

C O N C O U R S G 2 E

R A P P O R T

sur le

C O N C O U R S G 2 E

Ouvert aux élèves issus des Classes Préparatoires BCPST

SESSION 2018

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



SOMMAIRE

RAPPORT GÉNÉRAL

1. Fonctionnement du Concours G2E	2
2. Remarques générales concernant le recrutement 2018 et 2019	2
2.1. Les données du recrutement 2018	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 2019	12
3. Remerciements	12

COMMENTAIRES SUR LES DIFFÉRENTES ÉPREUVES

Épreuve écrite de Mathématiques	13
Épreuve écrite de Physique	17
Épreuve écrite de Chimie	19
Épreuve écrite de Biologie	22
Épreuve écrite de Géologie	26
Épreuve de Composition Française	43
Épreuve orale de Mathématiques	47
Épreuve orale de Physique	52
Épreuve orale de Chimie	54
Épreuve orale d'Informatique	58
Épreuve orale de Géologie Pratique et Géographie	61
Épreuve orale de TIPE	64
Épreuve orale d'Anglais	69
Épreuve orale d'Espagnol	74
Épreuve orale d'Allemand	75

CONCOURS GÉOLOGIE, EAU et ENVIRONNEMENT

1. FONCTIONNEMENT DU CONCOURS G2E

G2E offre 225 places dans des Écoles d'Ingénieurs recrutant des élèves des classes préparatoires BCPST.

Le concours G2E permet le recrutement pour l'ENSG, Polytech (Annecy-Chambéry, Nice, Orléans, Paris-Sorbonne, Tours) l'ENGEES, l'ENTPE, l'ENSIL, l'EOST, l'ENSI Poitiers, l'ENSEGID Bordeaux, l'ENSG Géomatique, l'ESGT et Écoles des Mines (Albi, Alès et Douai).

A noter qu'à partir de cette session 2018, Polytech'Grenoble et Polytech'Montpellier ne font plus partie du concours G2E.

2. REMARQUES GÉNÉRALES CONCERNANT LE RECRUTEMENT 2018 et LE FUTUR RECRUTEMENT 2019

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 se déroulent sans incident, grâce à la compétence des responsables des centres d'écrit. Il en va de même pour les épreuves orales pendant lesquelles les examinateurs sont généralement satisfaits.

Cette année, toutes les épreuves écrites ont été dématérialisées. 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 1729 inscrits)	982	747
Candidats ayant passé l'épreuve orale (sur 607 classés)	321	286

L'épreuve d'Informatique se déroulait 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'examinateur. 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'examinateur et que le candidat prépare pendant la période de 25 minutes préalable à l'interrogation.

Le langage Python est imposé aux candidats.

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

De même pour les langues, où l'anglais était obligatoire en LV1 ou LV2. Le choix étant laissé aux candidats. Les chiffres entre parenthèses sont ceux de 2017.

Choix lors des inscriptions (2017)	Anglais	Allemand	Espagnol	Aucune	Total
LV1	1709 (1660)	8 (9)	12 (16)		1729 (1685)
LV2	20 (25)	149 (150)	342 (329)	1218 (1181)	1729 (1685)
Candidats classés ayant choisi l'épreuve orale	Anglais	Allemand	Espagnol	Aucune	Total
LV1	602 (609)	2 (4)	3 (7)		607 (620)
LV2	5 (11)	51 (62)	117 (123)	434 (424)	607 (620)

Par rapport à la session 2017, on constate une augmentation, absolue et relative, du nombre d'inscrits en anglais LV1. Les effectifs d'inscrits en allemand et espagnol LV1 deviennent marginaux. Cela nous conduit donc à imposer l'anglais en LV1 pour la session 2019.

Les épreuves écrites de G2E 2019 se dérouleront les 13, 14 et 15 Mai dans 31 centres de concours. Les épreuves orales se dérouleront du 28 juin au 8 juillet 2019 (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 2018

2.1.1. Places offertes et intégrations dans les écoles

Nombre de places offertes par G2E en 2018	225
Nombre d'intégrés en 2018	194

G2E	Année	Nombre de places offertes	Nombre d'intégrés	Rang du premier intégré	Rang du dernier intégré
ENGEES Fonctionnaire	2013	4	4	146	341
	2014	2	2	51	145
	2015	4	4	149	276
	2016	6	6	73	189
	2017	8	8	54	504
	2018	6	6	26	339
ENGEES Civil	2013	20	22	140	463
	2014	22	22	228	504
	2015	20	20	191	486
	2016	18	20	80	374
	2017	16	16	46	441
	2018	18	17	38	485
ENGEES Apprenti	2013	5	3	393	535
	2014	5	4	423	571
	2015	5	3	394	496
	2016	5	4	220	460
	2017	5	4	35	538
	2018	5	4	493	549
ENSEGID	2013	12	12	126	416
	2014	15	17	160	435
	2015	18	17	138	430
	2016	18	17	116	425
	2017	17	18	45	427
	2018	17	16	32	413
ENSG	2013	68	68	7	306
	2014	68	58	10	377
	2015	64	63	4	310
	2016	64	62	6	337
	2017	64	56	10	384
	2018	64	56	7	396
ENSGéomatique	2015	5	3	335	453
	2016	3	5	26	296
	2017	3	5	207	507
	2018	3	3	410	492
ENSGéomatique Fonct.	2015	1	1	175	175
	2016	2	2	83	102
	2017	2	2	216	526
	2018	2	2	39	47
ENSIL	2013	6	6	191	477
	2014	6	6	456	552
	2015	6	2	300	446
	2016	6	4	202	509
	2017	6	2	511	522
	2018	6	6	537	575
ENSIP	2013	8	3	430	474
	2014	8	9	422	608
	2015	15	2	461	486
	2016	15	9	457	533
	2017	15	9	442	556
	2018	15	4	447	562
ENTPE Fonctionnaire	2013	15	14	32	169
	2014	14	14	53	183
	2015	14	14	14	144
	2016	19	19	25	209
	2017	19	19	10	117
	2018	20	20	17	187
ENTPE Civil	2013	19	28	277	487
	2014	28	28	13	456
	2015	28	28	77	143
	2016	26	22	93	493
	2017	26	26	119	457
	2018	25	25	15	444
EOST	2013	8	7	212	422
	2014	8	9	137	353
	2015	8	8	17	339
	2016	8	10	172	426
	2017	9	6	199	472
	2018	9	8	30	451
ESGT	2017	5	2	488	511
	2018	5	2	521	572
IMT Mines Albi	2015	5	3	123	210
	2016	5	5	38	239
	2017	5	8	31	361
	2018	5	6	257	341
IMT Mines Alès	2015	3	1	236	236
	2016	3	2	181	259
	2017	3	2	170	276
	2018	3	3	49	191
IMT Lille Douai	2015	3	0	-	-
	2016	3	2	204	334
	2017	3	0	-	-
	2018	3	3	72	344
Polytech'Annecy-Chambéry	2014	3	4	516	667
	2015	5	3	371	491
	2016	5	3	161	511
	2017	3	2	562	565
	2018	3	3	159	532
Polytech'Nice	2013	3	4	479	643
	2014	3	4	569	666
	2015	3	0	-	-
	2016	3	0	-	-
	2017	3	1	578	578
	2018	1	0	-	-
Polytech'Orléans	2013	17	6	529	654
	2014	14	3	520	663
	2015	8	0	-	-
	2016	4	0	-	-
	2017	4	1	538	538
	2018	2	1	549	549
Polytech'Sorbonne	2013	7	10	449	610
	2014	7	6	436	648
	2015	7	2	452	501
	2016	7	1	392	392
	2017	7	2	524	529
	2018	7	2	457	524
Polytech'Tours	2013	12	8	443	653
	2014	12	4	521	661
	2015	12	3	366	447
	2016	8	7	428	521
	2017	8	5	407	517
	2018	6	7	493	550

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
2013	1623	1541	1144	754	713	602	616	324	515	626	616	428	657	616			
2014	1739	1686	1208	755	718	642	378	331	496	621	616	540	667	667			
2015	1540	1500	1021	571	535	514	433	300	476	501	485	500	512	473	502	254	
2016	1532	1486	1024	602	575	529	377	308	495	543	529	455	524	478	526	407	
2017	1685	1649	1170	664	623	544	387	275	562	581	581	572	581	544	566	430	572
2018	1729	1690	1205	638	607	556	409	312	443	571	579	496	575	513	577	443	581

* Polytech Annecy-Chambéry, Nice, Orléans, Paris Sorbonne et Tours recrute sur le concours G2E

**IMT d'Albi, Alès et Douai

En 2018, le nombre d'inscrits a augmenté par rapport à 2017. Très peu de candidats ne composent pas toutes les épreuves écrites.

De nombreux candidats ne s'inscrivent pas à l'oral parce qu'ils ont bien réussi les épreuves écrites de l'école pour laquelle ils se sont déterminés depuis longtemps, AgroParisTech, ENS, ou VETO par exemple, ou parce que leur emploi du temps trop chargé pour l'ensemble des épreuves orales des trois concours les oblige à faire un choix précoce.

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

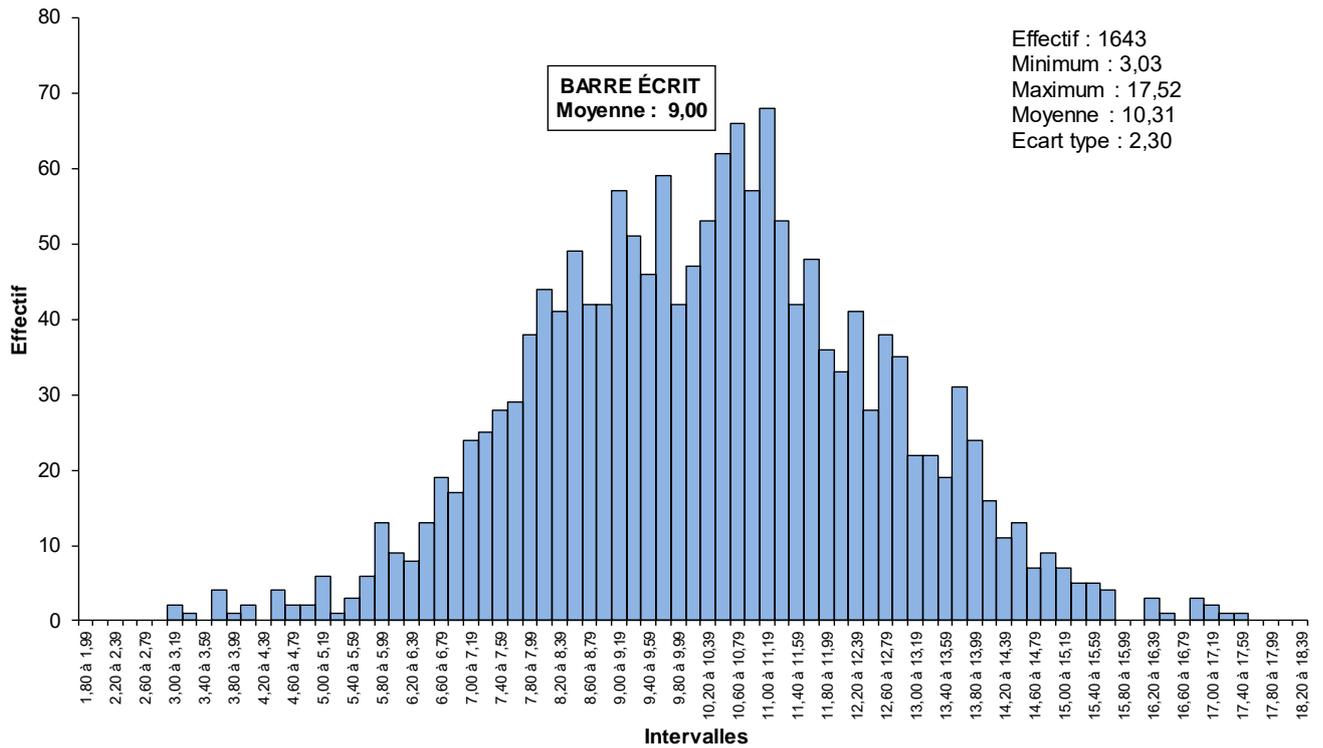
	Maths	Physique	Chimie	Biologie	Géologie	Compo. F
2013	12,50 (0,4 : 20) 4,25	9,92 (0,64 : 20) 4,51	10,46 (0,56 : 20) 4,16	10,48 (2,24 : 18,79) 2,67	10,01 (3,02 : 19,75) 2,67	10,11 (3,01 : 18,76) 3,09
2014	10,46 (0,88 : 20) 3,24	10,68 (0,36 : 20) 4,84	10,60 (0,35 : 20) 4,62	10,62 (1,36 : 18,82) 2,75	10,68 (1,02 : 20) 3,14	10,11 (3,08 : 20) 3,08
2015	10,37 (0,35 : 20) 4,24	10,14 (0,28 : 20) 4,47	10,26 (0,46 : 20) 4,02	10,42 (1,82 : 20) 2,61	10,78 (0,45 : 20) 3,25	10,03 (0,47 : 20) 2,95
2016	10,04 (0,25 : 20) 4,28	10,37 (0,20 : 20) 3,74	10,35 (0 : 20) 3,72	11,04 (3,08 : 20) 2,86	10,15 (1,18 : 20) 2,93	10,18 (0 : 19,06) 3,19
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

ÉPREUVES ORALES : Moyenne (minimum : maximum) Écart type

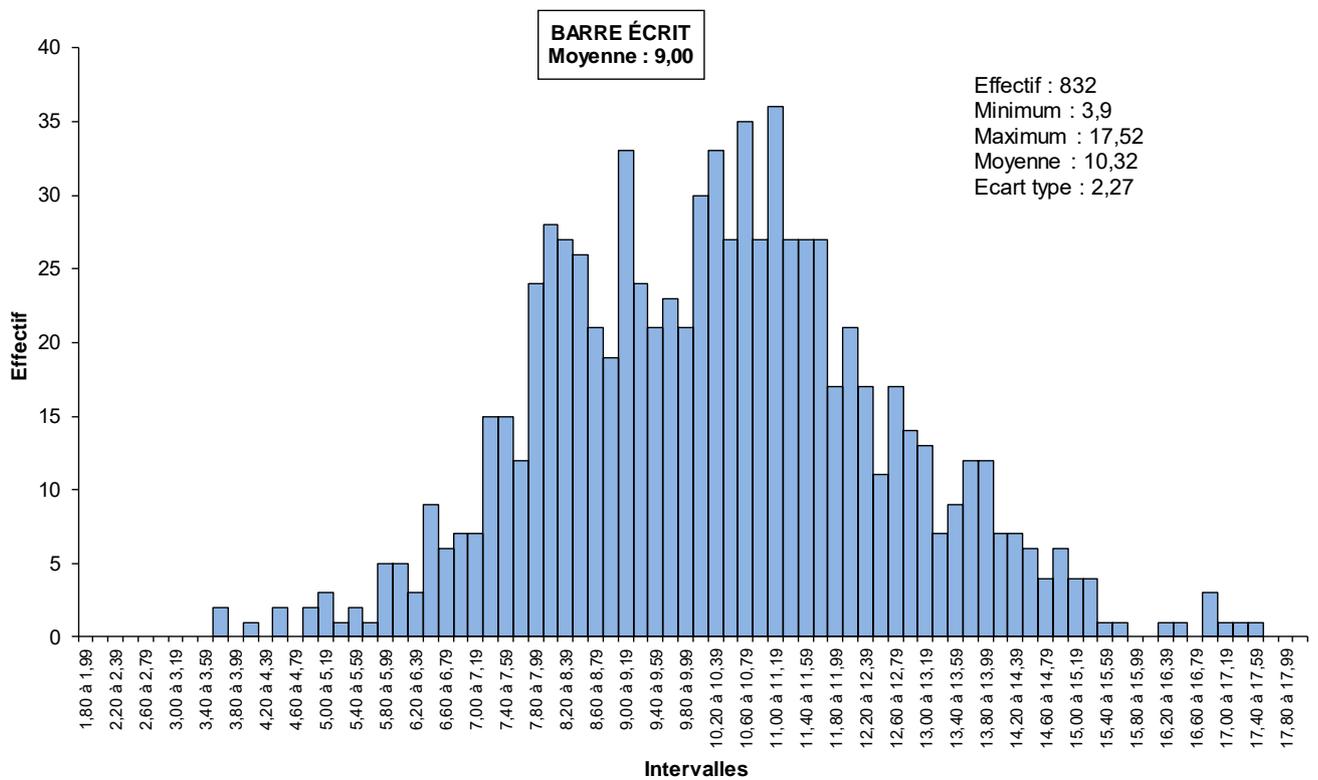
	Maths	Physique	Chimie	Informatique	Géologie	TIPE	Anglais	Allemand	Espagnol
2013	11,21 (2,2 : 20) 3,68	10,52 (2,25 : 20) 3,88	10,83 (0,8 : 20) 3,82		10,66 (1,61 : 18,96) 3,44	12,05 (5,26 : 20) 2,30	12,55 (4,42 : 20) 3,03	13,07 (5,56 : 20) 3,18	12,88 (6,15 : 19,5) 2,56
2014	11,03 (2,27 : 20) 3,48	10,61 (1,8 : 20) 3,84	11,08 (1,91 : 20) 3,65		10,74 (2,27 : 18,69) 3,40	12,39 (5,33 : 19,02) 2,50	12,09 (2,16 : 20) 3,45	12,77 (4,5 : 20) 3,33	12,84 (5,4 : 20) 2,92
2015	10,72 (2,32 : 20) 3,57	11,47 (2,37 : 20) 3,80	14,54 (4,25 : 20) 2,84	14,50 (9,19 : 18,91) 2,04	10,73 (1,58 : 18,89) 3,76	12,32 (4,07 : 18,07) 2,59	12,16 (3,5 : 20) 3,46	13,53 (3,14 : 20) 3,43	13,16 (6,09 : 20) 2,65
2016	10,88 (2,58 : 20) 3,73	11,06 (2,37 : 19,30) 3,73	14,09 (4,96 : 20) 3,53	14,47 (9,05 : 18,84) 1,96	10,85 (2,48 : 19,17) 3,44	12,20 (3,85 : 18,80) 2,73	11,94 (2,15 : 20) 3,56	13,69 (4,17 : 20) 3,43	13,44 (6,53 : 18,04) 2,75
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

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.

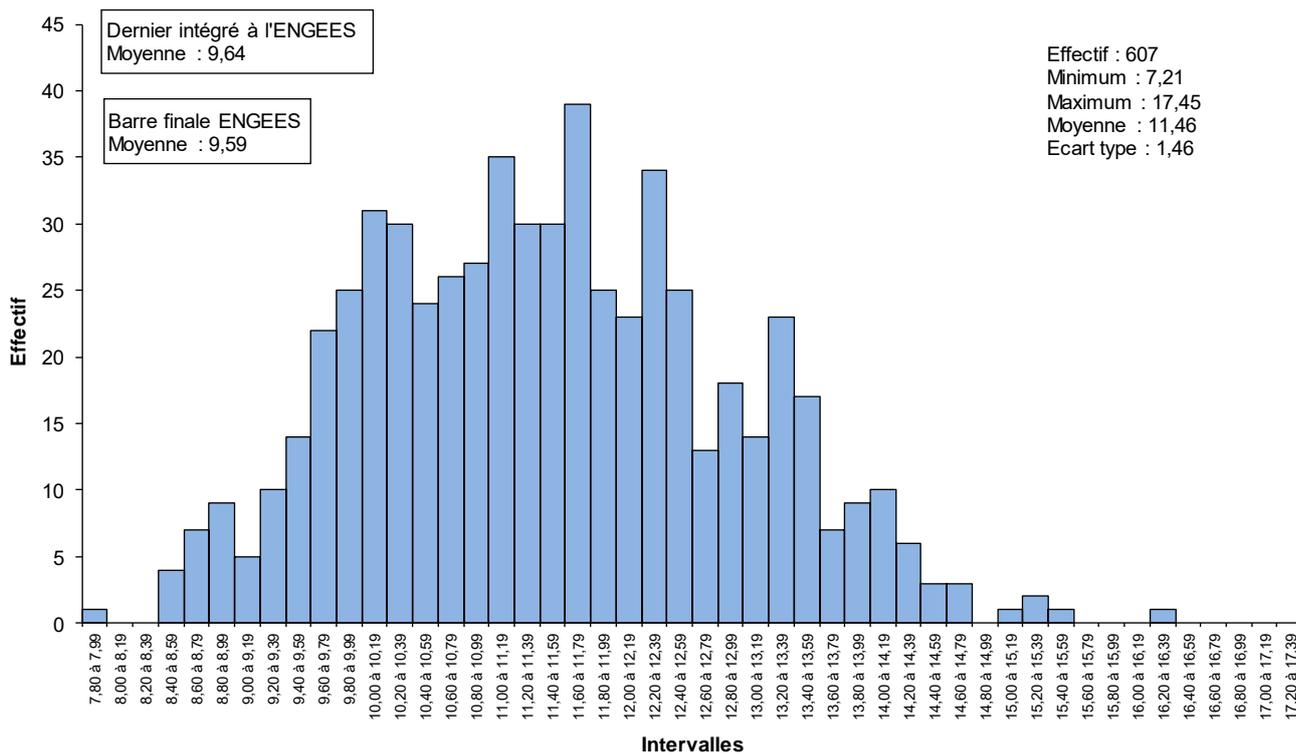
DISTRIBUTION DES MOYENNES "ÉCRIT G2E 2018"



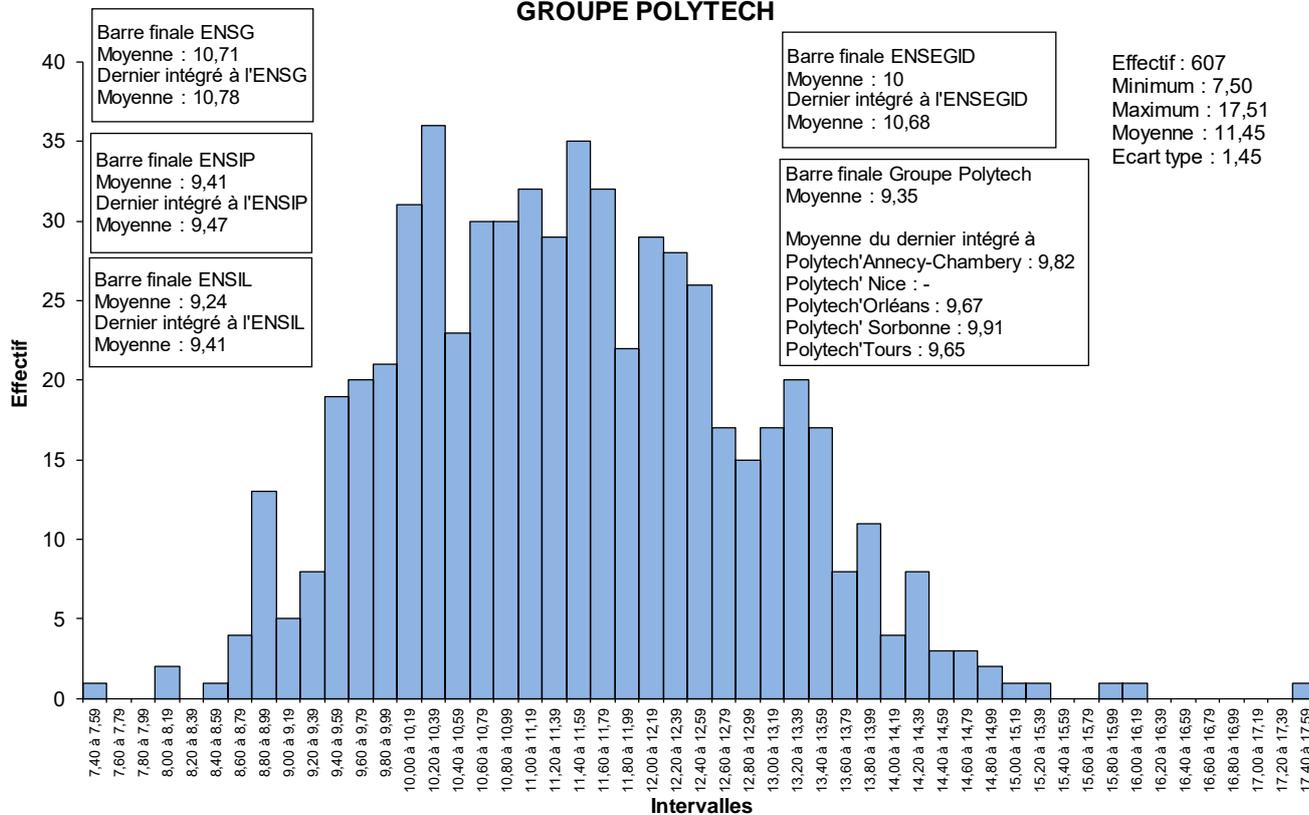
DISTRIBUTION DES MOYENNES "ÉCRIT ENTPE 2018"



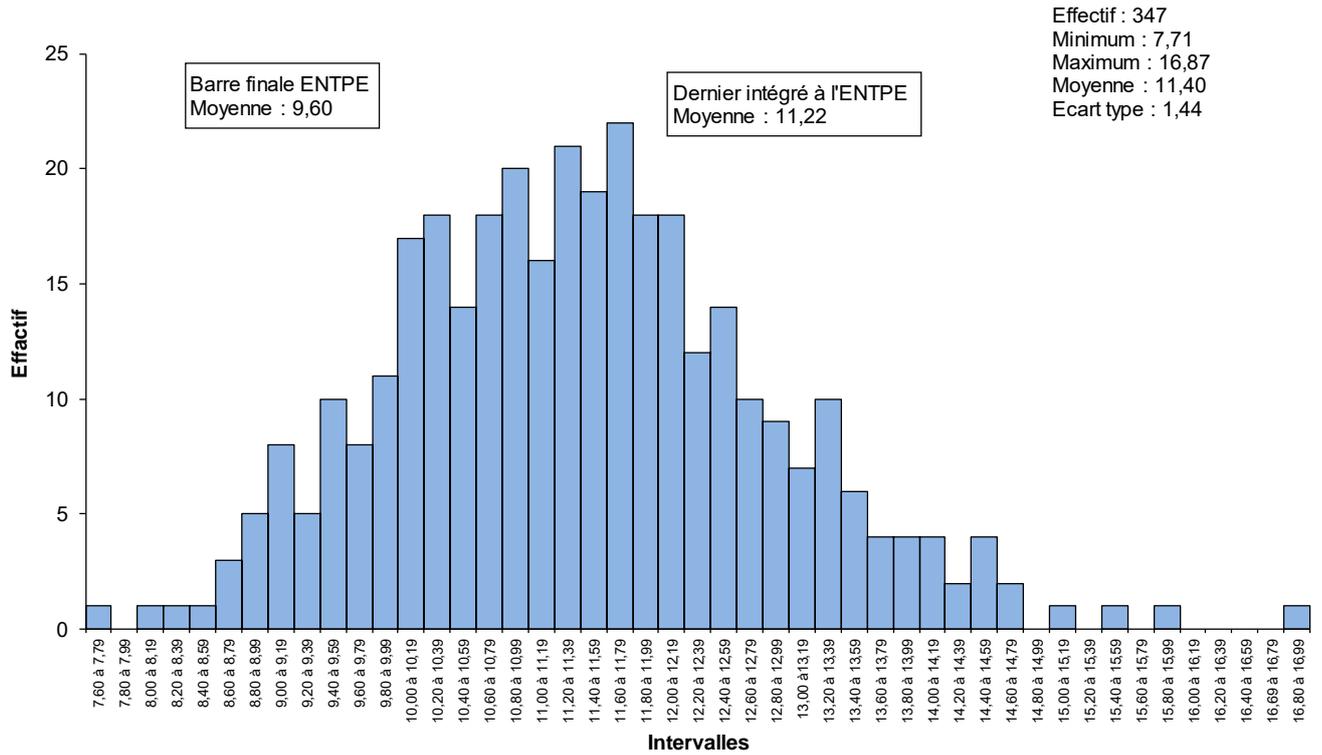
DISTRIBUTION DES MOYENNES GÉNÉRALES ENGEES



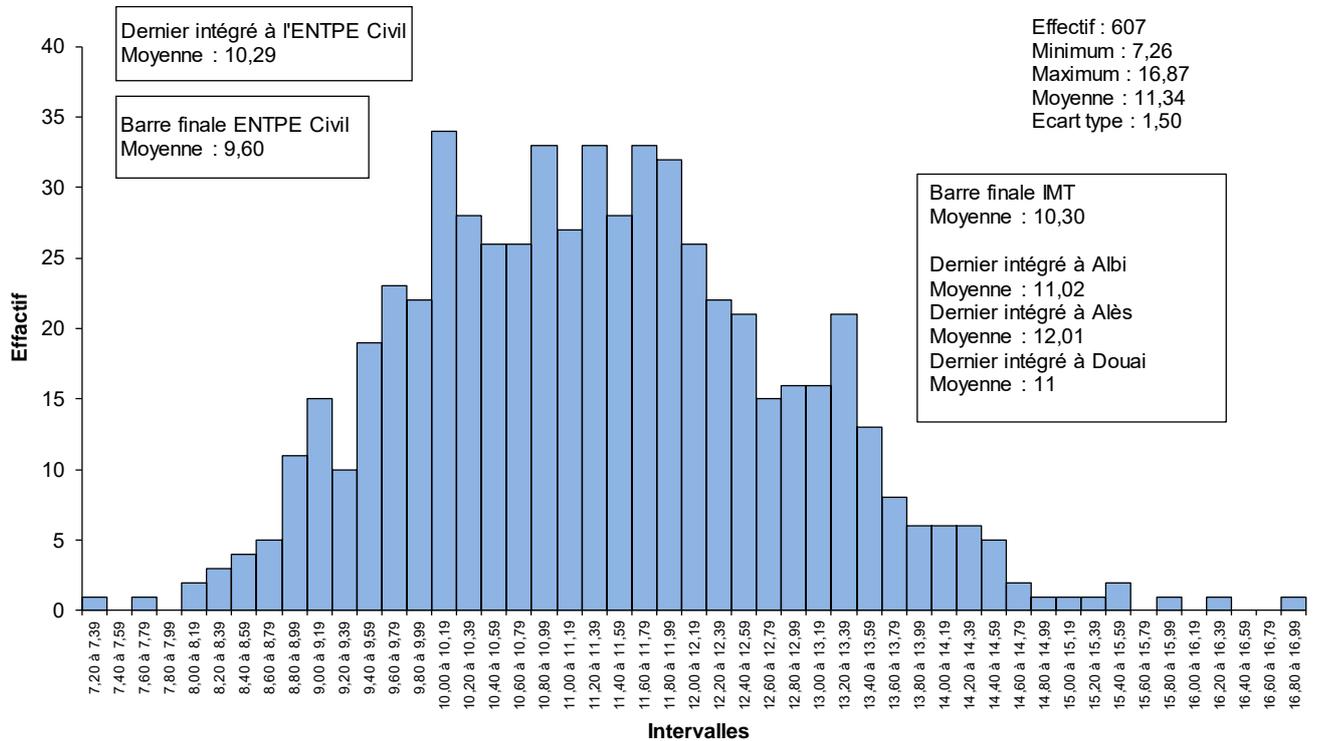
DISTRIBUTION DES MOYENNES GÉNÉRALES ENSEGID, ENSG, ENSIL, ENSIP et GROUPE POLYTECH



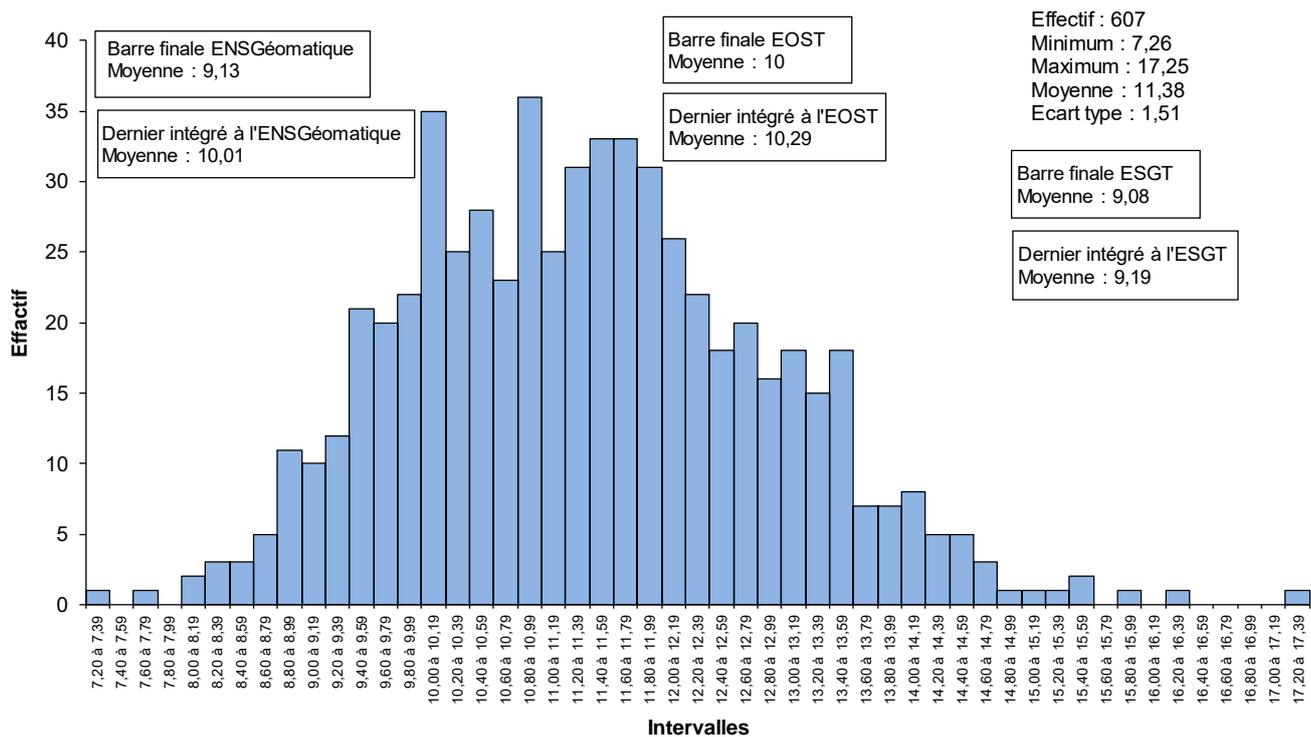
DISTRIBUTION DES MOYENNES GÉNÉRALES ENTPE Fonctionnaire



DISTRIBUTION DES MOYENNES GÉNÉRALES ENTPE Civil et IMT



DISTRIBUTION DES MOYENNES GÉNÉRALES EOST, ENSGéomatique et ESGT



Répartition des candidats par lycées session 2018

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	Présents à l'écrit	Admissibles	classés après l'oral	ENGEES	ENSEIGID	ENSG	ENS Géoma tique	ENSIL	ENSIP	EOST	ESGT	ENTPE Civil	ENTPE Fonct.			
						Intégrés	Intégrés	Intégrés	Intégrés	Intégrés	Intégrés	Intégrés	Intégrés	Intégrés	Inscrits	Admissibles	classés après l'oral	Intégrés
AMIENS	Louis THULLIER	55	55	28	20	2		4				1			24	9	7	
AMILLY	DU CHESNOY	26	25	13	9	2									9	5	3	
ANGERS	A. DU FRESNE	9	9	8	6	1		1							5	5	4	1
ARRAS	ROBESPIERRE	32	32	14	8	1	1			1					15	5	4	
AUZEVILLE TOLO.	LEGTAH	2	2	2	1			1							1	1	1	
BESANCON	Victor HUGO	30	29	22	7										16	12	3	
BORDEAUX	MICHEL-MONTAIGNE	59	56	39	31	1	1	3						2	35	24	20	1
BOULOGNE BILLA.	J. PREVERT	19	19	13	10	1		1							6	5	5	1
CAEN	MALHERBE	66	66	43	23		4	4			1				30	21	12	
CLERMONT FD	B. PASCAL	26	26	18	10									2	12	9	7	
DUON	CARNOT	3	3	2	2													
DOUAI	A. CHATELET	26	26	13	11		1	3	1					1	9	4	4	
DUCOS	L.P. CENTRE SUD	6	6												1			
FONTENAIBLEAU	FRANCOIS 1ER	7	7	5	3			1							1	1	1	
GRENOBLE	CHAMPOLLION	23	23	22	11		1								20	18	8	3
LA MULATIERE	ASSOMP. BELLEVUE	24	24	17	9									1	17	11	7	1
LE RAINCY	A. SCHWEITZER	20	19	6	5	1					1				7	2	2	
LE TAMPON	R. GARROS	22	21	8	6			1							16	5	3	
LEMPDES	L. PASTEUR	22	22	21	9			1	1					1	8	8	3	
LILLE	FAIDHERBE	55	54	34	8		1							2	26	17	5	
LIMOGES	LIMOSIN	24	24	12	11		1	1	1						13	8	7	
LYON	LAMARTINIERE MON.	23	22	11	10	1		2						1	13	7	6	1
LYON 6e	DU PARC	34	32	24	6	1		1							17	11	5	1
MARSEILLE	THIERS	73	72	51	26			2	1						34	24	14	
METZ	G. DE LA TOUR	22	22	14	8	2		3							12	9	8	
MONTPELLIER	JOFFRE	13	10	10											9	7		
NANCY	POINCARÉ	58	57	49	23			5		1		1			27	22	16	2
NANTES	Ext. ENF. NANTAIS	24	21	9	3							1		1	8	6	2	
NANTES	CLEMENCEAU	21	21	16	9										9	5	2	
NICE	MASSENA	26	26	23	8	1								1	9	7	3	1
NIMES	E. D'ALZON	34	34	24	17	1								1	18	14	9	
ORLEANS	POTIER	23	22	16	13	1			1					2	23	17	13	1
PARIS	SAINT LOUIS	71	63	60	22		1	3				1		1	32	27	11	
PARIS	JANSON DE SAILLY	15	14	14	9			1							6	6	4	
PARIS 13e	G. St HILAIRE	10	10	7	6										4	2	2	
PARIS 13e	E.N.C.P.B.	24	24	11	8										15	6	5	
PARIS 16e	J.B. SAY	33	33	26	17			2						1	19	16	10	
PARIS 6e	FENELON	44	42	35	27	1		1		2					20	17	15	2
PARIS 8e	CHAPTAL	48	47	36	21	1		4					1	1	25	19	15	1
PARIS 5e	HENRI IV	17	16	14	7										13	10	4	
PAU	L. BARTHOU	20	20	13	9		1	1				1		1	8	3	3	
POINTE A PITRE	BAIMBRIDGE	22	21	5	5			1							17	5	5	
POITIERS	C. GUERIN	59	59	36	24	1	3	2			2		1		37	24	17	1
REIMS	G. CLEMENCEAU	25	25	17	9	1		2						1	6	5	5	
RENNES	CHATEAUBRIAND	31	30	25	9			2						1	11	9	1	
ROUEN	CORNILLE	18	18	14	2									1	37	28	2	
ST AMAND LES EAUX	N.D. DES ANGES	6	6	1	1										2	1	1	
SAINT ETIENNE	CLAUDE FAURIEL	39	39	29	14	2		2				1			23	16	12	
SAINT MAUR	BERTHELOT	85	85	71	40	3		1		2				2	43	36	21	1
SCEAUX	LAKANAL	76	76	55	15	1									33	19	8	
STRASBOURG	J. ROSTAND	6	6	6	3	1			1						2	2	1	
TOULOUSE	OZENNE	28	28	19	9		1								11	7	4	
TOULOUSE	P. DE FERMAT	7	7	7	4							1			3	3	2	
TOURS	DESCARTES	7	7	6	3										3	3	2	1
VERSAILLES	HOCHÉ	42	40	36	12							1		1	19	16	9	1
VERSAILLES	SAINTE-GENEVIEVE	38	38	38	8										10	10	4	
CANDIDATS LIBRE		2	1												3	3		
TOTAL		1680	1642	1168	607	27	16	56	6	6	4	8	2	25	852	592	347	20

Villes	Etablissements	IMT Mines Albi	IMT Mines Alès	IMT Lille Douai	Polytech' Anancy Chambéry	Polytech ' Nice	Polytech ' Orléans	Polytech' Sorbonne	Polytech ' Tours
		Intégrés	Intégrés	Intégrés	Intégrés	Intégrés	Intégrés	Intégrés	Intégrés
AMIENS	Louis THUILLIER								
AMILLY	DU CHESNOY								
ANGERS	A. DU FRESNE								
ARRAS	ROBESPIERRE								
AUZEVILLE TOLO.	LEGTAH								
BESANCON	Victor HUGO								
BORDEAUX	MICHEL-MONTAIGNE								1
BOULOGNE BILLA.	J. PREVERT								
CAEN	MALHERBE								
CLERMONT FD	B. PASCAL								
DIJON	CARNOT								
DOUAI	A. CHATELET							1	
DUCOS	L.P. CENTRE SUD								
EVREUX	FAC. SCIEN. ET TECH.								
FONTENAIBLEAU	FRANCOIS 1ER								
GRENOBLE	CHAMPOLLION				1				
LA MULATIERE	ASSOMP. BELLEVUE								
LE RAINCY	A. SCHWEITZER								
LE TAMPON	R. GARROS		1						1
LEMPDES	L. PASTEUR								
LILLE	FAIDHERBE								
LIMOGES	LIMOSIN								1
LYON	LA MARTINIÈRE MON.								
LYON	DU PARC								
MARSEILLE	THIERS	2							
METZ	G. DE LA TOUR								
MONTPELLIER	JOFFRE								
NANCY	POINCARÉ	1							
NANTES	Ext. ENF. NANTAIS								
NANTES	CLEMENCEAU								
NICE	MASSENA								
NIMES	E. DALZON								
ORLEANS	POTHIER		1						
PARIS 6e	SAINT LOUIS								
PARIS 16e	JANSON DE SAILLY	1							
PARIS 13e	G. St HILAIRE	2			1				
PARIS 13e	E.N.C.P.B.								
PARIS 16e	J.B. SAY								
PARIS 6e	FENELON			1					
PARIS 8e	CHAPTAL			1					
PARIS 5e	HENRI IV								
PAU	L. BARTHOU								1
POINTE A PITRE	BAIMBRIDGE								
POITIERS	C. GUERIN						1		1
REIMS	G. CLEMENCEAU				1				
RENNES	CHA TEAUBRIAND							1	
ROUEN	CORNILLE								
ST AMAND LES EAUX	N.D. DES ANGES								
SAINT ETIENNE	CLAUDE FAURIEL								1
SAINT MAUR	BERTHELOT								
SCEAUX	LAKANAL								
STRASBOURG	J. ROSTAND								
TOULOUSE	OZENNE			1					1
TOULOUSE	P. DE FERMAT								
TOURS	DESCARTES								
VERSAILLES	HOCHÉ		1						
VERSAILLES	SAINTE-GENEVIÈVE								
CANDIDATS LIBRE									
TOTAL		6	3	3	3	0	1	2	7

2.3. Calendrier du Concours G2E 2019

Inscriptions sur internet (www.scei-concours.org) du 10 Décembre 2018 au 11 Janvier 2019 17h.

ÉPREUVES ÉCRITES : Lundi 13, Mardi 14 et Mercredi 15 Mai 2019

Inscriptions des candidats à l'oral : 25, 26 et 27 juin 2019

ÉPREUVES ORALES : du vendredi 28 juin au lundi 8 juillet 2019

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

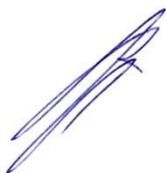
Le niveau de recrutement est très bon dans l'ensemble et ce sont les élèves des classes préparatoires et leurs professeurs qu'il faut remercier et féliciter.

Les proviseurs qui ont accepté d'accueillir les candidats aux épreuves écrites de G2E sont remerciés tout particulièrement, ainsi que les services des concours des rectorats.

Le Directeur du lycée Stanislas et ses collaborateurs sont vivement remerciés pour l'accueil qu'ils ont réservé aux candidats, aux examinateurs et au service du Concours G2E lors des épreuves orales.

Les concepteurs des sujets d'épreuves écrites, les correcteurs, les examinateurs aux épreuves orales sont remerciés pour leur travail efficace, leur disponibilité et leur compétence. L'égalité des chances des candidats face aux concours doit être assurée et les examinateurs à l'oral ont la lourde tâche de rester sereins, neutres et toujours objectifs. Nous les remercions pour l'attention soutenue qu'ils doivent fournir chaque jour.

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 2019.



Richard GIOT
Directeur du Concours G2E

ÉPREUVE ÉCRITE DE MATHÉMATIQUES

Le sujet était constitué de deux problèmes totalement indépendants. Le premier problème abordait l'algèbre à travers l'évolution de deux populations d'oiseaux. Le second était consacré à l'analyse et aux probabilités : on y étudiait des fonctions de deux variables réelles et des jeux de «pile ou face».

Les questions posées abordaient de vastes thèmes du programme de BCPST de sorte que même les candidats faibles ont pu obtenir quelques points mais le sujet était très long si bien qu'aucun candidat n'est parvenu à le traiter entièrement.

Un système de «malus» a été instauré cette année de façon à pénaliser les candidats qui ne soignent pas suffisamment leur copie. Heureusement, cela ne concerne qu'une minorité de candidats puisque, dans l'ensemble, la présentation des copies est assez satisfaisante, les résultats importants étant en général bien mis en valeur.

PROBLÈME 1

Ce problème, très classique dans les thèmes abordés (essentiellement la réduction des endomorphismes), était consacré à la modélisation de l'évolution de populations d'oiseaux. Dans l'ensemble, il a été assez bien compris.

Partie A

Cette partie introductive, assez facile, était consacrée à une modélisation utilisant une matrice diagonalisable de $\mathcal{M}_2(\mathbb{R})$.

1. Le calcul du déterminant ne pose pas de problème mais trop de candidats semblent ignorer que cela permet l'obtention immédiate de P^{-1} (lorsqu'on se place dans $\mathcal{M}_2(\mathbb{R})$). Si la plupart des candidats justifient correctement que A est semblable à D , certains utilisent des formulations maladroitement voire erronées (par exemple utilisant le rang de A ou la dimension de $\mathcal{M}_2(\mathbb{R})$). Signalons qu'ils sont très peu à démontrer que la matrice P permet justement le passage de A à D .
2. La justification de la formule de récurrence $X_{n+1} = AX_n$ ne soulève pas de difficulté (bien qu'il ne faille pas se contenter d'une phrase du type «d'après les données de l'énoncé, on obtient...»). Précisons que le produit matriciel d'une matrice $A \in \mathcal{M}_n(\mathbb{R})$ par une matrice colonne $X \in \mathcal{M}_{n,1}(\mathbb{R})$ ne peut s'écrire (pour $n \geq 2$) que sous la forme AX et en aucun cas sous la forme XA ! La récurrence qui découle de ce produit est souvent bien rédigée. Par contre, si de nombreux candidats obtiennent des expressions explicites de j_n et a_n , ils peinent à justifier que des équivalents sont simplement des termes généraux de suites géométriques.

Partie B

La partie B était consacrée à une modélisation utilisant une matrice non diagonalisable de $\mathcal{M}_3(\mathbb{R})$. Des calculs un peu plus techniques concluaient le problème.

1. De nombreux candidats sont capables de vérifier que 2 et -1 sont valeurs propres de la matrice B mais très peu justifient que ce sont les seules. En général, les candidats justifient correctement que B n'est pas diagonalisable. Le passage de B à T est maîtrisé par certains candidats mais il s'agit d'une question très discriminante. Signalons au passage l'erreur extrêmement fréquente qui consiste à croire que deux matrices de même spectre sont semblables. Ajoutons qu'il n'existe pas de symbole mathématique pour signaler la similitude de deux matrices (la notation \sim est, en principe, réservée à la relation d'équivalence matricielle). Le calcul de T^n pose moins de problème : la majorité des candidats sait dans quel cadre utiliser la version matricielle de la formule du binôme de Newton mais ils cherchent trop souvent à faire intervenir la matrice identité. À défaut d'utiliser la formule du binôme de Newton, certains proposent une démonstration par récurrence.

2. La justification de la formule de récurrence faisant intervenir B ne soulève pas de difficulté (mais là encore, on ne peut se contenter d'une phrase creuse) et la majorité des candidats en déduisent une relation faisant intervenir T . L'existence de C_1 , C_2 et C_3 est parfois bien présentée (même si certains croient voir une erreur de signe à travers le coefficient $n(-1)^n$).
3. Cette dernière question a été très mal traitée : pratiquement aucun candidat n'est parvenu à justifier correctement les divergences demandées. S'ils sont très nombreux à calculer de manière correcte le rang de la matrice C_1 , pratiquement aucun ne fait le lien avec les convergences des suites de termes généraux $\frac{J_n}{S_n}$, $\frac{P_n}{S_n}$ et $\frac{S_{n+1}}{S_n}$.

PROBLÈME 2

Ce problème était consacré à deux fonctions de deux variables réelles puis à trois variables aléatoires réelles et enfin à l'étude de jeux de «pile ou face». Ce problème, plus long que le précédent, exigeait de maîtriser des calculs plus délicats dans les parties A et B et de faire preuve d'un esprit de synthèse en partie C. Il a posé plus de difficultés que le premier problème.

Partie A

Cette première partie, dédiée à l'analyse, a été probablement la moins bien comprise du sujet.

1. Cette question, qui peut sembler facile, s'est pourtant révélée très discriminante.
2. Pratiquement tous les candidats ont calculé les dérivées partielles demandées mais bien peu savent en déduire, par composition, la dérivée de $x \mapsto f_k(x, 1-x)$. Certains candidats ont reconnu en $\varphi_k(x)$ un taux d'accroissement mais, le plus souvent, ils peinent à présenter correctement leur démarche pour obtenir la limite demandée. L'expression de $g_k(x, y)$ à l'aide d'une somme a régulièrement été obtenue (mais trop souvent à l'aide de la formule dite «de Bernoulli» qui, rappelons-le, n'est pas au programme de BCPST). Retrouver alors la limite de φ_k n'a guère posé de problème.
3. Le prolongement par continuité de φ_k n'a soulevé que peu de difficultés.
4. De nombreux candidats obtiennent la limite lorsque $k \rightarrow +\infty$ de $\varphi_k(x)$ (mais le plus souvent, ils ne traitent que le cas où $x \neq \frac{1}{2}$) mais l'inégalité qui suit a été rarement obtenue. La relation de récurrence demandée ensuite a été mieux traitée ainsi que le sens de variation de la suite de terme général $\varphi_k(x)$ (en tout cas pour $k \geq 2$). Trop de candidats confondent suite et série si bien que la dernière question a été très mal comprise.

Partie B

Cette partie était relative à l'étude de trois variables aléatoires réelles : elle a été trop souvent l'occasion de raisonnements flous ou incomplets. Les calculs de la fin de la partie ont été rarement abordés.

1. La présence d'une loi géométrique doit être correctement justifiée (on attend que les notions d'expérience de Bernoulli et d'indépendance soient abordées). Les questions suivantes (probabilité conditionnelle et relation de récurrence) ont souvent été traitées de manière extrêmement confuse. Quant à la justification de l'égalité $P(T_{fp} = k) = \varphi_k(p)$, la plupart des candidats ont remarqué que la relation de récurrence était bien la même mais sans vérifier l'égalité des termes initiaux.
2. Le caractère presque certain de l'apparition de «face pile» n'a pas posé de difficulté mais le calcul de l'espérance de T_{fp} , plus délicat car nécessitant de réinvestir deux expressions de $\varphi_k(p)$, a été rarement abordé.
3. Là encore, la justification de la relation de récurrence a donné lieu à des raisonnements trop souvent confus. La majorité des candidats sait justifier que le polynôme donné admet deux racines distinctes (le plus souvent en omettant de démontrer qu'elles appartiennent à l'intervalle $] -1, 1[$) et calculent, de façon plus ou moins efficace, la somme et le produit de ces racines. Enfin, la plupart des candidats reconnaissent une suite récurrente linéaire d'ordre 2 mais peinent à calculer $\lambda + \mu$ et $\lambda r_2 + \mu r_1$.

4. Comme précédemment, le caractère presque certain de l'apparition de «pile pile» n'a pas posé de difficulté mais le calcul de l'espérance de T_{pp} a été très rarement abordé.

Partie C

Cette dernière partie du problème comportait des questions très abordables et d'autres utilisant des résultats de la partie précédente.

1. Le calcul de $P(A)$ a souvent été abordé de manière satisfaisante mais trop de candidats ont considéré comme évident le fait que $B = \bar{A}$. L'inéquation qui en découle a été, en général, bien traitée.
2. De nombreux candidats ont compris que (B, C) est un système quasi-complet d'événements mais ils justifient avec difficulté que $P(C) = p^2$. L'inéquation qui en découle a souvent provoqué des erreurs de calcul. La dernière question n'a presque jamais été abordée de façon satisfaisante.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	1	0,06	1	0,06
1 à 1,99	7	0,41	8	0,47
2 à 2,99	5	0,30	13	0,77
3 à 3,99	11	0,65	24	1,42
4 à 4,99	39	2,31	63	3,73
5 à 5,99	56	3,32	119	7,05
6 à 6,99	85	5,03	204	12,08
7 à 7,99	136	8,05	340	20,13
8 à 8,99	160	9,47	500	29,60
9 à 9,99	199	11,78	699	41,39
10 à 10,99	237	14,03	936	55,42
11 à 11,99	249	14,74	1185	70,16
12 à 12,99	206	12,20	1391	82,36
13 à 13,99	136	8,05	1527	90,41
14 à 14,99	83	4,91	1610	95,32
15 à 15,99	50	2,96	1660	98,28
16 à 16,99	18	1,07	1678	99,35
17 à 17,99	9	0,53	1687	99,88
18 à 18,99		0,00	1687	99,88
19 à 19,99	1	0,06	1688	99,94
20	1	0,06	1689	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1689

Minimum : 0,57

Maximum : 20

Moyenne : 10,42

Ecart type : 2,87

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99	4	0,24	4	0,24
2 à 2,99	22	1,30	26	1,54
3 à 3,99	34	2,01	60	3,55
4 à 4,99	54	3,20	114	6,75
5 à 5,99	102	6,04	216	12,79
6 à 6,99	156	9,24	372	22,02
7 à 7,99	140	8,29	512	30,31
8 à 8,99	174	10,30	686	40,62
9 à 9,99	152	9,00	838	49,62
10 à 10,99	164	9,71	1002	59,33
11 à 11,99	150	8,88	1152	68,21
12 à 12,99	135	7,99	1287	76,20
13 à 13,99	110	6,51	1397	82,71
14 à 14,99	77	4,56	1474	87,27
15 à 15,99	72	4,26	1546	91,53
16 à 16,99	45	2,66	1591	94,20
17 à 17,99	39	2,31	1630	96,51
18 à 18,99	16	0,95	1646	97,45
19 à 19,99	12	0,71	1658	98,16
20	31	1,84	1689	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1689

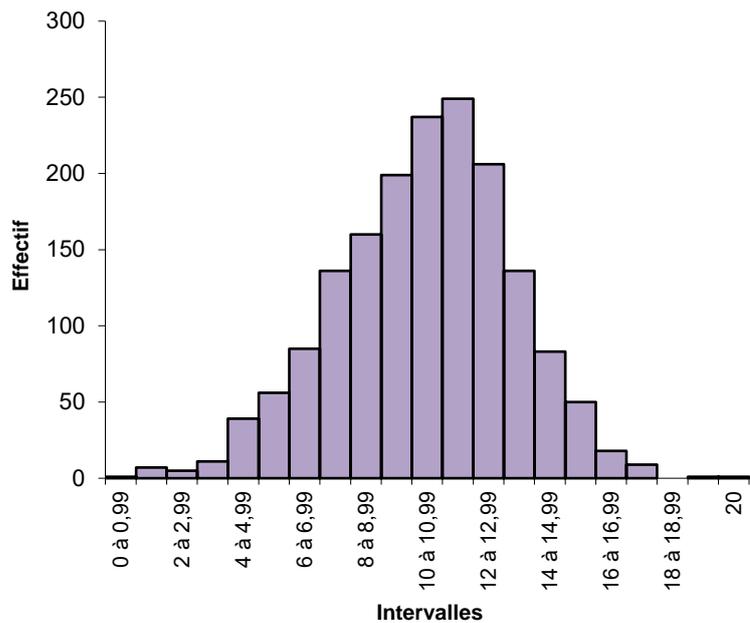
Minimum : 1,55

Maximum : 20

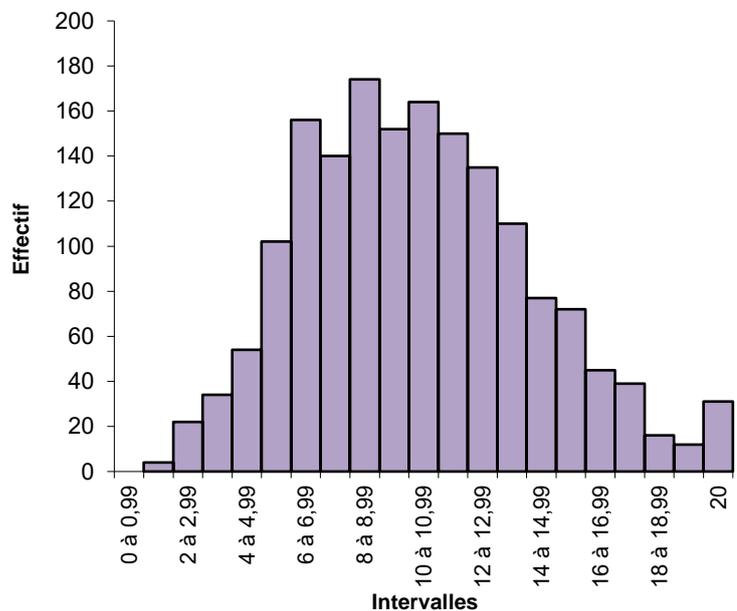
Moyenne : 10,30

Ecart type : 3,88

MATHÉMATIQUES ÉCRIT



PHYSIQUE ÉCRIT



ÉPREUVE ÉCRITE DE PHYSIQUE

Les candidats ont pu traiter en moyenne 1/3 du sujet, et les meilleurs d'entre eux ont atteint les 2/3. D'une manière générale, on note de nombreuses erreurs d'ordres de grandeur, de signes ou de calculs numériques, qui bien souvent faussent les conclusions. Pour une même grandeur physique, on trouve une grande diversité d'unités.

Partie 1

- * Pour la masse volumique de l'eau, on trouve des valeurs s'échelonnant entre 1g.m^{-3} et 1kg.L^{-1} .
- * La pression est le plus souvent correcte même si des erreurs d'unités ou de signe faussent parfois le résultat ; ainsi, certains candidats trouvent une pression plus élevée au sommet de l'arbre qu'à sa base, tandis que d'autres trouvent des pressions négatives.
- * Le nombre de Reynolds est le plus souvent écrit correctement et la longueur de l'arbre est rarement prise comme longueur de référence ; même si le diamètre est préconisé, le fait de prendre le rayon ne fausse pas l'ordre de grandeur.

On note quelques confusions entre viscosité cinématique et viscosité dynamique, et on trouve quelques expressions surprenantes telles que $R_e = \frac{\eta}{\rho S}, \frac{4\pi\rho}{\eta R}, \frac{v\eta}{S}, \frac{R^2}{4\pi\eta}, \frac{R}{\eta}, \frac{6\pi\rho}{4\pi R^2}, \frac{4\pi R^2 v}{3\eta}$ ou encore

$$R_e = \frac{\eta}{\rho R v}.$$

La référence aux temps de convection et de diffusion est parfois mentionnée, à juste titre.

Il est donné le plus souvent sans unité mais on trouve parfois $Re=32\text{ s}^{-1}$ ou $Re=100\text{ kg.m.h}^{-1}\text{Pl}^{-1}$.

Il arrive que l'écoulement soit qualifié de rampant pour $Re>2000$, ou à l'inverse de turbulent pour un nombre de Reynolds très faible ; on ne fait pas toujours la distinction entre écoulement laminaire et écoulement rampant.

- * La loi de Poiseuille est assez souvent établie correctement, même si on trouve parfois $dS=\pi r^2 dr$ et que certains candidats « bidouillent » un peu pour aboutir à l'expression fournie.

De même, pour le calcul du débit, on prend parfois $S=2\pi R^2$ ou $2\pi R$.

- * La pression osmotique est le plus souvent comparée à la loi des gaz parfaits, mais aussi parfois à la loi de Van't Hoff, ou à la loi de Nernst, ou même à la loi d'Ohm.

* La distinction vaporisation-évaporation est souvent difficile à exprimer, et on trouve des interprétations assez surprenantes telles que : l'une concerne un solide et l'autre un liquide, ou bien un liquide et un gaz, ou encore l'une correspond à un apport d'eau et l'autre à une perte d'eau. Enfin, la vaporisation correspond parfois à une dispersion de la phase liquide, à l'apparition de fines gouttelettes, ou tout simplement au fait d'asperger un objet de vapeur.

- * Pour la perméabilité, on trouve des unités très diverses telles que $\text{Pl.m}^3.\text{s.kg}^{-1}$, $\text{m}^2.\text{Pl.s}^{-1}.\text{Pa}^{-1}$, $\text{kg}^4.\text{m}^2.\text{s}^2$.

L'analyse dimensionnelle est peu maîtrisée.

Partie 2

- * Pour l'énergie potentielle, on trouve des expressions assez variées telles que $E_p = \frac{1}{2}k\Delta L, \frac{1}{2}gh^2, \frac{1}{2}k^2, ky, \frac{1}{2}ky, -ky^2, -\frac{1}{2}ky^2$ ou encore $\Delta E_p = \frac{1}{2}ky^2\bar{u}_y$ ou $\Delta E_p = m\bar{g}\Delta z$ ou $\Delta E_p = H$.

* Le calcul de la vitesse d'arrivée au sol se fait bien avec le théorème de l'énergie cinétique, même s'il conduit assez souvent à $v_0 = \sqrt{-2gh}$. Environ la moitié des candidats est passée par la loi de Newton

et s'en sort, même si parfois on aboutit à $v_0 = gh$; un manque de rigueur dans l'orientation de l'axe conduit assez souvent à $v_0 = -\sqrt{2gh}$.

* Dans l'application de la loi de Newton, les signes des forces sont souvent inversés, et on note encore des confusions entre force et vitesse. Ainsi, on trouve parfois des relations du genre $mg - R_N + v_0 = 0$ ou encore $t = v_0 mg + R_N$; d'où l'importance de l'analyse dimensionnelle.

Un nombre non négligeable de candidats se base encore sur la relation $v=d/t$ (réflexe à bannir) alors que la vitesse n'est pas constante, et ceci même si les lois horaires ont été établies correctement.

* La conversion des cm^2 en m^2 pose souvent problème, et la confusion Giga/Méga est aussi fréquente.

Partie 3

* Le bois est parfois qualifié de matériau isotrope même si on mentionne une différence entre $E_{\text{tangential}}$ et E_{normal} .

* Les 3 régimes d'oscillations sont souvent bien décrits ; $e^{-\omega_0 t}$ devient parfois $e^{\omega_0 t}$ ou même e^{ω_0} . Certains candidats pensent qu'au régime critique, il n'y a qu'une seule oscillation, ou encore que le système oscille indéfiniment. Le régime périodique est parfois mentionné comme l'un des trois régimes.

* L'unité de la constante A est rarement donnée ; on la trouve plutôt en m, $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, $\text{m}\cdot\text{rad}^2$, $\text{m}\cdot\text{rad}^{-1}$ ou encore sans unité.

* La recherche de y_{f_0} par la méthode réelle n'a jamais abouti, si ce n'est à une expression dépendant du temps et mélangeant des sinus et des cosinus. La méthode complexe est rarement utilisée, alors qu'elle doit l'être systématiquement, dès lors qu'on étudie un régime permanent sinusoïdal. Quelques candidats ont abouti au bon résultat avec cette méthode.

On note toujours des confusions entre un régime transitoire et un régime permanent.

* La valeur de b est parfois annoncée manquante dans les copies alors qu'il est écrit $b = h = 3\text{cm}$; ceci est dû à une légère imperfection de l'énoncé qui termine une ligne par « = ».

* L'obtention rigoureuse de l'équation différentielle par la dérivée de l'énergie mécanique est rare ; peu de candidats dérivent convenablement la fonction u^2 .

* Le nom du théorème utilisé est rarement cité, et seule la version pour laquelle l'énergie mécanique se conserve est connue. On lit en revanche $\Delta E_m = f$!

Partie 4

* L'estimation de l'épaisseur de graisse d'un dauphin n'a quasiment jamais été menée à son terme, même si certains candidats démarrent par un calcul correct en coordonnées cylindriques.

* Le rayon du dauphin est très rarement estimé et la surface d'échange des transferts thermiques est mal définie ; d'une manière générale, les notions de résistance thermique et la loi de Fourier sont connues mais mal appliquées au système considéré.

* Le schéma récapitulatif du « réseau admirable » est assez souvent bien réussi et coloré.

* L'étalement du signal est rarement évoqué.

* L'aspect qualitatif de l'effet Doppler est connu de la plupart des candidats mais l'aspect quantitatif l'est beaucoup moins.

* Le vecteur d'onde n'est pas connu des candidats ; on parle plutôt de phase à l'origine, ou plus correctement de pulsation spatiale.

* Les coefficients de réflexion et de transmission ne sont pas utilisés correctement ; bon nombre de candidats n'ont pas atteint cette dernière question, et certains n'ont pas compris qu'il s'agit de coefficients multiplicateurs.

Les membres du jury souhaitent que ces remarques soient profitables aux futurs candidats.

ÉPREUVE ÉCRITE DE CHIMIE

L'épreuve de chimie du concours G2E comportait deux problèmes. Le premier s'articulait en trois parties autour du dioxyde de carbone. Le deuxième problème portait sur la synthèse de l'ambruticine, une molécule antifongique.

Plusieurs étudiants ont été en capacité de traiter l'ensemble des questions pendant la durée de l'épreuve. Les candidats ayant passé du temps à résoudre entièrement les parties ont ainsi été valorisés par rapport à ceux qui passent trop rapidement d'une partie à une autre pour «grappiller» des points.

Remarques générales

Le sujet a été conçu de manière à évaluer les différentes compétences de la démarche scientifique telles que définies dans les programmes en vigueur de la filière BCPST.

Les questions posées sont de natures diverses : restitution de connaissance, mise en application des compétences exigibles du programme, questions ouvertes, résolutions de problème. Les questions ouvertes et les résolutions de problème ont un poids supérieur dans le barème aux questions plus classiques. Les candidats ayant tenté leur chance sur ces questions et ayant passé du temps pour essayer de les résoudre ont ainsi été valorisés. En général, les candidats ayant bien réussi ces questions ont eu une bonne note à l'épreuve.

Le jury constate que sur les questions portant sur l'analyse et l'appropriation des documents, les candidats se reposent uniquement sur leur mémoire et sur leur apprentissage, parfois parcellaire, du cours. Ainsi ils manquent souvent des informations cruciales contenues dans les documents. La réalisation de tâches techniques (calculs, exploitations de résultats expérimentaux, écriture de mécanismes) doit être améliorée. Des erreurs nombreuses sur la manipulation des puissances de 10 ont été constatées. De même, de grandes lacunes sur l'étape de « validation » des résultats sont apparues. Les valeurs numériques sont données brutes, sans tenir compte des chiffres significatifs et bien souvent sans unité. Dans ce cas de figure les points prévus pour l'application numérique n'ont pas été attribués par le jury.

Le premier problème, traitant de thermodynamique et de chimie des solutions, faisait appel à des compétences techniques. Il a mis en difficulté nombre de candidats.

La partie chimie organique a été plutôt bien réussie par les candidats. Pour ceux qui ne connaissent pas suffisamment leur cours de chimie organique, elle a toutefois été bien souvent à l'origine d'une note basse à l'épreuve.

Les copies sont généralement bien présentées mais on observe cette année encore une proportion non négligeable de candidats en délicatesse avec une bonne orthographe.

Remarques sur les différentes parties du sujet

Problème 1

Partie 1

- La courbe de titrage du document 3 n'a pas été comprise par les candidats. Cela vient principalement d'un manque de méthode puisque les candidats ne prennent pas le temps de faire l'inventaire des espèces présentes dans la solution avant de commencer à raisonner. Peu de candidats se servent des conclusions des questions précédentes pour construire leur réponse, ce qui a bien souvent conduit à des analyses fausses voire absurdes.
- La relation à l'équivalence n'a quasiment jamais été démontrée correctement, ce qui révèle des lacunes dans la capacité à exploiter le résultat d'un titrage.

- La formule de l'activité d'un gaz est souvent fautive et on trouve trop souvent :
$$a = \frac{[CO_2(g)]}{c^\circ}$$

- Les prestations sur la classique solubilisation du CO₂ ont été globalement décevantes. Notamment, les simplifications sur la formule en ne considérant que le terme mathématique provenant de l'espèce prédominante ne sont quasiment jamais faites.

Partie 2

- Le début de partie portant sur des compétences classiques de thermodynamique a été bien traité.
- La question sur l'affinité chimique a posé problème aux candidats et a souvent été bloquante pour la suite. Les candidats ayant réussi cette question ont au contraire réussi à terminer cette partie sans grande difficulté.
- Les questions calculatoires visant à calculer des quantités à introduire ont posé des problèmes à de nombreux candidats.

Partie 3

- Le début de cette partie a été plutôt bien traité.
- Les diagrammes P,T du corps pur ont souvent des allures très (trop) approximatives.
- Tous les candidats n'ont toutefois pas le réflexe de tracer une droite pour exploiter un tableau de valeur et déterminent les grandeurs inconnues à l'aide d'un calcul direct sur deux valeurs. Ces candidats ont été sanctionnés car leur méthode est trop peu précise scientifiquement.
- Certains candidats font preuve d'inattention et traitent le binaire liquide / vapeur comme s'il s'agissait d'un binaire liquide – solide. L'hétéroazéotrope est alors appelé eutectique. Les domaines ne sont pas identifiés avec assez de précision. On trouve par exemple liquide + vapeur sans préciser la nature du liquide et la nature de la vapeur. À chacune de ces imprécisions ou erreurs, les candidats ont été sanctionnés perdant ainsi des points précieux.
- Le montage d'hydrodistillation et le principe de cette technique ne sont pas maîtrisés.

Problème 2

- Les candidats connaissant leur cours de chimie organique ont bien répondu à ce problème, montrant des compétences et des connaissances solides. En revanche, pour ceux qui sont en délicatesse avec la chimie organique, les conséquences ont été importantes en terme de notation finale.
- La notion de polarité de la liaison et l'analyse de l'inversion de polarité a posé problème aux candidats. Ces notions sont pourtant un classique quand on évoque les organomagnésiens et les dérivés halogénés.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	2	0,12	2	0,12
1 à 1,99	5	0,30	7	0,41
2 à 2,99	7	0,41	14	0,83
3 à 3,99	37	2,19	51	3,02
4 à 4,99	22	1,30	73	4,32
5 à 5,99	97	5,74	170	10,07
6 à 6,99	101	5,98	271	16,04
7 à 7,99	172	10,18	443	26,23
8 à 8,99	173	10,24	616	36,47
9 à 9,99	201	11,90	817	48,37
10 à 10,99	165	9,77	982	58,14
11 à 11,99	165	9,77	1147	67,91
12 à 12,99	162	9,59	1309	77,50
13 à 13,99	126	7,46	1435	84,96
14 à 14,99	97	5,74	1532	90,70
15 à 15,99	66	3,91	1598	94,61
16 à 16,99	46	2,72	1644	97,34
17 à 17,99	25	1,48	1669	98,82
18 à 18,99	12	0,71	1681	99,53
19 à 19,99	7	0,41	1688	99,94
20	1	0,06	1689	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1689

Minimum : 0,76

Maximum : 20

Moyenne : 10,32

Ecart type : 3,40

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99		0,00	0	0,00
2 à 2,99	2	0,12	2	0,12
3 à 3,99	2	0,12	4	0,24
4 à 4,99	13	0,77	17	1,01
5 à 5,99	31	1,84	48	2,84
6 à 6,99	73	4,32	121	7,16
7 à 7,99	149	8,82	270	15,99
8 à 8,99	195	11,55	465	27,53
9 à 9,99	255	15,10	720	42,63
10 à 10,99	294	17,41	1014	60,04
11 à 11,99	244	14,45	1258	74,48
12 à 12,99	186	11,01	1444	85,49
13 à 13,99	128	7,58	1572	93,07
14 à 14,99	55	3,26	1627	96,33
15 à 15,99	40	2,37	1667	98,70
16 à 16,99	13	0,77	1680	99,47
17 à 17,99	9	0,53	1689	100,00
18 à 18,99		0,00	1689	100,00
19 à 19,99		0,00	1689	100,00
20		0,00	1689	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1689

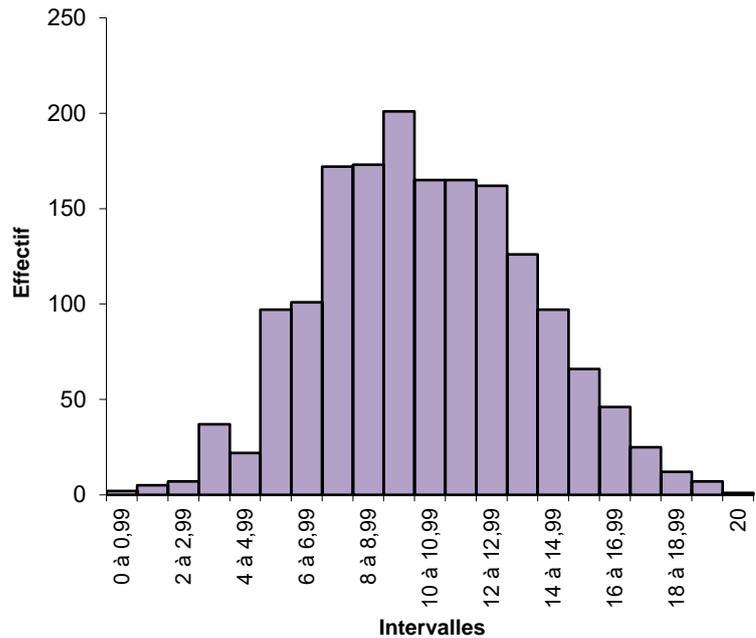
Minimum : 2,56

Maximum : 17,59

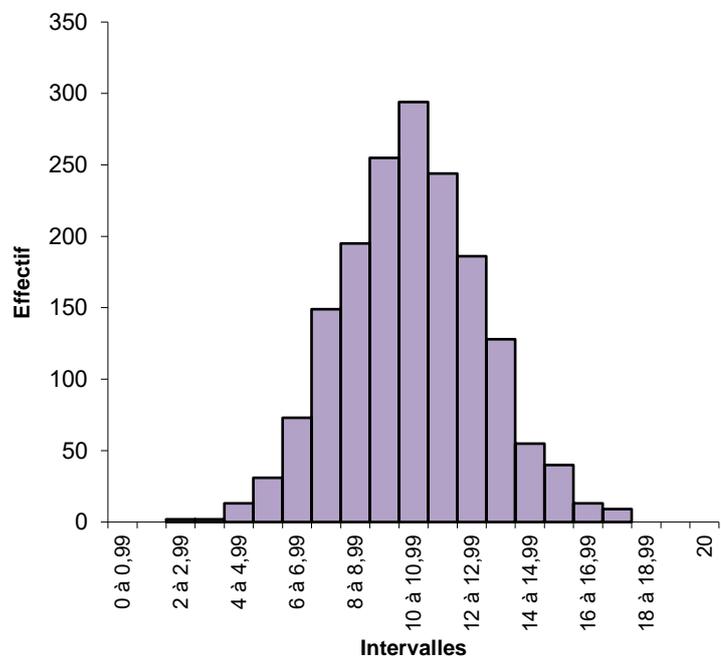
Moyenne : 10,45

Ecart type : 2,41

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.

Le sujet était organisé en deux sous-sujets indépendants (Biologie 1 et 2), chaque sous-sujet étant découpé en parties. Cette année, les candidats ont bien réparti leur effort sur les deux sous-sujets : de nombreuses copies ont traité l'intégralité du sujet. D'autres ont délaissé la fin de la partie 3 pour se consacrer à la deuxième moitié de l'épreuve.

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

Dans l'ensemble, les copies sont bien rédigées avec un effort notable pour la rédaction et le soin dans la présentation, quitte à utiliser des couleurs différentes pour mettre en évidence les conclusions par rapport à l'analyse des documents, ce que le jury apprécie. Toutefois, certains candidats doivent être particulièrement vigilants avec l'orthographe et la grammaire : les règles basiques d'accord des verbes et des adjectifs doivent être *a minima* maîtrisées. 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.

La plupart des candidats ont fait l'effort de respecter la consigne de rédaction en cinq lignes lorsque cela était demandé. Dans quelques copies, les candidats ont détaillé les objectifs de chaque question et leurs observations. Si l'intention est louable, il y a un juste milieu pour leur éviter de perdre trop de temps, surtout quand la description est une paraphrase du sujet et n'apporte donc aucun point. 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. Cela permettrait également à certains candidats de lire les valeurs sur les échelles et d'éviter ainsi des erreurs d'interprétation.

Enfin, le schéma bilan de Biologie 1 a été peu réalisé. Il permettait pourtant de synthétiser toutes les conclusions émises au cours des différentes questions. *A contrario*, certains candidats ont judicieusement proposé des schémas intermédiaires au cours de leur rédaction, comme des conclusions partielles.

Remarques particulières au sujet 2018

BIOLOGIE 1. LE PHOSPHATE CHEZ LES VÉGÉTAUX

Partie 1. Conséquence d'une carence en Phosphate sur le développement

Question 1 : L'énoncé demandait de se focaliser sur la nutrition en phosphate. C'est dans la perspective de la nutrition végétale en phosphate (uniquement) qu'il fallait analyser le document. Inutile de détailler les compositions globales des horizons du sol. Il est également utile de regarder

les unités pour décrire la présence de phosphate dans le sol : peu d'étudiants ont noté la faible concentration globale de phosphate total.

L'énoncé demandait également de fournir le nom de molécules distinctes contenant du phosphore. ATP, ADP, AMP sont la même molécule plus ou moins phosphorylée, de même que glucose 6P, glucose 1P et glucose 1,6-diP. De plus, le nom n'est pas ATP mais adénosine triphosphate. Le jury a pu constater qu'une partie des candidats ne connaissait pas la structure de base d'un nucléotide, de l'acide désoxyribonucléique,... ainsi pour l'ATP, le ribose devient un désoxyribose, voire un hexose.

Question 2 : Cette partie a globalement été bien traitée par les candidats.

Question 3 : La technique du gène rapporteur est globalement bien maîtrisée, la notion de promoteur inductible un peu moins.

La zone d'accumulation de l'auxine visualisée par l'activité du rapporteur DR5::GUS n'est pas toujours connue. L'activité DR5::GUS réduite dans l'apex poussant en sol carencé suggère que l'auxine s'y accumule moins. Certains candidats ont correctement décrit l'ensemble des photographies de méristèmes.

Question 4 : Ces documents ont été particulièrement mal abordés : la question demande d'expliquer la présence des racines protéoïdes et non leur absence. Le palier atteint par la masse sèche de la tige n'a souvent pas été remarquée. La présence de phosphate dans la plus jeune feuille mature a parfois été uniquement citée.

Question 5 : Une grande partie des étudiants parle d'une "densification" des racines protéoïdes. La dégénérescence au stade 4 est souvent restée inaperçue.

Partie 2 : Action des racines protéoïdes lors d'une carence en Phosphate

Question 6 : L'influence du phosphate dans la croissance du végétal et le nombre de racines protéoïdes a été globalement bien abordée mais souvent de façon finaliste. Le paradoxe selon lequel les hémiracines protéoïdes en milieu riche en phosphate soient plus nombreuses que celles en milieu pauvre a été globalement remarqué mais la coordination à distance du développement racinaire a été très peu présentée.

Question 7 : Cette question a été globalement correctement traitée.

Question 8 : Pour les racines protéoïdes, même si les résultats ne sont pas significativement différents entre racine gauche et droite, ils permettent de mesurer l'exsudation de citrate par les plants selon la concentration de phosphate. Il était particulièrement utile de regarder les axes des ordonnées de ces graphiques : le facteur x10 entre les racines non protéoïdes et les racines protéoïdes aurait alors été utilement remarqué. La différence d'efficacité de sécrétion de citrate entre les racines protéoïdes et non protéoïdes a été de ce fait mal interprétée : les histogrammes de la figure des racines non protéoïdes sont certes « plus grands » en dessin mais au maximum ont une valeur de 2,5 nmol.h⁻¹.cm⁻¹ contre 15 nmol.h⁻¹.cm⁻¹ pour les racines protéoïdes.

Partie 3 : Régulation de l'activité des racines protéoïdes

Question 9 : Le principe de l'immunodétection n'est pas compris par beaucoup de candidats : l'anticorps sert à détecter la présence sur la membrane de western blot d'une protéine donnée (PEPC, serine 11 phosphorylée). Trop de candidats pensent que l'anticorps est synthétisé par le végétal. L'activation de la PEPC via la phosphorylation de la sérine est peu évoquée. L'équation de la glycolyse est souvent fantaisiste avec création de matière *ex nihilo* ou consommation d'ATP (sans création). Des équations de respiration cellulaire ont été aussi trouvées à la place de la glycolyse... La localisation hyaloplasmique (=cytosolique) de la glycolyse n'est pas connue par tous les candidats.

Question 10 : De très beaux schémas ont été obtenus lorsque la question était traitée. Enfin, les candidats, même pris par le stress, doivent faire attention aux termes du sujet : ainsi, les racines

protéïdes deviennent au fil de la copie protéïdes, protéïnoïdes, protéïques, ... à plusieurs répétitions, ce qui exclut le *lapsus calami*.

BIOLOGIE 2. ÉTUDE DU RÉCEPTEUR AU FROID TRPA1.

Partie 4. Fonctionnement du canal TRPA1 chez les rongeurs et les primates

Question 11 : Pour définir un “canal ionique à ouverture contrôlée”, il faut préciser la signification de chaque terme ; trop étudiants ont commencé leur définition par “c’est un canal” au lieu de dire “c’est une protéine transmembranaire...”. Il est rarement fait mention du fait que les ions traversent ces canaux dans le sens de leur gradient électrochimique. Le vecteur vide est un témoin négatif (le terme “négatif” était attendu) qui permet de s’assurer que la présence du vecteur n’influe pas sur le paramètre mesuré. Des réponses telles que “le vecteur vide permet de voir ce qu’il se passe en absence de TRPA1” sont insuffisantes car des cellules sans vecteur le permettraient aussi. L’hypothèse interprétative de perte de fonction par mutation n’a quasiment jamais été abordée.

Question 12 : La technique du patch clamp n’est pas bien connue et le document A a été très peu commenté.

Question 13 : Cette question a généralement été bien rédigée, avec des descriptions complètes qui permettaient d’argumenter la conclusion. La réponse « c’est S5 G878V qui est coupable » n’est toutefois pas suffisante.

Partie 5 : La détection des infrarouges chez les serpents et le canal TRPA1

Question 14 : Ces représentations graphiques ont été bien comprises par la plupart des candidats. Il fallait remarquer que chez le crotale, l’expression de TRPA1 était plus importante dans les neurones reliés aux fosses nasales que dans les neurones d’un autre ganglion nerveux. Par contre, chez la couleuvre, TRPA1 n’est pas plus exprimé dans les neurones reliés aux fosses nasales que dans les neurones d’un autre ganglion nerveux ; des neurones insensibles aux IR (= celles de la couleuvre) ne sur-expriment donc pas TRPA1 contrairement à des neurones sensibles aux IR (celles du crotale). Cela suggère un rôle de TRPA1 dans la perception des IR. Il ne fallait pas ici se contenter de remarquer que, dans les neurones reliés aux fosses nasales, il y avait plus de copies d’ARNm de TRPA1 chez le crotale que chez la couleuvre. En effet, cela pourrait être simplement dû à une expression génique globalement plus intense chez le crotale que chez la couleuvre.

Question 15 : Il ne faut pas oublier de décrire et d’analyser les documents avant de conclure. Il fallait proposer des comportements de prédation possibles chez la couleuvre (détection des proies par la vue, l’odorat, etc.)

Partie 6 : Évolution du canal TRPA1

Question 16 : La question sur les mutations synonymes et non synonymes a été globalement réussie mais la question 16b fut moins abordée. Très peu d’étudiants ont réussi à expliquer les mécanismes évolutifs expliquant la présence d’un nombre de mutations synonymes supérieur aux mutations non synonymes dans certains domaines de la protéine TRPA1. Voici une réponse possible : Les mutations synonymes dans des sites clés d’une protéine permettent que sa fonction soit conservée, contrairement aux mutations non synonymes. Les mutations étant aléatoires, et malgré la redondance du code génétique qui favorise les mutations synonymes, les mutations non synonymes se produisent plus fréquemment que les synonymes. Si on observe que ce n’est pas le cas pour certains sites (valeur supérieure à 1 dans la figure), c’est que ce site n’évolue pas selon la dérive génétique (évolution aléatoire), mais que les mutations non synonymes sont éliminées dans la population par sélection purificatrice (à l’échelle allélique) ou stabilisatrice (à l’échelle phénotypique). Q16c : Il fallait citer deux parties de la protéine (ANK10 et ANK2) ; beaucoup d’étudiant(e)s en ont cité plus de deux ce qui nuit à la qualité de la réponse ou ont considéré S6 par analogie avec la détection du froid au niveau de l’hélice S5.

Question 17 : Deux *scenarii* d'évolution (convergente et divergente) étaient demandés. Les candidats ayant traité ces questions ont globalement réussi.

Aussi, pour les candidats de l'année prochaine, le jury suggère quelques pistes d'amélioration :

1. Être concis,
2. Bien répondre à la question posée,
3. Éviter de faire de la paraphrase de documents,
4. Mieux organiser les raisonnements : ne pas faire dix observations avant de conclure. Aérer observations et conclusions. Ces dernières doivent ressortir.
5. Mieux maîtriser les techniques classiques
6. Bien connaître son cours : le poids des questions de cours sera maintenu ou accentué, ces dernières étant très discriminantes.
7. Gérer le temps en le répartissant de manière plus équilibrée : il est préférable d'avoir traité toutes les questions, même partiellement, que de n'avoir fait qu'une partie du sujet.
8. Être en mesure de réaliser des schémas de synthèse de qualité, à la fois propres, clairs et précis. L'utilisation de formes géométriques tracées à la règle permet d'éviter l'écueil du dessin brouillon.

ÉPREUVE ÉCRITE DE GÉOLOGIE

Le rapport de l'épreuve écrite de géologie qui suit, est très détaillé. Certains éléments donnés ici ne sont pas attendus des candidats, et sont donc indiqués à titre informatif afin de présenter une analyse aussi complète et intégrée que possible des différentes notions abordées.

Le sujet traite de la géologie des Cordillères Bétiques et du bassin d'Alboran, dans le Sud de l'Espagne. On se propose de reconstituer l'histoire géologique de cette région complexe à partir de données géophysiques, tectoniques, pétrologiques et géochimiques.

1. SISMICITÉ ET TOMOGRAPHIE

1.1. On analyse des coupes tomographiques afin de mettre en évidence la structure profonde de la zone étudiée. Dans un premier temps, on demande d'expliquer comment les images tomographiques sont obtenues. Il s'agit là fondamentalement d'une question dite de cours.

La tomographie sismique est une méthode de géophysique qui peut être assimilée à un scanner (échographie sismique) de la Terre. Pour chaque endroit du globe, il est possible de calculer la vitesse de propagation des ondes sismiques P ou S, à une profondeur donnée, lors d'un séisme. La comparaison entre la valeur locale mesurée V_P (ou V_S) et celle obtenue à partir d'un modèle 3D théorique de vitesse de propagation des ondes (modèle PREM, modèle sismologique à symétrie sphérique de la Terre) met en évidence des écarts relatifs entre le temps d'arrivée des ondes et le temps théorique de départ lié à la localisation du séisme. Cette méthode géophysique utilise l'inversion de données qui permet de traduire les variations spatiales des vitesses de propagation des ondes à l'intérieur du globe. Les mesures sont effectuées pour de nombreux séismes de manière itérative afin de produire un modèle qui intègre l'ensemble des données. Les écarts mesurés sont exprimés en pourcentage. Ces écarts constituent des anomalies dont la résolution est directement dépendante de la quantité de données injectées et de la résolution du modèle initial, donc de la puissance de calcul. Les anomalies sont représentées sous forme d'images (cartes, coupes).

La tomographie sismique reste relativement mal connue. Ceci est d'autant plus étonnant que les méthodes géophysiques sont abordées largement depuis le lycée. On trouve encore trop souvent des idées générales sur la sismique réflexion/réfraction offshore, si bien que pour nombre de candidats les images tomographiques sont obtenues par des "bateaux de prospection sismique" ! On remarquera que, s'il existe un fond de connaissance des phénomènes, ce n'est pas acquis pour tous et çà l'est encore moins pour la compréhension desdits phénomènes.

1.2. Pour analyser correctement les coupes tomographiques, il est nécessaire de savoir ce que l'on met en évidence à partir des enregistrements de tomographie sismique. Les anomalies de vitesse sismique des images tomographiques sont souvent considérées directement en terme de variations de température, en non pas en terme de variations de vitesse par rapport au modèle PREM, puis par extrapolation, de densité et enfin de température.

Ainsi, les anomalies obtenues par tomographie peuvent être indirectement interprétées en terme de variations de température qui permettent l'accès à la structure thermique du manteau. Les zones les plus lentes (temps réel supérieur au temps théorique mis par les ondes) sont interprétées comme les zones les plus chaudes, moins denses, et par conséquent, ascendantes dans un environnement plus froid, plus dense (enveloppe convective). Les zones les plus rapides sont dites froides, plus denses et donc descendantes. Les images de tomographie permettent de modéliser la structure convective du manteau.

Par exemple, sous les dorsales (ou les points chauds), le ralentissement des vitesses de propagation des ondes sismiques par rapport au modèle PREM, laisse supposer la présence d'une asthénosphère plus chaude due à une remontée du manteau sous un gradient thermique adiabatique, animée de mouvements ascendants. Dans le prolongement des zones de Wadati-Benioff, le manteau présente des vitesses de propagation des ondes accélérées. Ceci traduit la présence d'un manteau plus froid qui signe le prolongement de la zone de subduction en profondeur vers le manteau.

Encore une fois, si beaucoup de candidats ont entendu parler des phénomènes ils sont, pour beaucoup, incapables de répondre clairement aux questions posées : ou bien les notions apprises sont mal digérées, ou bien le vocabulaire dont ils disposent est insuffisant. Plus grave encore, ils ne sont souvent pas capables de discerner les causes des effets.

1.3. On s'intéresse ensuite à l'expression minéralogique de deux horizons géophysiques situés à des profondeurs voisines de 410 et 670 km.

Dans le manteau, les deux plans à 410 et 670 km, sont des plans de discontinuités sismiques liés à des sauts de vitesse de propagation des ondes sismiques P et S (anomalies de vitesse), interprétés comme des discontinuités structurales délimitant des enveloppes concentriques. D'une manière générale, il y a augmentation graduelle de la densité des minéraux du manteau avec la profondeur et, au passage des sauts de vitesse des ondes P, correspondant à une augmentation brusque de la densité des minéraux qui indique des modifications profondes de leur structure.

Les transformations minéralogiques, ou transitions de phase, impliquent notamment l'olivine $[(Mg, Fe)_2 SiO_4]$ dont la structure change avec l'augmentation de pression. Les changements de la structure de l'olivine sont responsables des discontinuités observées. Le diagramme de phases des olivines et le modèle minéralogique du manteau montrent qu'à 410 km, la structure de l'olivine α (minéral orthorhombique) disparaît au profit de celle du spinelle (minéral cubique), olivine β , puis olivine γ , olivine à structure de spinelle. A 670 km, l'olivine disparaît au profit de la pérovskite, selon la réaction : olivine "donne" pérovskite $[(Mg,Fe) SiO_3]$ et magnésioiwüstite $[(Mg,Fe) O]$.

Au risque de se répéter d'année en année, beaucoup trop de candidats ne maîtrisent pas des concepts aussi fondamentaux que la différence que l'on peut (doit) faire entre élément chimique, minéral et roche. En général, les réponses à cette question sont très brèves, souvent correctes quoiqu'approximatives. Beaucoup de candidats sont d'accord pour mettre en cause les olivines sans s'étendre plus avant sur le sujet. D'autres, un peu plus prolixes, s'aventurent dans quelques tentatives de description des changements de structure des péridots sans jamais aborder les causes desdits changements. Enfin, certains, moins nombreux, donnent de très bonnes réponses argumentées sur la nature des olivines en fonction de la profondeur.

1.4. L'horizon géophysique à 670 km, correspondant à une discontinuité, sépare deux enveloppes terrestres, le manteau supérieur hétérogène du manteau inférieur plus homogène.

Trop souvent, la limite à 670 km est décrite comme la transition entre le manteau et le noyau externe. Au final, cette question a été très discriminante.

1.5. On demande maintenant une analyse des différentes coupes tomographiques, suivie d'une interprétation en termes de tectonique des plaques.

On observe sur les coupes des anomalies positives, à haute vitesse sismique (en bleu), qui correspondent à des corps froids. Ces derniers séparent des zones à anomalies négatives, à vitesse des ondes sismiques plus lentes, correspondant à des panneaux plus chauds. Dans les coupes a et b, le corps froid semble atteindre la surface ; dans la coupe c, le corps froid est isolé de la surface par un corps plus chaud. En profondeur, tous les corps froids ne dépassent pas la discontinuité à 670 km. La morphologie des panneaux anomaliques (en bleu) est différente. Dans la coupe a, on a un corps régulier quasi ininterrompu s'étalant vers le bas sur la discontinuité à 670 km, avec amincissement du corps en passant à la discontinuité à 410 km. Dans la coupe b, il y a épaississement à 250 km et morcellement du corps à 300 km, 400 km, 500 km avec réduction des fragments avec la profondeur. Dans la coupe c, un seul panneau puissant existe en profondeur entre 100 km et 600 km. A 670 km, la réaction de transformation de l'olivine γ en pérovskite est endothermique ; la transition de phase dans le "slab" plongeant plus froid doit se faire à une pression plus élevée que dans le manteau environnant. On a donc une diminution de l'écart de densité entre le "slab" et le manteau, à 670 km, avec transition de phase dans le manteau mais pas dans le panneau plongeant. Ce phénomène tend à augmenter la flottabilité du "slab" et ainsi entraîne sa stagnation autour de 670 km.

Des foyers de séismes se situent dans différentes parties des panneaux. Dans la coupe a, ils sont localisés au toit du panneau froid subvertical et dans le panneau supérieur à faible vitesse. Dans la coupe b, ils sont au sein du panneau supérieur à faible vitesse et dans la partie supérieure du panneau plongeant. Dans la coupe c, on les retrouve dans le panneau supérieur à faible vitesse.

En termes de tectonique des plaques, la disposition des corps froids lithosphériques ("slabs") plongeant entre des panneaux plus chauds rappelle le schéma de zones de subduction, ici entre des blocs continentaux. Les caractéristiques de ces "slabs" seraient distinctes dans les coupes de a à c. La coupe a, proche d'une d'orientation E-W, indique un "slab" de direction subméridienne. Le "slab" subduit est très incliné (froid, dense). Il devient quasi subvertical en profondeur. Les foyers de séismes situés au toit du panneau froid, à l'aplomb de la fosse, sont caractéristiques d'une convergence à couplage mécanique faible (séismes probablement extensifs à l'aplomb de la fosse) entre un océan et un arc. La coupe b, à l'ouest du bassin d'Alboran, met en évidence un "slab" peu incliné, d'orientation proche de E-W (WSW-ENE), plongeant vers le Sud, qui est donc quasi orthogonal par rapport au plan de subduction subméridien visible dans la coupe a, mais qui est bloqué à faible profondeur (200 km) en raison, peut-être, de sa faible densité et d'une température élevée. C'est probablement une figure de bourrage dans le chenal de subduction. En profondeur, la lithosphère océanique est déchirée en plusieurs tronçons s'enfonçant verticalement par densité. Dans la coupe c, le "slab" subvertical n'atteint pas la surface, et est situé à l'aplomb de foyers de séismes présents dans deux panneaux continentaux. Ces panneaux sont caractérisés par une vitesse faible des ondes P, le panneau sud chevauchant le panneau nord. Les foyers des séismes forment un alignement très net dont le prolongement se poursuit au toit de la plaque lithosphérique froide. Ce dispositif pourrait reproduire la zone d'affrontement entre deux plaques qui ici témoignerait du processus terminal avec la collision continentale postérieurement à la subduction océan-continent. La trace du "slab" est illustrée par le panneau froid. De même, dans la coupe b, on retrouve de nombreux foyers de séismes au cœur de la plaque chevauchante à faible vitesse. On peut donc envisager la fermeture d'un espace océanique qui progresserait d'Est en Ouest, avec plusieurs subductions diachrones. La disposition à 90° des panneaux lithosphériques subduits peut s'expliquer (i) par la présence de deux zones de subduction quasi orthogonales, ou (ii) par l'effet d'une courbure majeure du plan de subduction. Si deux zones de subduction existent, elles ne sont pas forcément synchrones. La première zone de subduction avec un fort plongement vers l'est, à l'ouest de Gibraltar, serait plus récente, car la lithosphère subduite, fragment de la plaque océanique atlantique, est peu épaisse et continue. La deuxième subduction est orientée en gros WSW-ENE, voire E-W. Elle montre un panneau fragmenté (coupe b) plongeant vers le sud. La convergence globale N-S sous le bassin d'Alboran se poursuivrait. Elle impliquerait le plancher océanique de la Méditerranée, plongeant sous l'Afrique, ou le plancher du bassin océanique d'Alboran. Le faible pendage du panneau pourrait indiquer que l'on est en présence d'un "slab" jeune, encore peu refroidi, ayant du mal à s'enfoncer. On peut aussi envisager un contexte tectonique local du bassin qui produit ce bourrage à faible profondeur. La coupe c illustrerait la fermeture d'un espace océanique (Téthys ?) vers l'est, limité par d'anciennes failles transformantes NNW-SSE.

Les descriptions demandées sont souvent sommaires, se limitant plutôt à une interprétation directe : "subduction" ! Encore faut-il le démontrer, c'est l'objet de la question.

Analyser ! Il faut pour cela avoir un sens de l'observation qui fait défaut à beaucoup de candidats. Dans l'énoncé il est écrit : "analyser successivement". Donc, on s'attendrait à lire la description de la coupe (a), puis celle de la coupe (b) suivie par celle de la coupe (c). Le mot successivement a souvent été oublié et l'analyse saute d'une coupe à l'autre, mélange les observations de l'une avec celles de l'autre, observations la plupart du temps incomplètes. Par exemple, plus de la moitié des candidats s'abstiennent de parler des hypocentres des séismes et/ou de la pente des corps froids. Tout cela conduit à des réponses souvent lapidaires et des conclusions non étayées par des observations. Dans quelques copies, les descriptions sont excellentes, complètes, conduisant à des implications quant à l'interprétation des formations géologiques en présence.

1.6. On demande ensuite de confronter les observations aux modèles convectifs pour le manteau. Il existe deux modèles de convection pour le manteau : un modèle à une couche et un modèle à deux couches. Dans le modèle à deux couches, la limite entre ces couches est à 670 km. Il s'agit d'une couche limite thermique diffusive, intermédiaire.

Beaucoup de candidats semblent ignorer ce qu'est un phénomène de convection ! On rappelle donc que dans un milieu déformable, lorsqu'un matériel chaud, peu dense, est surmonté par un matériel froid, plus dense, on observe des mouvements de matière à l'origine d'un transfert de chaleur. Le matériel chaud et peu dense s'élève et se refroidit tandis que le matériel froid s'enfonce et s'échauffe ; la circulation de matière s'organise ainsi en cellules de convection.

D'après les coupes a à c, le modèle convectif à deux couches (manteau supérieur-manteau inférieur) semble plus logique car tous les panneaux plongeants (zone froide) sont interrompus à l'interface à 670 km. Dans la coupe a, le panneau froid vient même complètement "s'écraser" au niveau de cette interface. On peut cependant discuter le modèle à une couche que l'on peut aussi retenir à partir de la coupe a, compte tenu que (i) des zones à température intermédiaire (anomalie nulle), sous la discontinuité à 670 km, pourraient indiquer que des fragments du panneau lithosphérique ont pu franchir la limite à 670 km et se mélanger en partie à l'encaissant asthénosphérique plus chaud, favorisant ainsi l'existence d'un manteau hybride présent dans le modèle à une couche, (ii) aucune interruption n'est visible en profondeur, en dessous de 670 km, dans le tracé du bloc lithosphérique "chaud" à l'WSW de la zone de subduction (coupe a), (iii) la rupture des panneaux lithosphériques vers 670 km peut être mise en liaison avec le changement de phase qui intervient à 670 km (olivine-pérovskite). Le retard à la transformation de l'olivine γ dans la plaque subduite réduit le contraste de densité avec l'asthénosphère environnante plus chaude, perturbant la chute vers le manteau inférieur. Par ailleurs, le changement minéralogique peut induire des différences de viscosité, qui constitue un obstacle au mélange entre manteau inférieur et supérieur. Il peut aussi y avoir des variations de température en fonction de l'âge de la lithosphère subduite et de la vitesse d'enfouissement. Les péridotites à la source des basaltes océaniques et des points chauds proviennent de réservoirs différents, d'où un modèle à deux couches : sommet de l'asthénosphère pour les MORB, manteau inférieur pour les basaltes des îles intra-océaniques. Il n'y a plus d'activité sismique relevée en dessous de 670 km, argument qui se retourne aussi en raison du franchissement d'un seuil thermique qui empêche la rupture (viscosité), favorisant ainsi le modèle à une couche. Dans le prolongement des zones de subduction, à partir de 670 km, tous les cas de figures existent dans les subductions actuelles. Sous certaines zones de subduction, les anomalies de vitesse s'arrêtent à 670 km de profondeur donc à la limite manteau supérieur-manteau inférieur, favorisant un modèle à deux couches, alors que dans d'autres zones, des fragments de la lithosphère océanique se prolongent jusqu'à la base du manteau, vers 2500 km, en préservant le contraste de température, observation qui favorise le modèle à une couche. Quoiqu'il en soit, dans les deux modèles, le transfert vertical de chaleur se fait par advection qui accompagne les mouvements convectifs ascendants. Dans le modèle à deux couches, la conduction opère entre les deux couches convectives, puis entre l'étage convectif supérieur et la lithosphère. Dans le modèle à une couche, la conduction opère entre l'étage convectif supérieur et la lithosphère.

La presque totalité des candidats qui ont abordé cette question a choisi le modèle à deux couches. Rares sont ceux qui ont évoqué le modèle à une couche. Mais dans un cas comme dans l'autre, les réponses ont été le plus souvent bien maigres et les candidats se sont, dans l'ensemble, allègrement passés de toute explication.

1.7. On s'intéresse à la répartition des vitesses des ondes sismiques, V_p (km.s^{-1}), de la côte nord ouest de l'Espagne à la mer d'Alboran. On définit trois enveloppes majeures avec $V_p < 6,5 \text{ km.s}^{-1}$, $6,5 < V_p < 7 \text{ km.s}^{-1}$ et $V_p > 7 \text{ km.s}^{-1}$. On doit compléter le tableau en précisant : (i) le nom des discontinuités séparant les zones majeures définies précédemment, (ii) le nom des enveloppes, (iii) la lithologie type et (iv) le type de croûte sous le massif ibérique.

Pour $V_p < 6,5 \text{ km.s}^{-1}$, il s'agit de la croûte continentale supérieure constituée de roches sédimentaires, magmatiques (majoritairement de granitoïdes) et métamorphiques (gneiss, micaschistes). On est dans un domaine fragile, limité à la base par la discontinuité de Conrad ou plus simplement une discontinuité sismique.

Pour $6,5 \text{ km.s}^{-1} < V_p < 7 \text{ km.s}^{-1}$, on est dans la croûte continentale inférieure, composée de roches magmatiques denses (gabbros-diorites, injections mafiques-ultramafiques) et/ou roches métamorphiques (gneiss, granulites). A la base de la croûte inférieure, on atteint le Moho. Pour $V_p > 7 \text{ km.s}^{-1}$, on est dans le manteau supérieur lithosphérique, constitué de péridotites (Iherzolites, harzburgites, dunites). Enfin, au niveau du Massif ibérique, on se situe dans la croûte continentale.

Cette question n'a pas posé de problème majeur. Les réponses sont généralement satisfaisantes. Si le Moho est presque toujours bien placé, il arrive parfois qu'il soit confondu avec la discontinuité de Gutenberg ou même de Lehmann. Le nom des enveloppes est souvent correct. Quant au type de croûte sous le Massif Ibérique, il est avéré continental dans la plupart des copies.

1.8. On demande de décrire et d'expliquer la structure de la marge Nord de la péninsule ibérique. La remontée du Moho qui marque l'amincissement brutal (de 30 à 15 km) de la croûte continentale est la première chose évidente. En second lieu, la couche à vitesse très lente peut faire penser à des dépôts sédimentaires relativement peu épais. Enfin, on note une topographie fortement pentée vers le nord à partir des contreforts de la chaîne Cantabrique en direction de la marge nord ibérique. Toutes ces observations font penser à une marge passive avec passage entre croûte continentale et croûte océanique.

Il est écrit, dans le sujet : "décrire et expliquer". La structure est plus souvent expliquée que décrite. Encore une fois, beaucoup de réponses sont dans le style : "c'est une marge passive", sans autre forme d'explication. Beaucoup de candidats ont d'ailleurs totalement occulté cette question.

1.9. On demande de décrire et d'expliquer la structure de la marge Sud de la péninsule ibérique. En premier lieu, on voit un épaississement de la croûte continentale à l'aplomb des Cordillères Bétiques, accompagné d'un approfondissement du Moho (passant de 30 à 40 km), suivi d'une remontée rapide (jusqu'à 15 km de profondeur) sous la Mer d'Alboran. L'épaississement de la croûte continentale sous les Cordillères Bétiques trouve son explication par un raccourcissement accompagné de chevauchements. Enfin, un manteau lithosphérique plutôt froid plonge vers le sud, suggérant une subduction ancienne.

Beaucoup de candidats n'ont pas répondu à cette question. En général, plus le nombre de documents est élevé, plus les réponses sont embrouillées. Les candidats éprouvent de grandes difficultés à organiser leurs observations et à hiérarchiser leurs réponses. Ils nous servent en général des réponses trop souvent hors sujet, et emberlificotées. En fin de compte, il semblerait que beaucoup de candidats aient quelques connaissances des phénomènes étudiés, mais ne savent pas observer, ni tirer de leurs observations des conclusions claires.

2. OPHIOLITES ET PÉRIDOTITES DANS L'ARC BÉTICO-RIFAIN

2.1. On demande de commenter un tableau présentant les éléments majeurs dans des échantillons issus des différents membres de l'ophiolite, en insistant sur les différences de composition géochimique entre les péridotites, et entre les péridotites et le basalte.

Entre lherzolite et harzburgite, on note un appauvrissement de tous les éléments sauf pour MgO dont le poids augmente, ainsi que pour le rapport $Mg/(Mg+Fe^{2+})$. Entre les péridotites et les basaltes, on a un enrichissement de tous les éléments, sauf pour MgO qui diminue très fortement, de l'ordre de 40% à 7%. MnO est relativement stable. L'enrichissement en éléments incompatibles (TiO_2), alcalins (Na_2O et K_2O), Al_2O_3 et CaO est particulièrement net, celui en SiO_2 et Fe_2O_3 , plus modéré.

Les réponses sont très souvent décevantes. Les candidats confondent fréquemment composition chimique et composition minéralogique. Pas facile donc de s'y retrouver. L'esprit de synthèse leur fait également souvent défaut : leur analyse du tableau se fait élément par élément alors qu'il serait plus facile de faire la part entre les éléments alcalins et les éléments ferromagnésiens, par exemple, ou entre les éléments compatibles et incompatibles, avec (trop !) souvent inversion entre ces deux familles. Avec ce genre de question, il faut mettre en évidence des tendances évolutives.

2.2. Dans la suite de l'analyse, on souhaite savoir comment on peut obtenir des harzburgites à partir des lherzolites, sur la base d'arguments géochimiques, minéralogiques et pétrologiques.

• Arguments géochimiques et minéralogiques : les lherzolites matérialisent ce qui pourrait être la péridotite générique du manteau. Les harzburgites correspondent à des résidus réfractaires de péridotites lherzolitiques ayant été appauvries par fusion partielle avec extraction de magmas, ce qui entraîne des modifications minéralogiques et géochimiques (péridotites enrichies vs. péridotites appauvries). Les lherzolites (péridotites enrichies) ont des teneurs en éléments incompatibles supérieures à celles des harzburgites et dunites (péridotites appauvries). Ces éléments se trouvent de préférence dans les clinopyroxènes et les phases accessoires dont les phases alumineuses. Lors de la fusion, le clinopyroxène fond ainsi que le plagioclase ; les autres minéraux sont rééquilibrés avec le liquide de fusion. Les éléments alcalins, le calcium, l'alumine, le fer, le manganèse et les éléments incompatibles, dont le titane, entrent dans le liquide lors de la

fusion partielle d'un manteau lherzolitique. Au contraire, Mg, qui est un élément réfractaire, se concentre dans la péridotite résiduelle.

• Arguments pétrographiques : lherzolite = harzburgite + liquide (basalte).

Le basalte représente le produit de la fusion à l'eutectique (entre 70 et 150 km) du système considéré à partir d'une péridotite. La fusion intervient lorsque le solidus de la péridotite est franchi. La fusion partielle peut se faire soit (i) par décompression adiabatique (avec faible modification de température mais fortes variations de pression), comme sous les dorsales, (ii) par un échauffement isobare (augmentation de température à pression constante), comme sous les points chauds (augmentation locale du gradient géothermique), (iii) par déplacement du solidus à la suite d'une hydratation qui abaisse la température du solidus, comme à l'aplomb des zones de subduction. Dans le système ternaire CPX-OPX-Ol, la fusion commence dès que la température de l'eutectique est atteinte d'une façon ou d'une autre.

Dans la question précédente, on a constaté que la différence entre lherzolite et harzburgite correspondait à un appauvrissement en tous les éléments incompatibles, on peut donc en déduire que l'obtention de harzburgite à partir de lherzolite est réalisée au cours d'une fusion partielle de la lherzolite. Lorsque le solidus de la péridotite est franchi (décompression adiabatique ou augmentation du gradient thermique ou hydratation déplaçant la courbe du solidus), la fusion partielle peut se produire. On constatera la disparition progressive du clinopyroxène et des éventuels plagioclases dont les éléments incompatibles se retrouveront dans le magma basaltique.

Très peu de candidats savent comment peut débuter une fusion partielle. L'augmentation de température par apport de chaleur est avancée la plupart du temps, à l'aide parfois de l'hydratation dont on ne sait généralement pas trop quoi, rarement la décompression adiabatique, exceptionnellement les trois. En résumé, ce sont les modalités de la fusion partielle qui ne sont pas complètement maîtrisées.

2.3. On souhaite ensuite savoir quel processus magmatique est à l'origine des gabbros dans les ophiolites.

Il y a tout d'abord fusion des péridotites pour donner un liquide basaltique et un résidu harzburgitique. Le liquide produit, moins dense que la roche mère a tendance à se rassembler en montant vers la surface jusqu'à constituer des chambres magmatiques au sein d'un encaissant varié (manteau, laves). Si le magma atteint la surface, il donnera des basaltes (roche effusive) sinon, s'il reste en profondeur, son refroidissement lent donnera des gabbros associés à une suite de roches grenues formées par cristallisation fractionnée.

La cristallisation fractionnée correspond à une extraction-séparation des solides, les minéraux, à partir des liquides dont la composition évolue au sein d'une chambre magmatique : L_0 initial = S_1 + L_1 résiduel évolutif. Dans la chambre magmatique qui se refroidit, il va y avoir la cristallisation d'un minéral au solidus qui laisse un liquide résiduel enrichi en composants hygromagmatophiles, qui ne rentrent pas dans le minéral formé mais se partagent en faveur du liquide. Le liquide résiduel suit la courbe du liquidus avec l'abaissement de la température, qui le conduira vers l'eutectique du système considéré. La diminution de température avec le temps provoque, pour une composition donnée, à côté du minéral 1, l'apparition d'un minéral 2, puis d'un minéral 3, et finalement, de plus en plus de minéraux formés à des températures de plus en plus basses. Ces derniers minéraux sont de plus en plus riches en éléments incompatibles, et se forment jusqu'à disparition du liquide résiduel. Au cours de l'évolution magmatique, des minéraux peuvent cesser de cristalliser et/ou réagir avec le liquide (réaction péritectique). Il y a enrichissement progressif du liquide résiduel en éléments incompatibles et en fer (ex. de suite magmatique à la dorsale : gabbro à olivine, gabbro s.s., ferrogabbros).

Les termes de cristallisation fractionnée ou différenciation sont souvent utilisés comme une "tarte à la crème", sans vraiment comprendre de quoi il s'agit vu les nombreuses erreurs dans les formulations. Le magma basaltique, évoqué lors de la question précédente, barbotte dans une chambre magmatique où il va refroidir lentement. Donc, le candidat qui évoquera fusion partielle, chambre magmatique et refroidissement lent aura répondu à la question.

Beaucoup de candidats répondent hors sujet : ils ne parlent que des ophiolites, en long, en large et souvent de travers ! Ceux qui tentent de donner l'origine des gabbros se perdent souvent dans des explications confuses, faisant intervenir, au choix, la subduction, l'expansion océanique ou du

moins les dorsales, la cristallisation fractionnée ou différée, la fusion souvent partielle mais pas toujours, mais rarement le refroidissement d'un magma basaltique dans une chambre magmatique.

2.4. On demande ensuite d'expliquer les variations de compositions observées entre les deux gabbros.

Il y a un phénomène d'accumulation de minéraux cumuli en proportion distincte dans les deux gabbros, ce qui peut donner naissance à un litage de phase, à un litage modal rythmique (succession de lits à minéralogie contrastée au sein d'un ensemble de gabbros).

Le gabbro 2 est plus riche en FeO et MgO et plus pauvre en Al_2O_3 , CaO, Na_2O et K_2O par rapport au gabbro 1 (et au basalte). Ceci traduit un enrichissement préférentiel en minéraux ferromagnésiens, aux dépens des plagioclases. La présence de TiO_2 , en concentration identique à celle d'un basalte, traduit la présence de minéraux riches en éléments incompatibles (dont les minéraux opaques, comme la magnétite, l'ilménite).

Le basalte et le gabbro 1 ont des compositions assez proches. La teneur en Al_2O_3 est forte dans le gabbro 1, comparé au basalte et au gabbro 2, de même que K_2O , ce qui souligne une concentration importante de feldspath, essentiellement du plagioclase, dans le gabbro 1.

Ces deux gabbros différents proviennent donc du refroidissement de deux magmas différents (idée la plus simple) provenant soit de la fusion partielle de deux manteaux différents, soit de la fusion partielle du même manteau, mais suivant deux taux de fusion différents. On peut en outre évoquer la cristallisation partielle d'un même magma (même manteau et même taux de fusion partielle) avec décantation des premiers minéraux formés selon des vitesses différentes (le magma de chaque chambre magmatique pouvant avoir une viscosité différente), ou un refroidissement plus lent et plus long permettant d'évacuer plus d'éléments incompatibles et d'enrichir le gabbro en minéraux ferromagnésiens.

Les réponses sont très variables. Quelques candidats font appel à la notion de gabbros lités et isotropes, sans autre explication, ou avec des explications peu convaincantes. Ceux qui s'en rapprochent le plus, parlent de contamination sans évoquer par quoi, sinon par les parois de la chambre magmatique. Ceux qui en appellent à la cristallisation fractionnée ne vont pas plus loin. Le fait que cette cristallisation fractionnée appauvrit le liquide résiduel en éléments ferromagnésiens amenant à des conditions permettant la cristallisation de minéraux contenant Ca et Na n'est jamais mis en avant. Si quelques-uns s'aventurent à parler de sédimentation dans la chambre magmatique, aucun ne s'étonne que des minéraux moins denses que le magma, comme les feldspaths, puissent sédimenter par gravité vers le fond. Pour justifier le litage, il faut faire intervenir le brassage du liquide résiduel de la cristallisation fractionnée pour qu'il y ait homogénéisation jusqu'à atteindre un équilibre permettant de nouveau la cristallisation de minéraux ferromagnésiens. Ainsi, le tri des minéraux dans la chambre donne naissance au rubanement des roches gabbroïques en faisant "simplement" varier la proportion de plagioclases par rapport aux minéraux ferromagnésiens, ce qui explique les variations respectives de Al et Ca d'une part et de Mg et Fe d'autre part.

En résumé, la disparité entre les deux gabbros peut effectivement provenir de taux de fusion différents, de deux manteaux différents. Pour la cristallisation fractionnée, il y a aussi deux possibilités qu'on peut différencier. Si les gabbros sont cumulatifs, alors le gabbro 2 contient plus de minéraux ferromagnésiens accumulés en début de cristallisation. Mais si les gabbros sont juste le produit de la cristallisation in situ de liquide dans la chambre, alors le plus riche en magnésium provient de la cristallisation d'un liquide qui a subi moins de cristallisation, mais dans ce cas il devrait aussi être moins riche en silice ce qui n'est pas le cas, donc les gabbros sont sans doute cumulatifs. Rares sont les candidats admettant que les deux gabbros proviennent d'une fusion partielle de deux manteaux différents. Plus fréquents sont ceux qui évoquent des taux de fusion partielle différents produisant deux magmas de composition différente. Au final, les candidats ne connaissent pas bien, à de rares exceptions près, ce qui se passe dans une chambre magmatique et comment on obtient un rubanement magmatique.

2.5. L'âge des bassins océaniques est déduit de la datation des zircons des gabbros et de sédiments associés supra-ophiolitiques. On souhaite déterminer la durée moyenne de l'océanisation à l'origine de l'océan Bétique.

Le but est ici, non pas de décrire la méthode de datation, mais d'utiliser les résultats des reconstitutions paléogéographiques, des âges des sédiments, et toute autre information donnée dans le sujet pour encadrer la durée de l'océanisation.

L'âge obtenu à partir des sédiments supra-ophiolitiques permet d'indiquer le plus souvent la fin de l'accrétion, c'est-à-dire, la fin de l'épanchement des laves. L'âge moyen des sédiments supra-ophiolitiques dans tout le bassin ligure se situe autour de 160 Ma. La fourchette d'âge des sédiments supra-ophiolitiques est comprise entre 150 Ma et 170 Ma. On note quelques sédiments plus anciens dans les Alpes ligures (200 Ma) et dans les Cordillères Bétiques (190 Ma). L'âge le plus récent dans les Cordillères Bétiques est d'un peu moins de 160 Ma. Ce qui fait un écart de 30 Ma environ.

Les zircons datent un épisode magmatique pendant l'expansion océanique. L'âge moyen dans le bassin ligure est de 160 Ma comme pour les sédiments. La fourchette d'âge est identique à celle des sédiments (150 Ma < zircons < 170 Ma). On note aussi des âges plus anciens, avec 180 à 175 Ma dans les Alpes ligures, et 190-180 Ma dans les Cordillères Bétiques, comme pour quelques sédiments anciens.

Pour les Cordillères Bétiques, l'âge maximal d'après les sédiments et les zircons est de 190 Ma et l'âge minimal d'un peu moins de 160 Ma dans les sédiments. Donc on peut retenir un écart de 30 à 35 Ma.

D'après les reconstitutions paléogéographiques, le bassin océanique bétique existait à 185 Ma et à 150 Ma. Dans l'introduction du sujet, il est dit que (i) l'océanisation, en général, commence à 200 Ma au Jurassique pour certaines portions de la Téthys Ligure, (ii) la convergence Nord-Sud débute au Crétacé, signant ainsi la fin de l'extension des bassins océaniques, vers 145 Ma. On peut retenir une fourchette large 190 - 150 Ma ; ou plus étroite, 190 - 160 Ma si on tient compte des sédiments supra-ophiolitiques. Finalement, on a donc une océanisation d'une durée de 30 à 40 Ma.

La datation de la croûte océanique n'est que rarement argumentée. Étonnamment, certains ont utilisé l'âge des zircons ou des sédiments post-ophiolitiques en réalisant une moyenne au lieu de déterminer une fourchette. Finalement, les réponses ont été très variées, ce qui fait que la question a été discriminante.

2.6. Avec une vitesse d'expansion inférieure à 5 cm par an, on doit estimer la largeur maximale du bassin océanique Bétique.

Si on prend une vitesse de 1 cm par an, on obtient une largeur d'océan de 10 km en 1 Ma (soit 30 Ma = 300 km, 40 Ma = 400 km). Pour une vitesse de 5 cm par an, on obtient une largeur d'océan de 50 km en 1 Ma (soit, 30 Ma = 1500 km, 40 Ma = 2000 km). Ainsi, la largeur maximale de l'océan Bétique devait être comprise entre 1500 km (30 Ma x 50 km) et 2000 km (40 Ma x 50 km).

Remarque : le bassin océanique bétique est un des bassins rattachés à la Téthys Ligure qui a fonctionné le plus longtemps, et un des bassins ouverts le plus précocement, car il est le plus occidental et donc proche de l'Océan Atlantique Central.

La question peut être lue de deux façons différentes : une largeur maximale si l'on considère seulement la vitesse inférieure à 5 cm/an, ou, si l'on considère que la vitesse peut aller de 1 cm/an au minimum à 5 cm/an au maximum, deux largeurs maximales peuvent être déduites.

Les réponses sont souvent fausses. Cette année, les calculatrices étaient autorisées, ce qui n'a pas empêché un nombre effrayant d'erreurs de calcul. Encore une fois, les candidats n'ont aucune notion d'échelle : une ouverture océanique de 2 mètres, ou de 100 000 km ne les surprend pas. Aussi bizarre que cela puisse paraître, un nombre important de candidats calculent l'expansion de l'océan bétique avec une vitesse de 5 cm par an, puis multiplient par deux, parce que l'océan s'étend de part et d'autre de la dorsale. Aussi surprenant, mais plus rare, quelques candidats divisent le résultat par deux, probablement pour la même raison ! Là encore, la question a été très discriminante.

2.7. Dans les Cordillères Bétiques, la chaîne du Rif, et dans l'actuel banc de Goringe à proximité de l'Espagne, les lherzolites sont relativement courantes par rapport aux harzburgites. En tenant compte de cette observation et des réponses aux questions précédentes, on souhaite préciser par quel processus la croûte océanique bétique s'est formée.

La prédominance d'un manteau de lherzolite témoigne d'une fusion partielle limitée à l'aplomb des dorsales. Tout le manteau ascendant n'a pas fondu. Si l'activité magmatique a été réduite, il y a eu

une production limitée de laves et de gabbros. Ceci peut entraîner en surface la formation d'une couverture discontinue de laves. De même, les chambres magmatiques vont être discontinues, de taille limitée, circonscrites dans un socle de péridotites. La tectonique active à la ride, et dans son voisinage conduit à la bréchification de la croûte océanique et à la formation de brèches à éléments d'ophiolites. Vu la faible puissance des laves, les péridotites et les gabbros, vont remonter plus aisément vers la surface et atteindre le plancher océanique. Le plancher océanique peut être alors constitué de laves, gabbros et de péridotites mantelliques qui sont alors souvent transformées en serpentinites. Des sédiments supra-ophiolitiques recouvrent ce plancher océanique, constitué de roches de nature variée.

Remarque : on peut aussi parler d'une série ophiolitique de type "LOT" (Lherzolite Oceanic Type). Dans ce cas, la lherzolite serait d'origine secondaire, cristallisée à partir d'un magma basaltique ayant percolé au travers du manteau résiduel harzburgitique. Ce type d'ophiolite serait formé à partir d'une dorsale lente, comparable à l'Atlantique Nord, par opposition aux séries ophiolitiques de type "HOT" (Harzburgite Oceanic Type), formées à partir de dorsales plus rapides.

Si l'on tient compte des réponses précédentes, on sait que le manteau a subi un taux de fusion partielle faible pour donner un liquide basaltique (qui se rassemblera dans une chambre magmatique) et une roche réfractaire, la lherzolite. Donc, encore une fois, on fait intervenir la fusion partielle dans la réponse, et, éventuellement, une faible quantité de magma extrait. Dans cette question, on ne demande pas de quoi est formée cette croûte.

Beaucoup de candidats ont répondu : dorsale lente, donc lherzolite sans pour autant aller plus avant dans leur explication. D'autres osent un taux de fusion partielle modéré et ne vont pas plus loin. Quelques rares candidats mettent en avant plus ou moins clairement, un fonctionnement intermittent de la dorsale et donc la faible production discontinue de lave basaltique. De nombreuses copies, du fait de la présence des lherzolites, ont indiqué que la ride était lente, mais peu ont signalé que la contrepartie, c'est la faible proportion de gabbros et de laves. En définitive, de rares candidats ont donc correctement indiqué comment la croûte océanique s'est formée.

2.8. On demande de tracer le cheminement du liquide basaltique issu de la fusion des péridotites mantelliques au niveau d'une dorsale.

La fusion partielle se fait par décompression adiabatique (avec peu de modification de température pour une forte diminution de pression), comme sous les dorsales. Il y a remontée diapirique d'une péridotite lherzolitique. La fusion s'opère essentiellement dans les faciès des péridotites à spinelle et/ou à plagioclase. La proportion de liquide augmente à partir de ces profondeurs à une température quasi constante, ou qui diminue légèrement. Le solidus anhydre des péridotites se situe à environ 50 km de profondeur.

Sur la figure, le trajet du liquide basaltique devra partir du solidus et se terminer en surface, à l'aplomb du point initial. Entre le géotherme et le solidus, c'est le manteau solide qui remonte, le liquide n'apparaît qu'au niveau du solidus.

Tous les candidats n'ont pas répondu à cette question. La plupart de ceux qui se risquent à répondre ne savent certainement pas ce qu'est une décompression adiabatique. Rares sont ceux qui ont tracé un cheminement sinon tout à fait correct, du moins assez proche de la réalité.

2.9. Les écailles de péridotites incorporées aux Cordillères Bétiques et au Rif peuvent renfermer du plagioclase, du spinelle, et quelquefois du grenat. On doit décrire la lame mince d'un échantillon de péridotite. On observe un spinelle (rouge à brun foncé) qui est inclus dans un grenat translucide, intensément fracturé. Le grenat est lui-même entouré d'une couronne sombre constituée de pyroxènes et de spinelle à grain fin (= couronne de kelyphite). Ainsi, du cœur au bord de l'assemblage composite, qui est entouré d'olivine plus ou moins serpentinisée, on a (i) du spinelle xénomorphe (1mm), (ii) du grenat de grande taille (6 mm), et (iii) de très petits spinelles associés à des pyroxènes formant la couronne réactionnelle. La succession spinelle-grenat-spinelle souligne le passage de la péridotite dans des domaines de pressions différents compatibles avec le champ de stabilité des péridotites à grenat et à spinelle.

Ici, il est demandé de décrire, pas d'aller bien plus loin que la description. Beaucoup de candidats se contentent donc de décrire la figure, souvent en paraphrasant la légende de la figure. D'autres se lancent dans des interprétations parfois justes, souvent brouillonnes sinon totalement folkloriques, en oubliant parfois de décrire la lame mince. Un nombre non négligeable de candidats donne un ordre de cristallisation erroné. En particulier, beaucoup prennent prétexte de la

fracturation du grenat pour prétendre que le spinelle est postérieur et que c'est sa croissance qui est responsable des fractures. Et comme beaucoup observent que l'olivine entoure le grenat et le spinelle, de conclure que cette olivine est postérieure aux minéraux précités. Quelques uns osent même conclure à des phénomènes métamorphiques, ou plutôt, le plus souvent, à un épisode métamorphique, peu de candidats concluant à l'existence d'un épisode métamorphique suivi d'une rétro-morphose.

2.10. A la suite de cette description de lame mince, on doit indiquer la trajectoire suivie par l'échantillon de péridotite dans un diagramme Pression-Température.

Pour un manteau anhydre, la péridotite à spinelle initiale (stade 1) est passée dans le champ de stabilité des péridotites à grenat (stade 2) suite à une forte augmentation de la pression (métamorphisme prograde). La couronne réactionnelle avec du spinelle et des pyroxènes autour du grenat indique que la péridotite est revenue ensuite dans le domaine des péridotites à spinelle lorsque la pression a diminué (stade 3, métamorphisme rétrograde). Ceci a entraîné la réaction suivante : olivine + grenat \leftrightarrow orthopyroxène + pyroxène + spinelle \pm amphibole (couronne de kelyphite). Cette réaction est souvent associée à l'exhumation des péridotites.

Le stade 1 est à localiser dans le domaine des lherzolites à spinelle. Il s'agit de placer un point à droite du géotherme continental et de faire jouer ensuite l'augmentation de pression. Vers le stade 2, il y a enfouissement de la péridotite, augmentation de pression avec une hausse plus ou moins marquée de la température (lherzolite à grenat). Pour le stade 3, on a chemin réactionnel à température et pression décroissante (600°C et 50 km de profondeur, métamorphisme rétrograde en pression et aussi en température). Pour ce stade 3 qui renferme de l'amphibole dans la couronne de kelyphite, il faut se situer à gauche du solidus hydraté des péridotites, sinon c'est la fusion pour des péridotites en domaine continental (lherzolites à spinelle).

Si l'on considère que la lame de péridotite à spinelle représente l'état initial, sur le graphique, le point représentant cette péridotite doit se situer dans le domaine intitulé "lherzolite à spinelle". La lame suivante qui voit apparaître du grenat doit se situer dans l'aire intitulée "lherzolite à grenat", donc plus en profondeur. Pour justifier la couronne réactionnelle, il est nécessaire que la roche (qui a subi un premier métamorphisme) subisse une rétro-morphose. Le stade final se situera donc quelque part dans le domaine de la lherzolite à spinelle, en recoupant le solidus hydraté.

Quelques rares réponses textuelles, toutes hors sujet et souvent étranges, qui pourraient être notées dans la question précédente. Les autres réponses, quand la question a été traitée, sont tracées directement sur la figure. De nombreuses copies arrivent à dessiner le trajet de la péridotite du faciès à spinelle au faciès à grenat, et retour. Des copies soulignent la succession des minéraux alumineux correctement, sans que cela se traduise par un schéma correct sur le diagramme. On oublie en général la montée en pression. La diminution de pression a pu se faire soit avec une augmentation de température, soit une diminution de température. De nombreuses courbes ont été aussi assez fantaisistes.

2.11. On s'interroge sur l'origine de la péridotite à grenat, en n'oubliant pas d'indiquer un contexte géotectonique de mise en place.

Pour répondre à ce problème, on utilise les résultats de la question précédente et les connaissances générales sur la nature du manteau profond.

L'origine de la péridotite est déduite de la présence du grenat et de ses relations texturales avec les autres minéraux, notamment les spinelles. Dans un premier cas, le grenat peut être asthénosphérique à lithosphérique car formé dans une péridotite située en profondeur sous les continents et les océans. C'est "l'enveloppe" de péridotite à grenat autour de la Terre. Ces péridotites, qui peuvent être localisées sous la croûte continentale chevauchante, peuvent être exhumées lors d'une collision, à l'arrière d'un arc. Le spinelle apparaît alors postérieur au grenat, souvent dans des couronnes de kelyphite. Dans un second cas, le grenat peut être d'origine métamorphique et lié à l'enfouissement d'une péridotite à spinelle. Cette situation intervient le plus souvent dans les zones de subduction : il s'agit alors d'une péridotite océanique lithosphérique, qui a subi la fusion partielle à la dorsale (lherzolite appauvrie, harzburgite), et qui est ensuite enfouie dans la zone de subduction où elle peut atteindre le faciès à grenat avec du grenat postérieur au spinelle.

En fonction de la profondeur (donc de la pression) où se situe la péridotite, elle stocke son aluminium dans des minéraux où il peut entrer le plus facilement. À des pressions supérieures à

2 GPa (asthénosphère), l'aluminium se situera préférentiellement dans le grenat qui sera un minéral primaire. A des pressions de 1 à 2 GPa, l'aluminium se situera dans le spinelle et c'est le spinelle qui sera le minéral primaire. Si la péridotite à spinelle est amenée dans un domaine plus profond (par subduction par exemple), le grenat remplacera le spinelle. Ce sera un grenat métamorphique.

Quelques candidats répondent à cette question, mais presque toujours partiellement et souvent très maladroitement.

2.12. On reporte sur une figure, les données isotopiques $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ et ϵNd versus $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, calculées à 185 Ma, d'échantillons de basaltes et gabbros, issus des ophiolites bétiques, avec les domaines de composition de basaltes de sites géodynamiques actuels (OIB, CFB, MORB).

Il est demandé d'expliquer comment on obtient les rapports $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ et $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$.

Telle qu'elle est posée, la question est claire et très facile. La réponse est : on utilise un spectromètre de masse ! Très peu de candidats y ont pensé. Pour autant, on peut aller un peu plus loin dans l'analyse.

L'augmentation du rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ est liée à la décomposition du rubidium (Rb), élément fortement incompatible qui entre préférentiellement dans la croûte continentale, et ses produits superficiels. Le ^{143}Nd provient de la décomposition de ^{143}Sm . ^{87}Sr et ^{143}Nd sont deux éléments radiogéniques, découlant de la désintégration d'un isotope radioactif, respectivement ^{87}Rb et ^{143}Sm . ^{86}Sr et ^{144}Nd sont des isotopes stables. La mesure des rapports $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ et $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, pour différents échantillons, s'aligne sur une droite isochrone si les échantillons sont cogénétiques, c'est-à-dire s'ils ont le même rapport initial et le même âge. Le rapport isotopique initial correspond à l'intersection entre l'isochrone et l'axe des ordonnées, valeur obtenue lors de la production du magma.

Le rapport isotopique initial dépend de l'histoire du matériel source susceptible de fondre. S'il y a beaucoup de ^{87}Rb père dans la source, il y aura beaucoup de ^{87}Sr fils dans le magma et un rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ élevé. Le Rb est un élément incompatible qui entre préférentiellement dans le liquide produit. La croûte continentale est donc enrichie en Rb dès sa formation, et le manteau appauvri. Ainsi les rapports $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ seront plus élevés dans la croûte dès le départ.

Il en est de même pour le rapport $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, Nd étant légèrement plus léger et incompatible que Sm. Dans le manteau appauvri en incompatibles, le rapport Sm/Nd est plus élevé que dans les roches non appauvries (crustales). Sm a tendance à demeurer dans le manteau résiduel par rapport à Nd, lors des fusions partielles.

Il y a peu de bonnes réponses. Les candidats ne connaissent que superficiellement la géochimie isotopique avec la signification des éléments pères radioactifs et celle des rapports obtenus, et ceci même dans les bonnes copies. La désintégration radioactive est quelquefois évoquée. Les applications géologiques sont peu connues. On note que la diversité des rapports peut signifier une diversité des sources magmatiques mantelliques.

2.13. Il faut ensuite expliquer la dispersion des points des échantillons des ophiolites bétiques dans le diagramme $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ versus $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, si on écarte l'influence d'une contamination de la zone de subduction lors de la fusion du manteau.

La discrimination des sources magmatiques peut reposer sur la prise en compte de deux rapports initiaux, tels ceux proposés $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ versus $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$.

Les basaltes et gabbros des ophiolites issus des dorsales ont généralement des compositions très homogènes proches des MORB, car issus d'un manteau appauvri en incompatibles. L'influence d'une zone de subduction ferait augmenter, dans les magmas, les rapports $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ et baisser $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, comme pour les basaltes intraplaques, mais à de plus fortes valeurs de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ par suite de la contamination du manteau par de la croûte continentale recyclée. Si on écarte cette influence, la forte dispersion de composition des échantillons des ophiolites bétiques, à $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ constant, traduit une contamination superficielle, vraisemblablement par de l'eau de mer. Il faut effectivement savoir qu'il y a beaucoup de Sr et peu de Nd dans l'eau de mer, et aussi savoir que le rapport isotopique en Sr de l'eau de mer est élevé.

Cette question a été largement évitée. La plupart des réponses paraphrasent souvent ce que le candidat écrivait dans la question précédente et s'épanchent sur des considérations relatives à la radioactivité en général.

3. TECTONIQUE

3.1. A partir d'un profil topographique, on doit réaliser une coupe géologique simplifiée NW-SE puis NE-SW, passant par la mer d'Alboran, en précisant les limites des principales zones tectoniques (bassins néogènes, zones externes, zones internes et flyschs).

Sur la coupe, on doit figurer (i) les zones internes au niveau du bassin d'Alboran, qui chevauchent vers le Nord, au Nord de la mer d'Alboran et vers le Sud, au Sud-Ouest de la mer d'Alboran, (ii) les principaux chevauchements (des zones externes et des zones internes, de l'unité des flyschs), (iii) le plancher de la mer d'Alboran qui est constitué de formations rattachées aux zones internes avec, au-dessus, localement 6 km de sédiments récents (Néogène) et des manifestations volcaniques (≈ 20 Ma), (iv) les flyschs, les zones externes et les bassins néogènes, (v) la remontée du Moho sous le bassin d'Alboran, à 15 km de profondeur et un enfoncement rapide du Moho sous les Cordillères Bétiques et moins prononcé en direction du sud-ouest, sous le Rif.

Remarque : Sur la coupe, le texte indiquant les bassins néogènes (Guadalquivir et Gharb), va plus loin que la limite géographique N et W de ces deux bassins. Autrement dit le texte est situé en partie au-dessus du socle hercynien.

Sur le plan pratique, ce genre de coupe "à l'échelle crustale" ne devrait pas trop poser de problème de construction. Mais quand on voit le résultat, on devrait interdire au concepteur de demander des coupes géologiques, même simplifiées ! En général, c'est une catastrophe et cette fois cela confirme la règle.

Trop souvent, la coupe semble réalisée complètement au hasard (plis reliant les couches à l'affleurement), sans tenir compte de toute l'analyse précédente (questions 1 et 2) et sans réfléchir. La limite inférieure de la croûte (Moho) n'apparaît qu'exceptionnellement alors qu'une profondeur de 50 km est indiquée sur la coupe à remplir. Les correcteurs ont accordé des points si le Moho est tracé avec une allure générale reflétant ce que l'on peut attendre, c'est-à-dire avec (i) une racine sous les Cordillères Bétiques, (ii) une remontée sous la Mer d'Alboran et (iii) une plongée sous le Rif. Même chose avec les failles plongeant dans le bon sens. Par contre, on n'admet pas de faille se prolongeant jusqu'à 50 km de profondeur. On peut grossièrement classer les coupes rendues en trois grandes catégories : (i) celles où ne sont représentées que des failles (ou bien elles sont toutes verticales ou avec des pendages aléatoires ; ou bien dans tous les sens ; ou bien il n'y a des failles que dans la partie SW ; souvent, les failles atteignent des profondeurs supérieures à 30 km, jusqu'à 50 km voire plus), (ii) celles qui figurent un synclinal depuis les Cordillères Bétiques jusqu'au Rif (avec ou sans figuré ; avec synclinal limité à droite et à gauche par deux failles de même pendage fort ; avec le fond du synclinal à une profondeur de 50 km), (iii) celles qui montrent un anticlinal à l'aplomb de la mer d'Alboran (on y retrouve les mêmes catégories que pour les synclinaux).

On notera aussi que de très nombreux candidats ne sont pas lancés dans l'exercice. Ils avaient pourtant une aide précieuse : la figure 4 et la figure 6. Pratiquement aucun n'a vu le parti qu'il pouvait tirer de ces coupes, certes à des échelles différentes, et c'est peut être là la difficulté majeure : le changement d'échelle. Au final, il suffisait d'adapter les deux figures et d'étendre la construction vers le Sud, en direction du bassin du Gharb par effet 'miroir' par rapport au bassin de Guadalquivir. Ainsi, on pouvait illustrer le double déversement, les zones internes chevauchant les zones externes vers le Nord dans les Cordillères Bétiques, et vers le Sud dans le Rif.

3.2. Sur le diagramme Pression-Température, on demande de reporter, le chemin suivi par les zones internes. Cette question ne présente aucune difficulté particulière.

Le trajet suivi par les zones internes met en évidence le métamorphisme prograde conduisant à l'anatexie.

Beaucoup de candidats tracent correctement le chemin P-T suivi par les zones internes. Dans certains cas, le chemin est plus ou moins bien réussi, plus ou moins précis, entre autre le pic de température. Toutefois, certains dessins montrent des chemins assez délirants.

3.3. Quatre déformations majeures (D1 à D4), associées à des épisodes métamorphiques distincts, structurent les Cordillères Bétiques, et ont accompagné, en partie, la formation du bassin d'Alboran. Au nord de ce bassin, un dôme tectono-métamorphique permet aux unités les plus internes, Alpujarides et Névado-Filabrides, d'affleurer. A partir d'une coupe schématique d'orientation Nord-Sud perpendiculaire au dôme, il faut (i) replacer les différentes déformations, (ii)

légèrer les objets, (iii) préciser pour chaque type de déformation, les directions de raccourcissement, d'allongement et/ou de cisaillement qui ont conduit à leur développement.

Il s'agit typiquement d'une question relative à la déformation de matériaux rocheux situés à des niveaux structuraux différents dans la lithosphère.

La déformation D1 correspond à une déformation ductile profonde. Elle montre des reliques crustales présentant une surface de stratification S_0 initiale microplissée avec développement d'une schistosité S1 associée.

La déformation D2 est localisée dans un niveau structural moins profond que D1. On y trouve des plis anisopaques d'entraînement associés à l'exhumation du dôme métamorphique, avec cisaillement du top vers le Nord.

La déformation D3 est située dans une zone entre les deux grands cisaillements régionaux de Marchall et de Filabres. La géométrie générale montre des déformations en forme de sigmoïdes. Le détail de la géométrie des structures tectoniques présente fondamentalement deux plans, avec une schistosité S affectée par des bandes de cisaillement C, et correspondant à des structures de type C-S. Ces structures illustrent un cisaillement du top vers le Nord.

La déformation D4 affecte la partie supérieure de la lithosphère. Il s'agit d'une déformation cassante. Les failles normales affectant le bassin extensif de géométrie asymétrique s'enracinent sur le cisaillement crustal de Filabres.

On pourrait se demander si D1, D2, D3 et D4 sont dans l'ordre chronologique. En effet, la question ne donne pas d'indication sur le sujet. Toutefois, la réponse se trouve dans le tableau. Il s'agissait de classer les déformations depuis le stade de métamorphisme haute pression jusqu'au stade d'extension arrière-arc. Beaucoup de candidats qui ont abordé cette question ont classé D1 à D4 dans le désordre, parfois depuis le stade d'extension jusqu'au stade HP, c'est-à-dire à l'envers. La légende des déformations est également très aléatoire sinon absente. Enfin, les directions de raccourcissement se résument souvent à une ellipse ou à des flèches non légendées et jetées n'importe comment sur la figure.

C'est au sujet du bassin de Almanzora que les candidats sont les plus prolixes. Ils y voient souvent les failles normales, parfois listriques et les blocs basculés associés, avec une sédimentation de début de rifting ou tout simplement un rift. D'autres y voient des failles inverses et/ou des sous charriages. Les structures C-S ont rarement été légendées. Si quelques uns y ont vu une schistosité sigmoïde, la plupart s'abstiennent de tout commentaire. L'objet le plus simple était, a priori, la zone avec les plis anisopaques et déversés que beaucoup de candidats ont reconnu. Enfin, le dernier objet est le plus négligé. Très peu d'entre eux décrivent les schistosités S_1 et S_2 et ne parlons pas de S_0 qui a échappé à presque tout le monde sauf à ceux qui y voient des "joints stylolithiques".

4. SYNTHÈSE

Il s'agit de reporter dans un tableau, la succession des principaux événements géodynamiques, en précisant leur nature afin de rendre compte de la structure actuelle des Cordillères Bétiques et du bassin d'Alboran. On propose ici un résumé des grands événements enregistrés dans le secteur d'étude, basé (i) sur l'analyse des documents et (ii) sur les éléments d'information donnés dans l'introduction générale du sujet.

Les Cordillères Bétiques et le Rif forment une chaîne arquée appartenant à la ceinture orogénique alpine du sud de l'Europe qui montre un double déversement des unités qui sont charriées vers le nord au niveau des chaînes Bétiques, et vers le sud pour le Rif.

Paléozoïque : substratum ancien structuré à l'Hercynien.

Mésozoïque : Océan Bétique et convergence.

- Trias (250 Ma). On enregistre un rifting qui morcelle le continent ancien plissé à l'Hercynien, la Pangée.

- Jurassique (200 Ma), grande période d'expansion océanique.

L'océanisation (avec production de croûte océanique) débute vers 190 Ma au niveau de l'océan Bétique d'après l'âge des sédiments les plus anciens et les datations absolues obtenues sur les zircons des gabbros. L'océan Bétique constitue un segment océanique de 700 km de long rattaché à la partie occidentale de l'océan Ligure, transition vers l'Océan Atlantique Central. La durée de

l'expansion est de 30 à 40 Ma. La largeur maximale pour une vitesse d'expansion de 1 cm/an est de 300 à 400 km, et pour une vitesse de 5 cm/an de 1500 à 2000 km. L'océan Bétique présente les mêmes caractéristiques que l'océan ligure avec un substratum où dominent les péridotites par rapport aux gabbros et aux laves. Le substratum de péridotites est serpentinisé. L'épaisseur des ophiolites charriées sur les formations continentales est généralement faible (ici 1000 m). La prédominance des lherzolites indique une faible activité magmatique, qui pourrait être caractéristique de rides lentes (type "LOT"). Les données isotopiques indiquent pour les gabbros et les laves, une contamination superficielle, probablement par l'eau de mer marquée par l'augmentation du rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Les roches gabbroïques ont cristallisé dans des chambres magmatiques discontinues, intrusives dans les péridotites. Les gabbros montrent d'importantes variations dans la proportion des minéraux ferromagnésiens par rapport aux plagioclases, et localement ils indiquent un enrichissement significatif en éléments incompatibles.

- Crétacé (145 Ma). On enregistre le début de la convergence N-S qui continue actuellement avec le rapprochement Afrique-Europe et qui conduira à l'établissement des subductions vers le sud ou le nord de la Téthys.

Cénozoïque : Subductions - Collision - Ouverture arrière-arc avec intumescence thermique.

- Eocène (56 Ma) : mise en évidence d'une zone de subduction avec métamorphisme HP-BT donnant les éclogites et les Schistes bleus affectant notamment les ophiolites jurassiques.

Les coupes tomographiques mettent en évidence des plans de subduction plongeant vers le sud, certains atteignant la surface, à l'Est du rocher de Gibraltar, impliquant la croûte océanique probablement téthysienne. Ces panneaux ne dépassent pas la profondeur de 670 km, discontinuité où l'olivine à structure de spinelle disparaît pour la pérovskite et la magnésio-wüstite.

La transition à 410 km (olivine α , vers olivine β puis olivine γ), se marque par des variations d'épaisseur du panneau plongeant, voire sa rupture. Comme ailleurs, la géométrie observée ne permet pas de trancher nettement pour un modèle à une ou deux couches pour le manteau profond bien que la limite à 670 km soit bien marquée (modèle à deux couches). Le pendage du panneau plongeant vers le sud sous la mer d'Alboran (ancienne Téthys ?) varie considérablement d'une coupe à l'autre. Localement, le panneau plongeant apparaît par ailleurs isolé. La variation de l'angle du pendage pourrait s'expliquer par la rotation du plan de subduction. On peut aussi noter (i) la trace de la collision (ii) la subduction de la croûte océanique de la mer d'Alboran, jeune, chaude, donc peu incitée à plonger nettement.

- Oligocène (34 Ma) : début de rifting arrière-arc lié à une rotation du plan de subduction de la Téthys du Sud vers l'Est. Ce processus est légèrement postérieur à la formation des chaînes Bétiques et du Rif qui montrent enfouissement, chevauchement, plissement, métamorphismes et remontée des unités profondes HP-BT, issues du fonctionnement de la zone de subduction vers le Sud (ophiolites), qui peuvent atteindre le plancher du bassin d'Alboran.

Les foyers des séismes sont présents dans les panneaux chevauchants, parfois distribués de façon irrégulière ou encore concentrés dans le prolongement de la zone de subduction qui n'affleure plus actuellement. Ils sont fondamentalement liés à la collision continentale qui se poursuit en raison de la convergence N-S des plaques Afrique et Eurasie.

Au nord de l'Espagne, les structures liées à l'ouverture de l'Atlantique (marge passive) oblitèrent en partie le chevauchement des chaînes Cantabriques, et les sédiments tardifs de démantèlement de cette chaîne.

La fusion partielle de la croûte continentale a été facilitée par l'intumescence thermique présente sous le bassin d'Alboran. Un métamorphisme prograde en température peut être mis en évidence dans des unités métamorphisées à haute pression à la fin de l'Oligocène et au début du Miocène. Les péridotites à grenat incorporées dans les chaînes de collision peuvent avoir une double origine et résulter, soit de l'enfouissement de la lithosphère océanique dans la zone de subduction, soit d'une remontée d'un panneau de péridotites profondes, asthénosphériques. Cependant, quelle que soit l'origine des péridotites, ces dernières peuvent montrer la cristallisation tardive de spinelle plus ou moins associé aux pyroxènes et amphiboles, formés lors de la remontée des péridotites, avec l'exhumation des zones internes.

- Miocène (23 Ma) : l'océanisation limitée est combinée à une tectonique distensive arrière-arc qui donnera le bassin océanique d'Alboran. L'ouverture du bassin d'Alboran est associée à une intumescence thermique relevée dans les formations exhumées des zones internes (350 MPa-675°C) qui sont affectées d'un métamorphisme prograde en température. On met en évidence une

remontée du Moho à 15 km de profondeur sous le bassin d'Alboran. Le bassin est rempli de sédiments miocènes sur une épaisseur de 6 à 8 km. A l'ouest, le plancher de la mer d'Alboran est constitué d'unités de la zone interne des Cordillères Bétiques et du Rif qui constitue les marges du bassin océanique d'Alboran.

Durant le Miocène supérieur, se développe un magmatisme calco-alkalin d'arc insulaire en mer d'Alboran et en partie dans les Cordillères en liaison avec les subductions.

- Pliocène (5 Ma) : mise en place d'une subduction vers l'Est et magmatisme alcalin. Il y a une tectonique d'extension avec production d'un magmatisme alcalin, typique d'un processus de rifting, présent dans la mer d'Alboran et un peu moins dans les Cordillères Bétiques. Le magmatisme se situe en arrière d'une zone de subduction récente plongeant vers l'Est impliquant l'enfouissement de l'océan atlantique sous l'arc de Gibraltar. Le panneau plongeant étant subvertical, on peut concevoir un processus d'extension à l'extrados, marqué par un magmatisme alcalin.

Encore un exercice redoutable, tant pour les candidats que pour les correcteurs !

Le récapitulatif final permettait d'utiliser les données de l'énoncé complétées par les observations. La principale difficulté était de bien délimiter les domaines du magmatisme, de la tectonique et du métamorphisme. Ceci a permis à de nombreux candidats de gagner des points. Toutefois, il est dommage de constater que les informations sont trop souvent placées dans la mauvaise colonne et/ou à la mauvaise époque. Il y a bien sur des copies où cette question n'a pas été traitée, sans doute par manque de temps.

Commentaires généraux :

De manière globale, il reste à faire des efforts de présentation et de rédaction : les copies doivent être claires et correctement présentées. Les consignes sont plus ou moins bien respectées ; on doit répondre à la question posée, en évitant le hors-sujet qui irrite beaucoup les correcteurs. De plus, ceci fait perdre énormément de temps, et ne rapporte aucun point ! La concision doit être de mise dans l'exploitation des documents.

Toutes les productions graphiques (coupe géologique, diagramme P-T-t, ...) doivent être réalisées avec soin, et accompagnées d'une légende claire et précise. Encore une fois, beaucoup de schémas ne sont pas suffisamment légendés voire pas légendés du tout. Si un candidat ne légende pas un schéma ou une coupe, autant qu'il ne réponde pas à la question ! De toute façon, tout schéma non légendé ou ne présentant pas d'échelle n'est pas corrigé.

L'exercice relatif à la construction d'une coupe géologique est important dans le concours. Le profil d'une coupe indique si la structure d'ensemble a été bien comprise. Les candidats peuvent très bien répondre à la plupart des questions en amont, questions permettant d'accumuler des résultats utiles et souvent nécessaires à la construction de la coupe, et rater totalement la coupe qui est pourtant un exercice de base en géologie, et dans le cas présent un exercice de synthèse, puisque basé sur des données multi-échelles.

Les connaissances fondamentales en pétrologie sont souvent médiocres. Par ailleurs, les candidats ont des notions, souvent correctes, de géochimie. Mais le plus grand problème reste qu'ils ne font pas assez le lien entre pétrologie, minéralogie et évolution géochimique. Les compétences en géochimie isotopique et leurs applications en géologie doivent être renforcées, notamment dans l'approche de l'histoire du temps.

Cette année, les questions de cours ou très proches du cours ont été inégalement réussies, et de ce fait très discriminantes.

Pour terminer, on signalera quelques très bonnes copies qui montrent que certains élèves ont été capables d'assimiler et d'utiliser l'enseignement de qualité qu'ils ont reçu pour analyser, classer et interpréter correctement les faits géologiques en rapport avec l'histoire des Cordillères Bétiques et du bassin d'Alboran. Avec ce genre de sujet, c'est évidemment la capacité d'observation des candidats qui est jugée. Avant de vouloir quantifier ou généraliser, encore faut-il être capable de décrire et d'analyser une donnée ou un groupe de données (échantillon, diagramme, graphique, tableau, ...) pour savoir quoi et comment quantifier ! On rappelle au passage que la géologie est avant tout une science naturelle d'observation. Tout modèle synthétique, si séduisant soit-il, est basé sur une somme de connaissances relevant de la capacité à observer et à analyser un objet naturel ou un processus. Ces objets naturels sont la plupart du temps complexes, car fondamentalement hétérogènes. Un futur ingénieur travaillant dans le domaine géologique passera sa carrière à caractériser et gérer au mieux ces hétérogénéités naturelles.

Références bibliographiques

- Augier R. (2004) – Evolution tardi-orogénique des Cordillères bétiques (Espagne) : apports d'une étude intégrée. – Thèse Univ. Paris VI, 1-400.
- Augier R. & Jolivet L. (2005) – Late orogenic doming in the eastern Betic cordilleras: final exhumation of the Nevado-Filabride complex and its relation to basin genesis. – *Tectonics*, **24**, 1-19.
- Diaz J. & Gallart J. (2009) – Crustal structure beneath the Iberian Peninsula and surrounding waters: a new compilation of deep seismic sounding results. – *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, **173**, 181-190.
- Dyja V. (2014) – Interaction entre fluides de différents réservoirs lors de l'évolution d'un prisme orogénique en contexte de déformation partitionnée : les Cordillères bétiques internes (Espagne). Implications sur le transfert de métaux dans la croûte. – Thèse Univ. Lorraine, Nancy, 1-371.
- Puga E., Fanning M., Diaz de Federico A., Nieto J.M., Beccaluva L., Bianchini G. & Diaz Puga M.A. (2011) – Petrology, geochemistry and U-Pb geochronology of the betic ophiolites: inferences for Pangea break-up and birth of the westernmost Tethys Ocean. – *Lithos*, **124**, 255-272.
- Vergés J. & Fernandez M. (2012) – Tethys-Atlantic interaction along the Iberia-Africa plate boundary: the Betic-Rif orogenic system. – *Tectonophysics*, **579**, 144-172.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	1	0,06	1	0,06
1 à 1,99	7	0,41	8	0,47
2 à 2,99	8	0,47	16	0,95
3 à 3,99	23	1,36	39	2,31
4 à 4,99	37	2,19	76	4,50
5 à 5,99	66	3,91	142	8,41
6 à 6,99	94	5,57	236	13,97
7 à 7,99	142	8,41	378	22,38
8 à 8,99	166	9,83	544	32,21
9 à 9,99	220	13,03	764	45,23
10 à 10,99	204	12,08	968	57,31
11 à 11,99	200	11,84	1168	69,15
12 à 12,99	175	10,36	1343	79,51
13 à 13,99	140	8,29	1483	87,80
14 à 14,99	105	6,22	1588	94,02
15 à 15,99	58	3,43	1646	97,45
16 à 16,99	27	1,60	1673	99,05
17 à 17,99	9	0,53	1682	99,59
18 à 18,99	5	0,30	1687	99,88
19 à 19,99	1	0,06	1688	99,94
20	1	0,06	1689	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1689

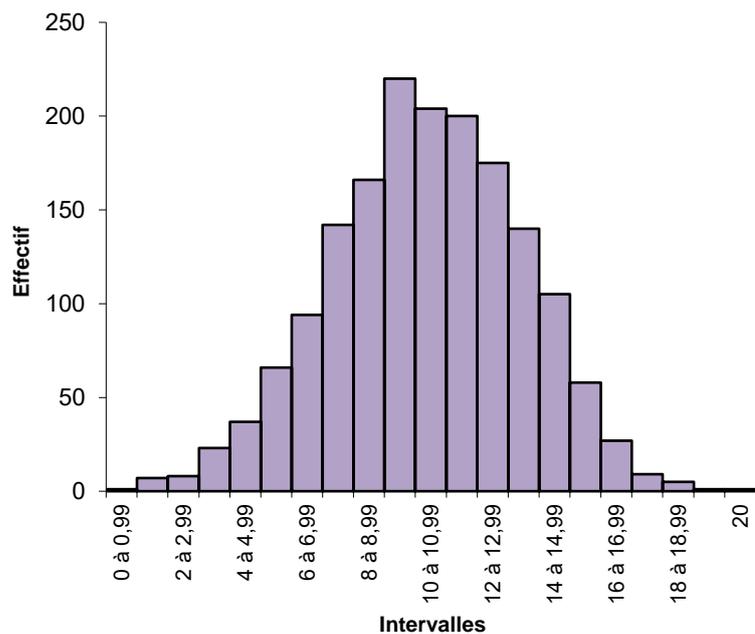
Minimum : 0,37

Maximum : 20

Moyenne : 10,75

Ecart type : 3,08

GÉOLOGIE ÉCRIT



Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	1	0,06	1	0,06
1 à 1,99	8	0,47	9	0,53
2 à 2,99	13	0,77	22	1,30
3 à 3,99	18	1,07	40	2,37
4 à 4,99	33	1,95	73	4,32
5 à 5,99	95	5,62	168	9,95
6 à 6,99	144	8,53	312	18,47
7 à 7,99	214	12,67	526	31,14
8 à 8,99	157	9,30	683	40,44
9 à 9,99	178	10,54	861	50,98
10 à 10,99	188	11,13	1049	62,11
11 à 11,99	145	8,58	1194	70,69
12 à 12,99	134	7,93	1328	78,63
13 à 13,99	120	7,10	1448	85,73
14 à 14,99	90	5,33	1538	91,06
15 à 15,99	68	4,03	1606	95,09
16 à 16,99	35	2,07	1641	97,16
17 à 17,99	33	1,95	1674	99,11
18 à 18,99	9	0,53	1683	99,64
19 à 19,99	2	0,12	1685	99,76
20	4	0,24	1689	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1689

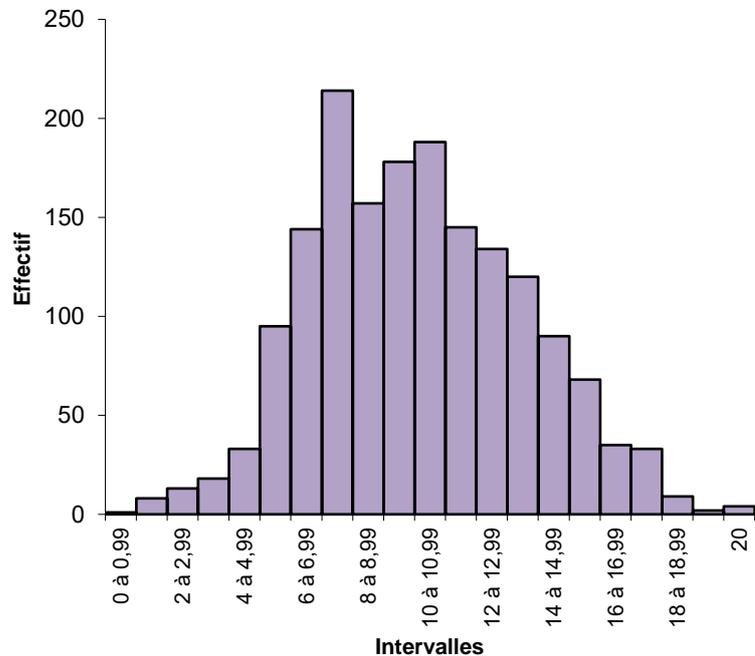
Minimum : 0,93

Maximum : 20

Moyenne : 10,14

Ecart type : 3,38

COMPOSITION FRANCAISE



ÉPREUVE ÉCRITE DE COMPOSITION FRANÇAISE

Nicolas Grimaldi, *le Désir et le temps*, 1971

« Ce que nous vécûmes dans l'improvisation, l'obscurité, la fébrilité, l'incohérence et l'inquiétude prend désormais l'aspect composé, ordonné, agencé, intelligible d'une sagesse et d'une œuvre d'art. C'est que nous retrouvons le passé au fond de l'avenir, renversant ainsi les perspectives qui étaient les siennes, et considérant comme une œuvre close et désormais soustraite au temps ce qui fut vécu comme une attente indéfiniment ouverte à l'aventure et par l'avenir indéfiniment compromise. Le charme du souvenir consiste donc non à retrouver ce que nous avons vécu mais à le retrouver hors toute aventure et hors toute temporalité, dans la pleine positivité et la fruition* de chaque instant irremplaçable. »

Cette citation vous semble-t-elle illustrer la conception de l'aventure portée par le corpus ?

*Fruition : jouissance

Au préalable

Analyse du sujet

L'aventure vécue est incohérente, chaotique, opaque, incompréhensible, angoissante, elle suscite un sentiment d'urgence, et confère à la vie un caractère improvisé, énigmatique, indéchiffrable. Elle est donc source de souffrances et d'angoisse.

La vie racontée confère aux événements une unité, une cohérence, un sens, une cohésion qui rend les événements lisibles, déchiffrables, appréhendables par l'intelligence et par les sens. Elle devient ainsi source d'apaisement, de jouissance, de sagesse.

Grimaldi impute au temps et surtout à l'indétermination du futur « l'inquiétude » dans laquelle nous enferme l'aventure. En effet le temps de l'aventure dilue les événements entre un présent inconsistant et un avenir insaisissable, un horizon en fuite, évanescent.

Les aventures vécues sont comme des promesses non tenues sur un horizon déceptif. Mais le souvenir, et donc le récit permet de construire un passé recomposé au présent et de tirer les événements disparus d'un passé sans consistance, de retrouver au présent l'aventure vécue mais disparue en l'arrachant à l'irréversible et à l'irrévocable. Arrêter le temps procure alors une quiétude et une jouissance faisant de nous des demi-dieux. Le charme suggère l'idée de magie, d'artifice. Mais l'aventure change de nature lorsqu'elle est ressaisie par le récit, l'aventure de la vie cesse d'être une aventure, en devenant une construction de l'esprit. Ce qui subsiste de l'aventure ce sont les souvenirs, les mots confèrent une épaisseur et une consistance à l'instant fugace et évanoui. Le récit convoque le passé dans le présent et instaure un ordre, une lisibilité, il éclaire la nuit opaque du temps passé et permet alors de déchiffrer les énigmes de ce que l'on a vécu dans l'incompréhension.

Mais n'est-ce pas là nier la caractéristique de toute aventure : l'élan incertain vers ce qui va advenir (*adventura*), la tension vers ce que J. nomme « l'avènement de l'événement » ? Ainsi figée dans le cadre rassurant de l'œuvre d'art, l'aventure ne s'est-elle pas dénaturée ?

Thèse = L'aventure vécue entraîne l'homme dans un rapport insatiable et inquiet au temps qui ne cesse de se dérober, le récit arrache l'homme à cet écoulement précipité du temps, reconfigure les événements dans une continuité intelligible qui permet une jouissance apaisée de l'instant. Elle ouvrirait au plaisir, là où l'aventure est in-quiétude et risque léthal. Ce faisant, l'aventure esthétique nierait la futurition et installerait la jouissance esthétique hors de toute temporalité. Bref, la vie est temporelle, aventureuse et malheureuse, seule l'œuvre d'art est éternelle, hors de l'aventure et heureuse.

Paradoxe :

L'aventure doit ne plus être pour devenir une œuvre d'art qui en restitue l'essence et la complexité. En effet l'aventure nous plonge dans le temps et donc dans la souffrance. Le récit met fin au temps et à l'aventure et nous permet d'accéder à une éternité de quiétude.

Si l'aventure est temporelle et donc source de malheur, le récit est source d'éternité et donc de quiétude et de paix. C'est la vie qui est aventureuse et source de souffrances. Ainsi figée dans le cadre rassurant de l'œuvre d'art, l'aventure ne s'est-elle pas dénaturée ?

Problématique

L'aventure ne trouverait-elle donc son paradoxal parachèvement qu'en se niant elle-même ?

Quatre niveaux de lecture

Niveau 1

L'aventure est vécue comme projection dans la futurition. L'aventure c'est du temps

Niveau 2

Mais l'aventure vécue comme fuite du temps, insaisissable, inconsistante est chaotique est douloureuse. L'aventure est donc source d'inquiétude.

Niveau 3

Pourtant paradoxalement : l'aventure vécue est appréhendée par le souvenir qui la reconfigure dans l'aventure racontée, le récit apprivoise le temps et nous arrache à l'aventure et permet ainsi la quiétude.

Niveau 4

La vie ordinaire peut être vécue comme une aventure et être source de quiétude ; l'aventure n'existe peut-être que dans le récit ; le récit ouvre une nouvelle aventure qui dénature l'aventure et fige le temps dans l'ennui.

Plans possibles

Plan 1

Thèse 1 :

L'aventure est source d'inquiétude et le récit nous arrache à l'inquiétude (thèse de Grimaldi)

Thèse 2 :

L'aventure est certes source d'inquiétude, mais le récit ouvre à une nouvelle aventure : l'aventure du récit, une aventure sur le mode mineur et ou aventure dénaturée

Thèse 3 :

Seul le récit crée l'aventure et transforme la vie monotone en aventure.

La vie ordinaire indépendante de l'aventure est source de quiétude.

Plan 2

Thèse 1 :

L'aventure esthétique se présente comme le dépassement apaisé de l'aventure vécue (Désordre/ ordre ; clôture/ouverture ; risque / sécurité ; obscurité/sens...)

Thèse 2 :

Pourtant, n'est-ce pas là dénaturer l'aventure véritable ?

L'aventure esthétique est une aventure minorée, aventure par procuration, frappée de la même réserve que le cinéma chez Jankélévitch.

Angle du passé vs futurition, éternel présent = temps de l'ennui, en opposition totale avec le temps aventureux (dépit d'Achille aux Enfers, répétitivité machinale de la vie du petit fonctionnaire)

Aventure sans risque mortel n'est pas une aventure véritable : les anges ne peuvent pas vivre d'aventures, précieux épice, refus de l'immortalité chez Ulysse.

Thèse 3 :

Le charme de la recreation et de la reconfiguration ou comment sublimer l'aventure en mythe (arraché à toute temporalité, transposable à toutes les échelles du temps) ?

Plaisirs du récit (l'aventure n'existe que par la narration qui la fait advenir, le narrateur qui la fait exister. Sans récit, l'aventure est condamnée au néant. Constitution des auditoires captivés, des narrateurs captivants).

Jeux narratifs (faire jouer les dimensions temporelles, par analepses chez Homère, art du suspense dans le récit de Marlow, futur antérieur chez Jankélévitch).

Eternité du mythe (Chanter la gloire et le kléos dans un récit jouant des vers formulaires et des scènes typiques, images et métaphores : la brousse, le temps préhistorique, originel, atemporalité d'un roman d'aventure métaphysique relevant d'une mystique de l'aventure, entremêlement des références artistiques et écriture métaphorique de Jankélévitch).

Quelques remarques et conseils...

TRAITEMENT DU SUJET :

Beaucoup de candidats ne comprennent pas l'énoncé et il y a quantité de développements hors sujet sur la valeur des souvenirs, le rôle de la mémoire au détriment de la nature et de l'essence de l'aventure. Très peu de candidats voient le paradoxe que soulève l'énoncé de Grimaldi, même si certains osent quand même pointer la distorsion temporelle induite par ce qu'il affirme.

La question de l'œuvre d'art et du charme qui métamorphose l'aventure en autre chose qu'elle-même (une expérience vivante, hasardeuse, douloureuse) et qui implique la littérarité des œuvres au programme est franchement négligée et les candidats sont fort peu à repenser la notion d'aventure esthétique pourtant si présente chez Jankélévitch. Ne pas aborder le sujet dans sa globalité a pénalisé de nombreux candidats dont la copie se limitait par exemple à montrer que l'aventure est ouverte ou fermée, laissant totalement de côté la question du temps retrouvé par le souvenir, dans le récit, impliquant de réfléchir au sens du mot charme.

Trop de candidats prennent la fausse piste de la mémoire, du souvenir, de la nostalgie et ne pensent pas la notion d'aventure par rapport à ce que dit Grimaldi.

Trop nombreux sont ceux qui transforment le sujet en un exposé thématique sur l'aventure et le temps : ce n'était pas la dissertation attendue. Certaines copies s'égarèrent dans des considérations hors de propos obnubilées par un seul fragment de la citation.

Il est pareillement dangereux de penser reconnaître tel aspect du cours ou d'un corrigé et de les restituer au lieu de prendre la peine de réfléchir dans les limites du sujet du concours et de construire une réflexion au lieu de recycler un topo prêt à l'emploi. Un bon candidat domine son cours c'est-à-dire qu'il le comprend bien parce qu'il a lu les œuvres : après quoi il peut dépasser son cours et l'utiliser à bon escient. Venir réciter un corrigé au concours n'est pas du tout une bonne solution.

PRÉSENTATION :

Rappelons aux candidats d'utiliser une encre sombre, de préférence noire, et de ne pas abuser de l'effaceur et du « blanco » qui donnent des copies à l'apparence irrégulière, voire sale.

Les introductions sont longues : cette longueur est bienvenue vu l'ampleur et la complexité de l'énoncé, MAIS elles doivent alors être aérées et comporter des paragraphes et des alinéas qui en distinguent les différentes étapes pour un meilleur repérage par exemple de l'analyse, de la problématique et du plan.

Attention toutefois : plus une introduction est longue, plus on s'attend alors à ce que la composition soit développée ; il n'est pas admissible qu'une ou que les parties du développement qui suit soit plus courte que l'introduction elle-même.

A ce propos, vu le temps imparti, la précision du programme et le sujet lui-même, on pouvait s'attendre à deux copies doubles (huit pages) ; certes ce n'est pas la quantité qui est notée, mais trop de devoirs ne dépassent pas les cinq ou six pages et ainsi ne peuvent guère approfondir la réflexion ou accroître l'illustration.

LANGUE :

Si le jury peut avoir de l'indulgence pour les fautes d'orthographe lexicale, en revanche les grosses fautes d'orthographe grammaticale sont sanctionnées sévèrement :

Les candidats doivent se relire régulièrement pour éviter les fautes d'accord (verbe-sujet, adjectif-nom, participes passés).

Rappelons la différence entre l'interrogation directe et indirecte (qui n'entraîne ni inversion du sujet, ni point d'interrogation).

On recommandera aussi d'éviter l'affreux *de par (parfois écrit * de part !) et de réviser la conjugaison des verbes « appuyer » et « conclure » ...

MÉTHODE :

Dans l'ensemble les candidats connaissent les exigences de l'épreuve : presque tous songent à reproduire l'énoncé « in extenso » ou de façon morcelée, et articulée à un commentaire qui vaut plus ou moins analyse.

Rares sont ceux qui ne proposent qu'un plan en deux parties. Presque tous les devoirs proposent une conclusion, donc des devoirs complets.

Donc les apparences sont sauvées ... Mais elles ne suffisent pas !

Il y a trop fréquemment un problème avec l'esprit et le ton dissertatifs ; en effet ce qui est attendu, c'est une discussion serrée avec l'auteur de l'énoncé, en l'occurrence Nicolas Grimaldi, avec la reprise régulière de son nom, mais surtout de ses termes et ses expressions, afin que le lecteur-correcteur comprenne comment la pensée du candidat s'élabore vis-à-vis d'un sujet précis, comment progresse le raisonnement vis-à-vis de celui-ci et enfin comment la discussion de l'énoncé est menée de façon dynamique : il ne s'agit pas de l'oublier après l'introduction, il ne s'agit pas de chercher seulement à l'illustrer, il ne s'agit pas de procéder à un "commentaire composé" de la citation, mais bien de voir quels problèmes elle pose par rapport aux œuvres, à la notion d'aventure - et il convient de faire coïncider une interprétation globale de l'énoncé avec une lecture plus précise de certaines expressions qui ne relèvent jamais de l'évidence. Ainsi la dissertation doit aboutir à un adieu explicite à Grimaldi et à son propos : le lecteur doit « voir », à l'instar de ce que Marlow réclame des auditeurs de la Nellie, ce que le candidat avait à démontrer et à dire à Grimaldi !

ÉVALUATION :

Les copies qui revenaient régulièrement au propos de Grimaldi et dont les références étaient sûres sont avantagées. En effet on attend de la rigueur de candidats scientifiques composant sur un programme précis : il faut citer les œuvres et bien les citer, ne pas se contenter d'allusions ou de paraphrases narratives. Les noms propres doivent être justes.

Il n'est pas utile de raconter les œuvres, il faut s'y référer au moyen d'exemples incisifs et probants. Bien des références soulignent à quel point le candidat est incapable de la moindre réflexion sur les œuvres : les larmes d'Ulysse, les exclamations de Kurtz etc. : ces passages délicats appellent une interprétation polysémique. Les blancs de la carte ont été invoqués par maintes copies, le rêve d'aventure ; mais à la même page 49 on lit aussi que ce rêve s'est pulvérisé : ce n'était plus un espace blanc de délicieux mystère (...) c'était devenu un lieu de ténèbres. C'est bien cette évolution qui a du sens, et non des platitudes sur le désir d'aventure.

Enfin quand le candidat a recours à des références « extérieures » au programme, elles doivent être correctes (Jean-Yves Tadié ne doit pas devenir Jean-Yves Tati ; Maupassant n'a pas écrit « les Fleurs du mal »). Mieux vaudrait alors les éviter.

Néanmoins l'abondance de compositions notées au-dessus de 12 révèle la possibilité d'un traitement satisfaisant du sujet, c'est-à-dire d'une conversation honnête et raisonnée avec Grimaldi : c'est ce qui était espéré.

ÉPREUVE ORALE DE MATHÉMATIQUES

1 Déroutement de l'épreuve

L'épreuve orale dure 40 minutes : 20 minutes de préparation, suivies de 20 minutes d'exposé devant l'examineur (temps d'émargement et d'installation du candidat -et éventuellement des auditeurs- compris). 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. 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.

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 judicieuse.

De manière générale, on peut aussi déplorer que le cours soit très mal appris (énoncés de théorèmes avec des hypothèses précises, définitions..)

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.
- 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'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 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 qu'avant, 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 , trop de candidats ne pensent pas à donner $X(\Omega)$. Ceci permet pourtant par exemple 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 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)

2.3 Représenter, changer de registre

- Il faut savoir proposer l'étude d'une fonction pour étudier le nombre de solutions d'une équation.
- De même il faut être capable de proposer une étude de fonction pour montrer une inégalité.
- 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.
- 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.
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 2 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).

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 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).
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 gros problèmes pour certains et il en est de même pour la recherche de primitives (même pour des fonctions de la forme $u'u$ ou $u'/u^2...$).
- L'intégration par parties est maintenant devenue une difficulté pour beaucoup de candidats.
- Les propriétés de la fonction $x \mapsto \int_a^x f(t) dt$ où f est une fonction continue sont totalement ignorées des candidats. Le mot « primitive » n'est plus jamais employé (obtient-on une fonction continue? dérivable? de classe C^1 ? tout cela reste très flou et on entend encore « continu donc dérivable... »)
- 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 fautive.
- 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.
- La formule donnant le terme général du produit de deux matrices carrées n'est pas connue; les candidats savent calculer le produit si on leur donne deux matrices de $\mathcal{M}_3(\mathbb{R})$ par exemple, mais l'on n'arrive pas à leur faire écrire ou retrouver la formule générale.
- Pour trouver les valeurs propres d'une matrice (en général de $\mathcal{M}_3(\mathbb{R})$), les candidats utilisent la méthode du pivot. Mais ensuite ils se servent de cette même matrice "réduite" pour trouver les espaces propres associés (et là, c'est faux!)

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!
- Rappelons que la communication n'est pas à sens unique et qu'il faut être capable de prendre en compte les suggestions de l'examinateur et de réagir aux indications proposées.

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 ?
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.

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'examinateur 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	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	1	0,06	1	0,06
1 à 1,99	7	0,41	8	0,47
2 à 2,99	5	0,30	13	0,77
3 à 3,99	11	0,65	24	1,42
4 à 4,99	39	2,31	63	3,73
5 à 5,99	56	3,32	119	7,05
6 à 6,99	85	5,03	204	12,08
7 à 7,99	136	8,05	340	20,13
8 à 8,99	160	9,47	500	29,60
9 à 9,99	199	11,78	699	41,39
10 à 10,99	237	14,03	936	55,42
11 à 11,99	249	14,74	1185	70,16
12 à 12,99	206	12,20	1391	82,36
13 à 13,99	136	8,05	1527	90,41
14 à 14,99	83	4,91	1610	95,32
15 à 15,99	50	2,96	1660	98,28
16 à 16,99	18	1,07	1678	99,35
17 à 17,99	9	0,53	1687	99,88
18 à 18,99		0,00	1687	99,88
19 à 19,99	1	0,06	1688	99,94
20	1	0,06	1689	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1689

Minimum : 0,57

Maximum : 20

Moyenne : 10,42

Ecart type : 2,87

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99	4	0,24	4	0,24
2 à 2,99	22	1,30	26	1,54
3 à 3,99	34	2,01	60	3,55
4 à 4,99	54	3,20	114	6,75
5 à 5,99	102	6,04	216	12,79
6 à 6,99	156	9,24	372	22,02
7 à 7,99	140	8,29	512	30,31
8 à 8,99	174	10,30	686	40,62
9 à 9,99	152	9,00	838	49,62
10 à 10,99	164	9,71	1002	59,33
11 à 11,99	150	8,88	1152	68,21
12 à 12,99	135	7,99	1287	76,20
13 à 13,99	110	6,51	1397	82,71
14 à 14,99	77	4,56	1474	87,27
15 à 15,99	72	4,26	1546	91,53
16 à 16,99	45	2,66	1591	94,20
17 à 17,99	39	2,31	1630	96,51
18 à 18,99	16	0,95	1646	97,45
19 à 19,99	12	0,71	1658	98,16
20	31	1,84	1689	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1689

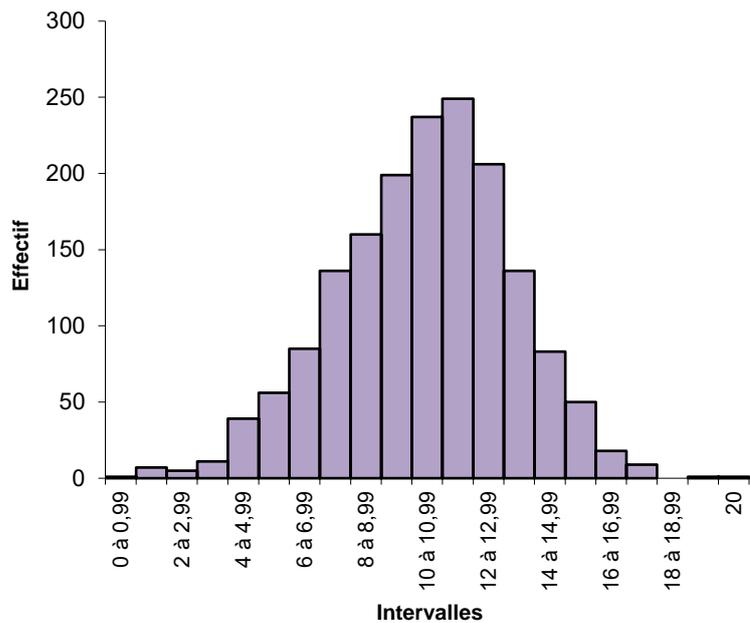
Minimum : 1,55

Maximum : 20

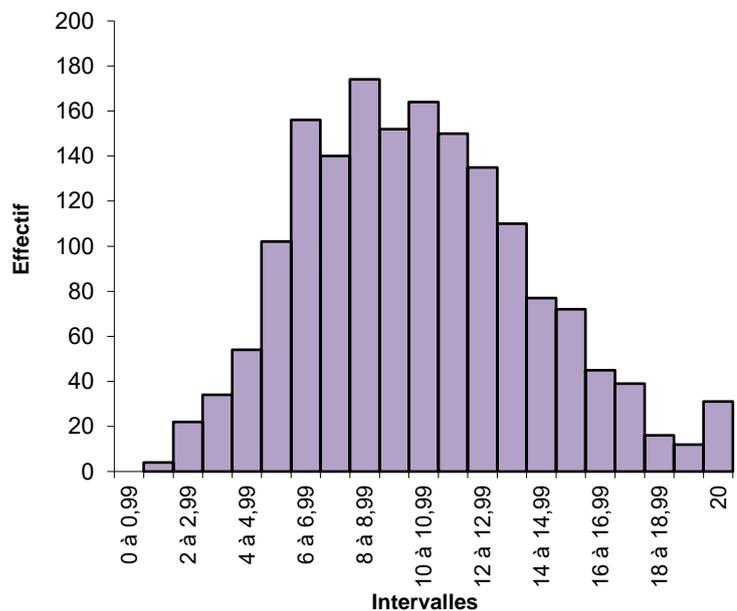
Moyenne : 10,30

Ecart type : 3,88

MATHÉMATIQUES ÉCRIT



PHYSIQUE ÉCRIT



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 d'un niveau assez hétérogène et plutôt moyen dans l'ensemble. On note peu de prestations excellentes donnant le sentiment de maîtriser totalement le sens physique du contenu du programme, mais également très peu de candidats ne sachant rien traiter. L'écart-type des notes se trouve ainsi relativement réduit.

Certaines parties du programme, comme par exemple la mécanique des fluides sont souvent bien maîtrisées, tandis que d'autres parties, comme l'électricité ou le tracé de rayons lumineux en optique géométrique, rencontrent beaucoup de difficultés.

Les candidats manquent parfois de recul et d'aisance dans l'application du cours, et ils semblent de plus en plus nombreux à faire l'impasse sur la question de cours.

On note toujours une certaine méconnaissance des outils de base tels que le calcul de surfaces ou volumes de sphères ou cylindres, ou encore le périmètre d'un cercle, même par des candidats qui par ailleurs maîtrisent plutôt bien leur sujet.

La manipulation des puissances de 10, ainsi que les conversions d'unités, posent également de nombreuses difficultés.

Le signe « intégrale » et la méthode de séparation des variables, s'ils sont parfois indispensables, sont utilisés trop systématiquement, même lorsqu'il s'agit de déterminer une simple primitive d'une fonction. Rappelons également que la méthode n'est pas utilisable pour une équation du second ordre, et que l'oubli fréquent des constantes d'intégration conduit à des résultats aberrants.

Il convient également de faire la distinction entre des conditions initiales et des conditions aux limites.

Le tracé des courbes est souvent très approximatif ; les candidats ne pensent pas à analyser les cas limites, ainsi que les valeurs remarquables.

Les membres du jury insistent de nouveau sur l'importance du contrôle de l'homogénéité des résultats présentés, tant au niveau des unités qu'au niveau des grandeurs scalaires ou vectorielles, infinitésimales ou non.

Enfin, les membres du jury insistent sur l'importance dans la notation, de la réactivité du candidat par rapport aux indications ou remarques de l'interrogateur.

ANALYSE PAR PARTIE

Thermodynamique

- On oublie souvent que le transfert thermique s'exprime simplement lorsque la transformation est soit isochore, soit isobare.
- Rappelons que le premier principe ne s'écrit pas $U=W+Q$ et que l'expression $\Delta U=C_v\Delta T$ (et non $C_p\Delta T$!) est toujours valable pour un gaz parfait, et pas seulement si la transformation est isochore. Il est plus que préférable également d'éviter d'écrire ΔW ou ΔQ .
- Dans l'énoncé du second principe, on omet souvent de préciser la propriété de l'entropie créée. On trouve parfois $S_c \leq 0$ ou encore $S_c=0$ pour un gaz parfait. Certains candidats confondent les différentes fonctions d'état, en écrivant par exemple : $dS=dH+dT$.
- La détente de Joule-Thomson est souvent confondue avec celle de Joule-Gay-Lussac. Rappelons également que cette détente n'est pas réservée au gaz parfait.
- La loi de Laplace pour un gaz parfait n'est pas toujours connue, et elle est parfois utilisée dans le cas d'une transformation brutale.
- Les lois de Fourier et Fick sont le plus souvent connues, mais les unités posent toujours de sérieux problèmes. Rappelons que le flux thermique ne s'exprime pas en $K.s^{-1}$.
- Dans les phénomènes de diffusion, le bilan de matière ou d'énergie, même en régime permanent, est rarement bien conduit, notamment en présence d'un terme de création ou d'absorption.

- Les calculs de variations d'entropie ou d'énergie interne lors d'un changement d'état, sont mieux menés, même s'il reste difficile d'oublier le gaz parfait.

Électricité

- Les erreurs de signe dans les conventions courant-tension sont assez fréquentes.
- Les candidats doivent penser aux équivalences Thévenin-Norton qui facilitent grandement les calculs par rapport à l'utilisation des lois de Kirchhoff.
- Les équations différentielles concernant les régimes transitoires sont généralement bien écrites et résolues correctement.
- Par contre, l'utilisation des complexes pour les régimes sinusoïdaux ou les filtres pose toujours de grosses difficultés, notamment pour la détermination d'un module ou d'un argument. Rappelons qu'il est illusoire de traiter un problème en régime sinusoïdal forcé à l'aide d'équations différentielles.
- Rappelons qu'à la résonance, tension et courant ne sont pas en phase quelle que soit la configuration du circuit.

Mécanique

- La projection des vecteurs pose souvent des difficultés, et on oublie assez régulièrement la force de réaction du support.
- Le mouvement circulaire ou le mouvement uniforme sont souvent mal définis.
- Rappelons que dans l'étude du mouvement circulaire, le système des coordonnées polaires est bien mieux adapté que celui des coordonnées cartésiennes.
- Dans le cas de deux référentiels en translation rectiligne, les candidats éprouvent de grosses difficultés à identifier les vitesses absolue, relative et d'entraînement.
- Le concept d'énergie potentielle est souvent mal maîtrisé ; on trouve parfois $E_p = -\vec{F} \cdot \overline{\vec{OM}}$.
- L'équation de l'oscillateur harmonique est rarement reconnue spontanément.
- La démonstration du théorème d'Archimède pose autant de difficultés que dans l'épreuve écrite, et la poussée d'Archimède est souvent égale à l'opposé du poids de l'objet immergé.
- Rappelons que l'expression $D_v = S \cdot v$ du débit volumique n'est valable que si la vitesse est uniforme ; dans le cas contraire, un calcul d'intégrale est nécessaire ; encore faut-il savoir exprimer l'élément de surface dS .
- La notion de bras de levier est rarement bien maîtrisée.
- La réversibilité d'un écoulement rampant est, à juste titre, parfois mentionnée.
- Dans l'expression de la force de Stokes, on oublie parfois à quel système elle s'applique, et le rayon r devient celui de l'obstacle.

Optique

- Le tracé des rayons lumineux pose toujours de grosses difficultés, notamment lorsque l'objet est virtuel ou la lentille divergente.
- L'image d'un objet dans un miroir plan se retrouve assez souvent dans le plan de l'objet.
- Rappelons qu'on ne peut obtenir la position d'un point image, en traçant un seul rayon, et que les rayons incidents doivent passer par le point objet.
- Les candidats ne savent pas toujours comment projeter une image sur un écran, ou comment créer un objet virtuel pour une lentille.
- Concernant les calculs numériques, la manipulation des grandeurs algébriques conduit souvent à des erreurs de signe et des résultats erronés.
- La modélisation de l'œil, ainsi que ses principaux défauts, est parfois oubliée.

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 2018, ont fait preuve de bonnes connaissances et que de bons exposés ont abouti à de très bonnes notes.

ÉPREUVE ORALE DE CHIMIE

1. Le déroulement de l'épreuve

Le sujet est constitué de deux parties indépendantes une question de cours ou un exercice proche du cours et un exercice plus complet comprenant plusieurs questions indépendantes sur une autre partie du programme. Une question relative aux travaux pratiques est posée quasi-systématiquement.

Les candidats ont 20 minutes de préparation directement au tableau ou sur feuilles, suivies de 20 minutes de présentation de leur travail. À leur disposition une calculatrice basique Casio fx-92.

L'ordre d'exposition des deux parties est libre. Il est conseillé de ne pas dépasser 5-6 minutes pour la question de cours.

2. Remarques générales

Le temps de préparation étant de 20 minutes maximum, les candidats doivent être prêts lorsque l'examineur ouvre la porte de la salle d'examen, c'est à dire avoir en main leur convocation et leur pièce d'identité.

Rappelons qu'**un oral n'est pas une colle**. Pendant l'exposé, un nombre trop important de candidats se tournent vers l'examineur et attendent une approbation pour continuer.

Dans l'ensemble, les candidats se sont montrés dynamiques et motivés. L'expression orale est souvent de bonne qualité. En revanche, il reste des efforts à fournir pour améliorer la tenue du tableau. Les résultats essentiels ne sont pas toujours soulignés. Pour gagner de la place, il faut effacer à bon escient et adapter son écriture à la partie du tableau attribuée.

En chimie organique, l'écriture simplifiée d'une molécule est tout à fait acceptable à condition qu'elle montre clairement et entièrement le groupe fonctionnel sur lequel on étudie une transformation. La notation $R=O$ est donc inacceptable.

Les sujets portent sur **les deux années de classe préparatoire**.

Une question relative **aux travaux Pratiques** est souvent posée montage de chimie organique, techniques de purification, techniques d'analyse, choix des électrodes lors des dosages potentiométriques. Les examinateurs regrettent que les montages expérimentaux essentiels tels que la distillation fractionnée soient mal connus et restitués de façon incongrue. Ainsi la présence d'un réfrigérant surmontant le ballon à distiller à la place de la colonne à distiller est une erreur courante.

Les applications numériques sont souvent simples. Rappelons qu'une **expression littérale** est nécessaire avant toute application numérique ne serait-ce que pour contrôler les unités. **Il faut savoir manipuler les puissances de 10 et donner un ordre de grandeur du résultat sans calculatrice** lorsque cela est possible. En effet, la calculatrice du concours (Casio fx-92) est basique et certains candidats ne savent pas taper « 10 puissance -3,6 » par exemple. Une candidate s'est jetée sur la calculatrice pour effectuer $200 \times 0,2$, c'est inadmissible !

3. Résultats

Les candidats dans l'ensemble se sont montrés enthousiastes.

Le jury est conscient de la difficulté à préparer deux questions portant sur des domaines très différents en si peu de temps. Les candidats ne doivent pas se laisser dérouter par les erreurs commises, ils doivent rebondir et rectifier les erreurs signalées. Le jury n'est pas là pour les piéger mais pour les aider à se valoriser.

4. Commentaires

La Thermodynamique reste souvent mal traitée. L'outil mathématique faisant défaut à un grand nombre de candidats, cette partie du programme est restituée de façon approximative.

Les calculs de composition à l'équilibre chimique sont souvent maladroits faute de maîtrise des calculs élémentaires. Le calcul de variance, depuis la nouvelle formulation (X-Y) donne de très mauvais résultats. La compréhension du résultat obtenu n'est pas acquise. Les déplacements d'équilibre chimique sont assez bien traités selon le principe de modération de Le Châtelier mais le raisonnement avec le quotient réactionnel est rare.

Les diagrammes isobares binaires donnent lieu à quelques confusions :

- Le théorème des moments chimiques est rarement bien appliqué.
- Le contenu des phases sur les diagrammes isobares est souvent faux dans les cas suivants :
 - Liquide-vapeur avec homoazéotrope : dans chaque fuseau apparaît une phase liquide pure en un constituant
 - Solide-liquide avec non miscibilité à l'état solide : il apparaît une phase liquide pure en un constituant en équilibre avec un solide pur en un constituant.
- Les montages expérimentaux restent farfelus avec confusion entre tube à reflux (réfrigérant) et colonne à distiller. Heureusement, quelques candidats maîtrisent les montages même les plus complexes comme ceux d'hydrodistillation et de Dean Stark. **Rappelons l'intérêt des TP pour travailler l'aspect expérimental de la chimie.**

Les Réactions en solution aqueuse donnent lieu à des exposés variables.

- Les exercices avec étude de la solubilité en fonction du pH sont très mal traités. La notion de solubilité est mal comprise voire inconnue.
- Les diagrammes potentiel-pH sont très sélectifs. Certains candidats ne connaissent pas la méthode de remplissage de ces diagrammes. L'exploitation du diagramme est très sommaire.
- **Bien que très explicitement mentionné au programme, les différentes formes des acides aminés en fonction du pH ne sont pas du tout maîtrisées**, ce qui est très handicapant, tant en question de cours, qu'en exercice de synthèse organique, où le pH du milieu est clairement important pour l'obtention de dérivés d'acides à partir d'acides aminés par exemple. Conseil est donné aux candidats de ne surtout pas négliger cette partie de leur cours de 1^o année, fort utile en synthèse aussi.
- Les bilans de matière à l'équivalence lors d'un dosage sont mieux traités. **Les bilans de matière avant et après l'équivalence** ne sont souvent pas maîtrisés.

Pour la suite, on se reportera au rapport de l'année précédente mais on peut constater :

- Des progrès sont à noter en **atomistique**. Il reste des efforts à fournir pour l'écriture des formes de Lewis et des formes mésomères.
- La **stéréochimie** est mieux traitée mais les notions de stéréosélectivité et de stéréospécificité donnent lieu à des développements confus et complexes.
- **La cinétique formelle** de première année est assez bien traitée. Le principe de linéarisation est bien maîtrisé. Attention l'approximation des états quasi-stationnaires est souvent appliquée sans discernement.
- **En chimie organique**, en dehors de quelques candidats ayant fait une impasse complète sur cette partie (comment est-ce possible ?), on note des progrès dans l'écriture des mécanismes. La fonction « **amide** » est mieux connue ainsi que ses mécanismes d'hydrolyse. Le lien **avec la liaison peptidique** et les acides aminés reste encore trop distendu.
- **Les Techniques de laboratoire** ont été mieux traitées mais les schémas expérimentaux sont encore maladroits voire faux.

5. Conclusion

L'oral porte sur les deux années de classes préparatoires.

Globalement le jury a noté des progrès dans l'expression orale des candidats et dans la présentation du tableau : encadrer une expression littérale, ne pas effacer sans réfléchir, adapter son écriture à la taille du tableau.

Les plus grandes difficultés sont la présentation des calculs et la maladresse à résoudre des équations simples. Cela explique peut-être que trop de candidats comptent sur leur mémoire et pas assez sur leur capacité à redémontrer une expression. La thermodynamique est la grande victime de ces lacunes mathématiques. Seul un apprentissage rigoureux permettra de surmonter ces difficultés.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99		0,00	0	0,00
2 à 2,99		0,00	0	0,00
3 à 3,99		0,00	0	0,00
4 à 4,99		0,00	0	0,00
5 à 5,99	1	0,31	1	0,31
6 à 6,99	12	3,74	13	4,05
7 à 7,99	17	5,30	30	9,35
8 à 8,99	12	3,74	42	13,08
9 à 9,99	15	4,67	57	17,76
10 à 10,99	22	6,85	79	24,61
11 à 11,99	8	2,49	87	27,10
12 à 12,99	22	6,85	109	33,96
13 à 13,99	39	12,15	148	46,11
14 à 14,99	38	11,84	186	57,94
15 à 15,99	37	11,53	223	69,47
16 à 16,99	25	7,79	248	77,26
17 à 17,99	23	7,17	271	84,42
18 à 18,99	21	6,54	292	90,97
19 à 19,99	18	5,61	310	96,57
20	11	3,43	321	100,00

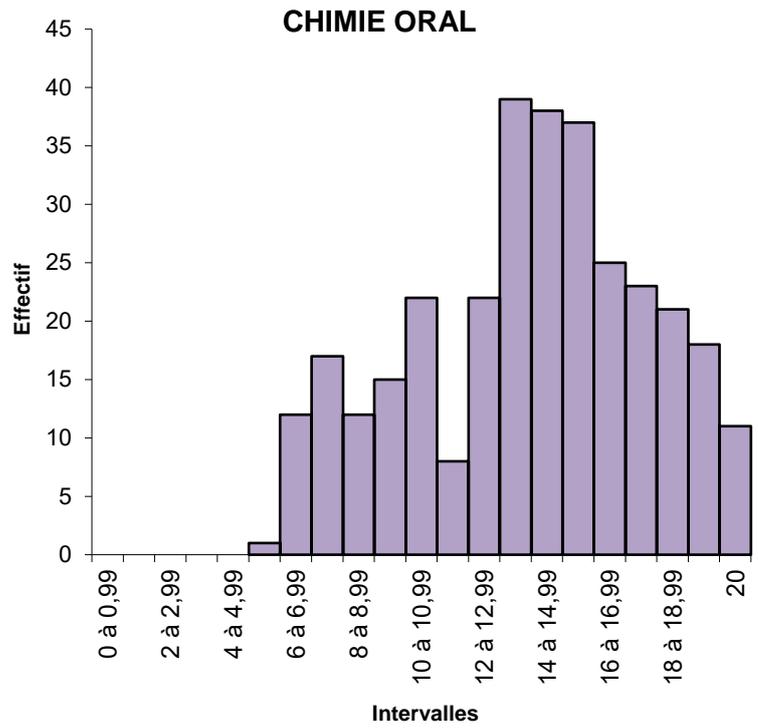
Nombre de candidats dans la matière : 321

Minimum : 5,52

Maximum : 20

Moyenne : 13,89

Ecart type : 3,66



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		0,00	0	0,00
8 à 8,99	5	1,75	5	1,75
9 à 9,99	7	2,45	12	4,20
10 à 10,99	19	6,64	31	10,84
11 à 11,99	24	8,39	55	19,23
12 à 12,99	35	12,24	90	31,47
13 à 13,99	55	19,23	145	50,70
14 à 14,99	47	16,43	192	67,13
15 à 15,99	47	16,43	239	83,57
16 à 16,99	25	8,74	264	92,31
17 à 17,99	14	4,90	278	97,20
18 à 18,99	8	2,80	286	100,00
19 à 19,99		0,00	286	100,00
20		0,00	286	100,00

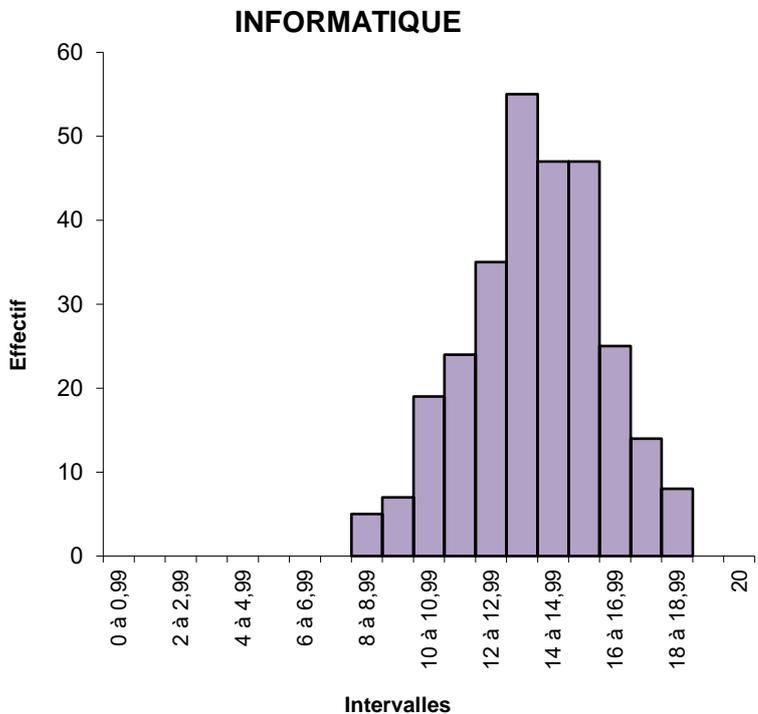
Nombre de candidats dans la matière : 286

Minimum : 8,32

Maximum : 18,78

Moyenne : 13,88

Ecart type : 2,21



ÉPREUVE ORALE D'INFORMATIQUE

1. Remarques générales

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 préalables. 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 "informatiques" :

- 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 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 mise en œuvre de techniques de programmation avancée telles que la récursivité
- de la qualité de la présentation du script, de la présence de commentaires pertinents

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 13,9 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.

La palette des projets présentés a été très variée et dans l'ensemble, les sujets étaient intéressants. Comme d'habitude, nous avons cependant constaté à nouveau une grande différence au niveau du temps consacré au projet au cours de l'année et des conditions de réalisation (nombre d'élèves impliqués, recherche biblio nécessaire, nombre de méthodes implémentées, interface graphique fournie ou non, etc.) et cela se traduit par de grosses différences dans le volume et la complexité du code présenté. Contrairement aux 1^{ères} années d'existence de l'option, nous ne voyons plus de projets basés pratiquement exclusivement sur la programmation d'une interface graphique qui ne permettaient pas d'évaluer correctement les compétences en algorithmique, et c'est tant mieux.

2. Quelques points d'amélioration attendus

2.1 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. Il reste encore quelques élèves récalcitrants qui continuent à utiliser des noms de variables tels que M, N, ou x, y, z, a, b, m, n, ou bien l ou L si c'est une liste même si elle représente un polynôme ou un plateau de jeu...

L'utilisation de noms plus explicites aide le candidat dans la résolution du problème et dans la présentation de la solution proposée et favorise une compréhension aisée et rapide des codes présentés à l'examineur.

2.2 Programmation

- Au niveau programmation, quelques 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*.
 - Les candidats semblent toujours peu à l'aise avec les chaînes de caractères et ont parfois été un peu perturbés par les exercices les mettant en œuvre. Ce problème est

certainement dû au calendrier qui fait que les chaînes de caractères sont présentées et utilisées en début d'année et ont été un peu mises de côté après. Pour pallier cette difficulté, nous avons ajouté dans les énoncés qui le nécessitent un petit rappel sur les manipulations de base des chaînes de caractères. Certains persistent cependant à utiliser les chaînes de caractères sous forme de listes, cela complique la programmation et n'est pas utile, mais cela n'a souvent que peu d'impact sur les algorithmes à écrire.

- 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.

2.3 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 les instructions du programme à proprement parler sont réparties tout au long du script et rend la lecture du programme et sa compréhension peu aisée.

- Merci de choisir une impression adaptée qui facilite la lecture du script :
 - taille de police permettant que toutes les instructions tiennent sur une seule ligne, commentaires compris. (Obtenir 60 lignes par page donne une mesure indicative de la taille de la police pouvant être utilisée).
 - Pour éviter que les lignes soient trop longues, on peut 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.
- Les présentations sont en général plutôt bien structurées. Les diapositives sont mieux conçues.
- Mais certaines diapositives restent encore parfois trop "rédigées", contiennent 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.
- On a eu quelques rares présentations sans aucun support, mais la présentation du candidat s'en est ressenti, manque de structuration, longueur, redondances...
- Il est important de présenter les hypothèses de travail fixées pour la réalisation du projet.
- On peut apprécier un graphe des appels des fonctions principales.

ÉPREUVE ORALE DE GÉOLOGIE

Modalités de l'épreuve

Le candidat se voit proposer un sujet par l'examineur. Le passage devant l'examineur débute par l'exposé du candidat, puis par une série de questions posée au candidat. On aimerait que cet exercice prenne la forme d'un véritable échange verbal, avec une attitude active et positive de la part du candidat. Il est explicitement demandé d'exposer une analyse argumentée portant sur des échantillons pétrographiques, une carte géologique, des photographies diverses, ...

Cette épreuve orale vise à tester la capacité du candidat à organiser une présentation scientifique de manière autonome, avec une progression logique et pertinente basée sur l'observation et l'analyse. Ainsi, elle doit être traitée avec exactitude et avec un degré de précision compatible avec la durée de l'exercice. Durant la discussion, l'examineur peut élargir le débat. Les questions sont en relation directe avec le sujet traité. Dans un premier temps, elles servent à mobiliser des concepts oubliés ou non traités par le candidat. Ensuite, elles permettent de préciser ou d'éclaircir des points particuliers de l'exposé, en testant la maîtrise de diverses connaissances scientifiques.

Pétrographie

De manière générale, l'analyse pétrographique est meilleure que les années précédentes. Notamment, la démarche de présentation des échantillons est un peu plus claire et rigoureuse.

On constate une amélioration dans l'emploi de la loupe, même si quelques uns ne savent toujours pas l'utiliser.

En ce qui concerne les minéraux, on rappelle que les feldspaths potassiques de type orthose ne sont pas forcément de couleur rose. La couleur n'est pas un critère absolu. Le meilleur critère de reconnaissance reste la macle de Carlsbad, quasi-omniprésente dans les roches plutoniques.

Cette année, pour la première fois et à quelques reprises, est apparu un critère de reconnaissance des feldspaths plagioclases : "couleur blanche de slip sale" ! Inutile de préciser que ce genre de propos est inacceptable.

Attention aux raccourcis abusifs : "les basaltes se forment dans les croûtes océaniques". Certes, ce n'est pas faux, mais tous les basaltes ne sont pas à associer à un contexte de dorsale océanique. Les termes de "leucocrate" et "mélanocrate", réservés aux roches magmatiques, sont trop souvent utilisés pour les roches sédimentaires et métamorphiques.

Cette année, les candidats ont vu des migmatites partout dès qu'un échantillon présentait une alternance de couleur claire et sombre ; c'est aller un peu vite dans l'analyse !

Pour les roches métamorphiques, il y a confusion entre le nom de roche "schiste" et les grands faciès métamorphiques "schistes verts" ou "schistes bleus". Il y a toujours beaucoup trop de confusion entre déformations et contraintes.

Les roches sédimentaires sont moins bien connues et moins bien décrites que les roches magmatiques et métamorphiques. On rappelle aussi qu'il est illusoire de vouloir reconnaître des transgressions et des régressions à l'échelle d'un échantillon ! De la même manière, lors de la description d'un échantillon de roche calcaire, évoquer la profondeur de compensation des carbonates (CCD) est trivial. On rappelle que "l'usine à carbonates" se situe principalement dans la zone marine photique, située à faible profondeur (moins de 200 m) et donc largement au dessus de la CCD. Enfin, on rencontre aussi des carbonates en milieu continental (en particulier en domaine lacustre), même si volumétriquement, ils sont moins représentés dans les archives stratigraphiques. En aucune manière, une roche sédimentaire n'illustre un paléoclimat, et encore moins des variations climatiques, comme on l'entend trop souvent. Les évaporites souffrent d'être associées systématiquement à un climat chaud, et par un raccourci fatal d'être associées à des environnements de dépôt situés en basse latitude. Jusqu'à preuve du contraire, il y a des marais salants en France, tant en domaine méditerranéen qu'atlantique.

Une très nette amélioration doit être évoquée dans la connaissance de la classification de Dunham. Si les candidats la connaissent mieux de manière théorique, encore faut-il être capable de l'utiliser. Il y a encore trop d'erreurs entre "mudstone-wackestone" d'une part, et "packstone-grainstone" d'autre part.

Toujours pour les roches calcaires, on entend souvent parler de "calcaire biogène", sous prétexte qu'il y a quelques fragments d'organismes. Plus précisément, les roches calcaires engendrées par des organismes, (i) de leur vivant (métabolisme pétrogénétique) comme certains coraux, certains spongiaires, certains stromatolites, certains bivalves, certaines algues, ... (ii) ou liées à des processus de concentration *post mortem* sous forme de bioclastes (de toutes tailles) sont dans la grande majorité des cas ignorés.

En ce qui concerne les oolithes, on précise de nouveau qu'il ne s'agit toujours pas de microfossiles. Enfin, on souligne, une fois de plus, que le terme "coquillage" est à bannir définitivement.

En résumé, on rappelle que l'analyse pétrographique est basée sur l'identification, avec des critères simples, des minéraux et des éléments constitutifs des roches (éléments vus, pourcentage et taille des éléments, nature du liant pour les roches sédimentaires, ...), et sur la connaissance des clefs de déterminations de base des grandes familles de roches.

Cartographie

En cartographie, il faut insister sur les règles de base de lecture des pendages des couches et jeux des failles. La règle du "V" dans la vallée est connue mais une fois sur deux elle est mal interprétée. Le vocabulaire associé au pli (plan axial, axe, charnière, ...) n'est toujours pas complètement maîtrisé. Dès qu'il y a un chevauchement beaucoup trop d'étudiants interprètent cela comme une zone de subduction.

La localisation géographique du secteur d'étude n'est quasiment jamais présentée, les grands ensembles géologiques de la carte rarement distingués et argumentés. Les grands ensembles géologiques français sont connus de manière très inégale. Les candidats ne prennent pas la peine de justifier les structures présentées à partir d'éléments de la carte. La compréhension du jeu des failles est approximative. La notion de discordance angulaire est toutefois un peu mieux illustrée et les arguments cartographiques souvent bien exposés. Par contre, le dessin en coupe des roches granitiques est catastrophique : ces terrains ne sont jamais enracinés en profondeur et presque toujours dessinés comme des couches sédimentaires !

Au final, même si les notions de lecture de carte géologique sont globalement mieux maîtrisées, le niveau d'analyse est toujours très hétérogène entre les candidats.

Photographies et documents divers

Les études sont plutôt bien menées ; des schémas sont quasiment toujours proposés pour expliquer une photographie. On déplore toutefois que les candidats ne rappellent pas toujours l'échelle des éléments observés ; ceci éviterait souvent des interprétations farfelues.

Considérations générales

Après un début d'entretien souvent correct, les candidats ont bien du mal à tenir plus de cinq minutes en autonomie. Trop souvent, la durée du développement de l'exposé se limite à deux voire trois minutes environ, ce qui montre une mauvaise gestion du temps. Ainsi, les connaissances exposées restent très superficielles. Il n'y a pas de vraie présentation des données d'observation et d'analyse pour en tirer des conclusions logiques sur le problème posé, ce qui est décevant. Pire, de nombreux candidats ont l'air formaté pour répondre de manière très dogmatique aux questions posées. Certains ont même l'air très surpris qu'on leur demande de réfléchir sur des questions pourtant élémentaires tant en géologie que dans d'autres disciplines utiles pour répondre au problème géologique posé.

D'un point de vue global, on ne peut qu'inciter les candidats à produire des schémas annotés, interprétatifs pour soutenir leur démonstration. Et on ne saurait trop insister encore sur la notion d'échelle tant en pétrographie qu'en cartographie.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99		0,00	0	0,00
2 à 2,99	5	0,82	5	0,82
3 à 3,99	7	1,15	12	1,98
4 à 4,99	11	1,81	23	3,79
5 à 5,99	27	4,45	50	8,24
6 à 6,99	32	5,27	82	13,51
7 à 7,99	53	8,73	135	22,24
8 à 8,99	50	8,24	185	30,48
9 à 9,99	54	8,90	239	39,37
10 à 10,99	51	8,40	290	47,78
11 à 11,99	58	9,56	348	57,33
12 à 12,99	70	11,53	418	68,86
13 à 13,99	62	10,21	480	79,08
14 à 14,99	31	5,11	511	84,18
15 à 15,99	29	4,78	540	88,96
16 à 16,99	31	5,11	571	94,07
17 à 17,99	22	3,62	593	97,69
18 à 18,99	10	1,65	603	99,34
19 à 19,99	3	0,49	606	99,84
20	1	0,16	607	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 607

Minimum : 2,32

Maximum : 20

Moyenne : 11,04

Ecart type : 3,64

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99		0,00	0	0,00
2 à 2,99		0,00	0	0,00
3 à 3,99	1	0,16	1	0,16
4 à 4,99	1	0,16	2	0,33
5 à 5,99	4	0,66	6	0,99
6 à 6,99	14	2,31	20	3,29
7 à 7,99	31	5,11	51	8,40
8 à 8,99	34	5,60	85	14,00
9 à 9,99	56	9,23	141	23,23
10 à 10,99	65	10,71	206	33,94
11 à 11,99	72	11,86	278	45,80
12 à 12,99	66	10,87	344	56,67
13 à 13,99	87	14,33	431	71,00
14 à 14,99	72	11,86	503	82,87
15 à 15,99	47	7,74	550	90,61
16 à 16,99	31	5,11	581	95,72
17 à 17,99	16	2,64	597	98,35
18 à 18,99	9	1,48	606	99,84
19 à 19,99	1	0,16	607	100,00
20		0,00	607	100,00

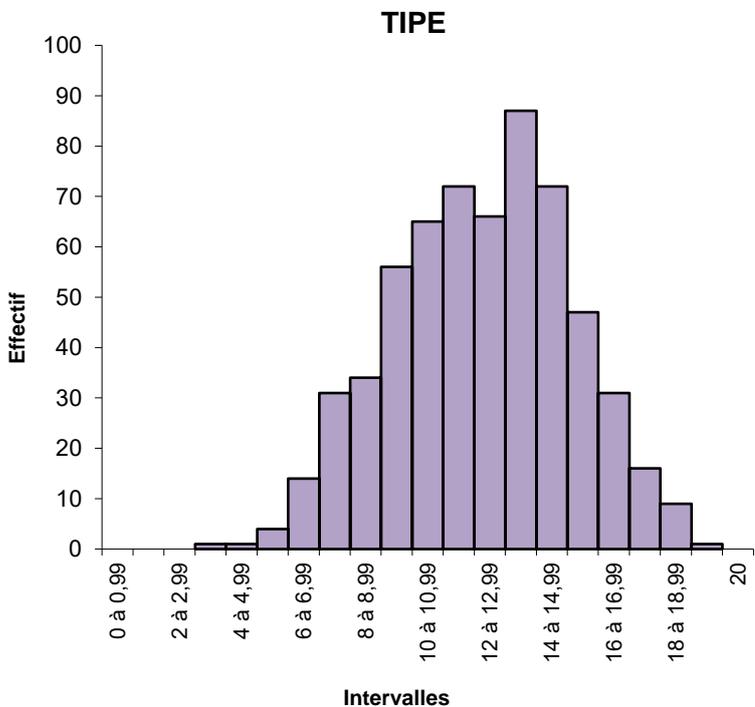
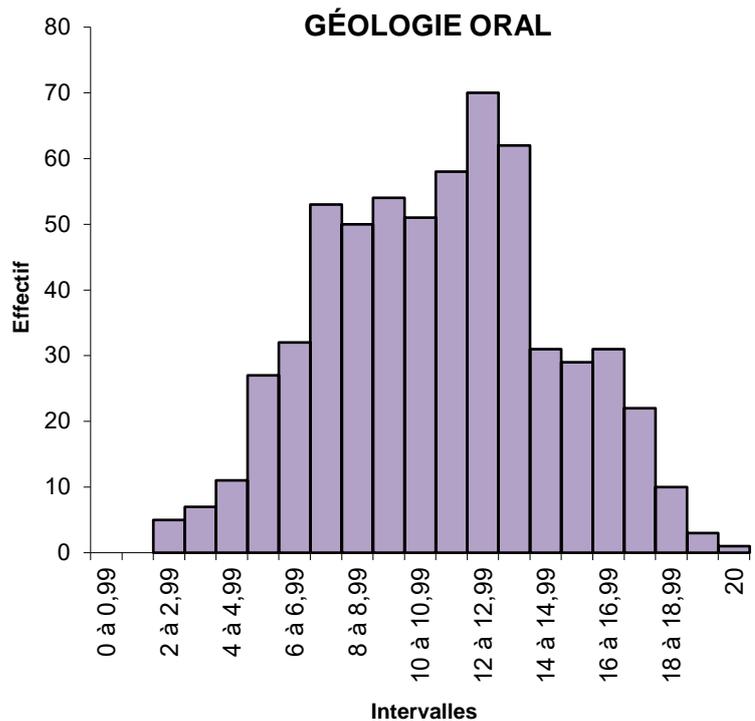
Nombre de candidats dans la matière : 607

Minimum : 3

Maximum : 19

Moyenne : 12,24

Ecart type : 2,85



ÉPREUVE DE TIPE

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

La première partie (exposé de 5 mn suivi de 5 mn de questions sur l'exposé) a notamment pour objectif de mettre en évidence :

- la capacité du candidat à formuler clairement un sujet se rapportant au thème du TIPE,
- sa démarche méthodologique ou expérimentale pour « traiter » le sujet en utilisant ses connaissances scientifiques,
- ses qualités d'analyse et de synthèse,
- les contacts qu'il a pu prendre,
- une réflexion critique sur les résultats obtenus ou sur la conclusion à laquelle ses travaux l'ont conduit.

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,
- d'estimer sa capacité à développer ses compétences et ses motivations pour le métier d'ingénieur,
- de juger de sa connaissance des métiers auxquels les écoles préparent.

Globalement, les appréciations, présentées ci-après, s'inscrivent dans la continuité des observations formulées les années précédentes.

1. Le déroulement de l'épreuve

L'épreuve s'est déroulée sans difficulté particulière dans les conditions matérielles et un accueil comme toujours très satisfaisant. Il faut souligner :

- Le site actuel semble toujours convenir à la majorité des intervenants.
- 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) ; mises à part de très rares exceptions, les tenues vestimentaires sont correctes.
- **Certains TIPE ont été mis en œuvre par des groupes de 5 élèves.** Cela nuit à la réalisation du TIPE, ainsi qu'à la participation de tous les élèves à l'ensemble du travail.

2. Les appréciations sur le TIPE

2.1 Le sujet du tipe

Le thème 2017/2018 était intitulé «**Milieus : interactions, interfaces, homogénéité, ruptures**».

Les membres du jury déplorent toujours la présence de certains sujets ne présentant qu'un lien très vague avec la thématique obligatoire. Si la justification de ce lien peut être très courte dans la présentation orale, elle doit pouvoir être argumentée à la demande du jury. Un nombre toujours trop élevé de candidats n'est toujours pas capable de justifier le lien avec le thème de l'année.

Comme chaque année le thème est très large, ce qui laisse une relative liberté. Attention malgré tout à ne pas vouloir à tout prix faire entrer de force le thème dans le sujet. C'est le TIPE qui doit être construit autour du thème demandé et non l'inverse ! Sinon, on obtient des TIPE récurrents qui non seulement ne correspondent pas à la mise en œuvre d'une démarche expérimentale personnelle, mais de surcroît peuvent provoquer la lassitude du jury. Bien se positionner par rapport au thème imposé à travers le choix du TIPE et la définition de sa problématique nous paraît une qualité primordiale pour de futurs ingénieurs.

Par ailleurs, 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.

L'adéquation au thème est prise en compte dans l'attribution de la note.

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 que pour réussir l'épreuve de TIPE, il convient de :

- choisir un sujet (original ou non), en adéquation avec le thème de l'année, et mettant en œuvre une **démarche expérimentale**
- privilégier les TIPE impliquant une étude de terrain, des expérimentations, ceux-ci forçant les candidats à définir précisément la problématique,
- soigner la partie expérimentale, celle-ci devant répondre à une problématique liée au thème. Les expériences ne servent pas à démontrer des évidences (une bonne bibliographie peut permettre d'éviter ces écueils).
- 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.
- 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 ? Remarque : les noms donnés par les élèves aux lots d'expériences sont parfois complexes à comprendre et mériteraient d'être simplifiés pour la rédaction du rapport.
- choisir un sujet restant du domaine du biologiquement ou géologiquement « possible »

On voit bien ci-dessus à quel point 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. Compiler les données de serveurs professionnels tels que le BRGM, Météo France ou autres a sans nul doute de nombreux avantages en terme de coût, de temps, et présente de moindres risques que la manipulation en classe, mais cela ne correspond plus réellement à l'esprit de l'épreuve. L'utilisation de telles données est envisageable, mais elle doit nécessairement faire l'objet d'une plus-value derrière ; les candidats ne doivent pas se contenter de compiler les données mais les exploiter de manière judicieuse, pertinente, par rapport à leur 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 (d'en tirer les enseignements nécessaires). Le concours encourage donc les étudiants à développer des travaux s'appuyant sur une démarche expérimentale, à privilégier sur des approches purement bibliographiques.

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.

Enfin, nous maintenons les conseils des années précédentes :

- bien faire relire son sujet par son professeur responsable, comme indiqué sur la notice du concours, 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)

Notons tout d'abord que le niveau des présentations et des candidats s'améliore d'année en année. Les présentations sont agréables, les supports de bonne qualité. Cette meilleure maîtrise des candidats se traduit donc par une exigence plus grande de la part des examinateurs.

Il pourrait être pratique pour les membres du jury que les pages du rapport et les diapositives soient numérotées

Les présentations se font principalement soit sous forme de diaporama, soit sous forme de grands cartons qui ont l'avantage de limiter les manipulations mais ne sont pas toujours très lisibles, soit sous forme papier, qui sont souvent les plus fiables. Les présentations numériques sont globalement plus faciles à suivre, plus lisibles que les posters. Concernant les personnes utilisant des ordinateurs, il est conseillé 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 pour les élèves ayant recours à une présentation sur PC d'avoir une version papier de secours en cas de problèmes informatiques.

Cependant ces présentations épurées, -souvent d'excellente qualité-, sont un peu plus standardisées, et les échantillons expérimentaux qu'amenaient souvent les candidats ont tendance à disparaître. Bien qu'ils ne faille pas abuser de ceux-ci (passer cinq minutes à disposer les dits échantillons est trop chronophage), ils avaient toutefois l'avantage de rendre l'exposé plus personnel et plus vivant.

Notons malgré tout que 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 écrits sont en général assez clairs, les illustrations nombreuses mais il faut noter, comme les années précédentes, un nombre non négligeable d'illustrations de mauvaise qualité dans certains travaux (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. Les problèmes d'adaptation entre l'exposé de l'épreuve d'Agro et de G2E ont quasiment disparu. **Le dépassement de temps est donc particulièrement mal perçu par les jurys**, qui pénalisent d'autant plus les candidats mal préparés. Pour éviter ce dépassement, les étudiants peuvent choisir de ne pas présenter tous les résultats ou toutes les parties du travail, mais il reste indispensable de présenter la démarche globale et de mentionner les autres expériences réalisées, même si on ne les développe pas.
- Les candidats ont bien du mal à dégager les divers enseignements tirés de leur sujet et à ouvrir le débat. Les problématiques du sujet, les objectifs du TIPE ont été souvent mal posés, de ce fait les exposés manquent parfois de clarté.
- L'analyse des résultats laisse parfois à désirer. Certains candidats butent toujours sur des notions mathématiques simples telles la notion 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 seul est capable de défendre son travail.
- Dans le même registre, la rigueur scientifique est parfois insuffisante, la maîtrise du vocabulaire et des concepts sont mal connus. Il arrive qu'une simple définition d'un terme utilisé plusieurs fois dans l'exposé déstabilise complètement le candidat.
- En ce qui concerne les outils statistiques, il en existe de très puissants, ne pas se contenter de moyennes ou "d'écart types qui ne se chevauchent pas" pour conclure à des différences

significatives. Par ailleurs, certains candidats ne se souviennent plus de la manière dont ils ont calculé leurs barres d'erreur et confondent l'écart-type et l'intervalle de confiance à 95% par exemple.

- 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 de plus en plus sommaires. Trop de candidats se contentent 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.

- Les prises de contacts avec des professionnels sont par contre de plus en plus nombreuses, ce qui est une bonne chose. Cependant certains candidats se sont intégralement reposés 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

- Pour finir, le jury a eu le sentiment que les candidats, dans une large mesure, ont cherché à anticiper les questions que leur TIPE pouvait entraîner. Ce travail de préparation aux questions doit être une priorité dans la préparation de cette épreuve.

- La présentation par les candidats d'échantillons ou de tout matériel concret, résultats de leurs prélèvements ou de leur expérimentations est de plus en plus rare mais demeure un plus pour les candidats ayant fait l'effort de les amener !

2.3 La discussion libre

Les enjeux de cette partie de l'épreuve sont toujours mal perçus et de ce fait mal préparés par les candidats. Comme suggéré par certains examinateurs, le candidat pourrait anticiper et préparer une partie des questions de cet entretien à caractère plus général. Cette partie de l'épreuve compte pour 50% de la note et doit donc être préparée sérieusement.

La deuxième partie de l'entretien permet d'avoir une vision plus précise du candidat. Que ce soit dans un contexte extrascolaire ou pour comprendre son projet personnel. Etre en classe préparatoire est très prenant, nous en sommes tous conscients, mais cela n'implique pas de se couper du monde.

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 élève. 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 satisfaisant.

Par ailleurs, nous ne saurions que trop vous conseiller d'être francs dans vos réponses. Le jury n'attend pas de réponses standardisées lors de l'entretien ouvert. Evitez 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

Enfin, la fin de cet entretien révèle certains problèmes majeurs :

- Très peu de candidats ont une idée des applications existantes des sujets qu'ils traitent. C'est d'autant plus dommageable que cela porte souvent sur des secteurs d'activités qu'ils revendiquent comme motivant leur présence au concours G2E : eaux, déchets, aménagement, urbanisme, architecture, ressources, risques.... Certains candidats énoncent des généralités et des platitudes sur les domaines de l'Environnement et les métiers correspondants. Beaucoup de candidats font référence aux contacts qu'ils ont eus en début de session avec les représentants des écoles et placent les mots-clés qui ont pu les marquer. La gestion de la ressource en eau est visiblement à la mode, mais ce que pouvait en dire la majorité des candidats qui ont mis en avant ce thème était assez pauvre. Les remarques très naïves sur la protection de l'environnement ne sont pas toujours pertinentes. Que leur projet professionnel soit encore confus à l'entrée d'une école d'ingénieurs, cela peut se comprendre ; pour autant les candidats doivent être capables de tenir un discours cohérent sur les enjeux du domaine Environnement et les objectifs qu'ils peuvent se donner pour relever les défis importants dans ce champ, ce ne sont pourtant pas les problèmes qui manquent !

- La connaissance des écoles qu'ils vont intégrer et leur projet professionnel sont souvent trop flous. 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. Même si le projet professionnel sera sûrement redéfini durant les années d'école, 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.

- Naturellement, il est dommage et préjudiciable que certains candidats arrivent en ne connaissant aucune école du concours G2E !

- Pratiquement aucun candidat n'est capable de citer le moindre ouvrage scientifique qu'il aurait pu lire (film, livre, revue... même grand public).

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 (sportive, artistique, ludique, humanitaire) ce qui est un point positif pour la suite de leur carrière. Les candidats ayant voyagé bénéficient toujours d'une expérience supplémentaire très favorable à leur réussite professionnelle future mais ceux qui n'ont pas eu cette chance, par exemple faute de moyens financiers, n'en sont pas pénalisés, si ils se montrent curieux et ouverts sur le monde Enfin, à de très rares exceptions près, tous présentent une volonté de réussir qui leur permettra de rattraper les quelques lacunes précédemment citées.

ÉPREUVE D'ANGLAIS

1. Format de l'épreuve

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

Les candidat-e-s ont 20 minutes pour préparer la présentation de deux documents :

- Un commentaire de texte
- 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)
- 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).

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.

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 candidats 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 pour ces dernières permet au mieux de rappeler aux étudiants 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 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.

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.

Langue

Si nous faisons exception des locuteurs-trices natifs-ves, les niveaux de langues constatés vont de parfaitement fluide à mutique. 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* -

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 compartments* ? (to modify)

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 candidats 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 sensibilitate ? (to sensibilize - to sensitize) - politics vs policies - to win vs to earn - *the text which is title* - *to explanate* ? (to explain) - *a lose* ? (a loss) - *to continuare* ? (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)) ...

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).

Written/migrant/fossil/ vehicles /diesel/determine/ finance/recycle/pesticides ([ai] vs [i] vs [i :]) - labour - woman vs women - measure - no vs now - society - put vs putt - environment - the Guardian - [H] - busy ([y] vs [i]) - development - work vs walk vs wok - lake vs lack - Poland vs Poo-land ? ...

Beaucoup de candidat-e-s semblent confondre imiter le son de la langue avec la maîtrise orale de la langue. 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 monopoliser 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.

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.

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.

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 attendue 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... Pour reprendre certains manques constatés pour cette session) pourrait s'avérer être un problème.

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 étudiant-e-s 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.

What there shall miss, your toil shall strive to mend !

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99	3	0,49	3	0,49
2 à 2,99	4	0,66	7	1,15
3 à 3,99	17	2,80	24	3,95
4 à 4,99	12	1,98	36	5,93
5 à 5,99	5	0,82	41	6,75
6 à 6,99	24	3,95	65	10,71
7 à 7,99	18	2,97	83	13,67
8 à 8,99	41	6,75	124	20,43
9 à 9,99	52	8,57	176	29,00
10 à 10,99	74	12,19	250	41,19
11 à 11,99	64	10,54	314	51,73
12 à 12,99	62	10,21	376	61,94
13 à 13,99	68	11,20	444	73,15
14 à 14,99	68	11,20	512	84,35
15 à 15,99	36	5,93	548	90,28
16 à 16,99	29	4,78	577	95,06
17 à 17,99	16	2,64	593	97,69
18 à 18,99	7	1,15	600	98,85
19 à 19,99	7	1,15	607	100,00
20		0,00	607	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 607

Minimum : 1,02

Maximum : 19,5

Moyenne : 11,50

Ecart type : 3,55

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99		0,00	0	0,00
2 à 2,99		0,00	0	0,00
3 à 3,99		0,00	0	0,00
4 à 4,99		0,00	0	0,00
5 à 5,99	1	1,01	1	1,01
6 à 6,99	3	3,03	4	4,04
7 à 7,99	4	4,04	8	8,08
8 à 8,99		0,00	8	8,08
9 à 9,99	2	2,02	10	10,10
10 à 10,99	8	8,08	18	18,18
11 à 11,99	3	3,03	21	21,21
12 à 12,99	14	14,14	35	35,35
13 à 13,99	13	13,13	48	48,48
14 à 14,99	11	11,11	59	59,60
15 à 15,99	20	20,20	79	79,80
16 à 16,99	9	9,09	88	88,89
17 à 17,99	4	4,04	92	92,93
18 à 18,99	3	3,03	95	95,96
19 à 19,99		0,00	95	95,96
20	4	4,04	99	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 99

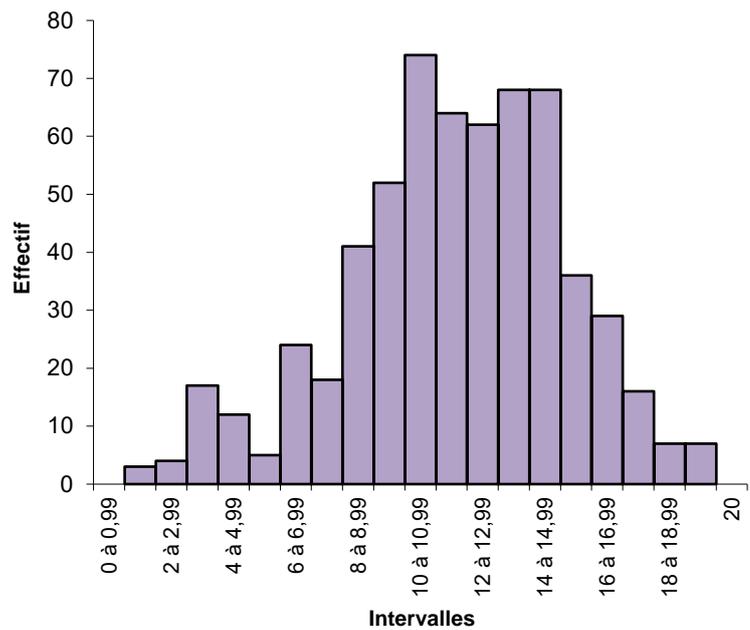
Minimum : 5,24

Maximum : 20

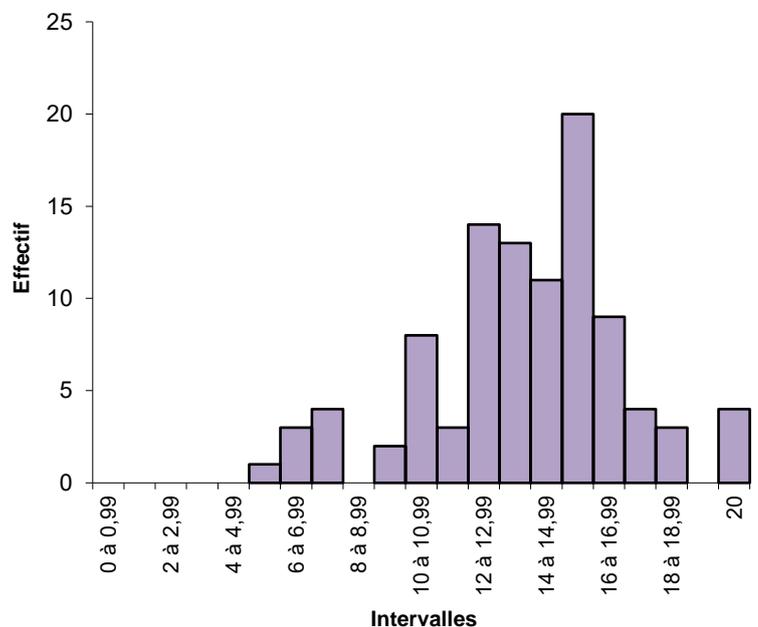
Moyenne : 13,87

Ecart type : 3,21

ANGLAIS



ESPAGNOL



ÉPREUVE ORALE D'ESPAGNOL

Nature et déroulement de l'épreuve :

Chaque candidat dispose de 20 minutes pour préparer la synthèse et le commentaire d'un article de presse qui traite de l'actualité politique, économique ou sociétale du monde hispanophone. A l'issue de l'exposé de ces deux parties, un entretien permet de revenir sur certains aspects évoqués afin de les approfondir ou de les nuancer. Enfin, l'écoute d'un court enregistrement audio permet de s'assurer de la bonne compréhension d'un document dans un espagnol authentique.

Remarques sur les différentes étapes :

Le travail de synthèse d'article de presse consiste à mettre en lumière les idées principales de l'article en hiérarchisant les informations du journaliste et en les reformulant. Présenter un simple copier-coller est donc contre-productif.

Il s'en suit un commentaire des idées principales de l'article, précédé d'un plan et de l'exposé des principales idées ensuite développées. Attention aux commentaires trop brefs : cet exercice a pour objectif de montrer les aptitudes du candidat à s'exprimer dans un espagnol correct afin de développer une opinion de manière structurée. Rappelons que le commentaire doit partir du texte (étude du titre, des idées, du ton adopté par le journaliste...) pour déboucher sur des considérations plus générales. Des références culturelles espagnoles ou hispano-américaines en rapport direct avec le sujet sont évidemment valorisées. Une conclusion viendra achever cette partie. Dans ces conditions, il est inconcevable que certains candidats se présentent sans avoir préparé un commentaire de façon sérieuse. En outre, donner son opinion ne peut constituer qu'un aspect de cet exercice. Pour finir, un entretien permet de revenir sur ce qu'a dit le candidat. Le principal écueil de cet exercice est de se fixer essentiellement sur le fond des réponses en négligeant l'expression linguistique.

De la même façon, la restitution du document audio doit être exprimée dans un espagnol correct. Il est donc indispensable de faire preuve d'une grande vigilance jusqu'à la fin de cet oral.

Principales difficultés linguistiques :

- des confusions sur les emplois entre *Ser* et *Estar*
- la construction *no sólo... sino también... / para que* + subjonctif
- *el hecho de que, quizás* + subjonctif,
- *Europa / europea ; mostrar ; aprender / enseñar ; un problema / los problemas ; por* (cause) / *para* (objectif) ; *por una parte / por otra parte*
- *el otro / otro* (un autre)
- *permitir* + infinitif
- *subir / sufrir ; creer / crear ; haber / tener ; expresar / exprimir ; un peligro / peligroso ; ello / él ; haber / tener*
- conjugaisons mal maîtrisées / choix du passé composé et du passé simple en espagnol. Une des principales manifestations : relater au présent des faits passés.
- des déplacements d'accent ; expression des pourcentages

Exemples de sujets proposés : Les articles qui font l'objet d'étude portent sur des thématiques variées liées à l'actualité espagnole et hispano-américaine des derniers mois telles que le harcèlement sexuel, la grâce d'Alberto Fujimori, Guantánamo, le tourisme de masse en Espagne, l'intervention du pape en Colombie, le mythe de Che Guevara, etc.

ÉPREUVE ORALE D'ALLEMAND

La session 2018 a été dans l'ensemble très positive. Les étudiants en allemand LV1, dont l'effectif est encore en baisse, obtiennent d'excellents résultats.

Le niveau des étudiants en allemand LV2 est assez homogène et la qualité de leur prestation correspond à l'objectif essentiel de l'apprentissage d'une langue vivante :

- l'accès à une compréhension fine et non seulement globale d'un document.
- savoir s'exprimer en continu et prendre part à une conversation de façon intelligible et recevable linguistiquement (pour la morphosyntaxe comme pour la prononciation).

Lors de la plupart des entretiens avec les candidats il apparait que ces compétences linguistiques et connaissances culturelles ont été acquises tout au long de l'apprentissage par un travail sérieux qui mérite d'être salué.

Les modalités de l'épreuve restent inchangées : le candidat dispose de 20 minutes pour préparer le résumé et commentaire d'un texte ou de deux articles qui nécessitent une confrontation de points de vue et une analyse plus nuancée. L'interrogation dure elle aussi 20 minutes. Il est important de noter que pour l'épreuve d'allemand il n'y a pas de document audio ou vidéo.

L'épreuve repose essentiellement sur la compréhension précise de textes d'origine et de nature variées provenant exclusivement de la presse ou de la télévision allemande : publications scientifiques ou statistiques.

Ces documents portent sur des questions contemporaines, généralement connues des candidats, comme les nouvelles technologies et la globalisation, la liberté individuelle, la formation, le travail, la famille, l'immigration, l'habitat, l'environnement, l'alimentation.

Lors de cette épreuve nous attendons que le candidat présente la thématique du texte proposé en évitant toute paraphrase, qu'il en fasse un commentaire en exploitant les questions soulevées par l'auteur et donne son avis personnel. Il lui faut éviter les digressions inappropriées et renoncer à replacer des commentaires « tout faits » préparés pendant l'année d'étude.

L'examineur quant à lui peut revenir sur des points évoqués, demander des précisions sur des exemples cités et tenter parfois de corriger certaines incompréhensions.

Dans le cadre de l'appréciation et de la notation sont pris en compte :

- La correction de la langue qui s'approche de l'authenticité, riche d'un lexique pertinent et nuancé.
- La capacité à produire un discours argumenté, informé et à exprimer un point de vue pertinent.

Il faut souligner également que l'autocorrection de la langue est fortement appréciée. L'examineur est aussi sensible à la combativité des intervenants qui doivent convaincre par leur propos en évitant de fixer constamment la feuille de préparation et de lire « trop » leurs notes.

Enfin chaque candidat doit en plus d'une bonne maîtrise linguistique, montrer son intérêt vis-à-vis de l'actualité en général et faire preuve de curiosité concernant l'information : presse, radio et télévision allemandes. C'est ainsi qu'il pourra acquérir les connaissances nécessaires à son insertion professionnelle et s'ouvrir davantage au monde qui l'entoure.

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	1	2,17	1	2,17
5 à 5,99	1	2,17	2	4,35
6 à 6,99	1	2,17	3	6,52
7 à 7,99		0,00	3	6,52
8 à 8,99	3	6,52	6	13,04
9 à 9,99		0,00	6	13,04
10 à 10,99	1	2,17	7	15,22
11 à 11,99	5	10,87	12	26,09
12 à 12,99	8	17,39	20	43,48
13 à 13,99	7	15,22	27	58,70
14 à 14,99	5	10,87	32	69,57
15 à 15,99	5	10,87	37	80,43
16 à 16,99		0,00	37	80,43
17 à 17,99	5	10,87	42	91,30
18 à 18,99	3	6,52	45	97,83
19 à 19,99		0,00	45	97,83
20	1	2,17	46	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 46

Minimum : 4,75

Maximum : 20

Moyenne : 13,59

Ecart type : 3,30

