

SOMMAIRE

RAPPORT GÉNÉRAL

1. Fonctionnement du Concours G2E	2
2. Remarques générales concernant le recrutement 2021 et 2022	2
2.1. Les données du recrutement 2021	3
2.1.1. Places offertes et intégrations dans les écoles	3
2.1.2. Effectifs aux différents stades du recrutement	5
2.2. Résultats	5
2.3. Calendrier du Concours G2E 2022	9
3. Remerciements	9

COMMENTAIRES SUR LES DIFFÉRENTES ÉPREUVES

Épreuve écrite de Mathématiques	10
Épreuve écrite de Physique	14
Épreuve écrite de Chimie	16
Épreuve écrite de Biologie	20
Épreuve écrite de Géologie	27
Épreuve de Composition Française	44
Épreuve orale de Mathématiques	47
Épreuve orale de Physique	53
Épreuve orale de Chimie	55
Épreuve orale d'Informatique	58
Épreuve orale de Géologie Pratique et Géographie	62
Épreuve orale de TIPE	66
Épreuve orale d'Anglais	71
Épreuve orale d'Espagnol	77
Épreuve orale d'Allemand	78

CONCOURS GÉOLOGIE, EAU et ENVIRONNEMENT

1. FONCTIONNEMENT DU CONCOURS G2E

G2E offre 223 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'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 Lille-Douai).

2. REMARQUES GÉNÉRALES CONCERNANT LE RECRUTEMENT 2021 et LE FUTUR RECRUTEMENT 2022

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 1702 inscrits)	972	730
Candidats ayant terminé les épreuves orales	358	276

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 2019, les oraux ayant été annulés en 2020.

Choix lors des inscriptions (2019)	Allemand	Espagnol	Aucune	Total
LV2	130 (178)	240 (317)	1332 (1167)	1702 (1662)
Candidats admissibles ayant choisi une LV2	Allemand	Espagnol	Aucune	Total
LV2	90 (72)	173 (115)	901 (426)	1164 (613)

Les épreuves écrites de G2E 2022 se dérouleront les 9, 10 et 11 Mai dans 31 centres de concours. Les épreuves orales se dérouleront du 24 juin au 4 juillet 2022 (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 2021

2.1.1. Places offertes et intégrations dans les écoles

Nombre de places offertes par G2E en 2021	223
Nombre d'intégrés en 2021	208

G2E	Année	Nombre de places offertes	Nombre d'intégrés	Rang du premier intégré	Rang du dernier intégré
EIL Côte d'Opale	2021	5	0		
ENGEEES Fonctionnaire	2017	8	8	54	504
	2018	6	6	26	339
	2019	6	6	50	195
	2020	6	6	255	714
	2021	6	6	141	406
ENGEEES Civil	2017	16	16	46	441
	2018	18	17	38	485
	2019	18	20	75	453
	2020	18	20	128	829
	2021	20	23	65	532
ENGEEES Apprenti	2017	5	4	35	538
	2018	5	4	493	549
	2019	5	6	417	523
	2020	5	2	165	1061
	2021	5	2	521	582
ENSEGID	2017	17	18	45	427
	2018	17	16	32	413
	2019	17	18	248	448
	2020	18	14	356	835
	2021	18	18	102	542
ENSG	2017	64	56	10	384
	2018	64	56	7	396
	2019	64	50	1	418
	2020	64	61	38	808
	2021	64	62	17	349
ENSGéomatique civil	2017	3	5	207	507
	2018	3	3	410	492
	2019	3	6	82	541
	2020	6	7	931	1099
	2021	8	2	573	616
ENSGéomatique Fonct.	2017	2	2	216	526
	2018	2	2	39	47
	2019	2	3	131	483
	2020	3	4	742	1064
	2021	5	2	206	468
ENSIL	2017	6	2	511	522
	2018	6	6	537	575
	2019	6	5	514	564
	2020	6	4	867	969
	2021	6	3	579	586
ENSIP	2017	15	9	442	556
	2018	15	4	447	562
	2019	15	5	450	586
	2020	15	5	490	1000
	2021	15	9	432	613
ENTPE Fonctionnaire	2017	19	19	10	117
	2018	20	20	17	187
	2019	19	20	17	197
	2020	15	15	50	428
	2021	15	21	13	216
ENTPE Civil	2017	26	26	119	457
	2018	25	25	15	444
	2019	26	26	77	476
	2020	25	24	175	1067
	2021	25	25	143	532
EOST	2017	9	6	199	472
	2018	9	8	30	451
	2019	9	8	89	428
	2020	9	10	301	929
	2021	9	16	273	606
ESGT	2017	5	2	488	511
	2018	5	2	521	572
	2019	5	4	488	561
	2020	10	2	1004	1028
	2021	10	3	536	620
IMT Mines Albi	2017	5	8	31	361
	2018	5	6	257	341
	2019	5	7	106	407
	2020	5	3	537	582
	2021	5	6	177	341
IMT Mines Alès	2017	3	2	170	276
	2018	3	3	49	191
	2019	3	3	228	366
	2020	3	3	220	428
	2021	4	5	63	329
IMT Lille Douai	2017	3	0	-	-
	2018	3	3	72	344
	2019	3	4	201	313
	2020	3	5	48	496
	2021	3	5	42	444

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
2018	1729	1690	1205	638	607	556	409	312	443	571	579	496	575	513	577	443	581	
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

En 2021, le nombre d'inscrits a augmenté par rapport à 2020. 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

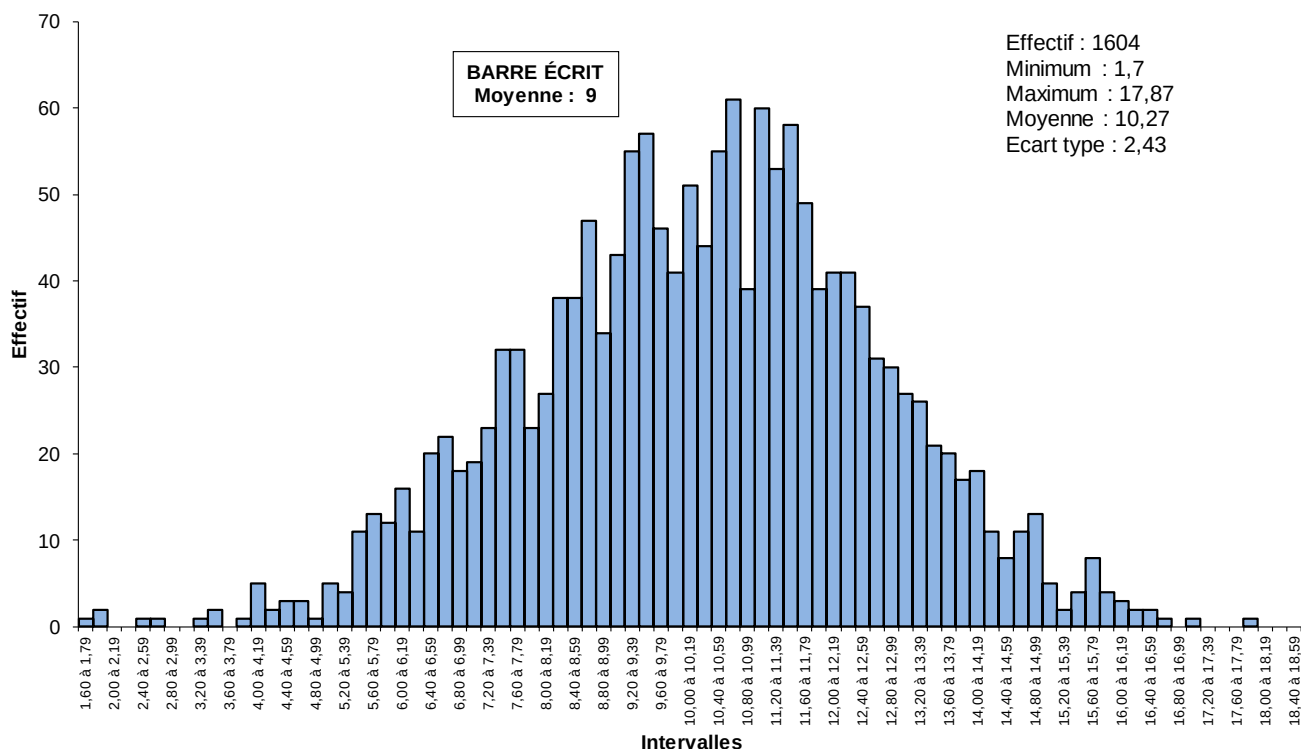
	Maths	Physique	Chimie	Biologie	Géologie	Compo. F
2017	10,16 (1,69 : 20) 2,59	10,38 (0,31 : 20) 3,92	10,92 (0,23 : 20) 4,01	10,82 (3,24 : 20) 2,43	10,75 (0,19 : 20) 3,19	10,33 (0 : 20) 3,05
2018	10,42 (0,57 : 20) 2,87	10,30 (3,88 : 20) 3,88	10,32 (0,76 : 20) 3,40	10,45 (2,56 : 17,26) 2,41	10,34 (0,37 : 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

ÉPREUVES ORALES : Moyenne (minimum : maximum) Écart type

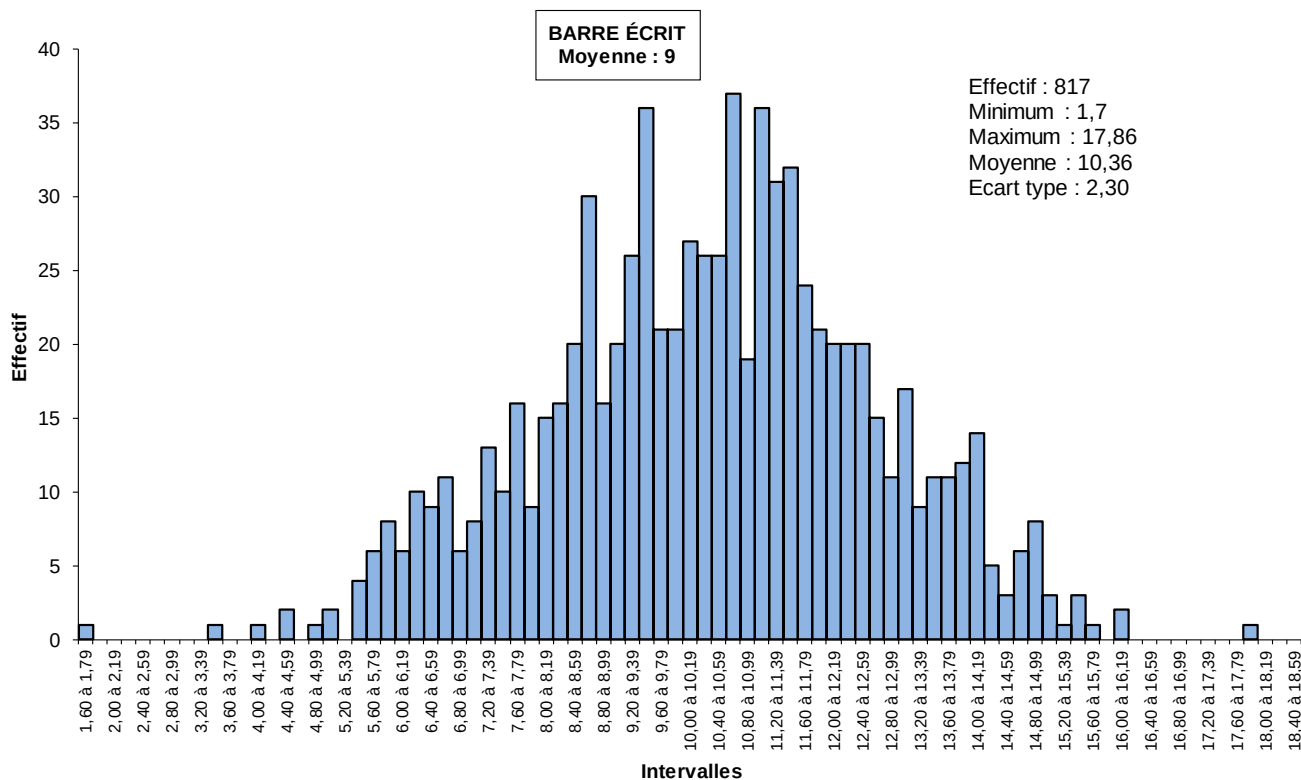
	Maths	Physique	Chimie	Informatique	Géologie	TIPE	Anglais	Allemand	Espagnol
2017	10,40 (0,75 : 20) 3,74	11,41 (2,35 : 20) 3,74	14,13 (4,61 : 20) 3,55	14,21 (8,99 : 18,99) 2,08	10,84 (2,51 : 19,07) 3,60	12,44 (5,16 : 18,80) 2,69	11,95 (2,13 : 20) 3,47	14,12 (6,78 : 20) 3,10	13,04 (6,59 : 20) 2,79
2018	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

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 2021"



DISTRIBUTION DES MOYENNES "ÉCRIT ENTPÉ 2021"



Répartition des candidats par lycées session 2021

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	56	34	25	17	25	18			1				1	3		2	
AMILLY	DU CHESNOY	28	10	18	7	18	10				1							
ANGERS	A. DU FRESNE	13	7	12	6	12	9		1	1	1					1		
ARRAS	ROBESPIERRE	25	8	10	4	10	8				1						1	1
AUZEVILLE TOLO.	LEGTAH	4	2	4	2	4	2											
BESANCON	Victor HUGO	26	7	18	4	17	10			1								
BORDEAUX	MICHEL-MONTAIGNE	52	31	40	22	41	30		2		2					1	1	
BOULOGNE BILLA.	J. PREVERT	16	10	12	8	12	9			2					1		1	
CAEN	MALHERBE	70	36	52	27	56	13				1			1	1			1
CLERMONT FD	B. PASCAL	8	7	4	3	4	4			1	1							
DIJON	CARNOT	8	2	7	2	7	7				1			1			1	
DOUAI	A. CHATELET	31	20	21	15	21	17		2	2	3			1	1	2		
DUCOS	L.P. CENTRE SUD	4	1	0	0	0	0											
FONTENAIBLEAU	FRANCOIS 1ER	7	4	6	4	6	5						1					
GRENOBLE	CHAMPOLLION	19	4	19	4	19	8		1									
LA MULATIERE	ASSOMP. BELLEVUE	23	17	16	12	16	2									1		
LE RAINCY	A. SCHWEITZER	24	9	10	4	10	6				1				1		1	
LE TAMPON	R. GARROS	26	19	17	13	17	11								1	1	1	
LEMPDES	L. PASTEUR	26	5	22	4	23	1		1									
LILLE	FAIDHERBE	47	26	28	18	28	9		1	1			1					
LIMOGES	LIMOSIN	21	6	8	4	8	6		1		1				1	2		
LYON	LAMARTINIERE MON.	11	6	5	3	5	3											
LYON 6e	DU PARC	43	22	37	18	37	26		1		7							
MARSEILLE	THIERS	72	46	45	30	46	27				9				1		2	1
METZ	G. DE LA TOUR	16	4	5	1	5	4				1	1				1		
MONTPELLIER	JOFFRE	13	10	11	8	11	5											
NANCY	POINCARÉ	71	33	58	26	58	32				2			1	2	1		
NANTES	Externat-Chavagnes	29	19	12	8	12	6							1				
NANTES	CLEMENCEAU	23	11	16	9	16	11		1		1							
NICE	MASSENA	25	19	19	14	22	7				2							
NIMES	E. D'ALZON	36	17	21	10	21	14				2							
ORLEANS	POTIER	38	21	22	14	22	17				2	1				4		
PARIS	SAINT LOUIS	59	22	50	18	50	27				4	1						
PARIS	JANSON DE SAILLY	15	8	13	8	13	5				1							
PARIS 13e	G. St HILAIRE	0	0	0	0	0	0											
PARIS 13e	P-G de Gennes ENCPB	23	15	13	9	13	7		1									
PARIS 16e	J.B. SAY	31	13	26	10	26	15		1						3	1		
PARIS 6e	FENELON	40	20	29	16	30	23		1		1						1	
PARIS 8e	CHAPTAL	42	19	24	9	24	9				1							
PARIS 5e	HENRI IV	32	18	28	16	28	18				1					1		
PAU	L. BARTHO	18	7	12	4	12	8		2	1	1			1			2	
POINTE A PITRE	BAIMBRIDGE	19	7	3	1	3	2											
POITIERS	C. GUERIN	68	39	33	18	33	22		4	1	1			1	3		1	
REIMS	G. CLEMENCEAU	21	4	16	4	16	6		1									
RENNES	CHATEAUBRIAND	33	13	27	12	27	16		2		4					1		
ROUEN	CORNEILLE	22	25	20	22	32	4		1	1								
ST AMAND LES EA	N.D. DES ANGES	15	5	4	2	4	2											
SAINT ETIENNE	CLAUDE FAURIEL	36	21	27	16	27	8		2	2						1		
SAINT MAUR	BERTHELOT	87	51	60	38	64	35			2	2	1		1	3	1	1	
SCEAUX	LAKANAL	69	34	52	27	52	27		2				1		1	1		
STRASBOURG	J. ROSTAND	7	3	7	3	7	5		2						2			
TOULOUSE	OZENNE	14	5	10	5	10	4			1	1						1	
TOULOUSE	P. DE FERMAT	10	3	9	2	9	7			1	2							
TOURS	DESCARTES	10	6	8	5	8	4				1							
VERSAILLES	HOCHÉ	35	22	25	17	25	18		1		3				1	1		
VERSAILLES	SAINTE-GENEVIEVE	39	12	39	12	41	10											
AUTRES		1	1	1	1	1	1											
TOTAL		1657	846	1136	596	1164	620	0	31	18	62	4	3	9	25	21	16	3

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

2.3. Calendrier du Concours G2E 2022

Inscriptions sur internet (www.scei-concours.fr) du 10 Décembre 2020 au 12 Janvier 2021 17h.

ÉPREUVES ÉCRITES : Lundi 9, Mardi 10 et Mercredi 11 Mai 2022

Inscriptions des candidats à l'oral : 21, 22 et 23 juin 2022

ÉPREUVES ORALES : du Vendredi 24 juin au Lundi 4 juillet 2022

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 2021 très particulière du fait de la crise sanitaire.

Les proviseurs qui ont accepté d'accueillir les candidats aux épreuves écrites de G2E, en assurant le strict respect des consignes sanitaires, pendant cette crise de la Covid19 sont remerciés tout particulièrement, ainsi que les services des concours des rectorats et les surveillants.

Les concepteurs des sujets d'épreuves écrites, 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 2021, du fait de la crise sanitaire.

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 2022.



Richard GIOT
Directeur adjoint du Concours G2E

ÉPREUVE ÉCRITE DE MATHÉMATIQUES

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

Le premier problème abordait l'analyse (résolution d'une équation différentielle, études de fonctions, calculs d'intégrales généralisées) et les probabilités (à travers les variables aléatoires à densité). Le second problème abordait essentiellement l'algèbre (diagonalisation d'une matrice et résolution d'équations matricielles) et les probabilités discrètes par l'étude d'une moyenne et d'une variance empirique.

La variété des thèmes abordés et la progressivité des questions dans les différentes parties ont permis aux candidats faibles d'engranger quelques points alors que certains candidats particulièrement brillants sont parvenus à aborder la quasi totalité du sujet.

Si la présentation des copies nous a semblé globalement satisfaisante, les résultats importants étant en général bien mis en valeur, nous rappelons cependant que les candidats qui n'ont pas suffisamment soigné leur copie se sont vus retirer un nombre significatif de points.

PROBLÈME 1

Ce problème était consacré à la résolution d'une équation différentielle dont une solution est une fonction de densité d'une variable aléatoire réelle dont on calcule l'espérance et la variance.

Partie A

Cette partie était l'occasion d'évaluer les candidats sur leurs connaissances relatives à la résolution d'une équation différentielle puis sur le calcul d'équivalents. En tant que partie introductive, elle était censée être abordable par une grande majorité des candidats mais nous avons malheureusement constaté qu'un nombre important de candidats ne maîtrise pas ces notions de base. Par ailleurs, les premières questions sont souvent l'occasion d'effectuer des calculs intermédiaires qui serviront pour la suite : bien souvent les candidats ne voient pas le lien entre les différentes questions et se perdent dans des calculs maladroits.

Aussi nous conseillons aux futurs candidats de ne pas négliger les notions abordées en première année et rappelons que l'écrit de mathématiques évalue le travail accompli pendant les deux années de classe préparatoire. Nous leurs conseillons également de lire attentivement l'énoncé afin de mieux utiliser les résultats préalablement démontrés.

1. Cette question a généralement été bien traitée. Signalons en revanche qu'il a été rare de voir justifiée la division par $1 + e^x$ ou la stricte positivité de cette dernière expression.
2. La méthode de variation de la constante a souvent été amorcée mais rarement aboutie. On attendait ensuite une distinction des cas $\lambda = 0$ et $\lambda \neq 0$. Rappelons qu'une fonction ne peut être équivalente à 0 et qu'une limite n'est pas une fonction mais un réel ou $\pm\infty$.

Partie B

Cette partie s'est montrée très discriminante : de nombreux candidats sont parvenus (avec des justifications plus ou moins convaincantes) à certains résultats quand d'autres se sont vite perdus dans des calculs trop lourds.

Nous conseillons aux candidats de mieux justifier l'existence des objets manipulés (intégrales généralisées ou sommes de séries) et de prendre le temps de réfléchir à l'intérêt de l'utilisation d'une valeur absolue dans un calcul de limite.

1. Finalement assez peu de candidats ont remarqué que f est la solution de (E) obtenue avec $\lambda = 0$, la plupart ont perdu beaucoup de temps dans des calculs inutiles pour parvenir à ce résultat immédiat. Signalons également que f est paire (ou impaire) sur un domaine de définition D à la condition nécessaire que $x \in D \Leftrightarrow -x \in D$ pour tout $x \in \mathbb{R}$. La question relative aux variations (et pas aux limites) de f a en général été bien traitée, de même que la question relative à la densité.

2. Le début de la question a souvent été bien compris. Dans la suite, lorsqu'on cherchait à exprimer $g_n(x)$ à l'aide d'une somme de termes géométriques, il fallait vérifier que la raison était distincte de 1. De plus l'expression de $g_n(x)$ demandée nécessite de scinder une intégrale généralisée en deux, ce qui nécessite une justification. D'une manière plus globale, la question de la convergence des intégrales généralisées a trop souvent été occultée ou traitée d'une manière implicite ou peu claire, alors qu'elle aurait dû être posée avant même l'étape de calcul. Dans la fin de cette question, il fallait également utiliser avec rigueur l'inégalité triangulaire.
3. On demandait ici d'écrire la valeur absolue du terme général $\frac{(-1)^k}{k^2}$ (et non pas d'une somme partielle de la série correspondante) et d'appliquer la convergence connue de $\sum \frac{1}{k^2}$; par contre il n'était pas demandé de démontrer cette convergence, il s'agit d'un résultat de cours. On en déduisait alors la valeur de l'intégrale généralisée demandée à condition de bien comprendre le rôle de la valeur absolue.

Partie C

Cette troisième partie, dans la suite de la précédente a également été discriminante.

Nous insistons à nouveau sur les liens entre les différentes questions : par exemple la première majoration permettait de conclure à l'existence de l'espérance pratiquement sans calcul. Aussi nous réitérons nos conseils d'attention portée à la lecture de l'énoncé et de soin apporté aux preuves des existences des objets manipulés.

1. La majoration demandée n'a pas posé de problème mais a parfois donné lieu à de trop longs développements. L'existence de l'espérance demandée a souvent été correcte mais souvent au prix de long calculs. Enfin, de nombreux candidats ont astucieusement remarqué que la parité de f prouve que l'espérance (car elle existe) est nulle.
2. Les deux intégrations par parties demandées n'ont, malgré la mise en garde de l'énoncé, pas toujours été justifiées avec soin. La plupart des candidats n'ont récolté sur ces questions que la moitié des points car la classe $\mathcal{C}^1$ des fonctions mises en jeu a rarement été citée et les justifications des limites nulles pour les termes crochets étaient le plus souvent absentes. La dernière question de synthèse a été rarement bien comprise.

PROBLÈME 2

Le second problème était essentiellement consacré à des questions d'algèbre (diagonalisation d'une matrice de $\mathcal{M}_2(\mathbb{R})$ et résolution d'une équation matricielle) et aux calculs d'une moyenne et d'une variance empirique.

Partie A

Cette première partie a été en général bien comprise et c'est même sans aucun doute la partie la mieux traitée du sujet.

Nous invitons donc les actuels candidats à vérifier qu'ils sont aussi à l'aise que leurs prédécesseurs sur la diagonalisation des matrices carrées car ce thème est un incontournable des sujets de concours.

1. Cette première question a régulièrement été bien traitée et les justifications attendues (système complet d'événements utilisé et formule des probabilités totales) souvent présentes. À l'inverse les explications en français, parfois vagues, et revenant en général à paraphraser l'énoncé n'ont guère été valorisées. Pire encore, certains candidats ont pensé que u_n et v_n étaient des événements.
2. Cette seconde question a également soulevé relativement peu de difficultés : de nombreux candidats ont remarqué que M est symétrique réelle pour en conclure par le théorème spectral qu'elle est diagonalisable. Sur ce sujet, signalons deux points : d'une part le fait que M soit à coefficients réels est fondamental (le lecteur sceptique pourra considérer $\begin{pmatrix} 1 & i \\ i & 1 \end{pmatrix}$ et étudier sa diagonalisabilité) et d'autre part le théorème spectral assure qu'il est possible de choisir une matrice de passage P dont l'inverse est sa transposée mais cela n'est pas obligatoire. Quelques candidats ont visiblement été surpris d'obtenir $PP^T \neq I_2$ mais qu'ils soient rassurés, ce n'est pas le signe d'une erreur de calcul et cette question visait surtout à proposer un moyen simple pour obtenir P^{-1} . Enfin nous regrettons que de nombreux candidats n'aient pas songé à remplacer $p + q$ par 1 ce qui leur aurait fait gagner un temps précieux.

3. Le calcul de u_n et v_n a posé plus de difficultés (justement parce que le calcul de P^{-1} était parfois erroné) de même que le calcul de leurs limites. Ce dernier calcul nécessitait de préciser que $|2p - 1| = |p - q| < 1$ car $p \in]0, 1[$.
4. Dans cette dernière question, formulée de façon assez ouverte, on attendait simplement que les candidats observent la symétrie du problème en signalant que C_0 était modifié en $\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$ ou qu'il suffisait d'échanger u_n et v_n .

Partie B

Cette seconde partie a par contre été la moins bien traitée du problème. Il nous apparaît que les candidats ne maîtrisaient pas les notions de moyenne et de variance empirique et ils ont eu beaucoup de difficultés à réinvestir les résultats obtenus dans la partie précédente et, encore une fois, à établir des liens entre les différentes questions. À cela s'ajoutait également une plus grande technicité des calculs à effectuer.

Nous invitons donc les candidats à ne négliger aucun point du programme des deux années de classe préparatoire et en particulier les notions de moyenne et de variance empirique et à prêter une grande attention à la lecture de l'énoncé.

1. On attendait que l'espérance et la variance de X_i soit exprimée en fonction de p , q et i , mais il fallait pour cela avoir obtenu les expressions correctes de u_i et v_i . Signalons que X_i ne suit pas une loi de Bernoulli (les valeurs prises ne sont pas 0 et 1).
2. Cette question, inégalement traitée, nécessitait de réfléchir à la signification des probabilités mise en jeu. L'absence de mémoire du processus (à chaque nouvelle quinzaine, les probabilités de changement d'état sont identiques) était la clé de question. Dans la suite, à condition d'avoir obtenu u_i et v_i , on obtenait des expressions assez simples en fonction de p , q et i .
3. De nombreux candidats connaissaient l'expression de M_n mais n'ont pas remarqué que la moyenne empirique portait sur $n + 1$ valeurs (et non pas n comme dans la formule classique du cours de BCPST). Le calcul de M_n s'est donc souvent limité à présenter de manière erronée la linéarité de l'espérance. Quant à la variance empirique, elle nous a semblé très mal connue et a été très rarement traitée.

Partie C

Cette partie du problème a été mieux comprise mais nous avons tout de même observé des raisonnements qui témoignent d'idées fausses sur le calcul matriciel. Par exemple si A et B sont deux matrices $AB = 0$ n'implique pas $A = 0$ ou $B = 0$ et si A ou B n'est pas une matrice carrée, l'écriture A^{-1} ou B^{-1} n'a aucun sens.

Nous suggérons donc aux candidats de bien réfléchir aux règles du calcul matriciel.

1. Cette question n'a pas présenté de difficulté.
2. Si le début de la question a souvent été abordé de manière correcte, bien rares sont les candidats qui sont parvenus à démontrer soigneusement que $N^2 = M$. En particulier la condition $C_n \neq 0$, à elle seule, ne permettait pas de conclure. Par contre l'égalité $\Delta^2 = D$ a souvent été réussie. Ensuite une immense majorité des candidats a pensé que Δ était diagonale ce qui n'est pas évident a priori et nécessite une démonstration. La fin de la question, plus technique, n'a presque pas été abordée.

Partie D

Cette dernière partie qui visait à conclure a souvent été abordée de manière assez satisfaisante mais rarement dans sa globalité. L'obtention de Q qui découle de l'observation $\text{Ker } M = \text{Im } M$ a rarement été abordée.

Une majorité des candidats a certes montré une certaine aisance dans les calculs de diagonalisation, néanmoins nous conseillons aux candidats de prendre un peu de hauteur par rapport aux notions de vecteur propre, de noyau, d'image, de changement de base.

1. Le début de cette question a souvent été abordé. Signalons tout de même une erreur trop fréquente : il ne suffisait pas d'avoir déterminé la droite vectorielle $\text{Ker } M$ puis d'utiliser le théorème du rang pour conclure (on obtient seulement deux droites vectorielles qui ne sont a priori pas égales). La fin de la question a été peu abordée bien que l'égalité $\text{Ker } M = \text{Im } M$ et la forme donnée de T visait à proposer aux candidats une piste de recherche mais trop de candidats ont cherché en vain à diagonaliser M .
2. L'équation $\Theta^2 = T$ a rarement été abordée et la conclusion qui en découlait également.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	2	0,12	2	0,12
1 à 1,99	6	0,37	8	0,50
2 à 2,99	9	0,56	17	1,06
3 à 3,99	27	1,68	44	2,74
4 à 4,99	38	2,37	82	5,11
5 à 5,99	86	5,36	168	10,47
6 à 6,99	93	5,80	261	16,27
7 à 7,99	132	8,23	393	24,50
8 à 8,99	167	10,41	560	34,91
9 à 9,99	184	11,47	744	46,38
10 à 10,99	188	11,72	932	58,10
11 à 11,99	196	12,22	1128	70,32
12 à 12,99	150	9,35	1278	79,68
13 à 13,99	155	9,66	1433	89,34
14 à 14,99	81	5,05	1514	94,39
15 à 15,99	53	3,30	1567	97,69
16 à 16,99	20	1,25	1587	98,94
17 à 17,99	14	0,87	1601	99,81
18 à 18,99	2	0,12	1603	99,94
19 à 19,99	1	0,06	1604	100,00
20	0	0,00	1604	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1604

Minimum : 0,77

Maximum : 19,6

Moyenne : 10,18

Ecart type : 3,13

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	0	0,00	0	0,00
1 à 1,99	4	0,25	4	0,25
2 à 2,99	7	0,44	11	0,69
3 à 3,99	8	0,50	19	1,19
4 à 4,99	28	1,75	47	2,94
5 à 5,99	30	1,87	77	4,81
6 à 6,99	72	4,50	149	9,31
7 à 7,99	123	7,68	272	16,99
8 à 8,99	168	10,49	440	27,48
9 à 9,99	221	13,80	661	41,29
10 à 10,99	265	16,55	926	57,84
11 à 11,99	269	16,80	1195	74,64
12 à 12,99	157	9,81	1352	84,45
13 à 13,99	134	8,37	1486	92,82
14 à 14,99	63	3,94	1549	96,75
15 à 15,99	32	2,00	1581	98,75
16 à 16,99	16	1,00	1597	99,75
17 à 17,99	3	0,19	1600	99,94
18 à 18,99	1	0,06	1601	100,00
19 à 19,99	0	0,00	1601	100,00
20	0	0,00	1601	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1601

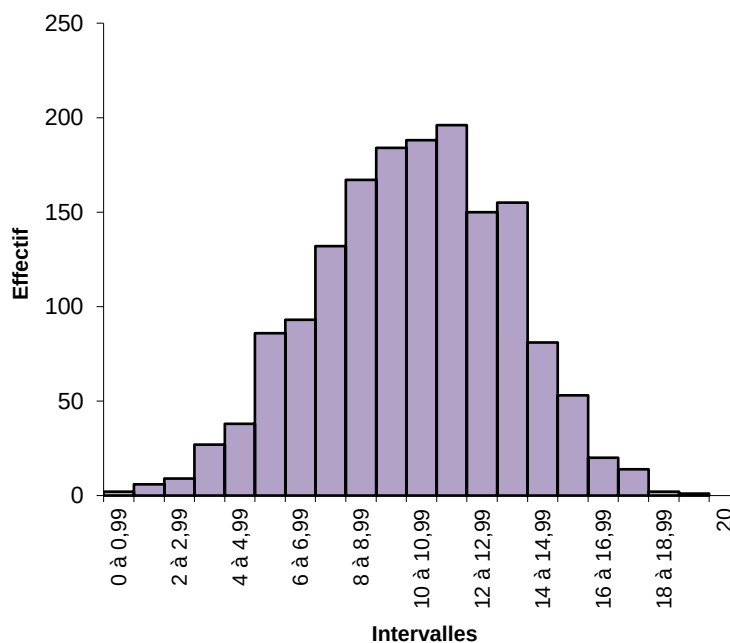
Minimum : 1,25

Maximum : 18,19

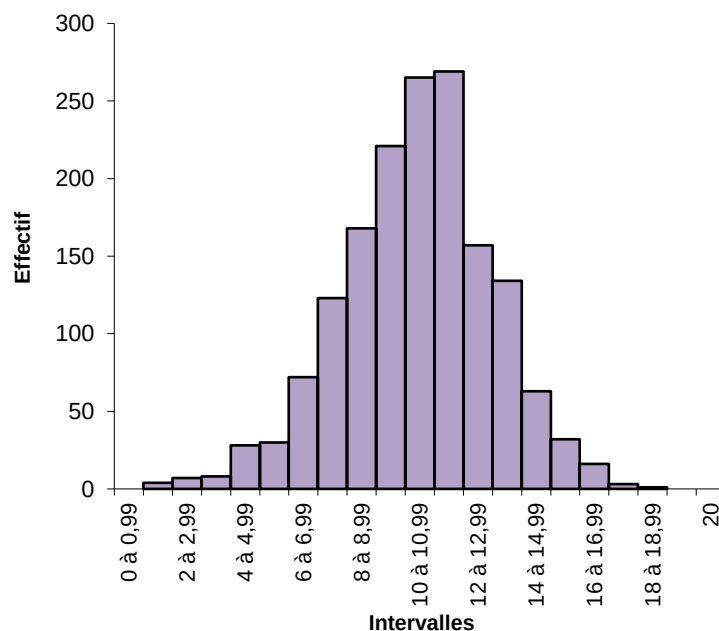
Moyenne : 10,39

Ecart type : 2,57

MATHÉMATIQUES ÉCRIT



PHYSIQUE ÉCRIT



ÉPREUVE DE PHYSIQUE

Remarques générales

L'épreuve proposait, autour du thème des oscillateurs de relaxation, une sélection de domaines du programme de physique de la prépa BCPST : mécanique des fluides, changement d'état, électricité et mécanique.

Les candidats ont globalement traité les sujets de façon moins complète que d'habitude et le niveau des copies semble en retrait par rapport aux années précédentes.

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.

Les parties 2 (thermodynamique) et 4 (mécanique des fluides) ont été les plus abordées par les candidats. Les parties 1 et 5 (mécanique) ainsi que la partie 3 (électricité) ont été peu abordées par une majorité de candidats. Ces parties ont globalement été traitées de façon décevante par les candidats qui s'y sont consacrés.

De nombreuses erreurs sont liées à une mauvaise lecture de l'énoncé (en particulier dans la partie 5).

1. Bascule à eau

Quelques candidats ont mené à bien cette partie.

1.2. De nombreuses expressions inhomogènes du volume d'eau ont été proposées.

1.3. La définition précise du centre de masse est rarement proposée, même si on sait que le poids s'y applique. Des aberrations comme $G = \sum_i \overrightarrow{OM_i} m_i$.

1.4. De nombreuses erreurs dans la projection du poids ont été commises (confusion sinus/cosinus). De très nombreux candidats n'ont pas compris la notion de coordonnées d'un vecteur et ont proposé des coordonnées pour le poids de type $L/3 - mg \cos \alpha$

Le concept de moment de force en tant que produit vectoriel n'est pas bien compris, même si certains citent le bras de levier ; la projection des deux vecteurs qui construisent le moment sur les vecteurs de base laisse à désirer. Des copies proposent un poids de la planche avec un point d'application à l'une des extrémités.

2. Geyser

C'est généralement la partie la mieux réussie avec la partie siphon. La courbe de saturation est en général connue, ainsi que les isothermes, même s'il peut arriver que les coordonnées P et V soient inversées ! Les candidats ont cru qu'ils devaient lire la courbe pour déterminer la profondeur à laquelle la grotte doit se situer ; pourtant l'énoncé disait que la courbe donnait un ordre de grandeur.

2.1. Quelques réponses hors sujet, certains candidats confondant le diagramme (P, V) avec le diagramme d'état (P, T). Certains candidats utilisent la loi des gaz parfaits pour estimer $P_{v,sat}$ à 100°C, alors que cette valeur (1,013 bar) est supposée connue des candidats.

2.2. De nombreuses erreurs de conversion d'unités pour le calcul des volumes molaires. Certains candidats n'ont pas su utiliser la donnée sur le gradient géothermique, entraînant une erreur sur la valeur numérique de la température. De très nombreuses erreurs dans l'application numérique de la pression à 200 m de profondeur.

2.3. Certains candidats croient reconnaître une équation différentielle du premier ordre à coefficients constants alors qu'une intégration par séparation des variables est nécessaire pour obtenir l'expression proposée.

2.5. Question qualitative ayant rarement conduit à des réponses correctes. Il en va de même pour les autres questions de ce type dans le sujet. Très peu de candidats ont abordé la question avec les potentiels chimiques.

2.6. Le bilan d'enthalpie a rarement été expliqué de façon satisfaisante. Pour un changement d'état, la variation d'énergie interne n'est pas égale à la variation d'enthalpie.

3. Oscillateur électrique

Cette partie est peu ou mal abordée, le principe des inverseurs qui basculent n'est pas bien compris et le second membre de l'équation différentielle sur la tension condensateur proposé par les candidats n'est pas correct. De plus il faut connaître la nécessaire continuité de la tension aux bornes du condensateur pour déterminer les conditions initiales.

Bien que la caractéristique d'un amplificateur inverseur ait été fournie par l'énoncé, rares sont les candidats à l'avoir utilisée correctement pour avancer dans cette partie. L'écriture de la loi des mailles et des conditions initiales manquent de rigueur. La loi des mailles se résume trop souvent à une somme de tensions nulle. Trop peu de candidats utilisent des schémas.

Si la plupart des candidats savent résoudre une équation différentielle du premier ordre, ils ont des difficultés à réinvestir leurs connaissances pour parvenir à résoudre une situation nouvelle et originale. Quelques belles copies malgré tout sur cette partie.

4. Siphon

C'est globalement la partie la mieux réussie avec la partie geyser. Les questions 4.1. à 4.4. ont été traitées par une majorité de candidats. La relation de Bernoulli et ses conditions d'application sont connues même si le caractère homogène de l'écoulement est rarement cité. Incompressible est trop souvent confondu avec parfait.

La racine de h est souvent intégrée en exponentielle ce qui traduit les difficultés algébriques des étudiants pas toujours surmontées après deux années de prépa.

4.1. La relation de Bernoulli est dans l'ensemble assimilée même si les hypothèses sont rarement toutes énoncées.

4.4. Rappelons que $\sqrt{a^2 + b^2} \neq a + b$...rencontré trop souvent

4.5. Un bilan rigoureux de débit volumique est rarement proposé.

4.9. Question rarement traitée en particulier au niveau graphique. Certains candidats proposent une allure sinusoïdale, alors que l'énoncé définit pourtant en introduction les oscillateurs à relaxation comme des oscillateurs non sinusoïdaux.

5. Stick and slip

C'est une partie peu abordée. La lecture de l'énoncé n'a pas été assez précise et peu de candidats ont compris que le mouvement de la masse qui adhère est rectiligne uniforme. Les dimensions des quantités manipulées sont méconnues puisqu'on voit souvent des vitesses ajoutées à des forces.

Certains ont cru devoir prendre en compte un frottement fluide alors qu'on modélisait un frottement solide. La réaction du support a été trop souvent oubliée. Il y a souvent confusion entre vitesse absolue et vitesse relative. De nombreux candidats confondent aussi vitesse et force.

Les questions 5.3. à 5.5. ont été rarement traitées par les candidats.

ÉPREUVE ÉCRITE DE CHIMIE

L'épreuve de chimie du concours G2E comporte deux problèmes indépendants :

- un problème de chimie générale autour de l'élaboration du whisky,
- un problème de chimie organique qui traite de la synthèse de la migrastanine.

Le problème de chimie générale aborde diverses parties du programme : thermochimie, diagramme binaire liquide – vapeur, diagramme E-pH et titrage indirects.

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.

On constate que le problème de chimie organique a été réussi de manière satisfaisante. En revanche, en thermochimie, les candidats ont rencontré beaucoup plus de difficultés. On observe notamment des difficultés à mener des raisonnements corrects sur les lois de déplacement des équilibres chimiques.

En chimie des solutions le diagramme E-pH est bien traité et le principe du titrage indirect est globalement bien compris. En revanche on observe une difficulté méthodologique dans l'exploitation du titrage (relations entre les quantités de matières).

Enfin, de nombreux candidats se sont retrouvés en délicatesse avec les applications numériques. Fausses ou sans unité, elles ont rarement abouti au résultat attendu, ce qui a empêché le candidat de répondre aux dernières questions de chacune des parties dont l'objet était de valider le résultat obtenu.

Remarques sur les différentes questions du sujet

PROBLÈME 1 : L'élaboration du Whisky

Partie 1 : Le maltage et la fermentation alcoolique

Q.1 : On observe souvent une confusion entre géométrie plane et géométrie linéaire des molécules. Ainsi de nombreux candidats concluent à la planéité de CO_2 plutôt qu'à sa linéarité.

Q.2 : Les graphiques, dont l'allure est souvent correcte, sont parfois présentés sans grandeur sur les axes des abscisses et des ordonnées. Dans ce cas de figure l'intégralité des points n'a pas été attribuée aux candidats.

Partie 2 : Synthèse industrielle de l'éthanol

Q.3 : Les résultats obtenus par le calcul de variance ne sont pas toujours commentés. Dans le barème une attribution explicite de points pour le commentaire avait été décidé. On constate qu'un nombre non négligeable de candidats utilisent la formule de Gibbs alors que cette dernière n'est pas au programme de BCPST.

Q.4 : On observe peu de bonnes réponses pour cette question. Les candidats parviennent à relier K° , $\Delta_r S^\circ$ et $\Delta_r H^\circ$ et à choisir le graphe à utiliser. En revanche, l'extraction des valeurs numériques suite à une analyse du graphe a posé de nombreux problèmes : erreurs de signes, oubli des unités ou erreurs de calcul.

Q.5 : La loi de Van't Hoff est bien connue par les candidats. En revanche, son application au cas étudié dans cette partie du problème a parfois posé problème.

Q.6 : De nombreuses réponses erronées sur cette question. Beaucoup de candidats confondent la constante d'équilibre $K(T)$ et le quotient de réaction Q_r . Ils conduisent alors un raisonnement en proposant une constante d'équilibre dépendant de la pression P , ce qui les conduit à conclure à l'envers sur l'effet de la pression. On rappelle que K ne dépend que de T . La variation de pression ne modifie que le quotient de réaction Q_r . Après la modification de P , et donc de Q_r , suivant la relation d'ordre entre Q_r et $K(T)$, le

système évolue dans le sens direct ou indirect. L'utilisation de la loi des gaz parfait est stérile pour étudier l'impact de la pression sur la position d'un équilibre chimique. Elle conduit souvent à des raisonnements faux comme par exemple le fait de proposer une variation de température comme conséquence de la variation de pression. En effet, dans cette question, la pression est modifiée à température constante.

Q.7 : De nombreuses erreurs car les candidats ont souvent considéré l'eau comme le solvant de la réaction, ignorant ainsi son caractère gazeux indiqué dans l'équation de la réaction.

Q.8 : Les candidats ayant correctement répondu aux questions de cette première partie ont su répondre à cette question de synthèse de la partie. Le compromis entre thermodynamique et cinétique reste peu mentionné à l'échelle de l'ensemble des candidats.

Partie 3 : Distillation du wash

Q.9 : Question globalement bien réussie.

Q.10 : De nombreuses erreurs et confusions sur le vocabulaire : (homo)azéotrope / hétéroazéotrope / eutectique.

Q.11 : Question globalement bien traitée.

Q.12 : Question bien traitée dans l'ensemble mais certains candidats n'ont pas perçu qu'il s'agissait de deux distillations simples et ont réalisé des distillations fractionnées.

Q.13 : Quelques rares candidats ont bien compris l'enrichissement progressif en eau du liquide restant dans le bouilleur.

Q.14 : Question bien traitée quand les candidats ont bien tenu compte de l'indication selon laquelle la distillation était fractionnée.

Partie 4 : Dosage de l'éthanol dans le whisky

Q.15 : Question très bien traitée.

Q.16 : On relève de nombreuses erreurs dans la formule de Nernst.

Q.17 : Des erreurs dans l'ajustage des demi-équations ou de l'équation-bilan. Beaucoup oublient de justifier la réaction en se référant au diagramme.

Q.18 : Question bien traitée.

Q.19 : Question bien traitée.

Q.20 : Aucune difficulté particulière rencontrée par les candidats quand les questions précédentes sont réussies.

Q.21 : Peu de candidats arrivent à un résultat numérique correct même quand le principe du titrage est bien compris. On constate globalement un manque de méthode dans la mise en œuvre de l'exploitation du titrage.

Q.22 : Très peu de candidats obtiennent le bon résultat.

PROBLÈME 2 : Synthèse de la Migrastanine

Q.23 : Question bien traitée.

Q.24 : Assez peu de bonnes réponses à cette question. Le mécanisme d'aldolisation est connu (question suivante bien réussie) mais le bilan macroscopique semble moins bien maîtrisé.

Q.25 : Le mécanisme d'aldolisation est connu. On rencontre toutefois l'erreur récurrente qui consiste à arracher par réaction acide-base l'ion hydrogène ou niveau de la fonction carbonyle.

Q.26 : De nombreux candidats proposent une simple élimination, ce qui n'a pas été validé.

Q.27 : Question plutôt bien traitée. Toutefois les changements de notation et de numérotation des protons par les candidats sont à éviter. En plus d'être parfois difficiles à suivre, ils génèrent souvent des erreurs.

Q.28 : Pour justifier la multiplicité, il faut nommer les protons couplés entre eux. Dire « le proton D a 1 voisin » ne suffit pas, il doit être mentionné qu'il s'agit du proton C.

Q.29 : Le manque de rigueur a été pénalisé : trop d'oublis des doublets non liants intervenant lors de la substitution nucléophile. L'ylure de phosphore est souvent mal représenté (une des formes mésomères suffisait), son nom n'est pas toujours connu.

Q.30 : L'oxyde de triphénylphosphine Ph_3O , sous-produit de la réaction, apparaît rarement dans l'équation de la réaction. L'énoncé demandait explicitement une équation de réaction et pas un simple schéma bilan. Une équation ajustée, avec les sous-produits, était donc attendue.

Q.31 : Question bien traitée.

Q.32 : Les candidats se lancent dans l'écriture d'un mécanisme non demandé, choisissent un exemple qui ne permet pas de montrer la régiosélectivité qui était attendue.

Q.33 : Question bien traitée, mais le mécanisme est souvent donné alors qu'il n'est pas demandé.

Q.34 : Question bien traitée, même si certains confondent activation et protection. Lorsqu'on identifie une étape de protection, il est nécessaire de préciser le péril contre lequel la fonction a été protégée.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	4	0,25	4	0,25
1 à 1,99	17	1,06	21	1,31
2 à 2,99	37	2,31	58	3,62
3 à 3,99	44	2,74	102	6,36
4 à 4,99	67	4,18	169	10,54
5 à 5,99	68	4,24	237	14,78
6 à 6,99	134	8,36	371	23,14
7 à 7,99	119	7,42	490	30,57
8 à 8,99	145	9,05	635	39,61
9 à 9,99	144	8,98	779	48,60
10 à 10,99	134	8,36	913	56,96
11 à 11,99	113	7,05	1026	64,00
12 à 12,99	132	8,23	1158	72,24
13 à 13,99	152	9,48	1310	81,72
14 à 14,99	93	5,80	1403	87,52
15 à 15,99	85	5,30	1488	92,83
16 à 16,99	50	3,12	1538	95,95
17 à 17,99	31	1,93	1569	97,88
18 à 18,99	23	1,43	1592	99,31
19 à 19,99	10	0,62	1602	99,94
20	1	0,06	1603	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1603

Minimum : 0,47

Maximum : 20

Moyenne : 10,24

Ecart type : 3,97

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	1	0,06	1	0,06
1 à 1,99	3	0,19	4	0,25
2 à 2,99	8	0,50	12	0,75
3 à 3,99	20	1,25	32	2,00
4 à 4,99	30	1,87	62	3,87
5 à 5,99	61	3,81	123	7,67
6 à 6,99	104	6,49	227	14,16
7 à 7,99	152	9,48	379	23,64
8 à 8,99	167	10,42	546	34,06
9 à 9,99	215	13,41	761	47,47
10 à 10,99	186	11,60	947	59,08
11 à 11,99	191	11,92	1138	70,99
12 à 12,99	144	8,98	1282	79,98
13 à 13,99	104	6,49	1386	86,46
14 à 14,99	96	5,99	1482	92,45
15 à 15,99	55	3,43	1537	95,88
16 à 16,99	37	2,31	1574	98,19
17 à 17,99	13	0,81	1587	99,00
18 à 18,99	9	0,56	1596	99,56
19 à 19,99	5	0,31	1601	99,88
20	2	0,12	1603	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1603

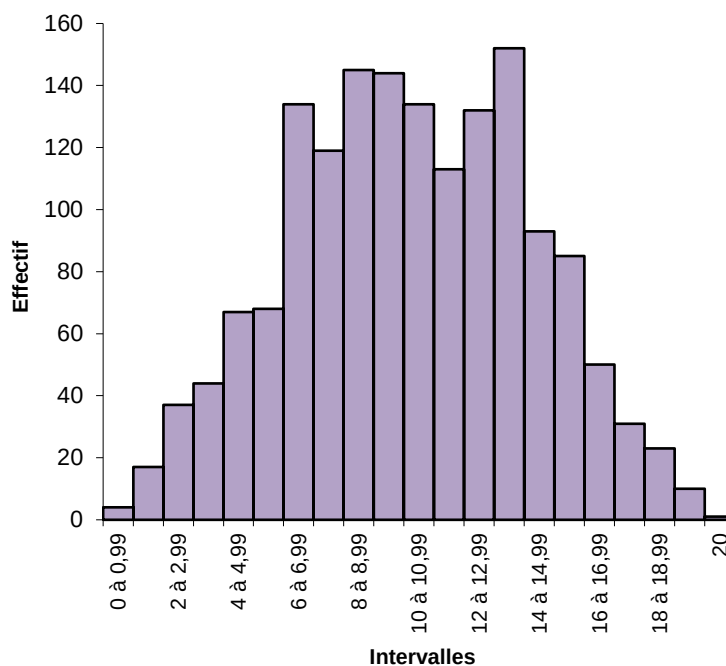
Minimum : 0,82

Maximum : 20

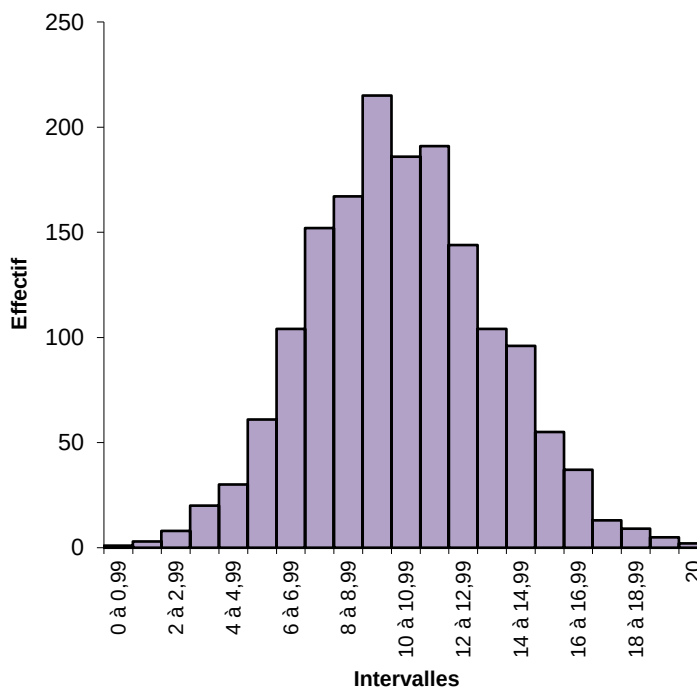
Moyenne : 10,35

Ecart type : 3,15

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. L'ensemble des candidats a abordé les deux sous-sujets et certains ont su répartir leur effort équitablement sur les deux. Toutefois, nous avons pu constater qu'une partie des candidats (66%) n'a pas abordé ou alors de façon très succincte la partie 5 du sujet (fin de Biologie 2). Nous rappelons que les deux sujets valent autant de points l'un que l'autre et qu'il est dans l'intérêt des candidats de leur consacrer un temps équivalent.

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 (surtout dans les termes scientifiques) et la grammaire, les règles basiques d'accord des verbes et des adjectifs doivent être *a minima* maîtrisées.

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. En revanche, cette dernière est grandement facilitée lorsque les idées importantes de l'argumentaire sont soulignées.

Tout dessin ou schéma doit être soigné, titré et légendé à l'aide de traits tracés à la règle. 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 : « plus » ou « moins » n'est pas une description scientifiquement correcte de variations, 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.

Enfin, nous préconisons vivement au candidat de bien lire l'ensemble du sujet avant de le traiter, et d'éviter de répondre à la question n+1 dans la question n.

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

Enfin, quand une conclusion à une question semble être contredite par tous les documents suivants, il peut être judicieux de revenir en arrière et de réfléchir à nouveau à sa réponse.

BIOLOGIE 1 :

Cette partie du sujet portait sur des causes possibles de la maladie de Parkinson.

Partie 1 : mode d'action de la roténone.

Il est judicieux de repérer dans l'énoncé des indications utiles. Ainsi, très peu de candidats ont utilisé le fait que PINK1 soit une kinase.

Le document 1 montrait des *Western blot* sur des protéines cellulaires totales (A) - dont les protéines mitochondriales - ou uniquement sur des protéines mitochondriales (B). Les neurones utilisés sont exposés (ou non) à des doses variables de roténone, l'insecticide suspecté de déclencher la maladie de Parkinson. Les protéines révélées sont l'actine, la cyclooxygénase, PINK1 donc la kinase, et p-Parkin (dont l'énoncé nous dit que c'est la parkin phosphorylée). Très peu de candidats ont fait la relation entre la présence d'une kinase et la présence d'une protéine phosphorylée.

Question 1a. L'actine et la cyclooxygénase servent ici de témoins, car ces deux molécules ne sont pas censées être modifiées par le traitement. En effet, l'actine est une molécule du cytosquelette et la cyclooxygénase est une des protéines de la chaîne respiratoire. L'actine et la cyclooxygénase servent ici de témoins de charge, respectivement dans le lysat cellulaire total et dans les mitochondries seules, puisque le fait que les bandes d'actine et de cyclooxygénase soient d'épaisseur équivalente prouve que la même quantité de protéines totales a été déposée dans chaque puits. Les variations d'intensité des bandes PINK1 et p-Parkin sont donc à analyser en normalisant par rapport au signal témoin.

Question 1b. Dans les protéines cellulaires totales, le signal PINK1 ne semble pas être modifié par le traitement avec la roténone. Dans les protéines mitochondriales, le signal PINK1 est faible (de 0 à

0.5 $\mu\text{mol.L}^{-1}$) puis augmente. Deux possibilités : soit la protéine est synthétisée dans la mitochondrie, soit elle est importée depuis le cytosol. Comme la quantité de protéines totales reste constante, on peut en déduire que PINK1 est importée dans la mitochondrie. Toutefois, le jury a accepté la réponse « synthétisée dans la mitochondrie », étant donné le grand nombre de candidats ayant mis en relation une augmentation du signal PINK1 et p-Parkin avec une synthèse.

De plus, l'intensité du signal p-Parkin augmente à partir de 0,5 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ dans le lysat cellulaire total (tout en étant détectable en absence de roténone) comme dans les protéines mitochondriales (en absence de roténone ou sous 0,1 $\mu\text{mol.L}^{-1}$, le signal est très faible). Il n'y a donc pas de synthèse de p-Parkin contrairement à ce que nous avons pu lire fréquemment, nous n'avons ici aucune donnée concernant la synthèse de la protéine Parkin, nous n'en observons que la phosphorylation.

Question 1c. Si on ne peut pas exclure que la roténone n'induit une synthèse de parkin, on peut émettre l'hypothèse que la roténone stimule la phosphorylation de Parkin par PINK1, et favorise l'import de cette kinase dans la mitochondrie (cf. quantité constante dans le lysat total).

La sous-partie 1.2 permettait d'observer l'effet d'une modulation de l'expression de PINK1 sur p-Parkin.

Question 2a. Cette question de cours aidait à répondre à la question suivante. Un ARN interférent induit la destruction de l'ARNm ayant une séquence complémentaire. Au contraire, les promoteurs viraux induisent une forte transcription. Ces deux méthodes permettent donc de réduire ou d'augmenter la quantité d'ARNm de PINK1.

Question 2b. Le contrôle (noté Con) montre le résultat sur des cellules non traitées. Cela sert de base référence de comparaison pour les expériences avec l'ARN interférent ou avec le lentivirus. L'actine sert de témoin de charge. PINK1 et p-Parkin sont présentes.

Comparons maintenant chaque expérience par rapport à son témoin, c'est-à-dire l'injection d'une construction ARN aléatoire.

Pour l'ARN interférent, on diminue l'expression de PINK1, avec le lentivirus, on augmente cette expression. Cela est visible sur l'intensité des bandes PINK1. Or, si on modifie la quantité de PINK1, on observe que cela induit une modification de la quantité de Parkin phosphorylée. Il y a donc une relation de cause à effet et non une simple corrélation. Si la quantité de PINK 1 est réduite par l'ARNsi, il n'y a presque plus de Parkin phosphorylée (p-Parkin), alors qu'une surexpression par le virus augmente la quantité de p-Parkin. On en déduit que PINK1 induit une phosphorylation de la Parkin. On nous précise dans l'énoncé que PINK1 est une kinase, on peut donc proposer que la Parkin soit le substrat de PINK1.

Les nombreux candidats n'ayant pas relié le signal p-Parkin avec l'activité kinase de PINK1 ont parlé de synthèse et non d'activation.

Question 2c. La question se focalisait sur le document 2c (qui n'était donc pas à traiter dans la question précédente ; celle-ci demandait explicitement d'analyser les expériences 2A et 2B). Le taux de copies d'ADN mitochondrial est normalisé à 100 avec les données obtenues dans l'expérience contrôle. Quand l'ARNm de PINK1 est bloqué par un ARN interférent, le taux d'ADN mitochondrial est d'environ 125 ; quand PINK1 est surexprimée par le virus, le taux d'ADN mitochondrial tombe à environ 70. Ces données sont statistiquement significatives. On peut relier le nombre de copies d'ADN mitochondrial et le nombre de mitochondries. On en déduit que PINK1 inhibe la multiplication des mitochondries.

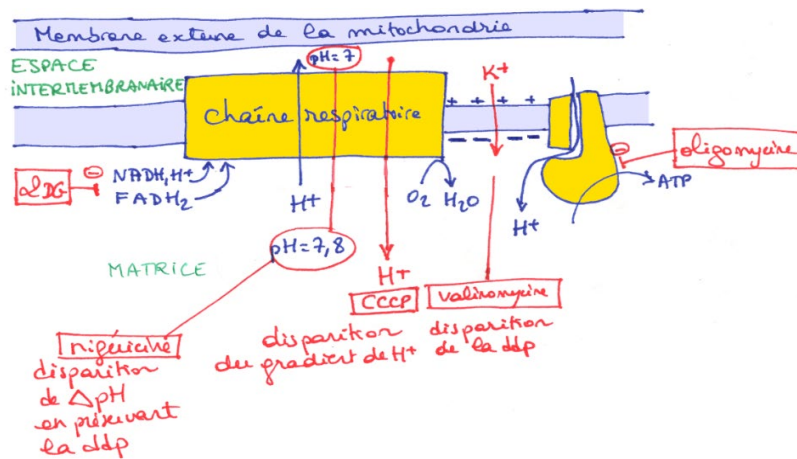
Question 2d. La roténone augmente la quantité de PINK1 dans les mitochondries (1B). Cela a deux conséquences : l'augmentation de p-Parkin dans les mitochondries et l'inhibition de la multiplication des mitochondries. Donc la roténone devrait bloquer la multiplication des mitochondries dans les neurones. Cela induit une perturbation de la production d'ATP par respiration donc la mort des neurones.

Partie 2 : Parkin, fonctionnement mitochondrial et phagosome.

Question 3a. L'énoncé réclamait un schéma, nous attendions donc un schéma et pas un long discours.

Le jury déplore la méconnaissance totale de la structure de la mitochondrie chez de nombreux candidats, avec confusion de la membrane externe et de la membrane interne, confusion entre la matrice/le cytosol voire l'espace extracellulaire, sans parler de l'orientation à l'inverse de l'ATP synthase (la sphère pédonculée placée dans l'espace intermembranaire).

Par exemple :



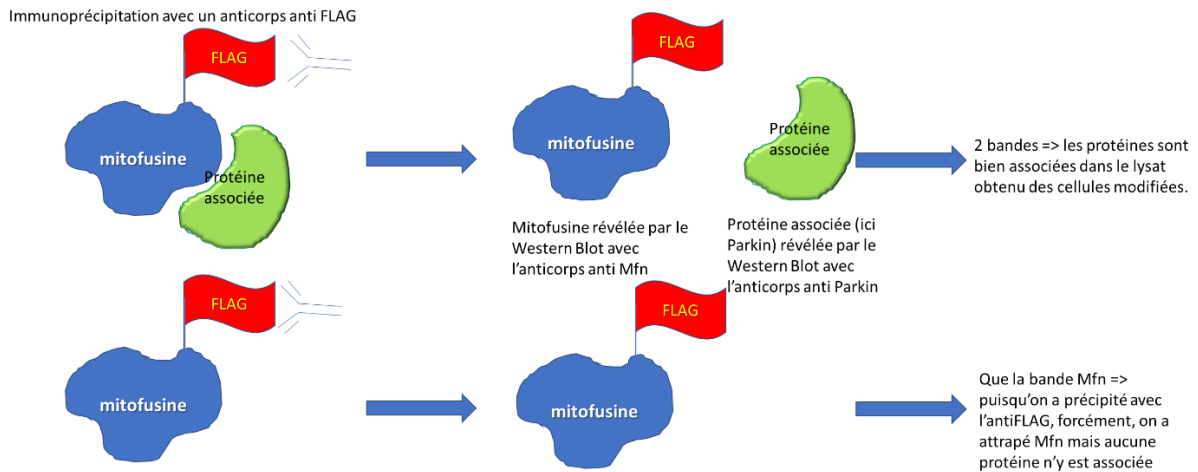
Question 3b. Sur le témoin (DMSO), la Parkin est localisée au centre, probablement dans le noyau, alors que la fluorescence rouge montre les mitochondries présentes dans le cytoplasme. Le CCCP et la valinomycine font disparaître la ddp, il est donc logique que la fluorescence rouge disparaisse. Avec ces deux agents, la Parkin n'est plus localisée dans le noyau, mais en périphérie, probablement dans les mitochondries. En revanche la nigéricine, qui ne modifie pas la ddp mais fait disparaître le gradient de pH ne provoque pas de sortie de la Parkin du noyau. Il en est de même pour les agents bloquant la synthèse d'ATP. On en déduit que seule la disparition de la ddp (et non celle du gradient de H^+ ou de l'ATP), provoque un déplacement de la Parkin du noyau vers les mitochondries.

Question 4. Le cytochrome est une protéine de la chaîne respiratoire, donc le marquage rouge de l'anticorps anti-cytochrome c montre les mitochondries. Cette hypothèse est compatible avec la taille des objets rouges, d'environ $1\text{ }\mu\text{m}$. Comme sur le document précédent, dans ces cellules où les mitochondries ont perdu leur polarité, la Parkin est absente du noyau et présente dans les mitochondries (identifiées par le cytochrome c). A ce même endroit, on retrouve la protéine LC3, dont on nous dit qu'elle est une protéine de phagosome. On peut supposer que ces mitochondries sont peut-être en cours de destruction par intégration dans un phagosome. La Parkin pourrait être le signal de cette destruction.

Question 5a. Une grande partie des candidats n'a pas compris cette question et par exemple, a dessiné une cellule subissant une transgénèse puis un *Western blot* sans passer par l'immunoprécipitation qui est l'étape clé de cette question. Pourtant de nombreuses indications étaient données dans l'énoncé. On nous précise ainsi que les cellules expriment :

- une mitofusine (Mfn1 ou Mfn2) associée à la séquence FLAG, donc une protéine modifiée ;
- une grande quantité de protéine Parkin1 et/ou PINK1.

Le broyat de ces cellules contient donc ces protéines qui peuvent interagir entre elles. On précipite avec un anticorps anti-FLAG, ceci va permettre de « capturer » la mitofusine puisqu'elle contient la séquence FLAG mais aussi les protéines associées à la mitofusine. Comme la migration s'effectue dans un gel dénaturant, les complexes sont dissociés. Le *Western Blot* réalisé montre la présence de la protéine recherchée. Ainsi, la bande révélée par l'anticorps anti-Parkin montre qu'une interaction a bien eu lieu entre Parkin et la mitofusine.



Question 5b. Les signes « + » au-dessus des *Western Blot* indiquent les anticorps utilisés, nullement les conditions de culture. La piste « eau » est vide de bande, ce qui est normal puisque les anticorps étant placés dans l'eau, ils ne peuvent pas se complexer avec un antigène. C'est un contrôle négatif. Pour les cellules exprimant Flag-Mfn, cette protéine est immunoprécipitée par l'anticorps anti-FLAG et révélée par l'anticorps anti Mfn.

Dans les cellules n'exprimant que Flag-Mfn ou dans les cellules produisant également la protéine PINK1, il n'y a pas de signal avec l'anticorps anti-Parkin, cette protéine n'étant pas dans le lysat. En revanche dans les cellules produisant la protéine Parkin, on voit une bande sur le *Western Blot* anti- Parkin, ce qui signifie que le complexe Mfn-Parkin s'est formé, et a été immunoprécipité par l'anticorps anti FLAG.

Pour Mfn1, on n'a pas de différence entre la bande obtenue dans le lysat contenant Mfn1 et Parkin, et dans celui contenant en plus PINK1, à la différence de Mfn2 où la bande plus étendue et plus intense peut conduire à émettre l'hypothèse d'une stimulation de la liaison Parkin-Mfn2 en présence de PINK1.

Question 6. On retrouve ici le fait que la Parkin et Mfn2 interagissent peu en absence de PINK1, et beaucoup plus fortement avec PINK1. Cette interaction est très fortement réduite si l'acide aminé 111 ou 442 perd son groupement alcool. L'interaction est presque totalement bloquée en cas de double mutation. On en déduit que l'interaction entre Mfn2 et la Parkin dépend à la fois de ces deux acides aminés et de PINK1. On peut donc supposer que PINK1 phosphoryle ces deux acides aminés de Mfn2, ce qui leur permet d'interagir avec la Parkin (ou induit un changement de conformation qui permet cette interaction).

Il est à noter que des candidats peuvent interpréter correctement ce document 6 en ayant eu une interprétation erronée, sans parler d'interaction protéique, dans le document 5.

Question 7. La roténone augmente la quantité de PINK1 dans les mitochondries, qui inhibe la multiplication des mitochondries dans les neurones. Or, PINK1 phosphoryle Mfn2 (et la Parkin). Une fois phosphorylée, Mfn2 peut interagir avec la Parkin. Or la Parkin est déplacée du noyau vers les mitochondries quand celles-ci sont dysfonctionnelles et perdent leur polarité membranaire. Peut-être que la Mfn2 phosphorylée est à l'origine de ce déplacement. La Parkin est colocalisée avec la protéine LC3, donc la Parkin pourrait être un signal de destruction des mitochondries par le phagosome. Les neurones ne pouvant survivre sans mitochondries, ils dégénèrent.

Il ne faut pas hésiter à traiter ces questions de conclusion quand les questions préalables ont été abordées.

BIOLOGIE 2 : AUTOUR DE PROCHLOROCOCCUS

Nous nous intéressons dans cette partie à des cyanobactéries marines.

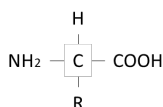
Partie 3 Photosynthèse chez les cyanobactéries

Question 8a. Cette question a été peu réussie dans l'ensemble. Si le fait de se tromper sur la présence de la paroi est excusable, le jury déplore que de très nombreux candidats (40% des copies) aient dessiné un noyau et/ou des organites comme l'appareil de Golgi, du réticulum endoplasmique, des mitochondries au sein de la bactérie *Prochlorococcus*. La structure de la bactérie fait partie des connaissances de base de tout élève de lycée et les cyanobactéries sont vues en cours et TP de BCPST2.

Question 8b. Une partie des candidats connaît le principe de la microscopie électronique et sait faire la différence entre la microscopie à balayage et à transmission. Les deux types de microscopie utilisent un faisceau d'électrons pour obtenir un grossissement de l'objet (au lieu d'un faisceau de photons pour la microscopie optique). En MET, le faisceau d'électrons traverse une coupe fine de l'objet et possède une résolution de quelques nanomètres. En MEB, le faisceau d'électrons est réfléchi à la surface de l'objet préalablement recouvert d'une fine couche métallique : on a une image tridimensionnelle de l'objet, mais la résolution est environ 10 fois plus faible qu'en MET. Malheureusement, d'autres candidats ne maîtrisent pas cette technique et nous parlent de photons traversant la coupe, d'images en couleurs vs en noir et blanc comme différence.

Question 9a. Le jury attendait la mutagenèse dirigée et acceptait des réponses comme mutagenèse ponctuelle, ciblée..., mais plusieurs candidats ont cité -sans doute au hasard- le nom de techniques autres, comme l'hybridation *in situ*, indice d'hydrophobicité, *RNA silencing*...

Question 9b. Si une bonne majorité des candidats a évoqué la formation de ponts disulfures avec les deux cystéines, liaisons covalentes (donc fortes) entre deux atomes de soufre impliquées dans la stabilisation de la structure tridimensionnelle des protéines, la structure de l'acide aminé n'est pas connue de tous.



Il est à préciser que n'est pas exactement la formule attendue.

Question 9c. De nombreux candidats n'ont pas compris cette question.

Il s'agissait de comparer plusieurs souches de *Synechocystis* possédant des photosystèmes différents. *Synechocystis* exprime la monovinyl-chlorophylle a (c'est la souche sauvage notée MV) alors que *Prochlorococcus* exprime la divinyl-chlorophylle a. *Synechocystis* a été modifiée pour exprimer la divinyl chlorophylle au lieu de la monovinyl chlorophylle, cette souche mutante est notée DV. L'énoncé nous dit également qu'au sein du centre réactionnel du photosystème II, *Synechocystis* comme *Prochlorococcus* possèdent des protéines pigments D1 et D2. Il n'y a que deux différences entre la protéine D1 de *Synechocystis* et de *Prochlorococcus* :

- en position 205, D1 de *Prochlorococcus* a une méthionine au lieu d'une valine comme dans celle de *Synechocystis* (D1S) ;
- en position 282, D1 de *Prochlorococcus* a une cystéine au lieu d'une glycine comme dans celle de *Synechocystis*.

Les *Synechocystis* utilisées ici expriment la protéine D1S ou des formes mutées V205M et/ou G282C. Ainsi le photosystème de *Synechocystis* DV V205M/G282C mime celui de *Prochlorococcus*. La croissance des populations étudiée ici au cours du temps est le reflet de l'efficacité métabolique de ces cyanobactéries.

NB : les carotènes et la protéine D2 n'ont pas été modifiés ici.

Pour les candidats ayant commenté les courbes obtenues, en justifiant leur réponse en s'appuyant sur les données du graphique, nombreux sont ceux n'ayant pas compris que la courbe MV (ou rouge) est le témoin positif, que la courbe DV (ou jaune) sert de témoin négatif montrant que la modification de la chlorophylle affecte le métabolisme de la cyanobactérie, que faire exprimer la protéine D1 V205M restaure l'efficacité métabolique par stabilisation de la DV tout en n'étant pas aussi efficace que la souche sauvage. Rajouter une mutation supplémentaire G282C n'a pas de conséquences (cf. recouvrement des barres d'erreur). Cette mutation G282C seule ne stabilise pas la DV (la population n'augmente pas). De nombreux candidats ont ainsi répondu que l'acide aminé 282 (au lieu de 205) était en position clé pour stabiliser la chlorophylle (même après avoir correctement commenté les courbes).

Il est à noter que dans une question intitulée « à l'aide du document 8A », il est inutile de commenter le document 8B (et de répondre de façon anticipée à la question suivante). Toutefois, le jury a convenu qu'il considérerait comme valable les réponses même si elles n'étaient pas dans la bonne question.

Question 9d. La stabilisation de la divinyl-chlorophylle est tout de même possible, quelle que soit la protéine D1, à faible intensité lumineuse. Lorsque l'intensité lumineuse est très faible, toutes les souches parviennent à croître, même celles pour lesquelles l'acide aminé 205 n'est pas le bon. On peut supposer que la protéine D1 de *Synechocystis* peut quand même se lier en partie à la monovinyl-chlorophylle et assurer la photosynthèse (sinon, les bactéries ne pourraient pas survivre et se multiplier). Le fait que la

croissance ne puisse pas se faire en milieu fortement éclairé chez les souches où l'acide aminé 205 n'est pas le bon suggère que l'association n'est pas toutefois suffisamment efficace pour prévenir les dommages photo-oxydatifs.

Partie 4 : Association de *Prochlorococcus* et d'*Alteromonas*

Nous nous intéresserons désormais à des cultures de *Prochlorococcus* dans différents milieux, associés ou non avec une autre souche bactérienne *Alteromonas* (dont on nous précise qu'elle est chimiohétérotrophe).

Question 10a. Il était demandé d'analyser le document 9A à savoir la variation de la concentration en $[H_2O_2]$ dans différents milieux : TAPS ou HEPES, stériles ou avec bactéries. De nombreux candidats ont bien constaté que le taux d' H_2O_2 était élevé en milieu HEPES (permettant l'accumulation de H_2O_2) stérile ou avec *Prochlorococcus* (atteignant un plateau autour de $5\mu\text{mol.L}^{-1}$), faible vers $0,1\mu\text{mol.L}^{-1}$ en milieu TAPS (ce qui est logique puisque le milieu n'autorise pas l'accumulation d' H_2O_2). Il était intéressant d'observer que la coculture en milieu HEPES atteignait des taux inférieurs à ceux obtenus en milieu TAPS (environ $0,08\mu\text{mol.L}^{-1}$). Mais le fait qu'un milieu stérile HEPES contienne autant d' H_2O_2 qu'un milieu avec *Prochlorococcus* doit faire penser que l'origine d' H_2O_2 n'est pas d'origine bactérienne (sans exclure une participation toutefois). La question n'était pas ici de savoir ce que devenait H_2O_2 mais d'où il venait.

Question 10b. De nombreux candidats avaient déjà répondu à cette question dans 10a où il n'était pourtant question d'analyser que le document 9A. Ils ont perdu du temps à recopier leur réponse. Dans le document 9A, le fait que la coculture en milieu HEPES ait un taux d' H_2O_2 faible montre par comparaison avec la culture de *Prochlorococcus* seul en HEPES qu'*Alteromonas* a contribué à la diminution de la teneur en H_2O_2 . Le document 9B nous montre que *Prochlorococcus* ne peut pas vivre en milieu riche en H_2O_2 , la population diminuant rapidement (dès le 1^{er} jour) d'un facteur 100 alors qu'en conditions à $[H_2O_2]$ faibles, la population de *Prochlorococcus* se maintient à une densité supérieure à 10^5 cellules.mL⁻¹. Le document 9C présente par des images de MEB : à gauche, des *Prochlorococcus* en absence d' H_2O_2 en parfait état, et à droite, en présence d' H_2O_2 la présence de trous et de bactéries fragmentées.

NB : l'échelle 500 nm pouvait servir d'indice à la question 8b.

Nous pouvons en conclure que *Prochlorococcus* ne supporte pas H_2O_2 dans le milieu de culture et qu'en coculture avec *Alteromonas*, il peut survivre car *Alteromonas* soustrait H_2O_2 ou en limite l'augmentation.

Question 10c. Les candidats ont formulé plusieurs critiques comme le manque de barres d'erreur ou la taille des figurés cachant les barres d'erreur d'où le manque de significativité des résultats (qu'ils se rassurent les données scientifiques étaient bien reproduites plusieurs fois et les données réelles étaient significatives). Certains candidats ont également pensé à des contrôles supplémentaires comme des cultures avec *Alteromonas* seuls. En revanche, dire que les courbes se chevauchant, cela gêne la lecture des résultats ne nous a pas semblé très pertinent. L'utilisation de l'échelle logarithmique n'était pas non plus une critique attendue, elle a été utilisée à bon escient.

Question 11. La concentration de H_2O_2 est élevée dans la zone superficielle (zone photique) ce qui va dans le sens de réactions photochimiques produites au sein de l'eau de mer en contact avec l'air oxygéné. La contribution d'un processus biologique n'est pas exclue non plus.

Certains candidats nous ont affirmé que leurs hypothèses étaient vérifiées sans nous les donner.

Question 12a. Cette question a été globalement bien réussie par les candidats. On observe qu'*Alteromonas* se multiplie davantage dans un milieu contenant des vésicules que dans un milieu témoin. Par ailleurs, le fait qu'*Alteromonas* se développe bien dans un milieu contenant un mélange de molécules organiques incite à faire l'hypothèse que les vésicules libérées par *Prochlorococcus* contiennent des molécules carbonées nourrissant *Alteromonas*.

Question 12b. *Prochlorococcus* bénéficie de la présence d'*Alteromonas*, qui soustrait du milieu une grande partie du H_2O_2 (molécule provoquant des dommages cellulaires). *Alteromonas* bénéficie des vésicules libérées par *Prochlorococcus*, qui lui fournissent des substrats carbonés. La relation est donc à bénéfices réciproques : c'est un mutualisme (nous avons également accepté « symbiose »).

Question 13a. Un opéron désigne un ensemble de gènes codant des protéines impliquées dans la même voie métabolique et sous contrôle d'une région régulatrice commune. Par exemple, l'opéron lactose permet la synthèse de protéines impliquées dans la dégradation du lactose uniquement lorsque celui-ci

est bien présent dans le milieu. Il nous a semblé étonnant de constater une méconnaissance de l'opéron chez de nombreux candidats.

Question 13b. On observe que la population de *Prochlorococcus* croît moins en présence d'un milieu enrichi en CO₂ par rapport au témoin à 400 ppm (échelle des ordonnées logarithmique : environ 3 fois moins d'individus au bout de 15 jours). Par ailleurs, on observe que les gènes d'*Alteromonas* qui codent des enzymes consommant H₂O₂ (catalase) sont moins exprimés alors que ceux qui codent des enzymes produisant H₂O₂ (superoxyde dismutase) sont davantage exprimés. On peut supposer qu'en présence d'un taux de CO₂ plus élevé, *Alteromonas* est moins efficace pour soustraire H₂O₂ du milieu, et que cette molécule engendre des dommages chez *Prochlorococcus*.

Partie 5 : Formation du carboxysome

Question 14a. Le carboxysome est un complexe protéique présent dans le cytoplasme de certaines bactéries autotrophes et qui concentre le CO₂ à proximité de la RubisCO. Cela permet de limiter le fonctionnement en oxygénase de cette enzyme.

Question 14b. L'insertion de KmR dans le gène *csoS2* invalide ce gène (cela signifie qu'il ne produit plus de protéine fonctionnelle). L'intérêt d'utiliser une séquence de résistance aux antibiotiques est de pouvoir trier les bactéries ayant effectivement intégré la séquence KmR et possédant donc un gène *csoS2* inactif (KO). Ces bactéries sont les seules à être résistantes à la kanamycine, alors que les bactéries n'ayant pas intégré KmR y sont sensibles. Il n'est nullement question ici de renforcer le système immunitaire (et encore moins celui de la bactérie !).

Question 14c. Les bactéries ayant un gène *csoS2* non fonctionnel n'ont pas de carboxysome : la protéine CsoS2 est donc essentielle à la formation du carboxysome.

Question 15a. La protéine CsoS2 se dirige vers le pôle - : elle est donc chargée positivement au pH du tampon.

Question 15b. CsoS2 migre vers le pôle -, alors que les autres protéines étudiées migrent vers le pôle +. Lorsque CsoS2 est mise en présence de RubisCO et de CsoS1A, on observe une disparition des bandes caractéristiques de ces protéines seules, mais une apparition d'une bande du côté du pôle - : on peut supposer que CsoS2 s'est liée à ces protéines et les a entraînées du côté du pôle -. Lorsqu'on ajoute la BSA, on observe que cette BSA ne se lie pas à l'assemblage CsoS2/Cso1A : CsoS2 ne se lie donc pas à n'importe quelle protéine, mais spécifiquement à Cso1A et la RubisCO. La dernière piste, en bas du gel, permet de conclure que CsoS2 et CsoS1A peuvent se lier l'une à l'autre même en l'absence de RubisCO. CsoS2 se lie donc à la RubisCO et à CsoS1A, cette liaison est essentielle pour former le carboxysome.

Question 16a. Le nombre de carboxysomes diminue dans un milieu enrichi en CO₂ : il passe de presque 3 pour l'atmosphère actuelle à moins de 2 en présence d'une atmosphère à 800 ppm. On peut supposer :
- soit que le CO₂ à haute concentration empêche la formation de carboxysomes (probablement de manière indirecte) ;
- soit que la présence du carboxysome est moins nécessaire du fait que le CO₂ est plus concentré, et que les gènes qui sont à l'origine de sa formation accumulent des mutations délétères et deviennent moins efficaces.

Question 16b. En milieu enrichi en CO₂, *Prochlorococcus* possède moins de carboxysomes. De plus, la bactérie mutualiste *Alteromonas* est moins efficace pour débarrasser le milieu du H₂O₂, molécule entraînant des dommages cellulaires. Globalement, la croissance de *Prochlorococcus* est ralentie.

ÉPREUVE ÉCRITE DE GÉOLOGIE

Le sujet traite d'un élément chimique, le potassium, au travers de son cycle au sein de la croûte continentale. On suit son évolution depuis un granite, puis sa transformation par altération et sa recombinaison pour former, en particulier, des roches sédimentaires singulières que sont les évaporites. Ces évaporites, (i) constituent les principales ressources de sel gemme ou de sels potassiques pour l'industrie, (ii) présentent des comportements spécifiques en termes de tectonique salifère, (iii) du fait de leurs propriétés pétrophysiques particulières, sont utilisées pour le stockage de ressources ou de déchets ultimes.

1. LA CROUTE CONTINENTALE

1.1. Les formations géologiques dans les zones d'affrontement des plaques sont le siège de recristallisations métamorphiques qui se déroulent à différentes pressions et températures selon la valeur des gradients géothermiques locaux. Il y a six principaux faciès métamorphiques suite à la diagenèse : les cornéennes, les schistes verts, les amphibolites, les granulites, les schistes bleus et les éclogites.

S'il existe de bonnes copies, presque toutes montrent des résultats très moyens, approximatifs, et de trop nombreuses copies n'ont pas donné une seule bonne réponse. Les faciès ont parfois été intervertis et le domaine de la diagenèse est rarement respecté. C'est souvent un schiste vert ou bleu. En jouant à la roulette russe, des noms divers ont été inscrits dans les différentes cases : nom de roches, de minéraux, qui n'ont rien à voir avec le nom d'un faciès métamorphique quelconque.

1.2. La droite D correspond à la limite inférieure de la valeur du gradient géothermique (4°C/km). Avec à gauche, vers les basses températures, les conditions non réalisées dans la nature.

La réponse à cette question est souvent bonne.

1.3. L'anatexie correspond à un processus de fusion partielle d'anciennes roches métamorphisées lorsque la température atteint un certain seuil (de l'ordre de 700 à 800°C) qui dépend de leur chimie et de la proportion d'eau présente (et aussi de la pression). Le magma est de nature granitique (granite crustal). Les migmatites marquent le début de l'anatexie des gneiss.

Le plus souvent, le phénomène d'anatexie est connu, mais la réponse à la question est fréquemment très elliptique. La réponse peut se réduire à 'la fusion d'une roche'. Même si la réponse est juste, strictement parlant, en géologie, on relie le processus d'anatexie à la fusion de la croûte continentale. Les conditions P et T sont rarement signalées alors que le diagramme de la figure 1 aurait pu inciter à rédiger une réponse plus étoffée ou plus pertinente.

- On demande ensuite de convertir, les valeurs de la pression exprimée en GPa, en profondeur exprimée en km. On peut considérer comme bonne les réponses qui donnent 1 GPa pour 30 km, et 2,5 GPa pour 75 km. La relation entre profondeur et pression n'est pas linéaire.

On peut être très étonné par la rareté des bonnes réponses. Ceci sous-tend que l'ordre de grandeur des paramètres accompagnant les principaux processus géologiques, tels celui de la fusion de la croûte continentale, n'est pas connu. On a envie de conclure que la connaissance de la Terre en profondeur est assez 'superficielle'. Les erreurs sont rarement mineures et l'on peut avoir des conversions dont le résultat est divisé ou multiplié par un facteur de 2 à 3 par rapport à la bonne réponse. Ce qui donne, par exemple, des fusions à 4 km de profondeur pour l'obtention des granites, ou encore à 120 km. Certaines copies n'hésitent pas à envoyer la fusion du socle vers le centre de la terre (600 km), avec des anatexies débutant dès 300 km !

- On demande de tracer un géotherme qui puisse conduire à une anatexie crustale lors d'une collision. Le géotherme doit se situer entre le faciès à cornéennes et la limite des schistes verts/amphibolites avec les faciès schistes bleus et éclogites.

Manifestement, beaucoup de candidats ne savent pas ce qu'est un géotherme, qui ne fait que traduire l'augmentation de température avec la profondeur. Quelques droites ne passent pas par l'origine. D'autres droites sont tracées en dehors du domaine de collision donnant soi-disant naissance à l'anatexie de la croûte continentale, traversant les faciès schistes bleus et éclogites. Beaucoup de copies montrent des courbes qui s'enroulent, se recoupent, dessinant différentes arabesques dont les effets sont difficiles à imaginer au sein de la croûte terrestre et du manteau.

- Enfin, il faut donner une valeur au gradient géothermique ($^{\circ}\text{C/km}$) et préciser à quelle profondeur (en km) l'anatexie commencera selon la valeur de ce gradient.

Le géotherme est une courbe décrivant la variation de température en fonction de la profondeur dans le globe terrestre. Le gradient géothermique correspond à une augmentation de la température en fonction

de la profondeur. Le gradient géothermique, en un endroit, situé à une profondeur donnée correspond à la pente du géotherme caractérisant ce site, à cette profondeur.

Les gradients géothermiques qui peuvent être reportés sont compris entre une vingtaine de degrés par km et 70°C/km, environ. Le géotherme moyen est de 30°C/km. La profondeur est à calculer en fonction de la valeur du géotherme et de la température obtenue par intersection du géotherme avec la courbe S du solidus saturé en eau.

Il y a quelques bonnes réponses qui sont liées, d'abord, à la réussite du tracé du géotherme. Une fois tracé le géotherme, le lieu de fusion commençante n'est pas toujours correctement indiqué car la signification du solidus n'est pas alors bien comprise.

1.4. Les deux affleurements montrent des roches situées au sein d'un orogène hercynien.

- Sur la photographie de gauche, on peut reconnaître : (i) une fraction solide réfractaire, sombre, au centre (restite – paléosome), enrichie en ferromagnésiens, (ii) une fraction claire, leucosome (néosome), en bordure, à gauche, correspondant au produit de la cristallisation d'un liquide granitique issu de la fusion partielle des gneiss, (iii) à droite, les lits plus réguliers entre matériel clair et sombre, moins affectés par des microplis, évoquent la structure résiduelle déformée du gneiss. La grande proportion de lits sombres correspond au paléosome qui a été affecté par la fusion partielle, (iv) la roche dans son ensemble a subi une déformation à l'état plastique : étirement des lits, voire interruption, avec l'amorce de boudins et, (v) des microplis, nets à gauche, dans les niveaux soulignés par le leucosome. La roche est une migmatite. Le nom 'migmatite' évoque un mélange composite associant deux composantes : l'une est foliée (aspect de gneiss), c'est à dire déformée, et l'autre présente l'aspect d'une roche magmatique grenue riche en minéraux clairs (quartz et feldspaths). Les migmatites sont les témoins de la fusion partielle de la croûte continentale. La partie foliée correspond à la restite ou paléosome ; la partie grenue, issue de la cristallisation de magma est le leucosome ou néosome. On parle de mélanosome pour les rubans sombres, issus de la fusion partielle. Au final, en termes de composition et de texture, les migmatites sont fondamentalement des roches composites et hétérogènes.

La foliation est rarement indiquée, de même que le rubanement de la roche avec ses caractéristiques. On parle le plus souvent de schistosité au lieu de foliation avec alternance de lits sombres et clairs. Cette désignation en 'lits sombres et clairs' est largement plus fréquente que celle de leucosome et mélanosome. Quant au paléosome, il est quasi absent du discours.

- Sur la photographie de droite, on peut voir : (i) une roche d'aspect rubané, plissé, à grain fin à moyen aux lits peu épais. Le rubanement est parallèle à la foliation. La patine de la roche est rougeâtre, liée à l'oxydation, (ii) des plis décimétriques avec quatre charnières (deux charnières anticlinales et deux charnières synclinales), (iii) la structure d'ensemble est interrompue par des passées discontinues, anisopaques de matériel leucocrate (quartz et feldspaths) à gros grain. Ces passées sont elles-mêmes prises dans le rubanement ainsi que dans sa déformation ; elles peuvent disparaître ou ne subsister qu'à l'état de noyau (structure plus ou moins œillée). Les passées leucocrates soulignent la présence d'anciens flancs de plis étirés ou des têtes de microplis (plis d'entraînement ?), (iv) le cœur de l'anticlinal au centre de la photo, est localement affecté par des microplis, (v) la partie plus massive, à droite, est quasi dépourvue de leucosome, (vi) des failles subverticales ou diaclases (?) à droite, subparallèles au flanc du pli, et enfin (vii) des failles et/ou diaclases subhorizontales. La roche présentant une alternance de lits clairs et de lits sombres, à foliation nette, est un gneiss plissé.

Plis et failles sont parmi les objets les plus fréquemment cités, avec la schistosité (!), voire les seuls objets à être désignés dans la description. Tous les noms fantaisistes de roche ont été relevés, des roches magmatiques aux roches sédimentaires. Dans l'ensemble, la migmatite a été reconnue plus souvent que le gneiss. Il y a eu dans plusieurs cas inversion de nom : la migmatite a été nommée gneiss et le gneiss, migmatite. A cause de la patine rouge du gneiss, la roche a été souvent prise pour une rhyolite. Depuis quand la couleur est-elle un critère exclusif et univoque pour caractériser une roche ?

- L'ellipsoïde de déformation présente un axe Z, horizontal (raccourcissement) et un axe X, vertical (épaississement).

Un certain nombre de copies n'indiquent pas les axes de l'ellipsoïde de déformation. Dans les autres copies, où il y a eu des erreurs, les inversions entre X et Z ne sont pas rares ou encore l'ellipsoïde de déformation est parfois très, trop incliné, avec un X vers le NE.

En résumé, la description des roches est extrêmement fragmentaire et le vocabulaire géologique employé est souvent très pauvre. La lecture des réponses a souvent été éprouvante pour les correcteurs.

1.5. On s'intéresse ici au comportement d'un mélange binaire (quartz-albite) au cours de la fusion.

La composition du solide M au départ avant la fusion, est obtenue en relevant la position du point M sur l'abscisse ; ici, 25% d'albite. Par soustraction, on a donc 75% de quartz.

Le point E est appelé eutectique. Le point eutectique donne la composition du liquide de fusion commençante d'un mélange, ainsi que sa température, fixe jusqu'à ce que l'un des constituants disparaisse. La température de l'eutectique est inférieure à celle des deux composés pris isolément. Pour information, mais non demandé, la composition du point E, liquide de fusion à l'eutectique est de 60% d'albite et de 40% de quartz.

La droite passant par T_E et E correspond au solidus (séparation du solide d'avec un mélange solide + liquide). Les deux courbes E- T_Q et E- T_A correspondent aux liquidi du quartz et de l'albite dans le mélange quartz-albite. Le liquidus limite un domaine, avec uniquement du liquide, d'un domaine avec un mélange solide + liquide.

C'est une question qui a permis d'obtenir le maximum de bonnes réponses, même si des erreurs se sont glissées çà et là sur le nom du liquidus et du solidus. Le trajet du liquide peut aussi montrer des erreurs, ce qui indique que le fonctionnement du diagramme n'est pas bien connu pour certains. Il en est de même pour la localisation du début de fusion à l'eutectique.

1.6. Le chemin suivi par le liquide lors de la fusion du solide initial, jusqu'à sa disparition totale au point T_F correspond à la courbe E vers T_F sur le liquidus du quartz. T_F est la température de fusion totale du solide initial, mélange de quartz et d'albite. C'est la température à laquelle les derniers grains de quartz disparaissent. Le liquide au point T_F a la même composition que le solide initial. La température est légèrement supérieure à 1000°C (1020°C environ).

En complément de ce qui a été dit à la question précédente, le chemin du liquide est parfois tracé à l'envers, partant du point T_F de fusion de la roche totale vers l'eutectique.

1.7. Les points A et O sont respectivement les eutectiques des deux systèmes binaires, (i) quartz albite et (ii) quartz-orthose. Albite et orthose étant miscibles, le point M sur la courbe reliant ces deux eutectiques est appelé minimum thermique. Il s'agit d'un eutectique entre du quartz et une solution solide constituée d'albite et d'orthose.

Les réponses sont nettement moins bonnes pour le diagramme ternaire que celles obtenues pour le diagramme binaire. Ceci témoigne d'une connaissance moindre du fonctionnement des diagrammes ternaires, en particulier ceux relatifs à l'anatexie. Le terme 'eutectique' pour les deux points sur les côtés du triangle des diagrammes de phase binaires a été rarement cité. Pour le point au centre du triangle, les réponses ont été encore moins performantes. Une réponse fréquente est de considérer que les points M, A et O soulignent l'évolution de la composition des roches avec la température, qu'il s'agit du point de température le plus bas. L'expression linguistique/scientifique est souvent pauvre avec des termes non adaptés. On parle de roche à la place de liquide ou de liquidus.

1.8. 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.

Compte tenu du niveau des réponses à la question 1.7, les bonnes réponses à la question 1.8 sont plus rares. Toutefois, il a été souvent constaté qu'il y avait une coïncidence entre le point M de la figure 4a (l'eutectique ternaire) et la position des granites. Le lien génétique entre ces granites et la fusion des gneiss ou de la croûte continentale a été encore plus difficile à obtenir. On confond gneiss et granite, disant qu'il s'agit de la même composition, donc les granites sont assimilés à des gneiss. Cependant, il est à souligner que plusieurs copies ont donné une bonne démonstration des liens entre diagramme expérimental avec son eutectique ternaire, liquide granitique et gneiss ou plus largement croûte continentale.

1.9. Bowen a indiqué l'ordre de cristallisation des principaux minéraux lors du refroidissement d'un magma, avec au début la formation de minéraux réfractaires cristallisés à haute température (ferromagnésiens riches en Mg ; plagioclases riches en Ca). Les liquides résiduels s'enrichissent en éléments alcalins, en éléments volatils et le plus souvent aussi en silice qui ont une affinité forte pour les liquides plutôt que pour les solides (éléments hygromagmatophiles). Selon la séquence de Bowen, les produits finaux comprennent des feldspaths riches en Na et K (feldspaths alcalins) et du quartz ; ils se

rapprochent ainsi de la composition modale des granites. En conséquence, des liquides granitiques peuvent dériver par cristallisation fractionnée d'un magma de composition autre que granitique, par exemple basaltique.

On a l'impression après la lecture d'une centaine de copies que le processus de cristallisation fractionnée est inconnu ! Toutefois, il y a plusieurs bonnes réponses avec une excellente justification qui fait appel à l'évolution des liquides, éventuellement dans une chambre magmatique, suite au fractionnement des minéraux et/ou à l'évolution de la séquence de minéraux de Bowen. Mais le plus souvent, il n'y a pas de réponse à cette question, ce qui est surprenant. Les autres réponses indiquent que l'on ne peut pas obtenir de granite à partir du basalte. Ces copies opposent alors comme justification à leur réponse négative le contraste entre les minéraux type d'un basalte (olivine, pyroxène et plagioclase), à celle d'un granite (quartz, feldspath alcalin, biotite, amphibole, et plagioclase). Cette opposition minéralogique rendrait irréconciliable la dérivation d'un granite à partir d'un liquide basaltique. De la même façon, on oppose le contraste de composition entre basalte et granite, disant que la dérivation du granite à partir du basalte est impossible.

2. PROCESSUS D'ALTÉRATION EN DOMAINE TEMPÉRÉ

Le granite de Flamanville en Normandie présente une composition qui s'écarte de celle des granites s.s. Il s'agit en fait d'un monzogranite, roche plus riche en feldspaths alcalins, orthose (KAlSi_3O_8) et plagioclases sodiques ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), et plus pauvre en quartz, qu'un granite s.s.

2.1. On demande (i) de décrire la texture du monzogranite de Flamanville et (ii) d'expliquer la présence de feldspaths de grande taille.

La description macroscopique reprend des éléments situés dans le texte du point 2 et de la légende de la figure 5. Le monzogranite est une roche grenue, à refroidissement assez lent, donc plutonique.

La taille des feldspaths est hétérogène : il existe une première population de gros cristaux (phénocristaux) d'orthose et de plagioclases sodiques, subautomorphes qui se dégagent d'une deuxième population de cristaux formant le fond de la roche. Le quartz y est difficilement distinguable par rapport aux plagioclases sodiques. En tenant compte de la répartition et de la proportion des deux populations de feldspaths, il semble bien que le quartz soit moins abondant que les feldspaths. Autrement dit, ces caractères indiquent (i) une cristallisation en deux temps avec une cristallisation précoce des phénocristaux de feldspaths par rapport à la deuxième population de minéraux formant le fond de la roche ; (ii) un caractère alcalin pour le monzogranite souligné par l'abondance et la cristallisation précoce de minéraux porteurs d'éléments alcalins. Le caractère alcalin du monzogranite est aussi renforcé par la présence abondante de ferromagnésiens (amphiboles et biotite) ; (iii) la présence de quartz subordonnée par rapport à celle des feldspaths d'où la nomenclature de monzogranite.

Bien que beaucoup d'éléments de réponse aient été donnés quant à la spécificité minéralogique et chimique du 'granite de Flamanville', on ne les retrouve pas souvent dans la description pétrographique demandée. Comme pour les autres descriptions, on relève une grande pauvreté dans la collection des observations, leur hiérarchie, et éventuellement, ce que l'on peut en déduire. Une phrase souligne généralement la texture de la roche : grenue. La taille des grains n'est pas évoquée. Une seconde phrase peut reporter la présence de gros minéraux dans le granite, ce qui témoignerait pour nombre de candidats, d'une cristallisation en profondeur. Toute roche grenue a refroidi lentement, donc pour simplifier, en profondeur. La différence de taille des grains est à mettre en relation avec une éventuelle cristallisation en deux temps qui indique une cristallisation plus précoce de feldspaths. De très rares copies soulignent la proportion des minéraux qui diffèrent de celle d'un granite s.s. (alors que c'est indiqué dans le texte) en notant la grande proportion de feldspaths par rapport au quartz, celle des minéraux mafiques, et leur incidence sur la composition du granite de Flamanville. Tout ceci indique que les mécanismes de cristallisation des roches à partir d'un magma et leur relation avec l'évolution des liquides parents sont mal perçus. Parmi les erreurs, il est indiqué trop souvent la présence d'une texture microlithique, voire de texture se rapportant aux roches sédimentaires : texture grenue de type packstone !

2.2. L'essentiel de l'altération mécanique est un processus de désagrégation des grains ou arénisation qui conduit à la formation d'un manteau meuble (ou altérites), au sein duquel subsistent des blocs résiduels arrondis conservant l'architecture de la roche saine, qui pourront être dégagés par l'érosion et constituer des chaos granitiques ou 'tors'. Une coupe-type montre de bas en haut : (i) la roche mère saine, c.a.d., le granite, peu fracturé ; (ii) la roche mère altérée ou saprolite avec, à l'intérieur, des blocs de granite résiduels plus ou moins altérés ; (iii) l'arène sableuse riche en quartz ; (iv) un horizon humifère.

L'affleurement du granite de Flamanville est en relief dans le paysage. La paroi observée est fortement inclinée et dégagée, en grande partie de son couvert végétal. Ceci montre que l'arène sableuse et l'horizon

humifère sont peu développés. Sous le couvert végétal, des diaclases délimitant des masses anguleuses permettent de dégager des blocs de granite plus ou moins arrondis (forme sub-sphérique à elliptique) qui correspond à la zone à saprolite bien visible sur les deux photos. L'arène granitique devient plus importante en volume vers la surface par rapport aux blocs de granite. La paroi de granite, correspond à la roche-mère qui est découpée par des fractures/diaclases, fortement inclinées, centimétriques à métriques, permettant l'altération progressive du granite et le déchaussement des blocs.

Il est difficile d'obtenir une description logique des affleurements qui aurait pu conduire à la représentation d'un log simplifié de l'altération d'un granite en domaine tempéré. On peut dire que les copies qui schématisent un log en milieu tempéré sont exceptionnelles. Peut-être que si la question avait été autrement posée, les réponses auraient été plus homogènes, et plus ciblées sur l'altération d'un granite en pays tempéré avec pour résultat la constitution d'un log spécifique. De ce fait, de très nombreuses copies insistent sur les processus mécaniques qui ont conduit à la fracturation des granites (gélifraction, thermoclastie, etc.) en négligeant les autres effets de l'altération. On a fait aussi intervenir la tectonique pour expliquer la présence des diaclases et joints dans le granite favorisant les autres processus mécaniques.

- Il s'agit ici d'une altération sous climat tempéré donnant des profils d'altération peu épais et peu différenciés. En complément, le mécanisme d'altération chimique conduit à l'hydrolyse des silicates dont les feldspaths. Il peut aussi y avoir des phénomènes de dissolution et d'oxydo-réduction des minéraux. Dans le doute, les réponses sont variées mais souvent complémentaires de la question précédente. Il arrive que l'on parle d'hydrolyse, d'arénisation, voire de bisiallisation.

- L'argile prédominante issue de l'altération du granite dans ce secteur correspond à l'illite qui est une argile de type T-O-T (deux couches de tétraèdres encadrent une couche d'octaèdres). Cette néoformation d'argile résulte d'une réaction de bisiallisation. Des smectites peuvent être présente en cas de zone à mauvais drainage.

Plusieurs copies indiquent le nom 'illite' mais le plus souvent, il n'y a pas de nom ou un nom fantaisiste de roche (craie, grès, ...). Cette question aurait pu mettre les candidats sur la voie pour développer leur description du granite de Flamanville.

2.3. L'affleurement de calcaire crétacé des Pyrénées forme une paroi en relief qui est fortement inclinée et dégagée, en grande partie, de son couvert végétal. La paroi a une longueur d'une quinzaine de mètres pour 5 à 10 m de haut environ ; elle est découpée par des dépressions rectilignes à courbes, assez profondes, plus ou moins larges, qui suivent la pente de l'affleurement. La largeur de ces dépressions peut atteindre la dizaine de cm. Il peut s'agir de diaclases qui ont été élargies par l'altération chimique du calcaire (dissolution des carbonates). Les incisions laissent subsister, sur la paroi verticale, entre elles des arêtes aiguës subparallèles les unes aux autres (succession de sillons et de crêtes). En géomorphologie, on parle de "cannelures de mur" (terme non exigible). Il s'agit d'un mode de façonnement des escarpements de roche cohérente calcaire. Accessoirement, les fentes peuvent suivre aussi d'anciennes fractures induites (i) par la tectonique crétacée à tertiaire puisque les calcaires se situent dans les Pyrénées, (ii) suite à des phénomènes de décompression lors de la mise à l'affleurement. Le modelé de surface observée correspond à une structure karstique donnant des morphologies de type 'lapiez'.

Encore une fois, la description du calcaire altéré est extrêmement réduite et médiocre à cause de la pauvreté du vocabulaire mais aussi de l'observation : "roche altérée à l'origine de pics vers la surface." Le terme de 'pic' a été souvent rencontré. Le terme de stalagmite a été plusieurs fois évoqué pour rendre compte du processus d'altération. Le terme de 'lapiez' n'est pas souvent reporté. On parle au mieux d'altération karstique.

2.4. Le processus chimique qui aboutit à la disparition des calcaires est la dissolution, liée aux eaux de ruissellement en climat tempéré. La dissolution des carbonates par les eaux chargées de CO_2 peut s'écrire : $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \rightarrow 2 \text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+}$ (réaction réversible).

La réponse à la question semblait évidente puisqu'il s'agissait de l'altération des calcaires. Il n'en a rien été. Il y a eu aussi beaucoup d'erreurs dans la formulation de l'équation régissant la dissolution des calcaires, ou parfois une simplification abusive.

- La dissolution des carbonates est possible lorsque le produit ionique Q_s ($[\text{CO}_3^{2-}] [\text{Ca}^{2+}]$) tend à être inférieur au produit de solubilité K_s , valeur maximale théorique pour Q_s . La diminution de pH (milieu acide), la diminution de température (environnement froid), une grande quantité d'eau, un temps de contact eau-roche élevé, l'abondance de CO_2 peuvent favoriser la dissolution des carbonates, de même que la sous saturation des eaux en ions Ca^{2+} . Au final, l'activité des eaux de ruissellement provoque une action chimique évacuant des substances en solution.

Plusieurs facteurs sont généralement cités, avec la température, le CO₂, l'humidité. L'imagination est parfois fertile et la fonte des glaciers actuelle jouerait un grand rôle sur le contrôle de la réaction.

3. FORMATION DES ÉVAPORITES

Les évaporites actuelles peuvent se former dans des lagunes évaporitiques, appelées 'sebkras', bien connues sur le pourtour africain et au-delà, le long du golfe persique. Presque toutes les sebkras sont récentes et la hauteur cumulée des couches de sel n'est que de l'ordre de quelques mètres. Ces dépôts modestes contrastent avec les formations évaporitiques du Permien en Europe (Zechstein), ou encore du Crétacé du bassin de Santos, sur la marge atlantique du craton brésilien, dont la puissance peut atteindre 2000 m. Le bassin évaporitique du Zechstein était très vaste, s'étendant de la côte est de l'Angleterre au nord de la Pologne. La stratigraphie du Zechstein est subdivisée en cinq formations principales (Z1 à Z5), la puissance de chacune d'entre elles pouvant varier de 100 à 600 m. En Afrique orientale, la lagune évaporitique d'Asal est située à 10 km du golfe d'Aden, dont elle est séparée par une barrière de basalte, qui appartient au rift des Afars. De nombreuses failles liées au fonctionnement du rift relient le lac à la mer. Le lac est situé à -155 m sous le niveau de la mer.

3.1. Définition du terme "évaporite" : l'eau de mer confinée dans des sites particuliers peut permettre par le biais d'un bilan hydrologique déficitaire (évaporation supérieure à l'apport en eau douce et/ou au renouvellement en eau salée) la précipitation d'un certain nombre de sels minéraux lorsque leur produit ionique atteint et dépasse le produit de solubilité correspondant. Les évaporites sont des roches formées par sursaturation d'eau de mer dans des environnements arides, parmi lesquelles on rencontre majoritairement : calcaires, gypse, halite ou sel gemme, sylbite. Elles résultent d'un phénomène de précipitation chimique directe ne faisant pas intervenir les êtres vivants. Les évaporites se forment dans des contextes variés, mais on les rencontre majoritairement en marge du littoral, ou dans des lacs salés. Les évaporites précipitent par ordre de solubilité croissante.

Les réponses ont été très bonnes dans l'ensemble. Mais il y a souvent un mélange dans les définitions avec les termes éléments, sédiments et roches. Et on oublie souvent que les formations salifères se sont déposées, en général, à partir de l'eau de mer.

3.2. On demande de préciser l'ordre de précipitation des principaux solutés formés par évaporation d'une saumure. La densité de la saumure en cours d'évaporation augmente d'une valeur de 1 à plus de 1,3. Donc on peut lire la suite des sels qui précipitent au cours de l'évaporation. La succession est la suivante : (i) carbonates de calcium, (ii) sulfates de calcium hydraté (gypse), (iii) sel gemme (halite), (iv) sulfate de magnésium avec les chlorures de potassium (KCl) et de magnésium (MgCl₂), et (v) *in fine*, différents sels de bromure.

Là encore, les réponses sont bonnes, parfois incomplètes. On oublie un terme ou on oublie de citer les derniers sels à se déposer. On donne parfois l'ordre de précipitation à l'envers, en commençant par les sels les plus solubles et en finissant par les calcaires. En outre, des incongruités peuvent se glisser dans la liste, comme la présence d'olivine !

3.3. Il faut ensuite préciser la succession des roches issues de la concentration progressive de l'eau de mer dans un bassin donné. La succession des roches doit refléter la succession des solutés dans un bassin en cours d'évaporation. Le lac Asal montre la succession suivante : (i) calcaires ; (ii) gypse ; (iii) banquise de sel (NaCl). La stratigraphie des formations du Zechstein montre la succession suivante : (i) argiles ; (ii) carbonates ; (iii) anhydrite (CaSO₄) et (iv) sel gemme (NaCl). Dans les deux cas, on retrouve des carbonates, puis des sulfates (gypse ou anhydrite), et enfin les couches de sel gemme (NaCl). La succession des roches s'apparente donc à l'ordre de précipitation des solutés dans une saumure en évaporation. Le tableau 2 montre aussi dans le niveau Z2 du Zechstein, la précipitation de sels de potasse suite au sel gemme (NaCl), ce qui est aussi en accord avec la succession des solutés.

Là encore, les réponses sont bonnes mais parfois peu précises. Il arrive exceptionnellement qu'aucune réponse ne soit apportée à cette question. La déduction à partir des séquences illustrées dans les figures n'est pas toujours établie. Le discours en réponse à la question est donc de taille variable. Les copies ne peuvent considérer qu'un seul exemple (Asal) ou deux exemples (Asal et Zechstein). Parfois la liste donne plusieurs cycles et donc la séquence-type est répétée.

Comme pour les solutés, on a parfois un ordre à l'envers : halite, puis gypse, mais ceci plus rarement. Dans certaines de ces copies, aucun problème ne se pose au candidat en comparant la liste des solutés obtenue à la question 3.2, qui est inverse de celle des roches qui comprennent ces solutés.

3.4. Sachant que pour une tranche d'eau de mer de 1 m, on obtient par évaporation une couche de 12,9 mm de sel gemme (NaCl), et une couche de 0,1 mm de carbonates, on doit préciser la hauteur d'eau nécessaire pour obtenir respectivement une couche de 15 m de sel et une couche de 1 m de carbonates. Il s'agit d'écrire simplement deux règles de proportionnalité :

- pour le sel gemme, on a $15 \times 1000 / 12,9 = 1162,8$ m de hauteur d'eau ;
- pour les carbonates, on a $1 \times 1000 / 0,1 = 10\,000$ m, soit 10 km de hauteur d'eau.

On constate que la proportion de carbonates précipités lors de l'évaporation d'une saumure est faible, puisque pour un mètre de carbonates, il faut une colonne d'eau de 10 km ; alors que pour obtenir une couche de 15 m de sel gemme, soit quinze fois plus que pour les carbonates, il faut dix fois moins d'eau. Les réponses sont très bonnes dans l'ensemble. Même les très mauvaises copies ont souvent donné un bon résultat de calcul. Il existe quand même des copies qui n'ont pas donné de réponse à cette question. Les erreurs relevées sont plus liées à l'étourderie. Ainsi on peut calculer la hauteur d'eau pour obtenir 12,9 mm de sel gemme, mais on a oublié la deuxième partie de la question pour obtenir une hauteur d'eau correspondant au dépôt d'un mètre de carbonates. Plus exceptionnel, la confusion entre mètre et kilomètre fait qu'il a fallu 10 m d'eau pour obtenir un mètre de calcaire au lieu des 10 km attendus.

3.5. On doit préciser quel est le type d'alimentation en eau salée du lac Asal. Comme le rivage est situé à une dizaine de km, on ne peut pas envisager pour les temps récents, de remplissage temporaire par débordement récurrent de la mer lors de tempêtes ou de marées exceptionnelles. Le lac Asal est séparé de la mer par une barrière de basalte faillé. Les failles et l'émission de basaltes résultent du fonctionnement du rift. Les basaltes étant imperméables, l'eau ne peut circuler que grâce aux failles du rift. On constate que le réseau d'infiltration d'eau de mer est parallèle aux failles du rift. En conséquence, le lac Asal étant situé dans la zone du rift, qui est extrêmement faillé, on peut envisager la pénétration d'eau de mer grâce aux fractures profondes du rift qui relie la côte de la mer Rouge au lac à l'intérieur des terres.

Les réponses sont bonnes mais souvent assez pauvres. Elles ont pu sembler tellement évidentes qu'elles en sont devenues elliptiques. On retrouve là les problèmes liés à l'observation, la collection des faits et leur hiérarchisation. On oublie de dire dans un certain nombre de cas que les failles liées au rift jouent un grand rôle dans le processus d'infiltration d'eau de mer. Il est rarement fait référence à la figure 6 montrant les zones d'infiltration d'eau de mer. Rares sont les copies qui signalent le parallélisme entre vecteurs d'infiltrations d'eau de mer et les failles liées au rift d'Asal.

3.6. En considérant la géologie du rift d'Asal, et la situation géographique des autres sebkas, on doit indiquer les processus climatiques et géologiques nécessaires à l'origine des dépôts de sel gemme dans les sebkas.

La formation des sebkas dans le golfe Persique et le long de la mer Rouge requiert des conditions particulières, (i) une proximité avec une mer ou un océan, le long d'une côte, dans des zones littorales plates, parfois légèrement situées sous le niveau de la mer, (ii) une zone climatique qui permet une évaporation intense et un déficit hydrique. Un climat aride à semi-aride dans une zone intertropicale permet d'éviter la dilution des saumures, (iii) une arrivée intermittente d'eau de mer pour apporter les solutés à précipiter selon deux systèmes, par submersion des sebkas qui peut intervenir pendant les grandes tempêtes, et/ou l'existence de cordons dunaires poreux et perméables qui permettent un flux continu d'eau de mer provoquant la remontée de saumure et le dépôt de sels par capillarité dans ces cordons de dunes. Ce dernier processus explique la présence de gypse qui peut précipiter dans les pores entre les grains de sable.

Les réponses à cette question ouvrent parfois sur des perspectives extrêmement variées et étonnantes. Si la collection des faits est difficile à hiérarchiser, l'imagination est fertile à partir des processus supposés dérivés du mouvement des plaques. Souvent, la collection des faits s'appuie un peu trop sur le contexte du rift d'Asal, surtout en ce qui concerne la tectonique, même si le contexte du lac Asal est éclairant sur les autres mécanismes responsables de la formation des évaporites. Ainsi on parle fréquemment de rift, de contexte d'extension, et pas de contexte de bordure de mer ou d'océan, avec la présence d'une côte sub-plate, voire légèrement en dépression par rapport au niveau marin. Quelques rares copies soulignent ces dépressions, notamment à partir de l'altitude du lac Asal. La présence de failles est souvent indiquée pour apporter de l'eau à l'image du rift d'Asal. Ceci conduit certains candidats à évoquer un contexte tectonique actif de type zone d'extension avec rift ou bien encore une marge active pour développer de nombreuses failles et faciliter l'apport d'eau. On parle assez peu aussi du type de climat, même si on mentionne la nécessité d'un climat chaud pour évaporer l'eau de mer. On remarque quelquefois que les exemples reportés sur la carte sont dans une bande climatique favorable à l'évaporation de l'eau de mer et au déficit des précipitations. Il est indiqué quelquefois la nécessité de situer les sebkas dans une zone

tropicale ; ce qui se résume par l'expression suivante : "il faut avoir un climat africain". Certains, heureusement peu nombreux, soulignent qu'il faut de la pluie pour éroder les roches et libérer le sel pour créer un dépôt à proximité ! Ou encore qu'il faille de fortes pluies pour permettre les infiltrations d'eau riche en sel. Ce qui est contraire aux conditions climatiques nécessaires au dépôt de sels, compte tenu de leur solubilité. En résumé, les faits recensés sur la formation des sebkas apparaissent assez simplistes. De plus, la terminologie usitée dans le contexte des bassins évaporitiques est largement ignorée, telle l'expression 'déficit hydrique' ou 'stress hydrique' qui n'a été que très peu évoquée.

3.7. On s'intéresse à l'origine des carbonates présents dans les formations évaporitiques du Zechstein. Ces roches carbonatées sont localement riches en magnésium : il s'agit de dolomies.

- Dans un bassin d'origine océanique, les calcaires peuvent avoir des lieux de formation et des origines très variées. Ils peuvent être détritiques, construits, ou avoir une origine chimique lorsque le milieu est saturé en Ca : formation des calcaires oolithiques, par exemple, et celle des carbonates déposés lors des premiers stades d'évaporation d'une saumure.

- Le calcul effectué en question 3.4, ainsi que la puissance respective des carbonates et du sel gemme dans la séquence du Zechstein, laissent supposer que les carbonates ne dérivent pas seulement d'une précipitation chimique liée à la formation d'une séquence évaporitique. Un autre processus doit être envisagé. La large extension de la mer du Zechstein au Permien présente une configuration tout à fait différente de celle de la zone d'Asal et des sebkas, dont l'étendue est extrêmement limitée. Des carbonates ont pu se former dans le bassin sédimentaire en domaine néritique (lieu de 'l'usine à carbonates').

Si les réponses aux six questions précédentes ont été assez bonnes dans l'ensemble, ici elles s'avèrent beaucoup plus décevantes, sauf exception. Il ressort de façon quasi unanime, en considérant la réponse à la question 3.4, qu'il faille une grande hauteur d'eau de mer pour obtenir les dépôts du Zechstein. Il est même envisagé que l'origine des calcaires puisse être liée à la répétition de l'évaporation d'un océan. Les copies évoquent des contextes géologiques très variés qui permettraient l'arrivée d'une grande masse d'eau pour obtenir ces puissants niveaux calcaires. On parle souvent de glaciation et de déglaciation répétée qui permettraient la mise en solution de beaucoup d'eau, ainsi que de tous les processus géologiques qui puissent permettre ces mouvements d'eau à l'échelle planétaire : transgressions et régressions pour chaque séquence. Ce qui n'est pas totalement faux. Mais les candidats ont oublié de penser simplement, localement, à la formation des calcaires à partir d'organismes vivants. De rares copies mentionnent cette formation des calcaires en domaine marin, le plus souvent benthique. Certains candidats imaginent une formation des calcaires en milieu marin ouvert puis un transport de ces calcaires du milieu marin aux sebkas grâce au transport de particules dans l'eau !

- L'origine des dolomies est secondaire, liée au remplacement de l'ion Ca^{2+} par l'ion Mg^{2+} durant la diagenèse. Dans les formations évaporitiques, le magnésium précipite dans des sulfates et des chlorures qui sont parmi les derniers sels à se former. Dans ce contexte, le magnésium peut être remobilisé pour métasomatiser les niveaux de calcaires riches en CaCO_3 selon la réaction : $2 \text{CaCO}_3 + \text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 + \text{Ca}^{2+}$, ou $\text{CaCO}_3 + \text{Mg}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.

Remarque : rappelons qu'il n'y a pas de dolomies primaires, formées par précipitation directe à partir de l'eau de mer. Elles résultent d'un processus d'origine biochimique. Le problème ne se pose pas ici puisqu'il est dit dans l'énoncé que le dépôt n'est pas primaire.

C'est une question qui a peu séduit les candidats, étant donné le nombre très restreint de bonnes réponses. Beaucoup de candidats n'ont d'ailleurs pas répondu. Il y a très peu de bonnes réponses qui indiquent le remplacement de Ca par Mg au sein du calcaire. L'origine secondaire de la dolomie semble le plus souvent ignorée : rares sont les copies qui parlent de métasomatose (terme non exigible) ou d'épigénie, ou simplement de remplacement. En effet, l'épigénie correspond à la substitution, au sein d'une roche, d'un minéral par un autre, molécule à molécule, phénomène lié à un apport de substance. Bien que la question écarte clairement l'hypothèse d'une formation primaire des dolomies, de nombreuses copies ont disserté sur les processus mis en œuvre pour déposer des dolomies primaires. Quelques copies évoquent la richesse du milieu en Mg à cause de la présence de sels riches en Mg. Une remobilisation du Mg pourrait se faire via l'eau de mer qui en érodant les roches, parfois celles du continent, pourrait libérer du Mg : on arrive ainsi à une formation primaire de la dolomie qui se dépose avec les carbonates de calcium, ou à la fin de leur dépôt. La densité des dolomies est soulignée, pour faciliter le dépôt au fond du bassin.

3.8. On compare l'évolution de la courbe représentative des argiles avec celles du sable et du sel, en particulier dans les premiers 500 mètres.

- La relation entre densité et profondeur est linéaire pour les sables. L'augmentation régulière de la densité

avec la profondeur est liée à la compaction mécanique des grains de sable et à la réduction de la porosité et de la perméabilité qui sont toutefois très limitées dans le cas des sables qui vont donner des roches gréseuses plus ou moins poreuses.

Cette question a permis l'obtention de quelques points contrairement aux parties suivantes sur l'évolution des argiles et le phénomène géologique responsable de cette évolution. Ces deux dernières parties ont souvent été non traitées, en particulier la dernière se rapportant au nom du processus responsable de l'évolution de la densité des sédiments. Ceci est plutôt surprenant.

- Les argiles montrent, pour une profondeur inférieure au km, une très forte augmentation de la densité avec la profondeur qui ne peut pas être expliquée uniquement par la diminution de porosité mais aussi par la modification de la structure des argiles qui perdent l'eau interfoliaire (transformation des smectites en illite). De plus, les lattes d'argile sont réarrangées sous l'effet de la pression de charge. La cimentation est plus importante que pour les sables réduisant la porosité. Pour des profondeurs inférieures à 1 km, l'augmentation régulière de la densité est plus faible avec l'augmentation de la pression de charge.

L'évolution des courbes est assez bien décrite, le plus souvent de façon sommaire, en soulignant le contraste de l'évolution de la densité des argiles avec celle du sel ou au sable. Certains candidats ont utilisé leurs compétences mathématiques pour bien décrire les types de courbes en présence, délimitées pour certaines par des points d'inflexion localisés à des profondeurs repères. Rares sont les copies qui indiquent un changement de structure des argiles lié au départ de l'eau bien que certains évoquent la compaction des sédiments. De nombreuses copies confondent les mécanismes de dépôt des argiles dans un milieu aqueux avec l'évolution des sédiments, une fois déposés et le rôle de la profondeur d'enfouissement. Ainsi, la différence de densité des argiles est expliquée par des différences de conditions de dépôt, notamment dans un bassin avec des eaux plus ou moins agitées. Dans les eaux agitées, ce sont les particules les plus grosses, supposées les plus denses qui précipitent expliquant ainsi la différence de densité entre les argiles. On a eu aussi un processus de tri expliqué par la gravimétrie ! Les facteurs responsables de ce granoclassement sont les courants de turbidité (avec la traditionnelle séquence de Bouma). On parle aussi de l'effet des pentes sous-marines des fonds, de la force des courants marins et de la floculation des argiles. Bref, tout un ensemble de processus plus ou moins pertinents, processus qui interviennent avant la diagenèse.

- L'augmentation de la densité des sables et des argiles a lieu lors de la diagenèse.

Le nom du processus, la diagenèse, est rarement cité. Souvent aucun mécanisme n'est signalé, et la page reste blanche, ce qui a largement surpris les correcteurs.

3.9. Les diagraphies sont couramment utilisées dans les gisements de sel pour déterminer la nature des roches.

La diagraphie de type Gamma Ray repose sur la mesure de la radioactivité naturelle. Les éléments radioactifs sont le K, U et Th. Les minéraux porteurs de potassium sont les sels de potassium, mais aussi les argiles et les micas. L'uranium est porté par des minéraux lourds qui accompagnent les sédiments détritiques. Le thorium se trouve essentiellement dans les argiles.

Le log sédimentaire d'une puissance de 175 m se situe au passage des formations salifères Z2 et Z3.

- Sachant que toute la colonne lithologique est constituée d'évaporites, sauf le niveau Z3a, on doit préciser la nature prédominante des niveaux de sel Z2a, Z2b, Z3b, Z3c et Z3d.

Lithostratigraphie	Densité	Gamma Ray	Roche
Z2a	2,2	faible	Halite
Z2b	2,5	pic (> 50 API)	Mélange de sels riches en K et denses (carbonates et/ou argiles)
Z3b	3	diminution graduelle de 50 à 1 API	Anhydrite
Z3c	2,15	faible	Halite
Z3d	< 2	pic à 50 API	Sels riches en K

Dans l'ensemble, les réponses sont bonnes et souvent assez complètes. La présentation des résultats a été correcte, sous forme de liste ou de tableau. Il y a eu cependant quelques difficultés d'interprétation

pour le niveau Z2b, ce qui est normal. Beaucoup de candidats ont vu, à juste titre, la récurrence de sédiments argileux. Pour Z2b, en raison de la densité, on indique le gypse, et pour Z3b, la magnésite. Certains ont défini une densité prédominante dans le log, celle de la halite ($2,10 \text{ g.cm}^{-3}$), qu'ils ont attribuée à l'ensemble de la formation, ne traitant pas les intercalations avec d'autres sels.

- Dans le niveau Z3a, des roches sédimentaires variées prédominent sur les évaporites, l'anomalie de Gamma Ray est irrégulière mais atteint des valeurs élevées parfois semblables au niveau Z3d. Rappelons que le niveau Z3a est au passage de deux formations importantes du Zechstein, Z2 et Z3, et que ces zones de passage peuvent être marquées par des formations détritiques avec plus ou moins d'argiles. Ainsi, il pourrait y avoir des sédiments détritiques consolidés ($d > 2,5$) de type grès porteurs de minéraux denses riches en U et Th qui seraient responsables de l'anomalie Gamma Ray voisine de 25 (avec un pic à 50), avec interstratification de carbonates. La présence d'argiles ($d \approx 2,5$) fréquente à la base des unités n'est pas à exclure.

Curieusement, cette question a été rarement traitée, peut-être par oubli compte-tenu de la question précédente. Les réponses montrent que la notion de mesure de la radioactivité naturelle semble quasi inconnue. Très peu de réponses indiquent que dans les sédiments, il peut y avoir des particules détritiques radioactives avec des minéraux porteurs de U et/ou Th. Le plus souvent, on mentionne l'existence de minéraux porteurs de K, comme les argiles. Plusieurs copies évoquent même la présence de fossiles !

3.10. La géométrie des bassins évaporitiques, comme ceux du Zechstein et de Santos, est dessinée d'après la répartition et la puissance des formations évaporitiques. On sait par exemple que le bassin du Zechstein a été régulièrement alimenté au Permien par des eaux océaniques provenant du nord de l'Europe actuelle. On demande (i) quel est le processus géologique qui peut expliquer la puissance et la courte période de formation des bassins évaporitiques, et (ii) de préciser les mécanismes à l'œuvre lors de ce processus.

Le mécanisme correspond au phénomène de subsidence dans les bassins sédimentaires.

Il se rapporte à un enfoncement du substratum d'un bassin sédimentaire en réaction à une cause tectonique (distension, flexure d'une plaque subduite) ou thermique (refroidissement) ; cet enfoncement qui répond au principe d'isostasie est amplifié par la surcharge des sédiments qui sont peu à peu piégés dans le bassin.

- Subsidence tectonique : zones de rift, bassins intracontinentaux : amincissement de la croûte continentale ; flexure de la plaque subduite.
- Subsidence sédimentaire : surcharge des sédiments, rôle de rééquilibrage isostatique.
- Subsidence thermique dans les rifts liée à la contraction du manteau.
- Subsidence thermomécanique : subsidence tectonique initiale suite à l'étirement de la lithosphère, suivie de la subsidence thermique.

De très nombreux candidats n'ont pas répondu à la question. Il semble évident que si on avait demandé la définition de la subsidence et des principaux types de subsidence, le nombre de bonnes réponses aurait été sans doute plus grand. On peut se demander pourquoi les candidats ne reconnaissent pas, à partir d'exemples géologiques simples, des processus de base qu'ils connaissent pour la plupart. Peu de copies ont signalé la subsidence pour rendre compte de la puissance des séries obtenues en un laps de temps assez court. Les différentes causes de subsidence sont très rarement citées. Il est indiqué qu'il s'agit le plus souvent de la subsidence tectonique avec la formation de rifts, ce qui est bien commode pour expliquer la variation de la profondeur du bassin et la formation de séries évaporitiques. Il s'agit de l'influence du rift d'Asal présenté plus haut, sans doute ! Les variations du niveau de la mer (eustatisme) sont souvent signalées pour rendre compte de la répétition des séquences sédimentaires : l'alternance de glaciations et de périodes de fonte des glaces expliquerait les variations du niveau de la mer. Et même : "la descente d'un glacier a pu provoquer la formation du bassin évaporitique". De même, les processus de rétrogradation ou de réajustement isostatique amèneraient à des remontées de socle, et donc à un recul des mers. Les mécanismes à l'œuvre sont le flux d'eau de mer et la place disponible dans le bassin (accommodation). Par ailleurs, la subsidence pourrait intervenir en contexte de collision car "la fermeture d'un océan paraît être la cause d'une infiltration d'eau de mer, permettant la formation rapide d'évaporites." Là encore, il y a eu influence de la situation géologique du rift d'Asal. On reporte aussi l'existence d'un bassin flexural dû à l'orogénèse hercynienne pour expliquer le bassin permien d'Allemagne. On évoque aussi : (i) un séisme qui permet l'apport d'eau de mer et la submersion des bassins ; (ii) la disparition de l'océan alpin lors de l'orogénèse alpine. On est en collision entre deux croûtes continentales ; (iii) l'impact de météorites pour expliquer la courte période de formation des bassins, qui semble aussi correspondre aux grandes catastrophes biologiques ; (iv) la force de Coriolis avec les moussons qui permettent d'alterner les saisons sèches et humides ; (v) le réchauffement de l'atmosphère (il fallait bien que le réchauffement climatique apparaisse quelque part) pour expliquer la puissance des séries évaporitiques,

ce qui est vrai dans le cas du Permien.

4. DÉFORMATION DES FORMATIONS EVAPORITQUES

La déformation des gisements de sel est en grande partie liée aux propriétés physiques et mécaniques du sel gemme. Dans le bassin de Santos, situé sur la marge occidentale de l'océan Atlantique (Brésil), des dômes de sel, que l'on appelle "diapirs", peuvent être observés. Les géométries sédimentaires des formations, essentiellement post-salifères, sont influencées par la présence de ces diapirs.

4.1. Il faut (i) dessiner et légender les relations géométriques entre les différents réflecteurs sismiques délimités par le cadre blanc, (ii) Identifier et nommer les géométries remarquables, et enfin (iii) dater le début de mise en place du dôme de sel en se basant sur l'échelle chronologique.

Attention : dans la légende avec les âges (en Ma), à gauche de la figure 11b, il y a une erreur. Du haut vers le bas, on a des nombres croissants en âge, compris entre les bornes 25 et 125 Ma. Or, on peut lire deux fois la valeur '115' ! Il faut remplacer 115 par 105, dans l'intervalle entre 100 et 108 Ma.

Remarques préliminaires : (i) il n'est pas demandé d'interpréter la configuration des réflecteurs sismiques en termes de stratigraphie séquentielle ; on se limite ici à la reconnaissance de géométries remarquables au niveau des réflecteurs ; (ii) la tectonique salifère n'est pas explicitement au programme, mais ici on utilise simplement la notion de diapir pour illustrer un mode de déformation particulier associé aux évaporites. On obtiendrait le même type de géométries sismiques avec un anticlinal de croissance, par exemple.

Il faut donc procéder à un examen de réflexions se produisant sur les surfaces séparant deux milieux d'impédances acoustiques différentes. Ces surfaces sont soit des limites de strates, soit des discontinuités géologiques.

Dans le cadre blanc, on peut individualiser quatre zones présentant des géométries différentes. La zone 1 (située au centre du cadre) montre de nombreux réflecteurs biseautés avec des géométries de type "onlap" (biseau d'aggradation) déformées par la migration ascendante du sel. La zone 2 (comprise entre les réflecteurs 66 et 32) affiche des réflecteurs tronqués, avec des géométries de type "toplap" (troncature érosive). La zone 3 (comprise entre les réflecteurs 32 et 25) est marquée par des réflecteurs parallèles et continus, au moins dans le périmètre du cadre blanc. La zone 4 (la plus proche du dôme de sel) se caractérise par une configuration chaotique, avec des réflecteurs très discontinus présentant un arrangement désordonné des surfaces.

Des failles normales (en rouge) affectent les séries sédimentaires postérieures à la mise en place du diapir. Au sommet du diapir, de nombreux mouvements ont conduit sans doute à un mélange de sédiments antérieurs à 115 Ma marqué par des microplis et des failles. Ce mélange est recouvert en discordance par des sédiments à partir de 66 Ma. Les sédiments à 66 Ma recouvrent les sédiments (115-66 Ma) qui ont rempli le bassin créé par le diapir. Le développement du diapir déforme les couches sédimentaires déposées précédemment. L'âge de mise en place est de 115 Ma. Au-dessus du marqueur à 115 Ma, il y a remplissage du bassin formé par le relief créé par le diapir.

La majorité des candidats a dessiné les relations géométriques qu'ils avaient reconnues, entre-autre le diapir, parfois les formations sédimentaires remontées avec le diapir qui forme un espace souvent non désigné et, les formations qui ont rempli le bassin dégagé par le diapir. La qualité des dessins laisse souvent à désirer et est finalement fonction de la compréhension des marqueurs géométriques reconnus. 'Onlap' et 'toplap' ont été reconnus à des degrés divers, et ceci pas toujours dans les bonnes formations. Il y a des inversions dans la désignation des marqueurs qui indique une connaissance superficielle de la géométrie de ceux-ci. Quelquefois, à la place des 'onlaps', sont indiqués des 'offlaps'. De manière générale, la légende des dessins est souvent absente, voire très pauvre. Concernant l'âge de mise en place du diapir, il y a peu de bonnes réponses. Dans beaucoup de cas, il n'y a même pas de réponse du tout. Une réponse courante est 125 Ma pour certains ; pour d'autres, c'est 66 Ma.

4.2. On illustre le comportement du sel gemme et d'un calcaire auxquels une contrainte déviatorique est appliquée à différentes températures. A partir des courbes contrainte-déformation, on indique (i) le comportement du sel, et on doit discuter (ii) de la plasticité du sel gemme par rapport à celle du calcaire. Pour le sel, la déformation devient très vite plastique à faible température et pour de faibles contraintes déviatoriques. Il y a, aux plus faibles températures (23° et 100°C), une augmentation de plus en plus accusée de la déformation. A partir de 200°C, la déformation plastique est plus nette, le sel gemme flue dès l'application d'une contrainte déviatorique (courbe sub-horizontale).

La déformation du calcaire et son fluage apparaissent pour de plus fortes contraintes déviatoriques et le plus souvent à plus fortes températures que dans le cas du sel gemme. Le seuil de plasticité est bien défini pour les calcaires soulignant ainsi la différence de comportement entre déformation élastique et déformation plastique. Dans les deux types de roche, le fluage (courbe subhorizontale) intervient

rapidement.

Dans l'ensemble, il y a des bonnes réponses, même si ces réponses sont souvent sommaires et incomplètes, et que l'on a bien mélangé les réponses aux deux questions. Au correcteur de faire le tri ! En effet, la description des courbes contraintes-déformation pour le sel est souvent très superficielle. Il manque des termes clefs au sujet de l'élasticité, du fluage, de la compéctence, de la ductilité du sel. On oublie aussi de comparer l'évolution des courbes avec la température. Tous ces manques de rigueur dans l'observation et dans la description des faits et leur hiérarchisation, se retrouvent dans la comparaison des courbes du sel et du calcaire. On oublie en particulier de souligner les différences de comportement plastique avec la température, et finalement de rupture des roches.

4.3. On s'intéresse ensuite au comportement d'une couche de sel gemme, située sous des sédiments consolidés, compte tenu des propriétés décrites précédemment, et de la densité du sel gemme. On doit préciser quels sont les facteurs qui peuvent être à l'origine du comportement envisagé, et/ou qui le facilitent.

La densité du sel gemme est de 2,16 et celle des sédiments consolidés de 2,5 à 2,6. Donc naturellement, le sel gemme moins dense aura tendance à remonter par rapport aux sédiments consolidés. Cette remontée nécessite une déchirure dans la couche de sédiments consolidés pour amorcer le mouvement ascendant. Cela peut se faire lors du réajustement des formations géologiques suite à de très faibles mouvements tectoniques. Ensuite les propriétés plastiques du sel gemme, même à basse température font que le sel va pouvoir fluer au sein de la déchirure. La différence de densité va alors pouvoir jouer pleinement son rôle pour que le sel s'échappe vers la surface et forme une morphologie en dôme ou en colonne (diapir, tectonique salifère).

La plupart des copies rappelle la plasticité du sel et sa densité pour expliquer son comportement et donc les tendances à remonter dès que les conditions sont favorables. Par contre, il y a très peu de réponses sur les facteurs susceptibles de faciliter la mise en place d'un dôme de sel. Quand un paramètre est indiqué, il s'agit le plus souvent d'une variation de température qui peut faciliter le fluage du sel, la différence de densité faisant le reste pour que les sédiments supra-salifères soient impactés par la formation d'un dôme. Très peu de copies évoquent un mouvement tectonique qui pourrait créer une ouverture dans les sédiments surincombants et une instabilité dans la séquence sédimentaire conduisant à la mobilisation de la couche de sel et à la formation du diapir.

4.4. On présente une coupe dans la mine d'Asse (Allemagne) qui fut l'une des mines de sel les plus importantes au XIX^{ème} siècle, exploitant les formations salifères du Zechstein. A partir du document, on doit indiquer (i) la nature des failles immédiatement situées sous le point A, et (ii) le mouvement de part et d'autre d'un plan de faille.

Immédiatement sous le point A, il s'agit de failles normales. On identifie très bien le décalage (rejet) du toit de l'horizon 17 par rapport aux couches surincombantes.

La majorité des candidats a répondu correctement à cette question. Toutefois des confusions (étourderies !) existent parfois ; faille inverse a été mis à la place de faille normale et réciproquement (cf. question suivante).

4.5. On précise la nature de la faille située au voisinage du point B, vers le Nord-Est de la coupe, entre les numéros 13 et 16 : il s'agit d'une faille inverse, bien mise en évidence par le rejet entre les couches 12 et 13 par exemple. Les failles ne se prolongent pas dans le Permien en raison des propriétés de fluage des évaporites qui ne permettent pas la rupture des couches de sel dans les conditions P et T des roches. Il y a donc amortissement des failles.

Dans l'ensemble, les réponses à la question sur la non prolongation des failles dans le Permien ont été satisfaisantes. La plasticité des formations salifères a bien été soulignée pour empêcher la rupture des roches. Toutefois, plusieurs copies évoquent des problèmes de chronologie de mouvements tectoniques pour expliquer l'absence de failles dans le Permien.

4.6. Des plans de discontinuité n'ont pas été reportés sur la figure de la mine d'Asse. Il faut repérer les discontinuités éventuelles d'après la stratigraphie et reporter ces plans sur la figure à rendre. On doit numéroter les plans identifiés sur la figure, et préciser leur nature. Dans les niveaux évaporitiques, l'anhydrite est compétente, contrairement au sel gemme.

On peut commencer par indiquer, par exemple avec des flèches, l'extension des séquences sédimentaires normales non interrompues. On a un bon exemple du côté SW de la coupe, avec la succession des couches 14 à 24 ; de la même manière, du côté NE, avec la succession des couches 6 à 13.

A l'inverse, cinq interruptions majeures dans la séquence sédimentaire (A1 à E1) peuvent être identifiées. Il s'agit le plus souvent de plans de décollement, de glissement passant par des niveaux de sels riches en K et Mg ou en NaCl. Au NE, A1 (entre 3 et 6) où il manque les niveaux de sels riches en K et Mg, de l'anhydrite et des sédiments ; B1 (entre 13 et 15) où il manque le niveau 14 de sel gemme. Au SW, C1 (entre 1 et 4), où il manque le niveau 2 de sel avec K, et le niveau 3 (sels de potasse) ; D1 (entre 4 et 14), niveau de décollement majeur avec disparition de la séquence sédimentaire visible au NE (de 5 à 13). Le niveau 14 à l'Est a tout d'un plan de décollement aussi. Enfin, on peut identifier E1, avec les formations du "chapeau" qui recoupent l'anticlinal de sel à la base. Au sommet, les contacts sont aussi marqués par des glissements entre le "chapeau" et les formations gréseuses 12 et 16. Sous le puits, au-dessus du "chapeau", on peut voir un contact chevauchant ou une faille inverse qui permet au grès 12 de recouper la série sédimentaire de 16 à 24.

Des plans de discontinuité ont été quelquefois reconnus, au sud-ouest du diapir, au niveau du chapeau, et parfois sur son flanc nord (entre les couches 3 et 6). La nature des plans au niveau des flancs du diapir n'a jamais été identifiée, alors que les copies, dans la réponse à la question 4.2, soulignent le fluage du sel et parfois sa présence dans les plans de décollement des accidents tectoniques, ainsi que l'implication du sel sur l'interruption des failles dans le Permien (question 4.5). De même, dans la question 4.3, un grand nombre de copies a signalé le rôle de couche-savoir du sel gemme et les mouvements que cela peut entraîner au sein d'une série sédimentaire. C'est pourquoi, il est surprenant qu'aucune copie ne signale les glissements qui auraient pu avoir lieu au sein des couches de sel du Permien, sur les flancs du diapir, lors de sa remontée, entraînant ainsi la disparition de couches sédimentaires. La discontinuité sédimentaire sous le point A n'a été signalée et reconnue que peu de fois. Celle au NE, entre les couches 13 et 15 a été rarement signalée et pas du tout discutée, qu'il s'agisse d'une absence de sédimentation ou d'un plan de glissement. A côté de ces plans remarquables, quelques copies montrent des plans au contact de couches sédimentaires sans qu'il y ait une quelconque discontinuité. On a même eu droit à la présence du "Moho" qui "sépare la croûte du manteau" !

4.7. On indique les principales analogies entre les coupes sismiques réalisées dans le gisement de sel gemme crétacé du bassin de Santos et la coupe géologique du gisement permien d'Asse.

Dans les deux cas, il y a : (i) une antiforme remplie de sel gemme avec des microplis à l'intérieur (diapir) ; (ii) la hauteur du diapir est importante (de l'ordre de 900 m dans le Permien salifère, et de 5 km dans le bassin de Santos) ; (iii) le redressement des formations sédimentaires à proximité du diapir (déformation des couches) ; (iv) un "chapeau" mal structuré avec des formations sédimentaires ; (v) de nombreuses failles dans le "chapeau", normales et inverses, qui recoupent aussi les dépôts post-salifères ; et (vi) des failles qui s'arrêtent dans le diapir.

Dès qu'il s'agit d'observation et de description d'objet, la qualité des réponses s'amointrit fortement. Dans la comparaison entre Asse et Santos, il est mis en évidence la présence du diapir et de failles. Peu de remarques sur le chapeau, les plis, les disharmonies au sein du diapir et en dehors, le dépôt des formations post-salifères, ainsi que l'âge ou le lieu de formation précisés dans le texte du sujet. Les différences, notamment celles relatives aux formations post-salifères, n'ont quasiment jamais été signalées. Cependant, quelques copies indiquent qu'en cherchant, on devrait retrouver à Asse, 'onlap' et 'toplap' dans les formations sédimentaires immédiatement post-diapir. Plusieurs copies évoquent la méthode d'investigation (sismique réflexion) qui va donner des réflecteurs sismiques que l'on peut rapporter à des objets géologiques dont les couches sédimentaires ou les failles. Mais la question sur les analogies et les processus géologiques à l'origine du comportement voisin des formations observées à Asse et à Santos n'est pas traitée, sans doute par manque de temps. L'explication des analogies entre Asse et Santos peut apparaître en fait un peu redondante par rapport à la réponse de la question 4.3. Cette question aurait dû toutefois donner aux candidats des clefs pour expliquer les similitudes entre Asse et Santos en réponse à la question 4.7 : fluage et faible densité des formations salifères.

4.8. Le profil sismique d'une partie du bassin permien en Hollande illustre à grande échelle le comportement des formations salifères par rapport aux formations anté-salifères et post-salifères. On doit résumer l'histoire géologique du secteur depuis la fin de l'orogénèse hercynienne jusqu'aux dépôts tertiaires.

- Socle hercynien : faillé avec structures de distension, de remplissage sédimentaire dans les compartiments faillés (blocs basculés visibles).
- Une discontinuité sub-plate anté-permienne, recouverte par le Rotliegend : formations détritiques pré-salifères permienes.
- Le sommet du Rotliegend est faillé et les failles pénètrent dans les formations anté-Rotliegend.
- Les couches permienes Z1, peu épaisses, suivent le sommet du Rotliegend et les failles.

- Le niveau Z2 est épais avec des variations d'épaisseur liées à la mise en place de diapirs. La structure interne de Z2 est discontinue et la couche Z3 se retrouve parfois bréchifiée et incluse tectoniquement dans Z2. Ce sont les niveaux d'anhydrite qui structurent Z3.
- Z4 et Z5 comblent les interstices du plan faillé marqué par le sommet de Z2 et Z3. Z4 et Z5 montrent des variations d'épaisseur à l'échelle kilométrique. Parfois ces formations semblent ne pas avoir été déposées, comme au nord où le Trias vient remplir directement des fossés. Des dépressions sont visibles dans le Trias.
- Une importante lacune existe entre Trias et Crétacé inférieur, qui montre des variations d'épaisseur et des plis qui commencent à s'amortir autour des diapirs de Z2. Le Crétacé inférieur vient localement reposer sur la structure de diapir relictuelle.
- L'amortissement des plis se poursuit dans le Crétacé supérieur. Des failles normales dans le Crétacé s'appuient sur la structure tectonique à la base du Trias.
- Le Cénozoïque repose sur un plan très légèrement ondulé à grande longueur d'onde.

C'est une des questions qui a laissé les candidats sans voix ! Plusieurs d'entre eux se sont néanmoins risqués à cet exercice et le résultat n'a pas toujours été décevant. A côté de ceux qui se sont contentés de lister, souvent en partie, les différentes couches de la séquence sédimentaire, d'autres ont reconnu des processus géologiques majeurs qui sont intervenus dans ce secteur. L'ouverture post-hercynienne a été citée, de même que la présence des couches de sel avec une tectonique propre, le remplissage post-salifère, la lacune dans le Jurassique, et l'amortissement graduel des déformations avec la stratigraphie. Autant dire que ceux qui ont tenté ce genre d'explication ont gagné des points. La question a donc été largement discriminante.

5. LES RISQUES LIÉS À L'EXPLOITATION DU SEL

L'exploitation du sel peut être effectuée par sondages à partir de la surface : on injecte de l'eau à la base de la couche de sel, ce qui la dissout progressivement. Les saumures sont ensuite pompées pour en extraire le sel. Cette technique engendre, selon les situations locales, des structures de surface singulières.

5.1. Le schéma de la figure 16 présente une coupe géologique simplifiée caractéristique de l'état initial avant exploitation. La couche de sel est interstratifiée dans des roches sédimentaires variées.

La structure montre une architecture d'effondrement - affaissement obtenu par dissolution. La cuvette obtenue par dissolution en profondeur de la couche de sel donne naissance à une doline. Ce terme n'est pas uniquement réservé aux zones karstiques calcaires. Les deux schémas permettent d'illustrer le fonctionnement du système pour obtenir une dépression (on peut accepter aussi le terme de 'fontis', même si ce nom est plutôt réservé à des phénomènes de dissolution naturelle) par effondrement du toit de la cavité consécutive à la dissolution du sel. En environnement évaporitique, on parle de 'parakarst' (terme non exigible).

Presque toutes les copies ont reconnu la structure qu'ils ont le plus souvent désignée comme un effondrement. Peu de copies indiquent le terme 'doline'.

On doit ensuite effectuer deux schémas à partir de l'état initial, l'un illustrant un état intermédiaire et l'autre, l'état final présentant la structure d'effondrement.

- Le stade intermédiaire doit montrer : (i) l'arrivée d'eau douce ; (ii) la dissolution partielle de la couche de sel sous les puits qui véhiculent l'eau douce pour former une cavité ; (iii) l'eau saturée obtenue qui emprunte un chenal de collecte des saumures à la base des puits qui seront pompées.
- Le stade final illustre l'écroulement des couches de terrain autour du puits d'alimentation en eau douce. Pour arriver à ce stade, la couche de sel a été dissoute à l'aplomb du puits, permettant ainsi l'effondrement de la couche sédimentaire immédiatement au-dessus, entraînant celui de la totalité de la formation sédimentaire sous le sol. Le volume de la cavité de sel dissous en profondeur se retrouve vers la surface dans la zone effondrée.

En résumé, la dissolution en profondeur du sel n'est pas sans conséquence à la surface du sol. Le déficit de matière (création de vide par dissolution), plus marqué là où les fissures se recoupent, entraîne des tassements qui se manifestent en surface par des dépressions fermées, circulaires ou elliptiques, métriques à hectométriques. Ces morphologies d'effondrement présentent des bords très raides. Elles sont dues à l'effondrement du toit d'une cavité souterraine en forme d'entonnoir (suite à la dissolution du sel) qui se développe vers le haut par la chute périodique de blocs rocheux issus des couches surincombantes au sel.

Quasiment tous les candidats se sont lancés dans le dessin avec des succès variables. Un défaut majeur réside dans la présence d'un effondrement entre les puits, et non pas au débouché du puits par lequel l'eau est injectée. On voit des dissolutions, non pas à la base du puits, mais beaucoup plus loin. L'effondrement est rarement chaotique.

5.2. Après la fin de l'exploitation du sel gemme, la mine d'Asse a été utilisée comme site de stockage pour les déchets nucléaires. Des travaux sont entrepris actuellement pour extraire les fûts renfermant les déchets car de l'eau circule dans la mine. On demande (i) quelle peut être la ou les cause(s) de ces arrivées d'eau, et (ii) quelle est la conséquence de la présence d'eau sur la stabilité de la mine.

Ce qui facilite la circulation de l'eau : (i) nombreuses failles le plus souvent normales dans la zone du chapeau (coupe de la mine) ; (ii) présence du "chapeau", zone de mélange entraînant une circulation dans la matrice entre les blocs qui ont eux-mêmes des perméabilités différentes ; (iii) présence de grands contacts anormaux et zones de glissement cicatrisés par des sels qui peuvent être soumis à dissolution entraînant une plus grande circulation de l'eau ; (iv) plasticité du sel qui provoque le mouvement des terrains associés et parfois leur rupture avec ainsi la possibilité pour l'eau de s'écouler ; (v) mouvements tectoniques naturels ou induits par l'exploitation minière qui ouvrent/réactivent des zones de fracture facilitant la circulation de l'eau.

La présence d'eau fragilise la structure de la mine à cause des dissolutions du sel et des mouvements engendrés par les cavités de dissolution créées, entraînant la rupture progressive des différents niveaux de la mine, de ses piliers et des effondrements.

De plus, les saumures sont corrosives et peuvent détruire progressivement les fûts métalliques contenant les déchets nucléaires.

Cette question a permis d'imaginer de nombreux processus pour véhiculer l'eau dans la mine. Encore une fois, l'observation de la coupe de la mine d'Asse n'a quasiment pas servi pour étayer leur réponse. En effet, si la pluie est souvent signalée comme vecteur d'arrivée d'eau dans la mine, les mécanismes d'infiltration de cette eau ne sont pas toujours précisés. Il est souvent évoqué le puits de mine et la structure de la mine comme facteur principal permettant l'arrivée d'eau dans celle-ci. On cite aussi souvent la présence de nappes phréatiques. Par ailleurs, on pense parfois que l'exploitation du sel s'est faite par dissolution du sel et non par extraction de la roche, d'où les cavités laissées dans la mine qui peuvent être un moyen pour l'eau météorique de circuler. De plus, la présence de failles est rarement considérée, et encore moins le rôle que peut jouer l'eau sur les mouvements de ces failles, en raison de la solubilité et de la plasticité du matériel. Le système des failles nombreuses du chapeau, au-dessus de la mine, n'est jamais évoqué et, rarement noté, la perméabilité éventuelle des terrains environnants.

La dissolution du sel est assez fréquemment évoquée, mais pas forcément l'effondrement de la mine qui serait dû parfois aux cavités créées dans la mine par la circulation de l'eau. On signale encore moins les effondrements liés aux possibles mouvements le long des failles en raison de la circulation de l'eau. La composition de l'eau n'est pas non plus considérée et la présence d'eau salée (saumure) corrosive susceptible d'attaquer les fûts, exceptionnellement évoquée. La dangerosité des résidus nucléaires n'est pas non plus signalée, sauf exception.

6. SYNTHÈSE : LE CYCLE DU POTASSIUM

On suivra le cheminement d'un ion potassium, initialement présent dans un granite A formé lors d'une orogénèse X, qui va se retrouver dans un autre granite B, formé lors d'une orogénèse X+1. A chaque stade du cycle, on doit (i) identifier les minéraux et/ou les roches porteuses de ce potassium, et (ii) reporter les principaux processus géologiques ayant conduit aux libérations et concentrations successives du potassium.

On part du granite A (avec feldspaths K), produit lors de l'orogénèse X. Ce granite vient à l'affleurement où il subit érosion et altération (bisiallisation en milieu tempéré). Le lessivage par l'eau permet la libération de K (argiles néoformées et solution). Les ions migrent pour se recombinaison et former des roches sédimentaires. L'évaporation de l'eau induit une concentration. Lorsque le milieu est saturé, les ions précipitent pour former, entre autres, de la sylvite (KCl). Dans le bassin sédimentaire, les roches sont progressivement enfouies (subsidence). On peut ainsi arriver jusqu'à un phénomène de fusion partielle et de cristallisation de liquides riches en K. Au final, on peut produire de nouveaux granites potassiques lors de l'orogénèse X+1. Et le cycle recommence !

Ce cycle appelle quelques remarques. On notera le rôle fondamental de l'eau pour chaque processus supergène ou endogène. Ce cycle peut être marqué par des "fuites" de K, avec par exemple, l'extraction de roches riches en K (type sylvite) pour les activités humaines, ou bien l'utilisation du K par la biosphère (rôle important pour la pression osmotique vacuolaire, et donc la turgescence qui favorise la transpiration pour l'activité photosynthétique).

De très nombreuses copies n'ont pas répondu à cette dernière question, là encore sans doute par manque de temps, ou par mauvaise gestion du temps. Plusieurs copies ont donné des éléments de réponse satisfaisants, faisant intervenir l'altération, le dépôt de formations sédimentaires salifères, puis une orogénèse avec métamorphisme et fusion des formations déposées précédemment. Tout ceci a permis

l'obtention d'un nouveau granite plus ou moins riche en K. Les autres copies ont donné un ou deux élément(s) de réponse et pas toujours dans le bon ordre.

Remarques générales

Habituellement, pour ce qui concerne le sujet de géologie, le nombre de questions peut sembler important. On rappelle que l'on attend des candidats un développement limité, concis et explicite ne dépassant pas la plupart du temps cinq lignes. Il est rappelé aux candidats que les copies doivent être correctement présentées, lisibles et que la numérotation des questions doit apparaître clairement.

Répétons aussi que les ordres de grandeur des phénomènes décrits doivent être maîtrisés (par exemple longueur, température, pression, temps, profondeur, ...). De plus, il est nécessaire de graduer les diagrammes demandés, de légender correctement les schémas et les dessins.

Au niveau de l'expression, il est essentiel de posséder, en plus des notions appropriées, un vocabulaire géologique minimum. Sans ce langage, la copie abonde en périphrases où candidat et correcteur se noient ! En ce qui concerne les connaissances elles-mêmes, on mentionne que c'est souvent moins la quantité que la pertinence de celles-ci qui importe.

Une fois de plus, c'est le sens de l'observation qui est particulièrement déficient, renforcé par une lecture approximative des questions et des légendes des figures. On rappelle que toute interprétation d'un objet ou d'un phénomène géologique ne peut être valide que si observation et description en amont sont parfaitement maîtrisées. Ainsi, les questions faisant intervenir des descriptions, nécessitant observation, report et tri des faits observés, expression linguistique et scientifique, sont le plus souvent laborieuses à lire, et peu attractives du point de vue des correcteurs.

Dans l'ensemble, les réponses aux questions sur les principes élémentaires de tectonique montrent que les candidats connaissent quelques règles de base à ce sujet. Par contre, les questions qui font appel aux connaissances géologiques globales et à la réflexion sur des objets ou processus géologiques précis, sont trop souvent médiocres, sauf exception. Pour autant, les correcteurs tiennent à souligner que certaines (trop rares) copies ont été agréables à corriger tant sur le fond que sur la forme et que celles-ci se sont donc vu attribuer de très bonnes notes.

Références bibliographiques

Biehl B.C., Reuning L., Strozyk F. & Kukla P.A. (2014) – Origin and deformation of intra-salt sulphate layers: an example from the Dutch Zechstein (Late Permian). - *International Journal of Earth Sciences*, **103**, 697-712.

Côme B. (1983) – Mécanique des roches et évacuation des déchets radioactifs en formations géologiques. – *Revue française de géotechnique*, **25**, 17-26.

Ghazali A. (1995) – Etude par analyse texturale du rôle de l'humidité dans la déformation des roches salifères. Application au sel du Bassin Bressan et au sel de dôme de la mine d'Asse. – *Thèse Ecole Nationale Ponts et Chaussées*, 124 p.

Jackson M.P.A. & Talbot C.J. (1986) – External shapes, strain rates, and dynamics of salt structures. – *Geological Society of America Bulletin*, **97**, 305-323.

Kendall A.C. (2010) - Marine evaporites. – *In* Facies models 4, N.P. James & R.W. Walker Eds. - *Geological Association of Canada*, *GEOtext* **6**, 505-539.

Lupinacci W. M., Viana R.P.C., Ferreira D.J.A., Neves I.A., Zambrini J.P.R., Azul M.O., Ferrari A.L. & Gamboa L.A.P. (2019) – Impacts of halokinesis in seismic interpretation and generation of the top salt surface in a distal portion of the Santos Basin. – *Revista Brasileira de Geofísica*, **37**, 1-9.

Pollok L, Sassnowski M., Kühnlenz T., Gundelach V., Hammer J. & Pritzkow C. (2018) – Geological exploration and 3D model of the Asse salt structure for SE expansion of the Asse II mine. – *Proceedings of Mechanical behavior of Salt*, **IX**, 753-763.

Rowan M.G., Giles K.A., Hearon IV T.E. & Fiduk J.C. (2016) – Megaflaps adjacent to salt diapirs. – *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, **100**, 1723-1747.

Van Gent H., Urai J.L. & de Keijzer M. (2011) – The internal geometry of salt structures. A first look using 3D seismic data from the Zechstein of the Netherlands. – *Journal of Structural Geology*, **33**, 292-311.

Von Berlepsch T. & Haverkamp B. (2016) – Salt as a host rock for the geological repository for nuclear waste. – *Elements*, **12**, 257-262.

Warren J.K. (2006) – *Evaporites: Sediments, Resources and Hydrocarbons*. – Springer Ed., 1035 p.

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

La conceptrice remercie Simon Couzinié pour les photographies de migmatite et de gneiss.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	2	0,12	2	0,12
1 à 1,99	2	0,12	4	0,25
2 à 2,99	9	0,56	13	0,81
3 à 3,99	18	1,12	31	1,94
4 à 4,99	33	2,06	64	4,00
5 à 5,99	66	4,12	130	8,12
6 à 6,99	102	6,37	232	14,49
7 à 7,99	142	8,87	374	23,36
8 à 8,99	199	12,43	573	35,79
9 à 9,99	197	12,30	770	48,09
10 à 10,99	194	12,12	964	60,21
11 à 11,99	174	10,87	1138	71,08
12 à 12,99	178	11,12	1316	82,20
13 à 13,99	104	6,50	1420	88,69
14 à 14,99	76	4,75	1496	93,44
15 à 15,99	49	3,06	1545	96,50
16 à 16,99	36	2,25	1581	98,75
17 à 17,99	10	0,62	1591	99,38
18 à 18,99	6	0,37	1597	99,75
19 à 19,99	3	0,19	1600	99,94
20	1	0,06	1601	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1601

Minimum : 0,97

Maximum : 20

Moyenne : 10,23

Ecart type : 3,06

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	1	0,06	1	0,06
1 à 1,99	3	0,19	4	0,25
2 à 2,99	3	0,19	7	0,44
3 à 3,99	14	0,87	21	1,31
4 à 4,99	39	2,43	60	3,74
5 à 5,99	98	6,11	158	9,86
6 à 6,99	97	6,05	255	15,91
7 à 7,99	182	11,35	437	27,26
8 à 8,99	224	13,97	661	41,24
9 à 9,99	168	10,48	829	51,72
10 à 10,99	149	9,30	978	61,01
11 à 11,99	132	8,23	1110	69,25
12 à 12,99	157	9,79	1267	79,04
13 à 13,99	112	6,99	1379	86,03
14 à 14,99	86	5,36	1465	91,39
15 à 15,99	55	3,43	1520	94,82
16 à 16,99	42	2,62	1562	97,44
17 à 17,99	19	1,19	1581	98,63
18 à 18,99	11	0,69	1592	99,31
19 à 19,99	7	0,44	1599	99,75
20	4	0,25	1603	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1603

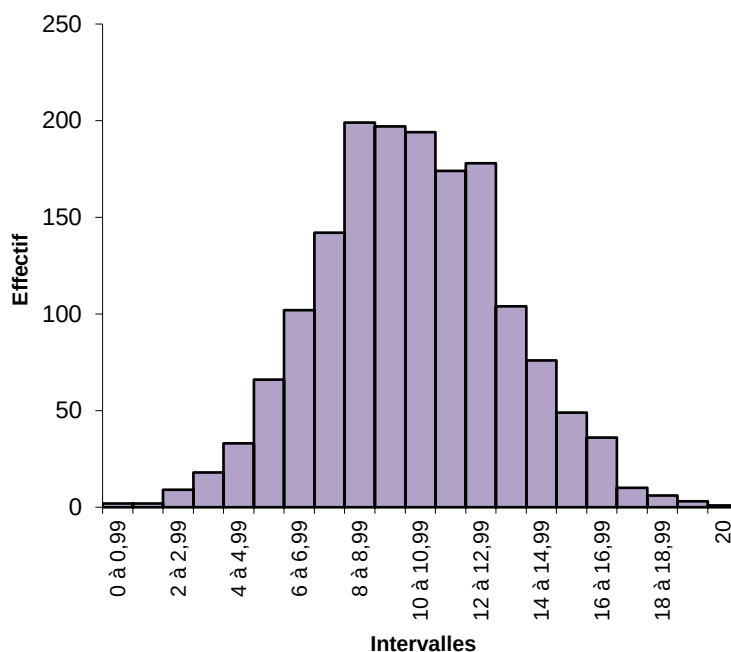
Minimum : 0,52

Maximum : 20

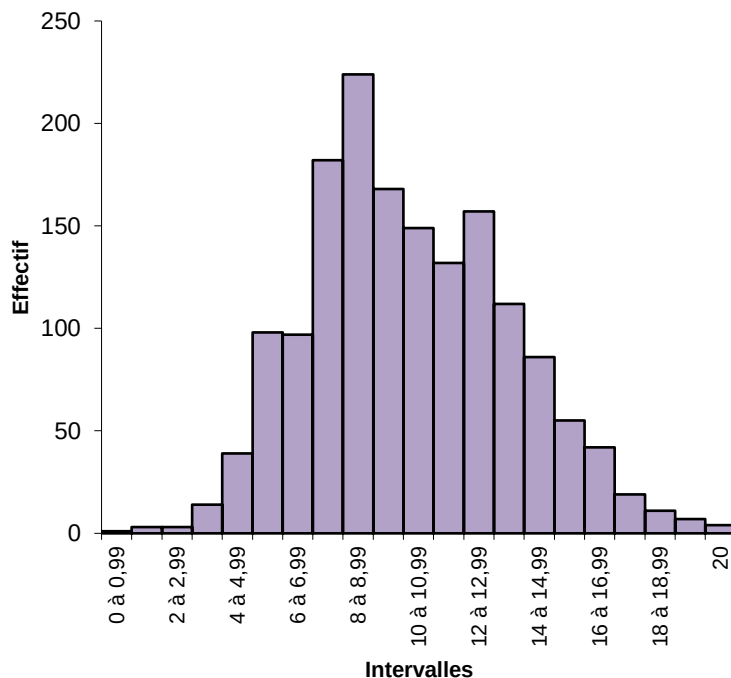
Moyenne : 10,29

Ecart type : 3,33

GÉOLOGIE ÉCRIT



COMPOSITION FRANCAISE



ÉPREUVE ÉCRITE DE COMPOSITION FRANÇAISE

« La vie n'est pas une histoire. C'est une résolution incessante de problèmes d'adaptation. Mais la vie humaine, elle, nous contraint à en faire une histoire pour éviter de la réduire à une série de réactions de défense pour la survie. » Boris Cyrulnik, *Un merveilleux malheur*. Odile Jacob, 2002.

p.113

Dans quelle mesure ces propos éclairent-ils votre lecture des œuvres au programme ?

La Supplication de Svetlana Alexievitch. *Le Gai Savoir*, Avant-Propos + Livre 4 de Nietzsche. *Les Contemplations*, Livres 4 et 5 de Victor Hugo.

I - Différence entre « la vie » et « la vie humaine » : de la vie à l'existence

1/ - « la vie ... » :

« La vie » au sens du vivant nous soumet à une force comparable à celle d'un puissant courant qui emporte avec lui toute la nature.

2/ « problèmes d'adaptation » - « série de réactions pour la survie »

La vie au sens du vivant n'a alors ni passé ni présent, elle nous plonge dans une sorte d'urgence de l'immédiateté : c'est l'instinct qui nous permet de lutter avec le chaos, d'improviser sans cesse une réponse aux épisodes discontinus et incohérents qui la jalonnent. Cette force qui nous emporte n'obéit qu'à ses propres lois : les événements surviennent, imprévisibles, souvent menaçants, n'obéissant qu'à la loi du hasard, de la contingence. Nous ne pouvons les anticiper, ni résister. Nous ne pouvons que réagir sans cesse pour ne pas périr. Survivre dans le chaos est alors le seul horizon. C'est pourquoi la survie n'est pas encore une histoire.

3/ « Résolution incessante de problèmes »

Résoudre les problèmes monopolise toute notre force et notre intelligence, cette faculté d'adaptation que nous partageons avec les animaux. S'adapter : c'est réagir à quelque chose qui s'impose. Or peut-être que la vie humaine créée à partir de rien ou à partir de sollicitations intérieures, ne fait pas que répondre à des sollicitations extérieures.

4/ « la réduire à une série de réactions de défense pour la survie »

Cette vie insignifiante, soumise aux impératifs et aux aléas de la simple survie nous place au même rang que celui des animaux : un combat pour ne pas mourir. En ce sens notre condition est assez misérable et se réduit à lutter pour survivre.

5/ « Mais la vie humaine », la vie en ce qu'elle a spécifiquement d'humain nous arrache à notre état de nature, elle nous élève au dessus de la survie. La vie humaine n'est pas réductible à la simple lutte pour la survie. Nous pouvons employer notre intelligence à nous élever au dessus de notre condition animale. Vivre ne se réduit plus alors à subir la loi du vivant. C'est ainsi que se superposent deux vies chez l'homme : la vie organique, la vie du corps, et la vie de la conscience, la vie de l'esprit.

II - Différence entre « être une histoire » et « en faire une histoire » : deux sens différents du mot « histoire ».

1/ « la vie n'est pas une histoire » : Qu'est ce qu'une histoire ?

Une « histoire » ordonne le chaos, oriente les événements suivant un certain ordre logique : une chronologie, des rapports de cause à conséquence. Une « histoire » confère un ordre aux événements. Elle arrache la vie à l'immédiateté : l'histoire anticipe l'avenir, revisite le passé, elle peut aussi recourir à la fiction. Mais « la vie n'est pas une histoire » : la seule dimension du vivant c'est le présent. Or dans le vivant il n'y a ni héros, ni schéma narratif : aucun ordre ne préside aux surgissements des événements qui ne semblent obéir à aucune logique. La vie ainsi conçue s'apparente davantage à du bruit qu'à un récit.

2/ La vie humaine nous contraint à faire de la vie une histoire : Qu'est ce que faire une histoire ?

Faire une histoire c'est construire du sens, ordonner le chaos, donner une forme à l'informe dans un récit. Faire une histoire c'est aussi tisser les fils du temps dans la trame d'un récit. La narration (processus discursif) institue une cohérence et une continuité entre les événements d'une vie en mettant en relief les connections entre les divers éléments. Cette conscience réflexive permet de recouvrer une identité brisée,

disloquée par les épreuves successives. Faire l'histoire de sa vie permet de prendre conscience puis possession de son histoire singulière, fût-elle fictive ou fantasmée, d'appréhender sa vie dans sa totalité en la racontant et en la transformant en une narration. Le titre « Un merveilleux malheur » souligne cette capacité de faire des histoires qui permet de faire du malheur un malheur « merveilleux », à savoir un malheur reconstruit, réécrit, métamorphosé en force de vie par la puissance poétique, voire magique du langage.

3/ « pour éviter de la réduire » :

Faire le récit de sa vie permet de se réapproprier son histoire et de résister à l'épuisement de la force de vivre dans cette lutte incessante pour survivre. La vertu cathartique du récit permet à l'homme non seulement de vivre mais d'exister. Les animaux eux n'existent pas, ils vivent dans un éternel présent. L'homme en faisant de sa vie une histoire s'inscrit dans le temps de l'Histoire.

Problèmes :

Le récit est –il toujours possible ?

N'est-il pas illusoire de penser puiser une force de vivre dans un récit qui prétendrait trouver un sens à ce qui n'en a peut-être pas ?

Le combat pour la survie peut épuiser le désir de surmonter le chaos des événements, et en faire le récit peut sembler au dessus des forces de celui qui doit se défendre sans cesse contre la mort.

Les mots sont peut-être insuffisants pour rendre compte des combats et des défaites que la vie nous fait endurer. Aussi est-il illusoire d'espérer métamorphoser le malheur en merveilleux malheur par la magie du récit.

Problématiques possibles

- La reconstitution que le récit prétend faire des événements et des sentiments permet-elle de recouvrer une force de vivre épuisée par la lutte pour la survie ?
- La narration permet-elle aux humains de s'affranchir de leur condition animale ?

On peut donc distinguer quatre niveaux de lecture :

Niveau 1 : Distinction entre vivre/survivre/exister : Le vivant/ la lutte/ la conscience d'être vivant.

Niveau 2 : Ne pas être une histoire / en faire une histoire : absence de sens / construire du sens.

Niveau 3 : L'épuisement de la force de vivre dans la lutte pour la survie / le renoncement à construire du sens.

Niveau 4 : Le récit impossible / refusé / fantasmé ou bien le merveilleux malheur : la mémoire empêchée / la trahison du langage ≠ la vertu cathartique du récit.

Niveau 5 : la vertu cathartique du récit : résilience et sublimation.

Bilan des corrections :

- Sur la qualité rédactionnelle :

Une grande disparité, des devoirs d'une grande précision et concision, d'autres devoirs qui semblent rédigés trop à la hâte, au fil de la plume, dans une expression orale, parfois peu compréhensible.

Attention aux fautes d'orthographe grammaticale (notamment pour les verbes) et à la présentation. Nous avons constaté beaucoup d'écritures déformées cette année, voire illisibles (le correcteur devinant plus qu'il ne lit, ce qui n'est pas admissible) !

- Maintenir un niveau de langue soutenu permet de gagner en précision pour cerner les notions, souvent le relâchement lexical témoigne d'une pensée trop générale qui reste en superficie (vs analyse approfondie). !

- Veiller à la correction grammaticale, notamment la ponctuation qui en fait partie, permet de mieux maîtriser l'enchaînement logique des idées. Parfois, on peine à distinguer cet enchaînement. (Penser également à préciser les liens logiques entre les paragraphes des parties). !

- Sur la méthode de la dissertation :

Si les étapes de la dissertation sont connues, en revanche la méthode conversationnelle de la dissertation laisse à désirer : beaucoup de candidats se contentent d'une analyse plus ou moins approfondie de

l'énoncé en introduction, puis ne le reprennent plus au cours du développement, alors qu'on attendait un dialogue serré avec Cyrulnik, une reprise de ses expressions et surtout une discussion précise de sa thèse ou de ses idées principales.

En 3h30, sur un programme précis, on attend des compositions développées : pas moins de six pages ! Et celles-ci doivent être numérotées correctement : beaucoup indiquent 8, 10, 12 pages, alors qu'ils ont beaucoup moins écrit.

- **Sur l'analyse des sujets :**

Trop souvent la tension entre « être une histoire » ou plutôt « n'être pas une histoire » *versus* « faire une histoire » n'a pas été bien comprise, ni bien traitée. Ainsi les différents degrés d'analyse n'ont pas été vus et les 3e parties des devoirs étaient fréquemment hors sujet ...

Nombreux sont les candidats qui ont analysé et mis en tension les notions de vie comme une adaptation constante, propre à la survie (« résolution incessante de problèmes d'adaptation » / « série de réactions de défense pour la survie ») et la vie humaine, plus évoluée, qui construit une histoire. Cependant très peu ont analysé la spécificité littéraire des textes abordés : l'impossibilité de Svetlana Alexievitch de faire un roman sur Tchernobyl (on ne peut inscrire le chaos dans la cohérence d'un récit, cf cinéaste-documentariste), l'impossibilité de dire le deuil pour Victor Hugo (hormis dans la construction d'un récit-mythe de l'exil), l'écriture fragmentaire de Nietzsche (pour tenter de rendre compte de l'expérience toujours en mouvement du Gai Savoir et de la vie qui échappent à toute analyse). Ce sont les meilleures copies de très loin car elles restent très proches du travail et de la sensibilité des auteurs au lieu de tenir des propos généraux sur les livres. Les citations prenaient alors tout leur intérêt alors que d'autres semblent purement décoratives lorsqu'elles ne sont pas ainsi exploitées. !

- **Sur les références :**

On pourrait déjà recommander aux candidats d'être sûr de leurs références ! Qu'il s'agisse de leurs amorces, de leurs citations ou reprises de certains passages ... Il faut en outre s'interroger chaque fois sur leur pertinence par rapport au sujet !

Nietzsche est de loin l'auteur le plus négligé : manque de connaissances précises et de citations ; rappelons que les trois auteurs doivent être traités à égalité.

Nous pouvons noter une grande différence de qualité des références. Certaines très pertinentes qui témoignent d'une culture réelle littéraire et philosophique. D'autres qui dévalorisent la copie (ex. citation d'un dessin animé de Walt Disney, de films d'action sans lien véritable avec le sujet). On peut certes aborder des notions complexes et des réflexions sur la vie d'une manière accessible aux jeunes enfants mais les citations ne permettaient pas de rendre compte de la complexité des notions abordées dans le sujet et, par là-même, étaient très réductrices par rapport au sujet). Il faut donc éviter de calquer des références vaguement similaires pour répondre à une exigence formelle de la dissertation mais soigner la qualité des références pour enrichir la réflexion de la composition.

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 (temps d'émargement et d'installation du candidat, nettoyage de la table). 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.

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 le cas d'équiprobabilité, les candidats omettent très souvent de mentionner l'univers dans lequel on calcule des probabilités.
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.

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. 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 fautive et les conditions de validité sont presque toujours mauvaises (on aimerait entendre que la raison, dans le cas d'une somme finie est différente de 1 et dans le cas d'une somme infinie est, en valeur absolue, strictement plus petite que 1). Il y a aussi confusion entre la somme de la série et sa somme partielle.

Le niveau des candidats, dans la conduite des calculs, est très hétérogène.

- Permuter deux sommes finies quand l'un des indices dépend de l'autre reste très difficile à obtenir.
- 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 $\mathcal{C}^1$? tout cela reste très flou et on entend encore «continu donc dérivable...»)

Les candidats ne savent donc pas dériver une fonction définie par une intégrale.

- La plupart des élèves manipulent les intégrales convergentes sans précaution (par exemple lors d'intégration par parties ou en utilisant la linéarité de l'intégrale).
- Pour montrer qu'une fonction f est une densité de probabilité, on doit montrer que $\int_{-\infty}^{+\infty} f(t) dt$ est convergente et vaut 1. Il y a une différence entre le candidat qui réduit cette question à un calcul qui commence sans précautions par $\int_{-\infty}^{+\infty} f(t) dt =$, celui qui écrit $\int_{-\infty}^{+\infty} f(t) dt = \int_a^b f(t) dt =$ et celui qui commence par dire la fonction f est continue "par morceaux" sur $\mathbb{R}$, on peut donc se donner a et b deux réels et considérer $\int_a^b f(t) dt \dots$
- 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 $M_3(\mathbb{R})$ 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.
- La structure algébrique de $\mathbb{R}[X]$ est assez mal maîtrisée.

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).
- 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).

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	0,00	0	0,00
1 à 1,99	0	0,00	0	0,00
2 à 2,99	0	0,00	0	0,00
3 à 3,99	3	0,48	3	0,48
4 à 4,99	12	1,94	15	2,42
5 à 5,99	29	4,68	44	7,10
6 à 6,99	43	6,94	87	14,03
7 à 7,99	62	10,00	149	24,03
8 à 8,99	64	10,32	213	34,35
9 à 9,99	52	8,39	265	42,74
10 à 10,99	38	6,13	303	48,87
11 à 11,99	63	10,16	366	59,03
12 à 12,99	70	11,29	436	70,32
13 à 13,99	67	10,81	503	81,13
14 à 14,99	37	5,97	540	87,10
15 à 15,99	20	3,23	560	90,32
16 à 16,99	30	4,84	590	95,16
17 à 17,99	17	2,74	607	97,90
18 à 18,99	10	1,61	617	99,52
19 à 19,99	2	0,32	619	99,84
20	1	0,16	620	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 620

Minimum : 3,01

Maximum : 20

Moyenne : 10,88

Ecart type : 3,44

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	0	0,00	0	0,00
1 à 1,99	0	0,00	0	0,00
2 à 2,99	3	0,48	3	0,48
3 à 3,99	7	1,13	10	1,61
4 à 4,99	19	3,06	29	4,68
5 à 5,99	25	4,03	54	8,71
6 à 6,99	33	5,32	87	14,03
7 à 7,99	52	8,39	139	22,42
8 à 8,99	33	5,32	172	27,74
9 à 9,99	58	9,35	230	37,10
10 à 10,99	59	9,52	289	46,61
11 à 11,99	51	8,23	340	54,84
12 à 12,99	51	8,23	391	63,06
13 à 13,99	59	9,52	450	72,58
14 à 14,99	50	8,06	500	80,65
15 à 15,99	33	5,32	533	85,97
16 à 16,99	35	5,65	568	91,61
17 à 17,99	22	3,55	590	95,16
18 à 18,99	17	2,74	607	97,90
19 à 19,99	5	0,81	612	98,71
20	8	1,29	620	100,00

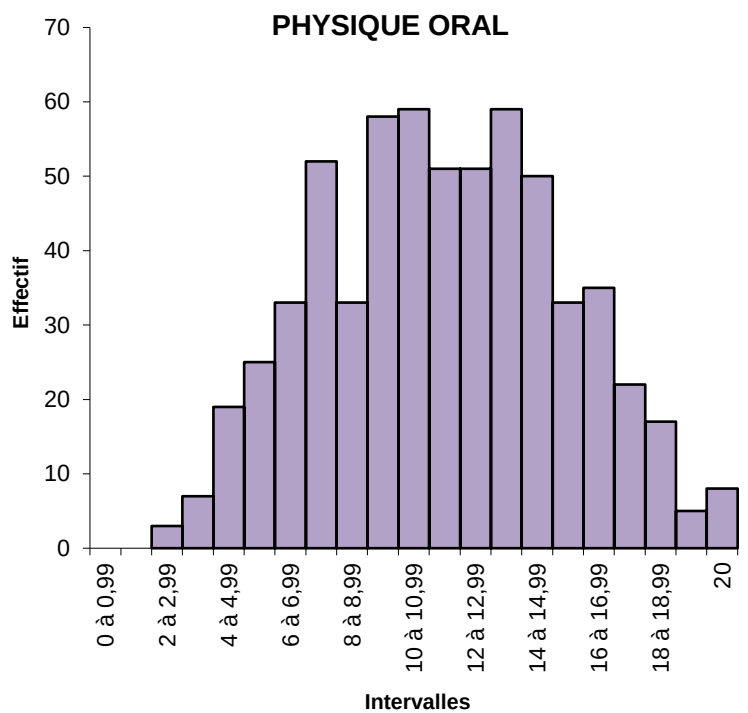
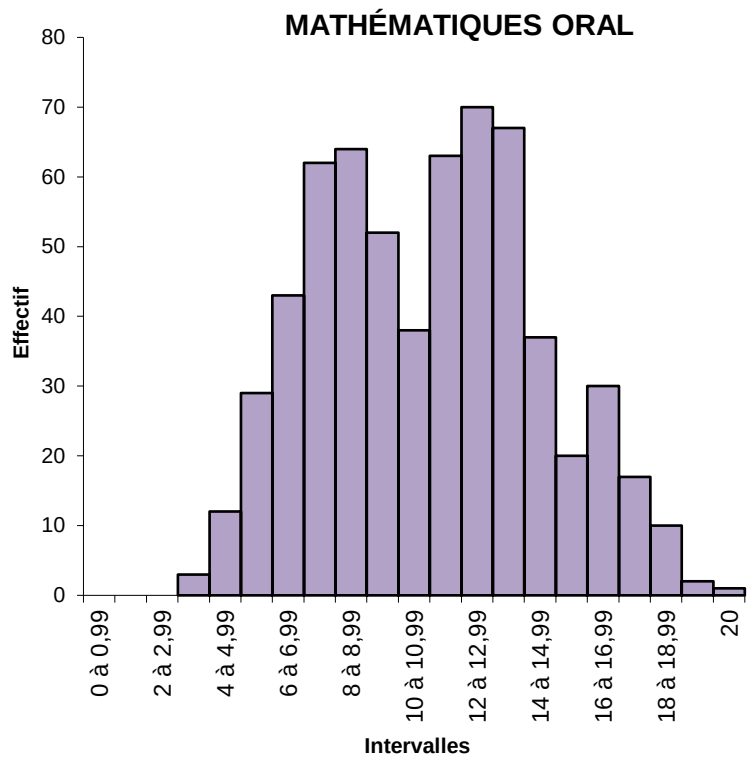
Nombre de candidats dans la matière : 620

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

Les candidats sont tous ponctuels et la plupart sont volontaires et soucieux de soigner leur prestation.

Malgré les différents épisodes de confinement, le niveau des candidats est comparable à celui des années précédentes.

Ce dernier 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.

Les candidats faisant preuve d'une bonne réactivité aux indications de l'interrogateur ont été particulièrement valorisés ; la rigueur, l'honnêteté scientifique et un vocabulaire précis ont été également appréciés.

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 ; 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).

Certains candidats ne préparent pas suffisamment la question de cours ; ce qui occasionne une perte de temps lors de la présentation. Certaines questions de cours à priori simples ont été très décevantes.

Les candidats sont invités à présenter des schémas suffisamment gros et explicites.

Les questions ouvertes aboutissent très rarement, à cause d'un manque de recul de bon nombre de candidats.

Le programme de seconde année est globalement mieux maîtrisé que celui de première année et certains candidats déclarent ne pas avoir révisé le cours de première année ; le jury rappelle donc que les interrogations orales portent équitablement sur l'ensemble du programme de première et de seconde année.

ANALYSE PAR PARTIE

Thermodynamique

- La pression est trop souvent considérée comme une force.
- La calorimétrie n'est pas suffisamment maîtrisée et la raison du bilan enthalpique reste souvent un mystère. Rappelons également que Q n'est pas une « variation » de chaleur.
- Les calculs de variation d'entropie posent souvent des difficultés.
- On constate toujours des confusions entre transformation adiabatique et transformation isotherme.
- Les bilans d'énergie sur un système ouvert ne sont pas bien menés ; rappelons que la relation entre le flux convectif d'une grandeur et son débit massique est explicitement au programme.
- Les sujets se rapportant aux phénomènes de diffusion sont généralement bien traités, mais les géométries cylindriques et sphériques posent toujours des difficultés.
- L'obtention des résistances est généralement bien maîtrisée, même si des erreurs de signe persistent et qu'une association série de résistances conduit parfois à des relations fantaisistes.

Électricité

- Les erreurs de signe dans les conventions courant-tension sont assez fréquentes.
- 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, et peu de candidats savent les justifier. Rappelons qu'une bobine n'assure pas la continuité de tous les courants dans un circuit.
- Les équivalents interrupteur ouvert, interrupteur fermé sont rarement justifiés correctement.
- L'utilisation des complexes pour les régimes sinusoïdaux ou les filtres est mieux maîtrisée qu'auparavant, de même que les filtres et leur comportement basse ou haute fréquence.

Mécanique du solide

- 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.
- Les calculs de vitesse et accélération en coordonnées polaires sont toujours laborieux, même dans le cas particulier du mouvement circulaire.
- La notion de bras de levier est rarement acquise : la nécessité de l'orthogonalité de la force et du segment qui joint le pivot au point d'application de la force pour avoir un moment maximum n'est pas comprise, et le calcul du moment en dehors de cette hypothèse non plus.
- L'oscillateur amorti est généralement bien traité dans les trois régimes.

Mécanique des fluides

- La loi de la statique des fluides est le plus souvent connue, mais sa démonstration reste délicate.
- Les candidats maîtrisent rarement le théorème d'Archimède et encore moins sa démonstration ; ainsi, la poussée d'Archimède est souvent égale à l'opposé du poids de l'objet immergé.
- La relation de Bernoulli et ses conditions d'applications sont le plus souvent connues.
- La distinction entre fluide incompressible et écoulement incompressible est rarement faite.
- Le nombre de Reynolds est connu avec son interprétation et ses valeurs limites.
- La loi de Darcy est plus souvent énoncée qu'auparavant.

Optique

- Les relations de Descartes et le phénomène de réflexion totale sont compris.
- 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'image d'un objet dans un miroir plan n'est pas toujours obtenue correctement.
- On note toujours des erreurs de calcul concernant les grandeurs algébriques.
- 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, est rarement acquise.

Signaux

- La définition d'une onde qui se propage ou la forme d'une onde progressive sinusoïdale est impossible à obtenir, et le lien entre période spatiale et période temporelle 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 2021, ont fait preuve de bonnes connaissances et que de bons exposés ont abouti à de très bonnes notes.

ÉPREUVE ORALE DE CHIMIE

Les sujets sont composés d'une question de cours comptant pour environ 8 points et d'un exercice sur une autre partie du programme noté environ 12 points. Les questions sont graduées en difficulté et permettent d'évaluer au mieux les connaissances du candidat. Des questions relatives aux Travaux Pratiques se glissent souvent lors de la discussion avec le candidat.

La préparation dure 20 minutes ainsi que la présentation au tableau. Une calculatrice Casio collège fx-92 est à la disposition de l'étudiant.

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

Un oral de concours n'est pas une colle. Le candidat doit prendre des initiatives et ne doit pas attendre l'intervention de l'examineur. Si le candidat est en difficulté, l'examineur n'hésitera pas à l'aider.

Les conditions particulières de cette année

En raison des conditions sanitaires liées à la pandémie, des règles strictes d'hygiène ont été appliquées par le concours : port du masque, désinfection des calculatrices, craies personnelles, sujet unique... Heureusement les candidats ont été ponctuels et sont entrés dans la salle d'interrogation avec leur pièce d'identité et leur convocation, ce qui a permis d'optimiser leur temps d'interrogation.

Résultats et commentaires généraux

La moyenne se situe vers 12,40. Les notes sont très dispersées. Quelques candidats ont livré des prestations excellentes, dynamiques et enjouées. D'autres se sont trouvés en grande difficulté par manque de connaissances dans la matière. Dans l'ensemble, les candidats ont donné l'impression d'exploiter au mieux leurs connaissances en communiquant avec leur examinateur.

Une constante pour presque tous les candidats est sans doute la difficulté à calculer ! De plus, la calculatrice du concours Casio fx-92 pose énormément de problèmes notamment pour les puissances de 10. Même si les sujets posés demandent souvent des applications numériques simples ou donnent les résultats numériques utiles pour la suite de l'énoncé, il faut rappeler que le calcul mental est bien utile pour trouver un ordre de grandeur.

Un résultat numérique sans unité ou avec une unité fausse n'a aucun sens. A ce propos, les Joule.mol^{-1} ou Joule par mol ne sont pas des $\text{Joule par mol}^{-1}$!

Les commentaires plus ciblés

Les questions portent sur les deux années de classes préparatoires.

Le programme de première année est peut-être le moins bien restitué. Est-ce dû à l'éloignement ou au confinement de première année ?

- En stéréochimie, il est courant de classer les substituants par *électronégativité*. Le fonctionnement du polarimètre de Laurent est peu connu. Laurent est même devenu Lorentz cela doit mieux sonner !
- Les notions liées à l'atome sont souvent ignorées : signification du numéro atomique ? les nombres quantiques ? $4f^{16}$ ou $4f^{18}$ ont été vus.
- Les formules de Lewis sont souvent erronées : doublet non liant oublié, présence d'une lacune dès qu'un atome porte la charge +, confusion géométrie plane avec linéaire...
- La cinétique formelle avec linéarisation semble mieux traitée même si certains candidats ne savent pas redémontrer un résultat appris par cœur. Savoir intégrer des équations différentielles classiques et rencontrées en physique et chimie fait partie des connaissances minimales à avoir.
- L'expression d'une loi de vitesse à partir d'un mécanisme réactionnel a été très mal traitée. L'approximation classique comme l'Approximation des Etats Quasi Stationnaires est inconnue ou mal appliquée.

- L'oxydoréduction donne des résultats contrastés. *La formule de Nernst est rarement sue*, l'expression de la constante d'équilibre d'une réaction d'oxydoréduction à 298 K, $K^\circ = 10^{(n\Delta E^\circ/0,06)}$ est appliquée de façon approximative. Les diagrammes potentiel- pH même s'ils sont bien remplis sont peu ou pas exploités.
- Les connaissances exigibles en chimie des solutions restent simples. Les notions de base comme les constantes d'équilibres associées à chaque domaine : acido-basicité, solubilité, complexations doivent être connues des candidats et être explicitées au tableau avant de se lancer dans une résolution de problème fastidieuse. Les prestations sont très hétérogènes sur cette partie du programme.
- Lors des dosages, la condition à l'équivalence (réactifs en proportions stœchiométriques) est souvent bien écrite, *mais les bilans de matière au cours d'un dosage, avant et après l'équivalence sont rarement bien conduits*.
- La thermodynamique reste très superficielle. Le lien entre le signe de l'enthalpie standard de réaction et l'endo ou exothermicité de la réaction est encore faux pour un grand nombre de candidats. L'affinité chimique est souvent assimilée à l'affinité chimique standard (après tout, seul un exposant ° les différencie). L'influence de la pression totale à température constante sur le déplacement d'un équilibre chimique à l'aide du quotient réactionnel Q_r est souvent mal étudiée. Les étudiants confondent $K^\circ(T)$ avec $Q_r(P)$.

A l'équilibre à T, $K^\circ(T) = Q_r(eq, P_{eq})$.

Si P augmente à T constante, alors $K^\circ(T)$ reste constant mais $Q_r(P)$ évolue, donc le système est hors équilibre, il va donc évoluer selon le signe de l'affinité chimique instantanée donné par $A = RT \ln [K^\circ(T)/Q_r(P)]$.

Bon on aura compris que pour en arriver à ce genre de raisonnement, il aura fallu digérer le cours de thermodynamique en consacrant le temps nécessaire à l'apprentissage et à la compréhension de ce cours. Ce n'est hélas pas le cas de la majorité des candidats.

- La chimie organique a été globalement mieux traitée que les dernières années. Les mécanismes classiques (acétalisation, aldolisation, estérification...) sont assez bien présentés même si l'atome d'hydrogène de la fonction aldéhyde est encore confondu avec l'hydrogène en position α de la fonction. La notion de régiosélectivité est comprise, mais la stéréosélectivité l'est moins.

Conclusion

La possibilité de choisir chimie ou informatique à l'oral oblige le concours à harmoniser les notes entre examinateurs et entre épreuves afin de ne pas pénaliser un étudiant pour son choix.

Les examinateurs ont conscience de la difficulté pour les candidats à mobiliser en si peu de temps leurs connaissances. Il est donc conseillé d'aborder pendant la préparation le maximum de questions afin d'optimiser leur présentation.

Un bon oral ne peut découler que d'un travail assidu sur deux années. La première année de classe préparatoire n'est pas une année de transition entre le secondaire et les concours. C'est une année difficile et indispensable pour la réussite en fin de seconde année car des notions essentielles y sont développées.

Le travail demandé n'est pas un apprentissage par cœur inutile et irréalisable compte tenu de la multiplicité des connaissances abordées mais un apprentissage de raisonnements et de démonstrations utilisant les mathématiques comme outil.

Ainsi, le travail prioritaire en première année de classe préparatoire devrait être la maîtrise des calculs et de leur présentation : expression littérale propre suivie d'une application numérique, ordres de grandeurs en (ré) activant le calcul mental.

Les équations différentielles basiques en physique et chimie devraient être assimilées et *automatiques* en y consacrant du temps et de l'énergie.

La chimie organique qui semble demander beaucoup de travail d'apprentissage, devient simple après compréhension de la manipulation des doublets d'électrons, des charges, des polarités de liaisons ...

En espérant que ces quelques conseils apportent de la motivation aux prochains candidats.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	0	0,00	0	0,00
1 à 1,99	0	0,00	0	0,00
2 à 2,99	1	0,29	1	0,29
3 à 3,99	4	1,16	5	1,45
4 à 4,99	12	3,49	17	4,94
5 à 5,99	11	3,20	28	8,14
6 à 6,99	17	4,94	45	13,08
7 à 7,99	16	4,65	61	17,73
8 à 8,99	12	3,49	73	21,22
9 à 9,99	16	4,65	89	25,87
10 à 10,99	25	7,27	114	33,14
11 à 11,99	22	6,40	136	39,53
12 à 12,99	39	11,34	175	50,87
13 à 13,99	35	10,17	210	61,05
14 à 14,99	34	9,88	244	70,93
15 à 15,99	35	10,17	279	81,10
16 à 16,99	30	8,72	309	89,83
17 à 17,99	20	5,81	329	95,64
18 à 18,99	8	2,33	337	97,97
19 à 19,99	3	0,87	340	98,84
20	4	1,16	344	100,00

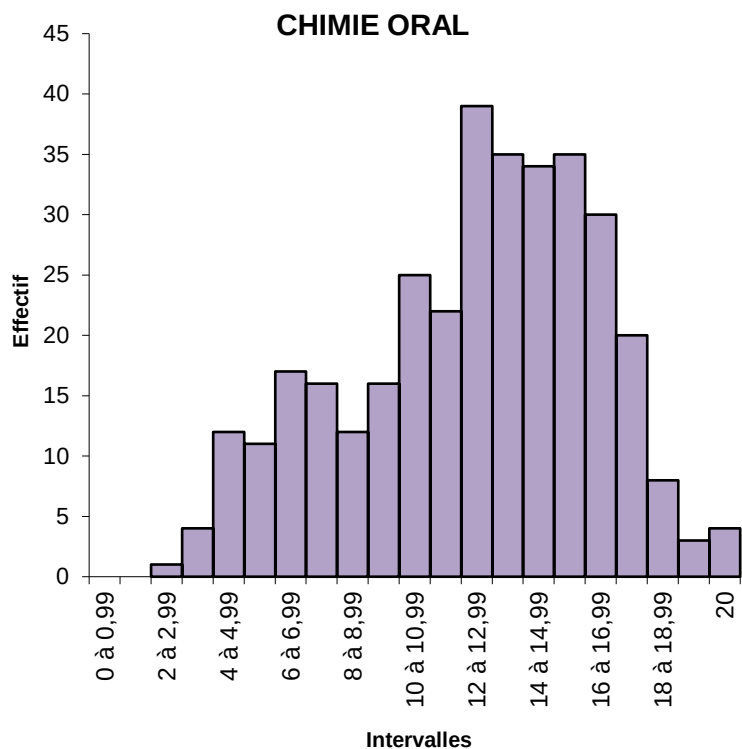
Nombre de candidats dans la matière : 344

Minimum : 2,18

Maximum : 20

Moyenne : 12,40

Ecart type : 3,98



Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	0	0,00	0	0,00
1 à 1,99	0	0,00	0	0,00
2 à 2,99	0	0,00	0	0,00
3 à 3,99	0	0,00	0	0,00
4 à 4,99	0	0,00	0	0,00
5 à 5,99	0	0,00	0	0,00
6 à 6,99	1	0,36	1	0,36
7 à 7,99	5	1,81	6	2,17
8 à 8,99	16	5,80	22	7,97
9 à 9,99	16	5,80	38	13,77
10 à 10,99	35	12,68	73	26,45
11 à 11,99	40	14,49	113	40,94
12 à 12,99	58	21,01	171	61,96
13 à 13,99	45	16,30	216	78,26
14 à 14,99	34	12,32	250	90,58
15 à 15,99	14	5,07	264	95,65
16 à 16,99	5	1,81	269	97,46
17 à 17,99	4	1,45	273	98,91
18 à 18,99	3	1,09	276	100,00
19 à 19,99	0	0,00	276	100,00
20	0	0,00	276	100,00

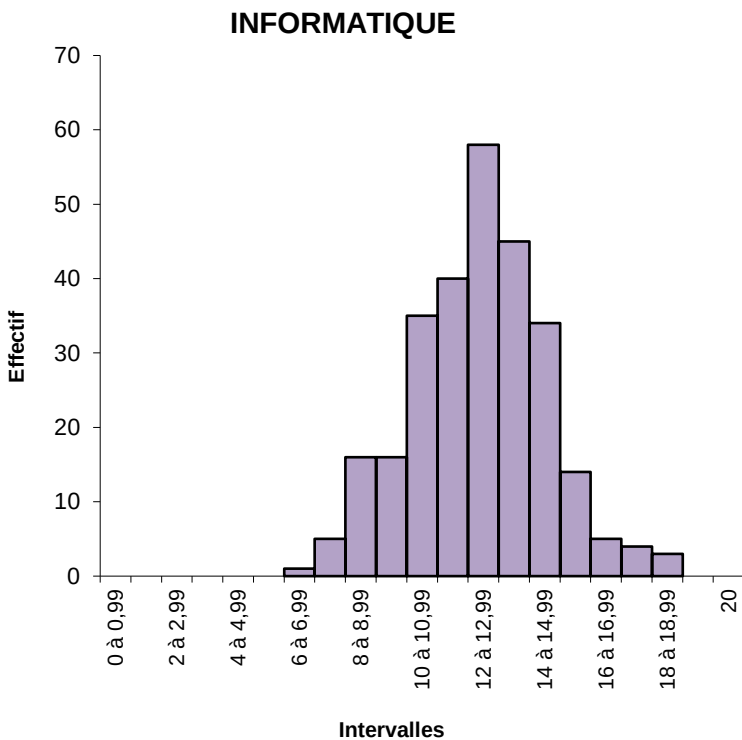
Nombre de candidats dans la matière : 276

Minimum : 6,96

Maximum : 18,10

Moyenne : 12,46

Ecart type : 2,22



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, ce qui donne une moyenne de 12,46 à l'épreuve. 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. Cette année, nous avons noté une amélioration du niveau des étudiants, plusieurs d'entre eux ont pu terminer la totalité de l'exercice donné en préparation ce qui était plutôt exceptionnel les années précédentes.

La palette des projets présentés est variée, même s'il s'agit souvent de l'implantation de jeux. 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...

Nous avons également été confrontés plusieurs fois à des représentations de données non adaptées, (utilisation de matrices quand une liste simple suffit par exemple), à des programmes mal structurés (abus de tests ou autres...), ainsi qu'à des algorithmes d'une maladresse regrettable. On nous a également présenté des algorithmes "truqués" afin de pouvoir présenter des résultats corrects. Il est nécessaire que les enseignants ne laissent pas passer de telles choses.

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 Exposé

- 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 deux 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 nombre de 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.
 - 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 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.
Malheureusement il subsiste encore des projets dans lesquels il faut deviner quelle est la fonction à appeler pour lancer le programme. Même si ça a été parfois noté dans les commentaires de début de script, il est préférable de prévoir le programme principal qui permet de lancer directement la fonction en question.
- 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

Modalités pratiques et finalités de l'épreuve

L'épreuve consiste en une analyse de roches et/ou de cartes couplée éventuellement à des photographies d'objets géologiques à différentes échelles.

L'épreuve orale de géologie est conçue de façon à estimer au mieux l'intérêt des candidats ainsi que, et surtout, leurs aptitudes, avec (i) objectivité et précision de l'observation et de la description, avec la mise en valeur des faits majeurs, (ii) réactions devant une situation imprévue, mais dont la résolution se réfère à des méthodes d'analyse classiques.

L'esprit de l'épreuve fait appel à l'assimilation d'un bagage minimum de concepts, définitions et propriétés. Enfin, quel que soit le sujet proposé par l'interrogateur, il faut penser à illustrer le propos par des schémas annotés, sans oublier une échelle appropriée ; cela facilite souvent la discussion ultérieure.

Péetrographie

Beaucoup d'échantillons présentés sont souvent jugés complexes, car fondamentalement hétérogènes. La reconnaissance par analogie avec des roches connues, est souvent erronée, généralement approximative et s'avère presque toujours catastrophique. Il est fortement conseillé de n'avancer de nom qu'en toute connaissance de cause et avec le maximum de sécurité. Il est presque toujours préférable de bien décrire l'objet sans le nommer plutôt que de le nommer sans le décrire ! Il ne faut pas perdre de vue le fait que les noms exacts de bien des échantillons ont fort peu de chances d'être connus de la plupart des candidats.

Sur le plan pratique, comme les années précédentes, les examinateurs sont souvent restés dubitatifs devant l'utilisation qui est faite de la loupe de terrain mise à disposition. Tout d'abord, nombre d'élèves ne l'utilisent absolument pas, alors que dans certains cas, elle peut se révéler indispensable. Ensuite, beaucoup ne savent toujours pas l'utiliser de manière optimale. Les candidats ont tendance à la plaquer sur l'échantillon au lieu de l'approcher de l'œil, et de faire la mise au point en avançant ou reculant l'échantillon.

Les termes de "cristal" et de "minéral" sont souvent mis en synonymie. Un minéral correspond à une espèce chimique naturelle se présentant la plupart du temps sous la forme d'un solide présentant une structure cristalline. Un cristal est un solide dont les atomes sont arrangés de manière régulière selon un motif fondamental (la maille élémentaire) dont la répétition dans l'espace forme le réseau cristallin. Bien évidemment, on se limite à cette approche, les notions de cristallographie géométrique n'étant pas au programme.

Il y a souvent confusion entre la face d'un cristal et le clivage. Une face correspond à un plan unique, éventuellement répété par symétrie, limitant extérieurement le cristal ; les faces naturelles représentent des surfaces selon lesquelles la croissance s'est arrêtée. A l'inverse, un clivage est une structure pénétrative ; elle se répète indéfiniment à l'intérieur du cristal. Elle est matérialisée par des plans tous parallèles entre eux, qui traduisent une faiblesse dans la structure cristalline. Quelquefois, il y a aussi confusion entre clivage et macle, mais aussi avec une simple cassure.

Attention aussi à la différence entre dureté d'une roche (avec plusieurs minéraux différents) et dureté d'un minéral (cf. échelle de Mohs). En pratique, un minéral est dit plus dur qu'un autre, s'il raye ce dernier. Pour une roche, la dureté traduit la résistance à l'usure qui se fait surtout par arrachement des grains. Par exemple, un grès quartzeux mal cimenté est une roche tendre, bien que formé de quartz, minéral dur. Lorsqu'on effectue un test de dureté, par exemple sur une lame de verre, il faut essuyer la trace obtenue afin de distinguer la rayure, que produit le minéral plus dur sur la lame, d'une simple traînée pulvérulente due au simple écrasement d'un minéral sur la lame. Dans le chapitre des confusions, il y a aussi souvent des problèmes en ce qui concerne les termes stratification, schistosité, foliation et linéation, qui sont là encore employés trop souvent l'un pour l'autre. On rappelle aussi que la calcite, au même titre que l'aragonite et la dolomite, sont des carbonates, et que les calcaires sont des roches carbonatées contenant au moins 50% de carbonate de calcium. Concernant les roches calcaires, on précise que l'utilisation de la classification de Dunham doit être systématique. Enfin, on souligne, une fois de plus, que le mot "coquillage" est à

proscrire définitivement du vocabulaire scientifique. On attend d'élèves de niveau Bac+2, le terme de "coquille" voire "test".

Concernant plus particulièrement les roches magmatiques, à quoi cela sert-il de disserter sur la fusion partielle ou la cristallisation fractionnée si l'on n'est pas capable d'en voir les traces évidentes sur les échantillons à analyser. Attention aussi aux confusions entre couleur d'un minéral et couleur d'une roche. On rappelle aussi que les termes leucocrate, mésocrate et mélanocrate (indices de coloration) ne sont à utiliser que pour les roches magmatiques. Pour de nombreux élèves, les basaltes se forment forcément au niveau d'une dorsale océanique. La notion d'inclusion est aussi mal appréhendée.

Une remarque qui reste valable pour toutes les familles de roches concerne le raisonnement qui se fait trop souvent par l'absence de caractères particuliers qui devraient, selon les candidats, être observés. Par exemple : "il n'y a pas de stratification, donc ce n'est pas une roche sédimentaire". Voyons tout d'abord les choses de manière positive ; en effet, les roches sédimentaires sont, pour la plupart, fondamentalement stratifiées. Au passage, quand on demande aux candidats la raison de la disposition en strates, nombre d'entre eux n'en savent rien. Une strate est un ensemble sédimentaire compris entre deux surfaces approximativement parallèles qui correspondent à des discontinuités ou à de brusques variations pétrographiques permettant de délimiter nettement cet ensemble des terrains voisins. Au point de vue sédimentologique, une strate doit être envisagée comme une unité génétique. Elle est le produit d'un épisode de sédimentation. La variété des caractères des strates est le résultat de la variété dans les épisodes de sédimentation. Très souvent, si on ne voit pas la stratification à l'échelle d'un échantillon, cela signifie que le volume rocheux prélevé (quelques cm³) présente une taille inférieure au volume de la strate. Il s'agit là encore d'un problème d'échelle d'observation.

Cartographie

Généralement, les candidats n'utilisent pas leurs connaissances pour les joindre aux données de la carte et à reconnaître les faits de base nécessaires à leur exposé. Trop souvent, ils ne savent pas utiliser la légende des cartes. En effet, l'analyse de cartes ne peut être dissociée de sa légende lithologique et stratigraphique. Par exemple, certaines couleurs, un peu trop voisines, risquent d'être confondues ; cependant, la logique de leur répartition et surtout l'examen de la légende lithologique, éventuellement couplée avec une coupe géologique (souvent présentée en bas de carte) ou des données de forage, permet de lever toutes les incertitudes. Au passage, il serait bon que les élèves connaissent au moins les codes couleur standards utilisés pour représenter les principaux étages et périodes géologiques (par exemple au Mésozoïque, violet/rose pour le Trias, bleu pour le Jurassique et vert pour le Crétacé) ; cela faciliterait leur identification et permettrait de gagner du temps pour le reste. Certains concepts de base ne sont pas maîtrisés, d'où l'emploi d'un mot pour un autre ; par exemple avec la confusion entre pente et pendage. De plus, le vocabulaire doit être précis et approprié. On ne dit pas "en haut de la carte" mais "au Nord de la carte".

On voit encore trop souvent les limites d'érosion actuelles des formations sédimentaires être confondues avec des limites de transgressions. La signification des lacunes (de non-dépôt et/ou d'érosion) est rarement discutée. Certains termes sont ignorés : écaille tectonique, klippe, horst, ... Le vocabulaire associé aux plis (flanc, charnière, axe, plan axial) est loin d'être maîtrisé pour de nombreux candidats. En dégagant les grandes lignes structurales, certains spéculent sur l'orientation de contraintes maximales, de directions des raccourcissements (indiquées par les plis), mais trop souvent de manière erronée. Quand on demande de retrouver et de présenter les événements géologiques majeurs ayant affecté une région, trop de candidats décrivent d'abord les phénomènes sédimentaires, puis les phénomènes tectoniques sans les mettre correctement en relation. La notion de discordance est souvent évoquée mais sans donner les critères de reconnaissance, et surtout sans idée de signification. On rappelle qu'il existe plusieurs types de discordance. Quelques élèves (heureusement rares) se bornent à évoquer la présence de points triples, sans rien en faire en termes d'interprétation !

Au cours de leur exposé concernant une carte au 50 000^{ème}, certains candidats, font appel systématiquement à la tectonique des plaques comme un modèle magique ! Rappelons que si celle-ci constitue une remarquable synthèse où peuvent s'intégrer nombre de faits géologiques, elle ne dispense ni de l'observation, ni du raisonnement, ni de la rigueur. Ainsi, recourir à la tectonique des

plaques pour expliquer des objets et des phénomènes cartographiés à l'échelle du 50 000^{ème} doit être précautionneusement évalué en amont, compte-tenu du changement d'échelle. Enfin, les interrogateurs restent souvent sans voix devant la méconnaissance de certains, en ce qui concerne la géographie du territoire métropolitain français (on ne parle même pas de l'outre-mer). Cette méconnaissance semble aller de pair avec celle de la carte géologique de la France. On voit, par exemple, des candidats errer à la recherche de Lyon, Strasbourg, de la vallée du Rhône, de l'Ardenne, ...

En conclusion, la présentation d'une carte géologique ne doit pas se résumer à une énumération ou une description de ce que l'on voit sur la carte. Il faut aussi rechercher les relations spatio-temporelles qui existent entre les phénomènes repérés, trouver selon quelles combinaisons un espace se structure et fonctionne.

Commentaires généraux

Pour l'exposé oral, il faut élaborer le meilleur plan possible. C'est difficile, mais indispensable car c'est le plan qui porte la démonstration. Ce plan doit être clair, structuré, logique, adapté au problème posé. Vocabulaire précis, présentation convenable et courtoise sont aussi attendus. En plus de l'exposé structuré des connaissances, on apprécie les qualités d'expression, de vivacité d'esprit, d'à-propos de culture générale. L'épreuve orale est entendue comme un dialogue sur et à propos du problème posé. Il est souvent judicieux d'illustrer son propos par des schémas appropriés. D'une façon générale, l'épreuve doit permettre d'intéresser l'interrogateur à son travail, à sa démarche, à ses conclusions. Un minimum d'enthousiasme est pour cela nécessaire, qui ne doit cependant pas nuire à la logique et à la clarté de l'exposé.

On peut souvent déplorer l'emploi de terminologies vagues et floues, en d'autres termes, désignant des notions mal comprises. La vision en trois dimensions et l'évolution dans le temps des phénomènes ne sont certes pas directement perceptibles, mais le raisonnement et l'adjonction des connaissances extérieures apprises en cours ou ailleurs devraient largement y pallier. En sciences naturelles, dont fait partie la géologie, on cherche à comprendre les phénomènes dans leur causalité et leur enchaînement. Une forte proportion des candidats se contente, trop souvent, d'énumérer des connaissances hâtivement regroupées en une sorte de "collage" ! Il ne suffit pas de savoir, il faut organiser ce savoir et le présenter de façon claire et vivante.

Il ne faudrait pas que la diversité et la longueur des remarques de ce rapport fassent croire que l'épreuve orale de géologie est d'une complexité redoutable. D'ailleurs, nombreux sont les candidats, dont la prestation est tout à fait satisfaisante voire brillante. La somme des connaissances demandées demeure limitée, et c'est plus la méthode et les qualités de l'exposé qui font les bonnes notes. Soulignons avec plaisir qu'un certain nombre d'élèves semble avoir tenu compte des remarques des années précédentes ; il en résulte évidemment de bien meilleures notes.

En conclusion, et au risque de se répéter, il est fondamentalement recommandé aux candidats (i) d'apprendre et de posséder les règles élémentaires de lecture des cartes géologiques (codes couleur pour la stratigraphie, pendages des contacts, reconnaissance et nature des objets géologiques fondamentaux, etc.) et (ii) de faire une diagnose méthodologique des échantillons pétrographiques (structure, texture, composition). Bref, on demande de maîtriser les bases de la géologie.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	0	0,00	0	0,00
1 à 1,99	1	0,16	1	0,16
2 à 2,99	5	0,81	6	0,97
3 à 3,99	13	2,10	19	3,06
4 à 4,99	18	2,90	37	5,97
5 à 5,99	39	6,29	76	12,26
6 à 6,99	36	5,81	112	18,06
7 à 7,99	68	10,97	180	29,03
8 à 8,99	69	11,13	249	40,16
9 à 9,99	55	8,87	304	49,03
10 à 10,99	42	6,77	346	55,81
11 à 11,99	62	10,00	408	65,81
12 à 12,99	46	7,42	454	73,23
13 à 13,99	42	6,77	496	80,00
14 à 14,99	50	8,06	546	88,06
15 à 15,99	20	3,23	566	91,29
16 à 16,99	23	3,71	589	95,00
17 à 17,99	20	3,23	609	98,23
18 à 18,99	11	1,77	620	100,00
19 à 19,99	0	0,00	620	100,00
20	0	0,00	620	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 620

Minimum : 1,71

Maximum : 18,89

Moyenne : 10,48

Ecart type : 3,70

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	0	0,00	0	0,00
1 à 1,99	0	0,00	0	0,00
2 à 2,99	0	0,00	0	0,00
3 à 3,99	0	0,00	0	0,00
4 à 4,99	0	0,00	0	0,00
5 à 5,99	2	0,32	2	0,32
6 à 6,99	6	0,97	8	1,29
7 à 7,99	20	3,23	28	4,52
8 à 8,99	36	5,81	64	10,32
9 à 9,99	50	8,06	114	18,39
10 à 10,99	50	8,06	164	26,45
11 à 11,99	82	13,23	246	39,68
12 à 12,99	85	13,71	331	53,39
13 à 13,99	93	15,00	424	68,39
14 à 14,99	72	11,61	496	80,00
15 à 15,99	67	10,81	563	90,81
16 à 16,99	32	5,16	595	95,97
17 à 17,99	16	2,58	611	98,55
18 à 18,99	6	0,97	617	99,52
19 à 19,99	1	0,16	618	99,68
20	2	0,32	620	100,00

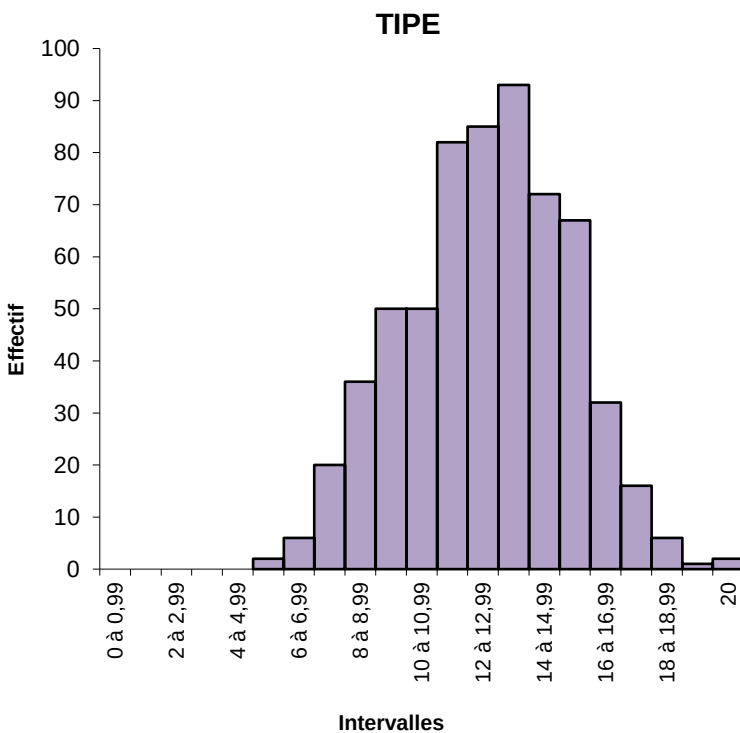
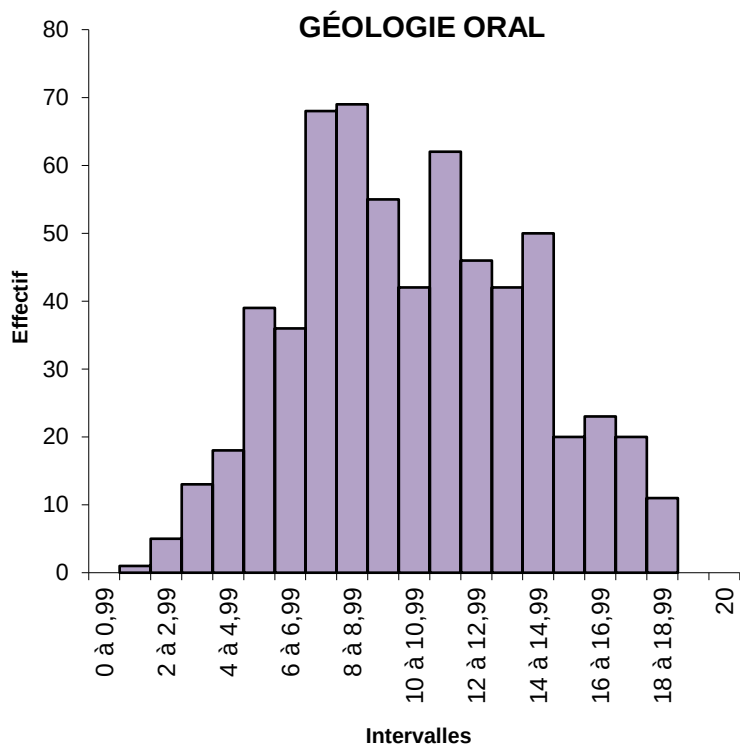
Nombre de candidats dans la matière : 620

Minimum : 5,09

Maximum : 20

Moyenne : 12,52

Ecart type : 2,59



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 2020/2021 était intitulé : « **Enjeux sociétaux** ».

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 farfelues 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**, ont été 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 ?

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 numérotter 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 est fortement recommandé **d'allumer leur 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 persistent 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. 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 au tenant et à l'aboutissant du travail de leur collègue qui est le seul capable de défendre son travail.
- Dans le même registre, la rigueur scientifique est parfois insuffisante, la maîtrise du vocabulaire et des concepts reste incertaine. Un candidat ne doit pas être destabilisé par la simple demande de définition d'un terme utilisé plusieurs fois dans l'exposé. De rares travaux sont complètement déconnectés de la réalité.
- 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 œuvres 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.

Les candidats doivent 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. C'est ce temps d'échange qui peut servir à rattraper un candidat "moyen", qui montrera son implication ou sa passion, 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 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 ont été 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. Enfin, à de très rares exceptions près, tous présentent une volonté de réussir qui leur permettra de rattraper les quelques lacunes précédemment citées.

ÉPREUVE ORALE D'ANGLAIS

1. Format de l'épreuve

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

Les candidat·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 considéré 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 de nature à aider les élèves à appréhender ces dernières 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.

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 semble très souvent difficile pour les candidat·e·s qui semblent ne pas suffisamment intégrer le document audio dans la gestion des vingt minutes allouées et n'ont pas intégré les techniques de prise de notes dans l'optique d'un compte-rendu clair et structuré.

Certain·e·s candidat·e·s sont au contraire familiers du type d'épreuve et de ses exigences et montrent une solide technique de préparation alliant une très bonne gestion du temps à une grande clarté des notes prises.

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

- 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 enseignants 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.

Un grand nombre de 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 candidats entre ces deux extrêmes en tâchant de se rapprocher des premiers.

Les erreurs de langue les plus fréquemment rencontrées sont :

- Singulier/Pluriel : *Is there inequalities ? / a measures / there is more people / furnitures / childrens / womans / the others' plants ?* (the other plants) - *We did too much things ?* (too many things)
- Temps grammaticaux : *bags which are sold ?* (sold) - *they didn't agreed ?* (didn't agree) - *they cheating ?* (they cheat) - *He had say ?* (he said) -
- '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*
- Prépositions : *they don't care of* - for vs to -
- 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 ?* (there is a global problem) - *the vehicles electric ?* (electric vehicles)
- Comparatif et superlatif : *the most bigger ?* (the biggest) - it is more cold - the most busiest -
- ING vs INF : *instead of recycle ?* (recycling) - *the solution is modifying comportments ?* (to modify)
- place adjectif : *a meter cubic* - *a bottle plastic*

- 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 oubliate? (to forget) - *To sensibilitate ?* (to sensibillize - to sensitize) - politics vs policies - to win vs to earn - *the text which is title* - *to explanate ?* (to explain) - *a lose ?* (a loss) - *to continuate ?* (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)) - *a moustico ?* (a mosquito) - the pollutant ? (pollutant) - to applicate a measure ? (to apply) - eventually = finally - Dutch vs German - green gas ?? (greenhouse gas) - *a painting* vs a paint -

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 comme dans cet exemple entendu lors de cette session :

"They are more possibilities like reutilisation for water for lavage of hand after toilette"

Si vous êtes bloqué·e·s sur un mot, nous vous conseillons plutôt de reprendre votre phrase

depuis le début et de trouver une manière de transmettre vos idées correspondant à la qualité de votre 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

- 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

- la réalisation du phonème [h] : anger vs hunger /eat vs heat / heal vs eel / hand vs and

- 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 (HS2 - 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.

- 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 candidats.

Ne pas maîtriser du lexique simple (wind turbines, solar panels, hydro energy, fossil fuels, groundwater, aquifers, water treatment, sewage, shale gas, fracking, to drill, a well, carbon dioxide, coal, a nuclear plant, a dam, pesticides, fertilisers ... (Pour reprendre certains manques constatées pour cette session) pourrait s'avérer être un problème. Le terme *landfill* a notamment été source de nombreuses incompréhensions pendant cette session.

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 eux-mêmes sont 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 et ne pas suivre l'exemple de cette candidate à qui l'on demandait "*Where does CO2 come from*" et qui persistait à répondre "*From Switzerland, from Zurich*" ou ce candidat persuadé que le Kansas était un pays en voie de développement...

Bon courage à tous·tes les élèves et les enseignant·e·s pour une année que nous espérons plus sereine en termes de conditions d'enseignement et d'apprentissage.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	0	0,00	0	0,00
1 à 1,99	8	1,29	8	1,29
2 à 2,99	6	0,97	14	2,26
3 à 3,99	21	3,39	35	5,65
4 à 4,99	25	4,03	60	9,68
5 à 5,99	34	5,48	94	15,16
6 à 6,99	51	8,23	145	23,39
7 à 7,99	42	6,77	187	30,16
8 à 8,99	50	8,06	237	38,23
9 à 9,99	48	7,74	285	45,97
10 à 10,99	62	10,00	347	55,97
11 à 11,99	54	8,71	401	64,68
12 à 12,99	40	6,45	441	71,13
13 à 13,99	66	10,65	507	81,77
14 à 14,99	33	5,32	540	87,10
15 à 15,99	35	5,65	575	92,74
16 à 16,99	20	3,23	595	95,97
17 à 17,99	11	1,77	606	97,74
18 à 18,99	7	1,13	613	98,87
19 à 19,99	5	0,81	618	99,68
20	2	0,32	620	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 620

Minimum : 1,18

Maximum : 20

Moyenne : 10,30

Ecart type : 3,96

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	0	0,00	0	0,00
1 à 1,99	0	0,00	0	0,00
2 à 2,99	0	0,00	0	0,00
3 à 3,99	0	0,00	0	0,00
4 à 4,99	0	0,00	0	0,00
5 à 5,99	0	0,00	0	0,00
6 à 6,99	0	0,00	0	0,00
7 à 7,99	1	1,35	1	1,35
8 à 8,99	3	4,05	4	5,41
9 à 9,99	3	4,05	7	9,46
10 à 10,99	0	0,00	7	9,46
11 à 11,99	15	20,27	22	29,73
12 à 12,99	18	24,32	40	54,05
13 à 13,99	17	22,97	57	77,03
14 à 14,99	4	5,41	61	82,43
15 à 15,99	8	10,81	69	93,24
16 à 16,99	3	4,05	72	97,30
17 à 17,99	1	1,35	73	98,65
18 à 18,99	0	0,00	73	98,65
19 à 19,99	1	1,35	74	100,00
20	0	0,00	74	100,00

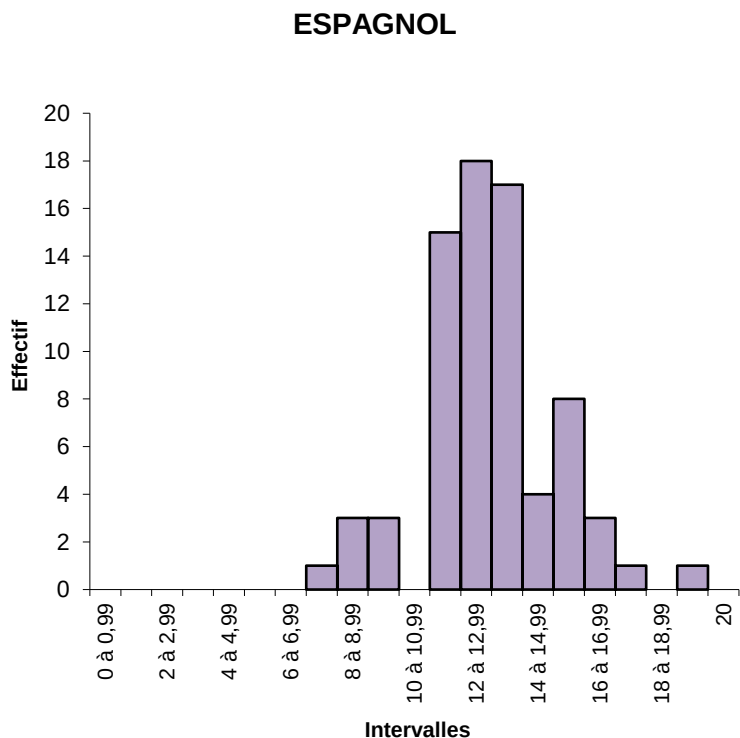
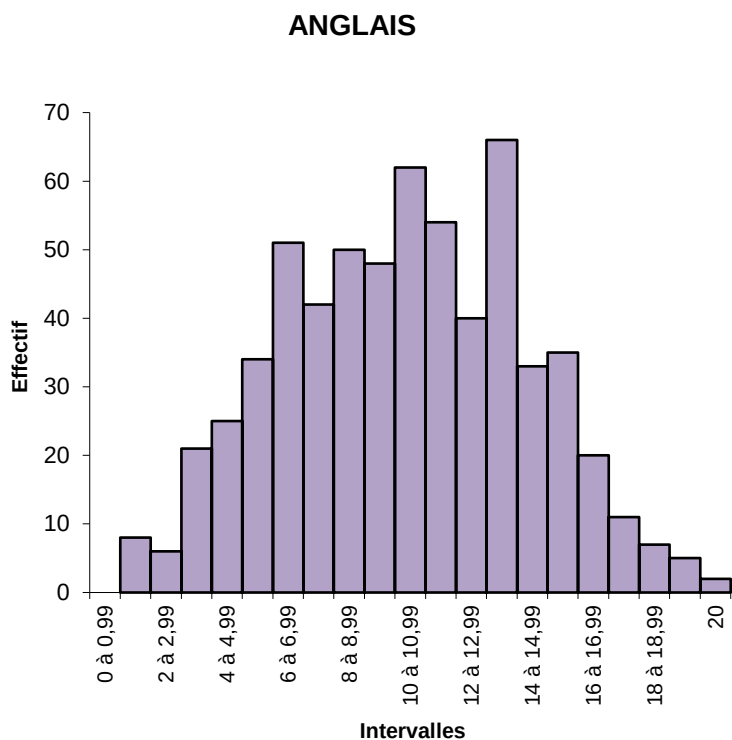
Nombre de candidats dans la matière : 74

Minimum : 7,12

Maximum : 19,06

Moyenne : 13,08

Ecart type : 2,16



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 :

Le début de l'épreuve consiste en une contextualisation du sujet. Viennent ensuite certaines données telles que le titre, la date, l'auteur et la problématique que pose l'article (plus l'exposé de ses différents mouvements).

La synthèse est une étape fondamentale : elle permet tout d'abord de repérer les idées fortes du texte et de les reformuler. L'examineur s'assure ainsi de la bonne compréhension de l'article par le candidat. Le commentaire doit être annoncé par une transition et par l'exposé des principales idées développées. Le candidat veillera toujours à garder un lien entre l'article et le commentaire.

Une conclusion permettra de rappeler les principales idées et de proposer une ouverture. Attention à toujours soigner l'expression en espagnol durant l'ensemble de l'épreuve. Certains commentaires proposés sont en effet satisfaisants du point de vue du fond mais la forme est négligée, ce qui est évidemment pénalisé.

L'épreuve audio consiste à proposer un compte rendu aussi fidèle que possible du document. Là aussi la correction linguistique doit absolument être de rigueur.

Principales difficultés linguistiques :

Des fautes récurrentes sont à relever

- une mauvaise maîtrise des conjugaisons (par exemple, parler au présent pour des faits passés)
- des fautes de genre et de nombre
- des barbarismes pour *el aumento*, *recordar*, *un problema*, *el gobierno*, *formar parte*, *respetar*, *confianza*, *el hecho*, *la población*, etc.
- une confusion entre *ser* et *estar*, les prépositions *en* et *a*, *por* et *para*...
- des déplacements d'accent pour *la pandemia*, *América Latina*, *médicos*, *democracia*...

Exemples de sujets proposés : les articles ont concerné l'actualité des pays hispanophones de 2020 / 2021 : l'exhumation du corps de Franco, la Constitution chilienne, les élections péruviennes, le retour d'Evo Morales en Bolivie, l'avortement en Argentine, les ouragans en Amérique Centrale, la déforestation de l'Amazonie, le statut de Gibraltar, Juan Carlos, etc.

ÉPREUVE ORALE D'ALLEMAND

La session 2021 a été dans l'ensemble très positive en allemand. Il est important de souligner que cette épreuve est dorénavant pour tous les candidats : allemand LV2. La moyenne est cette année encore très bonne. 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 »). 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		0,00	0	0,00
6 à 6,99		0,00	0	0,00
7 à 7,99	2	4,00	2	4,00
8 à 8,99	1	2,00	3	6,00
9 à 9,99	0	0,00	3	6,00
10 à 10,99	4	8,00	7	14,00
11 à 11,99	9	18,00	16	32,00
12 à 12,99	0	0,00	16	32,00
13 à 13,99	7	14,00	23	46,00
14 à 14,99	9	18,00	32	64,00
15 à 15,99	13	26,00	45	90,00
16 à 16,99	2	4,00	47	94,00
17 à 17,99	1	2,00	48	96,00
18 à 18,99	0	0,00	48	96,00
19 à 19,99	0	0,00	48	96,00
20	2	4,00	50	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 50

Minimum : 7,36

Maximum : 20

Moyenne : 13,73

Ecart type : 2,63

