution de la composition des liquides respectifs à l'aide du rapport Al/Ca. Si les deux magmas parents des deux suites ophiolitiques étaient similaires ou pas, cela n'a quasiment jamais été discuté. De très, très rares candidats ont indiqué que puisque les projections étaient différentes dans le diagramme de phase clinopyroxène-plagioclase, les magmas à l'origine des deux séquences de cumulats pouvaient être différents.

3.5. Il faut reporter sur le diagramme binaire des plagioclases, l'évolution, en parallèle, (i) de la composition [ $\%An = 100An/(An+Ab)$ ] du plagioclase solide et, (ii) celle du liquide en équilibre avec ce plagioclase, alors que la température diminue, jusqu'à disparition du liquide. Les deux courbes (liquidus et solidus) montrent une diminution de la teneur en An avec celle de la température.

Une composition initiale du liquide L est donnée ( $\% An = 50$ ) et il faut indiquer la composition du premier solide à cristalliser (S1) d'une part, puis celle du solide final (S2).

Pour S1, (i) on considère l'intersection du liquide L avec le liquidus ; c'est alors que le premier solide se forme ; (ii) la température de formation et la composition de ce premier solide sont alors obtenues en traçant une horizontale à partir du point d'intersection liquide L - liquidus. L'horizontale recoupe le solidus en un point S1 dont les coordonnées donnent respectivement la température et la composition. Sur l'axe de l'ordonnée (première coordonnée) on obtient la température de cristallisation du premier solide S1 ; (iii) la composition du solide S1 s'obtient sur l'axe des abscisses (deuxième coordonnée) par la projection du point d'intersection de l'horizontale avec le solidus (S1) ; ce qui donne une composition entre  $An_{80}$  et  $An_{85}$ .

Au fur et à mesure du refroidissement, la composition des liquides et solides successifs vont descendre en parallèle le long des courbes liquidus et solidus, respectivement. Comme la cristallisation est dite à l'équilibre, il y a toujours rééquilibrage de la composition du solide formé avec le liquide résiduel. Donc en fin de cristallisation, le plagioclase (S2) doit avoir la même composition que le liquide initial, c'est-à-dire  $An_{50}$ . Le tracé des deux courbes d'évolution des compositions respectivement sur le liquidus et le solidus est alors limité par les horizontales tracées à partir de : (i) l'intersection du liquide L avec le liquidus pour les hautes températures et (ii) la composition de S2 sur le solidus ( $An_{50}$ ) en fin de cristallisation, à plus basse température.

A  $1350^{\circ}C$ , les proportions relatives de liquide  $L_3$  et de solide  $S_3$  en équilibre, sont données par la règle des leviers. Pour cela, à partir de l'axe des ordonnées, à la température de  $1350^{\circ}C$ , on trace une horizontale qui va recouper les deux courbes : liquidus et solidus. Soit B, le point d'intersection avec le liquidus et C, celui avec le solidus et A, l'intersection de la composition du liquide L avec cette horizontale. On obtient donc trois points alignés sur l'horizontale, tracée à  $1350^{\circ}C$ , à partir de laquelle, on va pouvoir appliquer la règle des leviers pour calculer les proportions respectives de liquide  $L_3$  et de solide  $S_3$  coexistant à cette température.

Ainsi,  $L_3 \% = 100 \times AC/BC$ , et  $S_3 \% = 100 \times AB/BC$ .

On résout alors graphiquement ces équations en mesurant sur la figure les différents segments : AC, AB et BC. Ainsi,  $L_3 = 30\%$  et  $S_3 = 70\%$  environ.

Les réponses aux questions 3.5 et 3.6 montrent que la question 3.5 est apparue difficile à aborder pour les candidats, alors que traiter du diagramme binaire des plagioclases pouvait paraître très accessible. Encore une fois, ceci est dû à la méconnaissance du fonctionnement des diagrammes de phase avec solution solide dont celle des plagioclases. On constate que les candidats ont dû voir ces diagrammes lors de leurs études, car les tentatives pour répondre ont été nombreuses, même si l'absence de réponse est aussi assez fréquente. Les reports sur la figure sont souvent faux. Ainsi, on mélange liquidus et solidus. On reporte les données du solide sur le liquidus. Sur le fond du traitement de la question, des candidats représentent les effets d'une cristallisation fractionnée plutôt que ceux d'une cristallisation à l'équilibre, en indiquant que les derniers solides approchent la composition de l'albite. Cristallisation fractionnée et cristallisation à l'équilibre sont deux notions imparfaitement comprises.

3.6. Dans les cumulats ophiolitiques, les plagioclases sont quelquefois zonés. On demande de reporter les six compositions du plagioclase zoné (6 zones successives autour du cœur calcique) et d'indiquer, par un chemin fléché de 1 à 6, l'évolution de la composition du plagioclase avec le temps. Sur le diagramme binaire, on part du pôle anorthite. Le point 1 se situe donc sur la courbe à l'intersection avec la teneur  $An_{80}$ . De 1 à 3, le chemin de migration est descendant sur la courbe puisqu'on passe de  $An_{80}$  à  $An_{40}$ . Le point 4 se trouve à  $An_{60}$ , le chemin devient ascendant. Puis ensuite, on redescend à  $An_{40}$  (point 5) pour terminer à  $An_{15}$  (point 6).

Constat : on note un retour en arrière le long du chemin de 3 à 4, de la composition du solide, ce qui indique une cristallisation à partir d'un liquide également plus calcique. Puis il y a reprise d'une évolution vers un pôle sodique avec le refroidissement, de 4 vers 5 puis vers 6. Il faut ensuite expliquer la composition du plagioclase à  $An_{60}$  (point 4) lors de sa cristallisation au sein d'un magma. On peut envisager deux causes : (i) arrivée d'un magma de même origine mais à plus haute température. Il s'agit d'un magma moins différencié donc plus calcique ( $An_{60}$ ) que le liquide résiduel en équilibre avec le plagioclase de composition 3 ( $An_{40}$ ), (ii) arrivée d'un magma d'origine différente avec une composition plus calcique. D'un point de vue magmatique, il faut maintenant éclaircir la présence de bordures très sodiques autour du plagioclase. Pour acquérir des bordures zonées très sodiques, il faut un processus de cristallisation fractionnée à partir du magma parent ou encore l'arrivée d'un magma d'origine distincte très sodique. On peut imaginer une situation où les deux phases, plagioclase et liquide résiduel, ont été séparées, empêchant l'équilibrage plagioclase-magma, ce qui a pour conséquence la production de liquides résiduels de plus en plus sodiques. La cristallisation de ces liquides résiduels de plus en plus sodiques, parfois piégés autour des noyaux de plagioclase calcique, et leur fractionnement, peuvent expliquer les zonations très sodiques observées.

Les points ont souvent été projetés sur l'abscisse du diagramme et non sur le solidus. Pire encore, il arrive que les points aient été projetés sur le liquidus. La trajectoire suivie a souvent été délicate à reporter.

Au sujet de la composition du plagioclase à  $An_{60}$ , il y a très peu de bonnes réponses. Il arrive quand même que des réponses soient bonnes en évoquant l'arrivée d'un contaminant magmatique. Des copies évoquent une contamination sans que l'agent soit précisé. Plusieurs copies mentionnent un effet de la température qui peut conduire à des fusions locales, suivies, lors du refroidissement, de la cristallisation de plagioclase calcique. Ensuite, il y a retour à la formation de bordures de plus en plus sodiques avec le temps et la résorption du magma résiduel. Il y a peu de réponses satisfaisantes quant à l'origine des zonations dans les plagioclases, avec l'expression 'cristallisation fractionnée' employé à bon escient. La cristallisation fractionnée est parfois évoquée à l'occasion de la question précédente. La présence de plagioclases très sodiques est rarement expliquée par un processus de cristallisation fractionnée, même s'il est évoqué la présence de liquides résiduels sodiques qui cristallisent. Ceci n'est pas faux, mais la composition des bordures est d'abord liée à la nature du fractionnement qui opère (cristallisation fractionnée ou cristallisation à l'équilibre).

#### **4. DE LA DYNAMIQUE DE L'ALTERATION DES OPHIOLITES A LA FORMATION DE RESSOURCES MINERALES**

Un massif ophiolitique à l'affleurement subit de multiples processus physico-chimiques d'altération. Au-dessus d'un protolithe ultramafique, se développe un profil d'altération d'épaisseur et de nature variables.

Cette dernière partie est, en proportion, mieux notée que les précédentes, mais de trop nombreuses copies n'atteignent pas la moyenne quand même. La raison principale en est la description du profil d'altération qui est le plus souvent très incomplète, pour ne pas dire absente, ou encore elliptique. Cette insuffisance dans l'observation ou dans l'expression des définitions fait que les réponses ne sont pas satisfaisantes et souvent très pénibles à lire. Par ailleurs, il n'y a pas eu de réponse vraiment pertinente sur l'explication des teneurs élevées de nickel ; mais là, cette déficience était attendue.

4.1. On doit définir l'altération météorique, en se limitant aux processus chimiques.

Remarque : le terme altération vient du latin "*alterare*" qui veut dire changer, transformer, modifier. L'altération est un terme réservé aux transformations climatiques et hydrothermales.

En pétrographie, l'altération est un processus, un chemin le long duquel se forment et s'organisent des séquences de minéraux secondaires, nés aux dépens de minéraux primaires. C'est un mécanisme de transformation d'une roche en une série de produits qui pourront se recombinaer pour former ultérieurement de nouvelles roches. L'eau y joue un rôle fondamental par le phénomène d'hydratation qui conduit à l'hydrolyse, à la dissolution. La signature géochimique de l'altération est liée à la dégradation de la minéralogie de la roche mère, en fonction du climat. Le processus majeur est l'hydrolyse des silicates.

La fracturation peut être associée à des événements tectoniques tardifs liés à la mise en place de l'ophiolite. Elle peut être aussi liée à la décompression. Le phénomène de décompression (relaxation des contraintes internes) permet d'expliquer la fracturation progressive, des roches à proximité de la surface topographique. Les fractures apparaissent sous la forme de plans plus ou moins continus et connectés les uns aux autres (formation d'un réseau de fractures en trois dimensions). Elles sont espacées les unes des autres de quelques centimètres à plusieurs mètres et sont à l'origine de l'altération en boules du protolithe. En effet, ces plans sont des zones de circulation préférentielle des fluides météoriques, dans le cas de fractures drainantes. Sous l'effet de l'altération, de larges portions de roche sont en cours de démantèlement, avec la présence sur la partie supérieure de blocs anguleux à émoussés, désolidarisés de la masse principale et entourés de matériaux fins (saprolites). Ainsi, cette altération est essentiellement guidée par la fracturation, montrant une évolution progressive du bas vers le haut, avec tout d'abord (i) le protolithe sain fracturé, (ii) le même protolithe à débit en blocs parallélépipédiques selon les différents plans de fractures, à arêtes de plus en plus émoussées, (iii) un "chaos" de boules dans la matrice latéritique.

En conclusion, l'altération est un processus fortement lié à la fracturation, les fractures étant souvent des discontinuités préférentielles d'écoulement (chemins de circulation). L'écoulement des eaux est ainsi contrôlé par l'orientation des fractures.

Beaucoup de copies ne mentionnent pas l'hydrolyse ou la dissolution (et accessoirement l'oxydo-réduction), ainsi que le fait que les minéraux primaires disparaissent et sont remplacés ou non par des minéraux secondaires. Or, la minéralogie/pétrologie est nécessaire pour comprendre pleinement l'altération chimique. Trop de candidats ont mal lu la question, et ont ignoré "processus chimique" en se lançant dans des considérations plus ou moins embrouillées sur l'altération physique causée par l'eau, le vent, le gel, ...

4.2. La saprolite est le premier horizon d'altération au-dessus des péridotites massives. Dans cet horizon, des blocs de péridotites, plus ou moins préservés, sont présents dans une matrice latéritique. On précise que le terme "latérite" désigne tous les matériaux meubles ou indurés qui constituent les sols, les horizons superficiels ainsi que les horizons profonds des profils d'altération du milieu intertropical actuel et des paléomilieus tropicaux anciens. Le produit d'altération classique des granites sous climat tempéré est l'arène granitique. On peut comparer cette arène à la saprolite. En effet, la saprolite correspond à la zone d'altération de la roche-mère située juste au-dessus de la roche saine. En d'autres termes, la saprolite est l'horizon de la transformation chimique de la roche mère.

L'analogie entre les profils sous climat tempéré ou tropical a été difficile à percevoir à partir des copies. La description des profils concernés dans les deux situations climatiques n'a pas été présentée par rapport à la position de la roche mère saine. De fait, la réponse à cette question est parfois inexistante ou fautive. Mais plusieurs copies signalent quand même les chaos et/ou les arènes granitiques. On cite souvent la formation de minéraux argileux, une réponse plutôt attendue à la question 4.5.

4.3. Un massif de péridotite est soumis à l'altération météorique sous climat tropical. Mg et Si, les principaux composants chimiques des roches ultramafique sont éliminés lors de l'altération, à l'opposé de Al et Fe. On demande d'expliquer cette différence de comportement. Afin de suivre le degré d'altération des éléments chimiques constitutifs des minéraux, on se réfère classiquement au diagramme de Goldschmidt. Il permet de comprendre le comportement différentiel des ions vis-à-vis de la molécule d'eau en fonction de leur rapport ionique.

- Si s'inscrit dans le champ des oxyanions solubles ( $Z/r > 10$ ). Ce sont des ions avec un petit diamètre et une charge élevée qui ont une très forte affinité pour la phase liquide. Ils forment avec l'oxygène de gros anions complexes. Ce sont les plus mobiles des ions lors de l'altération.

- Mg appartient au domaine des cations solubles ( $Z/r < 3$ ). Ils s'hydratent très facilement et quittent prioritairement le réseau cristallin. Ces ions solubles vont donc partir avec les eaux de ruissellement.
- Al et Fe sont des cations de diamètre moyen ( $3 < Z/r < 10$ ) qui subissent l'hydrolyse et précipitent ensuite rapidement sous forme d'oxydes (hydrolysats insolubles). Les cations précipitants sont en effet très peu solubles ; ils ne sont pas à peu mobiles. Certains d'entre eux peuvent se combiner à l'oxygène et sédimenter sur place sous forme solide (concentrations résiduelles).

Quasiment toutes les copies ont donné la bonne réponse avec un vocabulaire technique plus ou moins approprié qu'il s'agissait simplement de reprendre à partir du diagramme de Goldschmidt. En effet, les termes employés dans ce diagramme ne sont pas toujours utilisés pour caractériser le comportement des éléments en présence : Si, Mg, Fe et Al. Ceci contribue à une certaine pauvreté dans l'expression des réponses.

4.4. Le nickel participe à la composition de silicates et hydroxydes formés à proximité de la surface, au-dessus des péridotites massives. On demande d'analyser l'évolution de la distribution verticale des différents paramètres géochimiques ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Dans le profil d'altération, on observe une évolution de comportement similaire pour Si et Mg. Les teneurs sont élevées dans la péridotite et dans la saprolite. On note une diminution progressive dans la partie supérieure de la saprolite, pour atteindre des valeurs inférieures à 10% dans la latérite et la cuirasse sommitale. Ceci illustre bien un lessivage important de Si et Mg qui passent en solution, conformément au diagramme de Goldschmidt. Sous le climat chaud et humide de la Nouvelle-Calédonie, la silice est soluble. Pour le fer, on remarque l'évolution inverse. Les teneurs sont plutôt faibles (de l'ordre de 15%) dans le protolithe et dans la saprolite, pour augmenter brutalement dans la zone de passage de la saprolite à la latérite jaune, et enfin atteindre des teneurs importantes (de l'ordre de 70%) dans la latérite rouge et dans la cuirasse. Les éléments solubles étant exportés, il ne reste donc sur place que les hydrolysats insolubles, ici le fer. Concernant le nickel, on constate que les teneurs les plus faibles se rencontrent dans le protolithe (péridotite) et dans la partie supérieure du profil d'altération (latérite et cuirasse). En conclusion, de la base au sommet du profil, c'est-à-dire du protolithe (péridotite saine) à la cuirasse, le silicium et le magnésium sont lessivés et évacués en solution, tandis que le fer et le nickel sont enrichis. On enregistre bien l'altération des minéraux primaires silicatés tels que l'olivine et le pyroxène. Le niveau saprolitique est la zone clef de la redistribution élémentaire sous l'effet de l'altération. La zone d'accumulation, et donc enrichie en nickel, se situe dans la saprolite, et plus particulièrement dans la partie supérieure. Toutefois, on peut noter que les teneurs sont extrêmement variables (variations en "dents de scie"), et montrent une alternance plus ou moins régulière (avec des maxima autour de 25% et des minima autour de 10%). Expliquer les teneurs les plus élevées en Ni revient à montrer que le modèle d'altération vertical n'est pas suffisant à lui seul pour rendre compte des variations de concentration du nickel. La variabilité horizontale bien visible dans la partie supérieure de la saprolite peut s'expliquer par des transferts latéraux de Ni en solution via les circulations de nappes souterraines (contrôle hydrologique), favorisés par la fracturation et les variations de perméabilité au sein du massif rocheux.

Les descriptions sont toujours aussi tristes, incomplètes et non structurées, que ce soit à partir du comportement des éléments ou à partir des tranches repérées dans le profil d'altération. Il y a là, un manque de hiérarchisation des données. La description, quand elle existe, est le plus souvent très sommaire. Il n'est pas toujours fait état des principales lithologies en présence. La composition de la péridotite est rarement comparée à celles des zones surincombantes.

Si la plupart des copies indiquent que l'horizon d'accumulation est celui de la saprolite, peu de copies précisent qu'il s'agit de la partie supérieure de cet horizon. Plusieurs copies indiquent la profondeur à laquelle les plus fortes anomalies sont trouvées. Un nombre extrêmement limité de copies soulignent la distribution variable du nickel au sein de la saprolite. Une copie indique : "la teneur en nickel n'est jamais importante". C'est sans doute pourquoi, on l'exploite en Nouvelle-Calédonie !

Peu de copies soulignent la contradiction apparente entre le comportement théorique du nickel dans le diagramme de Goldschmidt et celui illustré dans le profil par rapport au type de roches rencontrées ou encore par rapport au magnésium. Les meilleures copies indiquent un problème de solubilité contrastée du nickel. Le plus souvent, il n'y a pas de réponse ou pas de réponse pertinente sur l'explication des teneurs élevées de nickel. Mais cela semble plus normal que pour d'autres questions. Enfin, des réponses sont même totalement incompréhensibles.

4.5. Par analogie avec ce qui est connu pour l'altération du granite, on peut dire que les minéraux majeurs de néoformation, issus de l'altération météorique, sont les argiles.

Comme pour la question 4.2, cette question n'a pas toujours eu de réponse ou les réponses attendues.

Encore un fois, beaucoup de candidats confondent 'élément', 'minéral' et 'roche'. Le terme 'argile' a été rencontré dans de nombreuses copies dans la réponse 4.2. En réponse à la question 4.5, le terme 'argile' n'est pas toujours signalé, mais il est parfois indiqué la présence de kaolinite ou d'illite, et parmi les minéraux cités, on retrouve régulièrement la bauxite, qui est une roche et non un minéral. On signale aussi souvent la présence d'oxydes et d'hydroxydes de fer. Quelquefois, il est aussi indiqué la présence de minéraux sans rapport avec l'altération.

## Commentaires généraux

Cette année, le sujet était moins long que les sujets des années précédentes. Ainsi, il était possible de répondre à l'ensemble des questions dans le temps imparti.

A la lecture des copies, les connaissances des candidats apparaissent très superficielles en chimie, géochimie, pétrologie (diagramme de phase, notion de fractionnement), mais aussi, en cartographie et en tectonique. Les techniques afférentes à ces différentes disciplines sont peu maîtrisées comme le montrent la manipulation des diagrammes de phase, les raisonnements analogiques, l'établissement du schéma structural ou encore les confusions entre magmatisme et métamorphisme, ou entre basalte et gabbro. Quant aux descriptions, comme celles d'affleurements, de roches ou encore de profils géochimiques, elles sont souvent, non seulement elliptiques, mais fausses ou absurdes, et les déductions à vocation synthétique, généralement absentes ou fantaisistes. Enfin, les réponses aux questions sur les définitions demandées sont souvent pauvres, même si elles ne sont pas inexactes, car les termes appropriés pour décrire les objets ou les mécanismes impliqués sont peu usités. Ainsi, en est-il de la définition de l'altération, pourtant globalement connue de la part des candidats : "l'eau altère", un point c'est tout ; "les failles favorisent l'altération". Au correcteur d'imaginer comment tout cela fonctionne.

Si la question sur le schéma structural apparaît très discriminante, mettant en évidence un manque flagrant de méthode, les questions relatives aux diagrammes de phase le sont aussi même si c'est dans une moindre mesure. S'il est possible de glaner quelques points en répondant aux questions demandées pour établir le schéma structural (extension des deux suites ophiolites, position de plans remarquables), c'est plus difficile dans le cas des diagrammes de phase car on connaît le fonctionnement ou pas. Les descriptions, que ce soit des affleurements, des roches ou d'un profil géochimique, ont permis d'apporter des points mais pas de façon très significative car les réponses sont très rarement performantes.

Parmi les difficultés constatées dans presque la totalité des copies, c'est la rareté des réponses à la question 2.4 sur la tectonique cassante et les caractéristiques des failles relevées. On peut inclure dans ce constat, la difficulté d'identifier la nature des contacts entre les ophiolites ou entre les constituants des ophiolites. Si plusieurs contacts tectoniques sont repérés, même si leur nature n'est pas toujours bien définie, les contacts magmatiques intrusifs sont exceptionnellement signalés. De nombreuses copies évoquent des "discordances" pour parler des contacts, entre les ophiolites, autre que tectoniques, à croire que les candidats n'ont jamais entendu parler d'intrusions magmatiques et que l'environnement géologique de Seeb se situe en plein bassin sédimentaire.

Ce que l'on relève enfin, c'est la difficulté à relier une connaissance théorique avec les données de terrain et les objets concernés. On peut savoir tracer la droite d'évolution du manteau lors de la fusion et ne pas connaître la nature pétrographique de ce manteau, même partielle, à partir des minéraux reportés sur le diagramme de phase, ou encore ne pas connaître la texture d'une roche mantellique.

De rares candidats n'ont pas pu terminer la partie sur l'altération. Il apparaît que ce n'est pas le manque de temps qui peut expliquer la faiblesse des notes. Il s'agit franchement d'une méconnaissance sérieuse des fondamentaux en géologie et chimie qui empêchent les candidats de raisonner et de répondre correctement aux questions. Le bon sens et l'objectivité semblent parfois aussi se faire rares. Par exemple, le diagramme triangulaire relatif à la nomenclature des roches n'a pas toujours été utilisé et le terme wehrlite est loin d'être systématique dans les réponses ; au mieux, le résidu, c'est une périclase, voire une clinopyroxénite, ou encore une lherzolite...

En conclusion, on rappelle que pétrologie et cartographie constituent les disciplines fondamentales de la géologie.

Sur la forme, de manière générale, les schémas ne sont pas souvent habillés : titre, orientation, échelle, voire légende parfois. On rappelle qu'un dessin ou un schéma vient en appui d'une démonstration et doit aider le lecteur à comprendre. Comme d'habitude, sur un bon nombre de copies, on passe d'une question à l'autre sans interruption marquée. Il est donc demandé de bien inscrire le numéro de la question sur la copie. Les correcteurs tiennent à souligner que les réponses aux questions, même les plus simples, sont desservies, d'une part par une mauvaise maîtrise de la langue française et d'autre part, par des lacunes flagrantes des notions fondamentales de géologie. Et pour compléter, il semblerait que nombre de candidats ne lisent pas les questions jusqu'au bout ou ne les comprennent que partiellement.

Enfin, des réponses brèves et correctes paraissent trop simple à certains candidats qui s'ingénient alors à allonger leur prose sans s'apercevoir qu'ils contredisent ce qu'ils avaient énoncé auparavant et perdent ainsi des points.

Malgré toutes ces critiques, les meilleurs candidats ont su trouver un équilibre remarquable entre les différentes parties, un niveau de précision et de détail convenable, une intégration et une exploitation efficace des documents grâce à l'identification et la maîtrise des notions associées. Souvent, ces candidats ont par ailleurs des qualités rédactionnelles et de communication graphique qui traduisent des compétences qu'il convient de souligner. Bien évidemment, ils ont obtenu de très bonnes notes.

#### Références bibliographiques

Barbey P. & Libourel G. (2003) - Les relations de phases et leurs applications. Des sciences de la Terre aux matériaux. - Collection Géosciences, Editions Scientifiques GB, 243 p.

Béchenec F., Roger J., Le Métour J. & Wyns R. (1992) - Geological map of Seeb, Sultanate of Oman. Sheet NF 40-03, scale 1:250 000. - Ministry of petroleum and minerals, directorate generals of minerals, Muscat, 104 p.

Butt C.R.M. & Cluzel D. (2013) - Nickel laterite ore deposits: weathered serpentinites. - *Elements*, **9**, 123-128.

Dilek Y. & Furnes H. (2014) - Ophiolites and their origins. - *Elements*, **10**, 93-100.

Goodenough K., Thomas R.J., Styles M.T., Schofield D.I. & MacLeod C.J. (2014) - Records of ocean growth and destruction in the Oman-UAE ophiolite. - *Elements*, **10**, 109-114.

Juteau T. & Maury R. (2012) - La croûte océanique. Pétrologie et dynamique endogènes. - Vuibert Ed., 582 p.

Juteau T., Ernewein M., Reuber I., Whitechurch H. & Dahl R. (1988) – Duality of magmatism in the plutonic sequence of the Sumail Nappe, Oman. – *Tectonophysics*, **151**, 107-135.

Maurizot P. (2021) - Histoire géologique de la Nouvelle-Calédonie, mise en place de l'ophiolite, évolution post-obduction et formation des gisements de Nickel. - *Géologues*, **209**, 14-20.

Maurizot P., Sevin B., Lesimple S., Bailly L., Iseppi M. & Robineau B. (2020) - Mineral resources and prospectivity of the ultramafic rocks of New Caledonia. - *Geological Society of London, Memoirs*, **51**, 247-277.

Munoz M., Ulrich M., Cathelineau M. & Mathon O. (2019) - Weathering processes and crystal chemistry of Ni-bearing minerals in saprock horizons of New Caledonia ophiolite. - *Journal of Geochemical Exploration*, **198**, 82-99.

Quesnel B., Le Carlier de Veslud C., Boulvais P., Gautier P., Cathelineau M. & Drouillet M. (2017) - 3D modeling of the laterites on top of the Koniambo Massif, New Caledonia: refinement of the per descensum lateritic model for nickel mineralization. - *Mineralium Deposita*, **52**, 961-978.

Ricordel-Prognon C., Quesnel F. & Thiry M. (2009) - Les altérites : l'épiderme de la Terre - *Géosciences*, **9**, 56-63.

Tardy Y. (1993) - Pétrologie des latérites et des sols tropicaux. - Masson Ed., 459 p.

Velde B. & Meunier A. (2010) - The origin of clay minerals in soils and weathered rocks. - Springer Ed., 406 p.

Wells M.A., Ramanaidou E.R., Quadir M.Z., Roberts M., Bourdet J. & Verrall M. (2022) - Morphology, composition and dissolution of chromite in the Goro lateritic nickel deposit, New Caledonia: insight into ophiolite and laterite genesis. - *Ore Geology Reviews*, **143**, 104752.

Wilson M.J. (2004) - Weathering of the primary rock-forming minerals: processes, products and rates. - *Clay Minerals*, **39**, 233-266.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99	2	0,17	2	0,17
2 à 2,99	7	0,60	9	0,78
3 à 3,99	26	2,24	35	3,02
4 à 4,99	28	2,41	63	5,43
5 à 5,99	54	4,66	117	10,09
6 à 6,99	75	6,47	192	16,55
7 à 7,99	93	8,02	285	24,57
8 à 8,99	124	10,69	409	35,26
9 à 9,99	155	13,36	564	48,62
10 à 10,99	122	10,52	686	59,14
11 à 11,99	120	10,34	806	69,48
12 à 12,99	115	9,91	921	79,40
13 à 13,99	81	6,98	1002	86,38
14 à 14,99	58	5,00	1060	91,38
15 à 15,99	57	4,91	1117	96,29
16 à 16,99	24	2,07	1141	98,36
17 à 17,99	12	1,03	1153	99,40
18 à 18,99	2	0,17	1155	99,57
19 à 19,99	4	0,34	1159	99,91
20	1	0,09	1160	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1160

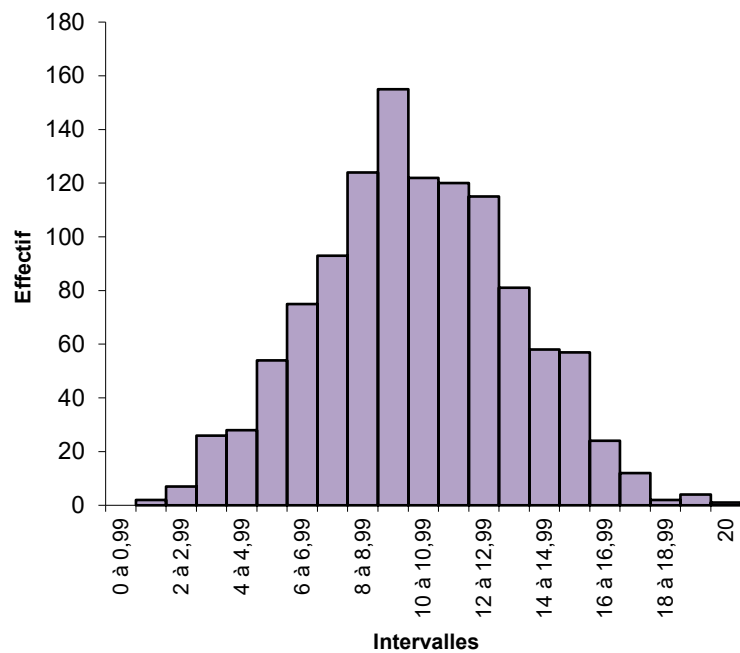
Minimum : 1,25

Maximum : 20

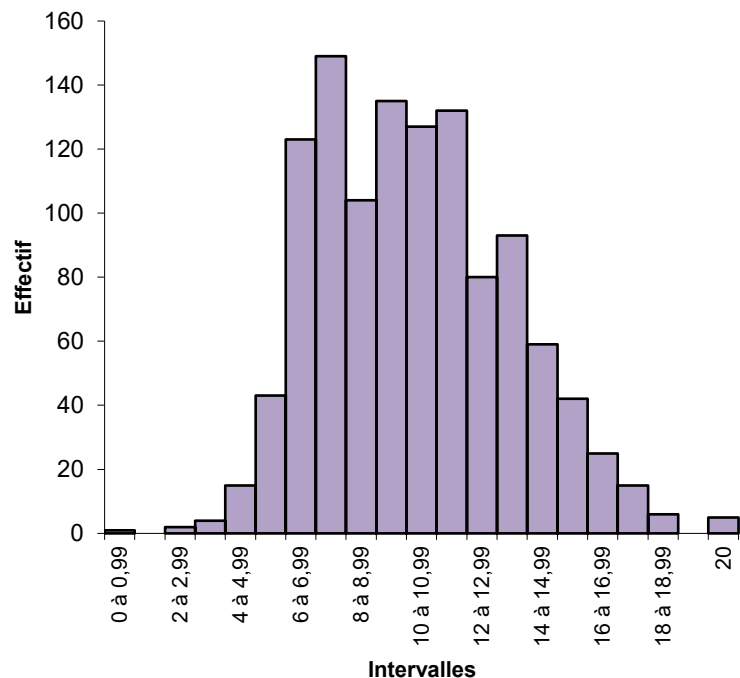
Moyenne : 10,26

Ecart type : 3,29

## GÉOLOGIE ÉCRIT



## COMPOSITION FRANCAISE



Nombre de candidats dans la matière : 1160

Minimum : 0,62

Maximum : 20

Moyenne : 10,29

Ecart type : 3,14

# ÉPREUVE ÉCRITE DE COMPOSITION FRANÇAISE

« A mon sens, écrire et communiquer, c'est être capable de faire croire n'importe quoi à n'importe qui. ». *Le Procès-verbal* (1963) J.M.G. Le Clézio. »

## Analyse du sujet :

L'écrivain Le Clézio propose une définition paradoxale de la communication et plus particulièrement de l'écriture. La communication, le langage écrit ou parlé, vise en principe à établir une relation directe ou indirecte sur la base d'une confiance partagée entre les parties. Pourtant la communication peut trahir ce contrat comme le souligne Le Clézio lorsque le langage est instrumentalisé et le destinataire manipulé.

Dans *le Procès-verbal* Le Clézio dresse le portrait d'un personnage qui échoue à communiquer et s'enferme dans le solipsisme d'une parole prophétique inaudible, proche de la folie. L'écriture (« écrire ») met en scène la tentative désespérée du personnage d'interagir avec autrui. Le Clézio dans notre citation dresse le procès du langage qui prétendrait viser la transparence.

« Communiquer » constitue donc le premier degré de l'échange entre les hommes et permet de tisser du lien social, de se révéler à soi-même et aux autres par la confrontation à l'altérité. La parole permet de se rendre visible dans l'espace commun.

« Ecrire » engage la parole mais dans une communication différée. L'écriture ordonne et agence dans un récit par exemple la discontinuité du moi et du vivant pour lui conférer une signification et une cohérence a posteriori. C'est tout l'enjeu de la littérature à travers la fiction ou les concepts philosophiques d'interpréter et de donner une signification au monde.

Pourtant si « faire croire » à une vérité peut relever de l'ordre d'une persuasion légitime, le « faire croire n'importe quoi à n'importe qui » ressort de la manipulation, de l'intrigue et du mensonge au mépris de la vérité ou de la réalité du monde.

Le Clézio souligne la puissance que confère la parole ou la mise en œuvre du discours dans l'écriture par une prise de pouvoir sur autrui. (« c'est être capable »). Soit on considère que l'autre est crédule (« n'importe quoi à n'importe qui ») et on trahit sa confiance en défaisant le lien social et en le trompant, soit et c'est tout le talent de l'écrivain qui en parfait illusionniste et avec le consentement du lecteur l'entraîne dans son imaginaire et lui permet de mieux lire le monde.

## Thèse de Le Clézio :

Le langage et notamment sa mise en œuvre dans l'écriture ont le pouvoir de faire adhérer l'autre à une illusion dans le mépris total de la vérité.

## On pouvait attendre une analyse de ce sujet suivant quatre niveaux de lecture :

- « Écrire et communiquer »

Le langage/ la communication peut prendre plusieurs formes : directe (par exemple la parole) ou indirecte (par exemple l'écriture) comme le souligne le début de la citation.

Ainsi les quatre œuvres au programme articulent plusieurs formes de discours dont il sera intéressant d'observer et de commenter les effets quand ils se jouent de la vérité, de l'illusion et du mensonge que ce soit à l'intérieur de l'œuvre ou de la part de l'auteur lui-même.

On pourra également distinguer les formes d'écritures spécifiques de certains genres littéraires (l'essai, le roman épistolaire, le théâtre) des formes d'écrits convoqués dans chacune des œuvres (la lettre, l'interview, l'article, le rapport).

A titre d'exemple le roman épistolaire multiplie les niveaux de communication dans une architecture complexe dont seul le lecteur peut prendre la mesure avec la complicité d'un narrateur mais dont l'auteur reste l'architecte.

- L'Art de la rhétorique « c'est être capable de »

La puissance du discours (la parole et l'écriture) permet l'adhésion totale quel que soit l'individu au moyen de la persuasion = c'est une arme.

Elle procède de l'emprise et de la manipulation pour tromper la confiance au mépris de l'interlocuteur.

- l'Art du mensonge « faire croire »

La rhétorique peut trahir la vérité, car elle procède d'une reconstruction du réel au mépris de la vérité ou de la morale. Elle permet donc d'agir sur le monde. On pourra vraiment aussi valoriser les compositions qui joueront de l'opposition vrai-faux ... En effet la puissance du langage et de la langue, surtout écrite, peut être trompeuse (cf. les talents épistolaires des libertins, oratoire de Lorenzaccio et des politiques en général, mais aussi des « experts en relation publique ») mais aussi extraordinairement révélatrice.

- Le pouvoir de la littérature « faire croire n'importe quoi à n'importe qui »

La littérature est un mensonge et repose sur une illusion.

Mais c'est une illusion qui permet de dévoiler la vérité du monde. C'est tout le paradoxe du mensonge littéraire qui met en scène le mensonge pour dévoiler une vérité.

On a particulièrement apprécié les candidats qui ont vu l'ambiguïté de l'énoncé : Le Clézio, alors qu'il est lui-même écrivain récompensé par le prix Nobel, dénigre-t-il la littérature ? Est-ce un jugement *a priori* péjoratif, un reproche adressé aux écrivains et à la littérature elle-même ? Ou, indirectement, est-ce plutôt un éloge qui, au-delà des expressions employées, notamment « n'importe quoi », rend hommage à la puissance créatrice de l'écrivain ?

La littérature met en abîme l'irréductibilité du monde, soulignant que le langage ne peut saisir qu'une interprétation de la vérité.

Ont été valorisées les copies qui se sont interrogées sur la vérité profonde du mensonge : celui de la fiction épistolaire et théâtrale et celui de la propagande totalitaire : le problème étant que le mensonge ne se situe pas sur le même plan et n'a pas la même portée. D'une part le pseudo-mensonge de la littérature, de la fiction narrative ou théâtrale (le lecteur spectateur n'est pas dupe, mais se laisse tromper pour accéder à une forme de vérité), et a contrario le véritable mensonge organisé, construit et prémédité qui vise la prise de pouvoir des esprits et des corps : métaphore chez Laclos et vérité historique chez Arendt.

### **Problématiques possibles :**

La parole et l'écriture visent-elles à prendre toujours le pouvoir sur l'autre ?

Le faire croire peut-il procéder d'une intention vertueuse qui ne serait pas toujours malveillante ?

L'imposture du mensonge triomphe-t-il toujours de la vérité ? La vérité se laisse-t-elle toujours étouffer, n'est-elle pas plus obstinée que le mensonge ?

La littérature n'est-elle que de l'ordre du faire croire et le lecteur le dupe du mensonge littéraire ? Le lecteur n'est-il pas le complice du mensonge littéraire ?

Comment la littérature et l'écriture en général, qu'elle soit de nature romanesque, dramatique ou encore philosophique, peuvent-elles être une extraordinaire quête de sens et de vérités malgré les détours et inventions qu'elles élaborent ?

### **Remarques faisant suite aux corrections :**

Dans l'ensemble la forme de la dissertation et les œuvres semblent mieux connues que les années précédentes, même s'il demeure beaucoup d'erreurs et d'approximations ; il est surprenant de constater que bien des candidats ont des souvenirs incertains d'un programme qui est le leur. Aussi les fautes concernant le nom des auteurs et des personnages, le genre des œuvres, la confusion de passages, par exemple entre les deux articles d'Hannah Arendt, n'étaient-elles guère admissibles.

En revanche ont été valorisées les copies présentant des références exactes que ce soit sous la forme de citations et de périphrases permettant de repérer et d'analyser un passage précis en rapport avec le propos de Le Clézio. La dissertation certes ne se réduit pas à une anthologie ou une compilation de connaissances, mais elle exige une réflexion précise et convaincante : or, en l'occurrence, on ne peut prouver ce qu'on affirme que par des renvois précis, voire détaillés, à tel ou tel extrait textuel !

La compréhension et le traitement du sujet ont trop souvent laissé à désirer. Presque aucun candidat ne semble savoir que Le Clézio est un illustre écrivain et romancier français, récent Prix Nobel de surcroît, ce qui aurait cependant été fort utile pour les mettre sur la voie de l'élucidation des deux verbes associés : « communiquer et écrire » ...

La majorité des copies a rencontré une grande difficulté à problématiser le sujet pour envisager les riches perspectives du double langage, du mensonge politique, de la propagande, de l'idéologie de la fiction romanesque ou théâtrale, de la mystification littéraire, de la rhétorique politicienne. Sans doute la citation présente une certaine et apparente platitude, le sujet a paru évident et ample et les candidats n'en ont vu ni les limites, ni les nuances sans parler de la profondeur et des subtilités.

Par conséquent le plus grand nombre des copies se limite :

1. A une vérification
2. Quelques objections ou contre-exemples dans une réfutation qui trop souvent frôle l'absurdité.
3. Le mensonge permet de dévoiler certaines vérités. Or le sujet n'est pas le mensonge, mais faire croire n'importe quoi.

Ainsi on déplore maints raisonnements factices et creux construits sur une problématique non pertinente. Des devoirs sans aucune consistance qui sans voir l'objet de la citation racontent à pleines pages le roman de Laclos et le drame de Musset. Maints candidats ne connaissent pas du tout les articles d'Hannah Arendt. Ainsi certaines copies se gardent bien d'expliquer de quel conflit il est question, il s'agit de « la guerre », d'autres plus braves se lancent dans des explications qui montrent leur peu de compréhension des enjeux de la guerre du Vietnam.

Aussi trop de compositions dérivent vers des exposés sur les thèmes du mensonge, de la confiance ou à l'inverse de la méfiance, et déversent des généralités plus ou moins bienvenues sur la tromperie, la croyance, le « faire croire » ...

Une composition française (ou une dissertation) ne saurait être un simple exposé thématique ; ainsi, ici, on n'attendait pas un discours philosophique sur l'origine et l'essence de la vérité ou encore un article psychologico-social sur la communication, la publicité ou le « marketing », même si Arendt évoque leurs interactions avec le domaine politique.

Trop de candidats ne tiennent pas compte du libellé du sujet, qui était court, et exigeait, par là-même, une interprétation fouillée de tous ces termes ; il ne s'agissait surtout pas de le réduire à « faire croire n'importe quoi à n'importe qui ».

Ainsi les réflexions attendues sur les ressources du langage, la puissance de l'éloquence, ou encore le pouvoir créatif et révélateur des œuvres, qu'elles soient fictives ou argumentatives ont fréquemment été négligées ; c'est vraiment dommage !

Aussi le sujet s'est-il révélé très discriminant : par conséquent, ont pu être valorisées les copies qui se confrontaient vraiment à la question d'une distinction entre la communication et l'écriture, car le sujet, au nom du « faire croire » justement, exigeait véritablement un questionnement sur l'acte d'écrire, et pas seulement sur les manipulations permises, mais aussi sur les révélations qui peuvent en surgir.

Les candidats ayant appelé à la rescousse les deux préfaces des *Liaisons dangereuses*, s'étant souvenu des remarques de Lorenzo concernant les paroles et l'éloquence (et même celles de la marquise Cibo) et ayant, à la suite d'Arendt, évoqué les « diseurs de vérité », parmi lesquels figurent les historiens, les poètes et les romanciers (cf. « Vérité et politique ») ont montré ainsi une satisfaisante connaissance des œuvres ainsi qu'une bonne compréhension du sujet. Et il y avait d'autres exemples à prendre et à creuser, en jouant sur l'écart et les tensions entre les actions et paroles des personnages, mais aussi et surtout celles de leurs auteurs !

Il était précieux d'avoir compris la portée, certes parfois ambiguë d'un roman libertin ou sur le libertinage et le sens de cette effrayante machine de domination – machine à faire croire- symbolisée par la structure du roman par lettres. La plupart des candidats ont ignoré la satire de mœurs de la

société d'ancien régime, la critique de l'éducation des filles et des conventions du mariage, la réflexion des libertins sur la sexualité, en un mot les questions soulevées par ce tableau moraliste plein de virtuosité.

Pareillement la portée politique du drame historique écrit sous la Monarchie de Juillet par l'auteur de « La confession d'un enfant du siècle » a échappé au plus grand nombre des candidats.

Quelques très bonnes copies ont saisi d'emblée la dimension littéraire ou oratoire du faire croire dans les jeux de la fiction avec ses multiples ressources et niveaux. La notion de mystification, le mentir vrai, le pacte de lecture ou les conventions de la représentation dramatique, les codes et le décodage de l'information et de la communication des politiques autant de pistes fructueuses pour explorer le sens du faire croire dans les textes au programme.

Quelques remarques enfin sur les références culturelles hors programme :

Sans prétendre à un conservatisme élitiste et forcené, les correcteurs attendent une certaine « hauteur » ; peut-on vraiment mettre au même niveau démonstratif dans une composition littéraire Dalida, Popeye, Rabbi Jacob, Harry Potter et Mme de Merteuil, Valmont, Lorenzo, les politiques, le gouvernement américain, Arendt elle-même ?

Dernier point : la dissertation est certes un exercice intellectuel, mais aussi un exercice d'expression écrite (composition dite « française ») ; on ne saurait trop exhorter les candidats à se relire scrupuleusement et à éviter ainsi les grosses fautes d'orthographe grammaticale ... Attention aux accords en genre et en nombre, aux conjugaisons, aux confusions avec l'anglais (« language » *versus* « langage »), à l'interrogation indirecte (en ce qui concerne la formulation de la problématique) !

Enfin précisons qu'une dissertation n'est pas une liste de remarques (et encore moins de courses !) ; nous serions reconnaissants à l'avenir aux candidats qui voudraient bien bannir les « premièrement, deuxièmement, troisièmement, puis, ensuite, enfin »... et privilégier une expression épurée de mots inutiles en privilégiant ce qu'on appelle les connecteurs logiques (« donc, ainsi, par conséquent, c'est pourquoi, mais, au contraire, à l'opposé »...).

Les compositions ayant obtenu une note très satisfaisante montrent que le sujet était tout à fait accessible et traitable en 3h30, à condition d'avoir bien étudié et travaillé son programme, et surtout de bien savoir lire et écrire, ce qui est une exigence fondamentale pour de futurs ingénieurs.

# ÉPREUVE ORALE DE MATHÉMATIQUES

## 1 Déroutement de l'épreuve

L'épreuve orale dure 40 minutes : 20 minutes de préparation, suivies de 20 minutes d'exposé devant l'examineur (ces 20 minutes de préparation incluent l'installation du candidat, la vérification des documents, la vérification du portable..il est donc indispensable que le candidat ait déjà préparé ses documents et éteint son portable - ce qui est très rarement le cas ). Le jury est conscient que ce temps est très court : le candidat ne doit pas se sentir agressé s'il est interrompu - c'est tout simplement que l'oral est terminé. Lorsque l'oral commence et qu'en même temps on installe le candidat suivant, il faut vraiment que le candidat au tableau commence, sinon il perd du temps pour son oral. Trop souvent, les candidats attendent qu'on soit complètement disponible et perdent une ou deux minutes. Le jury connaît l'exercice donc inutile de relire le texte ou de rappeler les notations.

Le sujet comporte toujours deux exercices dont un portant sur les probabilités ( le candidat peut commencer par l'exercice de son choix mais les deux exercices restent obligatoires). Les sujets couvrent l'ensemble du programme de première année et de deuxième année : en particulier, les candidats doivent pouvoir prouver si une fonction est continue -ou dérivable- en un point donné. Le jury n'accepte pas l'utilisation de résultats hors programme (sauf si le candidat est capable de les prouver). Les calculatrices ne sont pas autorisées.

Le candidat expose à l'oral les résultats qu'il a obtenus et il n'est pas utile que le candidat écrive tout ( certains détails peuvent être donnés à l'oral). L'examineur peut intervenir à tout moment, pour demander l'énoncé précis d'un théorème, demander la définition d'une notion, obtenir des explications sur la démarche suivie. L'examineur peut donner des indications pour relancer un candidat, intervenir pour lui éviter une impasse, mais il peut aussi lui laisser du temps pour mieux apprécier sa capacité d'initiative. Le jury conseille vivement aux candidats, pendant le temps de préparation, de consacrer le même temps de travail aux deux exercices plutôt que de s'acharner sur le premier et de n'avoir rien à dire sur le second. Le jury rappelle que les deux exercices sont obligatoires.

Dans l'immense majorité des cas, le dialogue est constructif et le candidat peut ainsi montrer le niveau mathématique atteint et les compétences acquises. Toutefois, on constate de temps en temps des candidats qui contestent ce que leur dit l'interrogateur et cette attitude n'est pas des plus judicieuses.

De manière générale, on peut aussi déplorer que le cours soit très mal appris (énoncé de théorèmes avec des hypothèses précises, définitions..). L'analyse semble, dans l'ensemble, poser beaucoup de problèmes aux candidats; en revanche, l'algèbre semble mieux maîtrisée qu'auparavant.

Il s'agit d'un oral donc inutile de recopier l'énoncé au tableau ou de détailler excessivement ses réponses en les écrivant avec trop de détails. Enfin, il faut rappeler qu'un oral n'est pas une "colle" et qu'en aucun cas le jury n'a le temps d'expliquer au candidat comment il aurait dû faire-surtout en 20 minutes d'oral!

Le jury évalue, outre une bonne connaissance du cours, la réactivité et la vivacité du candidat.

## 2 Remarques

### 2.1 Engager une recherche, définir une stratégie

- Il faut lire soigneusement l'énoncé. On évite alors des erreurs (tirages avec ou sans remise par exemple).  
De même, lorsqu'on demande "d'en déduire" un résultat, il s'agit d'exploiter les résultats des questions précédentes et a priori de ne pas se lancer sans réfléchir dans de nouveaux calculs..
- Il pourrait être intéressant que les candidats lisent en entier l'énoncé de l'exercice avant de se lancer dans la résolution. Par exemple, lorsque l'exercice traite d'une intégrale et que la question portant sur cette valeur n'intervient qu'à la fin de l'exercice, il est malvenu d'essayer d'obtenir cette valeur dès la première question.
- Il ne faut pas tomber dans le piège des méthodes toutes faites et appliquées sans discernement.

En algèbre linéaire par exemple, le recours au pivot de Gauss est trop souvent la seule méthode envisagée, même lorsque l'énoncé suggère de procéder autrement.

La formule de changement de base qui nécessite l'inversion de la matrice de passage n'est pas la seule façon d'obtenir la matrice d'une application linéaire dans une nouvelle base : il est souvent plus rapide de calculer les images des vecteurs de la nouvelle base et de les exprimer dans cette base.

En algèbre linéaire, les candidats - peu nombreux malheureusement - qui ont une vision globale des notions mises en jeu (lien entre valeur propre, rang ou noyau d'une matrice/endomorphisme), réussissent davantage à mettre en avant leur capacité à raisonner et leurs connaissances théoriques, ce qui conduit à des échanges riches lors de leur exposé.

- Avant de se lancer dans certaines démarches, il faut vérifier que le contexte est correct. Par exemple avant de dériver une fonction du type  $x \mapsto \int_1^x f(t) dt$ , on attend que le candidat justifie qu'elle est dérivable (la plupart du temps on entend :  $f$  est dérivable donc l'intégrale aussi). Lorsqu'on veut appliquer la formule des probabilités totales, il faut citer le système complet d'événements et s'assurer que ce système complet d'événements en est bien un.
- Les candidats pensent plus souvent que les années précédentes, à examiner les premiers termes d'une suite et sont parfois capables de proposer alors une conjecture.

## 2.2 Modéliser un phénomène à l'aide du langage mathématique, en probabilités

- La modélisation pose toujours beaucoup de problèmes. Dans un premier temps, on peut tolérer un "arbre" pour expliquer un calcul de probabilité mais on attend que le candidat justifie autrement ses calculs.
- Lors de la recherche de la loi d'une variable aléatoire  $X$ , on attend des candidats qu'ils définissent  $X(\Omega)$  avant de commencer tout calcul. Ceci permet d'éviter des confusions très nombreuses entre variables discrètes et variables à densité (beaucoup de confusions de méthodes entre ces deux types de variables aléatoires - détermination de la loi, calcul de l'espérance..).
- Il ne faut pas confondre indépendance et incompatibilité.
- Beaucoup de candidats ont des difficultés avec la notion d'événement et on constate par exemple des confusions entre union et intersection. On voit même des sommes d'événements ou des unions de probabilité. On voit assez souvent une probabilité qui est égale à un événement.
- Les formules de Bayes, probabilités totales ou composées sont rarement citées de manière correcte, et le système complet d'événements passé sous silence.
- La notion de système complet d'événements semble inconnue par de nombreux candidats et donc aussi la formule des probabilités totales (c'est pourtant une notion absolument fondamentale en probabilités discrètes).
- On constate souvent l'irruption dans une réponse, de paramètres ne faisant pas partie de l'énoncé. Cela n'a pas de sens de dire qu'une variable aléatoire suit une loi binomiale  $B(n, p)$  lorsqu'aucun entier  $n$  n'est défini dans l'énoncé. Toutes les variables aléatoires définies comme l'obtention d'un premier événement ne suivent pas nécessairement une loi géométrique.

## 2.3 Représenter, changer de registre

- Il faut savoir proposer l'étude d'une fonction pour étudier le nombre de solutions d'une équation. Et il serait impératif que les candidats maîtrisent la fonction valeur absolue (par exemple, savoir traduire par des inégalités  $|X| < x$ ).
- De même il faut être capable de proposer une étude de fonction pour montrer une inégalité. Rappelons toutefois que résoudre une inégalité ne signifie pas résoudre au préalable l'égalité puis dresser ensuite au hasard un tableau de signes.
- Il faut être capable de donner la représentation graphique des fonctions de référence (on a parfois de grosses surprises quand on demande des représentations graphiques de fonctions vues en terminale). Certains élèves ont eu du mal à tracer la courbe représentative de fonctions dont ils avaient pourtant donné le tableau de variation. Un dessin est toujours apprécié, et pas seulement en géométrie.
- En probabilités, de plus en plus de candidats savent utiliser un arbre pour calculer des probabilités, mais trop souvent ils sont incapables d'expliquer en termes d'événements les relations obtenues.

Rappelons que la notion de système complet d'évènements est essentielle en probabilités discrètes. À l'inverse, certains candidats font l'effort d'essayer d'écrire formellement les univers images d'une variable aléatoire ou cherchent à écrire des événements complexes à l'aide d'unions ou d'intersections mais cela masque la situation qui s'avère parfois "simple".

- En algèbre linéaire le passage entre un endomorphisme et sa matrice dans une base donnée reste souvent difficile.

## 2.4 Raisonner, démontrer, argumenter

- Les résultats du cours sont les points d'appui sur lesquels on demande aux candidats de construire leur raisonnement. Il est donc indispensable de connaître son cours et il faut s'attendre à ce que l'examineur demande de citer explicitement un théorème ou une définition. On commence à constater une certaine tendance à privilégier la résolution des exercices plutôt que la compréhension. Certains élèves savent que « on fait comme ça », ou citent « je connais un exercice qui ressemble ».
- Les candidats doivent faire attention à ne pas confondre méthode et astuce. Il faut par exemple savoir justifier (ce qui n'est pas très difficile) un résultat du type :  
« La somme des coefficients de chacune des lignes de la matrice donne la même valeur donc cette valeur est une valeur propre »
- Certains candidats semblent parfois confondre « appliquer une méthode » et « construire un raisonnement » ; on peut par exemple rappeler que tout n'est pas un raisonnement par récurrence.
- Il faut être capable d'identifier une condition nécessaire ou suffisante et surtout éviter de confondre ces deux notions.
- Les candidats semblent plus à l'aise avec la démonstration de l'égalité de deux ensembles.
- Il faut savoir expliciter la signification de l'égalité de deux fonctions ou sa négation.
- En algèbre linéaire il est parfois très difficile d'obtenir le moindre raisonnement.
- Le lien entre « 0 est valeur propre de  $f$  » et la non inversibilité de  $f$  est souvent ignoré.
- Les candidats devraient savoir comment réagir en face d'une matrice ne possédant qu'une seule valeur propre et pouvoir justifier si elle peut être diagonalisable (même si le jury est conscient que ce résultat n'est pas explicitement dans le programme). Il est très rare qu'un candidat sache donner le bon argument (pourtant, on retrouve souvent ces résultats dans les problèmes d'écrit).
- Les candidats semblent avoir des difficultés à justifier qu'une fonction est continue, ou dérivable ou  $C_1$  (et cela s'observe surtout en probabilités). On n'observait pas ce phénomène les années précédentes.

## 2.5 Calculer, maîtriser le formalisme mathématique.

- Le jury, conformément au programme, n'attend aucune virtuosité calculatoire de la part des candidats. Mais la non maîtrise des règles de calcul élémentaires concernant les fonctions logarithme ou exponentielle et la mauvaise gestion de la composition de puissances est très pénalisante. Il faut maintenant dire la même chose avec les multiplications et les additions. En effet il y a maintenant des candidats qui écrivent

$$\prod_{k=1}^n p = np.$$

- La formule de la somme des termes d'une suite géométrique est souvent fautive et les conditions de validité sont presque toujours mauvaises (on aimerait entendre que la raison, dans le cas d'une somme finie est différente de 1 et dans le cas d'une somme infinie est, en valeur absolue, strictement plus petite que 1). Il y a aussi confusion entre la somme de la série et sa somme partielle. Le niveau des candidats, dans la conduite des calculs, est très hétérogène.
- Permuter deux sommes finies quand l'un des indices dépend de l'autre reste très difficile à obtenir.
- Les candidats ne devraient pas bloquer sur un calcul de  $P(X + Y = n)$  ainsi que de  $P(X = Y)$  pour deux variables aléatoires indépendantes. Cela fait partie des calculs fondamentaux du programme.
- La dérivation pose de très gros problèmes pour certains ; les candidats ne devraient pas hésiter à poser leurs formules et à détailler les étapes. Cela a des conséquences assez catastrophiques sur le résultat de l'épreuve. Il ne faut pas oublier la valeur absolue dans la recherche d'une primitive de  $\frac{u'}{u}$ . Il en est de même pour la recherche de primitives (même pour des fonctions de la forme  $u'u$  ou  $u'/u^2$ ...). Et on a aussi confusion entre primitive et dérivée.

- L'intégration par parties est maintenant devenue une difficulté pour beaucoup de candidats. Les candidats confondent aussi linéarité de l'intégrale avec la relation de Chasles.
- Les propriétés de la fonction  $x \mapsto \int_a^x f(t) dt$  où  $f$  est une fonction continue, sont totalement ignorées des candidats. Le mot « primitive » n'est plus jamais employé (obtient-on une fonction continue ? dérivable ? de classe  $\mathcal{C}^1$  ? tout cela reste très flou et on entend encore « continu donc dérivable... ») Les candidats ne savent donc pas dériver une fonction définie par une intégrale.
- La plupart des élèves manipulent les intégrales convergentes sans précaution (par exemple lors d'intégration par parties ou en utilisant la linéarité de l'intégrale).
- Pour montrer qu'une fonction  $f$  est une densité de probabilité, on doit montrer que  $\int_{-\infty}^{+\infty} f(t) dt$  est convergente et vaut 1. Il y a une différence entre le candidat qui réduit cette question à un calcul qui commence sans précautions par  $\int_{-\infty}^{+\infty} f(t) dt =$ , celui qui écrit  $\int_{-\infty}^{+\infty} f(t) dt = \int_a^b f(t) dt =$  et celui qui commence par dire la fonction  $f$  est continue "par morceaux" sur  $\mathbb{R}$ , on peut donc se donner  $a$  et  $b$  deux réels et considérer  $\int_a^b f(t) dt$  ... Il est aussi recommandé de regarder si la fonction de densité proposée a des propriétés de parité ( cela allège les calculs).
- Pour étudier  $\int_1^{+\infty} f(t) dt$ , certains élèves passent prudemment par une borne finie  $A$  mais une fois qu'ils ont établi la convergence de l'intégrale ils écrivent malheureusement  $\int_1^A f(t) dt = \int_1^{+\infty} f(t) dt$ .
- Pour calculer  $P(X = Y)$  avec  $X$  et  $Y$  variables aléatoires discrètes, on voit très souvent  $P(X = Y) = P(X = Y = k)$  et le candidat ne comprend pas pourquoi ce résultat est faux ! Auparavant, le candidat rectifiait de lui-même quand on lui faisait remarquer que les 2 événements n'étaient pas égaux ; mais cette année, impossible de les faire corriger leur erreur - comme si ils découvraient que cette égalité était fautive. Toujours sur les variables aléatoires discrètes, les questions relatives à la loi de la somme, du max ou du min posent beaucoup de problèmes alors que ce sont des questions classiques.
- Les symboles « implique » et « équivalent » sont employés comme des signes de ponctuation.
- Beaucoup de candidats ne présentent pas correctement les objets utilisés.
- Les inégalités posent toujours beaucoup de problèmes. L'inégalité de Bienaymé-Tchebychev donne lieu à des inégalités inversées (ou même est totalement ignorée). Cette inégalité s'applique avec une variable aléatoire à identifier clairement et un epsilon judicieusement choisi. La formule de transfert pour le calcul d'un moment d'une variable aléatoire est à connaître, ainsi que les propriétés sur l'espérance et la variance.
- Des formules « classiques » du cours sont souvent ignorées par les candidats : en particulier, la formule donnant la variance de la somme de deux variables aléatoires semble totalement inconnue ainsi que la bilinéarité de la covariance et du produit scalaire.
- La formule donnant le terme général du produit de deux matrices carrées n'est pas connue ; les candidats savent calculer le produit si on leur donne deux matrices de  $\mathcal{M}_3(\mathbb{R})$  par exemple, mais l'on n'arrive pas à leur faire écrire ou retrouver la formule générale. On observe aussi la même lacune pour le produit de deux polynômes.
- L'utilisation des quantificateurs est trop rare, notamment en algèbre pour la recherche de valeurs propres, images, noyaux et égalité de polynômes. Si le jury n'exige la présence systématique des quantificateurs universel ou existentiel, celle-ci est parfois indispensable ( par exemple lorsqu'on applique le théorème des accroissements finis ou lorsqu'on cherche à établir la liberté d'une famille de fonctions).

## 2.6 Communiquer à l'écrit et à l'oral

- D'une façon générale, les candidats ont tendance à utiliser un langage de plus en plus imprécis : on entend « on fait  $f$  », « on remplace », « on passe de l'autre côté » ..., « pour montrer qu'une matrice  $A$  est inversible, on fait des opérations sur les lignes » ...
- On peut aussi signaler que certains candidats ne se facilitent pas les choses en appelant  $x$  un nombre entier et  $k$  un réel ! Et ceci est de plus en plus fréquent !
- Rappelons que la communication n'est pas à sens unique et qu'il faut être capable de prendre en compte les suggestions de l'examineur et de réagir aux indications proposées.
- On voudrait mettre en garde aussi sur l'utilisation du "ça" : c'est dérivable ou c'est positif...sans sujet dans la phrase.

- Les candidats ont parfois tendance à mal doser l'équilibre oral/écrit.. Par exemple, ils tentent parfois d'expliquer vaguement un calcul à l'oral alors qu'on aimerait voir les détails écrits. Mais plus souvent, c'est l'inverse : ils perdent beaucoup de temps à écrire en toutes lettres des choses qui pourraient être dites à l'oral - récurrence évidente par exemple...

## 2.7 Identifier un problème sous différents aspects

- Les relations entre la fonction de répartition d'une loi, son support, l'existence et, le cas échéant, la valeur de sa densité sont le plus souvent connues de façon beaucoup trop imprécise.
- L'interprétation des colonnes de la matrice de  $f$  pour déterminer  $\text{Ker } f$  et  $\text{Im } f$  est mal exploitée. Beaucoup de candidats semblent incapables de donner une famille génératrice de l'image.
- Les relations entre système linéaire, matrice et endomorphisme restent parfois très floues.

## 2.8 Mobiliser des connaissances scientifiques pertinentes

- L'expression de la densité gaussienne est fautive chez de nombreux candidats.
- Les hypothèses des théorèmes classiques (Rolle, accroissements finis, de la bijection, ...) peuvent être incomplètes, fausses, voire complètement oubliées. Certains candidats semblent considérer que le théorème de Rolle ou des accroissements finis sont en fait des « formules » qui ne méritent pas d'hypothèses.
- Il est souvent difficile d'obtenir un énoncé précis de certains théorèmes (par exemple le théorème des valeurs intermédiaires ou le théorème de la bijection) et beaucoup de candidats ne peuvent pas donner une définition correcte de quelques unes des notions fondamentales du programme (par exemple : famille génératrice, vecteur propre,  $f$  diagonalisable). Les développements limités sont mal connus.
- Par exemple, si la variable est discrète, pour donner sa loi, trop souvent les candidats cherchent sa fonction de répartition sans envisager d'autres possibilités ! Plus ennuyeux : pour calculer la loi de la somme de deux variables aléatoires discrètes, les candidats utilisent le produit de convolution donnant la somme de 2 variables aléatoires à densité et indépendantes.
- Plusieurs candidats affirment sans plus de précision que les matrices symétriques sont diagonalisables. On a toujours du mal à obtenir la définition de valeur propre ou de vecteur propre. Certains élèves semblent même ne pas comprendre la question : pouvez vous me donner la définition d'une valeur propre d'un endomorphisme ? La définition abstraite du noyau d'un endomorphisme et celle de son image sont mal connues.  
Enfin on trouve une erreur qui revient très souvent : «  $A$  triangulaire supérieure donc elle est diagonalisable ».
- Beaucoup de candidats ne savent pas non plus définir «  $A$  diagonalisable ».
- Il y a parfois confusion entre les solutions obtenues grâce à l'équation caractéristique d'une suite récurrente linéaire d'ordre 2 et celle d'une équation différentielle.
- On aimerait que les candidats sachent justifier correctement que la fonction de répartition obtenue correspond à une v.a. à densité et ne pas entendre "on dérive".
- Les exercices sur le produit scalaire sont souvent très mal traités et on voit des règles de calcul très fantaisistes (la notation du produit scalaire avec un point - certes au programme- n'aide pas vraiment les candidats qui "sortent" les vecteurs du produit scalaire ).
- Si  $P$  est un polynôme, beaucoup de candidats n'arrivent pas à écrire  $P(X + 1)$  ou  $P(X^2)$ .

## 2.9 Critiquer ou valider un modèle ou un résultat

- Il y a encore beaucoup de candidats qui sont surpris qu'on leur demande si le signe d'une valeur numérique obtenue après calcul est conforme à ce qu'on pouvait attendre, qui ne voient pas ce qu'on peut vérifier quand on a calculé des probabilités, qui sont étonnés qu'on propose de vérifier que les vecteurs obtenus après calculs sont bien des vecteurs propres, ou qui ne pensent pas à vérifier pour les premiers termes une formule donnant une expression du terme d'une suite.
- Plus regrettable, beaucoup de candidats, notamment en probabilités, ne sont pas surpris de faire apparaître dans leurs réponses des paramètres qui n'interviennent pas dans l'énoncé du problème proposé.

### 3 Conclusion

Le but de l'examineur n'est pas de troubler le candidat mais de vérifier ses connaissances et ses capacités d'initiative et de réaction lors d'un dialogue s'appuyant sur la résolution des deux exercices proposés. Il faut souligner que les candidats l'ont bien compris et que, dans l'immense majorité des cas, l'oral se déroule sereinement dans une ambiance propice à l'atteinte des objectifs cités. Si certains candidats n'ont pas atteint le niveau attendu à ce niveau de formation, le jury a aussi pu entendre d'excellentes prestations qui ont été justement récompensées.

Intervalles		Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99		0,00	0	0,00
2 à 2,99		0,00	0	0,00
3 à 3,99	9	1,58	9	1,58
4 à 4,99	23	4,05	32	5,63
5 à 5,99	44	7,75	76	13,38
6 à 6,99	45	7,92	121	21,30
7 à 7,99	41	7,22	162	28,52
8 à 8,99	37	6,51	199	35,04
9 à 9,99	60	10,56	259	45,60
10 à 10,99	38	6,69	297	52,29
11 à 11,99	34	5,99	331	58,27
12 à 12,99	51	8,98	382	67,25
13 à 13,99	49	8,63	431	75,88
14 à 14,99	42	7,39	473	83,27
15 à 15,99	29	5,11	502	88,38
16 à 16,99	30	5,28	532	93,66
17 à 17,99	15	2,64	547	96,30
18 à 18,99	9	1,58	556	97,89
19 à 19,99	5	0,88	561	98,77
20	7	1,23	568	100,00

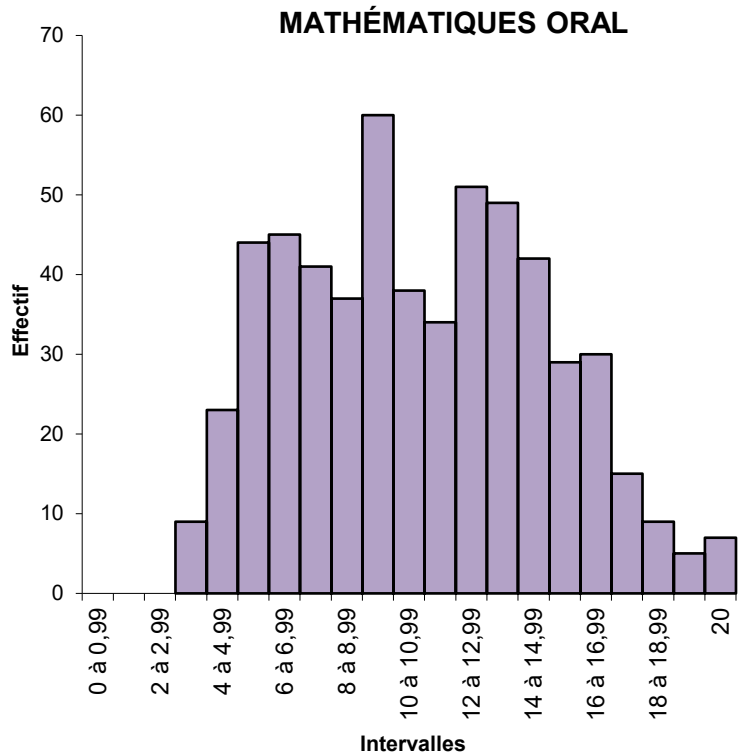
Nombre de candidats dans la matière : 568

Minimum : 3,02

Maximum : 20

Moyenne : 10,85

Ecart type : 4,08



Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99	1	0,18	1	0,18
2 à 2,99	5	0,88	6	1,06
3 à 3,99	14	2,46	20	3,52
4 à 4,99	18	3,17	38	6,69
5 à 5,99	27	4,75	65	11,44
6 à 6,99	42	7,39	107	18,84
7 à 7,99	45	7,92	152	26,76
8 à 8,99	46	8,10	198	34,86
9 à 9,99	47	8,27	245	43,13
10 à 10,99	40	7,04	285	50,18
11 à 11,99	37	6,51	322	56,69
12 à 12,99	51	8,98	373	65,67
13 à 13,99	53	9,33	426	75,00
14 à 14,99	37	6,51	463	81,51
15 à 15,99	34	5,99	497	87,50
16 à 16,99	21	3,70	518	91,20
17 à 17,99	18	3,17	536	94,37
18 à 18,99	19	3,35	555	97,71
19 à 19,99	7	1,23	562	98,94
20	6	1,06	568	100,00

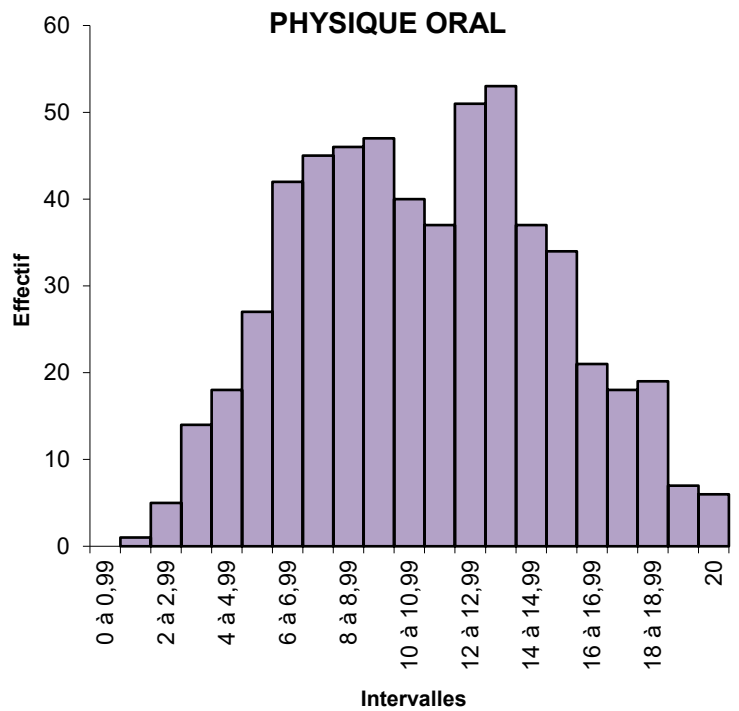
Nombre de candidats dans la matière : 568

Minimum : 1,82

Maximum : 20

Moyenne : 11,11

Ecart type : 4,16



# ÉPREUVE ORALE DE PHYSIQUE

## PRÉSENTATION

L'épreuve orale de Physique dure 40 min : 20 min de préparation et 20 min de présentation.  
Une calculatrice est fournie au candidat en cas de besoin.

Le sujet se compose d'une question de cours (notée sur 7-8 environ) et d'un exercice (noté sur 12-13 environ), et porte sur l'ensemble du programme des 2 années de la filière BCPST.

## COMMENTAIRE GÉNÉRAL

Tous les candidats ont été courtois et aucun problème de comportement n'a été relevé.

Le jury note de très bonnes prestations et des progrès en mécanique des fluides, étude des machines thermiques et étude des phénomènes de transport.

A l'opposé, certains candidats ne maîtrisent ni la question de cours, ni l'exercice.

Ainsi, les notes s'étalent de 1 à 20.

Le jury rappelle qu'il appartient au candidat de gérer son temps et qu'un maximum de 7 à 8 minutes doit être consacré à la question de cours. Par ailleurs, il ne doit pas attendre systématiquement une validation de la part de l'interrogateur, et doit traiter un maximum de questions, quitte à en passer certaines.

On note toujours des oublis d'unités, des problèmes de conversion (par exemple des  $m^3$  en L), des problèmes au niveau mathématique : trigonométrie, réduction de fractions, confusion courante entre différentielle et dérivée.

L'utilisation de la calculatrice basique fournie pose parfois des problèmes ; il pourrait être utile que les candidats s'entraînent.

Le jury rappelle enfin qu'un simple contrôle de l'homogénéité d'une relation pourrait permettre de corriger bon nombre d'erreurs ; cela suppose bien sûr de connaître les unités des grandeurs physiques de base. Il convient également d'analyser le signe des relations proposées et de se poser des questions lorsqu'on obtient une masse ou une durée négative.

## COMMENTAIRES PARTICULIERS

### Optique

- Le phénomène de réflexion totale est mal expliqué et des candidats ne citent pas la fibre optique comme application courante.
- L'appartenance des rayons réfracté et réfléchi au plan d'incidence est souvent omise.
- La démonstration classique de l'ouverture numérique d'une fibre optique est souvent problématique.
- On note beaucoup de problèmes avec les fonctions trigonométriques ; on peut trouver par exemple  $\sin(0) = 1$  et  $\sin(90) = 0$ .

### Mécanique

- La manipulation des vecteurs, dès lors qu'ils ne sont pas colinéaires, pose problème à de nombreux candidats, notamment dans l'écriture des projections ; il convient de faire un schéma clair avec une représentation précise des forces.
- Lors des intégrations, il est important de savoir si l'on intègre par rapport au temps ou bien par rapport à une variable d'espace. Précisons également que les constantes d'intégration ne coïncident pas toujours avec les valeurs initiales.

- Les exercices faisant intervenir un ressort font apparaître de grosses imprécisions dans l'écriture de la force et de la mise en équation.
- Les lois de Coulomb relatives au frottement solide sont le plus souvent non maîtrisées.
- La notion de référentiel galiléen est souvent imprécise.
- Les grandeurs énergétiques et leur manipulation (lien entre force conservative et énergie potentielle, lien entre variation d'énergie potentielle et travail) sont mal maîtrisées par de nombreux candidats. L'énoncé des théorèmes énergétiques manque de rigueur.
- La notion de stabilité demeure confuse.
- La démonstration de l'expression de la poussée d'Archimède n'a pas été correctement traitée.
- Les exercices de mécanique des fluides sont mieux traités en général.

## Électricité

- La caractéristique d'un condensateur n'est pas toujours connue.
- La mise en équation d'un circuit à deux mailles pose problème et les candidats se perdent dans les équations, par manque de méthode.
- L'étude des filtres est particulièrement laborieuse même si l'équation différentielle est fournie ; c'est le passage à la notation complexe qui est souvent incompris.
- Peu de candidats sont capables d'expliquer le rôle d'un filtre sur un signal périodique non sinusoïdal, même de façon qualitative.

## Thermodynamique

- Les principes sont systématiquement énoncés sous forme différentielle et on note toujours de nombreuses incompréhensions des notations courantes  $D$ ,  $d$ ,  $d$ .
- Le second principe est énoncé mais les principales causes d'irréversibilité sont mal connues ; on oublie parfois de préciser que l'entropie créée est positive et on mentionne parfois qu'elle est négative.
- Les exercices avec changement d'état posent souvent des difficultés.
- Les lois de Fick et Fourier sont souvent confondues et beaucoup d'erreurs d'unités et de signes apparaissent souvent.

## CONCLUSION

Conscients que le programme est vaste et exige un travail important et approfondi, les membres du jury souhaitent que les remarques faites dans ce rapport puissent aider les futurs candidats. Ils conseillent également aux futurs candidats d'utiliser le programme officiel comme un précieux outil de révision car il présente la liste des connaissances et savoir-faire attendus.

Précisons également que de nombreux candidats de cette session 2024, ont fait preuve de bonnes connaissances et que de bons exposés ont abouti à de très bonnes notes.

# ÉPREUVE ORALE DE CHIMIE

## 1. Le déroulement de l'épreuve

Le sujet est constitué de trois parties : une question de cours, une question de travaux pratiques et un exercice plus complet sur une autre partie du programme. Les candidats bénéficient d'une durée de 20 minutes de préparation directement au tableau, suivies de 20 minutes de présentation de leur travail. Ils ont à leur disposition une calculatrice basique Casio Collège fx-92 fournie par le concours. L'ordre d'exposition des deux parties est libre.

## 2. Remarques générales

Le jury tient compte de la multiplicité des connaissances demandées aux candidats. Ainsi, les questions posées en chimie ont essentiellement pour but de vérifier que les fondamentaux sont bien acquis.

- Les sujets portent sur les deux années de classe préparatoire.
- L'aptitude du candidat à présenter et à communiquer est sans aucun doute un élément déterminant. Beaucoup de candidats émettent des interjections, hop, tac ... à la longue c'est agaçant. D'autres disent pardon, on n'est pas en confession.
- Quand on demande au candidat de reprendre un point, c'est généralement qu'il est faux ; il est inutile de s'entêter.
- Certains candidats interrogent le jury pour des rappels sur les fondamentaux du cours et sont frustrés de l'absence de réponse de celui-ci : on rappelle qu'un oral n'est pas une colle, les membres du jury doivent faire preuve d'impartialité.

Tous les candidats sont extrêmement polis, à l'heure et très agréables pendant la présentation.

## 3. Remarques particulières

Il est à noter cette année que le niveau de connaissances des candidats sur les travaux pratiques de chimie est particulièrement faible : le vocabulaire n'est pas maîtrisé (tuyaux du réfrigérant appelés « câbles », fioles à vide nommées « erlenmeyers »...), les techniques usuelles non plus (purification d'une phase organique par décantation... , principe de la recristallisation rarement bien explicité, dilution effectuée au bécher ou à l'éprouvette... , certains candidats parlent d'« élément » ou de « solution » déposé(e)(e) sur le banc Köfler pour mesurer le point de fusion...), les appareils de mesure sont de véritables boîtes noires (le pH-mètre est constitué d'une « sonde » de nature inconnue... ) et les grandeurs mesurées sont souvent mal identifiées, d'affreux schémas de montage ont été présentés (des réfrigérants dans les montages à reflux représentés sur un col périphérique du ballon tricol, des CCM avec des dépôts des produits à analyser sous la frontière de l'éluant... ). Tout ce qui concerne les solutions tampon est mal traité : les candidats ne sachant pas ce qu'elles contiennent, ils ne peuvent pas préciser leur fabrication.

La chimie organique reste un domaine très sélectif, certains candidats ayant hélas fait une impasse presque totale sur ce thème ; à ce sujet, la déshydratation des alcools est rarement bien traitée, de grosses confusions ont été faites par les candidats sur les réactivités de  $\text{NaBH}_4$  et  $\text{LiAlH}_4$  face aux bases  $\text{NaH}$ ,  $\text{KH}$ . Les grandes lacunes des étudiants en nomenclature systématique des composés organiques les conduisent à écrire des structures chimiques farfelues pour des composés pourtant classiques (cyclopropène...). Le repérage des centres stéréogènes dans une molécule organique donnée pose fréquemment soucis : il est fréquent de voir des candidats pensant qu'une cétone a un carbone fonctionnel stéréogénique ! L'attribution des descripteurs stéréochimiques aux centres stéréogènes est mal expliquée car les règles de priorité de Cahn, Ingold et Prelog ne sont pas connues : on rappelle qu'on définit d'abord la priorité d'un substituant par le numéro atomique Z de

l'atome directement lié au centre stéréogène et non pas par son électronégativité. La notion de conformation est mal connue.

En chimie des solutions, les erreurs classiques sont régulièrement observées : difficulté des candidats à équilibrer des équations de réaction, donnée de la concentration d'un solide... En outre, la distinction entre échelle d'acidité et diagramme de prédominance n'est pas évidente pour nombre d'étudiants interrogés cette année.

L'oxydoréduction avec les diagrammes potentiel-pH est connue de manière superficielle : les candidats ne savent pas exploiter ces diagrammes pour retrouver une valeur de produit de solubilité ou un potentiel d'oxydo-réduction standard..., mais les espèces sont correctement placées dans leur domaine de stabilité, après un calcul souvent juste du nombre d'oxydation de l'élément pour lequel le diagramme est tracé, et les relations de Nernst comportent peu souvent des erreurs.

La thermochimie laisse certains candidats perplexes mais d'autres excellent dans ce domaine : ce sont les calculs des grandeurs de réaction via des valeurs d'enthalpies de formation ou des énergies de liaisons qui posent le plus souvent problème, les termes exergonique et exothermique sont aussi très souvent confondus, mais les diagrammes binaires sont dans l'ensemble bien compris et exploités, et les questions de cours sur les potentiels chimiques sont traitées avec succès.

La capacité des candidats à calculer ne s'est pas améliorée. Certains se jettent sur la calculatrice Casio Collège pour effectuer  $2/5$  ou  $0,2*1$  ou encore pour une simple soustraction.

La cinétique est dans l'ensemble bien traitée cette année encore, même si l'approximation du pré-équilibre rapide n'est pas toujours utilisée à bon escient.

En conclusion, l'oral reste très sélectif ; nous encourageons les futurs candidats à travailler de manière plus approfondie leur cours et à ne pas négliger les travaux pratiques, qui jouent un rôle clé dans le processus d'apprentissage et de compréhension des phénomènes scientifiques.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99		0,00	0	0,00
2 à 2,99		0,00	0	0,00
3 à 3,99	2	0,52	2	0,52
4 à 4,99	6	1,55	8	2,07
5 à 5,99	7	1,81	15	3,88
6 à 6,99	15	3,88	30	7,75
7 à 7,99	17	4,39	47	12,14
8 à 8,99	27	6,98	74	19,12
9 à 9,99	18	4,65	92	23,77
10 à 10,99	34	8,79	126	32,56
11 à 11,99	38	9,82	164	42,38
12 à 12,99	33	8,53	197	50,90
13 à 13,99	35	9,04	232	59,95
14 à 14,99	40	10,34	272	70,28
15 à 15,99	31	8,01	303	78,29
16 à 16,99	21	5,43	324	83,72
17 à 17,99	29	7,49	353	91,21
18 à 18,99	18	4,65	371	95,87
19 à 19,99	8	2,07	379	97,93
20	8	2,07	387	100,00

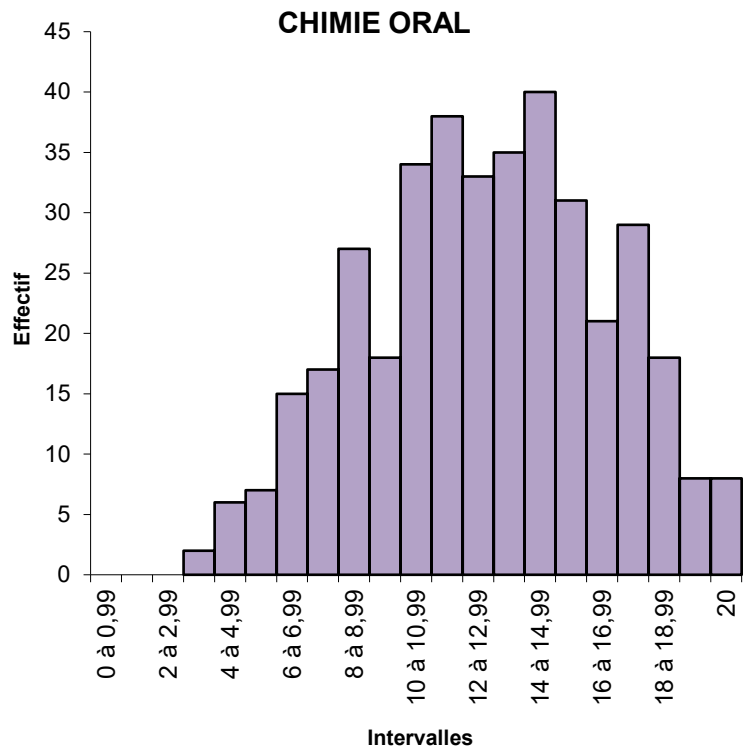
Nombre de candidats dans la matière : 387

Minimum : 3,22

Maximum : 20

Moyenne : 12,71

Ecart type : 3,80



Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99		0,00	0	0,00
2 à 2,99		0,00	0	0,00
3 à 3,99		0,00	0	0,00
4 à 4,99		0,00	0	0,00
5 à 5,99		0,00	0	0,00
6 à 6,99		0,00	0	0,00
7 à 7,99	2	1,10	2	1,10
8 à 8,99	6	3,31	8	4,42
9 à 9,99	13	7,18	21	11,60
10 à 10,99	17	9,39	38	20,99
11 à 11,99	28	15,47	66	36,46
12 à 12,99	23	12,71	89	49,17
13 à 13,99	29	16,02	118	65,19
14 à 14,99	24	13,26	142	78,45
15 à 15,99	21	11,60	163	90,06
16 à 16,99	14	7,73	177	97,79
17 à 17,99	1	0,55	178	98,34
18 à 18,99	1	0,55	179	98,90
19 à 19,99		0,00	179	98,90
20	2	1,10	181	100,00

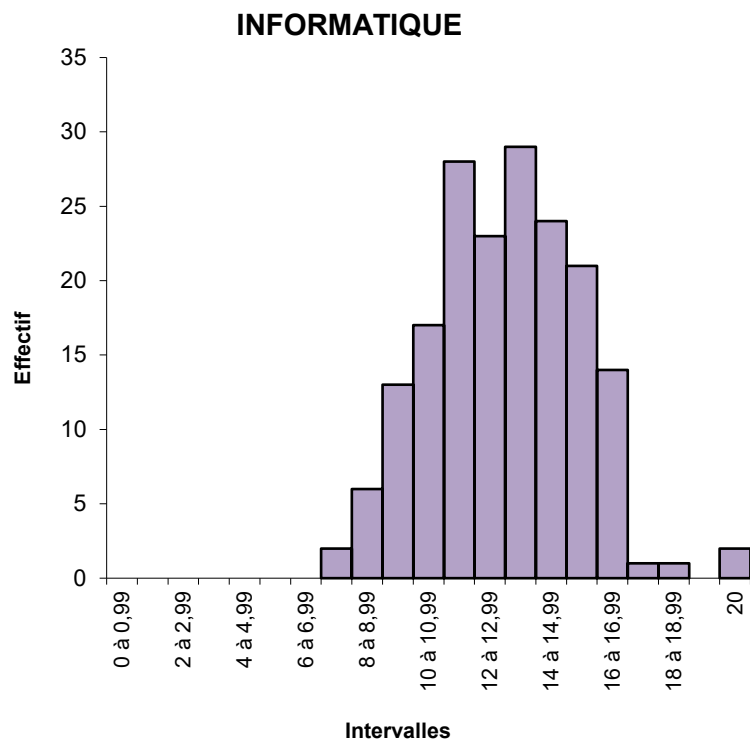
Nombre de candidats dans la matière : 181

Minimum : 7,16

Maximum : 20

Moyenne : 12,95

Ecart type : 2,36



# ÉPREUVE ORALE D'INFORMATIQUE

## 1. Préambule

L'épreuve orale d'informatique, au choix avec la chimie, dure 40 minutes : 20 minutes de préparation suivies de 20 minutes d'exposé devant l'examineur.

Pendant la 1<sup>ère</sup> partie de l'exposé (10 minutes) le candidat est amené à présenter la résolution d'un exercice tiré au sort et préparé pendant les 20 minutes de préparation. Pendant la seconde moitié de l'exposé, il travaille sur un exercice non préparé proposé par l'examineur.

- ✓ L'objectif des exercices proposés est de vérifier la capacité du candidat à pouvoir transformer un problème élémentaire en un algorithme, à déterminer les étapes permettant de mettre en œuvre cet algorithme et à identifier les fonctions et types de structures nécessaires à sa programmation. Le programme qui en résulte est écrit dans le langage de programmation *Python*.

Les exercices se présentent sous forme de problèmes généraux ne faisant pas appel nécessairement à des notions mathématiques, physiques ou biologiques ...

Pendant l'exposé, le candidat est convié à présenter une solution pour résoudre le problème posé et à répondre à des questions qui peuvent être liées à la solution exposée, prolongements, variantes, efficacité de l'algorithme proposé... Les interventions de l'examineur sont destinées à obtenir des précisions, corriger des erreurs ou de mauvaises démarches, elles ne sont jamais faites pour perturber le candidat.

L'évaluation tient compte d'aspects strictement "algorithmiques" et de "programmation" :

- exactitude de l'algorithme présenté
- maîtrise des concepts de programmation manipulés
- efficacité du programme, prise en compte des cas particuliers

Plus généralement d'autres qualités ont aussi été appréciées :

- vivacité et rapidité suite aux remarques de l'examineur
- aptitude à défendre les solutions proposées
- capacité à relier le problème à des problèmes plus généraux
- maîtrise du langage et "élégance" des solutions présentées

Dans la 2<sup>ème</sup> partie de l'exposé, le candidat est interrogé sur un deuxième exercice. Les qualités estimées du candidat sont les mêmes que dans la 1<sup>ère</sup> partie.

## 2. Remarques générales

Il apparaît que l'ensemble des candidats ont choisi l'option informatique en connaissance de cause, et à part quelques exceptions, ils ont les compétences permettant de résoudre les exercices. Certains candidats montrent une très bonne maîtrise des concepts manipulés et une grande aisance à écrire un algorithme. Les examinateurs tiennent à souligner que même si certains candidats ont parfois été décontenancés par le sujet et n'ont pas trouvé forcément la bonne solution au départ, les interrogateurs ont tout de même pu évaluer leur capacité à rebondir aux remarques, leur réactivité pour rectifier le tir et proposer une solution au problème posé et leurs compétences en programmation.

## 3. Quelques points d'amélioration attendus

- Il est indispensable que le candidat présente le sujet de l'exercice dans son ensemble avant de rentrer dans le détail sans aucune introduction. Certains candidats rentrent toute de suite dans le vif du sujet sans effectuer cette introduction et c'est préjudiciable à la clarté de l'exposé.
- De la même façon, chaque question doit être introduite en présentant les résultats attendus, les données fournies et brièvement la méthode mise en œuvre.
- Il faut que les candidats prennent le temps de bien lire l'énoncé et de se poser les bonnes questions avant de se lancer dans sa résolution. Pour ceux qui l'ont fait spontanément, cela traduit une certaine prise de recul et une capacité de synthèse appréciable.

- Concernant l'utilisation de noms de variables, l'amélioration constatée ces dernières années s'est atténuée et c'est regrettable ; nombre des noms de variables utilisés tels que A, B, C, M, N ou x, y, z étaient peu explicites et ne favorise pas une compréhension aisée et rapide des codes présentés.

### 3.1 Programmation

- Au niveau programmation, quelques améliorations peuvent être apportées :
  - Attention au vocabulaire utilisé, une instruction conditionnelle n'est pas une "boucle"...
  - Si on rentre dans les détails, on observe toujours que quelques candidats privilégient l'opérateur + pour ajouter un élément dans une liste plutôt que l'utilisation de la méthode append. Ce qui peut nuire à l'efficacité quand on traite de nombreuses données. Mais on observe une nette amélioration à ce niveau.
  - On a observé l'utilisation plus régulière et maîtrisée de l'instruction break qui facilite l'écriture de certains programmes et qui permet souvent d'atteindre plus facilement les recommandations de The Zen of Python.
  - La manipulation des chaînes de caractères est encore un point de difficulté pour certains même si depuis quelques années, il y a globalement un net progrès. Il n'est cependant pas rare de rencontrer "x" au lieu de *str(x)* ou des arguments de fonctions entourées des " ", histoire de préciser « c'est une chaîne » :

```
def fct(par1, par2, "parametre_chaine", ...) :
    ...
```

- Quelques candidats ne connaissent pas l'opérateur modulo "%" qui rend pourtant de nombreux services, tester si un nombre est pair par exemple...
- Autre erreur liée à l'opération de division entière : la division avec / retourne un float et peut créer une incompatibilité avec l'utilisation du résultat comme un indice. Un certain nombre de candidats n'ont pas le réflexe d'utiliser (ou ne connaissent pas) l'opérateur de division //.
- Les confusions entre éléments et indices dans les itérations sont également assez répandues, même si on peut en attribuer certaines à l'étourderie. De même, on a pu voir des *for i in range(L)* ou *for i in len(L)*.
- Erreur moins importante : != au lieu de !=.
- Le *slicing* (découpage) de Python permettant d'extraire des sous-chaînes ou des sous-listes très facilement et rapidement semble mieux connu que les années passées.
- Certains étudiants se trompent encore lors de l'écriture d'un algorithme de type « recherche d'une propriété dans une liste » et ne placent pas le *return* du résultat pour les autres cas à la sortie de l'itération mais dans l'itération :

```
def verifie_propriete(ma_liste):
    for element in ma_liste:
        if la propriété cherchée est vérifiée:
            return True # ou False
    return False # ou True
```

- Pour aller plus loin, un autre type d'algorithme encore plus général avec deux niveaux d'itérations peut être abordé lors des interrogations. Par exemple, s'il s'agit de vérifier qu'une liste de listes contient dans chacune des listes qui la compose un élément négatif, on écrira :

```
def toujours_un_negatif(LL):
    for L in LL:
        yenapas = True
        for element in L:
            if element < 0:
                yenapas = False
        if yenapas:
            return False
    return True
```

- Il peut être bon de ne plus écrire : `if var == True:` mais plus simplement : `if var:`

Et de la même façon d'éviter d'écrire :

```
if var:  
    return True  
else:  
    return False
```

mais de privilégier l'écriture :

```
return var
```

- La notion de référence ne semble pas connue : les fonctions qui manipulent une liste passée en paramètre n'ont pas besoin de retourner la liste en résultat. Mais cette notion non triviale, pourra être approfondie ultérieurement.

# ÉPREUVE ORALE DE GÉOLOGIE

## 1. Organisation et objectifs de l'épreuve

L'épreuve orale pratique de géologie se déroule sur le mode de l'entretien. Elle dure 40 minutes pour le candidat et se déroule en deux temps. Les 20 premières minutes comprennent l'accueil du candidat, la vérification de ses documents (convocation et pièce d'identité) et la remise du sujet que le candidat doit préparer. Il va de soi que si le candidat tarde à présenter ses documents ou à s'installer, il rogne sur son temps de préparation. Compte tenu du planning souvent serré, ce n'est pas le candidat qui « gère » le déroulement de l'épreuve et la durée de celle-ci. Il est donc inutile que celui-ci déclenche un chronomètre une fois assis à son poste de travail en espérant disposer de 20 minutes de préparation.

Pendant le temps de préparation, le candidat dispose d'une loupe, d'une pipette d'HCl, d'une fiole d'eau, d'une lame de verre et d'un clou.

Le sujet consiste en une analyse de cartes géologiques (généralement 50 000<sup>ème</sup> ou 250 000<sup>ème</sup>), d'échantillons pétrographiques, de documents, de photographies ou d'une combinaison de ces différents objets. Une carte géologique de France au millionième est également mise à disposition du candidat. Elle ne constitue pas un document obligatoire mais peut être utilisée si le candidat le juge utile.

Les 20 minutes suivantes sont consacrées à la présentation du candidat et à une série de questions de l'examinateur. Un bon équilibre entre présentation et questions est souhaitable. Beaucoup trop de candidats finissent leur présentation en 2 à 3 minutes ce qui n'augure généralement rien de bon quant à la note. Par ailleurs, indépendamment du support, l'exposé du candidat doit être structuré précis et clair. La présentation doit être démonstrative. Les questions posées au candidat permettent d'apporter des précisions, d'argumenter et de développer certains aspects évoqués.

Outre les connaissances, l'entretien vise à évaluer la pertinence de la démarche scientifique adoptée par le candidat, sa capacité d'écoute et de réactivité aux questions.

Préparation et présentation ont lieu dans une même salle. Les 20 minutes de préparation se déroulent donc pendant que le candidat précédent effectue son exposé et répond aux questions.

## 2. Cartographie

L'analyse d'une carte géologique devrait systématiquement commencer par : (1) annoncer l'échelle de celle-ci, (2) localiser cette carte sur la carte de France au millionième et (3) présenter le cadre géologique régional.

La notion d'échelle reste un problème pour nombre de candidat et notamment le passage entre une carte au 50 000<sup>ème</sup> et la carte de France. La localisation est souvent également un écueil même pour les principales villes françaises. A défaut de connaître la carte proposée et sa localisation, les latitudes et longitudes sont présentes sur toutes les cartes au 50 000<sup>ème</sup> ou au 250 000<sup>ème</sup> ainsi que sur la carte de France (encore faut-il savoir s'en servir). Une localisation correcte permet d'intégrer la carte dans un contexte régional et donc normalement de proposer une interprétation cohérente.

Certains grands « domaines » géologiques (Massif armoricain, Vosges, Jura, etc.) ne sont pas tous géographiquement connus voire *terra incognita* et donc les grandes lignes de leur histoire géologique totalement ignorées. Les principaux cycles orogéniques sont également souvent méconnus ou trop souvent « juxtaposés » ; les périodes d'érosion, d'exhumation passées sous silence. Il est rappelé que la carte géologique de France au millionième présente un encart dans lequel figure nombre d'informations stratigraphiques, chronologiques, tectono-métamorphiques, etc. Certaines interprétations de cartes « classiques » sont extravagantes. A titre d'exemples : (1) la carte de Clermont-Ferrand est caractéristique d'une zone de subduction ! Le fossé d'effondrement de la Limagne (Oligocène) correspond à la plaque subduite et la chaîne des Puys (Plio-Quaternaire) devient forcément l'arc volcanique de cette subduction. Les granites hercyniens sont associés à ce même processus et en prime s'intrudent en surface ! Quand on oriente la discussion sur le simple diachronisme de ces épisodes, les candidats restent souvent dubitatifs ; (2) la déformation plicative du Jura (différentes cartes) est une conséquence directe de la surcharge glaciaire au Quaternaire ! Là encore, la durée des deux processus (phase plicative par rapport à une période glaciaire) ne

perturbe pas les candidats. Ces deux interprétations farfelues ne sont pas des exceptions et montrent les lacunes de nombre de candidats. La carte de France au millionième devrait être un document maîtrisé (a minima dans ses grandes lignes) par tous les candidats.

A une échelle plus locale, l'analyse cartographique des failles est fastidieuse. Les indications (signes) de pendage qui sont toujours relatives aux couches sédimentaires, sont trop souvent utilisées pour caractériser le pendage d'une faille proche. Le principe du V dans la vallée est souvent connu mais peu utilisé. L'interprétation des décrochements (souvent appelés à tort failles transformantes) est laborieuse. Les points triples sont souvent identifiés mais mal compris et rarement mis en relation avec une discordance. De plus, signaler des points triples entre formations superficielles et « vraies » formations géologiques n'apportent pas d'éléments de discussion intéressants. La description des structures plissées est parfois délicate, les candidats confondent souvent axe du pli, plan axial, terminaison périclinale, etc. Il est rappelé que pour démontrer la présence d'un anti- ou synclinal, l'organisation spatiale des couches avec « plus jeune ou plus vieux au centre » n'est pas suffisante. Les pendages doivent être divergents par rapport à l'axe du pli pour un anticlinal et convergents pour un synclinal. De nombreuses confusions sont aussi constatées entre discordances et chevauchements. De plus les buttes-témoins sont trop souvent interprétées comme des klippes.

### **3. Pétrographie**

L'analyse des échantillons doit être démonstrative. Il est impératif de proposer un type de roche, une éventuelle texture, une description des minéraux présents avant de la nommer.

Au premier ordre, la différence entre roche, minéral, cristal et élément n'est pas toujours maîtrisée.

Les termes de stratification, schistosité, foliation, linéation minéralogique (et les définitions qui leurs sont données) sont confuses et souvent erronés. Toutes les roches métamorphiques présentant des alternances de lits clairs et sombres ne sont pas forcément des migmatites ! Migmatites qui ne sont d'ailleurs pas des roches métamorphiques puisqu'elles ont subi une fusion partielle.

Pour les roches sédimentaires, ce n'est pas parce qu'une roche fait effervescence à l'acide (bannir « la roche mousse » ou « effervesce ») que c'est obligatoirement une roche calcaire. Nombre de roches détritiques terrigènes présentent un ciment calcaire et ne sont pas pour autant des roches carbonatées. On ne doit donc pas utiliser la classification de Dunham pour les nommer. Par ailleurs, l'utilisation de cette classification n'est pas optionnelle et doit remplacer les vieilles appellations franco-françaises du style « calcaire lithographique ». Plus aucun élève ne sait ce qu'est la lithographie ! On rappelle encore que le vocable "coquillage" est à proscrire ; il est même sanctionné. On attend autre chose de la part d'élèves de niveau Bac+2.

Molasse et flysch ne sont pas des roches mais des termes lithostratigraphiques

Les notions de classement et de granoclassement ne sont pas équivalentes. Ces deux notions proches se rapportent au concept de granulométrie. On l'utilise bien sûr pour les roches détritiques terrigènes, mais il est aussi usité pour les roches carbonatées granulaires, quelle que soit l'origine des grains (oolithes, bioclastes, ...). Le classement est la façon dont les tailles de particules sont groupées (bon classement) ou dispersées (mauvais classement) ; ce qui exprime la constance ou la variabilité du niveau énergétique de l'agent de transport. Le granoclassement est un classement vertical des grains selon la taille. Il se définit au niveau d'une strate, qui est alors dite granoclassée. Le granoclassement peut être normal (diminution progressive de la taille des grains du bas vers le haut) ou inverse (augmentation progressive de la taille des grains du bas vers le haut). Ce phénomène est lié à la diminution (ou l'augmentation) progressive de la compétence de l'agent de transport. On peut trouver aussi les termes de granoclassement positif (synonyme de 'normal') et négatif (synonyme de 'inverse'), mais ce vocable est désuet et caduc.

### **4. Commentaires généraux sur les exposés des candidats**

Le candidat doit être capable d'exposer à l'oral des connaissances, de façon précise, didactique et synthétique, en manipulant un vocabulaire adapté et précis

Les seules connaissances attendues sont celles du programme. Les notions clés doivent pouvoir être définies avec précision. Le discours, dans son ensemble, doit être précis et scientifique. Des formulations imprécises sont souvent peu informatives, mais précision ne signifie toutefois pas abondance de détails. Des détails non contextualisés et présentés sans justifier leur lien avec le

sujet seront ainsi peu valorisés. Les compétences de communication orale (posture générale, regard, intonation, articulation, respect du temps de parole, ...) doivent être maîtrisées.

Il faut connaître les ordres de grandeur des principaux objets et processus géologiques.

Il faut être capable de construire des illustrations à la fois précises et adaptées à la démonstration en cours. On rappelle que toute illustration doit être accompagnée d'un titre, d'une légende et d'une échelle.

Le candidat doit faire preuve d'intuition scientifique et de bon sens afin de proposer des stratégies pertinentes qui permettent de répondre aux questions de l'examinateur.

Dans l'ensemble, l'interrogation se veut aussi bienveillante que possible. La phase de discussion doit permettre à l'examinateur d'apprécier les qualités scientifiques du candidat, même et surtout lorsque l'exposé n'a pas donné entière satisfaction.

L'oral de géologie pratique est un exercice exigeant qui demande de faire preuve de rigueur mais également de spontanéité et de créativité. Il demande de maîtriser un champ de connaissances vastes mais précises, et d'avoir une vision intégrée des phénomènes géologiques et de leurs implications à différentes échelles spatiales et temporelles.

En conclusion, l'entretien révèle que beaucoup de candidats ont des connaissances mais qu'ils ont du mal à les mobiliser lors de leur exposé.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99		0,00	0	0,00
2 à 2,99	4	0,70	4	0,70
3 à 3,99	7	1,23	11	1,94
4 à 4,99	13	2,29	24	4,23
5 à 5,99	42	7,39	66	11,62
6 à 6,99	44	7,75	110	19,37
7 à 7,99	62	10,92	172	30,28
8 à 8,99	53	9,33	225	39,61
9 à 9,99	53	9,33	278	48,94
10 à 10,99	45	7,92	323	56,87
11 à 11,99	42	7,39	365	64,26
12 à 12,99	54	9,51	419	73,77
13 à 13,99	36	6,34	455	80,11
14 à 14,99	40	7,04	495	87,15
15 à 15,99	27	4,75	522	91,90
16 à 16,99	21	3,70	543	95,60
17 à 17,99	12	2,11	555	97,71
18 à 18,99	7	1,23	562	98,94
19 à 19,99	5	0,88	567	99,82
20	1	0,18	568	100,00

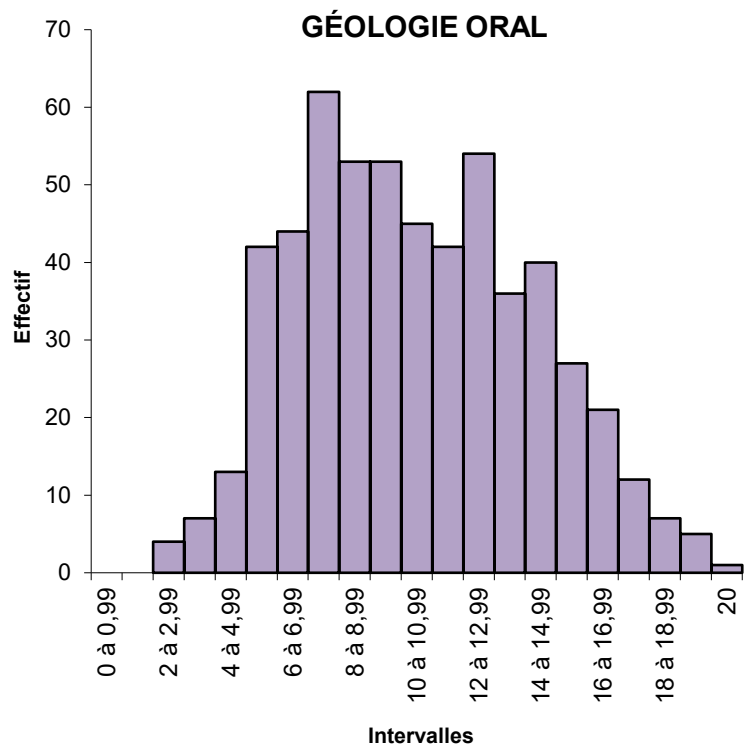
Nombre de candidats dans la matière : 568

Minimum : 2,01

Maximum : 20

Moyenne : 10,34

Ecart type : 3,70



Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99		0,00	0	0,00
2 à 2,99		0,00	0	0,00
3 à 3,99		0,00	0	0,00
4 à 4,99		0,00	0	0,00
5 à 5,99	4	0,70	4	0,70
6 à 6,99	6	1,06	10	1,76
7 à 7,99	19	3,35	29	5,11
8 à 8,99	26	4,58	55	9,68
9 à 9,99	46	8,10	101	17,78
10 à 10,99	66	11,62	167	29,40
11 à 11,99	65	11,44	232	40,85
12 à 12,99	93	16,37	325	57,22
13 à 13,99	73	12,85	398	70,07
14 à 14,99	74	13,03	472	83,10
15 à 15,99	43	7,57	515	90,67
16 à 16,99	31	5,46	546	96,13
17 à 17,99	11	1,94	557	98,06
18 à 18,99	8	1,41	565	99,47
19 à 19,99	1	0,18	566	99,65
20	2	0,35	568	100,00

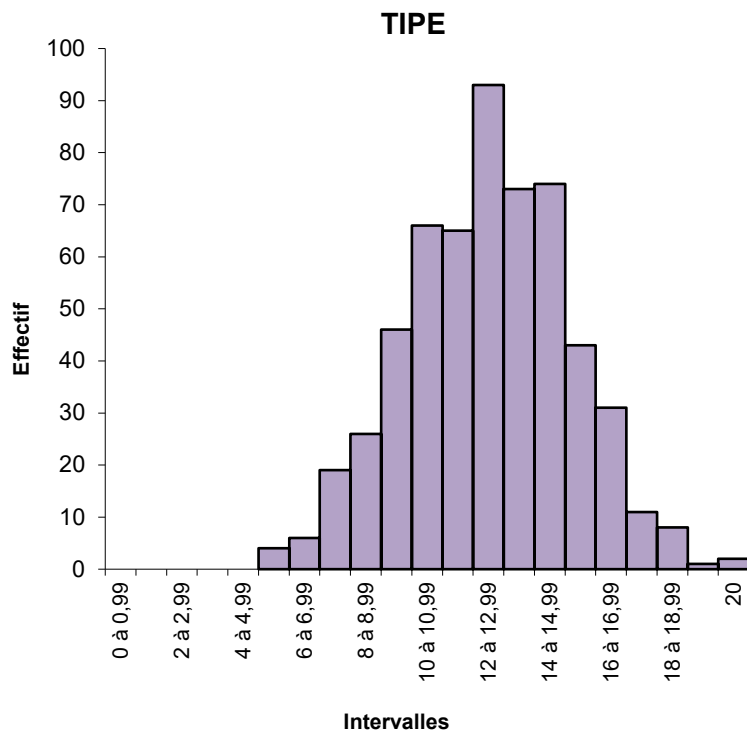
Nombre de candidats dans la matière : 568

Minimum : 5,37

Maximum : 20

Moyenne : 12,48

Ecart type : 2,64



# ÉPREUVE ORALE DE TIPE

L'épreuve se déroule en deux parties équilibrées de 10 minutes.

La première partie (exposé de 5 minutes, suivi de 5 minutes de questions sur cet exposé) a notamment pour objectif de mettre en évidence :

- la capacité du candidat à formuler clairement un sujet se rapportant au thème du TIPE,
- la démarche mise en œuvre pour approfondir le sujet en utilisant ses connaissances scientifiques, tant d'un point de vue méthodologique qu'expérimental,
- ses qualités d'analyse et de synthèse,
- les contacts qu'il a pu prendre,
- une réflexion critique sur les résultats

La deuxième partie (10 minutes minimum) consiste en une discussion sur des thèmes plus généraux permettant :

- de faire ressortir quelques éléments de la personnalité du candidat (notamment son « ouverture d'esprit ») à partir de questions d'ordre général ou d'actualité,
- de juger de sa connaissance des métiers auxquels les écoles préparent **et ses motivations pour le métier d'ingénieur.**

Les appréciations suivantes s'inscrivent dans la continuité des observations formulées les années précédentes.

## 1. Le déroulement de l'épreuve

Le comportement des candidats est tout à fait satisfaisant : les convocations ont toutes été présentées ; les candidats sont présents 20 mn avant leur soutenance, ce qui évite toute attente ou retard au niveau des soutenances. Ce temps précédant le passage à l'oral est important pour fluidifier les différents passages. Le site des épreuves était cette année à l'ENSG de Nancy en raison des jeux olympiques, ce qui a permis aux candidats et aux jurys d'apprécier les vitrines de l'école.

## 2. Les appréciations sur le TIPE

### 2.1 Le sujet du TIPE

Le thème 2022/2023 était intitulé : « **Jeux, Sports** ».

Les membres du jury rappellent l'importance de bien restituer le travail présenté dans le cadre du thème de l'année. Il est nécessaire de rappeler que **l'adéquation au thème est prise en compte dans l'attribution de la note**. Ainsi, un sujet sans rapport avec le thème est **fortement pénalisé**. Si certains sujets semblaient plus liés à des thèmes des années précédentes « recyclés » qu'au thème de cette année (blob, Isolation...) voire sans rapport du tout avec ce thème, la problématique jeux et sports a inspiré de nombreux candidats qui ont su faire preuve d'originalité.

Certains sujets n'étaient ni de la biologie, ni de la géologie, ni des géosciences. Le candidat doit indiquer la dominante du TIPE : biologie, géologie ou mixte. Le terme « mixte » doit s'entendre comme un mélange biologie-géologie. Il n'est donc pas possible de changer biologie ou géologie par physique, chimie. On ne peut pas non plus choisir une problématique prétexte, puis réaliser une étude purement physique, chimique, voire informatique

Il est recommandé aux candidats de bien ancrer leur sujet dans le réel. Ainsi, au-delà des propositions fantaisistes qui peuvent parfois prêter à sourire, les candidats font parfois peu mention des applications que peuvent avoir les travaux réalisés dans la vie réelle et dans le monde professionnel.

La démarche expérimentale et l'investissement personnel sont, dans la plupart des cas, de bonne qualité, ce qui correspond aux attentes des jurys vis à vis de cette épreuve.

Rappelons aux candidats des critères de réussite de l'épreuve de TIPE.

- Choisir un sujet en adéquation avec le thème de l'année, et mettant en œuvre une **démarche expérimentale**. Un TIPE ne doit pas être un simple enchaînement d'expériences n'ayant parfois que peu de lien avec le sujet initial, mais bien une réponse à une **problématique clairement définie dès le départ**.
- Réfléchir à la cohérence du sujet (le titre doit refléter le contenu du TIPE). Certains TIPE de type comparaison de A vs B (ex matériel naturel vs matériel du commerce) ne parlent en fait que de B lors des expériences A n'étant même pas utilisé comme élément de comparaison. Par exemple, si l'on met au point un montage pour étudier la résistance d'un matériau, il faut pouvoir comparer les résultats obtenus avec les données de la littérature. Dans d'autres cas, aucun lien n'existait entre les deux parties du TIPE.
- Bien exposer la démarche scientifique. Quelles sont les hypothèses de travail, et pourquoi ces hypothèses ? Quelle est la bibliographie sur le sujet choisi ? Quelle est la question scientifique à résoudre ? D'où vient ce questionnement ? Il faut expliciter le choix des expériences, protocoles, et montages. Comment ont été validés et calibrés les expériences et montages ? Et prendre le temps de décrire les résultats, les données et non pas seulement fournir les synthèses.
- Privilégier les TIPE impliquant une étude de terrain, des expérimentations, ce qui amène les candidats à définir précisément la problématique, soigner la partie expérimentale, celle-ci devant répondre à une problématique liée au thème. Les candidats ayant proposé des **sujets originaux**, ayant nécessité un **investissement personnel** ostensible, ayant nécessité du **terrain** ou une articulation avec le **monde professionnel**, sont systématiquement valorisés.
- Bien réfléchir aux expériences avant de commencer. Une planification de celles-ci, la réflexion sur un plan d'expériences avant de se lancer peuvent permettre de gagner beaucoup de temps par la suite. Ne pas oublier non plus de faire autant de témoins (positifs, négatifs) que nécessaire. Ne pas négliger l'importance de la bibliographie dans cette étape préalable. Il est également souhaitable de varier le type d'expériences.
- Une fois les premiers résultats obtenus (voire lors de l'élaboration du plan d'expériences), bien réfléchir à la façon de les mettre en évidence : quelle sera la meilleure modélisation ? Faut-il traiter les données de manière statistique ? Avec quels tests ? Comment représenter clairement ces résultats ? Certains candidats mènent des expériences qui ne sont pas utiles à la résolution de la question posée, juste pour multiplier les courbes, ou les résultats.

Ainsi, la **démarche expérimentale** est fondamentale. Les sujets purement bibliographiques ou ne correspondant qu'à des traitements de données récoltées par ailleurs s'écartent de la philosophie des TIPE. En effet le TIPE, outre la manipulation et l'expérimentation pratique, permet d'appréhender l'importance du temps lors des expérimentations, de comprendre que certaines expériences peuvent ne pas réussir, et d'en tirer les enseignements nécessaires.

*Notons que cette année, ils sujets purement bibliographiques ont très minoritaires, montrant ainsi que les rapports du jury des années précédentes ont été pris en compte.*

Cependant le TIPE ne doit pas se limiter à une accumulation d'expériences. Il faut veiller à un équilibre entre des expériences bien menées et en nombre réduit et trop d'expériences mal menées. La démarche doit être claire et argumentée ; elle **ne doit pas se contenter de démontrer des évidences** (si on augmente la concentration en polluant, la plante étudiée ne pousse pas). Il est nécessaire d'expliquer les mécanismes sous-jacents, de détailler les réflexions, les interprétations de ce qu'on observe (une bonne bibliographie peut aider)

Par ailleurs, les expériences peu concluantes font partie du travail expérimental et gagnent à être décortiquées afin de comprendre la non-conformité des résultats obtenus par rapport aux données prévues. Il ne faut pas hésiter à présenter ce qui n'a pas marché (et pourquoi, comment on a amélioré son protocole, ...). L'objectif n'est pas uniquement de présenter des résultats ; la démarche est tout aussi importante (voire plus, car le résultat des expériences est souvent connu d'avance).

Les expériences réalisées par les candidats, dans leur lycée, en faisant preuve d'imagination sont plus valorisées que des expériences « standard » ou réalisées dans des laboratoires *extra muros*

(voire réalisées par des chercheurs car le matériel ne peut pas être manipulé par les élèves eux-mêmes). Le jury rappelle à cet effet deux critères d'évaluation de l'épreuve de TIPE (BO) :

- réaliser une production ou une expérimentation **personnelle** et en exploiter les résultats ;
- communiquer sur une production ou une expérimentation **personnelle**.

Nous rappelons que l'expérimentation sur des sujets humains demande à être très prudents :

- en termes de santé (attention aux expériences portant sur l'absorption de substances comme la caféine ou les boissons énergisantes, surtout en grande quantité, même sous le contrôle d'un professeur d'EPS ou d'un professionnel de la santé) ;
- en termes de nombre : les résultats sont souvent obtenus sur une petite cohorte ce qui fausse les résultats. S'ils se limitent à 4 membres du groupe de TIPE, c'est une erreur, on ne peut pas être le sujet de son étude.

Attention également à l'utilisation des microorganismes qui peuvent présenter (selon les sujets abordés) un risque de pathogénicité. Toute prise de risque est systématiquement sanctionnée par le jury.

Enfin, nous maintenons les conseils des années précédentes :

- discuter de son sujet avec son professeur responsable, afin d'éviter les erreurs grossières de méthode et d'orientation,
- prendre le temps de réaliser correctement les expériences et leur protocole en s'y prenant suffisamment tôt, (le plan d'expériences s'avère une fois encore un excellent atout)
- maîtriser impérativement le vocabulaire scientifique utilisé,
- soigner les transitions entre les parties de l'exposé afin de mettre en avant les articulations de la démarche,
- rechercher les extensions possibles au sujet, l'ouverture du TIPE ; l'apport du TIPE à la problématique peut être replacé dans un contexte humain, environnemental, économique... Le projet est-il opérationnel ?

Trop de TIPE n'ont visiblement pas été préparés avec leur professeur et faits l'objet d'une présentation avec eux permettant de corriger le fond et la forme. Par exemple certains rapports écrits ne comportent pas d'incertitudes de mesures, les échelles photographiques ou les titres de figure sont absents. Il est certain que cela handicape certains groupes de TIPE très négativement par rapport à des groupes bien suivis.

*Certains rapports, heureusement de moins en moins nombreux, comportent encore une trace de l'origine du candidat, sous forme du tampon de l'établissement ou du laboratoire notamment. Le jury rappelle que ce type d'informations est officiellement interdit et est en définitive préjudiciable aux candidats.*

## 2.2 L'exposé du TIPE (première partie)

Le niveau des présentations et des candidats est plutôt bon. La forme s'améliore de manière continue depuis les dernières années et les examinateurs sentent bien que les candidats sont mieux préparés et ont bien saisi les attendus de l'exercice. Les présentations sont agréables, les supports de bonne qualité et l'oral en général fluide et respectant le temps imparti. Le rappel de la démarche globale, de la ou des hypothèses posées, et des moyens pour y répondre en début d'exposé est toujours bien venu, cela structure la présentation. **Cette meilleure maîtrise des candidats se traduit donc par une exigence plus grande de la part des examinateurs.**

- Supports de présentation
- Le type de support (double panneau, diaporama...) importe peu, même si certains jurys notent un manque de dynamisme plus souvent observé avec des présentations de type

« powerpoint ». Il est capital de vérifier qu'il n'y ait pas d'erreurs (notamment de français) dans les supports présentés. Il est également conseillé de numéroter les pages du rapport et les diapositives ou autres illustrations. Il est réhhibitoire de lire la version écrite de son TIPE.

- Les supports de type « poster » sont pertinents s'il y a un travail de synthèse par rapport à la version écrite. Deux points de vigilance pour ce type de support : 1. Bien présenter l'intégralité de la démarche (ne pas réduire le travail à quelques graphes) 2. Écrire assez grand et à prévoir un temps d'installation le plus réduit possible (scotcher 4 panneaux au tableau durant 3 ou 4 minutes est trop long).
- L'utilisation d'échantillons expérimentaux, - lorsqu'elle est raisonnable – est toujours appréciée car elle permet de rendre l'exposé plus personnel et plus vivant.

Concernant les candidats utilisant des ordinateurs, il leur est fortement recommandé **d'allumer l'ordinateur avant d'entrer dans la salle** afin de limiter le temps de préparation. Le temps de passage de chaque candidat est en effet très court et la moindre minute compte. Par ailleurs, il est conseillé aux élèves ayant recours à une présentation sur PC d'avoir une version papier de secours. **On rappelle en outre que la webcam intégrée à un ordinateur portable doit être occultée avant d'entrer en salle.**

Certains défauts subsistent. Au vu de l'élévation du niveau, ceux-ci ne sont plus acceptables. Sans être exhaustifs, voici quelques points pouvant être améliorés :

- Les textes sont en général assez clairs et bien écrits, mais les fautes d'orthographe ou de grammaire restent réhhibitoires, tant pour le rapport écrit que sur le support de présentation orale.
- Les illustrations sont nombreuses mais dans certains travaux persiste un nombre non négligeable d'illustrations de mauvaise qualité (photos floues, impressions déficientes) ou un manque d'échelles, de légendes, de titres, de barres d'erreur... sur les photos ou graphiques illustrant le rapport. Ces erreurs devenant de moins en moins nombreuses, elles sont d'autant plus pénalisantes pour les candidats chez lesquels elles demeurent.
- Les étudiants sont majoritairement stricts dans le respect du temps de parole (la plupart des exposés font 5' à 15 secondes près). **Le non-respect du temps est donc particulièrement mal perçu par les jurys**, qui pénalisent d'autant plus les candidats.
- Il est à déplorer que, souvent, les candidats ne s'intéressent que de manière très superficielle à leur matériel d'étude. Les questions relatives au TIPE (matériel biologique, techniques utilisées région étudiée...) sont souvent éludées, les candidats restant polarisés sur leur sujet et leurs manipulations. Dans certains cas, les candidats ne se renseignent pas, ou peu, sur le contexte plus global de leur étude. Ce manque de recul peut pénaliser la transition vers la discussion libre.
- Les connaissances en lien avec les programmes de classes de lycée et de BCPST sont parfois mal maîtrisées. Trop souvent les définitions des termes employés, le nom ou la classification du matériel biologique utilisé... ne sont pas connus. Nous rappelons aux candidats qu'ils doivent connaître parfaitement toutes les parties du cours de BCPST en rapport avec leur sujet.
- Modélisation, programmation et utilisation d'outils statistiques :
  - L'analyse des résultats laisse parfois à désirer. Certains candidats butent toujours sur des notions mathématiques simples telles les notions d'écart type ou d'incertitude. Lorsque les candidats présentent des modélisations mathématiques de leurs résultats, ces courbes et modélisations sont souvent l'œuvre d'un seul membre du groupe. Or les coéquipiers n'ont aucun recul sur les formules utilisées et les graphiques présentés. On arrive ainsi à des aberrations scientifiques, les candidats n'ayant pas réfléchi aux tenants et aboutissants du travail de leur collègue qui est seul capable de défendre son travail.
  - Dans le même registre, la rigueur scientifique est parfois insuffisante, la maîtrise du vocabulaire et des concepts reste incertaine. Un candidat ne doit pas être destabilisé par la simple demande de définition d'un terme utilisé plusieurs fois dans l'exposé. De rares travaux sont complètement déconnectés de la réalité.

- Il existe des outils statistiques très puissants, ne pas se contenter de « barres d'erreur qui ne se chevauchent pas » pour conclure à des différences significatives. Toutefois, l'utilisation d'un outil demandera de comprendre au minimum son fonctionnement. Ainsi, montrer clairement que les échantillons sont statistiquement différents avec un test de Student (par ex.) ne revient pas juste à dire que « les barres d'erreurs ne se chevauchent pas »
- En modélisation, il faut réfléchir à la pertinence de la démarche. Utiliser l'Algorithme de Monte Carlo à partir de 5 points expérimentaux pour en simuler 10000 ou partir de 3 points (non représentés) pour simuler une gaussienne (sans savoir le type de courbe simulé ou pourquoi) est plus que discutable.
- Trop souvent les programmes python présentés dans les TIPE ne servent qu'à « montrer qu'on sait s'en servir ». Si le programme ne permet d'obtenir qu'une application numérique, le tracé d'une courbe, ou autre fonction redondante avec le tableur utilisé dans le reste du TIPE, l'intérêt de son utilisation est discutable
- Attention aussi à la pertinence du type de représentation. Il faut bien réfléchir à ce que l'on veut montrer avant de faire un choix de représentation. Éviter les tableaux de données brutes. Penser aux nuages de points si on a peu de répétitions, aux boîtes à moustaches si les données sont dispersées...
- Les recherches bibliographiques sont parfois très sommaires. Un nombre significatif de candidats se contente de quelques sources internet souvent généralistes et sans aucun esprit critique. Un grand nombre de TIPE ne fait aucune analyse bibliographique préalable, même sommaire, qui fasse le point sur l'état des connaissances dans le domaine du sujet choisi. Cela aboutit à des travaux simplistes ou fantaisistes qui, si en plus l'environnement professionnel du sujet est méconnu, conduisent à des notes catastrophiques. Nous ne pouvons que recommander aux candidats de pratiquer une analyse préalable, même simple, de l'état de la question et des techniques expérimentales pour éviter le désastre et de connaître l'environnement professionnel au moins du sujet de leur expérimentation.

Il est également nécessaire de se renseigner sur la manière de rédiger une bibliographie. **Le simple renvoi à une adresse html ne permet en aucun cas de comprendre de quel type de référence il s'agit.** Le titre et la date de l'article sont notamment indispensables ainsi que les pages consultées (si on ne lit que 3 pages d'une thèse de 200, il faut le mentionner). Une référence dont on ne connaît ni l'auteur ni la date est-elle vraiment fiable ?

Enfin, notons que souvent les candidats ont une approche trop réductrice des phénomènes étudiés et un manque de recul notable sur toutes les simplifications qu'ils ont mises en œuvre et qui empêchent les extrapolations qu'ils font souvent de manière abusive.

- Comme il a pu être noté lors des dernières sessions, les prises de contacts avec des professionnels sont assez nombreuses, ce qui est une bonne chose. Les candidats doivent cependant veiller à ne pas se reposer intégralement sur les résultats obtenus par la tierce personne sans s'intéresser au protocole utilisé ou à la pertinence des résultats au sein de leur étude, ce qui est **extrêmement dommageable** et vite repéré par le jury. Au contraire, ces contacts avec les professionnels devraient leur permettre de s'intéresser **au contexte dans lequel ils placent leurs expériences**. À défaut de tout connaître sur le domaine de leur TIPE, il faudrait :
  - avoir un minimum de recul sur leur travail,
  - réfléchir à la faisabilité de leur projet, aux applications existantes des sujets traités,
  - réfléchir à son utilité.

Il est par ailleurs fortement conseillé d'effectuer un retour du TIPE à ces contacts, ce qui, outre la courtoisie de remercier les personnes qui ont consacré du temps au projet, permet de confronter les résultats obtenus au monde réel.

- Le jury a le sentiment que les candidats, dans une large mesure, cherchent à anticiper les questions que leur TIPE peut entraîner. Ce travail de préparation aux questions doit être une priorité dans la préparation de cette épreuve.

## 2.3 La discussion libre

Cette partie de l'épreuve compte pour 50% de la note et doit donc être préparée sérieusement. De manière générale, les échanges sont de bonne qualité. Les étudiants font plutôt un bon travail, mais de plus en plus sans trop de prise de risque. L'exercice est mieux maîtrisé, et il devient parfois difficile de discriminer les candidats entre eux. Néanmoins, si certains candidats entrent tout naturellement dans la discussion, pour d'autres, plus nombreux, un temps d'adaptation et de confiance est nécessaire.

Cette partie doit également être préparée en amont, beaucoup de candidats n'ayant pas d'idée suffisamment claire sur ce que les écoles du concours G2E peuvent leur offrir.

Les candidats doivent cependant éviter de tomber dans une préparation excessive : pour certains candidats chaque question se traduit par une récitation manquant de naturel et effaçant toute la spontanéité attendue dans l'exercice. De plus en plus d'étudiants se lancent dans des réponses longues parfois très (trop) visiblement préparées, lesquelles ne répondent pas forcément à la question posée. L'entretien doit rester un échange sincère sur un projet et non un exercice de style sur celui qui aura coché le plus de cases dans sa vie (voyager / donner des cours de soutien / faire du baby sitting / être bénévole pour une association caritative / avoir fait partie du conseil municipal des enfants / etc.)

De manière générale, que ce soit lors des questions sur le TIPE ou sur les questions de culture générale, il faut éviter de répondre par monosyllabes ou de manière lapidaire. L'entretien est une discussion, il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses, mais il n'y a rien de plus pénible que de devoir "tirer les vers du nez" à un candidat. Les candidats ne doivent pas hésiter à argumenter leurs réponses, à rebondir et développer, à se mettre en avant. C'est ce temps d'échange qui peut servir à rattraper un candidat "moyen", qui montrera son implication, sa passion ou son ouverture d'esprit, ou qui peut donner mauvaise impression d'un candidat au niveau scolaire par ailleurs très satisfaisant.

Nous ne saurions que trop conseiller aux candidats d'être **francs dans leurs réponses**. Le jury n'attend pas de réponses standardisées lors de l'entretien ouvert. Il est déconseillé de jouer au chat et à la souris avec le jury ; être lucide sur soi-même est une qualité, mettre en avant des pseudos défauts qui n'en sont pas ne trompe pas le jury et laisse un doute sur la personnalité du candidat.

Certains candidats s'excusent à tort de n'avoir que très peu voyagé, souvent pour des raisons financières ou en raison du COVID. Ces candidats doivent savoir que cela ne les pénalise pas, cela n'empêche pas le jury d'apprécier leur personnalité ou leur ouverture au monde à travers d'autres thématiques.

Concernant leur carrière, les candidats semblent persuadés qu'il est préjudiciable d'évoquer leur premier choix lorsqu'il s'agit d'une école qui n'est pas dans G2E. Ce n'est pas le cas, même si le jury souhaite tout de même savoir ce qui motive l'inscription à ce concours.

Enfin, lorsqu'ils sont questionnés sur leur opinion quant à des faits d'actualité ou des enjeux de société, les candidats se refusent trop souvent à avoir une prise de position et restent beaucoup dans le consensus mou. Cela n'a pas été valorisé dans la note. Les quelques candidats capables d'avoir une opinion affirmée et surtout de l'argumenter sont systématiquement valorisés.

Il est fortement apprécié que les candidats soient capables de citer au moins une curiosité géologique de leur région, ou au minimum de donner la nature de la roche principale du sous-sol.

### **Orientation et métier**

Beaucoup de candidats veulent « travailler dans l'environnement » mais les enjeux environnementaux sont très mal perçus, et très peu d'entre eux ont rencontré des professionnels travaillant dans le/s domaine/s qui les intéressent. Il est parfois difficile d'en savoir plus, les candidats n'étant capables ni d'expliquer ce qui les motive, ni de répondre à des questions de culture générale dans ces domaines. On obtient au contraire un ensemble de lieux communs et de contre-vérités qui ne fait qu'augmenter le contraste avec les quelques candidats montrant une réelle motivation et un enthousiasme se traduisant également par la recherche d'informations pertinentes.

La connaissance des métiers de ces secteurs est extrêmement lacunaire (état des lieux de la protection de l'environnement ou de la ressource en eau, tensions géopolitiques, principaux acteurs, principales filières de traitement des eaux ou des déchets...) ou alors empreinte d'une très grande naïveté (la SPA ne fait pas de la protection de l'environnement par exemple).

Que leur projet professionnel soit encore confus à l'entrée d'une école d'ingénieurs, cela peut se comprendre, mais beaucoup de candidats ne semblent pas réellement savoir à quoi correspond réellement le métier d'ingénieur. Même si on ne peut demander à un candidat d'avoir forcément un projet très défini, le choix d'école qui doit être effectué parfois moins d'une semaine après l'entretien est souvent repoussé au moment des résultats. Ce projet professionnel sera sûrement redéfini durant les années d'école, mais **c'est lui qui doit motiver le choix d'école et non l'inverse** ! Ce manque de connaissance de ce que l'on fait dans les écoles montre un manque de recul qui ne peut être que nuisible aux candidats, dont c'est pourtant la future carrière qui peut se jouer là. Par ailleurs, avec le nouveau programme de BCPST, les étudiants doivent réfléchir à leur projet professionnel ; le concours Agro-Véto dispose aussi d'un entretien préprofessionnel. Un(e) candidat(e) énonçant lors de l'entretien de G2E qu'elle/il réfléchit encore peut sembler peu sincère (au sens épreuve).

### **Conclusion**

Pour finir, il faut noter que dans l'ensemble, les candidats présentent toujours un bon état d'esprit et une volonté d'être utile à la société et à leur pays (à travers leur futur métier et la vie associative). Une grande partie des candidats a pratiqué des activités collectives ou associatives dans des domaines variés (sportif, artistique, ludique, humanitaire) ce qui est un point positif pour la suite de leur carrière. Les candidats ne doivent donc pas hésiter à mettre une telle implication en avant. Enfin, à de très rares exceptions près, tous présentent une volonté de réussir qui leur permettra de rattraper les quelques lacunes précédemment citées.

# ÉPREUVE D'ANGLAIS

## 1. Format de l'épreuve

Les candidats au concours G2E n'ayant pas d'épreuves d'anglais pour l'admissibilité, l'épreuve orale d'admission est de ce fait importante et exigeante.

Les candidat·es ont 20 minutes pour préparer la présentation de deux documents :

- Un commentaire de texte (introduction / synthèse structurée / analyse illustrée)
- Le compte-rendu d'un document audio

Les candidat·es gèrent leur temps de préparation à leur guise et peuvent écouter le document audio autant de fois qu'ils·elles le souhaitent. Le temps limité ne permet cependant souvent pas aux candidat·es de procéder à plus de deux écoutes.

Les textes comportent entre 550 et 600 mots et la durée des enregistrements est comprise entre 1'40 et 2'. Aucune source extérieure n'est autorisée pendant la durée de l'épreuve.

Attention, il est nécessaire de maîtriser le format de l'épreuve et de pouvoir disposer d'un dispositif non connecté permettant de gérer son temps de manière efficace (montre non connectée ou chronomètre par exemple). Nous rappelons à tou·te·s les candidat·e·s que les attendus du concours sont définis dans les rapports de jury et qu'il convient de veiller à respecter la spécificité de la préparation de chaque épreuve pour chaque concours telles qu'enseignées en classes préparatoires.

## 2. Attentes

Les candidat·es devront pouvoir démontrer qu'ils·elles ont compris les documents présentés de manière fine, structurée, analytique et sans paraphrase. Ils·elles seront évalué·es sur leurs qualités de compréhension, de communication, d'analyse et sur la richesse de la langue utilisée.

Ils·elles pourront présenter leur commentaire de texte dans la limite de 10' (entre 7' et 10') et le compte-rendu du document audio dans la limite de 5' (entre 2'et 5').

Le jury sera amené à poser des questions pour préciser des points, vérifier la compréhension des documents, approfondir l'analyse et s'assurer des qualités de communication des candidat·es.

### - texte

Le commentaire de texte attendu devra être structuré, clair et sans paraphrase afin de démontrer au jury que le thème et les détails du texte sont compris et peuvent être commentés de manière synthétique et en utilisant un lexique personnel et adapté.

Un commentaire pourra comporter :

- une introduction (problématisée pour indiquer que le thème est saisi)
- une synthèse des éléments contenus dans le texte (structurée pour souligner la clarté de l'exposé)
- une analyse (fondée sur le développement illustré d'un ou plusieurs points auxquels le texte fait référence).

Pour ce dernier point, les candidat·es devront proposer une/des piste(s) d'analyse qui montreront au jury qu'ils·elles ont su percevoir le/un thème plus général auquel le texte se rapporte d'une part et proposer d'autres exemples tirés de leurs connaissances personnelles pour illustrer ce même

thème d'autre part. **Toute tentative d'analyse plaquée balayant largement les questions environnementales ou ne prenant pas appui ou trop peu appui sur le texte sera considéré comme hors sujet.** Attention donc aux candidat·es qui tenteraient de réciter des éléments hors contexte appris en amont.

- une conclusion brève et pertinente (qui pourra éventuellement s'avérer personnelle et contenir un point de vue mesuré de nature à initier une communication avec le jury)

- **audio**

Les candidat·es devront être capables de synthétiser le document audio lors de sa présentation au jury. Même si une bonne audition peut s'avérer fort utile en de nombreuses occasions, cette partie de l'épreuve n'a pas pour objectif de vérifier les qualités auditives des candidat·es et leur aptitude à répéter des sons entendus. **La restitution du document audio devra être synthétisée et cohérente et présenter un thème global auquel le document pourra être rattaché.** Aucune analyse n'est attendue mais les prestations faisant montre d'une contextualisation du document seront les bienvenues.

### 3. Erreurs constatées

Les conditions d'enseignement en général, et en classes préparatoires en particulier en raison du nombre d'élèves, ne correspondent souvent pas aux exigences nécessaires à l'acquisition de compétences de communication en langues. La khôlle mensuelle en langue, destinée à aider les élèves à améliorer les compétences d'expression à l'oral et d'interaction et les préparer aux exigences en contexte de concours, permet au mieux de rappeler la nécessité d'une pratique régulière pour lutter contre la lente décrépitude du niveau de langue orale, tout particulièrement en filière BCPST compte tenu des volumes très importants de connaissances à acquérir et à mémoriser en sciences.

Les erreurs constatées sont donc fréquentes et nombreuses et vous en trouverez quelques exemples ci-dessous.

Il n'en reste pas moins que les qualités de communication restent et resteront au centre des échanges que les étudiant·es auront à effectuer en contexte universitaire et professionnel pour les projets au sein desquels ils·elles seront intégré·es ou dans le cadre de la recherche pour les communications et publications qu'ils·elles auront à effectuer.

#### - Préparation

La gestion du temps de préparation est difficile pour les candidat·es. mais ils·elles semblent bien préparé·es à la vitesse de compréhension dont ils·elles doivent faire preuve.

Pour la plupart d'entre eux·elles, la compréhension du texte est très parcellaire et ils·elles s'arrêtent bien souvent à la compréhension globale des éléments et plaquent un commentaire dont le rapport au texte est ténu voire distant si ce n'est incongru.

Certain·es candidat·es sont au contraire à l'aise avec les exigences de l'épreuve et montrent une solide technique de préparation alliant une très bonne gestion du temps à une grande clarté des notes prises.

Le jury rappelle l'importance du travail sur le texte dont la structure permet aux candidats de pouvoir synthétiser les idées à l'aide d'un lexique personnel puis de relier les éléments mis en avant à leur culture personnelle et aux enjeux auxquels le texte se rattache.

Le jury rappelle l'importance de bien gérer son temps entre les deux parties (texte et document audio) et de conserver au moins cinq minutes pour les écoutes du document audio. Nous rappelons ici qu'il s'agit d'un document audio qu'un certain nombre de candidat·es persistent à nommer *video* en dépit d'une absence totale d'images puisqu'il s'agit de vérifier la compréhension

orale et non visuelle.

Nous ne saurions trop conseiller aux candidats de commencer leur préparation par une écoute du document audio ou tout du moins de ne pas la négliger en la reléguant aux deux dernières minutes du temps de préparation.

Enfin, le jury est toujours étonné de croiser certain.e.s candidats qui semblent ne maîtriser ni le format ni les exigences de l'épreuve, ce qui augure invariablement de résultats souvent très décevants qui mettent en avant l'absence de préparation à l'épreuve d'anglais spécifique à ce concours.

### **- Présentation**

La majorité des candidat·es semblent rompu·es à la présentation des documents mais beaucoup de présentations sont limitées (en quantité comme en qualité) et souvent creuses reflétant souvent un manque de réflexion.

Nous notons une utilisation calquée des consignes données par les enseignant.e.s pour les phases d'introduction, de transition et de conclusion qui ne se prêtent pas toujours aux propos énoncés (par exemple une annonce de parties alors que le commentaire proposé n'en comporte aucune ou une problématique vue en classe mais sans rapport avec le texte).

Certain·es candidat·es semblent n'avoir pas vraiment compris le texte et n'ont pas d'analyse à proposer mais tiennent à parler pendant 10'. Il s'agit là d'une véritable torture (partagée par le jury) et qui ne permet pas aux candidat·e·s de pouvoir rebondir sur les éventuelles questions posées. Infliger un tel supplice au jury et à soi-même n'est peut-être pas la meilleure option et il faudra se rappeler que l'entretien est l'occasion de mettre en avant certaines qualités passées inaperçues dans la brume d'une logorrhée incompréhensible faite de phrases bancales, d'un lexique incertain et d'une analyse superficielle.

Il est très fréquent que les questions posées par le jury sur des éléments présents dans les documents mettent en avant de manière criante une compréhension très insuffisante voire une incompréhension totale des idées énoncées dans les documents à traiter.

Nous attirons votre attention sur le manque de culture environnementale d'un grand nombre de candidat·es pour rapprocher le texte d'autres exemples pouvant illustrer les thématiques évoquées et la valorisation certaine des candidat·es parvenant à contextualiser et développer en cohérence avec les éléments contenus dans les documents analysés pendant l'épreuve.

Nous rappelons par ailleurs que la seule maîtrise de la langue sans analyse ni références culturelles liées aux thématiques étudiées peut donner lieu à des résultats forts décevants tout comme pourrait le faire le cas inverse.

### **- Langue**

Si nous faisons exception des locuteur·trices natif·ves, les niveaux de langues constatés vont de parfaitement fluide à totalement incompréhensible. Il y a donc un espace libre à explorer pour les candidats entre ces deux extrêmes en tâchant de se rapprocher des premiers.

Les erreurs de langue les plus fréquemment rencontrées sont :

- Singulier/Pluriel : *Is there inequalities ? - a measures - there is more people - furnitures - childrens - womans - the others' plants* (the other plants) - *We did too much things* (too many things)
- Temps grammaticaux : *bags which are selled ?* (sold) - *they didn't agreed ?* (didn't agree) - *they cheating ?* (*they cheat*) - *He had say ?* (he said) - *the text was wrotten* (written)

- 'S' (génitif et 3ème personne du présent simple) : *people wants - they thinks - the farmer problems*
- Articles (générique/spécifique - noms de pays...) : *An another problem - The Nature is - The Japan - The Ireland - The most of the countries -*
- Prépositions : *they don't care of - for vs to - interested by - located at Washington - it deals about*
- Pronoms relatifs : *who vs which vs that*
- Structure infinitive : *they want that the people act* vs they want people to act
- Structure de phrase : *we may wonder what are the causes - it exists a global problem - I am agree - We must to think - it's could be - I ask me why*
- Structure interrogative : *How there can be solutions? - Why they didn't do it before?*
- Comparatif et superlatif : *the most bigger - the most busiest*
- ING vs INF : *instead of recycle - the solution is modifying compartments - without impact the environment*
- Adjectifs : *a meter cubic - a bottle plastic - the vehicles electric - the twenty century*

### - Lexique

Nous interpelons les candidat·es sur la nécessité d'enrichir son lexique pour être à même de pouvoir exprimer ses idées sans pour autant utiliser les mots contenus dans les documents à traiter. Quant aux candidat·es adeptes des néologismes, d'un français assumé ou refoulé ou de tout type de pirouette lexicale le jury reconnaît leur inventivité mais peine à récompenser l'exécution. Nous constatons depuis quelques années une forte recrudescence d'utilisation de mots français comme une incapacité lexicale assumée, ce qui pourrait poser un certain nombre de problèmes en contexte international.

*They diffuse information? (broadcast news) - The nutriments? (nutrients) - A protestator? (a protester) - To evolute? (to evolve) - to product? (to produce) - to sensibilitate? (to sensitize - to sensitize) - politics vs policies - to win vs to earn - the text which is title? (entitled) - to explanate? (to explain) - a lose? (a loss) - the localisation? (location) - to determinate? (to determine) - a nuclear central? (nuclear plant) - strangers vs foreigners - the productors? (the producers) - the text talk about? (the text is about)*  
*- the politic men? (politicians) - society vs company - a big tornade? (a hurricane) - the scientifics? (scientists) - actually vs currently - the eoliennes? (wind turbines) - the mondial summit ? (international-world(wide)) - extincted species ? (extinct species)*  
*- the pollutant? (pollutant) - to applicate a measure? (to apply) - eventually = finally - Dutch vs German - green gas? (greenhouse gas) - a painting vs a paint - the GIEC? (IPCC) - a diversificated ecosystem? (diversified) - it can be bénéfique? (beneficial / a plus / an asset) - the habitants? (inhabitants / dwellers) - researches? (research) - dioxide carbon? (carbon dioxide) - house isolation? (insulation) - consommation? (consumption) - rentability? (profitability)*

Nous pouvons rassurer ici les viticulteur·trices français·es qui s'inquiètent de la lente érosion de la consommation de vin au profit de la bière chez les jeunes adultes : les ~~wine turbines~~ (wind turbines) sont toujours très présentes chez les étudiant·es de BCPST.

La concurrence a cependant été rude cette année face à la montée en puissance du concept de ~~sea wage~~ (sewage) qui nous a plongé parfois dans des abîmes de perplexité voire des gouffres amers.

Attention aux nombres (550,000 = ~~five fifty hundred?~~) et aux abréviations quantitatives (500m liters (~~five hundred mille liters?~~ ~~five hundred meter liters?~~)).

L'utilisation redondante des approximations et des périphrases peut parfois mener à deux sourcils levés et une communication difficile :

*A protestant is a people who manifest*

*Uruguay don't need paper because it is a country in development A lot of dollars is not dollars in UK*

*A big mean to transport (= a bus)*

*Lot of piece of tissue put at the top of the streets Working class is higher class than mid people They are different maladies and it constitue a biggest problem The soil is very sensible against the hair*

...

En cas de doute, nous recommandons fortement de n'avoir recours ni au français ni au calque et d'éviter autant que possible de cumuler les deux.

Les candidat·es bloqué·es sur un mot seraient plus avisé·es de s'interrompre et recommencer leur phrase en trouvant une manière de transmettre leurs idées correspondant à la qualité de leur lexique.

Enfin, après la joie d'avoir vu disparaître *to put it in a nutshell* (au profit de *in a nutshell*) qui représentait une tâche difficile en soi et pour nos oreilles, un·e des membres de notre jury demande solennellement l'abandon définitif de *on the one hand / on the other hand* au profit de l'unique *on the other hand* en mode contrastif. Nous relayons ici et soutenons à nouveau son combat.

### - Prononciation, intonation et accentuation

Le jury constate un problème général de schéma intonatif créant une intelligibilité aléatoire souvent renforcée par une accentuation et une prononciation beaucoup trop... Personnelles (en raison bien évidemment d'un manque d'écoute et de pratique régulières de la langue).

- [ai] vs [i] vs [i :] : *written / virus /engine /migrant / fossil / vehicles / diesel / determine / finance / recycle / micro plastics / pesticides / identity / biodiversity / society / wind turbines / dioxide / an engineer / variety / a compromise / climate / society / hydrogen*
- un point tout particulier pour **species** et **spaces** (*voire spices*) qui semblent être des homophones pour les candidat.e.s
- **labour** - woman vs women - **measure** - **no** vs **now** - put vs putt - **future** - **fuel** - environment - the **Guardian** - about vs a boat - **ocean** - to **tackle** - **habit** vs **hobbit** - **cost** vs **coast** - **work** vs **walk** - **sewage** vs **sea wage** (?)
- la réalisation du phonème [h] : *anger* vs *hunger* /*eat* vs *heat* / *heal* vs *eel* / *hand* vs *and* / *heat pumps* vs *eat pumps* (*voire* une occurrence de *heat bombs* malvenue lors de la prestation d'un·e candidat·e) ou encore une opération délicate pour lutter contre le changement climatique: *Remove carbon dioxide from the hair.*
- la réalisation du /-th/ : **three** vs *tree* / **threat** / *clothes* - **threat** - a **month** vs *amount* - **health** *issues* vs *elf issues*

- busy ([y] vs [i]) - development - cows vs cause -work vs walk vs wok - lake vs lack - wind vs wine
- Alternative - developer - Japan
- ABC (IPCC - NGO - GM...)

Beaucoup de candidat·es semblent confondre imiter le son de la langue avec la maîtrise orale de la langue. Il faudra se rappeler que la notion de bon ou de mauvais accent n'existe tout simplement pas en anglais. Un accent est une caractéristique régionale, ethnique et/ou parfois sociale. Un accent français n'est en aucun cas un problème pour communiquer. Les candidat·es qui maîtrisent la prononciation, l'intonation et l'accentuation des mots au sein de phrases grammaticalement cohérentes seront intelligibles et donc considérés comme utilisateur·ices-locuteur·ices quel que soit leur accent.

### - Communication

Le jury remarque que certain·es candidat·es ont des difficultés de communication. Beaucoup lisent leur préparation mot à mot et se perdent entre leurs notes et les références au texte (quand il ne s'agit pas de relectures de passages de ce dernier).

Hormis la qualité de la langue et des idées, la transmission de ces dernières est prépondérante. La posture, la voix, les gestes et le contact oculaire sont autant d'éléments à prendre en compte lors de prestations orales. Les candidat·es ayant réussi à mobiliser leurs qualités de communication pour faire passer leurs idées parviennent à se placer dans une dynamique positive d'échanges de vues qui permet au jury d'apprécier l'utilisation de la langue en contexte et augurer de la réussite de conduite de projets internationaux dans l'exercice de leurs études / profession.

### - Analyse

La notion d'analyse reste assez mystérieuse pour un certain nombre de candidat·e-s. La plupart annoncent donc 'There are a few points I would like to come back on' sans pour autant avoir quoi que ce soit à dire... Ou alors reproduisent des analyses vues en classe ou en khôlles sans que le lien avec le document soit évident. Comme évoqué plus tôt, nous rappelons que ce travers sera considéré comme relevant du hors sujet par le jury.

Pour préciser ce point, il convient de se rappeler que le texte est un exemple plus ou moins précis d'un sujet plus global. Une analyse devrait donc comporter un premier point qui mettrait en lumière ce thème global dont le texte est un exemple (phase de contextualisation). Dans un second temps, les candidat·es pourraient développer sur ce même thème global en l'illustrant à l'aide des connaissances acquises lors de leur formation (phase d'illustration). Plusieurs thèmes sont possibles et peuvent être évoqués selon ce schéma de contextualisation-illustration s'ils sont utilisés à bon escient.

Les candidat·es pourront terminer par une prise de position plus critique (tout en restant mesuré·es) qui pourra amorcer un échange de vues avec le jury.

Un certain nombre de candidat·es se bornent à faire du commentaire un long résumé linéaire qui non seulement ne correspond pas aux attentes mais ne résiste pas aux questions du jury et révèle de manière dramatique l'incompréhension des candidat·es face aux éléments contenus dans le texte.

#### 4. Lexique et thèmes

Les thèmes abordés au concours G2E sont essentiellement liés à la spécificité des écoles de géologie, d'eau et d'environnement. Une connaissance du lexique et des enjeux induits est attendu de la part des candidats.

Ne pas maîtriser du lexique simple (wind turbines, solar panels, hydro energy, fossil fuels, groundwater, aquifers, water treatment, sewage, shale gas, fracking, to drill, a well, carbon dioxide, coal, a nuclear plant, a desalination plant, a dam, pesticides, fertilisers, landfill ... Pour reprendre certains manques constatés à chaque session) pourrait s'avérer être un problème.

Comme mentionné plus haut, la méconnaissance de mot tels que *sewage* a pu donner lieu lors de cette session à des productions totalement erronées ou fantaisistes. Les candidat·es seraient avisé·es de se remémorer les techniques de compréhension vues en classe (inférence, dérivation...) pour éviter les incohérences.

#### 5. Conseils

Une utilisation régulière de la langue est nécessaire à la progression. Le rythme de travail en classes préparatoires laisse peu de temps aux enseignant·es et aux élèves pour la pratique orale. La lutte contre l'inexorable érosion de la langue est âpre et sans relâche. Les candidat·es devront donc s'astreindre à conserver un rythme hebdomadaire d'une dizaine de minutes de pratique orale tout en tâchant de réutiliser le lexique étudié en classe et dans les textes donnés en khôlles.

Les étudiant·e-s pourront s'enregistrer sur un commentaire à l'oral et procéder à une réécoute de leur prestation la semaine suivante afin de pouvoir apporter un regard moins passionné et avec un degré de honte moindre sur le travail de la semaine précédente. Les candidat·es sont souvent leurs plus féroces critiques.

Une lecture régulière, sur le site d'un journal ou d'un medium d'information objectif, des rubriques liées à l'environnement et l'écoute régulière de sources authentiques permettront aux candidat·es de conserver un lien avec la langue et d'être à même de développer des analyses argumentées sur les documents fournis aux concours qu'il leur sera donc facile de contextualiser et d'illustrer pour éblouir un jury qui n'attend que ça et se pâmera devant tant de connaissances si finement utilisées, une langue très fluide et une communication d'une rare efficacité.

Rappelons que les questions du jury permettent aux candidat·es de pouvoir se rattraper et d'éclaircir des points apparus flous, faux voire fous lors de leur présentation. Les candidat·es devront donc saisir la chance qui leur est offerte de préciser ou de revenir sur leur propos.

Enfin, dans le contexte souvent confus et incertain que nous connaissons depuis quelque temps, nous reprendrons, pour terminer ce rapport, une conclusion personnelle d'une portée relative mais très positive d'un·e candidat·e lors de cette session 2024 :

*To conclude, this problem is a problem and solutions are going to happen.*

Nous souhaitons bon courage aux élèves et aux enseignant·e-s des classes préparatoires BCPST pour la préparation aux concours.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99	10	1,76	10	1,76
2 à 2,99	5	0,88	15	2,64
3 à 3,99	14	2,46	29	5,11
4 à 4,99	21	3,70	50	8,80
5 à 5,99	40	7,04	90	15,85
6 à 6,99	39	6,87	129	22,71
7 à 7,99	41	7,22	170	29,93
8 à 8,99	46	8,10	216	38,03
9 à 9,99	46	8,10	262	46,13
10 à 10,99	36	6,34	298	52,46
11 à 11,99	59	10,39	357	62,85
12 à 12,99	53	9,33	410	72,18
13 à 13,99	31	5,46	441	77,64
14 à 14,99	35	6,16	476	83,80
15 à 15,99	24	4,23	500	88,03
16 à 16,99	21	3,70	521	91,73
17 à 17,99	27	4,75	548	96,48
18 à 18,99	11	1,94	559	98,42
19 à 19,99	6	1,06	565	99,47
20	3	0,53	568	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 568

Minimum : 1

Maximum : 20

Moyenne : 10,41

Ecart type : 4,18

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99		0,00	0	0,00
2 à 2,99		0,00	0	0,00
3 à 3,99		0,00	0	0,00
4 à 4,99		0,00	0	0,00
5 à 5,99		0,00	0	0,00
6 à 6,99		0,00	0	0,00
7 à 7,99	2	3,39	2	3,39
8 à 8,99	4	6,78	6	10,17
9 à 9,99		0,00	6	10,17
10 à 10,99	3	5,08	9	15,25
11 à 11,99	6	10,17	15	25,42
12 à 12,99	4	6,78	19	32,20
13 à 13,99	4	6,78	23	38,98
14 à 14,99		0,00	23	38,98
15 à 15,99	9	15,25	32	54,24
16 à 16,99	11	18,64	43	72,88
17 à 17,99	12	20,34	55	93,22
18 à 18,99	3	5,08	58	98,31
19 à 19,99		0,00	58	98,31
20	1	1,69	59	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 59

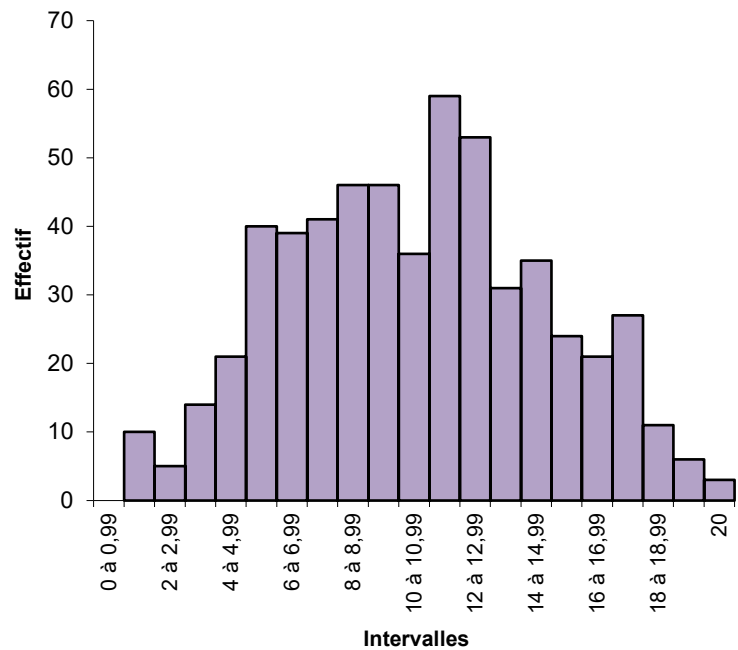
Minimum : 7,80

Maximum : 20

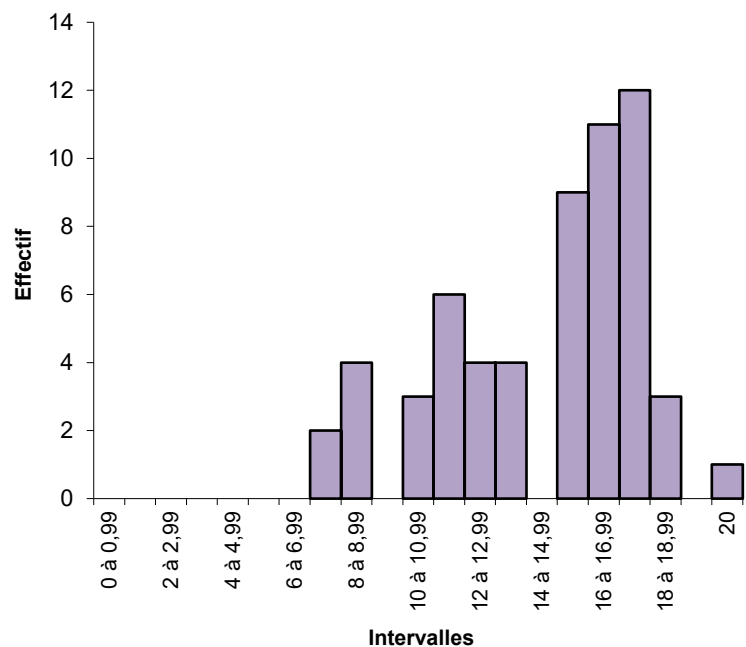
Moyenne : 14,49

Ecart type : 3,02

## ANGLAIS



## ESPAGNOL



# ÉPREUVE ORALE D'ESPAGNOL

## Nature et déroulement de l'épreuve

Les candidats disposent de 20 minutes pour étudier un article de presse. L'objectif est le suivant : introduire le document en contextualisant le sujet, faire une synthèse du texte, puis proposer deux à trois axes de commentaire en lien avec la problématique exposée dans l'article.

En seconde partie de l'épreuve, les candidats écoutent un court document audio et en restituent le contenu.

## Remarques sur les différentes étapes de l'épreuve orale

### La synthèse :

Il est crucial de ne pas négliger cette étape. Elle consiste à présenter les éléments principaux de l'article en les reformulant. Lire des passages ou des phrases du texte n'est pas permis.

### Le commentaire :

Le commentaire ne doit pas se limiter à un exposé de connaissances générales sur le sujet. Il doit être directement lié à l'article et ouvrir sur de nouvelles problématiques. Des références à l'actualité politique, sociale, économique, etc., sont valorisées et encouragées.

### Le document audio :

D'une durée d'environ une minute, il est écouté deux fois, avec prise de notes, pour en restituer le contenu de manière aussi complète que possible.

## Principales difficultés linguistiques

- **Accords en genre et en nombre :**

Exemples d'erreurs fréquentes : las organización, el hombres, las Naciones Unidos, etc.

- **Grammaire des verbes avec préposition "de" :**

Erreurs typiques : aceptar de/aceptar, empêcher de/impedir, permettre de/permitir.

- **Vocabulaire courant :**

Exemples d'erreurs : el problema/los problemas, la Unión Europea/Europa/los europeos, medioambiental, el cultivo/la cultura, ganar, cuestión/pregunta, el periodista/el periódico, creer/crear, suceder/triunfar, contra, pedir/preguntar, formar parte de, el gobierno/gubernamental, etc.

## Exemples de sujets proposés

Comme les années précédentes, les articles proposés sont tirés de l'actualité espagnole et hispano-américaine : la politique anti-gangs de Nayib Bukele au Salvador, Javier Milei en Argentine et sa relation avec l'Espagne, la crise politique au Venezuela, etc.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99		0,00	0	0,00
2 à 2,99		0,00	0	0,00
3 à 3,99		0,00	0	0,00
4 à 4,99		0,00	0	0,00
5 à 5,99		0,00	0	0,00
6 à 6,99		0,00	0	0,00
7 à 7,99	1	5,00	1	5,00
8 à 8,99		0,00	1	5,00
9 à 9,99		0,00	1	5,00
10 à 10,99		0,00	1	5,00
11 à 11,99	2	10,00	3	15,00
12 à 12,99	3	15,00	6	30,00
13 à 13,99	3	15,00	9	45,00
14 à 14,99	1	5,00	10	50,00
15 à 15,99	5	25,00	15	75,00
16 à 16,99	1	5,00	16	80,00
17 à 17,99	1	5,00	17	85,00
18 à 18,99	1	5,00	18	90,00
19 à 19,99		0,00	18	90,00
20	2	10,00	20	100,00

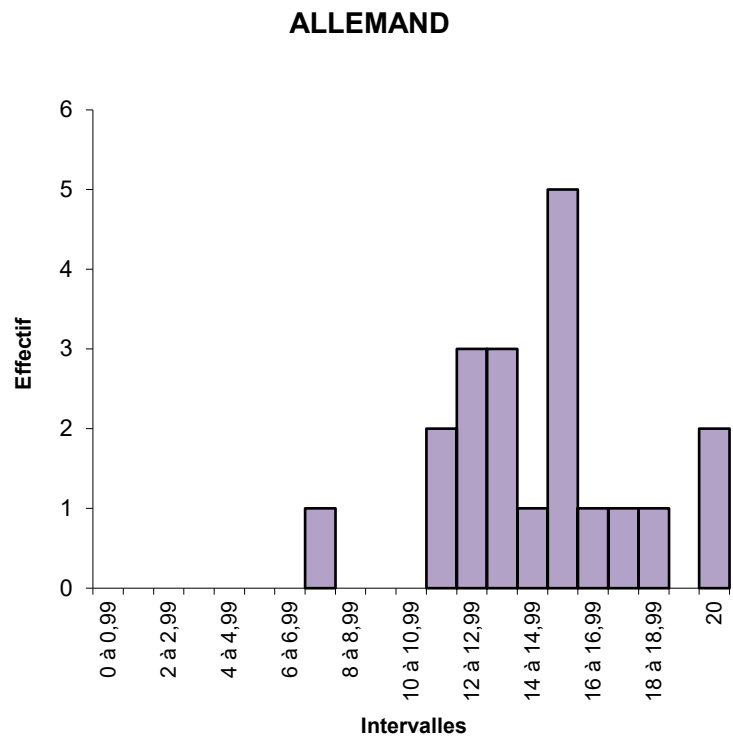
Nombre de candidats dans la matière : 20

Minimum : 7,49

Maximum : 20

Moyenne : 14,56

Ecart type : 3,20



# ÉPREUVE ORALE D'ALLEMAND

L'épreuve de LV2 est facultative et seuls les points au-dessus de la moyenne comptent. Le bilan des épreuves d'allemand est cette année encore satisfaisant. Le jury a pu apprécier nombre de prestations qui témoignaient d'une bonne mobilisation des ressources lexicales, d'une attitude ouverte et de bonnes connaissances civilisationnelles.

## Déroulement de l'épreuve

Les candidats disposent de 20 mn pour préparer leur oral portant sur un article de presse dont la longueur n'excède pas une trentaine de lignes. Ils prennent ensuite la parole (8 - 10 minutes max.) pour présenter le texte.

Il s'agit de résumer les éléments principaux du texte - sans entrer dans les détails de chiffres ou les exemples - et ses enjeux, en se concentrant sur les grands axes du type phénomène ou problème, causes, solutions envisagées, réactions. Les candidats cherchent donc à reformuler, sans reprendre mot pour mot les formulations de l'article.

Les candidats proposent ensuite un commentaire ; le temps étant limité, il s'agit d'indiquer des pistes de réflexion à partir de la thématique de l'article. On mobilise de préférence des connaissances sur les pays germanophones, mais aussi la comparaison avec la France, et les références à l'expérience personnelle du candidat si le sujet s'y prête.

Les textes donnés cette année portaient par exemple sur le rôle des réseaux sociaux dans la campagne des élections européennes, le débat récent autour de la "culture du souvenir", le renforcement de l'armée allemande, la mobilité (réseau ferroviaire, limitation de la vitesse automobile sur les autoroutes).

Une nouveauté cette année : comme annoncé dans le rapport de jury 2023, et comme en anglais et en espagnol, l'épreuve se termine par l'écoute d'un enregistrement audio d'environ une minute. Le titre, la date et la source sont indiqués au candidat. Les candidats écoutent le document deux fois, prennent des notes et peuvent faire des pauses, puis restituent le document le plus précisément possible. Il n'est pas nécessaire pour cet exercice de compréhension de chercher des reformulations.

## Conseils aux candidats

Pour préparer cette épreuve, les candidats suivent l'actualité via les grands médias, *Deutsche Welle* (rubrique Actualités : <https://www.dw.com/de/themen/s-9077>) et les principaux journaux et chaînes de télévision (ARD, ZDF). L'actualité politique est incontournable, notamment lorsque, comme c'était le cas cette année, elle comporte des événements marquants comme les grandes manifestations contre l'AfD en janvier 2024 ou les élections européennes.

Beaucoup de candidats étaient capables d'évoquer les principaux partis politiques et de donner des éléments d'analyse de la montée de l'extrême-droite. On a également valorisé des connaissances sur l'impact de la guerre en Ukraine sur le champ politique allemand, ou sur le poids de l'industrie automobile sur l'économie et son avenir.

Outre la fréquentation régulière des médias germanophones, être curieux des pays germanophones dans les médias français est aussi très positif : même si les gains lexicaux sont moindres, ces connaissances facilitent une compréhension précise des documents proposés.

Le jury demande aux candidats de porter une attention particulière à la **prononciation** et rappelle que celle-ci influe sur la perception globale de la qualité de la langue. Les erreurs sur les *Umlaut* par exemple peuvent gêner la compréhension ; apprendre à bien prononcer les diphtongues (*ganz*, *brauchen* par exemple) est aussi un effort très rentable sur ce plan.

**Regarder des vidéos, écouter des podcasts** en allemand prépare à cet examen et vous sert également sur le plan des connaissances.

Un autre critère d'évaluation important est la richesse du vocabulaire.

Les fautes de genre et de déclinaison ne sont pas rédhibitoires en allemand. Mais sur des mots courants comme *der Text*, *der Artikel*, *das Leben*, *das Problem*, *das Land*, elles sont cependant évitables. L'attention portée aux marques du datif, par exemple, est valorisée par le jury : In **diesem** Artikel, **am** Ende des Textes, **mit** der Bahn reisen, **von** seiner Familie sprechen...

Les erreurs concernant les verbes de modalité sont gênantes, surtout quand elles concernent la conjugaison présent (*ich \*wolle*), ou les compléments infinitif (pas de *zu* avec un verbe de modalité). Revoyez donc l'utilisation de ces verbes avant l'oral, ainsi que

Sur le plan du lexique, on a relevé un emploi fréquemment erroné de *mehrere* (plusieurs), confondu avec *viele* ou *einige* ; ou des confusions entre *wissen* et *kennen*, entre *bekommen* et *werden*.

En complément des conseils ci-dessus concernant la presse, les documents audios et vidéos, il est utile de revoir avant l'épreuve l'expression de la comparaison, des déplacements, du souhait, par exemple, en particulier les verbes et expressions verbales. Ce **vocabulaire courant** est nécessaire pour répondre à des questions sur les centres d'intérêts ou les projets professionnels du candidat, qui peuvent aussi être abordés dans l'entretien.

Le jury souligne que la grande majorité des candidats, y compris ceux dont le niveau linguistique est assez faible, respecte bien le format de l'épreuve. De rares candidats s'arrêtent après avoir résumé le texte. Dans ce cas, le jury pose davantage de questions et cherche à susciter des prises de parole plus longues. L'entretien peut permettre d'améliorer considérablement une prestation un peu faible sur le plan méthodologique, si le candidat saisit les occasions de s'exprimer avec spontanéité.