



RAPPORT

CONCOURS G2E

Ouvert aux élèves issus des Classes Préparatoires BCPST

SESSION 2022

**2 Rue du Doyen Marcel Roubault – BP 10162
54505 VANDOEUVRE-lès-NANCY CEDEX
Tél. : 03 72 74 46 11
g2e-concours@univ-lorraine.fr
concoursg2e.univ-lorraine.fr**

Table des matières

1. FONCTIONNEMENT DU CONCOURS G2E	3
2. REMARQUES GÉNÉRALES CONCERNANT LE RECRUTEMENT 2022 et LE FUTUR RECRUTEMENT 2023.....	3
2.1. Les données du recrutement 2022	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 2023.....	10
3. REMERCIEMENTS	10

COMMENTAIRES SUR LES DIFFÉRENTES ÉPREUVES

Épreuve écrite de Mathématiques	11
Épreuve écrite de Physique	15
Épreuve écrite de Chimie	19
Épreuve écrite de Biologie	22
Épreuve écrite de Géologie	29
Épreuve de Composition Française	45
Épreuve orale de Mathématiques	49
Épreuve orale de Physique	55
Épreuve orale de Chimie	58
Épreuve orale d'Informatique	61
Épreuve orale de Géologie	64
Épreuve orale de TIPE	69
Épreuve orale d'Anglais	74
Épreuve orale d'Espagnol	81
Épreuve orale d'Allemand	82

CONCOURS GÉOLOGIE, EAU et ENVIRONNEMENT

1. FONCTIONNEMENT DU CONCOURS G2E

G2E offre 238 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 2022 et LE FUTUR RECRUTEMENT 2023

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 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 en tenant compte du protocole sanitaire et grâce à la compétence des responsables des centres d'écrit et à l'organisation sanitaire 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 1645 inscrits)	910	735
Candidats ayant terminé les épreuves orales	332	313

L'épreuve d'Informatique se déroule en 2 parties sur une durée totale de 25 minutes, précédée d'une période de 25 minutes de préparation.

- La première partie de 15 minutes consiste soit en une interrogation sur un projet présenté par le candidat et préparé tout au long de son année en classe préparatoire, soit en un exercice non préparé proposé par l'examineur. Les candidats doivent donc lors de leur inscription à l'oral au lycée Stanislas, préciser la modalité selon laquelle ils souhaitent être interrogés. Les candidats souhaitant présenter leur projet doivent déposer celui-ci au secrétariat du concours lors de leur inscription orale, sous format papier, comme pour l'épreuve de TIPE.
- La deuxième partie de 10 minutes consiste en un exercice proposé par l'examineur et que le candidat prépare pendant la période de 25 minutes préalable à l'interrogation.

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. Les chiffres entre parenthèses dans le tableau ci-dessous sont ceux de 2021.

Choix lors des inscriptions (2019)	Allemand	Espagnol	Aucune	Total
LV2	114 (130)	212 (240)	1319 (1332)	1645 (1702)
Candidats admissibles ayant choisi une LV2	Allemand	Espagnol	Aucune	Total
LV2	87 (90)	149 (173)	936 (901)	1172 (1164)

Les épreuves écrites de G2E 2023 se dérouleront les 9, 10 et 11 Mai dans 31 centres de concours. Les épreuves orales se dérouleront du 24 juin au 5 juillet 2023 (sous réserve de modification) au Lycée Stanislas rue du Montparnasse où l'accueil réservé aux candidats, aux interrogateurs et au Concours G2E est toujours excellent.

Nous rappelons aux futurs candidats qu'il est interdit de se détendre ou déjeuner sur les pelouses du lycée et qu'un comportement exemplaire et courtois est de rigueur. Des bancs sont installés dans la cour. Les accès dans les différentes enceintes du lycée ne doivent pas être encombrés. Seuls les bâtiments et étages qui sont alloués à G2E sont accessibles.

Une tenue vestimentaire correcte et adaptée à un concours est exigée dans l'enceinte du lycée Stanislas.

2.1. Les données du recrutement 2022

2.1.1. Places offertes et intégrations dans les écoles

Nombre de places offertes	238
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		
ENGEES Fonctionnaire	2018	6	6	26	339
	2019	6	6	50	195
	2020	6	6	255	714
	2021	6	6	141	406
	2022	6	6	194	378
ENGEES Civil	2018	18	17	38	485
	2019	18	20	75	453
	2020	18	20	128	829
	2021	20	23	65	532
	2022	20	21	190	505
ENGEES Apprenti	2018	5	4	493	549
	2019	5	6	417	523
	2020	5	2	165	1061
	2021	5	2	521	582
	2022	5	7	264	621
ENM Fonct.	2022	2	2	5	39
ENSEGID	2018	17	16	32	413
	2019	17	18	248	448
	2020	18	14	356	835
	2021	18	18	102	542
	2022	20	20	98	583
ENSG	2018	64	56	7	396
	2019	64	50	1	418
	2020	64	61	38	808
	2021	64	62	17	349
	2022	64	63	27	532
ENSGéomatique civil	2018	3	3	410	492
	2019	3	6	82	541
	2020	6	7	931	1099
	2021	8	2	573	616
	2022	4	3	445	558
ENSGéomatique Fonct.	2018	2	2	39	47
	2019	2	3	131	483
	2020	3	4	742	1064
	2021	5	2	206	468
	2022	6	3	549	623
ENSIL	2018	6	6	537	575
	2019	6	5	514	564
	2020	6	4	867	969
	2021	6	3	579	586
	2022	6	3	236	608
ENSIP	2018	15	4	447	562
	2019	15	5	450	586
	2020	15	5	490	1000
	2021	15	9	432	613
	2022	15	4	611	636
ENTPE Fonctionnaire	2018	20	20	17	187
	2019	19	20	17	197
	2020	15	15	50	428
	2021	15	21	13	216
	2022	26	27	27	323
ENTPE Civil	2018	25	25	15	444
	2019	26	26	77	476
	2020	25	24	175	1067
	2021	25	25	143	532
	2022	24	28	57	533
EOST	2017	9	8	30	451
	2018	9	8	89	428
	2019	9	10	301	929
	2020	9	16	273	606
	2022	13	11	51	637
ESGT	2018	5	2	521	572
	2019	5	4	488	561
	2020	10	2	1004	1028
	2021	10	3	536	620
	2022	10	0		
IMT Mines Albi	2018	5	6	257	341
	2019	5	7	106	407
	2020	5	3	537	582
	2021	5	6	177	341
	2022	5	6	74	238
IMT Mines Alès	2018	3	3	49	191
	2019	3	3	228	366
	2020	3	3	220	428
	2021	4	5	63	329
	2022	4	5	80	168
IMT Nord Europe	2018	3	3	72	344
	2019	3	4	201	313
	2020	3	5	48	496
	2021	3	5	42	444
	2022	3	4	171	317

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 Polytech*	Candidats classés à ENSEGD	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
2019	1662	1621	1204	642	613	567	418	350	500	587	576	497	585	514	580	450	605		
2020	1626	1507	1209	ANNULATION DES ORAUX (covid)															
2021	1702	1640	1164	653	620	620	620	620	620	620	620	620	plus affilié	620	620	620	620	620	
2022	1645	1594	1172	674	645	645	645	645	645	645	645	645	plus affilié	645	645	645	645	645	645

**IMT d'Albi, Alès et Nord Europe

En 2022, le nombre d'inscrits a baissé par rapport à 2021. Un nombre significatif de candidats n'a pas composé les épreuves écrites, vraisemblablement en raison de la crise sanitaire.

Le nombre d'élèves admis est fixé chaque année pour chaque école. Le nombre de fonctionnaires est fixé 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

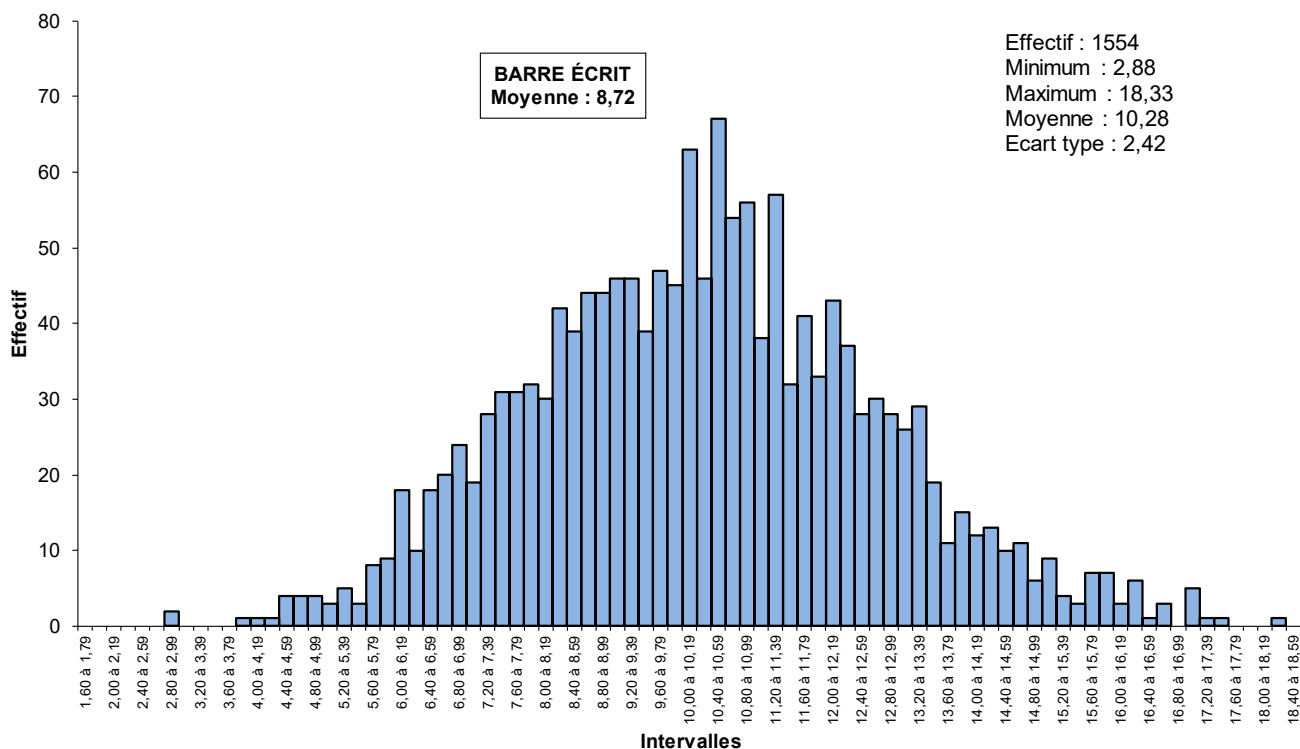
	Maths	Physique	Chimie	Biologie	Géologie	Compo. F
2018	10,42 (0,57 : 20) 2,87	10,30 (3,88 : 20) 3,88	10,32 (0,76 : 20) 3,40	10,45 (2,56 : 17,26) 2,41	10,34 (0,37 : 20) 3,08	10,14 (0,93 : 20) 3,38
2019	10,37 (0,13 : 20) 3,18	10,37 (0,13 : 20) 2,80	10,15 (2 : 16,94) 2,50	10,41 (1,16 : 18,51) 2,60	10,45 (0 : 20) 3,19	10,09 (0,4 : 20) 3,17
2020	10,06 (0,34 : 20) 3,27	10,31 (0,64 : 20) 3,33	10,67 (1,01 : 20) 3,39	10,65 (2,13 : 20) 2,85	10,16 (0,9 : 20) 2,82	10,56 (0,47 : 20) 3,25
2021	10,18 (0,77 : 19,60) 3,13	10,39 (1,25 : 18,19) 2,57	10,24 (0,47 : 20) 3,97	10,35 (0,82 : 20) 3,15	10,23 (0,97 : 20) 3,06	10,29 (0,52 : 20) 3,33
2022	10,28 (0,83 : 19,6) 3,52	10,30 (1,3 : 20) 3,44	10,32 (0,84 : 20) 3,49	10,22 (2,94 : 18,45) 2,71	10,23 (1,16 : 20) 2,64	10,38 (2,09 : 20) 3,02

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

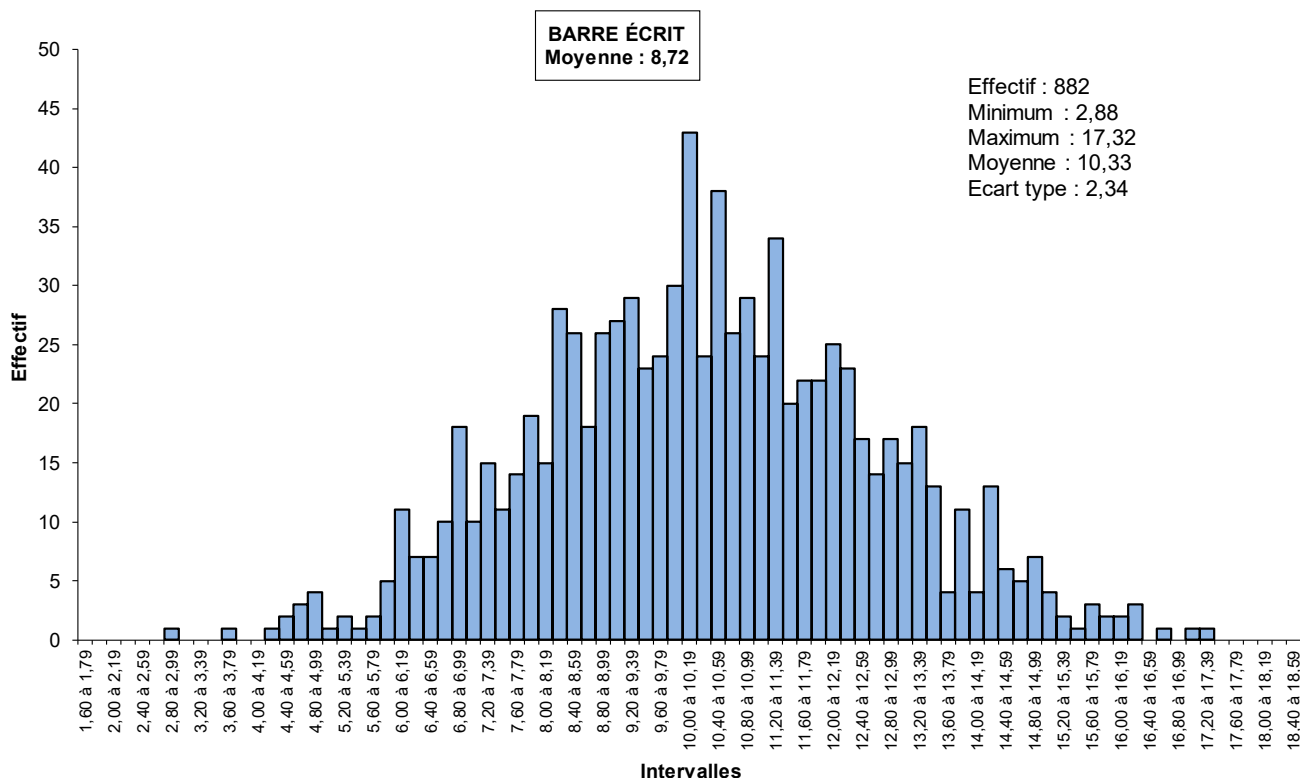
	Maths	Physique	Chimie	Informatiqu e	Géologie	TIPE	Anglais	Allemand	Espagnol
2018	10,88 (1,94 : 20) 3,33	11,30 (2,54 : 20) 3,69	13,89 (5,52 : 20) 3,66	13,88 (8,32 : 18,78) 2,21	11,04 (2,32 : 20) 3,64	12,24 (3 : 19) 2,85	11,50 (1,02 : 19,5) 3,54	13,59 (4,75 : 20) 3,30	13,87 (5,24 : 20) 3,21
2019	11,10 (2,18 : 20) 3,59	11,40 (7 : 20) 3,76	12,24 (4,45 : 20) 3,70	12,24 (6,24 : 17,82) 2,08	11,74 (2,07 : 20) 3,62	12,30 (5 : 20) 2,71	11,47 (1,68 : 20) 3,82	13,40 (5,25 : 20) 3,55	12,80 (5,57 : 19,05) 2,87
2020	Épreuves orales annulées en raison de la crise sanitaire								
2021	10,88 (3,01 : 20) 3,44	11,35 (2,22 : 20) 3,89	12,40 (2,18 : 20) 3,98	12,46 (6,96 : 18,10) 2,22	10,48 (1,71 : 18,89) 3,70	12,52 (5,09 : 20) 2,59	10,30 (1,18 : 20) 3,96	13,73 (7,36 : 20) 2,63	13,08 (7,12 : 19,06) 2,16
2022	10,88 (3,01 : 20) 3,44	11,35 (2,22 : 20) 3,89	12,46 (2,18 : 20) 3,82	12,52 (5,74 : 17,49) 1,92	10,38 (2,62 : 20) 3,63	12,71 (5,48 : 19,24) 2,63	10,14 (1,11 : 20) 4	13,71 (5,41 : 20) 3,25	13,14 (6,07 : 20) 2,74

Les graphiques suivants présentent la distribution des moyennes des écrits de G2E et de l'ENTPE ainsi que les moyennes générales des différentes écoles de G2E.

DISTRIBUTION DES MOYENNES "ÉCRIT G2E 2022"



DISTRIBUTION DES MOYENNES "ÉCRIT ENTPE 2022"



Répartition des candidats par lycées session 2022

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	Inscrits ENTPE Fonc.	Admissibles G2E	Admissibles ENTPE Fonc.	Admissibles G2E et ENTPE	classés après l'oral G2E et ENTPE Fonc.	Intégrés										
								EIL	ENGES	ENSEGID	ENSG Nancy	ENS Géomat,	ENSIL	ENSIP	ENTPE Civil	ENTPE Fonc.	EOST	ESGT
AMIENS	Louis THUILLIER	58	29	23	8	23	14			1	2						1	
AMILLY	DU CHESNOY	31	15	13	7	13	11		2									
ANGERS	A. DU FRESNE	11	5	9	4	9	6				4				1			
ARRAS	ROBESPIERRE	28	8	9	4	9	6		1							1		
AUZEVILLE TOLO.	LEGTAH	3	2	3	2	3	1				1							
BESANCON	Victor HUGO	20	5	19	5	19	8		1	2	1							
BORDEAUX	MICHEL-MONTAIGNE	50	26	27	13	27	22			1	1							
BOULOGNE BILLA.	J. PREVERT	24	15	19	11	19	15			1	1				1	1		
CAEN	MALHERBE	60	43	48	32	59	22		1		4				1	1	1	
CLERMONT FD	B. PASCAL	12	10	7	6	7	6				3							
DIJON	CARNOT	7	4	5	4	5	3									1		
DOUAI	A. CHATELET	32	22	26	19	26	16		1	1	2				1	4		
DUCOS	L.P. CENTRE SUD	3	1	1	1	1	1											
FONTENAIBLEAU	FRANCOIS 1ER	6	2	5	2	5	4				1							
GRENOBLE	CHAMPOLLION	25	17	24	16	25	14									1	1	
LA MULATIERE	ASSOMP. BELLEVUE	15	11	12	8	12	6								1		1	
LE RAINCY	A. SCHWEITZER	14	4	4	0	4	3					1						
LE TAMPON	R. GARROS	17	14	9	8	9	5			1								
LEMPDES	L. PASTEUR	12	3	8	2	8	1			1								
LILLE	FAIDHERBE	54	31	43	24	43	26		1	1	3	1			3		2	
LIMOGES	LIMOSIN	9	3	8	2	8	5						1	2		1		
LYON	LAMARTINIERE MON.	32	28	20	18	20	15		2		1				2	1		
LYON 6e	DU PARC	51	32	43	27	45	37		2	1	1				4	2		
MARSEILLE	THIERS	57	25	41	18	41	29		3	1	1						1	
METZ	G. DE LA TOUR	19	7	9	3	9	1											
MONTPELLIER	JOFFRE	9	7	9	7	9	8		1		1					1		
NANCY	POINCARE	61	39	55	35	55	21		1		4					1		
NANTES	Externat-Chavagnes	21	18	10	9	10	9		2						2	1		
NANTES	CLEMENCEAU	40	23	31	22	31	21			1					4		1	
NICE	MASSENA	14	11	11	8	14	9		2							1		
NIMES	E. D'ALZON	34	19	20	12	20	14		1	2	3	1			1			
ORLEANS	POTHIER	33	25	18	13	18	11		1	2	1					1		
PARIS	SAINT LOUIS	56	23	53	23	54	28		1		1				1			
PARIS	JANSON DE SAILLY	26	13	21	11	21	15				4					1		
PARIS 13e	G. St HILAIRE	0	0	0	0	0	0											
PARIS 13e	P-G de Gennes ENCPB	32	24	19	16	19	17		2		2	1		1		1		
PARIS 16e	J.B. SAY	25	16	22	14	22	7									1		
PARIS 6e	FENELON	35	19	32	18	32	20		2		2				1			
PARIS 8e	CHAPTAL	43	21	26	12	26	12		1		2				1			
PARIS 5e	HENRI IV	28	19	27	18	27	11				1							
PAU	L. BARTHO	18	10	11	7	11	8			1	1	1	1					
POINTE A PITRE	BAIMBRIDGE	21	16	4	4	5	4								1			
POITIERS	C. GUERIN	65	37	24	18	24	16			2	1		1		2	1	2	
REIMS	G. CLEMENCEAU	25	4	22	4	22	3											
RENNES	CHATEAUBRIAND	27	17	18	11	18	11		1			1				2		
ROUEN	CORNEILLE	28	29	27	28	37	9				1			1				
ST AMAND LES EA	N.D. DES ANGES	3	1	0	0	0	0											
SAINT ETIENNE	CLAUDE FAURIEL	35	20	18	9	18	5				1					1		
SAINT MAUR	BERTHELOT	61	25	46	19	48	25		3		1							
SCEAUX	LAKANAL	69	39	57	32	58	28		1	1	4							
STRASBOURG	J. ROSTAND	11	8	10	7	10	9				1				1		1	
TOULOUSE	OZENNE	3	1	2	1	2	1				1							
TOULOUSE	P. DE FERMAT	16	8	14	7	14	9		1		2							
TOURS	DESCARTES	21	13	17	10	17	5				1							
VERSAILLES	HOCHÉ	49	33	45	31	45	27				2					2		
VERSAILLES	SAINTE-GENEVIEVE	36	9	35	9	36	5											
AUTRES		1																
TOTAL		1596	909	1139	659	1172	645	0	34	20	63	6	3	4	28	27	11	0

Villes	Etablissements	Intégrés			
		ENM	IMT Albi-Carnaux	IMT Aïès	IMT Nord Europe
AMIENS	Louis THUILLIER				
AMILLY	DU CHESNOY				
ANGERS	A. DU FRESNE				
ARRAS	ROBESPIERRE				
AUZEVILLE TOLO.	LEGTAH				
BESANCON	Victor HUGO				
BORDEAUX	MICHEL-MONTAIGNE		1		1
BOULOGNE BILLA.	J. PREVERT				
CAEN	MALHERBE				
CLERMONT FD	B. PASCAL				
DIJON	CARNOT				
DOUAI	A. CHATELET				
DUCOS	L.P. CENTRE SUD				
FONTENAIBLEAU	FRANCOIS 1ER				
GRENOBLE	CHAMPOLLION				
LA MULATIERE	ASSOMP. BELLEVUE				
LE RAINCY	A. SCHWEITZER				
LE TAMPON	R. GARROS	1	1		
LEMPDES	L. PASTEUR				
LILLE	FAIDHERBE			1	
LIMOGES	LIMOSIN				
LYON	LAMARTINIERE MON.		1	1	
LYON 6e	DU PARC				
MARSEILLE	THIERS				
METZ	G. DE LA TOUR				
MONTPELLIER	JOFFRE				
NANCY	POINCARE				1
NANTES	Externat-Chavagnes				
NANTES	CLEMENCEAU		1	1	
NICE	MASSENA				
NIMES	E. D'ALZON				
ORLEANS	POTHIER				
PARIS	SAINT LOUIS	1	1		
PARIS	JANSON DE SAILLY				
PARIS 13e	G. St HILAIRE				
PARIS 13e	P-G de Gennes ENCPB				
PARIS 16e	J.B. SAY			1	
PARIS 6e	FENELON				
PARIS 8e	CHAPTAL				
PARIS 5e	HENRI IV				1
PAU	L. BARTHOU				
POINTE A PITRE	BAIMBRIDGE				
POITIERS	C. GUERIN				
REIMS	G. CLEMENCEAU				
RENNES	CHATEAUBRIAND				
ROUEN	CORNEILLE				
ST AMAND LES EA	N.D. DES ANGES				
SAINT ETIENNE	CLAUDE FAURIEL				
SAINT MAUR	BERTHELOT				1
SCEAUX	LAKANAL				
STRASBOURG	J. ROSTAND				
TOULOUSE	OZENNE				
TOULOUSE	P. DE FERMAT				
TOURS	DESCARTES				
VERSAILLES	HOCHÉ			1	
VERSAILLES	SAINTE-GENEVIEVE		1		
AUTRES					
TOTAL		2	6	5	4

2.3. Calendrier du Concours G2E 2023

Inscriptions sur internet (www.scei-concours.fr) du 10 Décembre 2022 au 11 Janvier 2023 17h.

ÉPREUVES ÉCRITES : Lundi 9, Mardi 10 et Mercredi 11 Mai 2023

Inscriptions des candidats à l'oral : 20, 21 et 22 juin 2023

ÉPREUVES ORALES : du Vendredi 23 juin au Mardi 4 juillet 2023

Liste 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 2022.

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 difficultés d'organisation des épreuves lors de la session 2022.

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 2023.

Richard GIOT
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'analyse (calcul d'intégrales, rudiments de trigonométrie) et les probabilités à travers l'étude de deux variables aléatoires à densité. Le second problème abordait essentiellement l'algèbre (matrices symétriques et antisymétriques) et les probabilités discrètes.

Une large partie du programme de BCPST était couverte 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 de très nombreuses questions 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 pas 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, globalement assez mal compris, était consacré aux calculs de différentes intégrales (par changement de variable ou intégration par parties), à quelques propriétés élémentaires de la fonction arccos (introduite dans le sujet) et enfin au calcul d'une probabilité à l'aide de deux variables aléatoires à densité.

Partie A

Cette partie était consacrée aux calculs d'intégrales par différentes méthodes (interprétation géométrique, changement de variable ou intégration par parties). Elle visait donc à évaluer les candidats sur leurs connaissances de ces méthodes et leur aisance calculatoire. Afin de rassurer les candidats dans cette première partie, nous avons fait le choix de donner plusieurs résultats mais nous attendions de la rigueur dans la présentation des calculs.

Malheureusement nous avons constaté trop d'approximations dans les techniques de calculs d'intégrales. De plus, certains candidats font preuve d'une mauvaise foi manifeste (lorsque avec une formule fausse, ils arrivent miraculeusement et après de longs calculs au bon résultat). Cela laisse au correcteur une impression extrêmement désagréable qui bien entendu influe sur l'appréciation de la copie.

Nous conseillons aux futurs candidats de maîtriser absolument les techniques de calculs d'intégrales et de bien connaître les primitives usuelles. Il nous semble également fondamental de savoir distinguer une intégrale sur un segment d'une intégrale généralisée. Enfin nous suggérons aux futurs candidats une posture d'humilité : en cas d'erreur, il vaut mieux la signaler sur sa copie plutôt que tenter de la camoufler.

1. Nous avons été très surpris du nombre de réponses fausses pour ces questions relevant de connaissances élémentaires. L'incohérence des courbes montre malheureusement une grande fragilité des connaissances du secondaire : la portion de cercle attendue (dont le centre et le rayon étaient donnés) est souvent représentée par une courbe joignant $(0, 1)$ à $(1, 0)$ qui n'a rien d'un arc de cercle ! Par ailleurs, dans la justification de la continuité et de la classe $\mathcal{C}^1$, beaucoup de candidats sont restés évasifs sur la composition et les ensembles de départ et d'arrivée. Par exemple, trop peu de candidats ont signalé que la fonction racine carré n'est pas dérivable en 0. Heureusement, le calcul de $f'(x)$ était le plus souvent correct.
2. Si la formule élémentaire donnant l'aire d'un disque était parfois méconnue, beaucoup de candidats sont parvenus à répondre à ces questions.
3. La technique de changement de variable (ici, sur un segment) est parfois mal maîtrisée. On attendait évidemment que le « nouveau » segment soit correct et que le candidat précise que sur celui-ci, $\sin \theta \geq 0$.
4. Il s'agissait au début de cette question d'utiliser une intégration par parties généralisée (la convergence du « crochet » devait donc être soigneusement justifiée) même si de nombreux candidats ont préféré travailler sur un segment et procéder à un passage à la limite. Dans la dernière partie de cette question, nous attendions des candidats qu'ils utilisent le même changement de variable que précédemment mais cette fois-ci dans sa version généralisée, encore fallait-il le signaler et donner les bonnes hypothèses.

Partie B

Cette partie assez courte a été mieux réussie même si certains candidats ne sont pas parvenus à éviter quelque écueils liés à la fonction arccos ou aux techniques de calculs d'intégrales déjà rencontrées dans la partie précédente.

Nous conseillons donc aux futurs candidats de lire attentivement les préambules du sujet ou de chaque partie, surtout lorsque ceux-ci introduisent un nouvel objet.

5. Pour $c \in [0, 1]$, $\arccos(c)$ est défini de manière unique dans $[0, \frac{\pi}{2}]$. Il convient donc de donner l'angle dans cet intervalle alors que des candidats se sont crus obligés de préciser « modulo 2π ». À l'inverse l'ensemble des solutions de l'équation $\cos(x) = c$ pouvait être décrit à l'aide de cette notion de modulo.
6. On attendait des candidats qu'ils remarquent que l'intégrale proposée était impropre en 1 et qu'ils utilisent donc un passage à la limite. De même, dans la seconde partie de la question, le cas $b = 1$ méritait une attention particulière car l'intégrale était dans ce cas généralisée.

Partie C

Cette dernière partie du problème a été très discriminante. Elle demandait davantage de réflexion personnelle, un seul résultat était donné (la description de l'événement T à l'aide de X et Y) et elle exigeait une plus grande aisance calculatoire.

Nous signalons aux futurs candidats que les questions plus difficiles (souvent situées en fin de problème) sont naturellement davantage valorisées mais dans ce cas, même des réponses partielles sont prises en compte et évaluées.

7. Le début de cette question a souvent été éludé même si des éléments de réponse pertinents ont toujours été valorisés. La seconde partie ne demandait pas de justification mais de nombreux candidats ont tout de même calculé une fonction de répartition pour en déduire une fonction de densité. Signalons au passage que même si une variable aléatoire à densité est à support inclus dans $\mathbb{R}_-$, sa densité, elle, est à valeurs positives.
8. Cette question est également souvent éludée. Pourtant, un simple schéma permettait d'expliquer facilement le résultat.
9. Si les valeurs prises par $\cos(Y)$ ont souvent été données, sa fonction de répartition a souvent été calculée de manière incomplète (cette fonction de répartition n'est pas définie que sur $[0, 1]$) et erronée (en effet, beaucoup de candidats ne prenant pas en compte la décroissance de $\cos$ sur $[0, \frac{\pi}{2}]$ ont obtenu une fonction de densité à valeurs négatives, cela aurait dû les alerter!).
10. Ici encore, si les valeurs prises par $\cos(Y) - X$ ont souvent été données, la suite n'a été qu'extrêmement rarement abordée. Certains candidats sont tout de même parvenus à emporter quelques points en justifiant que $\cos(Y)$ et $-X$ sont indépendantes et en écrivant correctement le produit de convolution associé.

PROBLÈME 2

Le second problème était essentiellement consacré à des questions d'algèbre (matrices symétriques et antisymétriques, matrices qui commutent avec leur transposée) et aux calculs de probabilités discrètes. Il a globalement été mieux compris que le premier problème.

Partie A

Le début de cette première partie relatif à l'étude de $\mathcal{S}_2(\mathbb{R})$ a été en général assez bien compris, toutefois les questions relatives à $\mathcal{O}_2(\mathbb{R})$ et $\mathcal{A}_2(\mathbb{R})$ ont soulevé davantage de difficultés.

Nous réitérons nos conseils d'une lecture très attentive des préambules du sujet ou de chaque partie. De plus nous invitons les futurs candidats à bien comprendre les notions fondamentales de valeur propre et de vecteur propre et à parfaitement maîtriser le théorème spectral.

1. On attendait des candidats une réponse rigoureuse démontrant l'équivalence, et pas seulement une implication. On attendait des candidats la même rigueur dans l'écriture d'une base de $\mathcal{S}_2(\mathbb{R})$ (aspect générateur et libre), cette dernière est composée de matrices de $\mathcal{M}_2(\mathbb{R})$ et pas de vecteurs de $\mathbb{R}^4$ comme on l'a trop souvent lu.
2. De trop nombreux candidats n'ont pas exploité le fait que $\varepsilon = \pm 1 \Leftrightarrow \varepsilon^2 = 1$, ce qui les a bloqué dans la question suivante. Il suffisait pourtant de calculer de façon matricielle le produit scalaire de AX et AY (comme suggéré en préambule). Cette question pouvait se traiter en une ligne alors que certains se sont perdus dans d'interminables calculs.
3. Si le début de cette question a posé peu de problèmes, le caractère non diagonalisable de J a souvent donné lieu à des argumentations foncièrement fausses. Par exemple une matrice carrée peut avoir sa diagonale nulle et être diagonalisable ! Une matrice carrée peut ne pas être symétrique et diagonalisable ! Le plus simple était certainement de rédiger un raisonnement par l'absurde exploitant $J^2 = -I_2$ (signalons au passage que l'énoncé mentionnait «En déduire»).
4. La description de $\mathcal{A}_2(\mathbb{R})$ comme espace vectoriel a souvent posé problème, les candidats exploitant mal le fait que $A = -A^\top$, se contentant parfois de traduire $A = -A^\top$ en $A = J^2 A^\top$ ce qui n'était pas la réponse attendue. La fin de cette question a souvent donné lieu à des justifications confuses, pas toujours en lien avec la matrice $I_2 + J$ suggérée.

Partie B

Cette partie est globalement assez correctement traitée.

Nous avons constaté que les candidats maîtrisaient bien la notion d'espace vectoriel et suggérons donc aux futurs candidats d'en faire tout autant. Toutefois nous avons observé des difficultés liées aux notions d'union et d'intersection ensemblistes. Aussi nous suggérons aux futurs candidats de réfléchir profondément à ces notions (par exemple comment démontrer que $A \subset B$? $A \not\subset B$? $A \not\subset B \cup C$? $A = B \cap C$?).

5. Cette question n'a posé que très peu de problème.
6. Cette question, inégalement traitée, nécessitait de bien comprendre la notion d'union ensembliste. Les candidats n'ont pas toujours bien exploité les définitions de $\mathcal{S}_2(\mathbb{R})$ et $\mathcal{A}_2(\mathbb{R})$ données dans l'énoncé. Pour justifier que $\mathcal{O}_2(\mathbb{R}) \subset \mathcal{C}_2(\mathbb{R})$, on pouvait simplement signaler qu'une matrice commute avec son inverse. Dans la seconde partie de la question, l'utilisation de $I_2 + J$ a encore donné lieu à des justifications incomplètes ou confuses.
7. Le début de cette question demandait de démontrer rigoureusement une équivalence, d'autant qu'encore une fois, le résultat était donné. Il s'agissait aussi de n'éluder aucun cas particulier (signalons à ce sujet qu'on ne peut diviser par 0). Heureusement, la fin de cette question a été globalement bien comprise.

Partie C

Cette dernière partie du problème a été inégalement réussie : les probabilités liées à $\det(A)$, $\mathcal{S}_2(\mathbb{R})$ et $\mathcal{A}_2(\mathbb{R})$ ont souvent été abordées avec succès ce qui ne fut pas le cas de celles faisant intervenir $\mathcal{C}_2(\mathbb{R})$.

Nous conseillons aux candidats de bien réfléchir aux notions d'incompatibilité et d'indépendance de deux événements. Dans le même ordre d'idée, nous leur conseillons de réfléchir à la façon dont on calcule la probabilité d'une union d'événements et d'une intersection d'événements. Enfin, nous avons été très surpris de lire dans un nombre conséquent de copies une écriture incorrecte des événements : par exemple l'événement « X_1 prend la valeur 1» s'écrit simplement $X_1 = 1$ et pas $X_1(\omega) = 1$.

8. Le début de cette question n'a pas présenté de difficulté. La seconde partie demandait d'utiliser la formule des probabilités totales en citant précisément le système complet d'événements utilisé.
9. L'égalité des événements $\det(A) = 0$ et $X_1 X_4 = X_2 X_3$ n'a pas posé de problème mais la justification de l'indépendance de $X_1 X_4$ et $X_2 X_3$ a été soit totalement éludée soit évoquée de façon confuse. On attendait au contraire une référence précise à un théorème du cours (souvent appelé lemme des coalitions bien que cette dénomination n'apparaisse pas au programme de BCPST).
10. Cette question a en général été assez bien traitée.
11. Cette question n'a été abordée que de façon exceptionnelle. Signalons que $\mathcal{C}_2(\mathbb{R})$ n'a pas été décrit comme une union d'événements incompatibles ce qui bien entendu devait être pris en compte dans le calcul de la probabilité associée. Enfin, si la formule donnant une probabilité conditionnelle a souvent été donnée, le calcul détaillé du numérateur (beaucoup plus technique) n'a presque jamais été abordé de façon correcte.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	1	0,06	1	0,06
1 à 1,99	5	0,31	6	0,38
2 à 2,99	11	0,69	17	1,06
3 à 3,99	28	1,75	45	2,82
4 à 4,99	45	2,82	90	5,63
5 à 5,99	96	6,01	186	11,64
6 à 6,99	119	7,45	305	19,09
7 à 7,99	141	8,82	446	27,91
8 à 8,99	143	8,95	589	36,86
9 à 9,99	164	10,26	753	47,12
10 à 10,99	186	11,64	939	58,76
11 à 11,99	176	11,01	1115	69,77
12 à 12,99	124	7,76	1239	77,53
13 à 13,99	119	7,45	1358	84,98
14 à 14,99	78	4,88	1436	89,86
15 à 15,99	63	3,94	1499	93,80
16 à 16,99	39	2,44	1538	96,25
17 à 17,99	33	2,07	1571	98,31
18 à 18,99	19	1,19	1590	99,50
19 à 19,99	7	0,44	1597	99,94
20	1	0,06	1598	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1598

Minimum : 0,83

Maximum : 19,6

Moyenne : 10,28

Ecart type : 3,52

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99	7	0,44	7	0,44
2 à 2,99	15	0,94	22	1,38
3 à 3,99	24	1,51	46	2,89
4 à 4,99	42	2,63	88	5,52
5 à 5,99	88	5,52	176	11,04
6 à 6,99	109	6,84	285	17,88
7 à 7,99	137	8,59	422	26,47
8 à 8,99	150	9,41	572	35,88
9 à 9,99	172	10,79	744	46,68
10 à 10,99	187	11,73	931	58,41
11 à 11,99	177	11,10	1108	69,51
12 à 12,99	136	8,53	1244	78,04
13 à 13,99	109	6,84	1353	84,88
14 à 14,99	92	5,77	1445	90,65
15 à 15,99	58	3,64	1503	94,29
16 à 16,99	47	2,95	1550	97,24
17 à 17,99	23	1,44	1573	98,68
18 à 18,99	16	1,00	1589	99,69
19 à 19,99	4	0,25	1593	99,94
20	1	0,06	1594	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1594

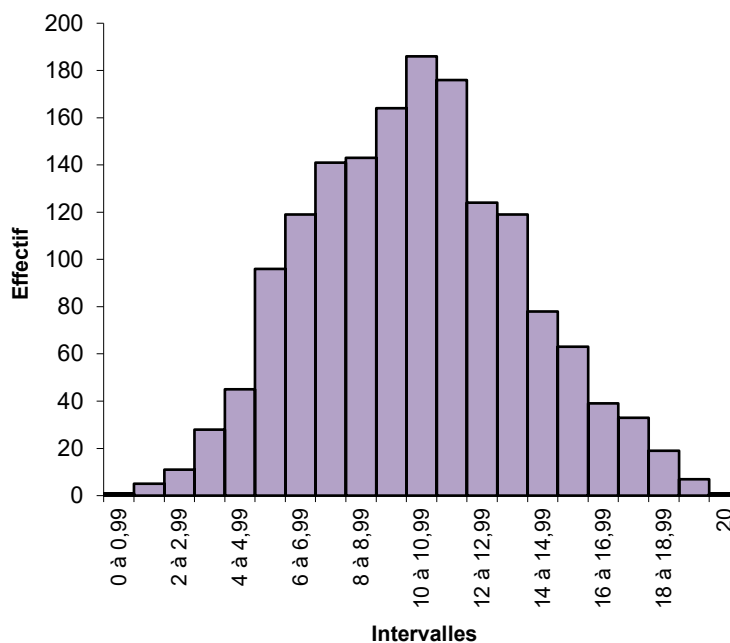
Minimum : 1,3

Maximum : 20

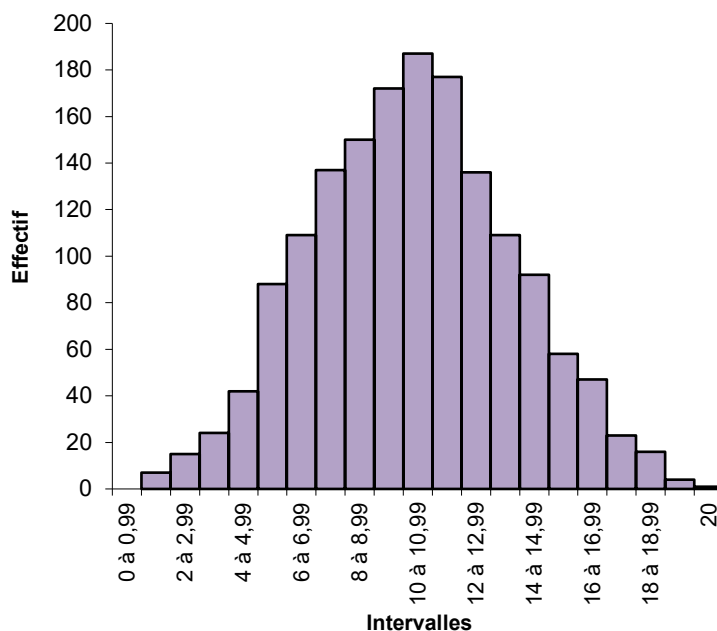
Moyenne : 10,30

Ecart type : 3,44

MATHÉMATIQUES ÉCRIT



PHYSIQUE ÉCRIT



ÉPREUVE ÉCRITE DE PHYSIQUE

Remarques générales

On ne peut que regretter de devoir répéter de nombreuses choses déjà écrites dans les rapports précédents, ce qui incite à penser que les candidats ne prennent pas la peine de lire ces rapports, alors qu'ils contiennent pourtant des conseils pertinents pour leur préparation aux concours, en complément ou confirmation de ceux dispensés par les enseignants. Les candidats sont invités à lire de façon diagonale le sujet au début de l'épreuve afin d'identifier les parties du sujet, qui, à la première lecture, donnent les meilleures chances de succès.

Sur la forme

On déplore un certain nombre de copies de présentation trop peu soignée : nombreuses ratures, résultats non mis en évidence (on attend a minima qu'ils soient soulignés), questions traitées dans un ordre aléatoire (si des parties indépendantes peuvent être traitées dans un ordre quelconque, il est attendu que les questions d'une même partie soient abordées de façon connexe et consécutivement). Des réponses illisibles ne peuvent être comptées justes.

En dehors de l'aspect présentation, trop de copies présentent un français approximatif, que ce soit du point de vue syntaxique ou orthographique : de futurs ingénieurs doivent avoir le souci de la composante communication, indissociable de leur futur métier.

Sur le fond

De nombreux problèmes d'homogénéité sont constatés :

- Homogénéité dimensionnelle : trop de candidats ne connaissent pas les unités des grandeurs usuelles en physique et ne sont pas choqués decrire une égalité entre une distance et un angle, une force et un travail, une énergie et une puissance ; à ce sujet, il n'est pas inutile de rappeler qu'une puissance s'exprime en Watt (W) plutôt qu'en $J.s^{-1}$ même si cela est dimensionnellement juste. Il est légitime d'attendre des candidats qu'ils soient à même de répondre aux questions d'analyse dimensionnelle élémentaire figurant dans le sujet. Non, une résistance thermique ne s'exprime pas en Ω pas plus qu'un débit massique en $W.J.g^{-1}$! De même, le travail est parfois exprimé en $g.m^2.s^{-2}$. On trouve parfois $P=mgz$ et $W=-mgz^2$.
- Homogénéité mathématique : un vecteur ne peut être égal à un scalaire, cela est pourtant le cas dans bien des copies pour les parties mécaniques et isolation thermique. Dans un domaine connexe, trop de candidats rencontrent des difficultés pour projeter un vecteur sur des axes (dans un plan !).
- Homogénéité d'ordre de grandeur : les notations usuelles « Δ », « δ » et « d » sont souvent mal comprises et on lit des égalités entre des grandeurs finies et des grandeurs infinitésimales ($\Delta E_c = \delta W$ pour le théorème de l'énergie cinétique).

On constate un manque de recul de la part des candidats devant certaines valeurs numériques :

- Il est peu probable que la vitesse d'ascension du sac de sable mû par la grue dépasse allégrement la centaine de mètres par seconde.
- Dans la pompe à chaleur, trouver des températures du fluide allant de $2,7 \times 10^{-5} K$ à $94 \times 10^3 K$ (pas dans la même copie heureusement), devrait susciter des réactions.
- Que dire de l'épaisseur d'une couche de peinture de 90 m, en particulier lorsqu'elle est appliquée sur les murs d'une pièce dont la plus grande dimension est 6 m ????

Les applications numériques effectuées à partir d'une expression algébrique juste sont quelquefois entachées d'erreur, montrant un manque d'entraînement à l'usage de la calculatrice de certains candidats.

Remarques de détails

Partie A

1. Les premières questions sont le plus souvent traitées correctement, même si concernant le travail du poids, un nombre non négligeable de candidats se contentent de calculer le poids. Un nombre important de candidats confond poids et travail du poids. Le signe négatif du travail est

rarement bien interprété : il y a souvent confusion entre la signification du signe du travail d'une force (résistant lorsqu'il est négatif et moteur quand il est positif) avec celui du travail algébriquement reçu par un système thermodynamique (récepteur lorsqu'il est positif et moteur quand il est négatif). $W = -mgdz$ a trop souvent été lu. On préfère J à $\text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}$.

2. Beaucoup de candidats confondent définition et théorème en ce qui concerne l'énergie cinétique. Une bonne application du théorème de l'énergie cinétique devait permettre de détecter un problème avec un signe erroné du travail trouvé dans la question précédente : les candidats préfèrent alors opérer un tour de passe-passe avec le signe plutôt que de remettre en cause leur résultat précédent et de le corriger.
3. Réponse généralement correcte lorsqu'elle est traitée.

Partie B

4. La méconnaissance des coordonnées cylindro-polaires est la cause de nombreuses erreurs : contrairement aux coordonnées cartésiennes, les coordonnées du point ne sont pas les mêmes que celles de son vecteur position. L'angle θ apparaît parfois dans l'expression du vecteur position ; ce qui fausse alors les expressions de la vitesse et de l'accélération.
5. Le schéma est généralement juste ; on voit quelquefois la base locale polaire représentée au point O (seul point du plan où elle n'est pas définie) plutôt qu'en M ; cela est sans conséquence que ce soit sur la démarche ultérieure ou sur la notation.
6. Confusion relativement fréquente entre la tension d'un fil et la force de rappel d'un ressort. Les problèmes de projection limitent le nombre de bonnes réponses à cette question pourtant très classique et sans difficulté.
7. La remarque précédente s'applique aussi.
8. Les candidats ne lisent pas toujours sur la courbe donnée que la dérivée de l'angle est nulle à l'instant initial.
9. La question semble avoir déconcerté la plupart des candidats.

Partie C

10. Les confusions vecteurs/scalaires ont déjà été citées ; l'interprétation du signe est quelquefois confuse ; le terme chaleur, encore employé par certains candidats à la place de transfert thermique, est par ailleurs quelquefois confondu avec température (ce qui justifie qu'il doive être proscrit).

La justification « on va dans le sens des températures décroissantes » ne saurait être acceptée, de même que « $\vec{j}_{th}$ est opposé à $\vec{grad}(T)$ ». La loi de Fourier est toujours donnée même si le vecteur densité de flux est parfois remplacé par le flux, ou bien appelé vecteur densité de température.

Par contre, on peut lui trouver des unités telles $\text{K.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ou K.s^{-2} . Pour certains candidats, le signe moins indique des pertes.

11. Analyse dimensionnelle souvent compliquée (cf. remarques générales) : l'unité de $\vec{j}_{th}$ est mal connue ; on pourrait s'attendre à ce que des candidats qui savent ce qu'est $\text{grad}T$ en trouve l'unité.
12. Beaucoup de confusion concernant la conséquence du fait que le régime soit permanent ; trop peu de candidats justifient très rigoureusement la conservation de Φ . Les problèmes de signe ne sont pas rares. Il était attendu que la relation $\Phi = \frac{\lambda \Delta T}{e}$ soit établie. On rappelle aux candidats que les expressions ne figurant pas explicitement dans le programme officiel doivent être justifiées avec soin.
13. Beaucoup de candidats confondent définition et signification physique en ce qui concerne la résistance thermique. Les problèmes d'unité sont souvent présents.
14. L'expression est très majoritairement connue.
15. Généralement bien traitée.
16. Il est étonnant de voir des candidats ignorer, à ce stade de leurs études, les deux modèles physiques de la lumière. Sont cités : le flux de protons, la dilatation-compression, la poussière

lumineuse. L'existence d'une longueur d'onde maximale est souvent attribuée à tort à la description ondulatoire ; dans le cas contraire, la justification est souvent absente.

17. L'unité donnée de la constante de Planck aurait pu permettre aux candidats ayant interverti c et λ dans l'expression de la loi de Planck de corriger leur erreur. Certains candidats expriment la conservation de la charge sans en donner l'expression, et cette dernière est parfois exprimée en Coulomb.

Partie D

18. On lit plus souvent une propriété liée à la notion de pression de vapeur saturante que sa définition. De nombreuses imprécisions conduisent à une définition fautive comme « molécule ou espèce chimique à l'état gazeux »
19. Les expressions de la loi de Laplace sont généralement connues, ses conditions d'application un peu moins. Il n'est pas inutile de rappeler qu'elle ne s'applique qu'au seul gaz parfait (parfois c'est pour un fluide incompressible). On mentionne seulement le caractère adiabatique, ou bien un système adiabatique irréversible. Si une adiabatique réversible est bien une isentropique, cela n'a rien à voir avec une isenthalpique. Comme souvent, certains font le calcul en employant les degrés Celsius, ce qui mène à des résultats aberrants.
20. Confusion fréquente entre courbes d'ébullition et de rosée, ce qui tendrait à prouver que les candidats concernés n'ont pas compris le sens de ces mots. Lié sans doute à la mauvaise compréhension de la notion de pression de vapeur saturante, beaucoup de candidats ne pensent pas que les points A et D , étant sur une même isobare de l'équilibre liquide-vapeur, sont à la même température. Ils s'intéressent alors au caractère isenthalpique de la transformation CD pour trouver la température de D . Selon les cas, ils la déduisent de la loi de Laplace (cf. confusion signalée plus haut entre isentropique et isenthalpique), ou appliquent un calcul qui serait adapté au gaz parfait mais pas au mélange diphasé. On rappelle que $\Delta h = c_p \Delta T$ ne s'applique pas pour un changement d'état.
21. En général bien traité, quelques confusions puissance/énergie exceptées.
22. Quelques candidats ne pensent pas à utiliser les données numériques fournies et se lancent dans des calculs adaptés au gaz parfait mais pas au mélange diphasé.
23. Peu de candidats font lien entre la puissance thermique de chauffage donnée et la transformation BC , ne pouvant conclure.
24. Rarement traitée, pour les mêmes raisons que la précédente.
25. La pompe à chaleur est une machine ditherme courante mais reste un mystère pour trop de candidats qui n'attribuent pas les signes corrects aux grandeurs énergétiques.
26. Au fait que la notion d'efficacité soit mal assimilée (même si des relations « intérêt » / « coût » sont très majoritairement invoquées), se rajoutent les problèmes de signe de la question précédente ainsi que la difficulté à associer les transferts énergétiques avec les transformations décrites en en-tête de cette partie.
27. C'est une question de cours : encore faut-il l'avoir appris !
28. Beaucoup de candidats ont retenu qu'une efficacité devait être strictement inférieure à un (confusion avec le rendement d'un moteur) alors que c'est justement l'inverse pour une pompe à chaleur, et trafiquent leurs résultats pour que ce soit le cas.
- On rappelle que dans le calcul de $\frac{T_c}{T_c - T_f}$, T_c au numérateur doit se mettre en K .

Partie E

29. La relation de Bernoulli est le plus souvent connue, même s'il arrive que r soit remplacée par m , ou P par S , ou bien qu'on oublie le carré sur la vitesse ; de même, ce carré disparaît parfois quand il s'agit d'exprimer une énergie cinétique. $\Delta \left(P + \rho g z + \frac{1}{2} \rho v^2 \right) = cte$ a trop souvent été lu.
30. Généralement correcte.
31. La raison qui interdit l'application de la relation de Bernoulli de part et d'autre de l'éolienne est floue (écoulement non stationnaire, point d'arrêt...?).
32. En partie traitée.

33. Trop de candidats ignorent la relation entre force et puissance ; les confusions entre pression et puissance (« La puissance est une force surfacique », sic), toutes deux représentées par la lettre P , ne sont pas rares.
34. Réponses rares.
35. Généralement correcte lorsqu'elle est traitée.
36. Généralement correcte lorsqu'elle est traitée.
37. Peu traitée.
38. L'expression du rendement étant donnée, il est étonnant que trop peu de candidats l'aient exploitée pour répondre à cette question.

Partie F

39. Généralement correcte, même si l'on déplore des schémas non précis dans les distances et/ou les angles. On parle souvent de réflexion mais on oublie qu'il s'agit d'une réflexion totale ; on parle parfois de réfraction totale ou de diffraction pour le rayon réfracté.
40. Le fait que les rayons soient situés dans un même plan est souvent oublié ou formulé d'une façon inadaptée.
41. Lorsque la question est traitée, sa rédaction est souvent critiquable ; il est à noter qu'aucun angle (incident ou réfracté) ne peut, en valeur absolue, dépasser 90° , contrairement aux affirmations lues dans certaines copies. Quasiment tous les candidats se sont adaptés malgré la faute de frappe du sujet. Certains affirment qu'une réflexion totale a lieu si $n_1 \gg n_2$, on n'en demande pas tant !
42. Des confusions entre i et θ ; la géométrie ainsi que la trigonométrie de base sont souvent mises à mal. Il est attendu une expression littérale la plus simplifiée possible, il est recommandé d'éviter des expressions de type $\sin\left(\frac{\pi}{2} - \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right)\right)$. La différence entre l'angle i et l'angle θ est rarement faite ; ce qui fausse les valeurs de $i_{\max}$ et de O.N.
43. Peu traitée. Même remarque que 42. Les candidats ne pensent pas assez souvent à l'utilisation des formules trigonométriques usuelles, par exemple $\sin^2 + \cos^2 = 1$
44. Peu traitée.
45. Peu traitée.

Partie G

46. Hormis des problèmes d'applications numériques et le fait que des candidats peignent sol et plafond (l'énoncé précisait : « les murs »), bien traitée lorsqu'elle l'est. Le nombre de pots de peinture est le plus souvent correct. On peut quand même trouver 400 pots ou même 80000 pots (pour remplir le volume de la pièce !). Un candidat a quant à lui estimé sans aucun calcul qu'il fallait environ 33 pots....
47. Curieusement peu traitée à la suite de la précédente ; des résultats aberrants ne surprennent pas leurs auteurs (90 m d'épaisseur déjà cité plus haut).
48. Habituels problèmes concernant les unités, déjà cités.
49. Peu de réponses : même si l'énoncé citait le terme d'écoulement de Couette, aucune connaissance à ce sujet n'était requise : il suffisait de savoir ce qu'est un gradient. Un nombre non négligeable de candidats ont répondu correctement à cette question en utilisant la notion de gradient mentionnée dans l'énoncé.
50. Définition et conséquences généralement connues. L'expression du nombre de Reynolds est le plus souvent donnée, mais sa valeur numérique rarement correcte.
51. Peu de réponses, rarement satisfaisantes, excepté ce qui concerne l'intérêt de l'augmentation de la viscosité lors du séchage qui relevait du bon sens élémentaire.
52. Généralement juste mais rarement traitée (fin d'énoncé et manque de temps ?).
53. Rarement traitée.
54. Rarement traitée

ÉPREUVE ÉCRITE DE CHIMIE

L'épreuve de chimie du concours G2E comporte cinq parties indépendantes, autour de la méthanisation, et traite des grandes thématiques suivantes : chimie des solutions aqueuses, thermochimie, cinétique chimique, chimie organique et dosage par étalonnage.

Remarques générales

Toutes les questions du sujet ont été abordées et correctement traitées par au moins un candidat. On observe que de nombreux candidats ont pu répondre à toutes les questions dans le temps imparti, ce qui a permis de différencier les candidats sur le fond de leur production plutôt que sur la quantité produite.

Les copies ayant obtenu une note au-dessus de la moyenne de l'épreuve sont celles où le candidat a attesté de connaissances solides sur les différentes parties du programme, et une bonne maîtrise des capacités exigibles du programme.

Certains candidats présentent sur la copie des raisonnements très elliptiques. Cela ne porte pas à préjudice quand ces derniers obtiennent le bon résultat. En revanche, cela les dessert fortement quand ils aboutissent à un résultat erroné car les correcteurs ne peuvent pas valoriser les étapes intermédiaires. On recommande donc aux candidats de faire apparaître les étapes intermédiaires de leurs raisonnements.

On observe des difficultés en chimie des solutions souvent dues à des problèmes dans l'analyse des systèmes chimiques proposés. Les modèles utilisés pour répondre aux questions ne sont ainsi pas toujours adaptés au problème effectivement posé.

En thermochimie, l'évolution des systèmes chimiques et leur état d'équilibre ont été dans l'ensemble plutôt bien traités. En revanche, très peu de candidats sont parvenus à utiliser le premier principe de la thermodynamique pour étudier les transferts thermiques lors d'une réaction de combustion. On identifie une triple difficulté : la modélisation thermodynamique du système et de sa transformation, l'énoncé clair des hypothèses, des confusions entre les grandeurs thermodynamiques.

Enfin la partie cinétique, plus calculatoire a mis en difficulté de nombreux candidats.

Remarques sur les différentes questions du sujet

Partie 1 : Étude des réactions en solution aqueuse dans le méthaniseur

Q1. Question bien traitée.

Q2. La définition de la solution tampon est donnée correctement ainsi que son rôle.

Q3. De nombreux candidats ont eu des difficultés à calculer le pH dans le méthaniseur. L'origine des difficultés est souvent une mauvaise analyse du système chimique proposé, ce qui a conduit les candidats à se lancer dans des calculs inutiles.

Q4. Très peu de candidats sont parvenus à traiter correctement cette question. On observe des difficultés dans l'analyse du système chimique et des raisonnements très approximatifs quant à la comparaison de K_S avec le quotient de réaction.

Partie 2 : Étude thermodynamique de la méthanisation

Cette partie a été globalement bien traitée par les candidats. On retrouve toutefois quelques erreurs classiques en thermochimie :

- Confusion entre $\Delta_r S^\circ$ et S° ,
- Erreur de signe dans la définition de $\Delta_r G^\circ$

Q7. On note un nombre conséquent d'erreurs sur l'expression de $\Delta_r G_i$ en fonction du quotient de réaction. L'association de $\Delta_r G = 0$ à la situation d'équilibre n'a été que peu réalisée. On note

globalement une fragilité dans la capacité à manier l'enthalpie libre de réaction pour traiter les questions de l'évolution des systèmes chimiques et leur équilibre.

Q9. On relève de nombreuses confusions entre les notions de « polluant », « toxique » et de gaz à effet de serre.

Partie 3 : Valorisation du méthane par combustion

Q10. Des confusions fréquentes entre DH , D_rH et D_rH° ont été observées.

De nombreux candidats développent des stratégies d'évitement à une modélisation thermodynamique du système. Ils raisonnent par comparaison ou en appliquant des règles de trois mais ne s'engagent que rarement dans une modélisation adiabatique de la transformation décomposée en deux étapes : la transformation chimique isotherme, puis l'élévation de température des produits de la réaction. Enfin l'énoncé des hypothèses qui sous-tendent le modèle souvent est absent ou très elliptique.

Partie 4 : Étude de la cinétique bactérienne lors de la méthanisation

Q11 et Q12. On observe une difficulté pour obtenir la loi de vitesse à partir du mécanisme réactionnel car la définition de la vitesse de disparition d'un réactif ou l'application de l'AEQS a posé problème. Ainsi, dans la définition de la vitesse de disparition, de nombreuses erreurs de signe ont été relevées.

Pour l'AEQS, certains candidats essayent d'exploiter $[ES] = 0$ au lieu de travailler avec $\frac{d[ES]}{dt} = 0$, ce qui conduit à une impasse.

Q15 et Q16. L'exploitation des résultats expérimentaux et de la régression linéaire proposée a été globalement bien menée.

Partie 5 : Étude de la synthèse d'hydroxylamides

Q18. Le problème classique de la réaction acide-base parasite entre un acide carboxylique et une amine est peu évoqué. La stratégie qui consiste à passer par un chlorure d'acyle est ainsi souvent mal justifiée.

Q19. Le mécanisme est connu mais on constate un manque de rigueur dans les écritures avec des doublets non liants présents de manière aléatoire ou des confusions entre charges et doublets non liants.

Q20. Cette question sur l'estérification a été bien traitée dans l'ensemble.

Q21. La notion d'acido-basicité en chimie organique a posé problème à de nombreux candidats. Le choix de la base est souvent un « non choix », les candidats se contentant d'évoquer HO^- . Cela témoigne d'un manque général de connaissances sur les ordres de grandeur des pK_A en chimie organique.

Q25. Si la synthèse de Williamson a été globalement bien identifiée, on relève toutefois un nombre important de réponses proposant de conduire cette réaction en milieu acide, montrant ainsi que la stratégie de synthèse consistant à activer la nucléophilie du groupe hydroxyle n'est pas comprise.

Q26. Cette question sur le calcul du rendement a été très peu abordée.

Partie 6 : Titrage des AGV par la méthode de Montgomery

Q28. De nombreux candidats identifient que la transformation est quantitative mais n'en tirent aucune conséquence dans le calcul et se retrouvent à résoudre des équations du quatrième degré. L'établissement d'un tableau d'avancement n'est pas toujours un réflexe ce qui a conduit certains candidats dans une impasse. Enfin, la prise en compte des dilutions réalisées dans le protocole a été souvent une source de difficulté importante.

Q29. On observe de nombreuses confusions entre la loi de Beer-Lambert et la loi de Biot.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	1	0,06	1	0,06
1 à 1,99	7	0,44	8	0,50
2 à 2,99	18	1,13	26	1,63
3 à 3,99	25	1,57	51	3,20
4 à 4,99	52	3,26	103	6,45
5 à 5,99	82	5,14	185	11,59
6 à 6,99	96	6,02	281	17,61
7 à 7,99	152	9,52	433	27,13
8 à 8,99	158	9,90	591	37,03
9 à 9,99	133	8,33	724	45,36
10 à 10,99	200	12,53	924	57,89
11 à 11,99	151	9,46	1075	67,36
12 à 12,99	145	9,09	1220	76,44
13 à 13,99	129	8,08	1349	84,52
14 à 14,99	95	5,95	1444	90,48
15 à 15,99	62	3,88	1506	94,36
16 à 16,99	50	3,13	1556	97,49
17 à 17,99	26	1,63	1582	99,12
18 à 18,99	11	0,69	1593	99,81
19 à 19,99	2	0,13	1595	99,94
20	1	0,06	1596	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1596

Minimum : 0,84

Maximum : 20

Moyenne : 10,32

Ecart type : 3,49

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	0,13	2	0,13
3 à 3,99	7	0,44	9	0,56
4 à 4,99	25	1,57	34	2,13
5 à 5,99	53	3,32	87	5,45
6 à 6,99	89	5,58	176	11,03
7 à 7,99	170	10,65	346	21,68
8 à 8,99	191	11,97	537	33,65
9 à 9,99	227	14,22	764	47,87
10 à 10,99	252	15,79	1016	63,66
11 à 11,99	171	10,71	1187	74,37
12 à 12,99	141	8,83	1328	83,21
13 à 13,99	122	7,64	1450	90,85
14 à 14,99	72	4,51	1522	95,36
15 à 15,99	41	2,57	1563	97,93
16 à 16,99	21	1,32	1584	99,25
17 à 17,99	10	0,63	1594	99,87
18 à 18,99	2	0,13	1596	100,00
19 à 19,99		0,00	1596	100,00
20		0,00	1596	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1596

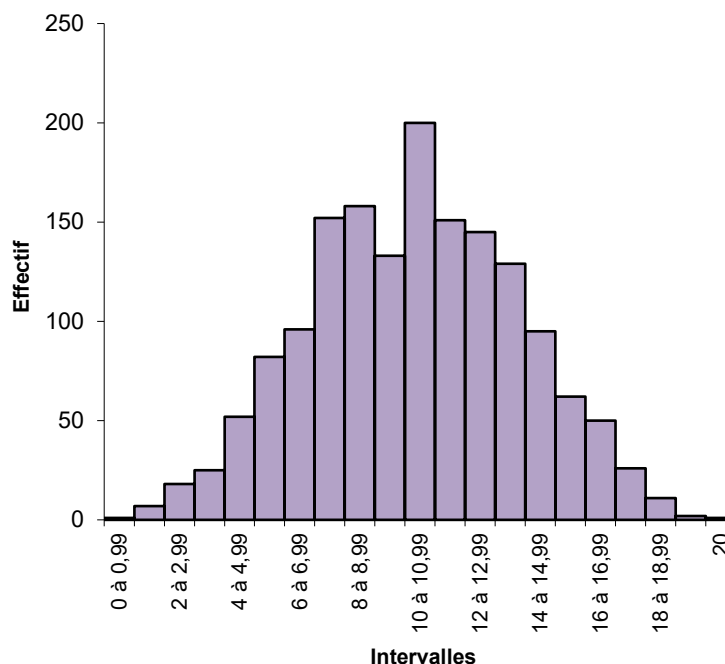
Minimum : 2,94

Maximum : 18,45

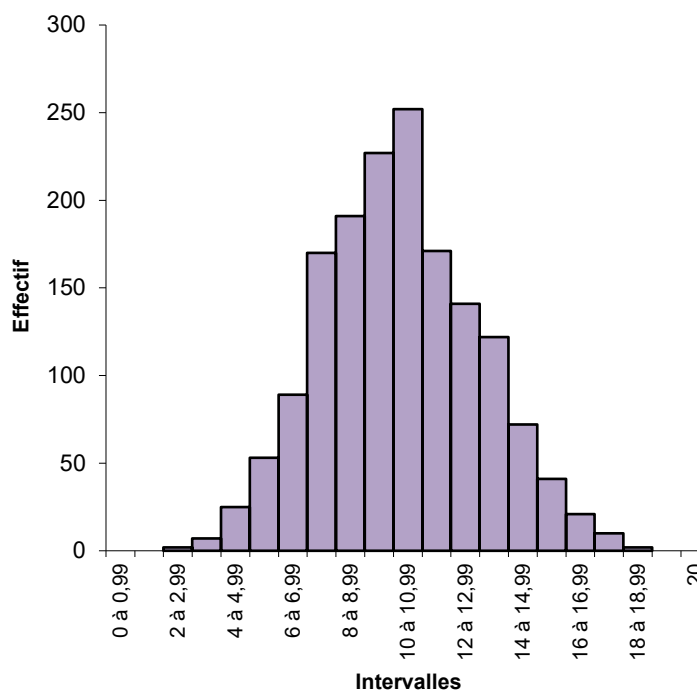
Moyenne : 10,22

Ecart type : 2,71

CHIMIE ÉCRIT



BIOLOGIE ÉCRIT



ÉPREUVE ÉCRITE DE BIOLOGIE

Remarques générales

L'objectif de l'épreuve écrite de Biologie est 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. Le sujet était organisé en deux sous-sujets indépendants (Biologie 1 et 2), chaque sous-sujet étant découpé en parties. Une bonne partie des candidats a bien compris l'intérêt de consacrer un temps équivalent aux deux parties et a abordé les deux sous-sujets. Certains ont su répartir leur effort équitablement sur les deux, traitant l'ensemble des questions (15% des candidats ont traité l'intégralité du sujet). Toutefois, nous avons pu constater qu'une partie des candidats (autour de 30%) a moins abordé la seconde moitié de la première partie pour passer sur la seconde partie. Le jury conseille aux candidats de bien faire attention à gérer leur temps.

Beaucoup de copies se situent ainsi 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. Toutefois, certains candidats doivent être particulièrement vigilants avec l'orthographe et la grammaire : les règles basiques d'accord des verbes et des adjectifs doivent être *a minima* maîtrisées, certaines écritures sont illisibles avec des paragraphes non aérés.

Si l'usage excessif du correcteur blanc est interdit (incompatible avec les outils de numérisation des copies), le fait de barrer fréquemment des mots dans les réponses affecte la fluidité de lecture de la copie, nous vous conseillons de prendre un court temps de réflexion avant de rédiger vos réponses. En revanche, cette dernière est grandement facilitée lorsque les idées importantes de l'argumentaire sont soulignées.

Quand un schéma bilan ou un organigramme est explicitement demandé par l'énoncé, le correcteur attend cela et rien d'autre. Bien que cela ait été signalé dans les rapports de jury précédents, des copies comportent des schémas difficilement compréhensibles, voire tout à fait illisibles. Les candidats ne doivent pas hésiter à utiliser une demi-page, voire une page complète, pour réaliser ceux-ci, notamment lorsqu'ils sont explicitement exigés dans le sujet. Tout dessin doit être soigné, titré et légendé à l'aide de traits tracés à la règle ; il peut être judicieux d'apprendre à schématiser rapidement. Le jury rappelle que l'utilisation judicieuse et raisonnée de couleurs et symboles rend la copie plus attrayante et participe efficacement à la compréhension du schéma par le correcteur. Comme l'an dernier, la concision et la précision sont de mise. Les graphiques sont trop souvent analysés sans être chiffrés et quantifier ne se résume pas à extraire simplement les valeurs. Les contrôles ont un intérêt : celui de pouvoir conclure sur les résultats obtenus. Les négliger est une faille dans le raisonnement. Plusieurs candidats ne savent pas analyser correctement une expérience, manquant parfois d'esprit critique.

Le jury recommande également au candidat de se relire avant de rendre sa copie.

BIOLOGIE 1

Cette partie du sujet traitait des Diatomées sous différents aspects : métabolisme, évolution... Les trois parties de Biologie 1 pouvaient être traitées de façon indépendante.

Partie 1

1.1. Observation microscopique de Diatomées

1.a. Nous avons trois observations microscopiques de Diatomées, montrant des structures en relief, les détails bien visibles, en trois dimensions, en bicolore (noir et blanc). Ces images sont caractéristiques de ce qui peut être obtenu en microscopie électronique à balayage.

De nombreux candidats confondent la microscopie électronique à balayage et à transmission.

1.b. Le sujet demandait l'ordre de grandeur du grossissement. La barre d'échelle valant $10\mu\text{m}$ mesurait environ 1cm (1.4 cm sur le sujet imprimé). Ainsi $10 \times 10^{-6}\text{ m} = 10^{-5}\text{ m}$ valent 10^{-2} m soit un grossissement $10^{-2}/10^{-5} = 10^3$.

Il est à noter qu'un grossissement de 10^{-3} diminue la taille de l'objet observé.

Une partie des candidats donne le bon calcul mais un résultat faux. Nous déplorons également une méconnaissance des puissances de 10 et une confusion de μm , nm, mm, cm.

1.2. Biogenèse du squelette siliceux

2.a. Un promoteur est une séquence d'ADN située en amont d'un gène, dont la séquence consensus (en nucléotides) est reconnue par des facteurs de transcription et permet l'arrimage de l'ARN polymérase. Cela permet d'initier la transcription du gène.

Hormis la confusion entre ADN et ARN polymérase, entre transcription et réplication, voire traduction, les candidats ont bien répondu à cette question.

Pour les questions suivantes, nous nous intéressons au document 2 qui comprend un Northern Blot et des images de microscopie confocale, obtenus sur des diatomées génétiquement transformées avec une construction génétique donnée dans le document, à savoir les régions promotrice et terminatrice du gène codant la nitrate réductase encadrant le gène codant le GFP, une protéine fluorescente.

2.b. Le gène fcp s'exprime de façon identique quelles que soient les conditions de culture des diatomées. C'est un témoin montrant que l'expérience a fonctionné : la transcription d'un gène non spécifique n'est pas impactée, la RT-PCR ayant permis de recueillir les ARN a fonctionné, de même que le Northern Blot. Les différences observées sur d'autres gènes pourront être considérées comme étant spécifiques. De surcroît, fcp sert de témoin de charge permettant de quantifier de façon relative l'intensité des autres bandes.

2.c. Commentons d'abord le Northern Blot. Quelles que soient les conditions de culture des diatomées (avec NO_3^- , NH_4^+ , sans azote), on voit une bande de même intensité : fcp est donc bien exprimé de la même façon quel que soit le milieu de culture.

On ne voit une bande pour fNR qu'en condition de culture avec NO_3^- , il n'y en a pas avec NH_4^+ et sans azote. Le gène codant la nitrate réductase ne s'exprime qu'en présence de nitrates. Soit la présence de nitrates active la transcription du gène, soit l'absence de nitrates l'inhibe. Comme le gène de la GFP est placé sous le contrôle du même promoteur que fNR, il n'est également exprimé qu'en présence de nitrates. La présence de la protéine GFP sur les images de microscopie confocale renforce l'hypothèse selon laquelle seul le milieu nitraté est propice à l'expression de la nitrate réductase. L'auto-fluorescence de la chlorophylle permettait de confirmer la viabilité des diatomées observées. Nous n'attendions pas de constatation quant à l'intensité de cette auto-fluorescence.

Les candidats ont dans l'ensemble bien répondu à cette question mais une partie n'a pas commenté les images de microscopie.

2.d. On crée ainsi une Diatomée dans laquelle il est possible d'induire la production d'une protéine donnée en induisant la transcription de son gène par la présence de nitrates (puisque c'est sous le contrôle du promoteur du gène fNR). On peut suivre le devenir d'une protéine donnée, l'activation de sa synthèse, la localisation de son expression.

3. Une nouvelle construction a été introduite dans une autre lignée de Diatomées. Le gène codant la silaffine est fusionné à la séquence de la GFP, placé à nouveau entre le promoteur et le terminateur du gène codant la nitrate réductase. On induit l'expression de la silaffine en plaçant les Diatomées dans du nitrate. Les images de microscopie confocale (vues en surface et par la tranche) montrent de l'auto-fluorescence de la chlorophylle au centre de la diatomée et la GFP en surface, au niveau des frustules (test siliceux). On peut donc poser l'hypothèse que la silaffine est impliquée dans la biosynthèse ou la structure du test siliceux.

NB1 : l'expression endogène de la silaffine n'est pas modifiée, on ne sait pas si une surexpression ne modifie pas le phénotype.

NB2 : l'expression de la silaffine-GFP est placée sous le contrôle du promoteur du gène codant la nitrate réductase, c'est une construction artificielle. Ainsi, aucune conclusion mêlant le métabolisme de l'azote avec la construction des frustules siliceuses était attendue.

NB3 : la conclusion attendue était donnée dans l'énoncé en première phrase de la partie 1.2. C'était un cadeau. Mais c'est surtout la façon d'argumenter des candidats qui était évaluée ici.

Partie 2

La question 4 n'a été abordée que par 54% des candidats.

4.a. Cette question demandait de commenter la construction génétique utilisée pour transformer génétiquement les diatomées : le promoteur étant constitutivement exprimé, cela implique que la construction génétique introduite sera tout le temps exprimée, quel que soit le stimulus perçu par la cellule.

La séquence antisens code un ARN antisens. Cet oligonucléotide se fixe par complémentarité des bases à l'ARNm de FBP1 ou FRE2 et empêche sa traduction. On éteint ainsi de façon constitutive l'expression de FBP1.

4.b. Le gène de résistance à l'antibiotique zéocine permet de trier les Diatomées transgéniques car seules les Diatomées transgéniques seront résistantes à la zéocine et les Diatomées n'ayant pas intégré le transgène seront éliminées par addition de cet antibiotique.

Toute hypothèse sur le système immunitaire des Diatomées, ou sur les traitements antibiotiques pour soigner les maladies des Diatomées était bien évidemment fausse, on ne traite pas ici ces organismes unicellulaires, il s'agit de biotechnologie en sélectionnant des organismes génétiquement modifiés.

5. On étudie ici la croissance de populations de Diatomées sauvages et transgéniques (n'exprimant pas FBP1 ou FRE2) dans deux milieux : avec ou sans DFOB (un sidérophore). On étudie donc l'influence du fer dans le milieu de culture.

5.a. L'énoncé demandait de commenter uniquement la courbe des diatomées sauvages dans le milieu de culture B. Il était donc inutile de décrire aussi les Diatomées mutées ou les Diatomées dans le milieu sans DFOB.

La courbe présente deux parties :

1^{re} phase = phase exponentielle, la croissance des Diatomées n'est pas limitée par le milieu.

2^{de} phase (après 6 jours) = phase stationnaire, correspondant à la capacité limite du milieu.

5b. Cette fois ci, il s'agit de comparer les courbes de Diatomées sauvages dans les deux milieux de culture : les Diatomées en milieu riche en fer inorganique Fe^{3+} sont toujours en phase exponentielle après 6 jours de culture, contrairement aux Diatomées en présence de fer organique (lié au DFOB).

On en déduit que le fer organique est moins accessible aux Diatomées que le fer inorganique.

5c. Afin de répondre à cette question, il était attendu de comparer les courbes des mutants par rapport au sauvage dans chaque milieu donné, puis entre chaque milieu.

Les Diatomées sauvages prolifèrent beaucoup plus en présence de fer organique (donc en milieu avec DFOB) que les Diatomées mutées (qui ne se multiplient presque pas). En revanche, en présence de fer inorganique en abondance, les Diatomées sauvages et mutées présentent les mêmes dynamiques de croissance. On peut supposer que les gènes FBP et FRE interviennent surtout dans l'approvisionnement en fer organique, lié au DFOB.

6. Les expériences précédentes sont réalisées en présence d'un inhibiteur de l'endocytose. Dans un milieu A sans DFOB, où le fer est inorganique (Fe^{3+}), l'importation de fer est considérablement réduite en présence de l'inhibiteur d'endocytose, que ce soit pour les Diatomées sauvages et mutées. Ainsi, l'import de Fe^{3+} met en jeu un mécanisme d'endocytose mais celui-ci ne dépend pas de FBP1.

Dans un milieu B avec DFOB, les Diatomées mutées ne parviennent pas à prélever du fer.

Les Diatomées sauvages peuvent prélever du fer mais seulement si l'endocytose n'est pas inhibée. Par conséquent, FBP1 permet l'importation de fer lié au DFOB, mettant en jeu un mécanisme d'endocytose.

7. Les diatomées sont observées désormais en microscopie à fluorescence : en rouge l'autofluorescence de la chlorophylle qui permet de localiser le chloroplaste, en vert (dû à la GFP) le DFOB. En bleu le noyau, c'est un contrôle, il n'y a aucune présence de DFOB dans cet organe, contrairement à ce qui a été trouvé dans quelques copies.

On observe que la fluorescence verte, traduisant la présence de DFOB, se retrouve surtout à proximité du chloroplaste (accepté aussi : dans le chloroplaste).

On peut en conclure que le chloroplaste est approvisionné en fer lié au DFOB.

8. Un dernier paramètre est considéré : on rajoute un inhibiteur de synthèse de la chlorophylle aux conditions précédentes.

8a. L'objectif est de vérifier si le fer lié au DFOB est bien acheminé au chloroplaste. Si c'est le cas, on s'attend à ce que le DFOB lié aux inhibiteurs véhicule avec lui ces inhibiteurs et facilite leur entrée dans le chloroplaste (approche type « cheval de Troie ») chez les Diatomées WT, mais pas chez les Δ FBP1. On observe que lorsque les Diatomées sauvages sont mises en présence de DFOB-AF ou DPE, la présence de chlorophylle et la croissance de la population diminuent bien plus que lorsque DPE ou AF sont simplement présentes dans le milieu. Les Diatomées Δ FBP1 supportent bien mieux le DFOB-AF ou DFOB-DPE que les Diatomées sauvages : elles ont davantage de chlorophylle et la population continue à croître.

Cela confirme l'hypothèse selon laquelle le fer lié au DFOB serait acheminé au chloroplaste, et que FBP1 jouerait un rôle clé dans l'import de DFOB.

8b. Un schéma était attendu, avec les points suivants :

- endocytose pour le fer inorganique et aussi, par une autre voie, pour le fer lié au DFOB ;
- intervention clé de FBP1 dans l'endocytose de fer lié au DFOB ;
- acheminement ultérieur du fer-DFOB au chloroplaste.

Partie 3 : Les interactions interspécifiques chez les Diatomées

3.1 Diatomées et vers plats *Baicalellia*

9. Cette question est une question de cours. Le pyrénioïde est un cristal protéique contenant de l'anhydrase carbonique en grande quantité, qui permet de concentrer le CO_2 à proximité de la Rubisco et donc de faciliter le cycle de Calvin. Le pyrénioïde est présent chez les Euglénophytes et chez certaines algues rouges, vertes ou brunes.

10. On observe en document 9A que la photosynthèse n'est pas différente chez les kleptoplastes du ver après une semaine de jeûne, par comparaison avec la culture témoin. La fonction photosynthétique est donc maintenue.

En document 9B, on observe que les vers survivent bien à 2 semaines de jeûne mais qu'ils éliminent leurs kleptoplastes dès une semaine en présence de l'inhibiteur de synthèse de chlorophylle, cette élimination est d'autant plus importante que la dose d'inhibiteur est forte. On peut faire l'hypothèse qu'en période de jeûne, le ver consomme et digère ses kleptoplastes, ce qui lui permet de survivre.

Le document ne présente pas de barre d'erreurs ni aucun traitement statistique permettant de visualiser la dispersion des résultats ou le caractère significatif ou non des différences observées. Peu de candidats l'ont soulevé or ce genre de remarque était la bienvenue (c'était ainsi dans la publication d'origine).

3.2 Diatomées, bactéries et résistance au froid

11. On observe en document 11 que les cristaux de glace sont bien plus petits en présence d'IBP puisque les deux observations B et C ont la même échelle. Cette protéine doit faciliter la nucléation de la glace et produire de nombreux petits cristaux plutôt qu'un seul gros. Les petits cristaux sont moins susceptibles de léser les structures cellulaires.

Le jury a pu lire plusieurs conclusions fantaisistes. Il ne faut jamais oublier de garder un esprit critique. Cette partie de sujet se terminait par une étude phylogénétique. Elle a été traitée de façon inégale par les candidats : si certains ont vu l'opportunité de gagner des points avec des questions de cours, près de 60% des candidats n'ont pas traité ces questions.

12a. On réalise souvent des phylogénies à partir de la séquence codant l'ARNr 18S car ce gène est commun à tous les organismes et que, jouant un rôle central dans le fonctionnement du ribosome, il est soumis à la même pression de sélection chez tous les organismes. Comme cette pression de sélection est très grande, le gène est très conservé même chez des espèces éloignées.

12b. Un extra-groupe est un taxon (une espèce acceptée) possédant les caractères à l'état primitif (= ancestral, plésiomorphe) et choisi comme référence pour polariser les caractères d'un autre groupe de taxons (d'espèces).

Cela permet de définir la racine de l'arbre. On note que l'extra-groupe n'est pas obligatoire : s'il est absent, l'arbre ne sera pas raciné.

13. Dans le document 12, on observe que les phylogénies de l'ARNr18S et de la séquence IBP ne concordent pas. Comme l'ARNr18S est forcément hérité d'un ancêtre commun et qu'il s'agit d'une séquence très fiable pour les phylogénies, cela laisse penser que la séquence IBP n'est pas héritée d'un ancêtre commun. Cela est confirmé par la phylogénie du document 13, basée sur IBP, dans laquelle les Diatomées sont « mélangées » avec plusieurs espèces de bactéries. On peut faire l'hypothèse que la séquence IBP a été acquise plusieurs fois chez les Diatomées, par transferts horizontaux de gènes à partir de bactéries.

13b. Un intron est une portion non codante d'un gène. Un gène eucaryote est souvent constitué d'une succession d'exons et d'introns. À la suite de la transcription, l'ARNm de ce gène est épissé : les introns sont excisés et les exons sont épissés, c'est-à-dire recollés entre eux.

Nous avons pu noter de nombreuses confusions entre intron et exon chez les candidats.

13c. Les gènes bactériens sont dépourvus d'introns à la différence des gènes eucaryotes. Le fait que le gène IBP n'ait pas d'introns est donc un signal fort en faveur d'une origine bactérienne de ce gène. *Notez bien que cette question donnait un indice fort pour résoudre les questions 12 et 13.*

BIOLOGIE 2

La seconde partie de ce sujet portait sur une thématique différente : les récepteurs aux endocannabinoïdes.

Partie 4. Cannabinoïdes et addiction chez les rongeurs

4.1. Effet de l'injection d'un agoniste des récepteurs CB2R chez deux types de rongeurs

14.a. *Une partie des candidats ne comprend pas la notion de contrôle. Nous avons eu des réponses fantaisistes comme injecter de l'eau salée pour susciter la soif chez les rongeurs.*

L'eau salée est le témoin négatif testant l'effet du stress d'une injection.

L'auto-administration de drogue est un test d'addiction.

14b. Il y avait plusieurs façons de traiter ce document : en comparant rats et souris, en comparant chaque condition par rongeur par rapport au contrôle eau salée. *Certains candidats confondent agoniste et antagoniste.*

L'agoniste JHW n'a aucun effet sur les rats puisque le nombre d'auto-injections par heure est identique dans les 3 conditions, le délai entre 2 auto-injections de même, mais chez les souris il allonge le délai entre deux auto-injections d'un facteur 2 (environ) et le nombre total d'injections (de 22 avec eau salée à 8 environ si la dose est de 20 mg/kg uniquement).

On peut donc dire qu'il réduit uniquement l'addiction chez les souris (mais pas chez les rats) à condition d'être suffisamment concentré. Le JHW étant un agoniste du cannabis pour les récepteurs CB2R, cela confirme l'hypothèse uniquement chez les souris.

14c. Le jury acceptait toute réponse vraisemblable, comme : les récepteurs de ces deux espèces peuvent différer, il n'y a pas la même affinité pour le JHW selon les espèces pour le CB2R, le récepteur de rat pourrait ne pas fixer JHW ou encore les rats pourraient ne pas avoir de CB2R.

4.2. Expression du gène CB2R chez les rongeurs

15a. *Si seulement 25% des candidats avaient mal répondu à la question 13b, 35% ont mal répondu à cette question (similaire).* Les « boîtes » sont des exons, les traits figurent les introns (*dans la représentation de l'ARNm, notez que les exons sont aussi représentés de façon conventionnelle sous forme de « boîtes », cela devait aider à répondre à la question*).

15b. Chez la souris, l'ARNm est formé des boîtes 1 et 3 ou 2 et 3. Nous avons ici un épissage alternatif à partir d'un ARNpm contenant la transcription complète du gène, c'est-à-dire des exons et introns. Les exons 1 et 2 sont des exons alternatifs (soit l'un soit l'autre est présent dans l'ARN).

Chez le rat, nous avons le même cas d'épissage alternatif avec l'exon 1 et/ou 2 accolé à l'exon 3 mais nous avons aussi le cas de l'ARN D : l'ARN D ne contient pas simplement la séquence 3, car la séquence en noir a disparu. Dans le cas de D, il y a un épissage au sein de la boîte 3, qui élimine la séquence en noir (qui fonctionne alors comme un intron).

16a. Chez le rat et la souris, les gènes CB2R A et B sont transcrits avec la même efficacité dans le cortex et les testicules. Dans le striatum, les gènes CB2R (A et B) sont plus exprimés chez les souris que chez les rats (on peut estimer x4 environ). Chez les deux, le gène CB2R-B est plus transcrit que le gène CB2R-A dans le striatum (x3.5).

16b. Les rats et les souris ont les mêmes récepteurs A et B. Cela devrait, *a priori*, rendre les rats sensibles à JHW. Cependant, les souris expriment fortement ces récepteurs dans le striatum, contrairement aux rats. JHW peut activer le striatum des souris et réduire la consommation de drogues. L'absence de CB2R dans le striatum chez le rat le rendrait insensible à l'agoniste JHW.

Partie 5 CB2R et la cicatrisation de l'œil

5.1. Localisation des récepteurs aux endocannabinoïdes

17a. Le schéma devait mentionner :

- la présence de protéines : collagène (résistance à la traction), fibronectine OU laminine (adhérence cellulaire) ;
- la présence de glucides : glycosaminoglycanes ou d'associations protéines + glucides : protéoglycanes = charges COO^- qui retiennent l'eau contre la compression.

17b. L'amplification de l'actine permet de montrer que la RT-PCR a fonctionné avec la même efficacité dans tous les tubes (A), et que la même quantité de protéines totales a été déposée dans le gel (B).

17c. Les cellules immunitaires (pistes de gauche) transcrivent les gènes et synthétisent les deux types de récepteurs. Il y a une faible transcription dans les HTF – les fibroblastes- (pistes de droite) mais pas de synthèse protéique de CB1R.

5.2. CB2R et synthèse de matrice extracellulaire

Les fibroblastes étaient soumis dans cette expérience à plusieurs conditions : avec ou sans ajout d'inhibiteur ou d'activateur de CB2R, en présence ou non de TGFβ1.

18a. On ne s'intéresse ici qu'à la piste 2. L'épaisseur du signal obtenu sur le Blot est corrélée à la quantité de protéines. L'ajout de TGFβ1 induit donc une augmentation des protéines CB2R, mais aussi des protéines de la matrice extracellulaire (collagène I et III). L'actine sert de témoin permettant de conclure qu'il ne s'agit pas ici d'un dépôt trop important mais bien d'une induction de synthèse de protéines dans ces conditions.

18b. TGFβ1 induit bien la synthèse de matrice extracellulaire, donc de la cicatrisation. JHW, qui active CB2R, réduit l'effet du TGFβ1 ; alors que l'inhibiteur de CB2R (AM) amplifie l'effet du TGFβ1. Cela confirme que CB2 inhibe la voie de signalisation du TGFβ1.

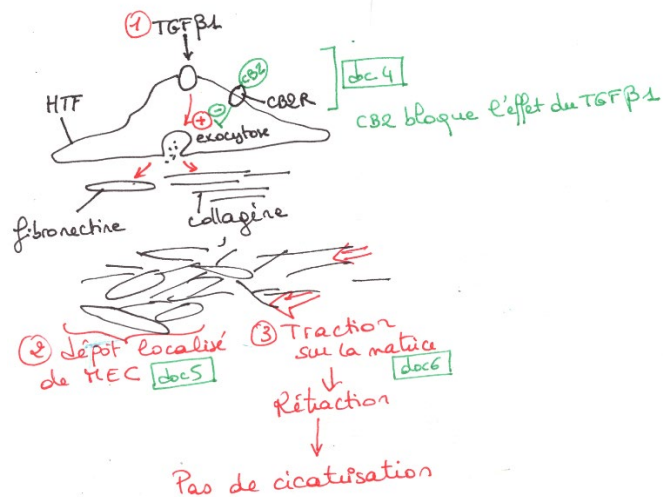
5.3. CB2R et rétraction de la matrice extracellulaire

19a. TGFβ1 induit une augmentation de la rétraction par rapport au témoin (temps 0 du doc A : 1.5 vs 5mm), et cet effet augmente avec le temps (doc B on passe de 1mm à presque 7mm).

NB : le document 19A est le résultat de 3 jours d'incubation avec TGFβ1. C'est cohérent avec le résultat trouvé dans le document 19B au 3ème jour.

19b. JHW active les récepteurs CB2. Plus les récepteurs CB2 sont activés (docA), moins l'effet de TGFβ est fort (de 5 à 3 mm en passant d'une [JHW] = 0 à 2 μmol/L). Dans le document B, l'effet de JHW diminue également l'effet du TGFβ1 et cet effet est plus marqué avec le temps (de façon très approximative, une pente de 1.2 mm/jour contre une pente de 0.5 mm/jour en présence de JHW).

19c. Le genre de schéma attendu était :



Effets contrôlés de TGFβ1 sur la cicatrisation (ou un titre de ce genre) montrant que les fibroblastes possèdent des récepteurs pour TGFβ1 et CB2, que TGFβ1 induit la synthèse de matrice extracellulaire mais cet effet est bloqué par l'activation des récepteurs C2. Le dépôt de MEC induit une rétraction de la MEC, ce qui perturbe la cicatrisation. On a bien la confirmation de l'hypothèse de départ : le cannabis réduit les cas de mauvaise cicatrisation.

Environ 70% des candidats ont tenté de répondre à cette question mais seulement 25% a réalisé un schéma complet comme attendu.

Partie 6 : Identification de ligands de CB2R

20. Ces résultats sont obtenus par une expérience de FRET. La courbe bleue donne la fluorescence totale, la courbe rouge donne la fluorescence intrinsèque non spécifique et la courbe verte donne la fluorescence totale moins la fluorescence non spécifique soit la fluorescence liée à fixation du ligand au récepteur CB2R.

La courbe verte étant collée à l'axe des abscisses, il n'y a pas de fluorescence spécifique avec CM139 donc cette molécule n'est pas un ligand de CB2R.

En présence de CM157, la fluorescence spécifique est une hyperbole (une courbe de saturation). On pourrait même évaluer la constante d'affinité.

Environ 75% des candidats n'ont pas abordé cette question.

ÉPREUVE ÉCRITE DE GÉOLOGIE

On s'intéresse ici à une succession d'événements géologiques au sein d'un grand ensemble structural ancien, le Massif Central Français. Le sujet ne traite pas uniquement des archives tectono-métamorphiques varisques de la chaîne, mais aussi d'objets régionaux permettant d'illustrer une histoire plus récente, via des approches combinant données géologiques, géochimiques et géophysiques.

Le rapport de l'épreuve écrite de géologie qui suit, est très détaillé et complet. Certains niveaux de détails présentés ici ne sont pas attendus des candidats, et sont donc donnés à titre informatif afin de fournir une vision complète des problèmes et questions abordés dans le sujet. Les correcteurs ont, bien entendu, adapté leur notation.

1. LE SOCLE ET SA COUVERTURE DANS LE SECTEUR DE GENIS, LIMOUSIN

1.1. La chronostratigraphie est le domaine de la stratigraphie consacré à l'établissement de la chronologie des successions de couches sédimentaires. On utilise les principes de superposition et de continuité pour établir une chronologie relative. Les divisions chronostratigraphiques sont caractérisées par des ensembles de couches auxquelles on fait correspondre des intervalles de temps (obtenus par les méthodes géochronologiques basées sur les techniques radiométriques). On rappelle au passage que la division de base de la chronostratigraphie est l'étage qui est défini sur un affleurement type : le stratotype. Le 'clou d'or' correspond à un repère physique sur le terrain, qui marque la limite basale d'un étage reconnue formellement comme point stratotypique mondial (GSSP, Global boundary Stratotype Section and Point) par la commission stratigraphique internationale.

Si les copies montrent que les élèves ont compris, en gros, le principe de l'échelle stratigraphique, la nomenclature et l'établissement de l'échelle restent très approximative. Il est écrit parfois que c'est grâce aux datations que les coupures auraient été effectuées... La définition des clous d'or est aussi approximative. Ces clous soulignent quelque chose mais la définition de l'objet est souvent floue.

1.2. La géométrie de la surface de contact entre le Carbonifère et le Permien est très irrégulière. Elle souligne un fort contraste granulométrique entre les faciès du Carbonifère (roche à prédominance de grains fins) et les faciès du Permien (roche à prédominance de grains grossiers). Bien que nous n'ayons pas d'informations particulières sur la nature pétrographique précise de ces deux formations, on peut raisonnablement les associer à des roches détritiques terrigènes (ou silicoclastiques), grès fin pour le Carbonifère et conglomérat pour le Permien. On peut noter que le Permien incise localement le Carbonifère en formant une "poche" très irrégulière au niveau de la partie centrale de l'affleurement, et qui dessine plus ou moins une marche d'escalier vers la droite. La surface de stratification S0 est très bien visible dans le Carbonifère ; les limites de bancs sont inclinées vers la droite de l'affleurement. Il y a donc un pendage, angle entre la surface stratigraphique et le plan horizontal, puisque les strates se sont déposées initialement à l'horizontale. Dans le Permien, compte-tenu de la granulométrie grossière du faciès, la stratification S0 est plus délicate à mettre en évidence. Néanmoins, dans la partie gauche de la photo, là où le faciès est moins grossier, on voit un litage discontinu. Une fois ce pendage reconnu, on constate aussi que certains clastes grossiers sont alignés suivant la même attitude de plan. En utilisant le clinomètre fourni en haut à gauche de la photo, on peut déterminer un angle de 10 à 15° par rapport à l'horizontale aussi bien pour le Carbonifère que pour le Permien. Ainsi, on constate qu'on a le même pendage pour les deux formations de part et d'autre de la surface. Ceci permet de dater relativement le pendage ; une phase de déformation est à l'origine du léger basculement des séries carbonifères et permienues. Le pendage est donc post-Permien. La surface irrégulière qui incise le Carbonifère est donc simplement une surface d'érosion. Il ne s'agit pas d'une surface de discordance, mais simplement d'une discontinuité stratigraphique d'origine sédimentaire. Cette surface est simplement liée au contraste de granulométrie entre les deux formations ; le faciès le plus grossier érodant le faciès le plus fin.

La limite entre le Carbonifère et le Permien a presque toujours été tracée, mais sans précision excessive. Lorsque le creux lié à l'érosion est souligné, le tracé de part et d'autre manque fréquemment de finesse. Plus grave, le creux est parfois interprété comme un pli ; on dessine aussi des failles bordières, comme dans un rift, qui souligne le creux. Le tracé de la surface de stratification a été souvent laborieux. Si on peut admettre que S0 est discrète dans le Permien, elle est évidente dans le Carbonifère. Mais même dans le Carbonifère, le tracé de S0 est souvent trop penté et recoupe ainsi les limites de couches ! Ce qui fait que l'angle entre les deux plans a été rarement déterminé. Quand il l'a été, les réponses ont été extrêmement variables et souvent loin de la réalité. Cette question qui semblait *a priori* facile, a été de toute évidence fort mal traitée par la plupart des candidats ; ce qui a largement surpris les correcteurs.

1.3. On s'intéresse maintenant aux rapports géométriques entre le socle et la série hettangienne.

- Analyse du paysage. Le paysage montre des éléments naturels, notamment des surfaces occupées par des prairies interrompues par des zones boisées (pour les 2/3 inf. de la photo). En d'autres termes, la plus grande partie du paysage est occupée, au premier plan, par un bocage (où est indiqué 'socle') montant en pente douce, qui s'accroît jusqu'au village construit tout en longueur au pied d'une cuesta couverte de forêt. Le relief de cette zone semble sub-horizontale et passe à une pente douce en approchant du village (aire anthropisée). Toute cette zone à faible relief correspond au socle magmatique et métamorphique qui a subi un phénomène d'aplanissement. Le village est situé à l'interface entre le socle et la série sédimentaire de l'Hettangien. L'Hettangien, présent uniquement dans la partie droite de la photo, forme un petit relief de l'ordre de 10 à 15 mètres (compte-tenu de la taille des maisons du village). Ce ressaut topographique tabulaire (de type front de cuesta) est fortement boisé. On a ici un contraste de résistance, mis en évidence par la roche cohérente qui forme la corniche hettangienne et la zone en concavité (pente douce) du socle.

- Zone de contact entre la série de Génis et l'Hettangien. La photo 5c montre sans ambiguïté (ne serait-ce que par le contraste des couleurs) que la série hettangienne recoupe nettement les laves en coussin de Génis. Cette surface-limite est recouverte tout d'abord par des couches d'allure massive dont les surfaces de stratification ne sont pas très visibles. De plus, la présence à la base de cette couche compacte (de couleur claire) de fragments de tailles variables (de couleur sombre) issus du substratum immédiatement sous-jacent témoigne du fait que les matériaux constitutifs des strates nouvelles proviennent, en partie, du démantèlement des séries antérieures (les laves de Génis). Ici, cette première unité massive correspond à un véritable conglomérat (clastes de laves emballés dans la dolomie) de transgression puisqu'on installe une série marine sur un socle structuré. On remarque aussi que le faciès hettangien pénètre dans le socle, certainement via tout un réseau de fractures. Plus haut dans la série (Fig. 5b), les faciès de l'Hettangien montrent une couleur différente (plutôt blanche à beige) et sont régulièrement stratifiés. On voit des strates d'épaisseur décimétrique à pendage nul ; la série est horizontale. Ainsi, les strates horizontales mettent en évidence qu'à la suite de la mise en place de la série de Génis, l'ensemble a été aplani avant d'être fossilisé par une couverture sédimentaire discordante. La surface de discordance tronque le socle structuré durant le cycle hercynien. La surface de discordance correspond physiquement à une surface d'érosion et de remaniement du socle sous-jacent. De plus, elle enregistre un hiatus temporel entre le Permien et l'Hettangien. En effet, d'après la légende de la carte géologique (Fig. 3) et d'après l'échelle chronostratigraphique (Fig. 2), il manque la totalité du Trias, soit un intervalle de temps de l'ordre de 50 Ma. Remarque utile pour la construction du schéma structural (question 1.7) : sur la carte géologique (cf. Fig. 3), on peut reconnaître en différents points la discordance entre le Lias inférieur et les terrains antérieurs par la mise en évidence de nombreux points triples.

Le contact est souvent décrit comme une schistosité de flux avec de la ségrégation : alternance de strates arénacées ou argilo-silteuses ; présence d'un métamorphisme au contact Hettangien-socle. Plusieurs copies, à cause de la teinte plus sombre au contact décrivent un niveau de roches métamorphiques dont l'origine est alors très variable. Dans beaucoup de copies, la notion de contact entre socle et couverture induit une réponse : s'il y a contact, c'est donc qu'on a un métamorphisme de contact ! Enfin, l'Hettangien a parfois été dessiné en 3D comme une coulée de laves épanchée sur le socle.

- Composition chimique des calcaires. Les calcaires appartiennent aux roches sédimentaires carbonatées. Les calcaires sont constitués de carbonate de calcium (CaCO_3).

Heureusement, les réponses sont bonnes dans l'ensemble. Cependant, on peut s'étonner que les réponses ne soient pas toutes parfaites. Beaucoup de formules données (mais pas demandées dans la question) ne sont pas équilibrées. De plus, certains développent des considérations sur les dolomies et les calcaires dolomitiques alors que là encore ce n'est pas la question.

1.4. D'après la légende de la carte, le Cambro-ordovicien est représenté par des rhyolites associées à des basaltes (formation orange) et par des ignimbrites (formation vert-foncé), situées stratigraphiquement au-dessus. L'analyse détaillée de la carte montre que (i) la puissance des rhyolites et des basaltes semble plus réduite au sud qu'au nord, (ii) les ignimbrites (formation verte) ne sont plus présentes au sud où elles devraient être intercalées entre les rhyolites et basaltes inférieurs et la formation des schistes à mica blanc et chlorite. Comment expliquer cette répartition ?

- Première hypothèse : un phénomène tectonique aurait réduit la puissance des couches sur le flanc sud du synclinal. Or, celui-ci semble assez régulier avec une tête synclinale bien exprimée, soulignée par l'ensemble des formations cambro-ordoviciennes. Ceci rend donc peu probable le jeu d'un cisaillement réduisant la puissance des formations volcaniques acides, cisaillement non repéré sur la carte.

- Deuxième hypothèse : le magma acide ignimbritique et son mode de mise en place impliquent le déplacement de nuées ardentes directionnelles, localisées dans l'espace. Il se peut qu'il n'y ait pas eu de dépôt ignimbritique sur les rhyolites et basaltes appartenant au flanc sud du synclinal. C'est cette

hypothèse d'origine magmatique qui est à privilégier. On rappelle au passage que les ignimbrites correspondent aux dépôts d'écoulements turbulents pyroclastiques. Ils sont associés à des éruptions explosives latéralement dirigées.

En cherchant une réponse à cette question, les élèves ont été amenés à considérer, effectivement, les formations volcaniques acides et les formations sédimentaires de part et d'autre de la formation basique de Génis. Ce faisant, de nombreux élèves se sont rendu compte qu'il y avait comme une structure plissée, notamment la présence d'un synclinal avec en son cœur la formation de Génis. Malgré la reconnaissance de cet objet structural, l'axe du pli ou même le simple report de l'existence d'un pli majeur à grande échelle, n'a pas été reporté sur le schéma structural ! Cela conforte l'idée que beaucoup de candidats ne savent pas ou pas bien, ce qu'est un schéma structural. L'étude systématique de la succession des formations de part et d'autre de Génis a conduit pour de trop rares copies à la remarque de l'absence du niveau d'ignimbrites. Quelle que soit la nature des laves acides incriminées (ignimbrites ou rhyolites), la réflexion aurait dû porter sur l'absence d'un niveau de roches volcaniques acides, qui sont connues pour leur viscosité, contrairement aux laves basiques (cf. étude des volcans, risques, etc.). Un raisonnement *ad hoc* sur les conditions de mise en place de ces roches anciennes aurait conduit à admettre un déplacement limité du magma, ce qui, dans certains secteurs, peut entraîner une absence de dépôt. Que les laves acides (rhyolites) soient plus anciennes que les basaltes en coussins a inquiété beaucoup de candidats qui s'étonnent que les laves les moins différenciées apparaissent après les plus différenciées. Alors est pratiquée une gymnastique périlleuse pour permettre une mise en accord avec le standard de la cristallisation fractionnée invoquant souvent des retournements ou inversion de série, les synclinaux devenant des synclinaux perchés ou retournés. Les bonnes réponses qui reposent sur une compréhension de la cartographie, couplée avec une connaissance de la pétrologie des formations géologiques cartographiées, pour en déduire les conditions de mise en place sont rares. Sauf exception, l'amorce d'un tel raisonnement n'a pas été relevé.

1.5. Les gabbros et les laves basaltiques sont issus de la cristallisation d'un magma basique. Les gabbros sont des roches grenues et les laves sont des roches microlitiques. La texture de ces roches traduit leur conditions de refroidissement, donc de mise en place : (i) en profondeur, avec une cristallisation lente pour les gabbros au sein d'une chambre magmatique, (ii) rapide, avec un phénomène de trempe pour les laves en coussin émises sur le plancher océanique (comme indiqué dans la légende).

Fort heureusement, il y a eu beaucoup de bonnes réponses à cette question. Mais les réponses ont été parfois incomplètes, voire contradictoires entre vitesse de cristallisation et texture de la roche. Chose surprenante, de nombreux candidats n'ont pas daigné répondre à cette question et d'autres ont inversé les rôles, les gabbros se refroidissant rapidement alors que les basaltes prenaient leur temps ! Certains font intervenir une teneur en silice importante et donc une viscosité élevée pour justifier de la lenteur de la remontée du magma, ce qui laisse le temps à la roche de développer de gros cristaux donc être une roche grenue.

1.6. • Les zones sources des basaltes peuvent être envisagées dans le manteau supérieur asthénosphérique et le manteau supérieur lithosphérique au-dessus de la zone de subduction. En effet, les fluides (surtout H₂O) permettent une fusion hydratée du manteau, essentiellement dans le manteau supérieur lithosphérique plus ou moins appauvri, plutôt que dans le manteau asthénosphérique. On sait que la fusion des péridotites donne des basaltes. La légende devait mettre en évidence la croûte océanique plongeant sous la croûte continentale, chacune d'elles reposant sur le manteau supérieur lithosphérique (formant la lithosphère océanique et la lithosphère continentale). Sous le manteau lithosphérique, on a le manteau supérieur asthénosphérique. La limite entre la croûte et le manteau supérieur correspond au Moho.

• Les zones sources du magmatisme acide sont à rechercher dans la croûte continentale. On sait aussi que la fusion des gneiss, qui constituent avec les migmatites et autres roches métamorphiques, une fraction importante de la croûte continentale dans les zones de collision, donne des liquides granitiques lors de leur fusion. En surface, ces liquides acides donneront les rhyolites et ignimbrites. La croûte océanique plongeante subit le métamorphisme et on peut indiquer la zone des schistes verts, des amphibolites, des schistes bleus (où s'accélère la déshydratation de la croûte) et enfin le faciès éclogite. L'eau perdue par déshydratation percole vers le haut et hydrate le coin de manteau asthénosphérique coincé entre la partie supérieure de la croûte plongeante et la base de la croûte continentale, provoquant un abaissement du solidus des péridotites du manteau qui permet la fusion partielle. Le magma hydraté pourra remonter vers la surface où se développera un volcanisme d'arc insulaire. La partie qui n'atteint pas la surface cristallise en plutons de gabbro et/ou de granite. Au niveau de la croûte continentale, on peut également avoir un phénomène de fusion partielle (anatexie).

- Le groupe de Génis est composé de gabbros et de basaltes en coussin. L'environnement géotectonique du groupe de Génis peut représenter un équivalent de la croûte océanique.

Ainsi, le groupe de Génis peut être issu de la plaque plongeante. Il peut aussi dériver d'une ouverture dans un rift, qui serait ici en position arrière-arc. On peut aussi proposer que de la croûte océanique puisse être accrétée au front de l'arc lors de la subduction. Le groupe de Génis est constitué de gabbros et de basaltes en coussin. Il peut donc être issu (i) soit de la plaque plongeante (ce serait alors un 'morceau' de croûte océanique), (ii) soit dériver d'une ouverture dans un rift (position arrière arc), (iii) soit être positionné au front de l'arc.

La pétrologie expérimentale indique que les magmas basiques sont issus du manteau et les magmas acides de la croûte continentale migmatitisée. Cette connaissance de base aurait pu guider les candidats pour placer au bon endroit croix et cercle, et ceci quel que soit l'endroit par rapport à la zone de subduction. De nombreux marqueurs se sont retrouvés dans le manteau asthénosphérique y compris pour le magmatisme acide. Il n'est pas rare d'avoir constaté que l'origine des magmas basiques était placée au-dessus de celle du magmatisme acide. Quand on connaît le goût des candidats pour la tectonique des plaques impliquant croûte océanique, ophiolites, et subduction, on est très étonné de l'absence de réponse quant à l'origine du groupe de Génis. Toutefois, la réponse à la question précédente sur l'origine des magmatismes acide et basique montre que la réponse au positionnement du groupe de Génis ne pouvait pas être évidente pour les candidats. On aurait pu penser qu'au hasard, le groupe de Génis aurait pu être placée n'importe où. Mais ce qui caractérise la réponse sur la localisation de ce groupe, c'est justement l'absence de réponse. Evidemment, il manquait des péridotites au groupe de Génis pour que le réflexe ophiolites soit déclenché, mais la présence de basaltes et de gabbros auraient cependant dû les faire réagir afin qu'ils s'aventurent sur le profil donné pour trouver un emplacement soit avant l'arc, soit derrière l'arc. Les quelques réponses obtenues ont souvent placé le groupe de Génis au niveau du volcan éruptif, là où il est le plus improbable de trouver du magmatisme basique.

1.7. On rappelle que le schéma structural ne doit pas être une simple version simplifiée de la carte géologique. Il doit permettre de repérer les principaux ensembles géologiques (à partir de leur style tectonique, de leur série stratigraphique, ...). Sur la carte de Génis, au-dessus du socle, on peut regrouper les différents ensembles à partir des discordances. Lorsqu'une série sédimentaire repose en discordance sur une autre série sédimentaire, la base de la couche la plus ancienne (*i.e.* surface de discordance) repose sur des terrains d'âges différents de la série sous-jacente.

- Le socle hercynien. Les formations volcano-sédimentaires cambro-ordoviciennes et ordoviciennes dessinent un synclinal d'après (i) les pendages relevés et (ii) la succession stratigraphique donnée en légende. Le cœur du synclinal est occupé par le groupe de Génis avec basaltes et gabbros (symétrie axiale des formations du Cambro-ordovicien de part et d'autre du groupe de Génis).

Le Paléozoïque se termine par les formations sédimentaires permienues qui reposent à l'est de la carte, sur le socle par l'intermédiaire d'une discordance. Puis viennent, vers l'ouest les formations mésozoïques puis tertiaires, au sommet. Les différentes discordances peuvent être cartographiquement repérées par la reconnaissance de points triples (points de rencontre non tectoniques entre trois formations sédimentaires).

- Discordance stratigraphique permienne. A l'est de la carte, la discordance permienne prend en écharpe les formations plissées du socle. L'angle est donc très important entre la surface de discordance permienne et les contacts lithologiques plissés des différentes formations du socle.

- Discordance stratigraphique jurassique. A l'ouest de la carte, la discordance jurassique prend en écharpe les formations plissées du socle. Le contact entre le Permien sédimentaire et les formations mésozoïques est visible au sud. Il manque à ce niveau, la totalité du Trias (une cinquantaine de Ma). En effet, dans la légende de la carte, l'Hettangien (base du Jurassique) repose directement sur le Permien (fin du Paléozoïque). L'absence du Trias peut être liée soit à une lacune sédimentaire, soit à l'érosion. Le Mésozoïque présent sur la carte de Génis, va du Jurassique inférieur (200 Ma) au Jurassique moyen (ici le Bajocien, vers 168 Ma).

- Discordance stratigraphique tertiaire. Le Tertiaire est représenté par des séries détritiques terrigènes (conglomérats, grès et sables). Là encore, il n'y a pas continuité avec le Mésozoïque car il manque la partie supérieure du Jurassique moyen (Bathonien et Callovien), le Jurassique supérieur et surtout la totalité du Crétacé, non déposés et/ou érodés. Les affleurements tertiaires sont plus discontinus que les autres. Il y a de nombreux points triples avec les formations mésozoïques, ce qui peut témoigner d'un léger basculement des couches mésozoïques avant le dépôt du Tertiaire.

En résumé, les trois discordances sont repérables par des points triples avec le socle hercynien. Les formations mésozoïques et tertiaires sont séparées des formations sous-jacentes par des lacunes traduisant un non-dépôt et/ou une érosion.

Quelques copies, n'ont pas utilisé le calque pour indiquer les traits structuraux fondamentaux. Ces copies ont utilisé l'encadré laissé en blanc pour la légende pour dessiner le schéma structural. Au-delà de ce problème de représentation, de nombreux élèves semblent ignorer ce qu'est un schéma structural. Le plus souvent, ils reproduisent en totalité ou en partie la carte géologique. Dans le socle, l'unité de Génis est souvent individualisée par rapport aux formations sous-jacentes plus volontiers regroupées. L'existence d'un synclinal est parfois indiquée dans le texte et plus rarement sur la figure. En particulier, l'axe du synclinal est souvent absent sur la carte. Quelquefois, les unités du socle ou des formations sédimentaires sont diversement regroupées : Tertiaire et Mésozoïque et Permien ; parfois Permien et Mésozoïque, etc. Une des difficultés majeures vient sans doute que dans la question, le terme de discordance n'a pas été utilisé. Peut-être aussi que les problèmes viennent de la non compréhension du terme 'discontinuité', qui signifie absence de continuité. Le terme de discontinuité a été pris au sens strict, et diverses discontinuités, souvent liées aux failles ont été reportées, de même que les discontinuités relevées en passant d'un étage à un autre, sans discordance angulaire. De ce fait, en recherchant n'importe quelle discontinuité, de nombreux élèves sont passés à côté des discordances importantes. Or dans la question, il est bien spécifié qu'il s'agit de discontinuités de la couverture sédimentaire. On doit d'abord penser aux discontinuités stratigraphiques, chronologiques dans la séquence de roches sédimentaires. Lorsque les discordances sont reconnues, elles ne sont pas toujours numérotées, comme demandé dans la question. Ce qui est numéroté, ce sont souvent les points triples, jusqu'à une petite dizaine, et souvent sur une même discordance. Plusieurs copies reportent une discordance commune pour le Permien et le Lias. On voit le trait du plan de discordance enjambrer la rivière Avezère en passant de la discordance permienne à l'est de la rivière, à la discordance liasique à l'ouest de la rivière. La discordance angulaire tertiaire a rarement été signalée. L'Eocène est parfois intégré dans les terrains mésozoïques, alors qu'on disposait de l'échelle chronostratigraphique (en figure 2). Peu d'explications sont données sur la nature ou la reconnaissance des discontinuités. Pour certains, les discontinuités mésozoïques seraient dues aux intrusions granitiques, ou encore aux failles. Le terme 'angulaire' est peu cité pour caractériser la nature de la discordance. Parfois il est bien identifié Permien, Hettangien, Tertiaire, mais au lieu de reporter la base de la couche seulement, le mur et le toit des formations est représenté, ce qui revient à dessiner les couches géologiques de ces formations, auxquelles on ajoute souvent le tracé du Toarcien et du Bajocien. Finalement, cela revient à dessiner la carte géologique des formations sédimentaires. La synthèse structurale a semblé plus aisée pour les formations du Primaire qui ont été regroupées avec d'une part, les formations acides et les schistes, et d'autre part, la formation de Génis. En raison de l'absence quasi générale de report de l'existence de discordances, on peut se demander si le terme employé 'discontinuité' pour justement ne pas écrire la solution (à savoir 'discordance') n'a pas induit les élèves en erreur. Il est en effet probable que si le mot discordance avait été utilisé dans l'énoncé, nul doute que le schéma structural des formations mésozoïques n'aurait pas suivi les contours géologiques de quasiment tous les étages. Le report des points triples qui n'est pas rare, n'est pas non plus si fréquent ; il témoigne peut-être de la non compréhension du problème posé ou encore du défaut d'observation de la carte.

1.8. Le secteur couvert par la carte de Génis est situé à l'interface entre deux grands ensembles structuraux français (Fig. 1) : Le Massif Central et le bassin sédimentaire aquitain. Les discordances et discontinuités mésozoïques précédentes (question 1.7) sont localisées dans les formations sédimentaires du bassin aquitain. Les variations enregistrées par les formations sédimentaires que l'on peut expliquer soit par des lacunes, soit par de l'érosion, ou bien les deux, peuvent être dues : (i) aux conditions de formation du bassin (différents types d'ouverture, d'approfondissement et de subsidence), (ii) aux variations relatives du niveau marin, (iii) au réajustement isostatique de la chaîne hercynienne, (iv) au contrecoup de la formation des Pyrénées et des Alpes.

Les réponses indiquant le dépôt des formations mésozoïques dans un bassin sont rares. Parfois, on cite le bassin de Paris, et dans les meilleurs cas, le bassin aquitain. On relie fréquemment la genèse des séries mésozoïques à la formation du MCF. Ceci a entraîné les élèves dans des hypothèses hasardeuses au sujet de la constitution de ces strates sédimentaires qui demeurent des produits de démantèlement de la chaîne hercynienne comme les séries du Carbonifère et/ou du Permien. De plus, il est écrit à plusieurs reprises que les discontinuités mésozoïques sont liées à la formation des montagnes (orogénèse) et donc au régime compressif associé. C'est ainsi que les discontinuités deviennent parfois des chevauchements et que les quelques failles reportées sur la carte deviennent à leur tour des failles inverses. Ainsi les discontinuités ont été expliquées le plus souvent par le jeu des failles qui met en contact des formations d'âge différents. On note aussi beaucoup trop de réponses hors-sujet ; en effet, on demande d'expliquer les discontinuités mésozoïques et on a lu trop souvent, un texte reportant les discontinuités du Cambro-

Ordovicien de Génis ! En conclusion, on constate une non compréhension des termes 'discontinuité' et 'discordance' comme cela a déjà été dit pour la question 1.7.

1.9. La faille indiquée affecte l'unité orange (rhyolites et basaltes) et l'unité verte (schistes à mica blanc et chlorite) du Cambro-Ordovicien. Il s'agit d'une faille décrochante dextre, compte-tenu du mouvement relatif repéré par le déplacement des limites de formations.

C'est une question qui n'aurait pas dû poser trop de problème aux élèves. En effet, il s'agit d'une notion élémentaire quant aux objets tectoniques que sont les failles. On a bien sûr de très bonnes réponses mais on note quand même de nombreuses erreurs dans la dénomination de la faille (souvent une faille inverse), et dans le sens du mouvement. Plus souvent, la localisation des contraintes est fautive voire absente.

1.10. Le diagramme de Goldschmidt illustre la solubilité différentielle des ions lors de l'altération. L'élément qui nous intéresse ici est l'ion ferrique Fe^{3+} , associé aux oxydes de fer. Très peu solubles (cations précipitants), ils donnent des hydrolysats. En effet, dans les conditions naturelles de pH, les hydroxydes de fer, sont peu solubles et précipitent rapidement après leur extraction. L'hydrolyse de ces cations est d'autant plus importante que le climat est chaud et humide. La précipitation des hydroxydes peu solubles, mais aussi peu transportables, est à l'origine de formations résiduelles rubéfiées. Ainsi, les formations rubéfiées, cartographiées dans le secteur de Salagnac, sont à mettre en relation avec les conditions climatiques favorables durant le Carbonifère.

C'est une question sans grande difficulté qui appelait une réponse courte. Il n'en a rien été dans la plupart des copies et les discours ont été plus que longs au sujet de l'altération (avec beaucoup de hors sujet) pour finalement faire intervenir le diagramme de Goldschmidt quant à la précipitation du fer. Donc beaucoup de temps perdu pour rien.

1.11. La théorie de l'isostasie se rapproche d'un schéma d'équilibre archimédien (de type hydrostatique). Le modèle d'Airy suppose que les variations d'altitude sont compensées par des variations de l'épaisseur des matériaux de densités différentes. Dans cette conception, la couche supérieure moins dense et rigide, est soumise à la poussée d'Archimède exercée par l'enveloppe inférieure plus dense et ductile. Le relief d'une chaîne de montagne est équilibré par l'existence d'une racine crustale. Une dépression est compensée par une anti-racine asthénosphérique.

Telle que la question est posée, la réponse 'modèle d'Airy' est une réponse suffisante ! Là encore, il y a eu heureusement de très nombreuses bonnes réponses. Quelques copies ont cependant cité le modèle de Pratt.

On demande ensuite de calculer l'épaisseur de la racine crustale sous un orogène, avec les données suivantes : masse volumique de la croûte continentale, $\rho_c = 2,7 \text{ g.cm}^{-3}$; masse volumique du manteau, $\rho_m = 3,3 \text{ g.cm}^{-3}$; altitude de l'orogène (h) = 3 km. La croûte de référence a une épaisseur notée (e).

Soient P1 et P2, les pressions exercées au niveau de la surface de compensation, respectivement par les colonnes 1 et 2. La pression d'une colonne s'exprime par : $P = \rho \cdot g \cdot d$. Au niveau de la surface de compensation $P1 = P2$.

Soit $P1 = \rho_c \cdot g \cdot e + \rho_m \cdot g \cdot r$, et soit $P2 = \rho_c \cdot g \cdot (h + e + r)$

$\rho_c \cdot g \cdot e + \rho_m \cdot g \cdot r = \rho_c \cdot g \cdot (h + e + r)$, soit en simplifiant, on a : $\rho_c \cdot e + \rho_m \cdot r = \rho_c \cdot (h + e + r)$

$\rho_c \cdot (e - e - h - r) = - \rho_m \cdot r$

$\rho_c \cdot (h + r) = \rho_m \cdot r$

$\rho_c \cdot h + \rho_c \cdot r = \rho_m \cdot r$

$r (\rho_c - \rho_m) = - \rho_c \cdot h$, soit $r (\rho_m - \rho_c) = \rho_c \cdot h$, et donc $r = \rho_c \cdot h / (\rho_m - \rho_c)$

Avec les valeurs numériques, on obtient : $r = 2,7 \times 3 / (3,3 - 2,7) = 8,1 / 0,6 = 13,5 \text{ km}$.

Il y a eu de très nombreuses bonnes réponses. Parfois, on note des erreurs de calcul. Parfois aussi l'équation de départ n'est pas bien posée et l'élève n'a pas abouti au résultat attendu.

1.12. Entre la base du Carbonifère et le Permien qui cache le socle hercynien et, il y a environ 60 Ma. Pour avoir 1 km d'érosion, c'est le modèle 'érosion mécanique + altération chimique' qui est le plus efficient. Donc il y a eu au moins 1 km d'érosion de la chaîne hercynienne pendant le Carbonifère. La figure 3 montre que le socle a été largement érodé avant le dépôt du Permien. La surface rubéfiée au sud de la carte (Salagnac) est le signe d'une altération du socle dont une partie des produits a pu être enlevée mécaniquement par l'érosion. La figure 4 montre l'importance des formations détritiques de forte granulométrie au Permien, concordant sur le Carbonifère sédimentaire de granulométrie plus fine. La surface séparant le Carbonifère du Permien est une surface d'érosion (Fig. 4). Ce dispositif témoigne aussi d'une continuité des processus érosifs entre le Carbonifère et le Permien, et d'une reprise plus forte de l'érosion, tout du moins locale, au Permien. Le dépôt du Jurassique inférieur directement sur le socle

pénéplané (Fig. 5) conforte l'importance de l'érosion. L'absence de dépôts mésozoïques vers l'est indique la présence de reliefs résiduels dans le MCF plus ou moins cachetés par les formations carbonifères et permien. Enfin, l'érosion du MCF à long terme est compatible avec intervention de l'altération et de l'érosion sur de longues périodes. En profondeur, la température s'élève avec le gradient géothermique local. Ceci peut entraîner deux réactions principales : (i) le fluage de la croûte profonde qui peut provoquer un amincissement de la croûte, induisant éventuellement la remontée du manteau, et (ii) la fusion de la croûte continentale avec la formation de liquide granitique qui va remonter vers la surface.

Actuellement, on estime le taux moyen d'érosion chimique à 16 mm/ka et celui de l'érosion mécanique à 48 mm/ka. Mais attention de ne pas conclure que l'érosion d'un massif de 1000 m ne prendrait que 15 à 16 Ma ! En effet, il faut tenir compte des processus tectoniques et surtout le rebond isostatique lié à l'allègement progressif de la croûte par l'érosion. En fait, on constate qu'il faut une durée (i) de l'ordre de 80 à 100 Ma pour aplanir un continent dont l'altitude moyenne est de 1000 m si l'on ne fait jouer que les processus mécaniques et (ii) de l'ordre de 45 Ma si l'on ajoute l'altération chimique. En d'autres termes, cela montre que l'érosion mécanique est 3 à 4 fois plus efficace que l'altération chimique pour aplanir un relief.

Beaucoup ont répondu à la question. De trop nombreuses copies ont considéré que depuis le début du Carbonifère, il y avait eu érosion permanente du Massif Central jusqu'à aujourd'hui. Cela est théoriquement possible dans les portions de chaîne où il n'y a pas eu de dépôt postérieur. Ainsi, la majeure partie des candidats ont conclu à une puissance érodée de l'ordre de 8 km du Carbonifère à l'actuel. Cette réponse rapide cache le fait majeur que le dépôt des formations ultérieures sur le socle n'a pas été considéré. En fait, le socle était en grande partie pénéplané dès le Trias. Dans l'énoncé de la question, il a été recommandé de considérer les observations effectuées dans le secteur de Génis et dans les formations mésozoïques, ce qui n'a pas été toujours respecté, et ceci dans une grande partie des copies qui ont négligé de considérer cet aspect très concret et ciblé de la question. Ceci aurait pu les faire réfléchir sur le démantèlement de la chaîne hercynienne et affiner leur réponse, tout en comprenant mieux le passage de l'hercynien à la formation et au remplissage des bassins mésozoïques. Il y a eu parfois d'autres considérations sur l'altération et l'érosion d'une manière générale sans support de réflexion à partir des données de l'énoncé. Enfin, l'érosion mécanique a parfois été expliquée par les contraintes compressives dans le secteur considéré, associées à de nombreuses failles liées à une zone de subduction ! La température du gradient géothermique local augmente avec la profondeur, ce qui peut entraîner le fluage de la croûte profonde provoquant un amincissement de la croûte et éventuellement la remontée du manteau, ou bien la fusion de la croûte continentale avec formation d'un liquide granitique qui remontera à la surface. Cette question de la réduction de la racine crustale n'a pas inspiré les élèves. De très rares copies ont parlé de fluage, d'étirement, ou encore de fusion.

1.13. A partir de l'évolution du CO_2 atmosphérique, on demande de préciser les conditions qui peuvent induire un refroidissement général du climat. Le rapport R est basé (i) sur le volume des sédiments terrigènes (carrés noirs) et (ii) sur les rapports initiaux du strontium des sédiments (cercles blancs). Au cours des temps géologiques, on constate que le rapport est très largement supérieur à 1. Il n'est voisin de 1 qu'à deux moments : autour de 300 Ma (Carbonifère terminal), et depuis 20 Ma (Néogène). Ces deux minima correspondent aux deux dernières grandes ères glaciaires. On peut évoquer trois raisons principales permettant d'expliquer les variations, sur le temps long, du CO_2 : (i) une variation d'intensité du volcanisme au cours des millions d'années va faire fluctuer les apports de CO_2 , (ii) une variation de l'altération des roches continentales libérant des ions calcium entraînant la précipitation de calcaire et la baisse du CO_2 atmosphérique (iii) la séquestration du CO_2 en lien avec le développement d'une végétation importante provoquant la plus ou moins grande formation de charbons et d'hydrocarbures dans des bassins sédimentaires, induisant donc une chute du CO_2 atmosphérique.

D'après la figure 10, on remarquera au passage que la glaciation ordovicienne (vers 450 Ma) ne semble pas expliquée par un CO_2 bas, ce qui montre que le CO_2 , s'il est un acteur climatique majeur, n'est pas le seul à agir. Par ailleurs, au Paléozoïque, des indices paléontologiques et géologiques, corrélés à l'échelle planétaire et tenant compte des paléolatitudes, révèlent une importante glaciation au Carbonifère-Permien (entre 360 et 250 Ma). Par la modification du cycle géochimique du carbone qu'elles ont entraînée, l'altération de la chaîne hercynienne sous un climat équatorial et tropical chaud et humide, le développement rapide de vastes forêts puis leur fossilisation (grands gisements carbonés) piégeant ainsi le carbone dans des bassins sédimentaires, en périphérie de la chaîne hercynienne sont tenues pour responsables de cette glaciation. La constitution de ces puits de carbone a soustrait à l'atmosphère une partie de son CO_2 réduisant l'effet de serre sur Terre. En d'autres termes, le climat est régi par la présence de gaz à effet de serre comme le CO_2 , par l'arrivée directe du rayonnement solaire et par la circulation des courants océaniques (individuellement, ou les trois à la fois). Une modification de l'un de ces facteurs

est susceptible de provoquer un refroidissement général de la planète : (i) une diminution du CO₂ atmosphérique par sédimentation de carbonates et développement d'une végétation abondante ; (ii) une émission très importante de cendres volcaniques peut intercepter les rayons solaires ; (iii) une diminution de la circulation des courants océaniques par réchauffement des eaux (ou la constitution d'un supercontinent comme pendant l'Hercynien).

C'était une question de culture générale. Beaucoup se sont contentés de décrire le diagramme, sans spécifier ce qui pouvait contribuer à l'évolution du CO₂. Quelques-uns ont noté la position semblable des courbes actuelles et du Permien, et s'en sont parfois étonnés. Un certain nombre de copies a effectivement donné une à plusieurs causes quant à l'évolution des concentrations en CO₂.

2. L'ASTROBLEME DE ROCHECHOUART

2.1. La roche présente une couleur d'ensemble brun clair. Dans ce fond brun clair, on distingue des éléments de grande taille (centimétrique à pluri-centimétrique) de couleur grise, rose à orangée.

La matrice de la roche est constituée de grains fins (infra-millimétriques) qui donnent la couleur d'ensemble brun clair. Au sein de cette matrice, on voit nettement des éléments anguleux de taille variable, depuis des grains de quartz gris de taille pluri-millimétrique à des clastes pluri-centimétriques. Sur le plan granulométrique, on peut déjà dire que la roche est mal classée ; elle est hétérométrique. De plus, tous les éléments sont anguleux à sub-anguleux (transport faible à nul). Il s'agit donc d'une roche détritique, c'est-à-dire constituée de fragments de roches pré-existantes. Les plus gros éléments de taille pluri-centimétrique correspondent à des lithoclastes. Il s'agit de roches magmatiques plus ou moins altérées (granites) et de roches métamorphiques (paragneiss rubané, gneiss leucocrate, métadiorite). Du fait de cette diversité d'origine, on peut dire que la roche est polygénique. Les éléments anguleux de plus petite taille (infra-centimétrique) ont la même composition. Tous ces lithoclastes sont issus des débris du socle hercynien de la région de Rochechouart (cf. Figs 11 et 13). Compte-tenu du contexte, il s'agit d'une brèche liée à l'impact de la météorite ou impactite (terme non exigible). La roche de la formation de Rochechouart est une brèche polygénique (classe des rudites) issue de la fragmentation des roches du socle local. Beaucoup de copies ont reconnu qu'il s'agissait d'une brèche, mais dans l'ensemble les éléments descriptifs permettant d'arriver à cette conclusion sont d'une grande pauvreté. Certaines descriptions sont assez complètes mais souvent ne présentent aucun ordre logique et débouchent sur un nom inattendu. Toutes les familles de roches ont été évoquées.

2.2. La chronologie relative des trois formations visibles dans la carrière est la suivante : (i) les paragneiss rubanés qui forment l'essentiel du volume de la carrière, structurés à l'Hercynien vers 300Ma, (ii) les filons de métadiorites mélanocrates liés sans doute à cette même orogénèse, et qui recoupent les gneiss, et (iii) la formation de Rochechouart qui correspond au dépôt des produits formés lors la chute de la météorite sur le socle il y a 210 Ma (Norien, Trias supérieur). Au final, les paragneiss hercyniens sont injectés de filons de métadiorites, le tout étant recouvert par la formation de Rochechouart.

Beaucoup de copies ont placé la diorite en 1. Là encore, cela interpelle car certains élèves (i) semblent ne pas savoir ce qu'est un gneiss et comment il s'est formé par rapport à une roche dite magmatique, et (ii) confondent principe d'inclusion et principe de recoupement. La formation de Rochechouart a presque toujours été bien placée.

2.3. La gravimétrie est la discipline de la mesure et de l'étude de la pesanteur, c'est-à-dire de l'accélération que subit un corps au repos à la surface de la Terre (g), ou d'une autre planète. La pesanteur résulte donc de la force gravitationnelle exercée par la Terre, mais aussi par les autres astres (Lune, Soleil, planètes), et de l'effet centrifuge dû à la rotation de la Terre ou de la planète considérée.

Mesurer la pesanteur, c'est aussi mesurer la distribution des masses, et repérer les anomalies de densité. On peut en déduire la structure interne des planètes. La description de la Terre et de son champ de pesanteur est l'objet de la géodésie. La pesanteur varie en fonction de la latitude, de l'altitude et de la topographie.

- Une anomalie correspond à un écart entre un champ de pesanteur mesuré et le champ de pesanteur théorique (voir les modèles de compensation isostatique). Une anomalie traduit un déséquilibre marqué par un réajustement vertical. Une anomalie positive traduit un excès de masse en profondeur, et une tendance à l'enfouissement. Une anomalie négative traduit un déficit de masse en profondeur et une tendance à la remontée. La gravimétrie est donc un outil puissant pour la géophysique (forme gravimétrique de la Terre), la planétologie et surtout l'exploration et la prospection des ressources naturelles, ou encore pour obtenir des informations complémentaires à celles que peut donner la sismologie en volcanologie. Les applications sont très diverses, notamment pour caractériser un aquifère,

une cavité, un glacier, un dôme de sel, un site archéologique, un gîte métallifère, un bassin sédimentaire ou la structure d'une chaîne de montagnes.

- L'anomalie circulaire négative sur le site de l'astroblème traduit un déficit de masse en profondeur qui est très local et circonscrit aux effets de l'impact de la météorite (diminution assez rapide dès qu'on s'éloigne du point d'impact). Rien n'indique que la lithologie des terrains ait été différente sous la surface de l'impact lors de la structuration à l'Hercynien. Le déficit de masse doit donc s'expliquer par une modification des roches en profondeur lors de l'impact. L'introduction du paragraphe 2 indique : (i) un choc d'un objet de 5 milliards de tonnes, (ii) un séisme de magnitude 9, (iii) un métamorphisme de choc, (iv) des températures extrêmes (flux de chaleur de 10 000 °C au point d'impact), (v) une vaporisation des roches à proximité du point d'impact, (vi) une onde de choc jusqu'à 6 km de profondeur. Le séisme, le choc de la météorite, les températures extrêmes ont provoqué sous la météorite, dans le socle, des dégradations importantes s'atténuant avec la profondeur : fracturation intense avec départ de matière pendant le choc (mais aussi après), par la circulation des eaux météoriques, et altération des minéraux des roches. Ce départ de matière serait responsable de l'anomalie négative enregistrée sous l'astroblème. Plusieurs copies signalent que l'impact de la météorite sur le socle a métamorphisé les roches, les comprimant, modifiant ainsi leur structure. On s'attend à ce que ce processus augmente la densité des roches, ce qui devrait entraîner une anomalie contraire à celle observée. Peu d'élèves se sont étonnés que l'anomalie soit négative car la pression liée à la chute de la météorite aurait dû augmenter la densité des roches métamorphiques en dessous. Or il y a eu d'autres processus, décrits dans le paragraphe introductif, qui ont conduit à la diminution de densité. La fracturation des roches et la volatilisation de certains fragments de roches, ont conduit, au contraire, à une réduction de la densité proportionnelle à la distance au point d'impact. Le comblement du cratère par des sédiments a été une des réponses apportées, mais il n'y a pas d'évidence géologique, à partir de la carte géologique superposée à celle des anomalies, pour retenir cette hypothèse. De nombreux élèves envisagent une remontée de la racine crustale, s'imaginant au cœur d'une chaîne de montagnes. C'est là que l'on constate l'impact des modèles sur l'observation elliptique des faits. En effet, beaucoup de copies envisagent la formation d'un cratère liée à la chute de la météorite entraînant un déficit de masse en surface qui a été compensé par un excès de masse en profondeur en liaison avec la remontée du manteau par isostasie. Puis le cratère a été bouché par sédimentation. L'anomalie négative est donc engendrée par un coin de manteau remonté par isostasie !

2.4. • Description de l'échantillon : la météorite montre des silicates, essentiellement de l'olivine avec des pyroxènes qui sont inclus dans une matrice interstitielle, constituée d'un alliage de fer et nickel (texture poëcilitique). On peut voir une chronologie de cristallisation des minéraux avec les silicates en premier et l'alliage en second. On peut voir aussi une incomplète séparation des minéraux ou des liquides à l'origine de ces minéraux.

Dans les copies, on note une grande pauvreté pour cette description alors que la moitié de la réponse était dans la question.

- L'enveloppe silicatée avec des olivines principalement et des pyroxènes correspond au manteau. L'enveloppe métallique, solide, dense, avec des alliages riches en fer correspond au noyau solide (graine). Bonnes réponses dans l'ensemble.

- Les corps planétaires se forment par accrétion puis par différenciation. C'est le refroidissement du corps planétaire en fusion qui permet l'apparition successive des enveloppes lors de la différenciation magmatique avec au cœur, le matériel dense ayant un point de fusion élevé et vers la périphérie des enveloppes plus légères ayant un point de fusion plus faible. Dans les corps planétaires, la structuration est concentrique. La texture observée peut indiquer une séparation incomplète des silicates et du métal. Fusion partielle et dégazage entraînent un tri géochimique : les éléments sidérophiles se retrouvent dans le noyau, les lithophiles dans le manteau et dans la croûte. Les gaz constituent la dernière enveloppe : l'atmosphère.

La réponse est souvent incomplète, ce qui est surprenant, car il suffisait presque de paraphraser la légende de la photographie (Fig. 15). Le terme fractionnement ou celui de différenciation est souvent oublié alors que c'est le mécanisme principal. On discute de l'accrétion des planètes, de l'analogie avec les météorites, et peu du fractionnement. On parle aussi du tri à cause de la densité contrastée des matériaux, sans toujours réaliser l'importance de la température sur le mécanisme en question. L'interprétation des textures est toujours une source de grande difficulté pour les élèves, d'autant plus qu'on aurait plutôt dû avoir les silicates interstitiels par rapport aux métaux. Une copie a indiqué que l'on devait être proche de la limite manteau-noyau pour avoir ce type de relation avec des métaux qui se sont écoulés par gravité entre les silicates vers le noyau pour coalescer. L'analogie entre l'échantillon et les

différentes enveloppes solides de la Terre a donné lieu à des réponses relativement correctes, mais souvent maladroitement exprimées.

2.5. Le diagramme de phase du fer pur indique la position relative des phases liquide et solide pour cet élément. La position du géotherme conforte la présence d'une phase solide à grande profondeur avec le croisement des courbes. Après ce croisement, vers les parties profondes, la température n'est plus assez élevée pour que le fer passe en phase liquide. Le géotherme du noyau croise la courbe de solidus du fer vers 300 GPa. A ces pressions, le noyau passe alors de l'état liquide à l'état solide, ce qui correspond à une profondeur de 5000 km environ. Il n'y a pas coïncidence entre le diagramme du fer solide et la profondeur obtenue par le calcul du géotherme. Cela peut être lié à une composition du noyau solide différente de celle du fer pur ou à un changement de géotherme dans la graine. A 2900 km, la température est de 4000 K ; et à 5150 km, elle est de 5500 K.

Nota : une petite erreur s'est glissée dans la légende de la figure 16. En effet, sur le diagramme, les trois phases sont notées α , γ et ϵ , alors que dans la légende il est écrit que les domaines α , β et ϵ correspondent à différentes structures cristallines du fer. Il fallait remplacer β par γ . Cela n'a eu aucune incidence sur les réponses à la question.

Cette question a été évitée par un grand nombre de candidats. Plusieurs copies ont donné la bonne réponse en l'explicitant. Les réponses ont été basées sur l'observation du diagramme du fer recoupé ou non par le géotherme.

3. LES BASSINS TERTIAIRES ET LE VOLCANISME RECENT

3.1. Par l'application des principes élémentaires de chronologie relative, on a la succession suivante : (i) les migmatites, (ii) les roches détritiques (Eocène-Oligocène), (iii) les basaltes, et pour finir (iv) les trachytes accompagnés de brèches explosives et de pente.

De manière surprenante, les bonnes réponses sur la succession des formations ne sont pas fréquentes du tout. Et c'est pire en ce qui concerne la reconnaissance des familles de failles et leur chronologie. La succession suivante, erronée, des formations a été couramment rencontrée : (i) roches détritiques (Eocène), (ii) basaltes, (iii) migmatites, et (iv) trachytes. On a aussi parfois les basaltes en premier puis le reste des formations en position normale. Il semble que l'origine géologique de toutes les roches soit équivalente dans le raisonnement des élèves, notamment qu'une migmatite puisse se former comme des roches sédimentaires ou des roches effusives, à la surface de la terre. L'histoire profonde liée à l'enfouissement, au métamorphisme, puis à la remontée des migmatites est totalement occultée du raisonnement. Si les copies rappellent fréquemment le mécanisme de recoupement, ce n'est pas le cas pour le principe de superposition. La légende de la carte géologique a été peu considérée, de même que la situation géologique dans le MCF, où l'on pouvait savoir, d'après les questions relatives à l'analyse du secteur de Genis, que les migmatites étaient rattachées à l'orogénèse hercynienne avec formation de nombreux granites vers 300 Ma.

Concernant les failles, on peut distinguer trois grandes familles en termes d'orientation. Les failles orientées Nord-Sud (N0) recoupent les migmatites mais pas les autres entités géologiques. Les failles Nord-Est/Sud-Ouest (N40) recoupent les migmatites et les roches détritiques, mais pas les entités volcaniques (basaltes et trachytes). Les failles Nord-Ouest/Sud-Est (N130) recoupent les migmatites, bordent les roches détritiques mais ne recoupent pas les basaltes et trachytes. C'est le principe de recoupement pour les failles par rapport aux formations antérieures et le principe de superposition dans les formations antérieures qui établit leur chronologie.

De manière inattendue, c'est en général très mauvais, y compris dans la présentation des faits, et surtout très incomplet. Le nombre, l'orientation et la nature des failles ont été peu considérés. Beaucoup de copies n'ont enregistré qu'une famille de failles, celles orientées Nord-Ouest/Sud-Est. Il est souvent indiqué que ces failles recoupent la plupart des formations, dont les basaltes mais pas les trachytes dont l'emplacement reflète les derniers événements géologiques du secteur. En effet, la chronologie par rapport aux couches sédimentaires est souvent fautive. Le mouvement et la nature des failles est quelquefois donné. Parfois on signale des failles Nord-Est/Sud-Ouest.

3.2. • Echantillon a : la présence simultanée de phénocristaux, de microlites de composition variée, baignant dans une matrice sombre, vitreuse est caractéristique d'une roche effusive. La texture est donc microlithique porphyrique. Compte tenu de la composition des phénocristaux, surtout des clinopyroxènes associés à de l'olivine et à du plagioclase, la roche est un basalte. Ces minéraux se retrouvent également dans les microlithes avec des plagioclases, en plus grande abondance (présence des baguettes blanches), en association avec des oxydes de fer. Les phénocristaux sont automorphes, parfois corrodés (trou noir rempli de matrice vitreuse) et zonés, notamment les clinopyroxènes, ce qui traduit une évolution

dans la composition du magma depuis la cristallisation du cœur des phénocristaux. L'ordre de cristallisation serait olivine et clinopyroxènes (très abondants), puis plagioclase et oxydes de fer, et enfin le verre, ici du magma résiduel.

La description de la roche est souvent très pauvre. On rappelle dans une phrase la liste des minéraux décrits situés dans une 'pâte de verre'. La nature des minéraux et la présence de verre conduisent la plupart des élèves à reconnaître un basalte. La texture est parfois dite microlithique, le terme 'phénocristaux' n'est pas fréquemment employé ; la texture porphyrique exceptionnellement signalée.

• Echantillon b : pour les mêmes raisons que précédemment, la roche est une lave avec une texture microlithique porphyrique. Olivine et pyroxènes sont absents. Les phénocristaux sont constitués d'une amphibole brune réactionnelle qui donne, par réaction avec le magma, une association de feldspaths, avec des clinopyroxènes riches en titane et des oxydes ferro-titanés, autrement abondant dans la matrice feldspathique du fond de la roche. Ces minéraux caractérisent une roche évoluée (série de Bowen), d'après la nature des minéraux présents (amphibole et feldspaths), une richesse en éléments incompatibles (Ti) et en alcalins, Na et K. Tous ces éléments indiquent une cristallisation à partir d'un magma relativement riche en silice. La richesse en éléments incompatibles présents dans les minéraux (pyroxènes titanifères, feldspaths et oxydes) indique une roche ayant une tendance alcaline. Il s'agit donc d'une lave alcaline, évoluée, proche des trachytes.

La lave trachytique a été plus difficilement reconnue que le basalte. Plusieurs copies ont bien défini la présence d'une texture microlithique dans les deux roches sans indiquer systématiquement la présence de phénocristaux, de microlithes et de verre plus ou moins altérés. De nombreuses copies mentionnent la présence d'une roche métamorphique à cause de la couronne réactionnelle signalée dans l'énoncé. Pour eux, l'existence de couronnes réactionnelles ne semble pas pouvoir exister dans les magmas. Or la pétrologie expérimentale indique que la cristallisation d'une phase au liquidus peut être suivie, à cause de l'évolution du liquide, par une réaction avec ce liquide, la phase n'étant plus à l'équilibre avec le liquide. C'est le cas lors de la disparition de l'olivine au profit de l'orthopyroxène. Manifestement le fonctionnement des diagrammes de phase n'a pas été illustré par des exemples concrets pris dans la nature. Ainsi, toute présence de couronne est attribuée au métamorphisme.

3.3. Dans le diagramme TAS (Total Alkali Silica), la roche A est un basalte, la roche B, une andésite et la roche C, une rhyolite. Au sein du diagramme, les points s'alignent selon une enveloppe située à des valeurs de Na_2O et K_2O , au-dessus de 3 et le plus souvent au-dessus de 4. Les points sont localisés dans les cadrans pour trachybasalte, trachyandésite et trachyte, en dessous de la série basanite-phonolite qui est très alcaline, mais au-dessus des séries tholéiitiques. Il s'agit donc d'une série alcaline. Ceci est aussi confirmé par la minéralogie des basaltes, avec des basaltes riches en Ti, et celles de la lave évoluée, proche des trachytes, riches en titane, feldspaths et oxydes de fer.

Les résultats sont moyens en ce qui concerne la position des laves dans le diagramme TAS. Et pourtant la nomenclature des roches situées de part et d'autre aurait dû faciliter le placement des basaltes et andésites. Dans ce diagramme destiné à la projection de la composition des laves, il n'est pas rare de rencontrer des termes de roches grenues tels gabbro, diorite et granite. Il y a apparemment un manque de connaissances élémentaires qui empêche de raisonner sainement et rapidement d'une part, et surtout de s'exprimer de façon compréhensible. On constate toujours le mélange entre les termes et notions de poids d'oxydes, éléments incompatibles et minéraux.

3.4. La série est définie dans le diagramme TAS avec une lignée plus ou moins continue, marquée toutefois par deux concentrations de points plus fortes : (i) vers les basaltes et (ii) vers les trachytes/trachyandésites. Sur le terrain (Fig.17), la carte à 1/250 000 reconnaît d'une part, les basaltes, et d'autre part, un ensemble de laves et brèches trachytiques. La répartition de la densité des points sur le diagramme TAS reflète ainsi la répartition des laves prédominantes sur le terrain, à savoir, basalte et trachyte. Du point de vue chronologique, dans le cadre de l'évolution géochimique d'une même série alcaline, les trachytes cristallisent après les basaltes. Sur la carte, les trachytes sont superposés aux basaltes (question 3.1). Il y a donc concordance dans le temps entre les observations chronologiques tirées de la carte et l'évolution chronologique d'une suite magmatique alcaline. Du point de vue rhéologique, peu d'éléments sont à notre disposition. Cependant, on constate que, sur la carte, les affleurements de trachytes sont très discontinus, moins étendus, comparés à ceux des basaltes qui couvrent de grandes surfaces. La légende (Fig. 17) signale avec les trachytes, la présence de nombreuses brèches d'explosion et de pentes. Cette lithologie cadre bien avec l'existence d'un magmatisme explosif. Ainsi, le magmatisme trachytique explosif contraste avec l'épanchement des basaltes sur de grandes surfaces. L'augmentation de la viscosité allant de pair avec l'augmentation en SiO_2 .

La chronologie de dépôt des laves n'est pas toujours mise en rapport avec la succession géochimique des laves observées dans le diagramme TAS. Rares sont les copies qui rappellent que la viscosité des liquides augmente avec la teneur en SiO_2 et/ou la diminution de température. Les copies l'indiquant soulignent par ailleurs l'aspect localisé des trachytes par rapport aux vastes épanchements de basalte.

- Les observations précédentes montrent que d'après l'évolution géochimique dans le diagramme des roches prélevées dans la région d'Yssingeaux, et leur répartition sur le terrain, il est plausible que les différents faciès correspondent aux différents produits de différenciation de magmas alcalins qui, toutefois, auraient émis vers la surface beaucoup de basalte et de termes très différenciés (trachyte et trachy-andésite). Les considérations de temps, d'espace et la géochimie sont compatibles avec l'existence et la mise en place d'une série alcaline.

La réponse à cette question est complémentaire de la précédente. Si on se réfère le plus souvent à l'alignement des points dans le diagramme TAS, pour indiquer que les trachytes se forment bien avec les basaltes lors d'une différenciation magmatique, il est moins souvent évoqué la relation physique de terrain, avec le cortège unité de lieu et de temps qui est donc compatible avec l'hypothèse d'une série géochimique.

- Le processus magmatique impliqué correspond à la cristallisation fractionnée qui aurait permis le développement de la série géochimique comme en témoignent la diversité et l'abondance de produits différenciés ainsi que la zonation des minéraux, comme les clinopyroxènes.

La réponse à cette question a été souvent lapidaire et parfois déjà indiquée dans la réponse à la question précédente.

- La description des roches a montré qu'il y avait olivine, clinopyroxène $\pm$ titanifère, plagioclase, au début de la différenciation, suivie des amphiboles brunes, puis des feldspaths alcalins et oxydes de fer et titane. Cette succession est compatible avec la suite minéralogique de Bowen établie lors d'un fractionnement à température décroissante et augmentation de la teneur en silice dans le magma. C'est le fractionnement des premiers minéraux qui influence la nature des liquides résultants.

C'est une question qui a reçu peu d'attention et peu de réponse. Si les copies indiquent que le processus magmatique responsable de la série observée est la cristallisation fractionnée, on oublie de mettre ce processus en pratique. C'est le fractionnement des minéraux et leur séparation d'avec le liquide qui permettent à la composition de ce dernier d'évoluer très rapidement. Donc il fallait recenser, en particulier, les premiers minéraux qui cristallisaient (olivine, clinopyroxène et plagioclase) et qui étaient responsables de l'évolution des liquides résiduels. Ce mécanisme intervenant à tous les degrés de fractionnement, il fallait ensuite ajouter d'autres minéraux à cette liste, dont les amphiboles, les oxydes de fer et les feldspaths. Cette question montre que si les termes de 'différenciation magmatique', 'fractionnement', 'cristallisation fractionnée' sont connus de nombre d'élèves, de même que la fameuse séquence de Bowen, leur signification concrète à partir de deux échantillons laisse à désirer. Les élèves n'ont donc pas toujours répondu à cette question. Ils ont parfois saupoudré la réponse avec un ou deux minéraux pris au hasard. Rares sont les copies qui ont clairement dit que les premiers minéraux à cristalliser dans les basaltes conditionnaient la nature du liquide résiduel. On est dans l'ordre de 1 à 2 %. Ceci traduit que la compréhension intime de la cristallisation fractionnée chez les élèves n'est pas réalisée.

3.5. La roche est localement bien foliée. La foliation est soulignée par des lits sombres, riches en biotite. Des concentrations leucocrates se sont développées dans certains lits et surtout dans la charnière des plis anisopaques (bourrage), ainsi que dans des filons légèrement sécants sur la foliation. Il s'agit donc d'une roche déformée de façon plastique, microplissée, cisailée, dans laquelle la foliation a localement disparu, remplacée par du leucosome. De même, les têtes de plis ont tendance à être séparées des flancs du pli, et à avoir été déplacées. La roche est donc une migmatite avec des parties bien foliées où les lits fins riches en biotite correspondent à la fraction solide résiduelle de la fusion partielle d'un gneiss, et des zones leucocrates grenues avec quartz et feldspaths, qui évoquent un produit de cristallisation magmatique. Les cordiérites forment de grosses taches dans le leucosome recristallisé. La migmatite a été soumise au faciès à cordiérite (fusion hydratée).

Question d'observation et de description d'une très grande pauvreté. Les plis qui dominent sur l'affleurement ont été rarement signalés ! Et le reste est très pénible à suivre, même si, parfois, la reconnaissance de la roche est correcte sans argumentation digne de ce nom.

3.6. Le système quartz-albite-orthose montre un eutectique au point M, réunion des eutectiques quartz-albite et quartz-orthose. Albite et orthose sont miscibles. C'est le point d'apparition des premiers liquides lors de la fusion partielle.

Le diagramme b montre que la composition de nombreux granites est proche de l'eutectique M (diagramme a). Ces granites ont donc une composition qui s'apparente à celle des premiers liquides

formés par fusion partielle dans le système quartz-albite-orthose. Sur le terrain, les premiers liquides leucocrates visibles dans les migmatites (Fig. 20), montrent bien souvent des reliques de gneiss lités. Ainsi la croûte gneissique est souvent, à l'origine, le matériel qui subit la fusion partielle lors d'une collision. En d'autres termes, on demande de montrer que les granites peuvent dériver de la fusion partielle de matériaux enfouis de type gneiss. Il y a coïncidence entre le minimum thermique du système ternaire quartz-albite-orthose et la composition des granites. Ainsi, les granites ont la composition d'un système comportant, d'une part du quartz, et d'autre part un constituant avec albite et orthose. La composition de ce système s'apparente au leucosome présent dans les migmatites. Ainsi les granites pourraient provenir d'un liquide extrait par fusion de la croûte continentale à partir des gneiss. Le système quartz-albite-orthose explique la présence de leucosome et de restites dans les migmatites issues de la fusion des gneiss.

Il y a encore des candidats qui ne connaissent pas les diagrammes expérimentaux. Et c'est là que l'on se rend compte que le mécanisme de la fusion partielle n'est pas encore bien compris. On peut souvent lire : "Comme les gneiss renferment les mêmes minéraux que les granites, il n'y a pas de problème à obtenir un granite à partir d'un gneiss lors de la fusion de celui-ci", ou encore "Le liquide obtenu quelle que soit la composition du gneiss de départ est un granite".

3.7. Pour que la fusion de la croûte continentale débute, il faut que le géotherme recoupe le solidus du granite. Dans ce cas, la température est suffisamment élevée pour que des roches granitiques commencent à fondre. Dans le cas présent (Fig. 22), le solidus est recoupé vers 38 km de profondeur. Les réponses sont plutôt bonnes dans l'ensemble, même si on n'a pas compris comment la roche fond (cf. question précédente).

3.8. Il existe plusieurs types de granites, les granites alumineux, les granites à cordiérite et les leucogranites ; les premiers étant largement antérieurs aux deux derniers. Chaque série de granite se met en place pendant un temps variable, de 540 Ma à 390 Ma pour les granites alumineux et de 370 Ma à 280 Ma pour les granites à cordiérite et les leucogranites. Chacune de ces trois séries présente un alignement qui recoupe le rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ du manteau à des âges différents. Ces trois âges (540 Ma, 410 Ma, 370 Ma) correspondent à l'âge de leur source respective, qui est donc différent pour chacune des trois séries de granite.

Peu d'inspiration pour cette question. Le plus souvent, il n'y a pas de réponse.

3.9. Les gneiss de la formation (t_{p3}^{ff}) sont cambro-ordoviciens (540-443 Ma). Excepté pour les termes inférieurs de la série, vers 540 Ma, ces gneiss ne représentent pas de bons candidats comme source des granites hercyniens.

Comme pour la question précédente, le plus souvent il n'y a pas de réponse.

4. AUTOUR DU PARCOURS GEOLOGIQUE DANS LE MCF

- Cambrien (540-485 Ma) à Cambro-ordovicien

540 Ma, source à l'origine des granites alumineux.

Magmatisme acide avec rhyolites et ignimbrites (volcanisme explosif).

Série sédimentaire métamorphisée en schistes à mica blanc et chlorite.

- Ordovicien (485-444 Ma)

Mise en place du groupe de Génis : gabbros et basaltes en coussin.

- Silurien (444-420 Ma) : lacune

- Dévonien (420-360 Ma)

410 Ma, source à l'origine des granites à cordiérite

370 Ma, source à l'origine des leucogranites potassiques

- Carbonifère (360-300 Ma)

Formation de bassins intracontinentaux, associés à des décrochements

300 Ma, fin de mise en place des granites en liaison avec la collision hercynienne.

Erosion et altération (rubéfaction) durant au moins 60 Ma, avec climat chaud de plus en plus sec.

Dépôts détritiques terrigènes (grès fins).

- Permien (300-250 Ma)

Dépôts détritiques terrigènes (conglomérats et grès) concordants sur le Carbonifère, mais en discordance sur le socle.

Formation du supercontinent.

- Trias (250-200 Ma)

Lacune de la totalité du Trias (dans le domaine d'étude).

210 Ma, impact de la météorite de Rochechouart.

- Jurassique (200-145 Ma)

Transgression du Jurassique inférieur : développement de faciès marins (bassin aquitain) sur le socle du MCF.

De l'Hettangien au Bajocien : enregistrement de faciès marquant l'évolution d'une marge passive, avec à la base des conglomérats, des grès et des calcaires dolomitiques (Hettangien inférieur), des calcaires variés (Hettangien supérieur à Pliensbachien), puis des marnes (Toarcien-Aalénien) et enfin des calcaires oolithiques (Bajocien).

Lacune de la fin du Jurassique moyen (Bathonien-Callovien) et de la totalité du Jurassique supérieur.

- Crétacé (165-66 Ma)

Lacune sédimentaire.

- Paléocène-Oligocène (66-23 Ma)

Série sédimentaire détritique terrigène en discordance sur l'ensemble des terrains antérieurs (Paléozoïque et Mésozoïque).

Réseau de failles Nord-Ouest Sud-Est

- Miocène (23-5 Ma)

Réseau de failles Nord-Est Sud-Ouest

Activité magmatique : épanchements de basaltes, puis volcanisme explosif trachytique.

Peu de réponses à cette question où il s'agissait simplement de reprendre les différents éléments, de bien les ordonner stratigraphiquement et de proposer une liste. Il semble clair que les élèves ont manqué de temps pour répondre. Et pourtant, ce sujet semblait plus court que ceux des années précédentes. Indépendamment du temps, cela indiquerait que les candidats portent peu d'attention à l'énoncé. S'ils ont manqué de temps, c'est qu'ils ont passé beaucoup trop de temps, sans doute, sur le schéma structural, qui leur a semblé représenter une difficulté majeure, indépendamment de la question sur les discontinuités/discordances.

Enfin, on ne rappellera jamais assez que l'on décrit les événements selon la succession des couches, en suivant l'ordre stratigraphique, c'est-à-dire du plus ancien au plus récent, ici depuis les séries du Cambrien jusqu'au Miocène.

Remarques générales

Le sujet comporte plusieurs questions relatives à la description d'objets variés à diverses échelles ; il s'agit là d'une compétence fondamentale pour un géologue. D'une manière générale, les descriptions sont pauvres car il y a un déficit d'observation et un déficit de terminologie. C'est vrai pour la description de paysages, comme pour celle de roches observées à partir d'échantillons macroscopiques de terrain et en lames minces. On ne porte pas attention à l'échelle d'observation, pas plus qu'à la taille des objets à leur forme, à leur couleur, à leur situation par rapport aux autres objets. C'est particulièrement vrai pour les minéraux des roches magmatiques pour lesquels on ne tient pas compte de l'ordre de cristallisation. Le terme phénocrystal est peu fréquent, de même que les adjectifs qui peuvent qualifier une texture (comme interstitiel, anguleux) sont peu présents. Au-delà de l'anecdote, le peu de précision dans la description des objets devient un obstacle pour la compréhension des processus géologiques inscrits dans l'agencement des roches et des minéraux. L'exercice relatif au schéma structural à partir de la carte géologique n'a pas été aussi discriminant qu'on l'attendait, car la plupart des schémas rendus se ressemblaient, évidemment dans l'inexactitude. De plus, nous ne pouvons que conseiller aux candidats de lire attentivement les portions de texte qui accompagnent les questions. Par exemple, une lecture approfondie de l'introduction sur l'astéroïde de Rochechouart (description des processus liés à l'impact de la météorite sur le socle) permettait d'extraire des éléments pour répondre à différentes questions.

L'équipe de conception et correction est bien consciente que les élèves des classes préparatoires BCPST ont un programme lourd et dispersé. Raison de plus pour que chaque candidat fasse un effort pour bien assimiler les notions de base du programme de géologie. Dans ces conditions, une meilleure lecture de l'énoncé, accompagnée d'un effort de réflexion, plutôt que la recherche de la phrase type à utiliser, issue d'un cours si bon soit-il, devrait permettre au candidat moyen de produire une meilleure copie. Nous attirons l'attention des candidats sur l'intérêt qu'ils ont à rendre une copie propre, lisible et claire ; le minimum étant, au moins, de numérotter les questions selon l'ordre indiqué sur le sujet.

Néanmoins, les correcteurs ont eu leur lot de bonnes copies, claires tant sur le fond que sur la forme. En fait, on peut distinguer deux familles de bons candidats. Il y a ceux qui répondent correctement à toutes

les questions. Ils n'écrivent pas tout ce que l'on pourrait attendre, mais ils soumettent des réponses si logiquement exprimées que l'on est assuré que leurs connaissances sont suffisantes, et clairement comprises, pour bien appréhender le sujet. Il y a ceux qui répondent brillamment à la moitié des questions et s'effondrent dans les questions suivantes. Ce sont les plus nombreux de ceux qui ont une bonne formation en géologie. Ils maîtrisent une partie du programme, mais sont partiellement ou totalement démunis dans d'autres parties. En conclusion, les bons voire très bons candidats démontrent qu'ils ont reçu un enseignement de qualité et qu'ils sont capables de mobiliser leurs connaissances dans la résolution d'un problème.

La conceptrice remercie Simon Couzinié pour la photographie de migmatite, et Philippe Marion pour les documents relatifs au diagramme de phase du fer.

Références bibliographiques

Bataille C.P., Willis A., Yang X. & Liu X.M. (2017) – Continental igneous rock composition: a major control of past global chemical weathering. – *Science Advances*, **3**, 1-16.

Berner R.A. (2004) – The Phanerozoic carbon cycle: CO₂ and O₂. – Oxford Univ. Press, 150 p.

Berner R.A. (2006) – GEOCARBSULF: a combined model for Phanerozoic atmospheric O₂ and CO₂. – *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **70**, 5653-5664.

Berner R.A. & Kothavala Z. (2001) – GEOCARB III: a revised model of atmospheric CO₂ over Phanerozoic time. – *American Journal of Science*, **301**, 182-204.

Cohen B.E., Mark D.F., Lee M.R. & Simpson S.L. (2017) – A new high-precision ⁴⁰Ar/³⁹Ar age for the Rochechouart impact structure: at least 5 Ma older than the Triassic-Jurassic boundary. – *Meteoritics & Planetary Science*, **52**, 1600-1611.

Colombié M. (2017) – Matériaux métalliques. Propriétés, mise en forme et applications industrielles des métaux et alliages. – Dunod Ed., 2^{ème} édition, 880 p.

Dupeux M. & Gerbaud J. (2010) – Exercices et problèmes de sciences des matériaux. – Dunod Ed., 240 p.

Grieve R.A.F. (1991) – Terrestrial impact: the record in the rocks. – *Meteoritics*, **26**, 175-194.

Koeberl C., Shukolyukov A. & Lugmair G.W. (2007) – Chromium isotopic studies of terrestrial impact craters: identification of meteoritic components at Bosumtwi, Clearwater East, Ippajärvi, and Rochechouart. – *Earth and Planetary Science Letters*, **256**, 534-546.

Royer D.L. (2006) – CO₂-forced climate thresholds during the Phanerozoic. – *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **70**, 5665-5675.

Salomon J.N. & Auliy T. (2010) – Impacteurs et astrolèmes : essai de classification et approche géographique. – *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, **1**, 3-20.

Wyns R. (2020) – Les altérations supergènes et la géodynamique de la lithosphère. – *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris*, **57**, 60-66.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99	3	0,19	3	0,19
2 à 2,99	1	0,06	4	0,25
3 à 3,99	10	0,63	14	0,88
4 à 4,99	26	1,63	40	2,51
5 à 5,99	45	2,82	85	5,33
6 à 6,99	78	4,89	163	10,23
7 à 7,99	130	8,16	293	18,38
8 à 8,99	219	13,74	512	32,12
9 à 9,99	242	15,18	754	47,30
10 à 10,99	252	15,81	1006	63,11
11 à 11,99	200	12,55	1206	75,66
12 à 12,99	157	9,85	1363	85,51
13 à 13,99	101	6,34	1464	91,84
14 à 14,99	69	4,33	1533	96,17
15 à 15,99	32	2,01	1565	98,18
16 à 16,99	17	1,07	1582	99,25
17 à 17,99	4	0,25	1586	99,50
18 à 18,99	7	0,44	1593	99,94
19 à 19,99		0,00	1593	99,94
20	1	0,06	1594	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1594

Minimum : 1,16

Maximum : 20

Moyenne : 10,23

Ecart type : 2,64

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	5	0,31	5	0,31
3 à 3,99	5	0,31	10	0,63
4 à 4,99	21	1,32	31	1,94
5 à 5,99	42	2,63	73	4,58
6 à 6,99	122	7,65	195	12,23
7 à 7,99	187	11,73	382	23,96
8 à 8,99	226	14,18	608	38,14
9 à 9,99	178	11,17	786	49,31
10 à 10,99	192	12,05	978	61,36
11 à 11,99	150	9,41	1128	70,77
12 à 12,99	137	8,59	1265	79,36
13 à 13,99	108	6,78	1373	86,14
14 à 14,99	93	5,83	1466	91,97
15 à 15,99	65	4,08	1531	96,05
16 à 16,99	35	2,20	1566	98,24
17 à 17,99	16	1,00	1582	99,25
18 à 18,99	8	0,50	1590	99,75
19 à 19,99	2	0,13	1592	99,87
20	2	0,13	1594	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1594

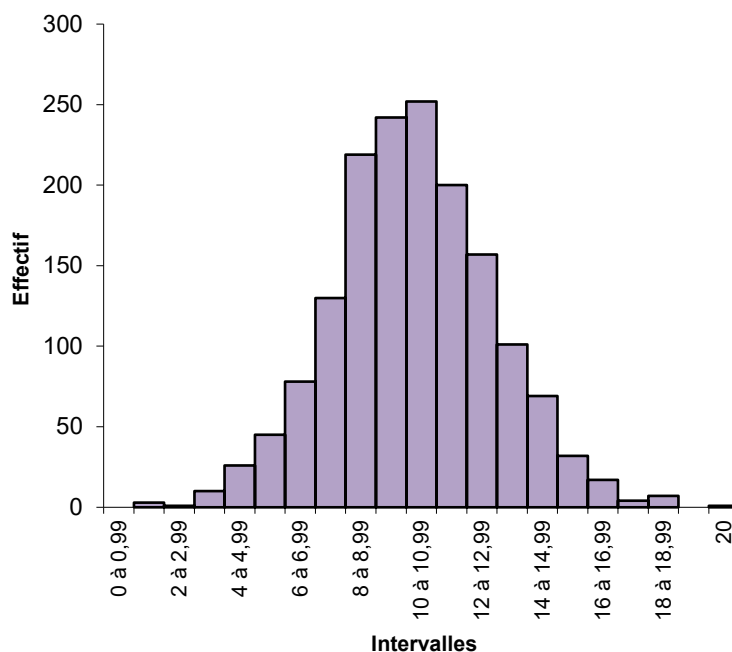
Minimum : 2,09

Maximum : 20

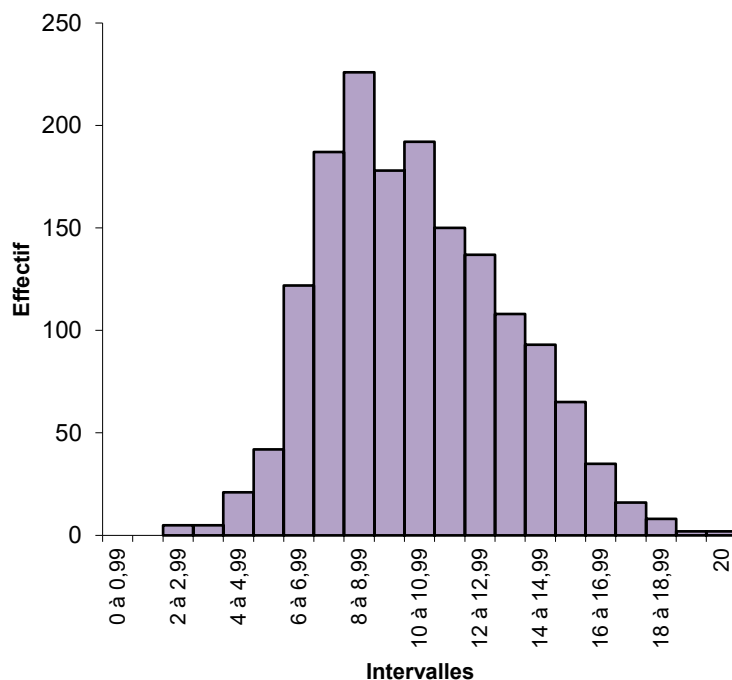
Moyenne : 10,38

Ecart type : 3,02

GÉOLOGIE ÉCRIT



COMPOSITION FRANCAISE



ÉPREUVE DE COMPOSITION FRANCAISE

Vladimir Jankélévitch, *L'Irréversible et la Nostalgie*, Éd. Flammarion, 1983

« C'est par rapport au seul fait de la passéité du passé, et en relation avec la conscience d'aujourd'hui, que le charme inexplicable des choses révolues a un sens. C'est donc la conscience tragique de l'irréversible qui est le cœur de la nostalgie. C'est parce que la douceur maternelle est irréversible qu'elle est le paradis perdu ; c'est parce que notre enfance est à jamais inaccessible qu'elle nous paraît heureuse ».

Vous évalueriez la pertinence de cette affirmation à la lumière des œuvres de Rousseau, Andersen et Soyinka.

Analyse du sujet

I – L'enfance est érigée en mythe personnel, le mythe d'un paradis originel dont nous gardons le doux souvenir, en réalité cette enfance heureuse est un mirage.

V. Jankélévitch définit l'enfance comme « un paradis » originel (« la douceur maternelle ») dont notre mémoire garde le sentiment diffus (« charme inexplicable ») et quasi magique (« charme »), associé à l'idée de bonheur (« heureuse »). Il s'agit donc d'une période enchantée et intemporelle. Nous pourrions parler d'un état d'apesanteur.

Toutefois il s'agit bien d'un mythe, d'une illusion (« elle nous paraît heureuse ») en effet Jankélévitch va s'attacher à définir ce qui nourrit cette illusion (« c'est par rapport au seul fait », « c'est donc », « c'est parce que »).

II – L'enfance ne semble heureuse que parce qu'elle est un paradis perdu : vieillir est un processus inéluctable marqué par le passage du temps qui creuse en nous un vide, une absence.

Le temps nous arrache à cet état d'apesanteur « choses révolues » « paradis perdu », le charme de l'enfance ne consiste pas tant dans ce que fut l'enfance que dans le fait d'avoir été et de n'être plus (« la passéité du passé »). Le temps avance inexorablement et nous éloigne de ce paradis perdu (« irréversible » (2 fois), « à jamais inaccessible »).

III – La « nostalgie » s'apparente à un fantôme qui nous hante (*algia* signifie la douleur, *nostos* le retour) et procède de cette conscience tragique et douloureuse de la marche inexorable du temps et d'un retour à un passé perdu qui nous constituerait.

Le titre de l'œuvre de Jankélévitch (*L'Irréversible et la nostalgie*) souligne bien l'articulation entre la nostalgie et la conscience de l'irréversibilité du temps. La conscience douloureuse et « tragique » de l'irréversibilité du temps habite « la conscience d'aujourd'hui ».

L'enfance nous échappe, et nous cherchons à la saisir pour nous retrouver, nous penser, nous comprendre, nous construire, nous reconstruire.

IV – L'enfance retrouvée dans le récit pour guérir de la nostalgie.

Le récit permet peut-être de retrouver le paradis perdu de l'enfance et de contrer le processus inéluctable du temps par l'artifice de la mémoire. La convocation du passé au présent dans l'agencement ordonné des souvenirs épars instaure une continuité, une nécessité et par là une signification à ce qui n'en a peut-être jamais eu. (« c'est en relation avec la conscience d'aujourd'hui que le charme inexplicable des choses révolues a un sens ») : le chaos, l'absence de sens : la reconstruction d'un ordre, donner du sens (cf Freud) à l'« inexplicable », « un sens ».

Enjeux du sujet et problèmes

Le passage du temps :

Nous ne sommes pas nostalgiques du passé pour ce qu'il a été, mais seulement parce qu'il est passé, c'est-à-dire irréversible, c'est pourquoi l'enfance nous apparaît à jamais comme un temps

inaccessible. La conscience tragique du temps nous conduit à idéaliser l'enfance à jamais inaccessible.

- Ainsi sommes-nous réellement nostalgiques de notre enfance disparue ou bien simplement désespérément malheureux du temps qui passe et qui creuse la rupture entre l'enfant que nous étions et l'adulte que nous sommes ?

L'idéalisation de l'enfance et la création d'un mythe personnel :

Ce processus nous conduit à une idéalisation du passé et de l'enfance qui nous apparaît comme un paradis et le berceau originel dont le temps nous a chassés.

- L'enfance heureuse dont nous cultivons le souvenir n'est-elle alors qu'une illusion ?
- Pour autant l'enfance nous apparaît-elle toujours comme un bonheur irrémédiablement perdu ?
- La nostalgie est-elle forcément liée à un sentiment de tristesse et ne peut-on éprouver du plaisir à se souvenir ?
- L'enfance est-elle toujours douce ? La douceur doit être discutée : l'enfance d'Andersen et Rousseau n'est pas douce, elle est tragique et éprouvante.

Récit et résilience :

La nostalgie de l'enfance se définit comme le souvenir présent à la conscience d'un temps passé auquel on ne peut renoncer. Mais si les souvenirs sont marqués par la discontinuité et le sentiment de perte, la conscience, la création, le récit fantasmé permettent peut-être de reconfigurer l'expérience douloureuse du temps perdu et irréversible en lui conférant un ordre, du sens et une nécessité. Finalement le récit permettrait d'actualiser le passé dans un retour qui ne serait plus douloureux mais apaisé.

- Si l'étymologie du mot « nostalgie » connote le souvenir douloureux d'un temps perdu qui ne se rattrape plus (ou guère... comme dit la chanson), faut-il alors faire son deuil du mythe de l'enfance heureuse ?
- Et le récit peut-il nous guérir de la nostalgie de l'enfance ?

Problématiques possibles

De quoi sommes-nous réellement nostalgiques quand nous évoquons l'enfance ?

Le sentiment de perte nous conduit-il à idéaliser l'enfance ?

Sommes-nous davantage nostalgique du temps qui passe que du vécu de l'enfance ?

Est-ce seulement la nostalgie qui justifie l'intérêt qu'on porte et qu'on doit porter à l'enfance ?

Comment se libérer d'une nostalgie vaine pour mieux reconsidérer l'enfance et réconcilier les âges ?

Remarques concernant la langue et l'expression écrite

Beaucoup, trop de fautes d'orthographe lexicale et grammaticale ! Bien plus que les années précédentes !

On n'insistera jamais assez sur la nécessité de se relire régulièrement (sans attendre la fin du devoir) et de vérifier les accords en genre et en nombre.

De grosses fautes de conjugaison ne devraient plus être faites (revoir particulièrement les verbes « s'appuyer », « inclure », « conclure » au présent et au futur de l'indicatif).

Il y a aussi, hélas, de nombreux problèmes de syntaxe : la ponctuation est souvent aléatoire, voire inexistante ou inappropriée ... Mais ce qui est pis encore, c'est la méconnaissance de l'interrogation directe (avec inversion simple ou complexe du sujet et point d'interrogation) et indirecte (subordination, absence d'inversion et de point d'interrogation).

Rappelons aussi que la locution conjonctive « bien que » est toujours suivi de l'emploi du mode subjonctif.

Il eût fallu être aussi plus prudent avec certains termes, tels « impact » (réservé à l'artillerie ; lui préférer « influence » ou « conséquence »), ou « positif » (qui signifie « certain » ; lui préférer « mélioratif », voire « optimiste ») ou encore « négatif » qu'il aurait fallu réserver exclusivement à

« l'éducation négative » de Rousseau afin d'éviter des confusion (préférer à « négatif » : « péjoratif », « pessimiste » suivant le contexte).
Toutes ces erreurs dévalorisent considérablement la réflexion des candidats.

En ce qui concerne la rédaction et la méthode de la composition

La méthode dissertative est connue et suivie par la plupart des candidats ; néanmoins on trouve encore beaucoup de maladresses, voire d'incongruités.

On doit éviter pour la formulation de la problématique une multiplication de questions, car cela brouille considérablement la perspective démonstrative du devoir : le lecteur ne sait ainsi plus ce qui est prioritaire et le problème exact et précis que le rédacteur a choisi de privilégier. De la même façon, on proscriera les problématiques doubles et contradictoires qui risquent d'aboutir à des absurdités. Par exemple : « l'enfance est-elle synonyme de bonheur ou au contraire une période douloureuse que l'on souhaite oublier ? » ; en effet cela ne peut aboutir qu'à un plan binaire où vont s'entrechoquer deux points de vue en opposition pour un aboutissement vain (le cheval blanc d'Henri IV ne pouvait pas être à la fois blanc et noir !).

Dans le développement on doit privilégier un ton soutenu ; une dissertation n'est pas une liste de courses, ainsi les emplois réitérés de « premièrement », « deuxièmement », « troisièmement » sont à bannir.

De la même manière, il convient de restreindre les « tout abord », « puis », « ensuite », « enfin » ... Puisqu'il s'agit d'une composition argumentée, il faudrait ne pas abuser des connecteurs temporels, mais au contraire privilégier les connecteurs logiques (« ainsi », « par conséquent », « c'est pourquoi », « cependant », « néanmoins » etc.)

Insistons à présent sur le plus important : une dissertation consiste essentiellement en la discussion d'un énoncé ; c'est ainsi qu'on cherche à valider ses termes, sa thèse, mais aussi qu'on affronte ses éventuelles failles, insuffisances, paradoxes, apories ... Donc au cours du développement, on doit impérativement revenir très régulièrement et très fidèlement aux termes de l'énoncé, à son auteur, à l'ensemble et aux détails de son propos afin d'engager un dialogue fructueux avec lui ; il s'agit même de faire dialoguer entre eux l'auteur de l'énoncé, en l'occurrence Jankélévitch, avec Rousseau, Andersen et Soyinka. Trop de candidats l'oublient et ne reviennent pas assez régulièrement et précisément à l'énoncé après l'introduction ; c'est alors prendre le risque d'une réflexion trop vague, voire hors sujet.

Pour l'interprétation de l'énoncé et le traitement du sujet

De nombreux candidats se sont trompés ; ici l'auteur parlait de l'effet du temps sur l'adulte et sa mémoire ; il ne pouvait absolument s'agir du point de vue de l'enfant et encore moins de sa nostalgie !

Très artificiellement, certains ont cherché à traiter coûte que coûte de la question éducative en y accordant par exemple toute une partie, alors que cette question n'apparaissait pas explicitement dans le propos de Jankélévitch et paraissait trop être la volonté de vouloir réciter des connaissances apprises en cours, mais sans rapport direct avec le sujet.

Ainsi les correcteurs ont-ils trop fréquemment rencontré deux types de plan, trop rapides et superficiels, avec une deuxième et une troisième partie "à côté" des attentes du sujet, voire carrément « hors sujet ». Nous proposons ainsi en exemples deux plans erronés : I- La nostalgie ; II- L'enfance n'est pas forcément heureuse ; III- L'enfant doit être éduqué pour ne pas être nostalgique plus tard ou I- Nostalgie et idéalisation ; II- L'enfant n'est pas nostalgique et veut grandir ; III- Il faut savoir vivre au présent. On voit bien ici que ces II et III étaient quasi prêts à l'avance et ne concernent pas *stricto sensu* le sens de la citation proposée et les prolongements dialectiques attendus ! Sur ce dernier point, nous renvoyons à notre analysé de l'énoncé.

Trop de devoirs se réduisent à un exposé thématique sur le sentiment de nostalgie ; de la même manière n'était pas attendu un essai sur le bonheur ; ainsi la question « comment être heureux ? » était une fausse piste.

Il ne fallait pas avoir peur de lire le sujet ; sa formulation pouvait paraître complexe, mais il fallait élucider les termes principaux (« irréversible », « passité » ...) leur emploi ainsi que les rapports de sens qu'ils entretenaient entre eux pour arriver à établir, voire à traduire ce que disait Jankélévitch.

Terminons sur la longueur nécessaire du développement (trop de devoirs ne dépassent pas 5/6 pages) et l'équilibre à donner aux références : les trois auteurs devaient être sollicités à égalité (trop de candidats ont négligé soit Rousseau, soit Soyinka) ; il convient aussi de privilégier des citations et des analyses de passages précis plutôt que de se livrer à des narrations plus ou moins allusives ; rappelons que l'enjeu est bel et bien de mettre en rapport ces références avec le sujet lui-même, la problématique et le plan choisis dans un double souci, argumentatif et illustratif.

ÉPREUVE ORALE DE MATHÉMATIQUES

1 Déroulement 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). 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 sujet comporte toujours deux exercices dont un portant sur les probabilités. Les sujets couvrent l'ensemble du programme de première année et de deuxième année. 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. 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.

Le candidat peut commencer la présentation par l'exercice de son choix.

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!

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 (on peut aussi ajouter que cette méthode est souvent longue et «presque» inutilisable lors d'un oral qui dure si peu de temps).

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.
- 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

- 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).

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 intéressant que les candidats connaissent la fonction valeur absolue.
- 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'événements 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).

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 fausse 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 en est de même pour la recherche de primitives (même pour des fonctions de la forme $u'u$ ou $u'/u^2...$). Une primitive de la fonction $\frac{u'}{u}$ est $\ln(u)$ sans valeur absolue. 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 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 fausse. 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.

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	12	1,86	12	1,86
4 à 4,99	25	3,88	37	5,74
5 à 5,99	45	6,98	82	12,71
6 à 6,99	42	6,51	124	19,22
7 à 7,99	54	8,37	178	27,60
8 à 8,99	63	9,77	241	37,36
9 à 9,99	67	10,39	308	47,75
10 à 10,99	53	8,22	361	55,97
11 à 11,99	55	8,53	416	64,50
12 à 12,99	62	9,61	478	74,11
13 à 13,99	35	5,43	513	79,53
14 à 14,99	46	7,13	559	86,67
15 à 15,99	24	3,72	583	90,39
16 à 16,99	23	3,57	606	93,95
17 à 17,99	20	3,10	626	97,05
18 à 18,99	11	1,71	637	98,76
19 à 19,99	5	0,78	642	99,53
20	3	0,47	645	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 645

Minimum : 3,01

Maximum : 20

Moyenne : 10,88

Ecart type : 3,44

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	1	0,16	1	0,16
3 à 3,99	6	0,93	7	1,09
4 à 4,99	18	2,79	25	3,88
5 à 5,99	24	3,72	49	7,60
6 à 6,99	41	6,36	90	13,95
7 à 7,99	51	7,91	141	21,86
8 à 8,99	40	6,20	181	28,06
9 à 9,99	65	10,08	246	38,14
10 à 10,99	66	10,23	312	48,37
11 à 11,99	70	10,85	382	59,22
12 à 12,99	66	10,23	448	69,46
13 à 13,99	65	10,08	513	79,53
14 à 14,99	46	7,13	559	86,67
15 à 15,99	26	4,03	585	90,70
16 à 16,99	26	4,03	611	94,73
17 à 17,99	18	2,79	629	97,52
18 à 18,99	13	2,02	642	99,53
19 à 19,99	1	0,16	643	99,69
20	2	0,31	645	100,00

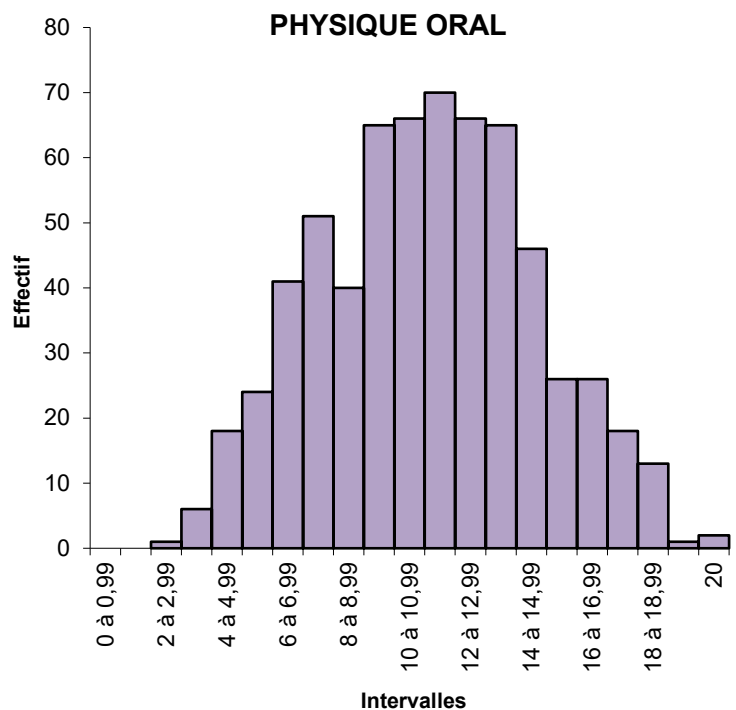
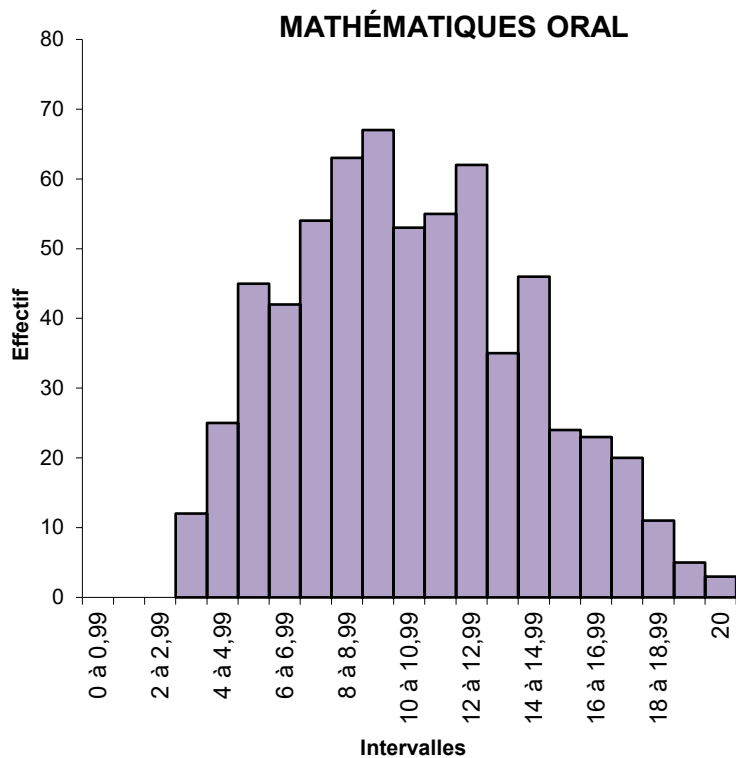
Nombre de candidats dans la matière : 645

Minimum : 2,22

Maximum : 20

Moyenne : 11,35

Ecart type : 3,89



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 8 environ) et d'un exercice (noté sur 12 environ), et porte sur l'ensemble du programme des 2 années de la filière BCPST.

COMMENTAIRE GÉNÉRAL

Dans l'ensemble, les candidats ont préparé les oraux en étant attentifs aux remarques du rapport du jury.

Si les définitions et théorèmes sont bien appris, ils ne sont pas forcément bien assimilés, et leur mise en œuvre est parfois délicate.

Le niveau est assez hétérogène et les membres du jury ont pu voir aussi bien des candidats qui font preuve d'une réelle maîtrise du programme avec un bon sens physique, que des candidats qui semblent un peu perdus et qui tentent de se raccrocher à quelques expressions du cours sans vraiment en saisir le sens.

Par rapport aux années précédentes, on note un nombre plus important de mauvaises prestations, les plus grosses difficultés apparaissant dans les systèmes optiques à deux lentilles, la mécanique, ainsi que dans les problèmes de diffusion où il est nécessaire de faire un bilan particulaire ou thermique correct.

L'équation différentielle d'un oscillateur harmonique est rarement reconnue spontanément, et conduit à une résolution fastidieuse et souvent erronée.

Les candidats n'ont pas toujours présent à l'esprit que la résolution d'une équation différentielle du second ordre commence par la recherche de solutions en $e^{(rt)}$. Rappelons également qu'il faut rajouter la solution particulière, avant de déterminer la ou les constantes d'intégration. Il convient de penser systématiquement aux constantes lors d'une intégration.

Rappelons enfin que les candidats doivent savoir exprimer la surface ou le volume d'une sphère et d'un cylindre.

Les membres du jury rappellent que les candidats doivent connaître le sens physique des lois qu'ils utilisent et les unités des grandeurs qu'ils introduisent, tout en respectant un vocabulaire rigoureux. De nombreuses erreurs pourraient être évitées avec davantage de raisonnement et de connaissance des notions de base.

On note un manque trop fréquent d'homogénéité dans les expressions présentées (unités, grandeurs finies ou infinitésimales, grandeurs numériques ou vectorielles).

Concernant la résolution de l'exercice, les candidats doivent avoir conscience qu'il ne leur est pas simplement demandé d'écrire des équations et de faire des calculs, mais de faire en premier lieu un raisonnement scientifique rigoureux.

Les candidats sont encouragés à être attentifs aux indications proposées par l'examineur.

Ils doivent également rester vigilants et gérer leur temps pour veiller à présenter l'intégralité des résultats qu'ils ont obtenu pendant la préparation, en les condensant éventuellement.

Rappelons que l'épreuve permet de juger les qualités de présentation et d'expression orale des candidats ; un tableau soigné, une expression orale claire avec un rythme soutenu sans être précipité, sont des qualités appréciées.

ANALYSE PAR PARTIE

Thermodynamique

- Les principes sont trop souvent donnés dans le cas d'une transformation infinitésimale, au lieu d'être appliqués entre un état initial et un état final.
- Les candidats doivent savoir faire la différence entre le premier principe appliqué à un système fermé, et le premier principe industriel appliqué à un fluide en écoulement stationnaire.
De même, il convient de faire le lien et les différences entre ce principe et la relation de Bernoulli. Notons également que le premier principe en termes de puissance, permet d'obtenir des équations différentielles satisfaites par des grandeurs dépendant du temps.
- La pression est trop souvent considérée comme une force.
- Les calculs utilisant la loi de Laplace sont souvent laborieux.
- La nature du cycle de Carnot et l'expression du rendement pour un moteur ditherme sont rarement connus.
- Les hypothèses du modèle du gaz parfait sont rarement connues.
- Les calculs de variation d'entropie posent souvent des difficultés, notamment lors d'un changement d'état.
- On constate toujours des confusions entre transformation adiabatique et transformation isotherme, ainsi qu'entre transformation isenthalpique et transformation isentropique.
- Les bilans d'énergie sur un système ouvert ne sont pas bien menés.
- Les sujets relatifs aux phénomènes de diffusion doivent être traités avec davantage de sens physique ; les problèmes en géométrie cylindrique ou sphérique posent toujours des difficultés.
- L'obtention des résistances est généralement bien maîtrisée, même si des erreurs de signe persistent.

Electricité

- Les erreurs de signe dans les conventions courant-tension sont assez fréquentes.
- L'équivalence Thévenin-Norton est loin d'être contrôlée.
- Très peu de candidats ont le réflexe d'indiquer les tensions et les courants sur un circuit électrique.
- Les continuités de u aux bornes de C et de i à travers L sont souvent sources de confusion ; si elles sont souvent connues, peu de candidats savent les justifier, et les exploiter correctement.
- Les relations courant-tension pour les dipôles usuels sont maîtrisées, mais peu de candidats savent les utiliser pour retrouver les expressions des impédances complexes de ces dipôles.
- L'utilisation des complexes pour les régimes sinusoïdaux permanent doit être plus systématique.
- Les équivalents interrupteur ouvert, interrupteur fermé sont rarement justifiés correctement ; les filtres sont relativement bien maîtrisés cependant.
- Le calcul du module d'un nombre complexe est souvent source d'erreur ; on n'oublie souvent de rassembler les termes réels et imaginaires.

Mécanique

- La projection des vecteurs pose souvent des difficultés, et on oublie assez régulièrement la force de réaction du support. La recherche des angles complémentaires manque de rapidité et on relève toujours de nombreuses erreurs de trigonométrie.
- Le mouvement sur un plan incliné est bien étudié ; par contre, une simple chute libre parabolique peut poser des problèmes de mise en équation.
- La définition d'une force conservative apporte toujours bon nombre de réponses fantaisistes il ne s'agit ni d'une force constante, ni d'une force indépendante du chemin suivi.
- Les théorèmes énergétiques sont rarement bien énoncés et démontrés.
- Les calculs de vitesse et accélération en coordonnées polaires sont toujours laborieux, même dans le cas particulier du mouvement circulaire. Rappelons que la base polaire est particulièrement adaptée dans ce dernier cas.
- On confond souvent longueur à vide et longueur à l'équilibre dans les systèmes à ressort.
- La notion de bras de levier demeure floue dans l'esprit des candidats.
- L'oscillateur amorti est généralement bien traité dans les trois régimes.

- Les raisonnements énergétiques sont trop souvent source d'erreurs, et ils sont systématiquement oubliés dans les situations où ils permettraient pourtant de gagner du temps.

Mécanique des fluides

- La loi de la statique des fluides est le plus souvent connue, mais sa démonstration reste délicate.
- Le théorème d'Archimède n'est pas assez maîtrisé : on rappelle que ce dernier donne une expression de la résultante des forces pressantes dans le cas d'un objet au repos ou en mouvement lent et que la poussée d'Archimède est égale à l'opposé du poids du fluide déplacé.
- La relation de Bernoulli et la loi de Poiseuille ainsi que leurs conditions d'applications sont le plus souvent connues. ; il en va de même pour les notions de résistances hydrauliques et leurs lois d'associations.
- La distinction entre fluide incompressible et écoulement incompressible est rarement faite.
- Le nombre de Reynolds est connu avec son interprétation et ses valeurs limites. Cela dit, les candidats sont encore trop nombreux à considérer la longueur de la canalisation comme longueur caractéristique.
- L'unité de la viscosité dynamique est souvent exprimée en Pa.s^{-1} .
- La loi de Darcy n'est pas assez connue.

Optique

- Les conditions de réflexion totale sont rarement maîtrisées ; il faut savoir exprimer l'angle limite, et préciser si l'angle doit lui être supérieur ou inférieur.
- Les conditions de Gauss ne sont pas toujours connues, pas plus que leurs conséquences ; on ne pense pas toujours qu'on peut alors écrire pour un angle faible $\sin \theta \approx \theta$ et $\tan \theta \approx \theta$.
- Les foyers doivent être notés F et F' et non f et f'.
- La construction de l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente est maîtrisée par l'ensemble des candidats, mais les autres constructions posent souvent des difficultés.
- L'étude d'un système centré à deux lentilles est souvent laborieuse, en particulier en présence d'une lentille divergente.
- L'image d'un objet dans un miroir plan n'est pas toujours obtenue correctement.
- Les candidats ne savent pas toujours comment projeter une image sur un écran, ou comment créer un objet virtuel pour une lentille.
- Pour illustrer le tracé de rayons lumineux dans le cas d'une lunette afocale, on choisit de façon quasi-systématique, un objet situé à distance finie, et proche du foyer objet de l'objectif ; la modélisation de la lumière issue d'un objet très éloigné par un faisceau de rayons parallèles et inclinés par rapport à l'axe optique, demeure difficile.
- On note toujours des erreurs de calcul concernant les grandeurs algébriques.

Signaux

- La forme d'une onde progressive sinusoïdale unidimensionnelle est impossible à obtenir, et le lien entre la longueur d'onde, la fréquence et la célérité n'est jamais établi.
- Le calcul du décalage Doppler est souvent correct.
- La mesure et l'expression du déphasage entre deux signaux pose souvent des difficultés.

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.

Précisons également que de nombreux candidats de cette session 2022 ont fait preuve de bonnes connaissances et que de bons exposés ont abouti à de très bonnes notes.

ÉPREUVE ORALE DE CHIMIE

Les candidats ont 20 minutes de préparation sur table avec une calculatrice Casio collée à leur disposition. Le sujet est composé d'une question de cours et d'un exercice avec des questions multiples. **L'ensemble porte sur les deux années de classes préparatoires BCPST.** La présentation au tableau dure 20 minutes.

Dans l'ensemble les candidats font preuve de réactivité sur un temps aussi court. Les candidats sont polis et ponctuels, les jurys les remercient.

Cependant les prestations sont très hétérogènes.

Les remarques générales :

- Pendant l'oral, le candidat doit prendre des initiatives sans attendre l'approbation systématique de l'examineur.
- La tenue du tableau est trop souvent négligée. Ainsi, lors de l'écriture d'un mécanisme en chimie organique, des craies de couleur peuvent servir agréablement l'exposé.
- De même un schéma expérimental comme celui de la distillation fractionnée gagne à être soigné sans oublier le thermomètre ou la circulation d'eau dans le réfrigérant.
- Dans le registre général, la voix du candidat est aussi un élément important dans la communication avec l'examineur. Il faut veiller à retenir l'attention de l'examineur.
- L'utilisation frénétique de la calculatrice Casio fx-92 dessert souvent les candidats.

Ainsi $\frac{(2*0,8)^2}{(0,2)^2} = \frac{4*64*10^{-2}}{4*10^{-2}} = 64$! se calcule aisément avec les puissances de 10.

- Le candidat malgré ses erreurs doit savoir rebondir et continuer son interrogation avec enthousiasme.

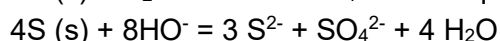
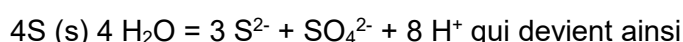
Rappelons que ***le jury tient compte de la multiplicité des connaissances demandées aux candidats, avec notamment l'introduction de l'informatique aux concours. Ainsi, les questions posées en chimie sont généralistes et permettent de vérifier que les fondamentaux sont bien acquis.***

Le programme de première année est souvent le plus mal traité :

- Les nombres quantiques avec leurs règles sont souvent ignorés. Des orbitales 2d ont ainsi été créées.
- La structure de Lewis des molécules et leur géométrie selon VSEPR avec la terminologie AX_mE_n conduit encore à des erreurs. Les doublets non liants sont souvent oubliés, les angles des structures classiques aussi.
- La cinétique avec la dégénérescence de l'ordre est assez bien vue.
- Les intégrations classiques ordre 1, 2 et 0 sont connues dans l'ensemble, mais **les proportions stœchiométriques des réactifs posent encore problème** et sont souvent mal exploitées.
- Les erreurs classiques sont l'oubli du coefficient stœchiométrique dans l'expression de la vitesse de réaction $\alpha A \rightarrow P$

$$v = - \frac{d(A)}{dt} \text{ au lieu de } v = - \frac{1}{\alpha} \frac{d(A)}{dt}$$

- Les diagrammes potentiel-pH sont assez bien traités. L'expression de Nernst a été globalement moins malmenée que les années précédentes.
- Une difficulté rencontrée a été de passer d'une équation bilan en milieu acide vers une équation bilan en milieu basique. Comme la dismutation du soufre en milieu basique concentré :



- Le calcul d'une constante d'oxydoréduction demande d'utiliser une expression juste : n et/ou 0,06 sont souvent oubliés. La provenance (égalité des potentiels des couples Ox/Red présents) de cette formule permettrait de se rendre compte des erreurs d'expression.
- **Les bilans de matière au cours d'un dosage quel qu'il soit, ne sont pas traités.**
- La chimie des solutions même simple ne rencontre pas de succès auprès des candidats. Certains ne connaissent pas l'expression d'un K_A , d'un K_S ou d'un K_F , cela complique la résolution.
- En chimie organique, les configurations des carbones asymétriques sont connues mais les confusions stéréoisomères de conformation et de configuration sont courantes. L'oubli du composé « méso » dans les composés à deux carbones asymétriques ayant des constituants identiques est classique. Ainsi l'acide tartrique COOHCHOHCHOHCOOH a presque toujours quatre stéréoisomères de configuration ou alors en perd deux d'un coup.
- Les représentations de Cram sont souvent affreuses avec des chaînes carbonées linéaires.
- Dans les mécanismes de βE_2 , la stéréosélectivité de cette élimination concertée n'est jamais traitée.

Le programme de seconde année est dominé par la thermochimie.

- On rencontre toujours les erreurs classiques genre $\Delta_r G^\circ(T) = \Delta_r H^\circ + T \Delta_r S^\circ$, des erreurs d'unités aussi, des remarques du genre $\Delta_r H^\circ < 0$ donc la réaction est spontanée, **des maladresses de calculs dans l'expression du quotient réactionnel**, des erreurs dans les bilans de matière avec **un taux de conversion**, l'oubli de la formule de Dalton $P_i = x_i P_{\text{totale}}$, des erreurs dans le calcul de x_i en n'exprimant pas le **nombre total de moles à l'état gaz...**
- Les binaires avec homoazéotropie ou point indifférent conduisent à des erreurs dans l'identification des domaines avec les phases en présence. Rappelons que dans ce genre de diagramme isobare, il y a miscibilité totale en phase liquide ou en phase solide. Il n'y a donc jamais de phase liquide pure en un constituant sauf pour le corps pur (axe des ordonnées).
- **Le théorème des moments chimiques n'a jamais été donné de façon exacte.** Pourtant ce n'est pas si difficile à retenir :

$$n^L = n \frac{M^M V}{M^L M^V} \quad \text{avec } n = n^L + n^V$$

ou toute formule équivalente

Idem en masses si diagramme gradué en fraction massique.

- En général, les calculs de la concentration d'une solution à partir d'une densité et d'un pourcentage massique ne sont pas du tout maîtrisés. De même les passages de fraction molaire à fraction massique n'aboutissent pas.
- La chimie organique reste toujours très sélective. Des candidats ne savent absolument pas écrire un mécanisme : sens des flèches, représentation des doublets non liants et pourtant ils apprennent par cœur des bilans de réactions !

En espérant que ces quelques points évoqués contribuent à améliorer les prestations orales des futurs candidats et, à les motiver dès la première année de classe préparatoire pour un apprentissage approfondi des connaissances.

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	0,60	2	0,60
3 à 3,99		0,00	2	0,60
4 à 4,99	1	0,30	3	0,90
5 à 5,99	11	3,31	14	4,22
6 à 6,99	15	4,52	29	8,73
7 à 7,99	10	3,01	39	11,75
8 à 8,99	20	6,02	59	17,77
9 à 9,99	33	9,94	92	27,71
10 à 10,99	31	9,34	123	37,05
11 à 11,99	29	8,73	152	45,78
12 à 12,99	29	8,73	181	54,52
13 à 13,99	37	11,14	218	65,66
14 à 14,99	22	6,63	240	72,29
15 à 15,99	20	6,02	260	78,31
16 à 16,99	24	7,23	284	85,54
17 à 17,99	27	8,13	311	93,67
18 à 18,99	11	3,31	322	96,99
19 à 19,99	4	1,20	326	98,19
20	6	1,81	332	100,00

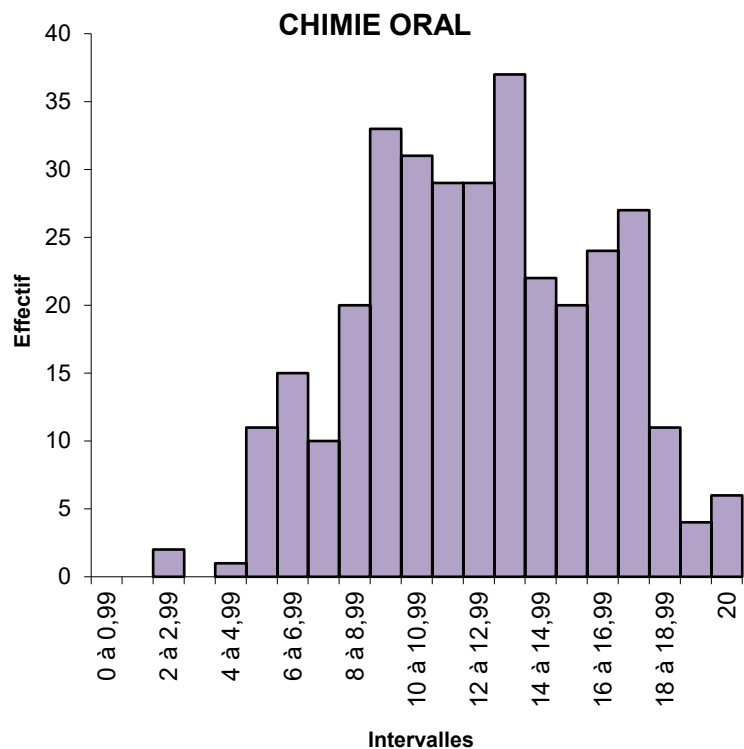
Nombre de candidats dans la matière : 332

Minimum : 2,18

Maximum : 20

Moyenne : 12,46

Ecart type : 3,82



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	1	0,32	1	0,32
6 à 6,99	1	0,32	2	0,64
7 à 7,99	2	0,64	4	1,28
8 à 8,99	6	1,92	10	3,19
9 à 9,99	13	4,15	23	7,35
10 à 10,99	38	12,14	61	19,49
11 à 11,99	60	19,17	121	38,66
12 à 12,99	68	21,73	189	60,38
13 à 13,99	59	18,85	248	79,23
14 à 14,99	45	14,38	293	93,61
15 à 15,99	8	2,56	301	96,17
16 à 16,99	10	3,19	311	99,36
17 à 17,99	2	0,64	313	100,00
18 à 18,99		0,00	313	100,00
19 à 19,99		0,00	313	100,00
20		0,00	313	100,00

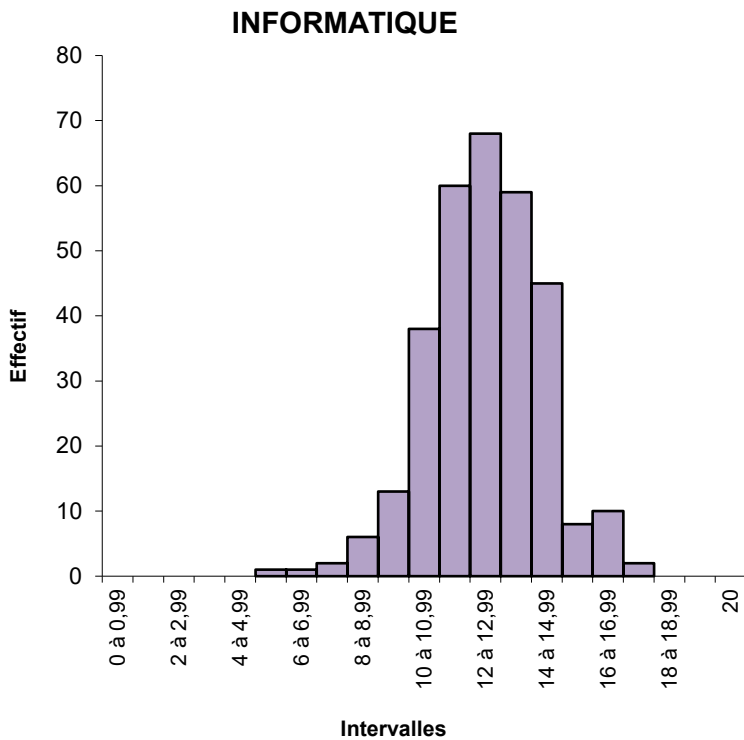
Nombre de candidats dans la matière : 313

Minimum : 5,74

Maximum : 17,49

Moyenne : 12,52

Ecart type : 1,92



ÉPREUVE ORALE D'INFORMATIQUE

1. Préambule

L'épreuve orale d'informatique, au choix avec la chimie, dure 50 minutes : 25 minutes de préparation suivies de 25 minutes d'exposé devant l'examineur.

Pendant la 1^{ère} partie de l'exposé (10 minutes) le candidat est amené à présenter la résolution d'un exercice tiré au sort et préparé pendant les 25 minutes de préparation. Pendant la seconde moitié de l'exposé, il peut au choix présenter un projet préparé tout au long de son année en classe préparatoire (10 minutes plus un temps pour des questions), ou travailler 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^{ème} partie de l'exposé, le candidat est interrogé sur un deuxième exercice ou bien il présente un projet réalisé pendant l'année scolaire. Les candidats peuvent s'appuyer sur une présentation projetée sur leur ordinateur ou imprimée. Certains n'ont utilisé aucun support hormis le script du programme implémenté, mais cette solution doit être évitée car elle rend l'appréhension du projet un peu plus difficile pour l'examineur.

L'exposé sur le projet a notamment pour objectif de mettre en évidence la capacité du candidat à présenter clairement :

- le sujet sur lequel il a travaillé
- les hypothèses et limites fixées pour sa résolution
- l'analyse effectuée et les solutions algorithmiques mises en œuvre pour le réaliser
- les difficultés rencontrées et les perspectives pouvant être envisagées
- éventuellement également des éléments de gestion de projet : répartition des tâches, problèmes organisationnels...

L'évaluation tient compte de :

- la qualité et la clarté de la présentation
- de l'ampleur du projet : difficulté du sujet, recherche bibliographique, nombre de méthodes implémentées, analyse des résultats ...
- d'une estimation de l'investissement apporté sur le projet (nombre de participants au projet, durée sur l'année, nombre de lignes de code ...)

- de la qualité du code : organisation en fonctions, organisation des instructions conditionnelles, des itérations, utilisation d'"outils" python tels que le "slicing", les listes en compréhension, etc., concision du code...
- de la qualité de la présentation du script, de la présence de commentaires pertinents

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.

La palette des projets présentés est variée, et nous avons noté cette année un certain renouvellement dans les sujets traités. Nous avons eu le plaisir d'avoir la présentation de très bons projets. Tous les projets ou presque, plus ou moins ambitieux, étaient aboutis et nous souhaitons souligner la qualité de l'encadrement dans la plupart des cas. Dans l'ensemble, nous avons pu observer également une bonne structuration en plusieurs petites fonctions facilitant la compréhension du programme, et leur mise au point.

Comme d'habitude, nous avons cependant constaté une énorme disparité au niveau de l'ampleur des sujets traités, du temps consacré au projet au cours de l'année et des conditions de réalisation (nombre d'élèves impliqués, recherche biblio, nombre de méthodes implémentées, interface graphique fournie ou non, implication des encadrants, etc.) et cela se traduit par de grosses différences dans le volume et la complexité du code présenté. Nous considérons par exemple les projets de 120 lignes réalisés à 3 sur une période allant de septembre à avril, présentés souvent sans commentaires, en dessous du niveau demandé. De la même façon, nous avons sanctionné des projets type démineurs sans interface graphique, sans interaction avec l'utilisateur, où l'ordi joue aléatoirement... En revanche, il est sûr que lorsque le candidat présente un jeu, le fait d'en modifier la règle rend l'exposé plus personnel.

Dans de nombreux projets, les élèves parlent également d'IA, ce terme est souvent galvaudé. Il correspond souvent à des stratégies de jeu et même si le développement algorithmique était dans certains cas pointu, dans d'autres cas, on ne peut pas considérer que si le programme effectue un choix aléatoire, on puisse appeler cela une IA !

Les supports de présentations étaient dans l'ensemble bien préparées avec des illustrations. Pour les meilleures, on note une prise de recul vraiment intéressante. On peut déplorer cependant que certaines présentations ne contiennent que du code alors qu'on attend une explication de l'algorithme et que d'autres comportent des fautes d'orthographe...

3. Quelques points d'amélioration attendus

3.1 Présentation de l'exercice

- 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 "explicites", l'amélioration constatée ces dernières années se poursuit, aussi bien dans les exercices présentés que dans les projets et c'est très appréciable

3.2 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 qui et 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 mais depuis quelques années, il y a globalement un net progrès sur cet aspect.
- Quelques candidats ne connaissent pas l'opérateur modulo "%" qui rend pourtant de nombreux services, tester si un nombre est pair par exemple...
- Le *slicing* (découpage) de Python permettant d'extraire des sous-chaînes ou des sous-listes très facilement et rapidement semble plus connu que les années passées.
- 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.

3.3 Présentation du projet

- On observe désormais la plupart du temps la présence d'un "programme principal" avec l'enchaînement de l'ensemble des fonctions à lancer pour pouvoir faire tourner le programme. Sans ce programme principal en effet, il est difficile de connaître la succession des instructions permettant de le lancer et de le tester.
- Au niveau de la présentation des fonctions, les candidats ont souvent un peu de mal à équilibrer le nombre de sauts de lignes permettant d'avoir un programme facile à lire. Entre aucune ligne blanche ou une ligne blanche par instruction, c'est tout ou rien ... Les recommandations pour la présentation des programmes python sont les suivantes :
Les définitions de fonctions sont séparées par une ligne vide. Des sauts de ligne peuvent également être utilisés, pour délimiter des portions de code correspondant à une étape donnée du traitement appliqué.
- Merci de choisir une impression adaptée qui facilite la lecture du script, nous avons "subi" des impressions de scripts absolument impossible à lire :
 - longueur maximum recommandée pour une ligne : 79 caractères
 - taille de police permettant que toutes les instructions tiennent sur une seule ligne, commentaires compris. (Obtenir 60 lignes de code par page donne une mesure indicative de la taille de la police pouvant être utilisée).
 - pour éviter que les lignes soient trop longues, éviter de mettre les commentaires en fin de ligne et les mettre sur la ligne précédente.
 - indentation (ne pas faire un copier-coller dans un logiciel de traitement de textes qui perdent toutes les indentations).
- Imprimer les numéros de lignes. Si l'éditeur de code utilisé ne permet pas l'impression des numéros de ligne, le candidat pourra noter à la main dans la marge les numéros des lignes multiples de 10 par exemple.
- Certaines diapositives restent encore parfois trop "rédigées", avec beaucoup trop de texte, peu visible et trop petit. Ne garder que des mots clés, les idées principales. Préférer une animation ou un dessin pour illustrer une méthode ou un algorithme plutôt qu'une capture d'écran avec du code.
- Il est important de présenter les hypothèses de travail fixées pour la réalisation du projet.

ÉPREUVE ORALE DE GÉOLOGIE

1. Brefs rappels sur l'organisation et les objectifs de l'épreuve

L'épreuve orale de géologie est un examen relativement complet permettant de juger, certes, les connaissances des candidats mais aussi et surtout leur sens de l'observation et leurs capacités de raisonnement. Les remarques de ce rapport ont pour objet d'aider les candidats à améliorer leur préparation à cet entretien oral.

L'épreuve consiste à décrire et interpréter des objets géologiques divers pendant 20 minutes, à l'issue d'une préparation de 20 minutes également. Compte tenu du planning des convocations, il est rappelé que la durée de "préparation" totalise l'appel, l'entrée et la vérification des documents administratifs (carte d'identité et convocation) du candidat, la présentation du sujet et l'installation pour la préparation. Si le candidat n'est pas prêt à l'appel et/ou tarde à s'installer, il réduira d'autant son temps de préparation. Il est donc inutile que le candidat démarre un chronomètre en espérant disposer de 20 minutes dès lors qu'il est installé. Ce n'est pas le candidat qui gère la durée et le déroulement de l'épreuve.

L'examen oral s'organise sous la forme d'une discussion entre le candidat et l'examineur, à partir de la description proposée par le candidat. Les objets peuvent être des cartes, des échantillons et/ou des photos (aériennes, satellitaires, photos d'affleurement, d'échantillon, de lame mince). Les méthodes d'observation de la Terre (à toutes les échelles) et d'analyse des échantillons doivent donc être maîtrisées. L'objectif principal est de décrire et discuter des objets ou documents et non pas simplement de les identifier ; c'est une interprétation raisonnée et structurée qui est attendue.

On rappelle aussi une fois de plus, que ce n'est pas le candidat qui choisit entre pétrographie et/ou cartographie et/ou documents variés (photographies, profils sismiques, diagrammes divers ...) mais l'examineur.

2. Pétrographie

Concernant la structure des roches, les candidats utilisent indifféremment feuilletage, foliation et même litage. D'une manière générale, ils ne maîtrisent pas le vocabulaire concernant la description des lignes et des plans, qu'ils confondent. Ainsi, l'usage des termes striation, ligne, droite, trait, linéation, litage, stratification, clivage, fracture, filon, fente, faille, foliation est complètement approximatif. Rappelons que le terme lité est un terme très général pour désigner une structure macroscopique montrant des "portions" de composition, de couleur ou de granulométrie variable. Ce n'est que dans les roches sédimentaires et dans certaines roches métamorphiques qui en dérivent, ainsi que dans les roches magmatiques cumulatives que l'on peut parler de couches, de strates et de stratification, termes qui supposent un dépôt. Granulaire est très général, granuleux évoque plutôt une texture où les grains sont disjoints, grenu est réservé aux roches plutoniques et à certaines roches métamorphiques (cornéennes, marbres). Feuilleté est très général, laminé est réservé aux roches sédimentaires, schisteux et folié aux roches métamorphiques. Pour les roches hétérométriques, la phase de liaison est une matrice ou un ciment dans les roches sédimentaires, une mésostase dans les roches volcaniques. Ces termes très précis ne doivent donc pas être introduits avant que la catégorie de roche n'ait été reconnue : description d'abord avec un vocabulaire neutre, interprétation ensuite.

Les candidats confondent fréquemment inclusion et intrusion. Le terme d'enclave est souvent ignoré. Attention aussi à bien distinguer dureté et friabilité. Attention également à ne pas confondre le poids et la densité ; c'est la densité (ou la masse volumique) qui est caractéristique d'un minéral ou d'une roche, et non son poids.

La description des minéraux doit être maîtrisée : couleur, forme, clivage, dureté, test à l'HCl. Seuls les minéraux principaux des roches doivent être reconnus (quartz, micas blancs et noirs, feldspaths dans les granites et roches associées ; olivine, pyroxène et plagioclases dans les gabbros et les basaltes, calcite dans les calcaires). Au sujet des granites, on précise qu'ils ne sont pas systématiquement associés aux zones de subduction mais qu'on peut les rencontrer dans divers contextes géotectoniques (collision, arc insulaire et cordillère, dorsale océanique, domaine intraplaque).

Pour l'aide à la détermination, on remarque que nombre de candidats ne maîtrisent toujours pas l'usage de la loupe, qu'ils plaquent sur l'échantillon au lieu de l'approcher de l'œil. Afin que les candidats utilisent correctement cet outil d'observation, rappelons que l'on place ses lunettes sur le nez, et non sur le livre que l'on lit !

L'usage des tests de dureté ou d'effervescence à l'HCl doit s'opérer sur les minéraux mais certains l'appliquent sans précaution à l'ensemble de la roche. Ceci est probablement à relier au fait que les candidats confondent roche, minéral et cristal. Par exemple, à l'issue d'un test positif à l'HCl, les candidats vont déduire que l'échantillon est un calcaire, confondant ainsi l'identification de la calcite (minéral) avec celle de la roche. Rappelons que deux carbonates (la calcite et l'aragonite) font effervescence à l'acide à froid (carbonate fait référence à la famille minérale), que la calcite (le minéral), est le constituant principal des calcaires (roches sédimentaires) et aussi des marbres (roches métamorphiques). Notons au passage que nombre de candidats ne parlent pas d'effervescence à l'HCl, mais de "moussage", de "bullage" ou bien utilisent le verbe "effervesce". Après vérification, ce verbe n'est toujours pas présent dans le dictionnaire de l'Académie française ! On précise que la classification de Dunham ne s'applique qu'aux roches carbonatées et pas à d'autres roches sédimentaires. Un grès à ciment calcaire n'a pas sa place dans la classification. Même si on note une nette amélioration dans la connaissance et l'utilisation de cette classification, les candidats ont toujours beaucoup de mal à faire la différence entre matrice micritique et ciment sparitique. Parmi tous les termes de cette classification, celui qui est le plus mal utilisé reste le terme de "boundstone". On rappelle que ce n'est pas parce qu'il y a quelques fossiles présents dans une roche, qu'il s'agit forcément d'un calcaire construit. En effet, un calcaire construit est formé par les squelettes, le plus souvent calcaires, d'organismes récifaux (madrépores, bryozoaires, rudistes, stromatolites, ...). Enfin, la classification est basée sur la proportion relative entre les éléments figurés et la phase de liaison. Les dénominations du style calcaire lithographique, calcaire coquillier, lumachelle, ... sont à proscrire. Il s'agit de vieux termes descriptifs franco-français qui n'ont aucune connotation génétique, et il est très simple de les transposer en utilisant la classification internationale de Dunham. Concernant les environnements de dépôt, on rappelle qu'il n'y a pas de relation univoque avec la lithologie. Par exemple, trop souvent, les argiles sont associées directement et uniquement à une sédimentation de grands fonds océaniques sous la profondeur de compensation des carbonates.

Certains candidats accordent une importance exagérée à la couleur, qui est souvent de faible intérêt, voire trompeuse ! A ce sujet, il faut noter que les candidats confondent fréquemment blanc, translucide et transparent. Ils sont friands de la lapalissade : "cette roche est de couleur sombre donc on pourrait dire qu'elle est mélanocrate", et bien sûr aussi de "cette roche est de couleur claire donc on pourrait dire qu'elle est leucocrate". De plus, il n'est pas rare de voir ce vocabulaire utilisé pour les roches sédimentaires.

Certains échantillons proposés sont composites, et il faut s'interroger sur les relations entre leurs différentes parties. Plus précisément, il faut discuter de la nature des contacts (francs ou transitionnels) entre ces parties dissemblables. Il peut s'agir de contacts sédimentaires (dépôts successifs), magmatiques (intrusifs), métamorphiques (en particulier, contacts liquide-solide en cas de fusion partielle dans les migmatites). Les différentes parties peuvent être cogénétiques (et alors souvent synchrones, par exemple pour les mélanges magmatiques) ou non. Dans ce dernier cas, il faut proposer une chronologie relative entre les différentes parties. Naturellement, il doit y avoir cohérence entre les types de roches et de matériaux identifiés et l'interprétation en termes de chronologie relative et de genèse de l'objet.

On entend ainsi "cette roche a une texture grenue donc c'est une roche plutonique" ou "cette roche est entièrement cristallisée, donc c'est une roche plutonique". Ce n'est pas vrai. Quasiment toutes les roches sont cristallisées (sauf les verres), et il n'y a pas que les roches plutoniques qui soient "cristallines" (formées uniquement de gros cristaux, c'est-à-dire visibles à l'œil nu) : le sont aussi beaucoup de roches métamorphiques, certaines roches sédimentaires (les évaporites, certains calcaires...), et la plupart des roches filoniennes et des minéralisations métalliques. L'origine de la texture grenue (cristalline non orientée) est variable selon le type de roche : cristallisation lente dans roches plutoniques, bien sûr, ou recristallisation statique dans certaines roches métamorphiques ou encore précipitation pour les roches sédimentaires. Au passage, on rappelle que les roches détritiques terrigènes pour lesquelles on ne voit pas les grains (siltites et argillites) ne présentent pas pour autant une texture microlithique ! On note aussi une méconnaissance des différentes classes granulométriques pour les roches détritiques terrigènes.

En résumé, la texture seule est insuffisante pour "catégoriser" une roche, il faut un double critère textural et minéralogique. Reconnaissons que ce n'est pas toujours immédiat et facile !

Les connaissances sur les roches sédimentaires et les notions de stratigraphie sont souvent mal maîtrisées. Les grandes classes d'organismes fossiles (et actuels !) sont également ignorées. En effet, à propos des fossiles, les candidats ont parfois du mal à aller plus loin que le terme "coquillage". On

précise, une fois de plus, que ce terme est à proscrire définitivement du vocabulaire scientifique. On attend d'élèves de niveau Bac+2, le terme de "coquille", de "test", voire de "thèque" dans certains cas.

3. Cartographie

Il y a toujours de grosses lacunes en cartographie. Dans un premier temps, on attend à ce que la carte analysée soit nommée, et se voit attribuer une échelle. Ensuite, la description des objets géologiques doit être correctement localisée. On ne dit pas : "à gauche de la carte, en bas de la carte, ..." ; on utilise les points cardinaux, et donc on dit : "à l'Ouest de la carte, au Sud de la carte, ...".

Certains candidats ne savent pas déterminer qualitativement le pendage des failles et des couches. Ils ne maîtrisent pas tous les règles de base de la chronologie relative entre les événements sédimentaires, magmatiques, métamorphiques et la déformation. Ils ne savent pas tous reconnaître et interpréter les discordances. La notion de point triple est mal utilisée voire inconnue. Ils ne savent pas représenter en coupe ce qu'ils identifient sur la carte (plis, discordances...) sous la forme d'un schéma interprétatif. Ils ne savent pas dessiner (représenter) l'évolution des événements qui conduisent à la structure actuelle. On rappelle que le schéma structural ne doit pas être une simple version simplifiée de la carte géologique. Il doit permettre de repérer les principaux ensembles géologiques (à partir de leur style tectonique, de leur série stratigraphique, ...). Ainsi, on espère avoir un schéma structural dessiné (contour, failles, axes de plis, etc.) et pas seulement un commentaire oral de la carte.

Sur le plan pratique, quand on décrit une faille, il est bon de commencer par donner son orientation, son pendage et son jeu. La nomenclature relative aux plis laisse aussi à désirer. Beaucoup trop de confusion entre charnière, axe, plan axial, flanc normal/inverse, terminaison périclinale.

Les connaissances générales sur la géologie de la France sont très variables. L'étude systématique de la carte de France au 1/1 000 000 devrait permettre de discuter des trois grandes périodes orogéniques (cadomienne, hercynienne, alpine), de la mise en place et de l'évolution de bassins sédimentaires (par exemple en liaison avec la phase de rifting oligocène).

Les compétences en géographie de la France sont souvent limitées voire catastrophiques. Les élèves ne savent pas tous situer une carte à 1/50 000 voire à 1/250 000 sur la carte de France au 1/1 000 000. Que les choses soient claires, on ne demandera pas, par exemple, de savoir où est situé Juillac (carte à 1/50 000 utilisée pour l'épreuve écrite de géologie cette année), mais ne pas localiser précisément des villes telles Lyon, Strasbourg, Caen, Brest, et les régions naturelles telles la Normandie, la Lorraine, la Camargue, ... n'est pas admissible pour des élèves de niveau Bac+2.

4. Remarques générales sur les exposés des candidats

On note des difficultés à décrire les caractéristiques des structures, en particulier pour distinguer les termes évoquant des structures ou déformations planaires (2D : plan axial, schistosité, aplatissement) ou linéaires (1D : charnière, axe, linéation, étirement). Bien différencier ce qui est en 2D (sur une surface) et en 3D (dans la masse de la roche) : par exemple, ne pas confondre une diaclase oxydée/altérée en surface avec une partie distincte de l'échantillon. Les termes d'analyse des plis sont mal maîtrisés.

Les termes descriptifs compact, cohérent, compétent sont largement utilisés à mauvais escient. Il y a en outre une méconnaissance des locutions décrivant le comportement rhéologique des matériaux (ductile, plastique, fragile, cassant, élastique). L'interprétation qui est faite à partir des structures est souvent médiocre. Attention à ne pas interpréter abusivement les marqueurs de la déformation en marqueurs de contraintes. L'observation d'un fossile déformé, d'un pli sur un échantillon ou sur une carte, d'une faille, permet d'estimer la position des directions de raccourcissement et d'allongement et donc de caractériser l'ellipsoïde de déformation.

Attention à ne pas confondre la pression lithostatique et les contraintes orientées (contraintes tectoniques, à l'origine des déformations). Si les deux processus (métamorphisme et déformation) sont souvent associés, il existe des déformations intenses sans métamorphisme (formation des brèches de faille, ...) et du métamorphisme "statique" (formation des cornéennes dans le métamorphisme de contact, ...).

Les candidats ont du mal à ordonner dans le temps (par chronologie relative) les processus ou les objets composites qu'on leur demande de commenter, ce qui pose évidemment des problèmes dans l'interprétation des relations de cause à effet. C'est vrai pour les échantillons (par exemple dans l'analyse des relations filon/encaissant, ou enclave/encaissant) comme pour les cartes ou photos

aériennes (discordances, relation corps magmatique/métamorphisme, pli/faille...). Ils connaissent mal les ordres de grandeur des objets et phénomènes géologiques. Quel que soit le type d'objet, on note que le vocabulaire utilisé est souvent imprécis. Les candidats doivent apprendre à utiliser le mot scientifique adéquat, et non un terme approximatif tiré de la vie de tous les jours !

L'épreuve s'appuie aussi sur des connaissances dans les autres disciplines scientifiques (chimie, physique, biologie) et leur culture générale, par exemple en géographie.

Nous notons comme chaque année la difficulté des candidats à organiser une description et à structurer leurs observations et leurs discours. Ils oublient généralement d'introduire le document, ne serait-ce qu'en rappelant sa nature, en citant la localisation et l'échelle d'une carte par exemple, ou en indiquant la nature d'une photographie. À propos des échantillons de roche, peu de candidats disent par exemple : "cet échantillon est hétérogène ; il est composé de plusieurs zones que je vais décrire successivement". Trop de roches hétérogènes sont décrites comme un tout. L'analyse des cartes manque d'approche hiérarchisée, etc.

Les candidats ne pensent pas à illustrer spontanément leurs propos par des schémas et des dessins, et sont souvent déroutés quand on le leur demande en cours d'entretien, et ne font alors que de timides croquis. Ils ne proposent en général pas de coupe interprétative à main levée pour interpréter le secteur d'une carte par exemple, et se montrent souvent incapables de le faire sur la sollicitation de l'examineur.

Rappelons que compte tenu de la durée de l'épreuve, il convient d'éviter hésitations et lenteur. Mais il faut aussi s'abstenir de délayages, en répétant trois ou quatre fois la même chose avec des périphrases. Au cours de l'entretien, les candidats répondent souvent à une autre question que celle que l'examineur leur pose. De plus, ils ne sont pas assez attentifs au déroulement de l'entretien et du raisonnement, et ils oublient trop souvent les informations au fur et à mesure de l'entretien.

Cependant, les réactions de certains élèves sont encourageantes. En effet, face à des objets inconnus, certains candidats, qui ne peuvent pas chercher à faire coller leurs connaissances à l'objet pour en donner une interprétation toute faite, font en effet la preuve de leur esprit d'observation et d'interprétation. Il faut penser à analyser avant d'interpréter afin d'éviter les idées préconçues. Tant en pétrographie qu'en cartographie, ces candidats se voient attribuer de très bonnes notes.

Enfin, sur le plan de la syntaxe orale, on aimerait moins entendre des phrases commençant quasi-systématiquement par "du coup" ou "en vrai" ! L'expression "du coup", utilisée à propos de faits ou d'idées, est un syllogisme qui se prévaut de l'accord implicite de l'interlocuteur ; d'autant plus qu'il existe de nombreux synonymes, comme "de ce fait", "à la suite de quoi", "en conséquence de quoi", ... Et puis, le tic de langage "genre" employé à tout bout de champ est particulièrement irritant. Comme le disait Voltaire : "tous les genres sont bons, hors le genre ennuyeux." Les interrogateurs ne doutent pas qu'à partir de l'an prochain, les candidats qui auront passé le "Grand Oral" du baccalauréat s'exprimeront dans un français correct.

5. Réforme du programme de BCPST : précisions pour le concours 2023

L'épreuve orale ne changera pas fondamentalement, avec les deux piliers géologiques fondamentaux que sont la pétrographie et la cartographie. Néanmoins, avec la réforme du programme qui sera effective l'an prochain, tant à l'écrit qu'à l'oral, les fossiles font leur retour ! En effet, voici ce que dit le bulletin officiel dans le chapitre relatif à la mesure du temps : " la connaissance des fossiles se limite à la détermination des caractéristiques principales des Trilobites, Ammonoïdés, Bivalves, Gastéropodes, Foraminifères benthiques (Nummulitidés) et planctoniques (Globotruncanidés, Globigérinidés). Aucune étude systématique détaillée n'est exigible. " En d'autres termes, il sera donc possible, notamment à l'oral de géologie, de proposer un fossile de la liste précédente en association avec diverses roches. Il est donc clair que les élèves devront connaître les plans d'organisation (identification des données morpho-anatomiques), les critères majeurs de reconnaissance de ces fossiles. C'est peut-être là l'occasion de faire le lien avec les acquis de biologie.

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	3	0,47	3	0,47
3 à 3,99	9	1,40	12	1,86
4 à 4,99	29	4,50	41	6,36
5 à 5,99	36	5,58	77	11,94
6 à 6,99	58	8,99	135	20,93
7 à 7,99	52	8,06	187	28,99
8 à 8,99	66	10,23	253	39,22
9 à 9,99	60	9,30	313	48,53
10 à 10,99	56	8,68	369	57,21
11 à 11,99	59	9,15	428	66,36
12 à 12,99	48	7,44	476	73,80
13 à 13,99	46	7,13	522	80,93
14 à 14,99	40	6,20	562	87,13
15 à 15,99	35	5,43	597	92,56
16 à 16,99	24	3,72	621	96,28
17 à 17,99	14	2,17	635	98,45
18 à 18,99	9	1,40	644	99,84
19 à 19,99		0,00	644	99,84
20	1	0,16	645	100,00

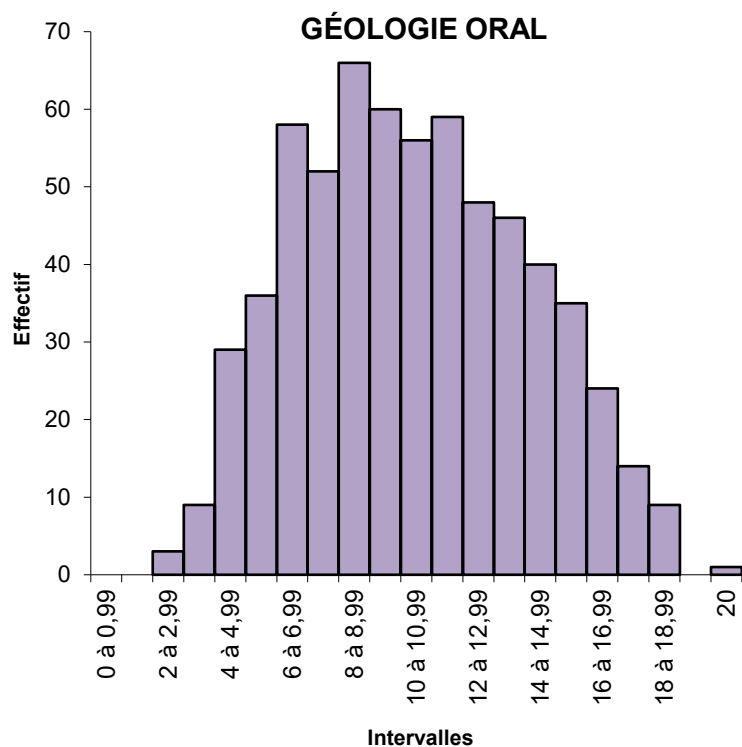
Nombre de candidats dans la matière : 645

Minimum : 2,62

Maximum : 20

Moyenne : 10,38

Ecart type : 3,63



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	1	0,16	1	0,16
6 à 6,99	6	0,93	7	1,09
7 à 7,99	13	2,02	20	3,10
8 à 8,99	28	4,34	48	7,44
9 à 9,99	42	6,51	90	13,95
10 à 10,99	67	10,39	157	24,34
11 à 11,99	96	14,88	253	39,22
12 à 12,99	90	13,95	343	53,18
13 à 13,99	95	14,73	438	67,91
14 à 14,99	75	11,63	513	79,53
15 à 15,99	58	8,99	571	88,53
16 à 16,99	41	6,36	612	94,88
17 à 17,99	22	3,41	634	98,29
18 à 18,99	10	1,55	644	99,84
19 à 19,99	1	0,16	645	100,00
20		0,00	645	100,00

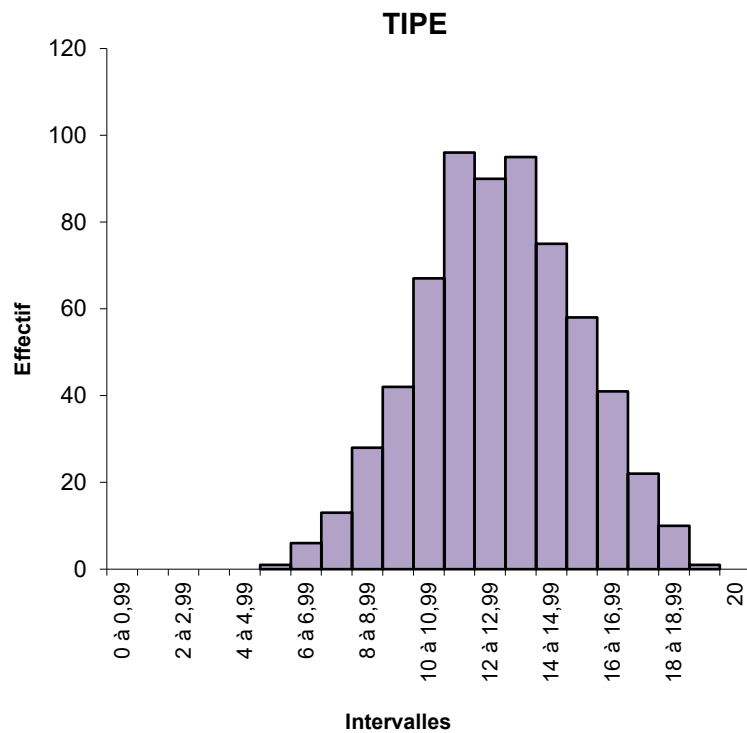
Nombre de candidats dans la matière : 645

Minimum : 5,48

Maximum : 19,24

Moyenne : 12,71

Ecart type : 2,63



ÉPREUVE 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 est le même que les années précédentes.

2. Les appréciations sur le TIPE

2.1 Le sujet du TIPE

Le thème 2021/2022 était intitulé : « **Santé, prévention** ».

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.** Les projets de TIPE sont rarement originaux mais très peu de TIPE « catastrophiques » ont été identifiés.

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 ne font que trop rarement mention des applications que peuvent avoir les travaux réalisés dans la vie réelle et dans le monde professionnel. Or il y a là pour les candidats la possibilité de montrer au jury leur ouverture et leur curiosité.

Ces deux points mis à part, 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.**
- 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. Attention cependant à ne pas rester trop vague : **les expériences ne servent pas à démontrer des évidences**.
- 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.

Cependant le TIPE ne doit pas se limiter à une accumulation d'expériences. Celles-ci doivent s'inscrire dans une démarche claire et argumentée. Toute expérience peu concluante ne doit pas simplement être expurgée ou supprimée mais au contraire, être décortiquée afin de comprendre la non-conformité des résultats obtenus par rapport aux données prévues. Les étudiants pensent qu'il est important de présenter des résultats, alors que la démarche est tout aussi importante (voire plus, car le résultat est souvent connu d'avance).

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 fait 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 handicap certains groupes de TIPE très négativement par rapport à des groupes bien suivis.

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. Le rappel de la démarche globale, de la ou les hypothèses posées, et des moyens pour y

répondre en début d'exposé est toujours bien venue. **Cette meilleure maîtrise des candidats se traduit donc par une exigence plus grande de la part des examinateurs.**

- Le type de support (double panneau, diaporama...) importe peu, même si certains jurys déplorent un manque de dynamisme plus souvent observé avec des présentations de type « powerpoint ». Il est toutefois 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.
- 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 rédhibitoires, 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. **Le non-respect du temps est donc particulièrement mal perçu par les jurys**, qui pénalisent d'autant plus les candidats mal préparés.
- 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. Par exemple, un groupe fait une étude sur un cours d'eau, mais ne se renseigne pas sur les acteurs qui gèrent les cours d'eau ou sur les filières de traitement de l'eau. Ce qui est d'autant plus étonnant lorsqu'ensuite le candidat indique qu'il veut travailler dans le domaine de l'environnement...
- 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 déstabilisé par la simple demande de définition d'un terme utilisé plusieurs fois dans l'exposé. De rares travaux sont complètement déconnectés de la réalité.
- En ce qui concerne les outils statistiques, il en existe de très puissants, ne pas se contenter de moyennes ou "d'écarts types qui ne se chevauchent pas" pour conclure à des différences significatives. Toutefois, l'utilisation d'un outil demandera de comprendre au minimum son fonctionnement.

- Attention aussi à la pertinence du type de représentation (pie chart pas toujours pertinent). Bien réfléchir à ce que l'on veut montrer avant de faire un choix de représentation. Eviter les tableaux de données brutes. Penser aux nuages de points si on a peu de répétitions...
- 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

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. On ressent une meilleure maîtrise de l'exercice, et il est parfois plus difficile de différencier 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'ont 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 qui est d'avoir une vision plus précise du candidat.

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.

Par ailleurs, 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. 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 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 intéresse/nt. 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.

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 candidat·e·s 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·e·s 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·e·s 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·e·s 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.

2. Attentes

Les candidat·e·s devront pouvoir démontrer qu'ils-elles ont compris les documents présentés de manière fine, structurée, analytique et sans paraphrase. Ils-elles seront évalué·e·s 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, approfondir l'analyse et vérifier les qualités de communication des candidat·e·s.

- 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·e·s devront proposer une/des piste(s) d'analyse qui montreront au jury qu'ils 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 considérée comme hors sujet.** Attention donc aux candidat·e·s 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·e·s 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·e·s 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 de leur 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·e·s auront à effectuer en contexte universitaire et professionnel pour les projets au sein desquels ils·elles seront intégré·e·s 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·e·s. mais ils.elles semblent bien préparé.e.s 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.

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

Certain·e·s candidat·e·s 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 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 ne saurions trop conseiller aux candidat·e·s 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 candidat·e·s 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 très grande majorité des candidat·e·s sont rompu·e·s à la présentation des documents et nous avons constaté peu de présentations erratiques.

Nous notons cependant 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.e.s candidat.e.s 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 creuse.

Certain.e.s candidat.e.s semblent par ailleurs ignorer la différence entre *video* et *audio (recording)*.

- Langue

Si nous faisons exception des locuteurs·trices natifs·ves, les niveaux de langues constatés vont de parfaitement fluide à totalement incompréhensible. Il y a donc un espace libre à explorer pour les candidat.e.s 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 sold ?* (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...) : *United-States think that - The science is - An another problem - The Nature - The Japan*
- Prépositions : *they don't care of - for vs to - interested by*
- 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*
- Comparatif et superlatif : *the most bigger - it is more cold - the most busiest -*
- ING vs INF : *instead of recycle - the solution is modifying comportments - without impact the environment*
- place adjectif : *a meter cubic - a bottle plastic - the vehicles electric*

- Lexique

Nous interpellons les candidat.e.s 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.e.s adeptes des néologismes, d'un franglais assumé ou refoulé ou de tout type de pirouette lexicale le jury reconnaît leur inventivité mais peine à récompenser la chose.

To evolute? (to evolve) - *To sensibilitate ?* (to sensibillize - to sensitize) - *politics vs policies* - *to win vs to earn* - *the text which is tittle* - *to explanate ?* (to explain) - *a lose ?* (a loss) - *to continuete ?* (to continue) - *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 carbon CO2 ? (carbon dioxide)

Une mention particulière cette année pour le *global warning* qui semble devoir supplanter le *global warming* tant il est vrai que la prévention est *mer de sureté.

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

the food to feed the beasts

fake plastic bags and a lot of things in the same things it's logique that Texas will be lose a big of economy the déchets that deversed in the rivers
they can have a gas to make left the gas in the ground others reunions with the dirigeants of mine coals...

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

Les candidat·e·s bloqué·e·s sur un mot seraient plus avisé·e·s de reprendre leur phrase et de trouver une manière de transmettre leurs idées correspondant à la qualité de leur lexique.

- Prononciation, intonation et accentuation

Le jury constate un problème général de schéma intonatif créant une intelligibilité aléatoire souvent renforcée par une accentuation et d'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** - **spaces** - **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**

- la réalisation du phonème [h] : *anger* vs *hunger* / *eat* vs *heat* / *heal* vs *eel* / *hand* vs *and* et une très intéressante combinaison *eat pumps* dont le sens reste soumis à interprétations diverses et l'injonction difficile à réaliser donc. *Eat pumps!*

- la réalisation du /-th/ : **three** vs *tree* / **threat** / *clothes* -

- **busy** ([y] vs [i]) - *development* - *cows* vs *cause* - *work* vs *walk* vs *wok* - *lake* vs *lack* - *wind* vs *wine* -

- **Alternative** - *developer* - **Japan**

- ABC (IPCC...)

Beaucoup de candidat·e·s 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·e·s qui maîtrisent la prononciation, l'intonation et l'accentuation des mots au sein de phrases grammaticalement cohérentes seront intelligibles et donc considérés comme utilisateurs-locuteurs quel que soit leur accent.

- Communication

Le jury remarque qu'une majorité de candidat·e·s a 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·e·s 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 leur 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·e·s 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·e·s pourront terminer par une prise de position plus critique (tout en restant mesuré·e·s) qui pourra amorcer un échange de vues avec le jury.

Un certain nombre de candidat·e·s 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·e·s 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 candidat·e·s.

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 dam, pesticides, fertilisers, landfill ... (Pour reprendre certains manques constatés pour cette session) pourrait s'avérer être un problème. Le terme *pond* a posé un problème à de nombreux candidat·e·s cette année qui n'ont pas su mettre en relation les éléments explicites du texte pour en inférer le sens pour ceux/celles qui en avaient oublié le sens... Is the grass still greener across the pond then?

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·e·s et aux élèves pour la pratique orale. La lutte

contre l'inexorable érosion de la langue est âpre et sans relâche. Les candidat·e·s 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·e·s 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·e·s de conserver un lien avec la langue et d'être à même de développer des analyses argumentées sur les documents fournis au 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·e·s de pouvoir se rattraper et d'éclaircir des points apparus flous, faux voire fous lors de leur présentation. Les candidat·e·s devront donc saisir la chance qui leur est offerte de préciser ou revenir sur leurs propos. Il s'agira donc de rester ouvert.e, de pouvoir se remettre en question et dévier du mantra qu'un candidat aura bien voulu partager avec le jury cette année : *you fix an objectif and arrive at this objectif* ou de ce candidat persuadé que le Parc National de Joshua Tree en Californie était le terrain sur lequel un certain Joshua continuait inlassablement à planter ses arbres tel un Elzéard Bouffier sorti tout droit de la nouvelle de Giono... Au-delà du faux-sens, l'image aurait été belle mais la référence n'est jamais venue...

Nous souhaitons bon courage à tous·tes les élèves et les enseignant·e·s.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99	5	0,78	5	0,78
2 à 2,99	13	2,02	18	2,79
3 à 3,99	19	2,95	37	5,74
4 à 4,99	38	5,89	75	11,63
5 à 5,99	34	5,27	109	16,90
6 à 6,99	40	6,20	149	23,10
7 à 7,99	53	8,22	202	31,32
8 à 8,99	46	7,13	248	38,45
9 à 9,99	52	8,06	300	46,51
10 à 10,99	61	9,46	361	55,97
11 à 11,99	46	7,13	407	63,10
12 à 12,99	78	12,09	485	75,19
13 à 13,99	40	6,20	525	81,40
14 à 14,99	45	6,98	570	88,37
15 à 15,99	29	4,50	599	92,87
16 à 16,99	22	3,41	621	96,28
17 à 17,99	15	2,33	636	98,60
18 à 18,99	4	0,62	640	99,22
19 à 19,99	3	0,47	643	99,69
20	2	0,31	645	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 645

Minimum : 1,11

Maximum : 20

Moyenne : 10,14

Ecart type : 4

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	1	1,33	1	1,33
7 à 7,99	2	2,67	3	4,00
8 à 8,99	4	5,33	7	9,33
9 à 9,99	1	1,33	8	10,67
10 à 10,99	1	1,33	9	12,00
11 à 11,99	11	14,67	20	26,67
12 à 12,99	17	22,67	37	49,33
13 à 13,99	11	14,67	48	64,00
14 à 14,99	14	18,67	62	82,67
15 à 15,99	3	4,00	65	86,67
16 à 16,99	1	1,33	66	88,00
17 à 17,99	5	6,67	71	94,67
18 à 18,99	1	1,33	72	96,00
19 à 19,99	2	2,67	74	98,67
20	1	1,33	75	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 75

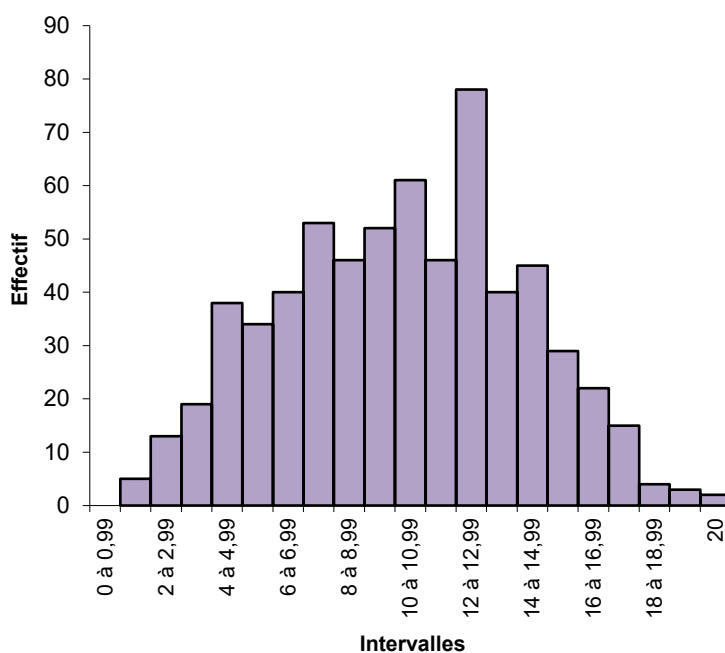
Minimum : 6,07

Maximum : 20

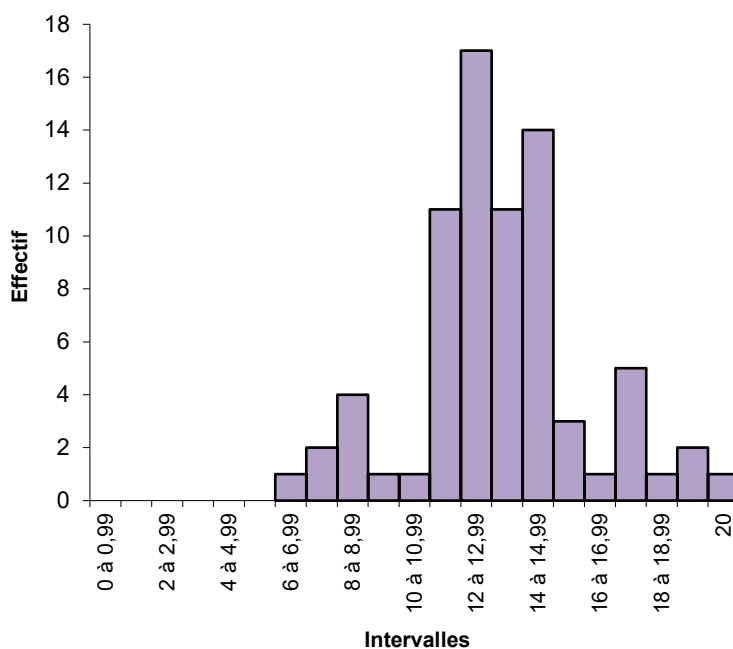
Moyenne : 13,14

Ecart type : 2,74

ANGLAIS



ESPAGNOL



ÉPREUVE ORALE D'ESPAGNOL

Nature et déroulement de l'épreuve :

Après 20 minutes de préparation, le candidat dispose de 10 minutes pour exposer la synthèse de l'article proposé ainsi que le commentaire. Des questions peuvent éventuellement lui être posées ensuite. Le reste du temps est consacré à l'écoute d'un document et à sa restitution.

Remarques sur les différentes étapes de l'épreuve orale :

Dans une grande majorité, les candidats se présentent en connaissant parfaitement les modalités de l'épreuve : il s'agit d'introduire le sujet de l'article proposé en le contextualisant. Après avoir présenté les sources du document ainsi que la problématique, vient en second lieu la synthèse. Cette étape permet au jury de vérifier la bonne compréhension de l'article par le candidat, ainsi que son aptitude à mettre en lumière les idées principales tout en les reformulant. Dans ces conditions, reprendre systématiquement des termes ou des formulations de l'article est sanctionné. Il s'agit de synthétiser un article de presse, et non de donner son avis sur le sujet traité.

Le commentaire -qui part bien de la problématique posée par l'article- manifeste les capacités du candidat à proposer une étude civilisationnelle ; les connaissances sur le monde hispanophone sont par conséquent fondamentales et doivent être exploitées à bon escient. Le cas échéant, le jury revient sur certains points abordés par le candidat. Le but n'est donc pas d'aborder la situation de presque tous les pays d'Amérique latine (ce qui est parfois le cas) mais de sélectionner ses connaissances pour illustrer intelligemment ses propos. Une adroite conclusion manifestera le bien-fondé de sa précédente démonstration.

Enfin, un document audio (d'environ une minute / une minute trente) est proposé ; l'objectif étant de restituer après son écoute le maximum d'informations.

Rappelons pour finir qu'il s'agit d'une épreuve orale. C'est pourquoi il est fondamental de connaître et d'appliquer certains codes de base : se tenir correctement durant l'épreuve, parler distinctement et à un rythme compréhensible (parler à toute vitesse ne sert strictement à rien, ne serait-ce que pour permettre au jury de prendre des notes), écouter attentivement les questions posées (répétées une seule fois), regarder son interlocuteur (ne pas se contenter de lire sa préparation) et faire savoir en espagnol que la prise de parole est finie. À ce propos, savoir dire bonjour ou au revoir en espagnol, connaître un minimum la langue de Cervantes pour s'excuser ou demander de répéter semble être des pré-requis élémentaires.

Principales difficultés linguistiques :

des fautes concernant :

- le lexique (ce qui est donné correspond aux formes correctes): un problema / plantea unos problemas / el dinero / desarrollarse / crear y crear / solventar un problema / las minorías ; las mayorías / la cuestión et la pregunta / aprender et enseñar / oponerse / las desigualdades / cuestionar et preguntar / estar a favor de et estar en contra de / las medidas / Europa et europeos...
- les conjugaisons : muestra / depende/ opuesto / digo et dijo / fuera et fueron ...
- la prononciation : farmacia / biología / diplomacia / democracia ...
- la syntaxe : estos países / decide ir / el texto trata de / ir a / EE.UU. (prononcé Estados Unidos)es ou EE.UU. son / para que + subjonctif présent ou imparfait / ayudar a los países ...

Exemples de sujets proposés : les articles soumis aux candidats sont toujours en lien avec l'actualité espagnole ou hispano-américaine. Cette année, il a par exemple été question des féminicides au Mexique, les droits de l'homme au Salvador, les relations entre le Venezuela et la Colombie, la nouvelle présidence au Honduras, les flux migratoires en Amérique latine, les bébés volés en Argentine, le Roi Felipe VI, le statut de Gibraltar ou encore la préservation de l'Amazonie.

ÉPREUVE ORALE D'ALLEMAND

La session 2022 a été dans l'ensemble très positive en allemand. Il est important de souligner que cette épreuve est depuis quelques années uniquement en allemand LV2. La moyenne est cette année encore très élevée (14,5/20). Ces bons résultats s'expliquent par un travail sérieux fourni par les candidats, une bonne maîtrise du vocabulaire et des structures grammaticales ainsi qu'une bonne aisance à l'oral. Les étudiants n'ont généralement pas été surpris par les thématiques abordées car les textes proviennent exclusivement de la presse allemande et portent sur des sujets d'actualité, des faits de société et des problèmes contemporains comme les nouvelles technologies (la 5G, les appareils connectés), internet, le covoiturage, les addictions, les relations entre les enfants ou les adolescents et leurs parents, l'environnement, l'émigration et les échanges culturels, la compatibilité entre le travail et la vie de famille, etc.

Les modalités de l'épreuve restent inchangées : le candidat dispose de 20 minutes pour préparer le commentaire d'un texte ou d'un article de journal, l'interrogation dure elle aussi 20 minutes. Cette épreuve vise à tester les facultés de compréhension écrite du candidat et ses capacités à communiquer. Nous attendons de chaque candidat qu'il présente dans un premier temps la thématique du texte proposé et en fasse un commentaire en exploitant une ou plusieurs questions soulevées par l'auteur et en donnant son point de vue personnel. Lors de cette première phase, il faut absolument que l'intervenant évite la paraphrase et donc qu'il prenne du recul par rapport au texte. La deuxième partie de l'épreuve est un entretien basé sur les pistes exploitées par le candidat. L'examineur revient sur les points évoqués et demande généralement de préciser, de donner des exemples ou tente de corriger les incompréhensions. L'entretien permet d'évaluer la capacité des candidats à s'exprimer librement et en continu et de tester leur compréhension orale. Le texte proposé n'est finalement qu'un support qui doit permettre à l'étudiant de montrer ses capacités de communication et d'interaction. Attention toutefois à ne pas trop s'éloigner du texte pour glisser vers une thématique qui plaît certes plus au candidat mais qui n'a qu'un lien très vague et très lointain avec la problématique abordée dans le texte. Il faut absolument éviter les digressions qui donnent l'impression à l'examineur que l'étudiant veut replacer des commentaires « tout faits » préparés pendant ses années d'étude. Il est également important de respecter le temps imparti. Le candidat ne doit pas s'étonner d'être coupé si son commentaire est trop long, aussi intéressant soit-il. A l'inverse, une simple restitution du contenu du texte n'est pas suffisante. A noter : il n'y a pas de document audio ou vidéo en allemand.

Dans le cadre de l'appréciation et de la notation, différents critères sont pris en compte : la correction de la langue, la capacité à structurer le discours, l'aisance à l'oral, la spontanéité de l'expression, la prononciation et la richesse lexicale. C'est justement à cause de ce dernier critère que certains étudiants ont perdu des points. Les candidats sont invités à s'écarter des formulations classiques apprises par cœur et à enrichir leur vocabulaire pour pouvoir exprimer différentes nuances dans leur commentaire et véritablement échanger avec l'examineur. Soulignons également que l'autocorrection de la langue est fortement appréciée dans le cas notamment de fautes de bases comme la conjugaison ou la place du verbe. Veillez également à bien démarrer votre intervention en évitant des erreurs grossières comme : das Artikel (au lieu de « der ») ou une erreur de conjugaison au présent. Préparez bien vos quelques phrases d'introduction et soyez précis dans l'énoncé de la thématique. Veillez enfin à bien respecter le plan que vous avez annoncé et à bien différencier les parties. Nous sommes également sensibles à la combativité des intervenants qui doivent essayer de convaincre l'examineur non seulement dans leurs propos mais également dans leur attitude volontaire. Par exemple, il est nettement préférable de regarder l'examineur en s'exprimant spontanément plutôt que de fixer sa feuille de préparation et de lire des phrases rédigées sans lever les yeux. Enfin, chaque candidat doit s'intéresser à l'actualité en général et à l'environnement socioculturel des pays germanophones en particulier et doit faire preuve de curiosité concernant l'information (en lisant des journaux allemands, en écoutant la radio et en s'informant par le biais de la télévision allemande) pour être capable de proposer un commentaire intéressant et original.

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	1	2,33	1	2,33
6 à 6,99		0,00	1	2,33
7 à 7,99	1	2,33	2	4,65
8 à 8,99	1	2,33	3	6,98
9 à 9,99		0,00	3	6,98
10 à 10,99	3	6,98	6	13,95
11 à 11,99	4	9,30	10	23,26
12 à 12,99	7	16,28	17	39,53
13 à 13,99	7	16,28	24	55,81
14 à 14,99	4	9,30	28	65,12
15 à 15,99	6	13,95	34	79,07
16 à 16,99	3	6,98	37	86,05
17 à 17,99	1	2,33	38	88,37
18 à 18,99	4	9,30	42	97,67
19 à 19,99		0,00	42	97,67
20	1	2,33	43	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 43

Minimum : 5,41

Maximum : 20

Moyenne : 13,71

Ecart type : 3,25

