

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 2015

Rue du Doyen Marcel Roubault – TSA 70605  
54518 VANDOEUVRE-lès-NANCY CEDEX  
Tél. : 03 83 59 64 07 – Fax : 03 83 59 64 65  
[g2e-concours@univ-lorraine.fr](mailto:g2e-concours@univ-lorraine.fr)  
<http://www.concoursg2e.org>



# SOMMAIRE

## RAPPORT GENERAL

1. Fonctionnement du Concours G2E .....	2
2. Remarques générales concernant le recrutement 2015 et 2016 .....	2
2.1. Les données du recrutement 2015 .....	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 2016.....	12
3. Remerciements .....	12

## COMMENTAIRES SUR LES DIFFERENTES EPREUVES

Epreuve écrite de Mathématiques .....	14
Epreuve écrite de Physique .....	18
Epreuve écrite de Chimie .....	20
Epreuve écrite de Biologie .....	24
Epreuve écrite de Géologie .....	27
Epreuve de Composition Française .....	38
Epreuve orale de Mathématiques .....	40
Epreuve orale de Physique .....	44
Epreuve orale de Chimie .....	47
Epreuve orale d'Informatique.....	51
Epreuve orale de Géologie Pratique et Géographie .....	53
Epreuve orale de TIPE .....	57
Epreuve orale d'Anglais .....	61
Epreuve orale d'Espagnol .....	64
Epreuve orale d'Allemand .....	66

# CONCOURS GEOLOGIE, EAU et ENVIRONNEMENT

## 1. FONCTIONNEMENT DU CONCOURS G2E

G2E offre 243 places dans des Ecoles d'Ingénieurs recrutant des élèves des classes préparatoires BCPST.

Le concours G2E permet le recrutement pour l'ENSG, Polytech (Annecy-Chambéry, Grenoble, Montpellier, Nice, Orléans, Paris-UPMC, Tours) l'ENGEES, l'ENTPE, l'ENSIL, l'EOST, l'ENSIP et l'ENSEGID Bordeaux.

En 2015, 4 écoles ont intégré le concours G2E : l'ENSGéomatique (Marne La Vallée), les écoles des Mines (Alès, Albi et Douai).

## 2. REMARQUES GENERALES CONCERNANT LE RECRUTEMENT 2015 et LE FUTUR RECRUTEMENT 2016

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 Ecoles 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, 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 1540 inscrits)	1029	511
Candidats ayant passé l'épreuve orale (sur 535 classés)	363	172

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 2014.

Choix lors des inscriptions (2014)	Anglais	Allemand	Espagnol	Aucune	Total
LV1	1501 (1543)	22 (131)	17 (65)		1540 (1739)
LV2	39 (156)	186 (140)	307 (378)	1008 (1065)	1540 (1739)
Candidats classés ayant choisi l'épreuve orale	Anglais	Allemand	Espagnol	Aucune	Total
LV1	518 (613)	10 (66)	7 (32)		535 (711)
LV2	17 (84)	72 (55)	100 (146)	346 (426)	535 (711)

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

Pour la session 2015, les candidats avaient la possibilité d'utiliser un langage autre que Python. Pour les sessions suivantes, le langage Python sera imposé aux candidats.

Une harmonisation a été faite entre la chimie et l'informatique pour ne pas défavoriser les candidats des 2 matières.

Les épreuves écrites de G2E 2016 se dérouleront les 9, 10 et 11 Mai dans 30 centres de concours. Les épreuves orales se dérouleront du 24 juin au 4 juillet 2016 (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 2015

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

<b>Nombre de places offertes par G2E en 2015</b>	<b>243</b>
<b>Nombre d'intégrés en 2015</b>	<b>180</b>

G2E	Année	Nombre de places offertes	Nombre d'intégrés	Rang du premier intégré	Rang du dernier intégré
ENGEES Fonctionnaire	2011	4	4	10	286
	2012	4	4	67	246
	2013	4	4	146	341
	2014	2	2	51	145
	2015	4	4	149	276
ENGEES Civil	2011	20	20	74	408
	2012	20	21	141	411
	2013	20	22	140	463
	2014	22	22	228	504
	2015	20	20	191	486
ENGEES Apprenti	2011	3	2	101	233
	2012	3	3	175	546
	2013	5	3	393	535
	2014	5	4	423	571
	2015	5	3	394	496
ENSEGID	2012	5	6	120	383
	2013	12	12	126	416
	2014	15	17	160	435
	2015	18	17	138	430
ENSG	2011	68	66	4	305
	2012	68	70	11	288
	2013	68	68	7	306
	2014	68	58	10	377
	2015	64	63	4	310
ENSGéomatique	2015	5	3	335	453
ENSGéomatique Fonct.	2015	1	1	175	175
ENSIL	2011	6	4	209	410
	2012	6	5	167	393
	2013	6	6	191	477
	2014	6	6	456	552
	2015	6	2	300	446
ENSIP	2011	8	6	211	464
	2012	8	7	335	457
	2013	8	3	430	474
	2014	8	9	422	608
	2015	15	2	461	486
ENTPE Fonctionnaire	2011	12	13	10	150
	2012	12	15	35	289
	2013	15	14	32	169
	2014	14	14	53	183
	2015	14	14	14	144
ENTPE Civil	2011	15	15	50	404
	2012	15	18	180	481
	2013	19	28	277	487
	2014	28	28	13	456
	2015	28	28	77	143
EOST	2011	8	8	244	367
	2012	8	9	260	371
	2013	8	7	212	422
	2014	8	9	137	353
	2015	8	8	17	339
Mines d'Albi	2015	5	3	123	210
Mines d'Alès	2015	3	1	236	236
Mines de Douai	2015	3	-	-	-
Polytech'Anncey-Chambéry	2014	3	4	516	667
	2015	5	3	371	491
Polytech'Grenoble	2012	3	3	380	523
	2013	3	3	517	608
	2014	3	1	579	579
	2015	3	1	492	492
Polytech'Montpellier	2012	7	4	419	557
	2013	6	8	389	559
	2014	6	5	551	635
	2015	6	1	506	506
Polytech'Nice	2012	3	-	-	-
	2013	3	4	479	643
	2014	3	4	569	666
	2015	3	-	-	-
Polytech'Orléans	2011	17	15	421	542
	2012	17	6	567	640
	2013	17	6	529	654
	2014	14	3	520	663
	2015	8	-	-	-
Polytech'Paris	2011	7	5	376	555
	2012	7	7	334	530
	2013	7	10	449	610
	2014	7	6	436	648
	2015	7	2	452	501
Polytech'Tours	2012	12	6	546	639
	2013	12	8	443	653
	2014	12	4	521	661
	2015	12	3	366	447

## 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'Orléans	Candidats classés à Polytech'Paris	Candidats classés à Polytech*	Candidats classés à ENSEGD	Candidats classés à ENSG Géomatique	Candidats classés aux Ecoles des Mines**
2009	1437	1402	938	605	569	402	395	219	375	490	490	402	546	546				
2010	1479	1449	955	581	552	495	368	239	389	475	492	408	529	529				
2011	1667	1597	1088	618	593	533	390	264	404	513	515	420	560	560				
2012	1699	1625	1193	717	676	567	408	322	516	590	570	437	640	640	640	583		
2013	1623	1541	1144	754	713	602	616	324	515	626	616	428	657	657	657	616		
2014	1739	1686	1208	755	718	642	378	331	496	621	616	540	667	667	667	667		
2015	1540	1500	1021	571	535	514	433	300	476	501	485	500	512	512	512	473	502	254

\* Polytech Annecy-Chambéry, Grenoble, Montpellier, Nice, Tours recrute sur le concours G2E

\*\* Ecoles des Mines d'Albi, Alès et Douai

En 2015, le nombre d'inscrits a baissé par rapport à 2014. Les nouveaux programmes BCPST ont sûrement incité les élèves à ne pas redoubler. 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 du Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt, et du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie. Dès parution des arrêtés, les chiffres seront indiqués sur le site web de G2E.

## 2.2. Résultats

### EPREUVES ECRITES : Moyenne (minimum : maximum) Ecart type

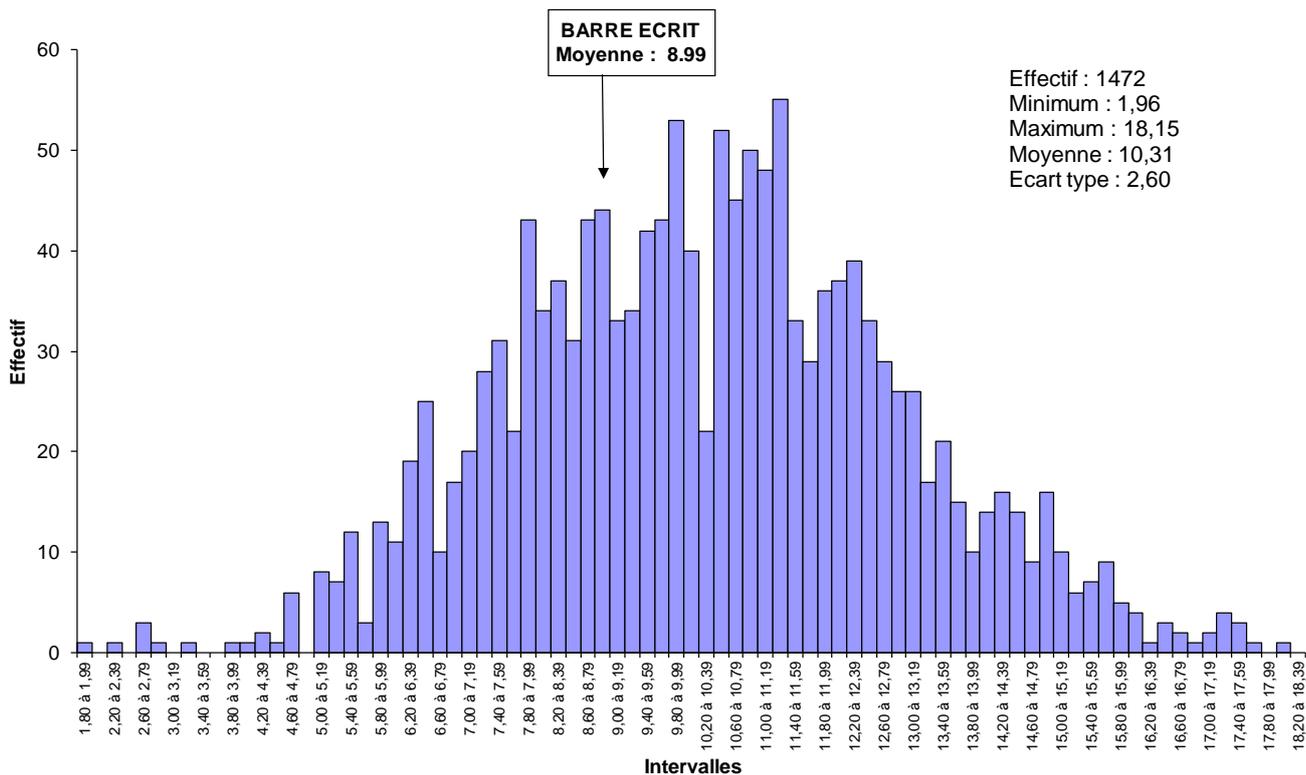
	Maths	Physique	Chimie	Biologie	Géologie	Compo. F
2010	10,66 (0,91 : 20) 3,47	10,13 (2,72 : 20) 3,22	10,72 (1,36 : 20) 3,61	10,29 (3,56 : 17,55) 2,36	10,03 (1,81 : 18,70) 2,71	10,34 (0,5 : 19,82) 3,23
2011	10,36 (0,18 : 20) 4,91	10,29 (0,56 : 20) 4,64	10,13 (1,14 : 20) 3,94	10,80 (1,95 : 17,19) 2,32	10,26 (1,84 : 20) 3,03	10,74 (0,8 : 20) 2,98
2012	10,29 (0,31 : 20) 4,28	10,80 (1,05 : 20) 4,24	10,55 (1,38 : 20) 3,67	10,52 (2,73 : 20) 2,59	10,42 (2,7 : 20) 2,54	10,42 (0,67 : 19,16) 2,54
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

### EPREUVES ORALES : Moyenne (minimum : maximum) Ecart type

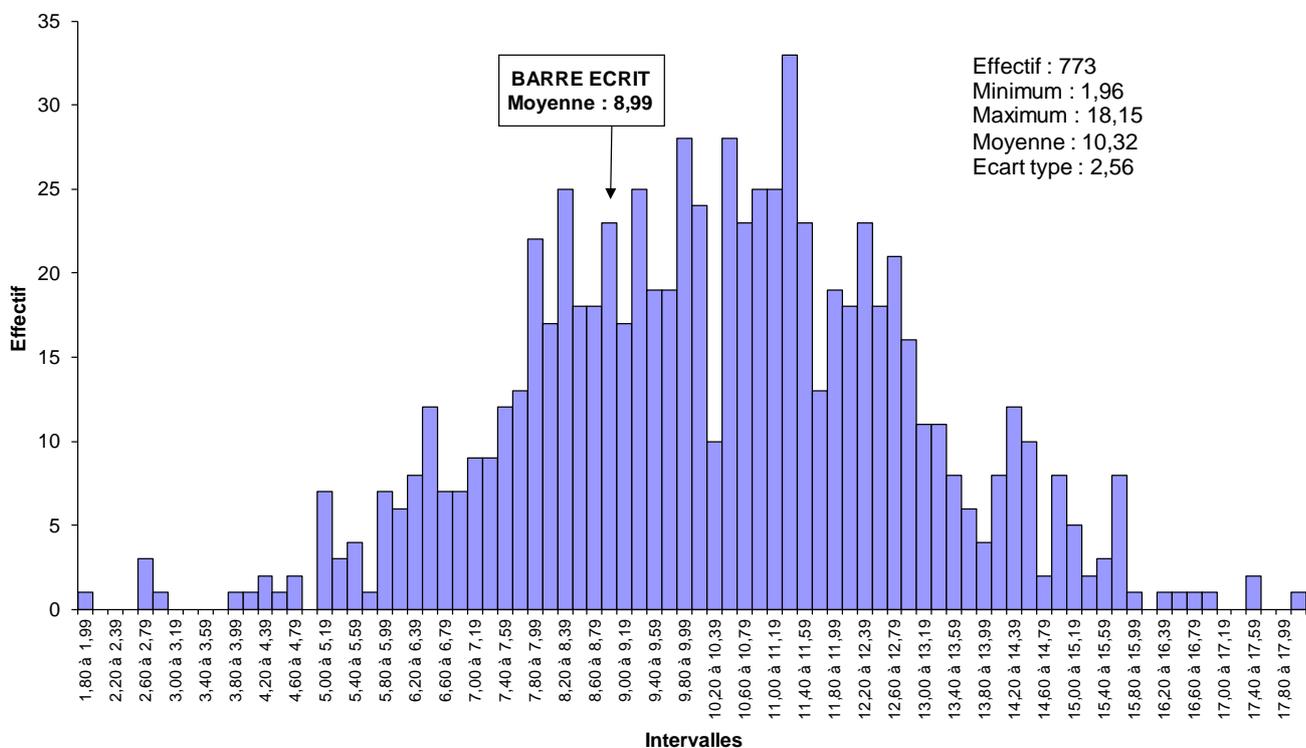
	Maths	Physique	Chimie	Informatique	Géologie	TIPE	Anglais	Allemand	Espagnol
2010	10,69 (2,94 : 18,95) 3,43	10,18 (2,24 : 20) 3,53	10,39 (0,98 : 20) 4,07		10,48 (2 : 20) 4,06	11,73 (4,11 : 17,88) 2,68	12,32 (4,54 : 20) 3,09	12,65 (3,57 : 20) 3,49	12,95 (4,35 : 19) 2,93
2011	10,82 (2,02 : 20) 3,43	10,14 (2,34 : 18,93) 3,67	10,81 (1,53 : 20) 3,86		10,19 (0,61 : 19,49) 4,35	12,07 (3,97 : 18,86) 2,62	12,54 (2,08 : 20) 3,05	12,91 (4,83 : 20) 3,47	12,74 (4,64 : 18,98) 2,80
2012	10,78 (2,22 : 18,85) 3,46	10,23 (2,12 : 20) 3,87	10,63 (1,59 : 20) 3,81		10,43 (2,5 : 18,3) 3,51	12,27 (4,78 : 18,16) 2,60	12,56 (3,54 : 20) 3,14	13,34 (3,48 : 20) 3,59	13,09 (6,34 : 20) 2,52
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

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.

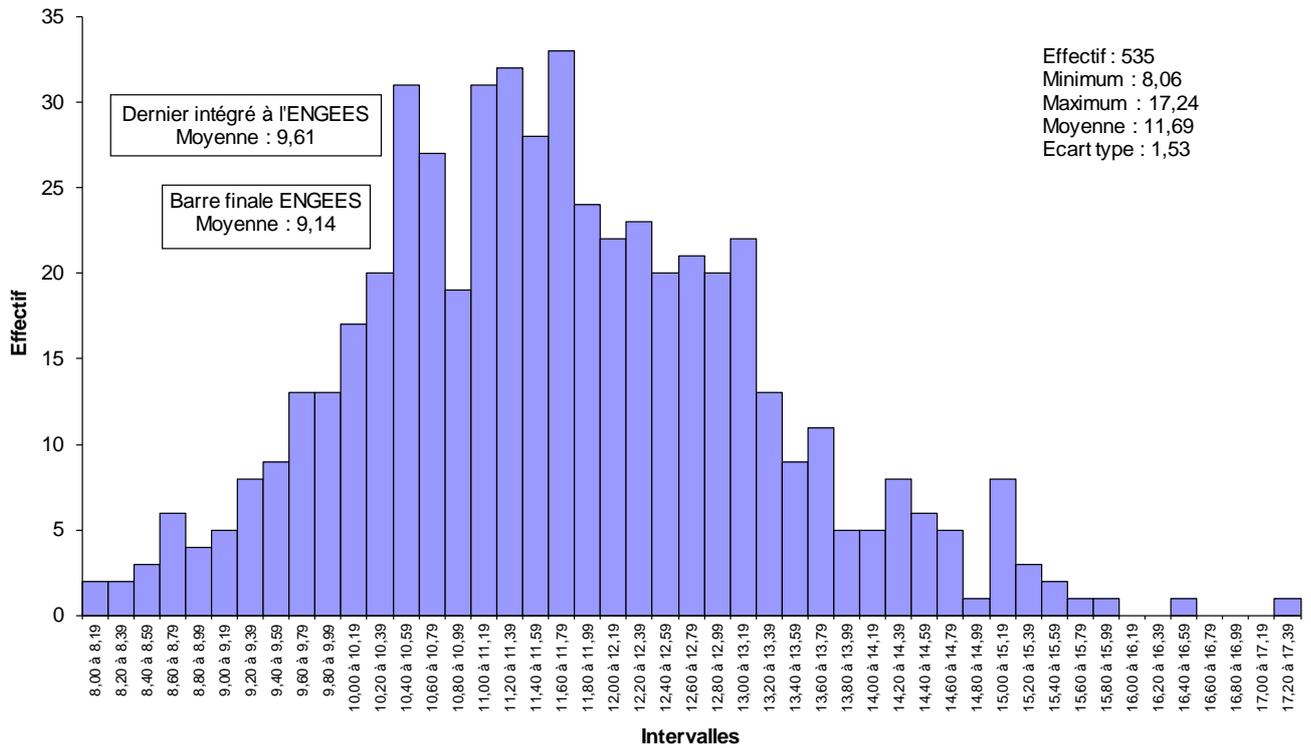
### DISTRIBUTION DES MOYENNES "ECRIT G2E 2015"



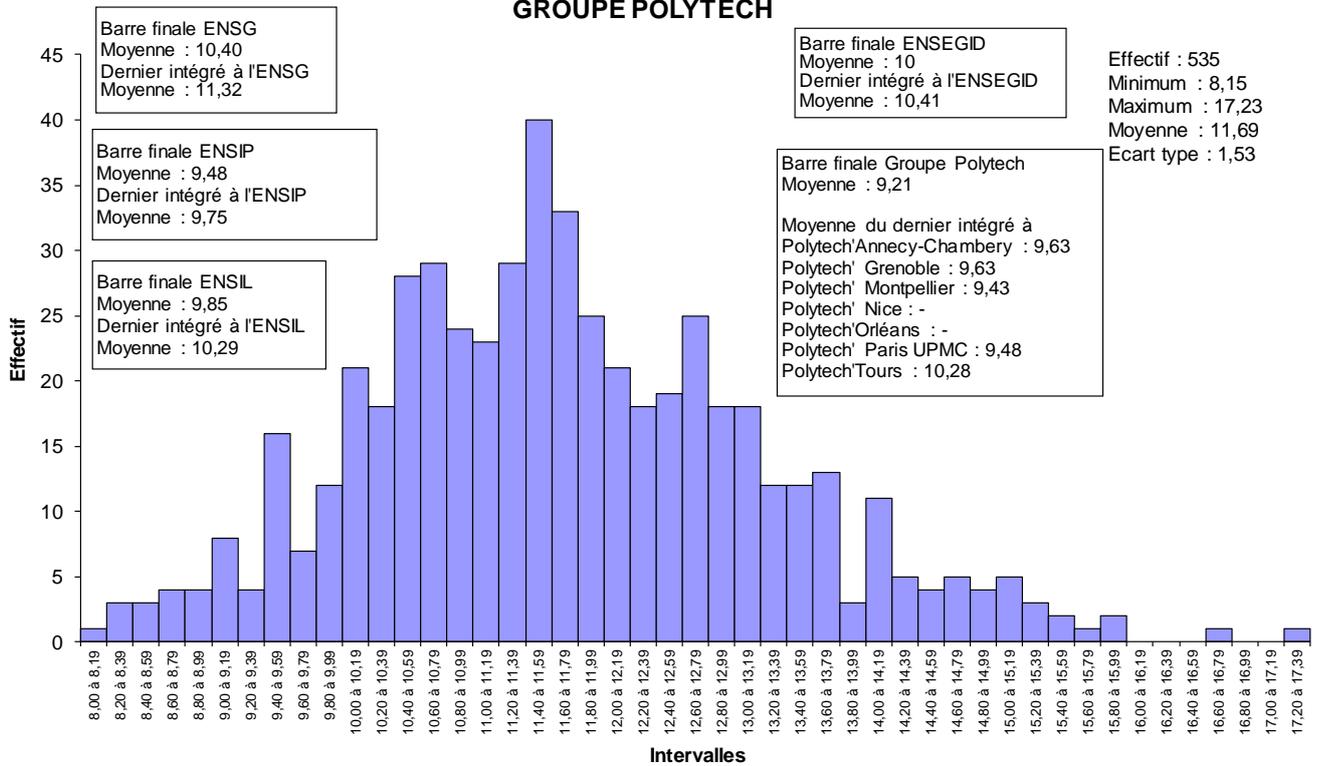
### DISTRIBUTION DES MOYENNES "ECRIT ENTPE 2015"



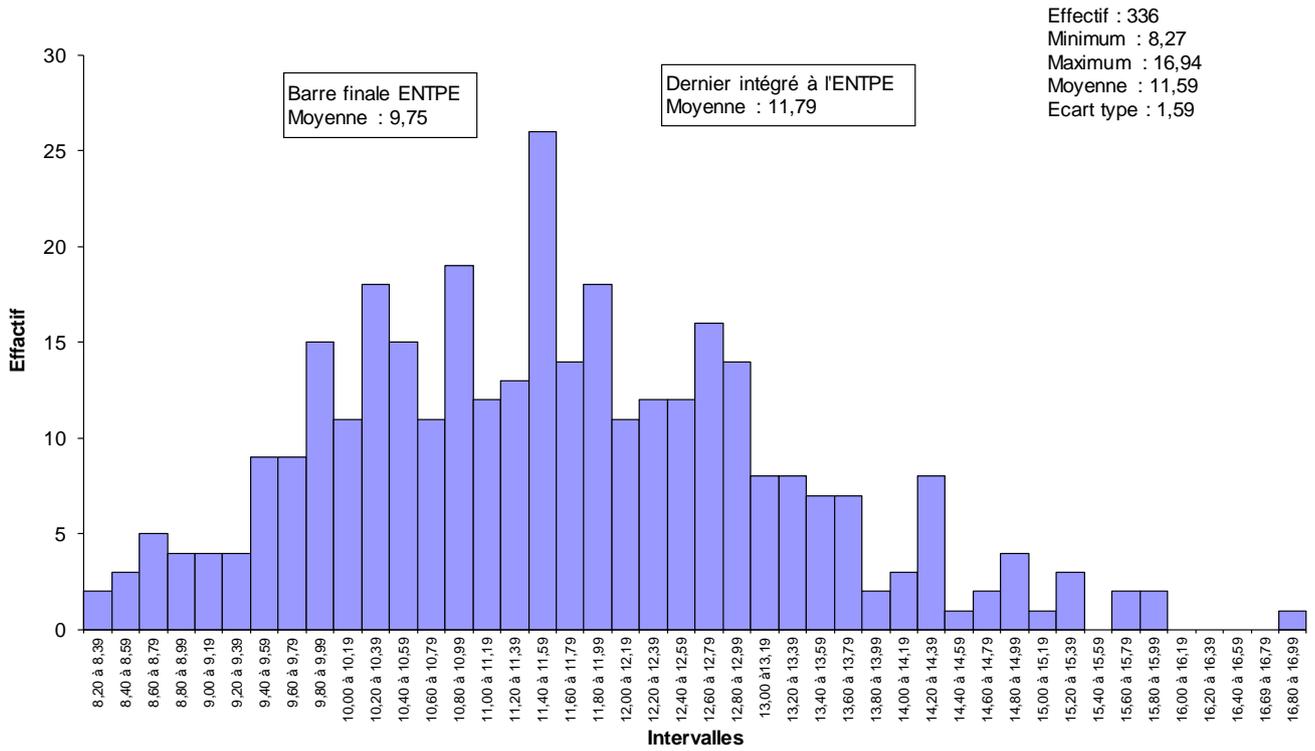
### DISTRIBUTION DES MOYENNES GENERALES ENGEES



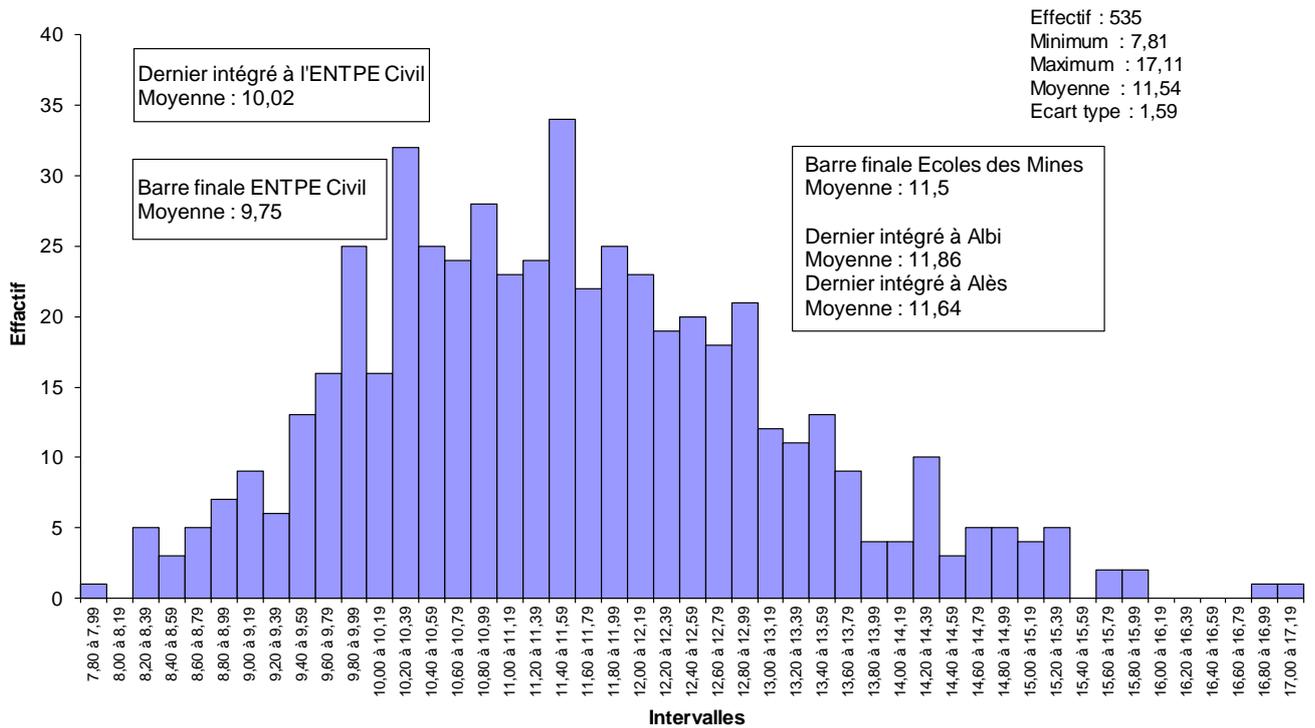
### DISTRIBUTION DES MOYENNES GENERALES ENSEGD, ENSG, ENSIL, ENSIP et GROUPE POLYTECH



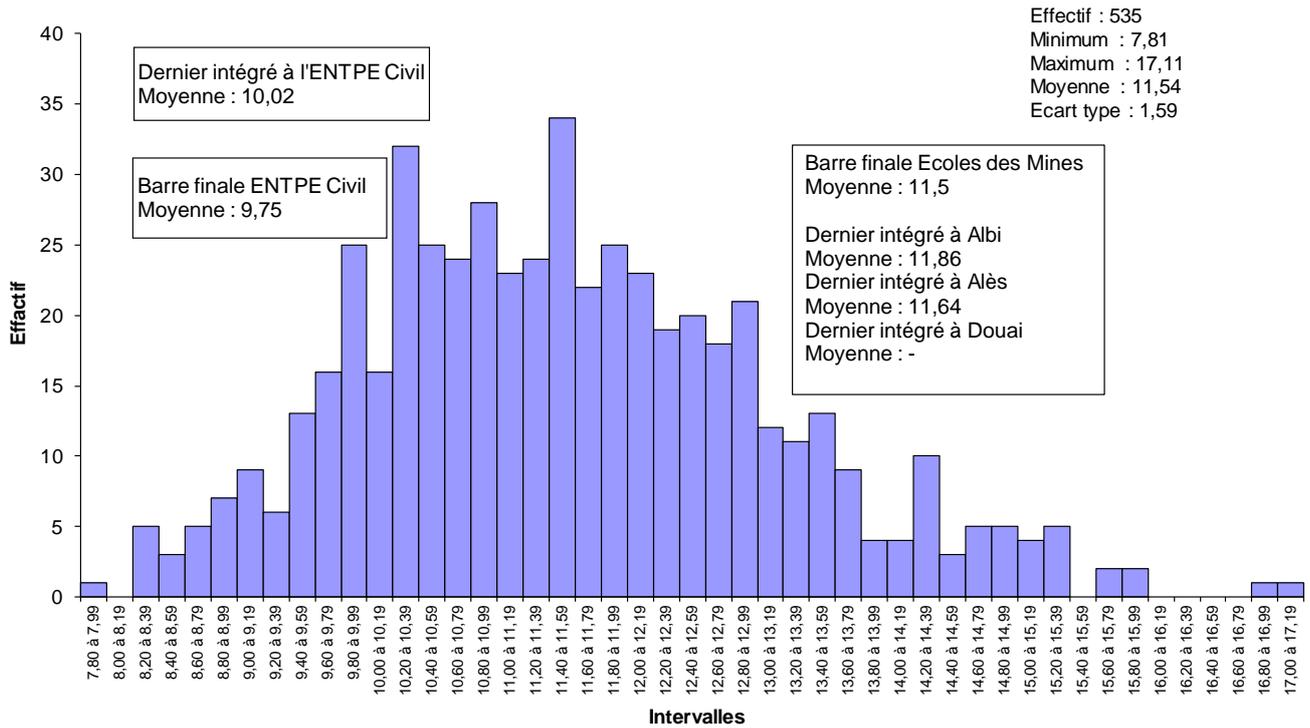
## DISTRIBUTION DES MOYENNES GENERALES ENTPE Fonctionnaire



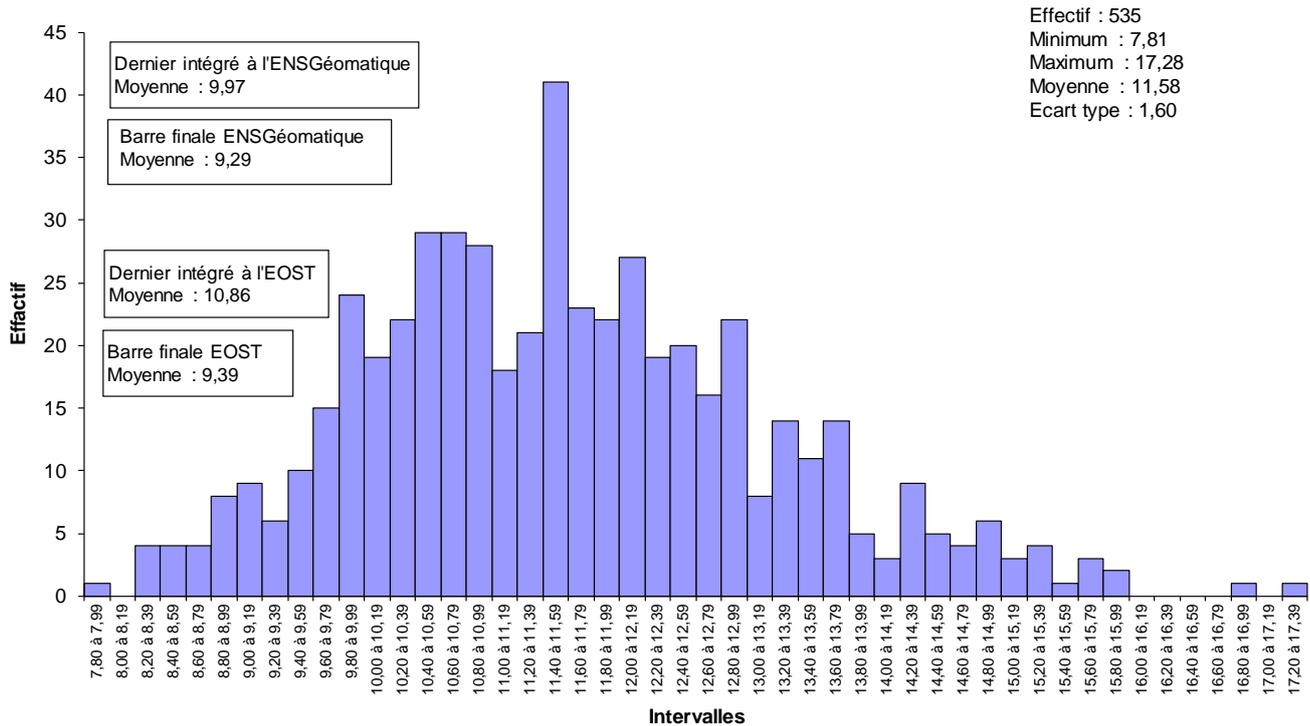
## DISTRIBUTION DES MOYENNES GENERALES ENTPE Civil et Ecoles des Mines



## DISTRIBUTION DES MOYENNES GENERALES ENTPE Civil et Ecoles des Mines



## DISTRIBUTION DES MOYENNES GENERALES EOST ET ENSGéomatique



## Répartition des candidats par lycées session 2015

Le tableau de répartition des candidats par lycée met en évidence les lycées qui présentent beaucoup de candidats, les lycées dans lesquels les candidats sont bien préparés, la fidélisation à G2E ou la non fidélisation, la régionalisation du recrutement, etc...

Villes	Etablissements	Inscrits	Présents à l'écrit	Admissibles	classés après l'oral	ENGEES		ENSEGID		ENSG		ENSGéom atique		ENSIL		ENSIP		EOST		ENTPE Civil		ENTPE Fonct.					
						parmi les 496 premiers	Intégrés	parmi les 430 premiers	Intégrés	parmi les 310 premiers	Intégrés	parmi les 453 premiers	Intégrés	parmi les 446 premiers	Intégrés	parmi les 486 premiers	Intégrés	parmi les 339 premiers	Intégrés	parmi les 443 premiers	Intégrés	Inscrits	Admissibles	classés après l'oral	parmi les 144 premiers	Intégrés	
AMENS	Louis THUILLIER	68	68	39	21	19	1	13		6	1	14		14		16		9	1	14		21	17	11	4		
AMILLY	DU CHESNOY	13	13	6	6	4	1	1		1		2	1	2		3		1		1		9	4	4	1	1	
ANGERS	A. DU FRESNE	13	13	9	8	8	1	7		5	1	7		7		8		5		7	2	10	7	6	1		
ARRAS	ROBESPIERRE	22	22	6	6	5		3	2	1	1	3		3		4	1	1		3		13	4	4	1		
AUZEVILLE TOLO.	LEGTAH	3	3	3	1	1		1		1	1	1		1		1		1		1		2	2	1	1		
BESANCON	Victor HUGO	14	13	10	6	6		3		2	2	6		6		6		2		6	1	4	3	3	1		
BORDEAUX	MICHEL-MONTAIGNE	31	31	24	19	19		19	1	12	1	19		19		19		16	1	19	4	21	14	12	5		
BOULOGNE BILLA	J. PREVERT	32	29	16	13	12		10		8	4	10		11		12		8		10		17	7	6	2		
CAEN	MALHERBE	72	70	51	26	24		22		15	2	23	1	22		23		18	1	23	1	41	27	13	8	1	
CLERMONT FD	B. PASCAL	21	20	12	2	2	1	2		1	1	2		2		2		1		2		12	9	2	1		
DIJON	CARNOT	7	7	4	1																	2	1	1			
DOUAI	A. CHATELET	23	23	15	9	9	1	7		5	2	9		8		9		5		9	4	14	10	7	2		
DUCOS	L.P. CENTRE SUD	8	8	1	1	1		1				1		1		1				1	1	5					
EVREUX	FAC. SCIEN. ET TECH.																										
FONTENAIBLEAU	FRANCOIS 1ER	7	7	1	1	1		1				1		1		1				1		3					
GRENOBLE	CHAMPOLLION	37	37	29	16	16		14	2	8	3	14		15		16		10		14		19	15	11	4		
LA MULATIERE	ASSOMP. BELLEVUE	40	40	21	13	12		8		5		10		9		11		6		10		24	12	8	2		
LE RAINCY	A. SCHWEITZER	19	19	9	7	5	1	3	2			3		3		4		1		3		6	4	4			
LE TAMPON	R. GARROS	30	30	22	17	16	3	13		11	1	15	1	14		15		12		14		21	15	13	7	2	
LEMPDES	L. PASTEUR	20	20	18	5	4		4		4	1	4		4		4		4		4		10	8	3	2		
LILLE	FAIDHERBE	67	67	50	12	10	3	8		6		8		8		10		7		7		23	17	7	3	1	
LIMOGES	LIMOSIN	19	17	10	7	7	1	5		5		7		5	1	7		5		6	1	14	7	6	1		
LYON	COURS PASCAL																										
LYON	DU PARC	40	36	32	16	16		16		13	2	16		16		16		14		16	1	29	22	10	7	1	
LYON	LAMARTINIERE MON.	12	11	9	5	5	1	3		2		4		4		5	1	3	1	4		8	6	5	2		
MARSEILLE	THIERS	69	68	39	18	16		13		10	3	16		13		16		10	1	15	4	41	25	15	6	1	
METZ	G. DE LA TOUR	26	26	12	4	4		3		2		3		4	1	4		2	1	3		12	3	2			
MONTPELLIER	JOFFRE	7	7	5																		2	2				
NANCY	POINCARÉ	43	41	32	19	19	1	18	3	13	3	18		19		19		15		18		22	17	12	6	1	
NANTES	CLEMENCEAU	12	10	9	8	8		8		6	2	8		8		8		6		8	1	9	6	6	5	1	
NANTES	Ext. ENF. NANTAIS	17	17	7	4	4		4		3		4		4		4		3		4		7	5	3	1	1	
NICE	MASSENA	11	10	9	5	5		5	1	3		5		5		5		4		5		5	4	4	3	1	
NIMES	E. D'ALZON	32	32	19	11	11		11		9	2	10		11		11		9	1	10		20	15	10	3	1	
ORLEANS	POTIER	8	7	6	3	3		3		3		3		3		3		3		3		5	4	3	2		
PARIS 13e	E.N.C.P.B.	30	30	15	11	10	1	7		5		9		7		10		5		8	2	21	12	11	1		
PARIS 13e	G. SI HILAIRE	6	5	2	1																	1					
PARIS 16e	JANSON DE SAILLY	30	29	21	13	13	2	13		12	3	13		13		13		12		13		14	11	9	5		
PARIS 16e	J.B. SAY	21	20	14	9	9	1	8		6	1	8		8		9		7		7	1	10	8	5	3		
PARIS 5e	HENRI IV	19	18	18	10	10		9		7		9		9		10		8		9	1	3	3	2	1		
PARIS 6e	FENELON	34	34	21	6	6		6		4		6		6		6		4		6		15	12	4	1		
PARIS 6e	SAINT LOUIS	36	34	31	19	19		18	1	14	3	18		18		19		16		18		17	14	11	8		
PARIS 8e	CHAPTAL	58	58	34	23	20		17		17	1	18		17		20		17		18		26	15	11	7		
PAU	L. BARTHOU	17	15	8	6	5		3		3	1	5		3		5		3		4		12	5	5	2		
POINTE A PITRE	BAIMBRIDGE	22	22	5	5	3		3		2	1	3		3		3		2		3		20	4	4	1		
POITIERS	C. GUERIN	33	33	22	16	13	1	11	2	8	2	11		11		13		8		11		15	11	8	4		
REIMS	G. CLEMENCEAU	13	13	10	6	5	1	3		1	1	4		3		5		1		3		4	3	2			
RENNES	CHATEAUBRIAND	43	42	36	20	20		20		15	3	18	1	20		20		14		18	2	19	16	11	7		
ROUEN	CORNEILLE	36	35	31	2	2	1	1				1		1		2						12	10	1			
SAINT ETIENNE	CLAUDE FAURIEL	33	31	22	3	1	1	1		1		1		1		1		1		1		27	21	3	1		
SAINT MAUR	BERTHELOT	68	66	52	29	28		27	1	18	4	28		28		28		19		28		42	31	18	6	1	
SCEAUX	LAKANAL	68	67	46	26	24	2	19	1	12	3	19		20		23		15		19	1	40	30	19	9	1	
STRASBOURG	J. ROSTAND	13	13	8	5	3	1	3		2		3		3		3		2	1	3		7	6	4	1		
TOULOUSE	OZENNE	16	15	11	6	5		5		3		5		5		5		3		5		7	5	2	1		
TOULOUSE	P. DE FERMAT	5	3	3	3	3	1	3		2	1	3		3		3		2		3		4	2	2	1		
TOURS	DESCARTES	13	12	6																		2	2				
VERSAILLES	HOCHÉ	45	45	33	22	21		20	1	16	6	21		21		21		16		21	1	25	17	12	4		
VERSAILLES	SAINTE-GENEVIEVE	38	38	37	4	4		4		2		4		4		4		3		4		7	7				
CANDIDATS LIBRE																											
TOTAL		1540	1500	1021	535	496	27	430	17	310	63	453	4	446	2	486	2	339	8	443	28	801	537	336	144	14	

Villes	Etablissements	Mines d'Albi		Mines d'Alès		Mines de Douai		Polytech' Annecy Chambéry		Polytech' Grenoble		Polytech' Montpellier		Polytech' Nice		Polytech' Orléans		Polytech' Paris		Polytech' Tours	
		parmi les 210 premiers	Intégrés	parmi les 236 premiers	Intégrés	parmi les 0 premiers	Intégrés	parmi les 491 premiers	Intégrés	parmi les 492 premiers	Intégrés	parmi les 506 premiers	Intégrés	parmi les 0 premiers	Intégrés	parmi les 0 premiers	Intégrés	parmi les 501 premiers	Intégrés	parmi les 447 premiers	Intégrés
AMIENS	Louis THUILLIER	4		5				16		16		20						19		14	
AMILLY	DU CHESNOY	1		1				4		4		5						5		2	
ANGERS	A. DU FRESNE	3		3				8		8		8						8		7	
ARRAS	ROBESPIERRE	1		1				4		4		5						5		3	
AUZEVILLE TOLO.	LEGTAH	1		1				1		1		1						1		1	
BESANCON	Victor HUGO	2		2				6		6		6						6		6	
BORDEAUX	MICHEL-MONTAIGNE	9		9				19		19		19						19		19	
BOULOGNE BILLA.	J. PREVERT	3		3				12		12		13						13		11	
CAEN	MALHERBE	12		12				23		23		25						24		22	
CLERMONT FD	B. PASCAL	1		1				2		2		2						2		2	
DIJON	CARNOT																				
DOUAI	A. CHATELET	3		4				9		9		9						9		8	
DUCOS	L.P. CENTRE SUD							1		1		1						1		1	
EVREUX	FAC. SCIEN. ET TECH.																				
FONTENAIBLEAU	FRANCOIS 1ER							1		1		1						1		1	
GRENOBLE	CHAMPOLLION	4		4				16		16		16						16		15	1
LA MULATIERE	ASSOMP. BELLEVUE	5		5				12		12		13						13		9	
LE RAINCY	A. SCHWEITZER							6	1	6		6						6		3	
LE TAMPON	R. GARROS	6		7				15		15		16						15		14	
LEMPDES	L. PASTEUR	3		3				4		4		4						4		4	
LILLE	FAIDHERBE	4		4				10		10		10						10		8	1
LIMOGES	LIMOSIN	2		2				7		7		7						7		5	
LYON	COURS PASCAL																				
LYON	DU PARC	9		11				16		16		16						16		16	
LYON	LAMARTINIERE MON.	2		2				5		5		5						5		4	
MARSEILLE	THIERS	7		8				16		16		16						16		14	1
METZ	G. DE LA TOUR	1		1				4		4		4						4		4	
MONTPELLIER	JOFFRE																				
NANCY	POINCARÉ	9		10				19		19		19						19		19	
NANTES	CLEMENCEAU	5		6				8		8		8						8		8	
NANTES	Ext. ENF. NANTAIS	1		2				4	1	4		4						4		4	
NICE	MASSENA	3		3				5		5		5						5		5	
NIMES	E. D'ALZON	3		5				11		11		11						11		11	
ORLEANS	POTHIÉ	2		2				3		3		3						3		3	
PARIS 13e	E.N.C.P.B.	1		1				10		10		11						10		7	
PARIS 13e	G. St HILAIRE																				
PARIS 16e	JANSON DE SAILLY	9		9				13		13		13						13		13	
PARIS 16e	J.B. SAY	6		6				9		9		9						9		8	
PARIS 5e	HENRI IV	2		3				10		10		10						10		9	
PARIS 6e	FENELON	2		3				6		6		6						6		6	
PARIS 6e	SAINT LOUIS	12		13				19		19		19						19		18	
PARIS 8e	CHAPTAL	15		16	1			20	1	20		20						20		17	
PAU	L. BARTHO	2		3				5		5		5						5		3	
POINTE A PITRE	BAMBRIDGE	2	1	2				3		3		4						4	1	3	
POITIERS	C. GUERIN	6		6				13		13		14	1					13	1	11	
REIMS	G. CLEMENCEAU							5		5		5						5		3	
RENNES	CHATEAUBRIAND	12		12				20		20		20						20		20	
ROUEN	CORNEILLE							2		2		2						2		1	
SAINT ETIENNE	CLAUDE FAURIEL	1		1				1		1		1						1		1	
SAINT MAUR	BERTHELOT	9	1	15				28		28		28						28		28	
SCEAUX	LAKANAL	10	1	11				24		24		24						24		20	
STRASBOURG	J. ROSTAND	1		1				3		4		4						4		3	
TOULOUSE	OZENNE	2		2				5		5		5						5		5	
TOULOUSE	P. DE FERMAT	2		2				3		3		3						3		3	
TOURS	DESCARTES																				
VERSAILLES	HOCHÉ	9		11				21		21		21						21		21	
VERSAILLES	SAINTE-GENEVIEVE	1		2				4		4		4						4		4	
CANDIDATS LIBRE																					
<b>TOTAL</b>		<b>210</b>	<b>3</b>	<b>236</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>491</b>	<b>3</b>	<b>492</b>	<b>0</b>	<b>506</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>501</b>	<b>2</b>	<b>447</b>	<b>3</b>

## 2.3. Calendrier du Concours G2E 2016

Inscriptions sur internet ([www.scei-concours.org](http://www.scei-concours.org)) du 6 Décembre 2015 au 6 Janvier 2016.

**EPREUVES ECRITES : Lundi 9, Mardi 10 et Mercredi 11 Mai 2016**

Inscriptions des candidats à l'oral : mardi 21, mercredi 22 et jeudi 23 juin 2016 (sous réserve de modification)

**EPREUVES ORALES : du 24 Juin au 4 Juillet 2016** (sous réserve de modification)

### Liste des épreuves écrites :

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

### Liste des épreuves orales :

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

\* L'épreuve de langue vivante 1 est obligatoire. Si l'allemand ou l'espagnol est choisi, alors la langue vivante 2 sera de fait obligatoire et sera impérativement l'anglais.

\*\* L'épreuve de langue vivante 2 est facultative seulement si la Langue vivante 1 est l'anglais ; 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).

\*\*\* Epreuve obligatoire au choix

## 3. REMERCIEMENTS

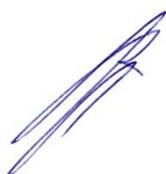
Le niveau de recrutement est très bon dans l'ensemble et ce sont les élèves des classes préparatoires et leurs professeurs qu'il faut remercier et féliciter.

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 2016.



Richard GIOT  
Directeur du Concours G2E

## Liste des acronymes

BCPST	Biologie, Chimie, Physique et Sciences de la Terre
ENSG	Ecole Nationale Supérieure de Géologie (Nancy)
ENGEES	Ecole Nationale de Génie de l'Eau et de l'Environnement (Strasbourg)
ENTPE	Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat
ENSEGID	Ecole Nationale Supérieure en Environnement, Géoressources et Ingénierie du Développement durable (Bordeaux)
ENSIL	Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Limoges
EOST	Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre (Strasbourg)
Polytech	Annecy-Chambéry, Grenoble, Montpellier, Nice, Orléans, Paris-UPMC, Tours
ENSIP	Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Poitiers
AgroParisTech P-G	AgroParisTech Paris-Grignon
ENS	Ecoles Nationales Supérieures (Paris, Lyon, Cachan)

# ÉPREUVE ÉCRITE DE MATHÉMATIQUES

Le sujet était constitué de deux problèmes totalement indépendants. Le premier problème, scindé en quatre parties, abordait l'algèbre et les probabilités, le second, scindé en trois parties, abordait l'analyse et les probabilités. À l'intérieur d'une même partie les questions sont en principe de difficulté croissante.

Les thèmes abordés et le niveau de difficulté des questions proposées étaient très variés si bien que même les candidats les plus faibles ont pu glaner quelques points. À l'inverse, le sujet proposé était relativement long et seuls de rares candidats ont pu traiter la totalité du sujet.

Même si la présentation des copies nous a semblé en général satisfaisante, nous avons constaté cette année que le nombre de copies peu soignées était en nette augmentation au point qu'il faille s'interroger sur la possibilité d'introduire l'évaluation du soin dans notre barème. Rappelons quelques consignes élémentaires : l'écriture du candidat doit être soignée, les ratures et les surcharges de blanc correcteur doivent être évitées, les questions correctement numérotées et les conclusions mises en valeur.

## PROBLÈME 1

Le problème 1 était consacré à l'étude d'un processus de Markov. On se proposait ainsi de calculer de deux façons des puissances successives de matrices (à l'aide d'une démonstration par récurrence ou de la formule du binôme de Newton). Enfin on utilisait certains de ces résultats pour calculer une espérance mathématique.

### Partie A

Cette première partie permettait d'introduire la matrice  $A$  utilisée dans tout le problème. Si les candidats ont parfois semblé avoir eu une assez bonne intuition des résultats, les justifications ont souvent été très insuffisantes.

1. Les candidats ont souvent raisonné par disjonction de cas ce qui est ici assez fastidieux à rédiger alors qu'un arbre pondéré de probabilités et des calculs justifiés permettaient de conclure.
2. On attendait des candidats qu'ils introduisent, en le justifiant, un système complet d'événements puis qu'ils appliquent la formule des probabilités totales. L'interprétation des coefficients de  $A^k$  devait également être justifiée.

### Partie B

Cette partie abordait le calcul des puissances successives de  $A$ . Étant donné le niveau de difficulté des questions proposées, elle a été traitée de façon assez décevante.

1. (a) Peu de candidats sont parvenus à rédiger correctement cette question : ils ont été nombreux à écrire que si  $(A, B) \in \mathcal{E}_3^2$  alors  $AB \in \mathcal{E}_3$  sans comprendre qu'il s'agissait précisément ce qu'il fallait démontrer. Ils sont en fait très rares à savoir écrire la formule théorique d'un produit matriciel ou même d'un produit matriciel littéral. Même l'initialisation de la récurrence a posé problème puisqu'elle a souvent été rédigée au rang 1.  
(b) Cette question a été très mal comprise. Premièrement les candidats ont semblé gênés par la notation  $v = e_1 + e_2 + e_3$ . Certains y ont vu la matrice identité, d'autres un vecteur de coordonnées  $(e_1, e_2, e_3)$  et ils ont alors été bien incapables de calculer  ${}^t M v$ . Deuxièmement les candidats qui ont obtenu que 1 est valeur propre de  ${}^t M$  ont ensuite mal justifié le fait qu'il l'est aussi de  $M$ . Conformément au programme, les candidats devaient utiliser le fait que le rang d'une matrice est égal à celui de sa transposée.
2. Même si certains candidats n'ont pas reconnu en  $A$  une matrice triangulaire, cette question a été mieux abordée : les étudiants sérieux ont pu ici montrer leur bonne connaissance de certains théorèmes du programme (conditions d'inversibilité et de diagonalisabilité). Toutefois on lit régulièrement des affirmations telles que : «  $A$  n'a que deux valeurs propres distinctes donc elle n'est pas diagonalisable ».
3. (a) Rares sont les candidats qui ont fait le lien entre la recherche du coefficient  $a_k$  et la question 1 (a). Aussi, ils ont été très nombreux à n'avoir obtenu de  $(a_k)$  qu'une relation de récurrence. Parmi eux, certains ont judicieusement constaté qu'ils obtenaient explicitement  $a_k$  en C 3.(d).

- (b) La convergence de  $(A^k)$  a souvent été très mal justifiée (on attendait que les limites soit prouvées à l'aide de suites géométriques et par croissance comparée). Les candidats qui n'avaient pour définir  $a_k$  qu'une relation de récurrence ont souvent admis la convergence pour en déduire la limite.

### Partie C

Cette partie était certainement la mieux traitée : les candidats ont pu appliquer les méthodes vues en cours concernant la réduction des endomorphismes.

1. De nombreux candidats ont donné une base de  $\text{Ker } u$  puis ont justifié que les vecteurs de cette base sont orthogonaux à  $v$  ce qui ne prouve qu'une inclusion. Mais une large majorité des candidats obtient  $\dim \text{Ker } u$  et le théorème du rang est bien connu.
2. Cette question a en général été bien traitée même si les candidats n'ont parfois pas profité du fait qu'ils avaient déjà une base de  $\text{Ker } u$ .
3. (a) Cette question a en général été bien traitée (même si ici encore les candidats n'ont parfois pas utilisé la base précédente).  
 (b) Cette question a parfois été mal comprise : on ne demandait pas uniquement la démonstration classique de  $B^k = PD^kP^{-1}$  mais une expression explicite de  $B^k$  utile pour la suite.  
 (c) Si le calcul de  $C^2$  n'a posé heureusement aucun problème, les justifications apportées dans l'application de la formule du binôme de Newton furent souvent insuffisantes. Par ailleurs, certains candidats ont rédigé une démonstration par récurrence parfaitement correcte.  
 (d) Le lien avec la question B 3.(a) a rarement été établi.

### Partie D

Cette dernière partie fut la moins bien comprise du problème.

1. On attendait des candidats qu'ils reconnaissent la somme proposée et qu'ils en donnent la valeur (correcte !) mais aucune démonstration n'était exigée.
2. (a) Cette question a en général été bien traitée.  
 (b) Si certains candidats ont justifié de manière plus ou moins intuitive le résultat, ils ont été très rares à faire correctement le lien avec la matrice  $A$  et la probabilité  $w_k$ .  
 (c) Cette question a été très rarement traitée.

## PROBLÈME 2

Ce problème était relatif à l'étude de quelques lois de probabilités liées aux lois exponentielles (minimum, maximum, somme). Il a été en général un peu moins bien compris que le précédent.

### Partie A

On étudiait dans cette première partie le minimum de  $p$  variables aléatoires suivant des lois exponentielles mutuellement indépendantes et de même paramètre. L'ensemble a été traité de façon assez inégale, certaines questions étant beaucoup plus délicates.

1. (a) Cette question très classique a été très mal traitée. Un nombre considérable d'étudiants ont pensé que le calcul d'un tel moment était celui d'une somme infinie. D'autres ont pensé pouvoir utiliser la formule donnant l'espérance du produit de deux variables aléatoires indépendantes ou ont calculé un moment centré. Enfin parmi ceux qui ont effectué les calculs des intégrales correctes, des difficultés d'autre nature se sont présentées. En effet, l'adaptation de l'intégration par parties aux intégrales impropres a été très mal utilisée. Certains candidats ont d'ailleurs préféré travailler sur un segment puis passer à la limite (en le justifiant) ce qui est bien sûr parfaitement correct.  
 (b) L'immense majorité des candidats a reconnu une série exponentielle mais il est très surprenant de constater que la somme n'est pas bien connue.

2. (a) Le calcul de  $\overline{F}_{X_1}$  a régulièrement été correct sur  $\mathbb{R}_+$  mais les candidats ont été nombreux à oublier d'évaluer cette fonction sur  $\mathbb{R}_-$ .
  - (b) Ici encore le calcul de  $\overline{F}_{Y_p}$  a régulièrement été traité sur  $\mathbb{R}_+$  (souvent en l'absence de justification) mais pas sur  $\mathbb{R}_-$ .
  - (c) L'espérance et la variance d'une variable aléatoire suivant une loi exponentielle ont en général été données sans difficulté.
3. Une immense majorité des candidats n'a pas vu que la donnée de la durée moyenne de l'intervention d'un technicien permettait de calculer le paramètre  $\lambda$ , ils ont donc laissé les probabilités demandées en fonction de  $\lambda$ . Les deux premiers calculs présentent assez peu de difficultés et sont régulièrement traités par contre le dernier est beaucoup plus délicat, il n'a donc été effectué correctement que très rarement.

## Partie B

On étudiait dans cette première partie le maximum de 2 variables aléatoires suivant des lois exponentielles mutuellement indépendantes et de même paramètre. Cette partie a été assez mal comprise.

1. (a) Cette question nécessitait de la part des candidats une certaine rigueur. Il était attendu que les candidats déterminent déjà la fonction de répartition de la variable aléatoire  $Z_2$  puis qu'ils justifient sa continuité puis sa classe  $\mathcal{C}^1$  (sur  $\mathbb{R}^*$ ) pour en déduire l'existence d'une densité. Enfin il était préférable de développer l'expression obtenue afin de faciliter les calculs ultérieurs. Peu de candidats sont parvenus à rédiger des réponses complètes.
  - (b) Le calcul de  $E(Z_2)$  a été rarement mené par contre ce fut davantage le cas de l'égalité demandée et de son explication.
  - (c) Le calcul de  $\text{Var}(Z_2)$  a été très rarement mené mais certains candidats qui ont obtenu une variance négative ont judicieusement remarqué qu'ils avaient du faire une erreur de calcul.
2. Le début de cette question a régulièrement été traitée mais les candidats n'ont pas souvent donné un équivalent correct de l'expression obtenue. La suite n'a donc été abordée que très rarement.

## Partie C

Cette dernière partie consistait à étudier une somme de variables aléatoires obtenues à l'aide de variables aléatoires suivant une loi exponentielle. Si le début a régulièrement été abordé, la fin du sujet, beaucoup plus délicate, ne l'a été que par de très rares candidats.

1. (a) Cette question nécessitait à nouveau une certaine rigueur. Bien souvent les candidats n'ont pas justifié la continuité et la classe  $\mathcal{C}^1$  sur  $\mathbb{R}^*$  de la fonction de répartition de  $aX_2 + b$ .
  - (b) Cette question qui a visiblement semblé incongrue à certains candidats demandait tout de même une justification rigoureuse (soit en citant un théorème du cours soit en démontrant le résultat).
2. (a) Cette question a été régulièrement bien traitée.
  - (b) De nombreux candidats ont obtenu un couple solution sans que l'on comprenne véritablement leur démarche et sans que l'unicité ne soit justifiée.
3. (a) La nature des séries de terme général  $\frac{1}{k}$  et  $\frac{1}{k^2}$  est en général connue des étudiants.
  - (b) La dernière question du sujet a naturellement été très rarement abordée. Il s'agissait de justifier correctement l'indépendance de  $T_p$  et  $\frac{X_{p+1}}{p+1}$  puis de mener à bien un calcul d'intégrale.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	5	0,33	5	0,33
1 à 1,99	13	0,87	18	1,20
2 à 2,99	25	1,67	43	2,86
3 à 3,99	53	3,53	96	6,40
4 à 4,99	70	4,66	166	11,06
5 à 5,99	68	4,53	234	15,59
6 à 6,99	121	8,06	355	23,65
7 à 7,99	104	6,93	459	30,58
8 à 8,99	116	7,73	575	38,31
9 à 9,99	144	9,59	719	47,90
10 à 10,99	149	9,93	868	57,83
11 à 11,99	114	7,59	982	65,42
12 à 12,99	119	7,93	1101	73,35
13 à 13,99	93	6,20	1194	79,55
14 à 14,99	81	5,40	1275	84,94
15 à 15,99	66	4,40	1341	89,34
16 à 16,99	43	2,86	1384	92,21
17 à 17,99	51	3,40	1435	95,60
18 à 18,99	20	1,33	1455	96,94
19 à 19,99	18	1,20	1473	98,13
20	28	1,87	1501	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1501

Minimum : 0,35

Maximum : 20

Moyenne : 10,37

Ecart type : 4,24

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	10	0,67	10	0,67
1 à 1,99	28	1,86	38	2,53
2 à 2,99	38	2,53	76	5,06
3 à 3,99	45	3,00	121	8,06
4 à 4,99	66	4,39	187	12,45
5 à 5,99	99	6,59	286	19,04
6 à 6,99	104	6,92	390	25,97
7 à 7,99	125	8,32	515	34,29
8 à 8,99	108	7,19	623	41,48
9 à 9,99	134	8,92	757	50,40
10 à 10,99	119	7,92	876	58,32
11 à 11,99	121	8,06	997	66,38
12 à 12,99	122	8,12	1119	74,50
13 à 13,99	102	6,79	1221	81,29
14 à 14,99	69	4,59	1290	85,89
15 à 15,99	51	3,40	1341	89,28
16 à 16,99	45	3,00	1386	92,28
17 à 17,99	34	2,26	1420	94,54
18 à 18,99	13	0,87	1433	95,41
19 à 19,99	22	1,46	1455	96,87
20	47	3,13	1502	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1502

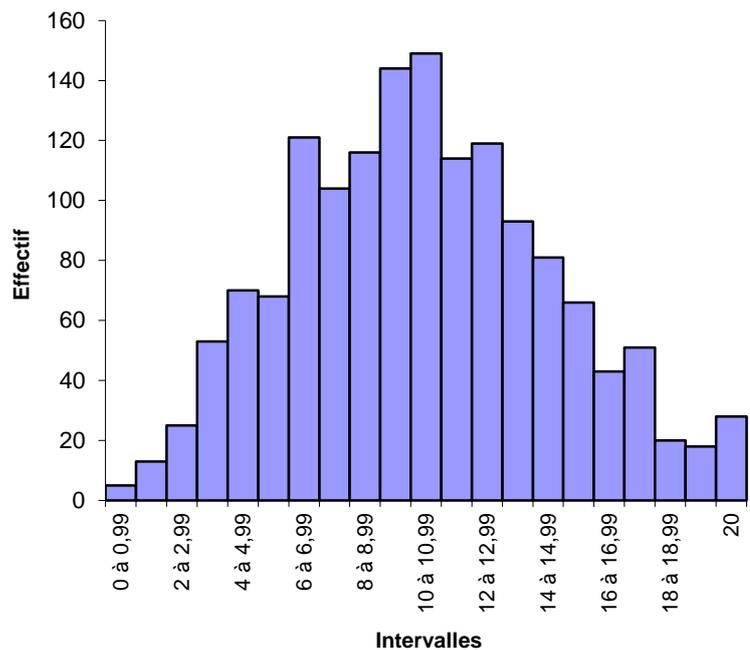
Minimum : 0,28

Maximum : 20

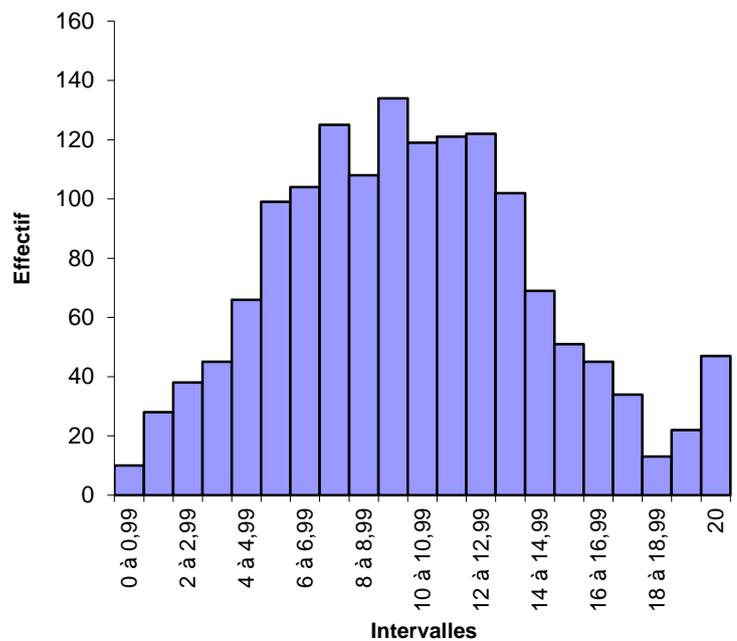
Moyenne : 10,14

Ecart type : 4,47

## MATHEMATIQUES ECRIT



## PHYSIQUE ECRIT



## EPREUVE ECRITE DE PHYSIQUE

### Généralités

Bien que certaines copies soient bien légères, un bon nombre de candidats obtiennent une note correcte voire très correcte. Les notes s'étalent de 0,28 à 20 et on observe quelques très bonnes copies.

Il faut rappeler (heureusement à quelques % des candidats seulement) qu'une copie doit avoir une présentation soignée, doit être rédigée avec une écriture lisible, en mettant clairement en évidence les résultats.

Les règles classiques de l'écriture (une phrase contient généralement un verbe) s'appliquent aussi aux textes scientifiques.

Le calcul littéral doit toujours précéder l'application numérique.

Il faut vérifier systématiquement l'homogénéité des résultats : c'est d'une extrême importance.

L'utilisation des sous-multiples du SI régresse :  $10^{-3}$  au lieu de milli (m)...

Une valeur numérique sans unité ou avec une unité fautive n'est pas validée.

Le travail se mesure en Watts et la puissance en J !

Le symbole de la seconde n'est toujours pas sec.

- Malgré la donnée de  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , des copies utilisent la valeur  $9,81 \text{ m/s}^2$ .
- Les angles en °C.
- Le travail en N.m<sup>2</sup>.
- On trouve dans des copies que le bar est l'unité SI de la pression.

Au niveau des mathématiques, on observe une augmentation inquiétante des difficultés :

- la mise en facteur est passée de mode, ainsi que les simplifications.
- Volume de la sphère :  $4\pi R^3$ .
- Surface du disque :  $4\pi R^2$ .
- Si  $2^a = b$  alors  $a = \ln(b/2)$ .
- Bien encadré :  $P = W/dt$  et de la même cuvée  $W = dl.F$  et  $\Delta P = \mu g dz...$
- $dh = W + Q$ .
- Si  $dT = -A r dr$  alors  $T(r) = B \exp(-Ar)$ . Une variante :  $dT = -A r dr$ , l'intégration donne :  $T(r) = \alpha \exp(-Ar^2/2)$ .
- Le nombre de Reynolds, en g/m, se transforme en Rayleigh.

### A. RADIOACTIVITE

On trouve dans une copie, l'équation différentielle suivante :  $1 = -\lambda N(t) dt$ .

Pour une autre :  $dN(t) = N(t) dt = N_0 (1 - \lambda)$  ;  $N(t) = -\lambda \text{ grad}(N_0)$  ;  $dN(t) = dN(0)/dt$  ;  $N(t) = -\lambda dt \times dN(t)$ .

On trouve aussi :  $N(t) = N_0^t$  ou  $N_0 \exp \lambda t$ .

Confusion entre A et Z. On ignore que A donne la masse molaire de l'élément.

On omet la masse molaire dans le calcul de  $N_K(t)$ .

La diffusion thermique dans les crayons de centrale nucléaire n'est pas bien traitée, les candidats ne savent pas si ils doivent mettre en œuvre dans leur bilans un volume ou une surface. L'équation différentielle sur la température n'est pas toujours bien intégrée.

On trouve pour un « crayon » une température  $T(0) = 999000 \text{ K}$  avec la remarque « légèrement chaud tout de même ... ».

La réaction de désintégration est une réaction de fusion atomique.

Les calculs de décroissance radioactive sont en général bien menés analytiquement, mais les applications numériques moins souvent.

Confusion entre  $\phi$  et  $\Phi$ . Le bilan thermique est trop souvent bâclé.

L'unité de  $\lambda$  n'est pas connue et ne peut être retrouvée par analyse dimensionnelle connaissant l'unité du flux thermique.

Le rayon limite d'un crayon est égal à 24 m !

Même le rendement du cycle de Carnot est malmené, par exemple :  $T_F/T_C$  ou  $TF/(TC-TF)$  par confusion avec l'efficacité.

Le rendement de la centrale nucléaire est égal à 0,478%.

## B. CIRCULATION SANGUINE

Les équations radioactives sont écrites à l'envers :  $Mo + e^+ \rightarrow Tc$ .

Le couple ( $H^+$ , électron) fait son apparition dans l'équation ainsi que la particule  $\beta^-$  !

Dans la partie sédimentation, on omet trop souvent la poussée d'Archimède. Il est nécessaire de connaître le volume d'une sphère  $\frac{4}{3}\pi R^3$  pour estimer le poids ou la poussée d'Archimède.

On trouve une vitesse de sédimentation de 300 Mm/s !!

L'expression du premier principe industriel est souvent inhomogène, résultat d'un apprentissage "par cœur" d'une formule fautive. Plus généralement, le recours à l'analyse dimensionnelle et la vérification de l'homogénéité des relations doit être un réflexe et doit permettre aux candidats de corriger nombre d'erreurs.

Avec un nombre de Reynolds de 1139, l'écoulement est rampant. Le nombre de Reynolds ne doit pas être confondu avec le nombre de Rayleigh vu en SVT. Dans l'expression du nombre de Reynolds, c'est bien la viscosité cinématique et non la viscosité dynamique qui intervient au dénominateur.

L'expression de la section droite de la canalisation en fonction du diamètre  $d$  conduit à des expressions farfelues ou non homogènes.

Le facteur de dilution n'apparaît que trop rarement lorsqu'on cherche à calculer le volume du sang dans le corps.

Circulation sanguine : la dilution certes faible n'a pas été prise en compte.

Pour une copie, le malade a un volume sanguin de 800 L !

Pour une autre, le volume est de 0,8 L. Commentaire de l'élève : "Le volume sanguin est faible, il y a erreur ou hémorragie" !!

## C. LA DISTRIBUTION D'EAU

Dans l'étude de la commune, on prend trop souvent  $P = 8$  bars à la place de  $\Delta P = 8$  bars.

La loi de Descartes(s) s'écrit :  $n \theta = \text{cte}$  ou avec des cosinus. Une analyse qualitative du phénomène de réflexion totale ne suffit pas, il est attendu que l'angle limite de réfraction soit calculé et comparé à l'angle d'incidence.

Les angles ne sont pas mesurés par rapport à la normale au dioptre.

Si le phénomène de réflexion totale est connu, le calcul de l'angle au-delà duquel celle-ci a lieu n'est pas toujours réalisé.

Dans la partie "moteur de la pompe", les élèves sont incapables de traiter correctement le modeste circuit électrique.

Moteur de la pompe,  $i$  est en retard, le calcul de  $R$  et  $L$  n'est pas fait.

La partie portant sur le canal nécessite l'étude d'une fonction élémentaire et de sa dérivée, étude qui a arrêté de nombreux candidats. La représentation du débit en fonction de  $h$  est souvent fantaisiste. Le recours à la relation de Bernoulli pour montrer que la hauteur  $h_0$  est constante a été trop souvent omis dans de nombreuses copies.

La partie sur l'étude du tube de Pitot, proche du cours, a été globalement bien traitée par les candidats ayant abordé cette partie située à la fin de l'énoncé.

Dans le tube de Pitot les masses volumiques ne se soustraient pas.

## Conclusion

Les élèves des classes préparatoires BCPST ont un programme lourd et dispersé.

L'objectif de l'écrit de physique est de contrôler les connaissances de base que doivent maîtriser les candidats après deux années passées en classes préparatoires. La conception du sujet n'a pas d'autre but.

Raison de plus pour que chaque candidat fasse un effort pour bien assimiler les notions de base du programme de physique ; dans ces conditions, une meilleure lecture de l'énoncé, accompagnée d'un sens physique et d'une relecture rigoureuse permettrait à beaucoup de rendre une copie bien meilleure.

## EPREUVE ECRITE DE CHIMIE

L'épreuve comportait trois parties portant sur des phénomènes de mise en cage : encapsulation, chélation. La première partie s'intéressait aux polysaccharides utilisés pour l'encapsulation en s'appuyant sur des extraits d'articles issus de l'*Actualité chimique*. Dans la partie suivante, une synthèse organique de stéroïdes était proposée. Pour terminer, un dosage complexométrique indirect des ions aluminium par l'EDTA était analysé.

### Remarques générales

- La présentation générale des copies est globalement bonne, cependant, si certains candidats refusent d'encadrer les résultats principaux, d'autres soulignent presque tout, ce qui finalement revient au même. Rappelons donc qu'on doit présenter logiquement son raisonnement et ses arguments, pour donner finalement la réponse à la question posée, laquelle doit être mise en évidence en l'encadrant.
- Les questions de travaux pratiques ont permis à de nombreux candidats de récupérer des points, cependant le maximum des points n'est pas souvent accordé car les réponses sont rarement complètes et sont parfois noyées dans des détails inutiles, au détriment des points essentiels attendus.
- En ce qui concerne les calculs numériques, les mêmes remarques que les années précédentes peuvent être formulées : très peu de calculs étaient demandés, ils étaient extrêmement simples et pourtant de nombreux candidats ne savent pas aller au bout du résultat, par exemple, en s'arrêtant à 5/6...
- Les nouveaux programmes mettant l'accent sur l'analyse documentaire, quelques questions portaient sur cette compétence. On peut dire que cette activité se limite pour de nombreux candidats à l'extraction de quelques phrases, dont le sens n'est pas toujours compris. Faire une analyse documentaire demande d'abord une lecture complète des documents en cherchant à bien comprendre le fond, puis d'utiliser ses connaissances sur les sujets évoqués pour en tirer une réponse aux questions posées. Il ne s'agit pas de faire un mauvais résumé des documents.

### Remarques sur les différentes parties du sujet

#### 1. POLYSACCHARIDES

Cette partie débutait par un mécanisme d'hydrolyse d'une fonction amide en milieu acide, nombreux sont les candidats qui ne protonent pas le bon atome et donc ne parviennent jamais à se remettre sur la bonne piste. En outre, il y a beaucoup trop de charges et de doublets d'électrons qui sont perdus. L'écriture d'un mécanisme demande de la rigueur.

Suivait une partie dans laquelle le produit d'hydrolyse de la chitine était analysé par RMN. Trop peu de candidats savent qu'en présence d'eau lourde, il y a échange entre les atomes d'hydrogène portés par les atomes d'oxygène et d'azote avec les atomes de deutérium de  $D_2O$ . Comme l'année dernière, nous rappelons que pour expliquer la multiplicité d'un signal, il ne suffit pas de dire que tel atome a  $n$  voisins, encore faut-il préciser lesquels. Le degré d'acétylation du chitosane se trouvait grâce à l'intégration des signaux, il ne fallait pas oublier de tenir compte du nombre de protons correspondant à chaque groupe, puisqu'étaient comparés le signal d'un groupe méthyle (3 noyaux d'hydrogène) et celui d'un groupe CH.

Une question portait sur l'intérêt du couplage d'un acide carboxylique et d'une amine en présence de 1-éthyl-3-(3-diméthylaminopropyl) carbodiimide (EDC), couplage présenté dans un document. Le candidat devait juste remarquer que la réaction était facilitée car il y avait activation, la fonction acide carboxylique étant remplacée par une fonction plus réactive. Rares ont été les candidats à avoir perçu ce fait, la plupart des candidats se satisfaisant de décrire les étapes.

Les questions sur l'identification d'une bonne molécule à faire réagir avec le chitosane pour obtenir un tensioactif et la représentation de la micelle ont été bien traitées. En revanche, les questions basées sur l'analyse documentaire ont été très mal faites. En effet, ces questions nécessitaient d'éclaircir les documents proposés avec des notions du cours. La réponse sur les possibilités de fonctionnalisation de l'acide hyaluronique et du dextrane pour obtenir des molécules aptes à l'encapsulation devait présenter plusieurs volets :

- quel type de molécule est souhaité ?
- quels groupes fonctionnels du dextrane et de l'acide hyaluronique peuvent réagir ?

- quels groupes fonctionnels doivent présenter les molécules avec lesquelles on va faire réagir dextrane et acide hyaluronique ?
  - quel type de chaîne vont être greffées ?
- Ces questions devant recevoir les réponses adaptées.

## 2. STÉROLS

Cette partie, plus classique que la précédente, étudiait la synthèse partielle de stérols végétaux à partir de stigmastérol. Les molécules étant assez lourdes à écrire, un document à rendre avec la copie présentait les squelettes des molécules de sorte que le candidat avait juste à compléter ce qui permettait de ne pas perdre trop de temps. Le jury a accordé des points y compris si la molécule n'était pas entièrement correcte dès lors que la partie concernée par la réaction étudiée à cette question était bien représentée et en cohérence avec la molécule donnée par le candidat à l'étape précédente.

La première réaction était une réaction d'estérification par un anhydride d'acide. Bien que cette réaction soit très classique, elle n'a, trop souvent, pas été reconnue. Souvent non reconnue non plus, la deuxième étape, une époxydation d'une double liaison CC par un peroxyacide. La connaissance précise du cours de chimie organique est incontournable si l'on veut réussir un problème de chimie organique !

Les questions sur l'extraction liquide-liquide et la chromatographie sur couche mince ont été traitées par presque tous les candidats, mais avec des fortunes diverses.

Pour l'extraction liquide-liquide, l'ampoule à décanter est bien connue à quelques exceptions près (ampoule de coulée ou montage à distillation). L'agitation, le dégazage, la décantation, la séparation sont des étapes qui ne sont pas toujours toutes mentionnées. Certains candidats se contentent d'agiter et de dégazer. En revanche, il n'est peut-être pas utile de préciser qu'on dégaze en évitant de diriger l'ampoule vers quelqu'un même si cet usage est évidemment celui qui convient...

Le principe de la CCM est mal ou pas présenté, les candidats ont tendance à se placer dans un cas particulier en parlant de groupes hydrophiles ou hydrophobes. La séparation qui s'opère lors de l'élution résulte des affinités plus ou moins grandes entre les constituants et la phase stationnaire d'une part, les constituants et la phase mobile d'autre part.

La description de la mise en œuvre de la CCM devait s'appuyer sur un schéma, mais le schéma seul ne pouvait tenir lieu de réponse.

Pour la question sur le rôle du palladium lors de l'hydrogénation d'une double liaison CC, trop de candidats font du palladium un réducteur.

Nombreux sont les candidats à avoir reconnu que l'enchaînement de réactions proposées passait par une protection d'une double liaison C=C, mais peu d'entre eux indiquent de quoi et à quelle étape il fallait la protéger.

La fonction alcool initiale du stigmastérol était régénérée dans les dernières étapes grâce à une saponification. Celle-ci n'a pas toujours été reconnue par les candidats, qui confondent hydroxyde et hydrure de sodium. Pour le mécanisme, les erreurs déjà signalées sont toujours présentes. Le caractère quasi-total de la dernière étape de la saponification est trop rarement signalé.

Le banc Kofler, souvent à peu près phonétiquement cité, a reçu des appellations très diverses telles que bankogler, banc de Kürf, bankophmer, banc buchner, hofner.

Une question sur le pouvoir rotatoire a rencontré assez peu de succès : les candidats ne mentionnent qu'exceptionnellement dans quel sens l'observateur doit regarder pour indiquer le sens de rotation du plan de polarisation. D'ailleurs, il est souvent question de déviation de rayon plutôt que rotation du plan. La loi de Biot est souvent confondue avec la loi de Beer-Lambert.

Les réactifs à utiliser pour réaliser la coupure d'une double liaison C=C sont rarement proposés alors même que cette question ne dépendait pas des précédentes et qu'il s'agissait d'une question portant simplement sur un point précis du cours...

De même, pour la réaction de Wittig proposée à la dernière question de cette partie, bien que de nombreux candidats ont reconnu la réaction de Wittig, rares sont ceux qui écrivent les formules des réactifs demandés.

En conclusion de cette partie, on ne peut que recommander aux candidats d'apprendre et de connaître parfaitement les réactions au programme et d'écrire avec rigueur les mécanismes réactionnels.

### 3. DOSAGE COMPLEXOMÉTRIQUE D'UNE SOLUTION D'IONS ALUMINIUM

Le dosage complexométrique indirect des ions aluminium faisait l'objet de la dernière partie du sujet. L'indicateur coloré étant l'orangé de xylénol, le diagramme de prédominance de ses espèces et de son complexe avec le zinc en fonction du pH et de pZn était étudié. Il fallait retrouver la valeur d'une pente par le calcul et non, comme l'on fait certains candidats, par relevé direct...

Le dosage direct des ions zinc par l'EDTA en présence d'orangé de xylénol était étudié. Les candidats ont eu du mal à écrire la réaction de dosage tenant compte des espèces réellement présentes, c'est-à-dire de l'hexaméthylènetétramine et de son acide conjugué alors que cela était explicitement demandé.

Le choix du pH n'est pratiquement jamais justifié, alors que l'examen des couleurs des différentes espèces apportait facilement une partie de la réponse. Le matériel utilisé pour le dosage a souvent été trouvé, mais trop nombreux sont ceux qui oublient quelques prélèvements.

Le dosage indirect des ions aluminium a été rarement compris, puisqu'une réaction de dosage au cours de laquelle le complexe aluminium-EDTA était détruit a souvent été proposée.

Le sujet a permis un bon étalement des notes, la note maximale de 20 a été accordée plusieurs fois, toutes les questions ont trouvé, au moins une fois, une bonne réponse. Cependant, trop de candidats se limitent à une production restreinte et peu approfondie.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	2	0,13	2	0,13
1 à 1,99	5	0,33	7	0,47
2 à 2,99	16	1,06	23	1,53
3 à 3,99	51	3,39	74	4,92
4 à 4,99	54	3,59	128	8,51
5 à 5,99	94	6,25	222	14,76
6 à 6,99	112	7,45	334	22,21
7 à 7,99	144	9,57	478	31,78
8 à 8,99	134	8,91	612	40,69
9 à 9,99	149	9,91	761	50,60
10 à 10,99	138	9,18	899	59,77
11 à 11,99	123	8,18	1022	67,95
12 à 12,99	125	8,31	1147	76,26
13 à 13,99	90	5,98	1237	82,25
14 à 14,99	85	5,65	1322	87,90
15 à 15,99	40	2,66	1362	90,56
16 à 16,99	45	2,99	1407	93,55
17 à 17,99	32	2,13	1439	95,68
18 à 18,99	14	0,93	1453	96,61
19 à 19,99	12	0,80	1465	97,41
20	39	2,59	1504	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1504

Minimum : 0,46

Maximum : 20

Moyenne : 10,26

Ecart type : 4,02

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	0	0,00	0	0,00
1 à 1,99	1	0,07	1	0,07
2 à 2,99	3	0,20	4	0,27
3 à 3,99	3	0,20	7	0,47
4 à 4,99	15	1,00	22	1,46
5 à 5,99	43	2,86	65	4,33
6 à 6,99	68	4,53	133	8,85
7 à 7,99	126	8,39	259	17,24
8 à 8,99	186	12,38	445	29,63
9 à 9,99	232	15,45	677	45,07
10 à 10,99	215	14,31	892	59,39
11 à 11,99	215	14,31	1107	73,70
12 à 12,99	148	9,85	1255	83,56
13 à 13,99	115	7,66	1370	91,21
14 à 14,99	68	4,53	1438	95,74
15 à 15,99	37	2,46	1475	98,20
16 à 16,99	17	1,13	1492	99,33
17 à 17,99	5	0,33	1497	99,67
18 à 18,99	4	0,27	1501	99,93
19 à 19,99		0,00	1501	99,93
20	1	0,07	1502	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1502

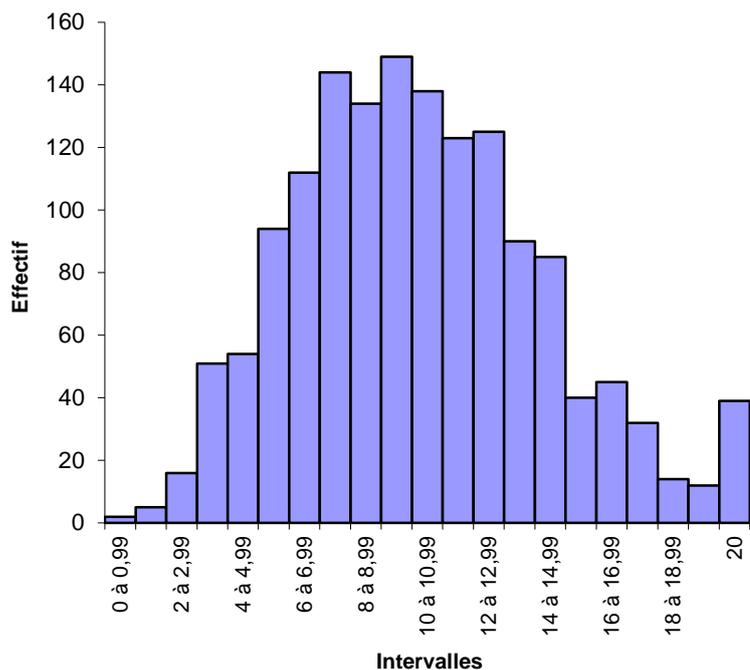
Minimum : 1,82

Maximum : 20

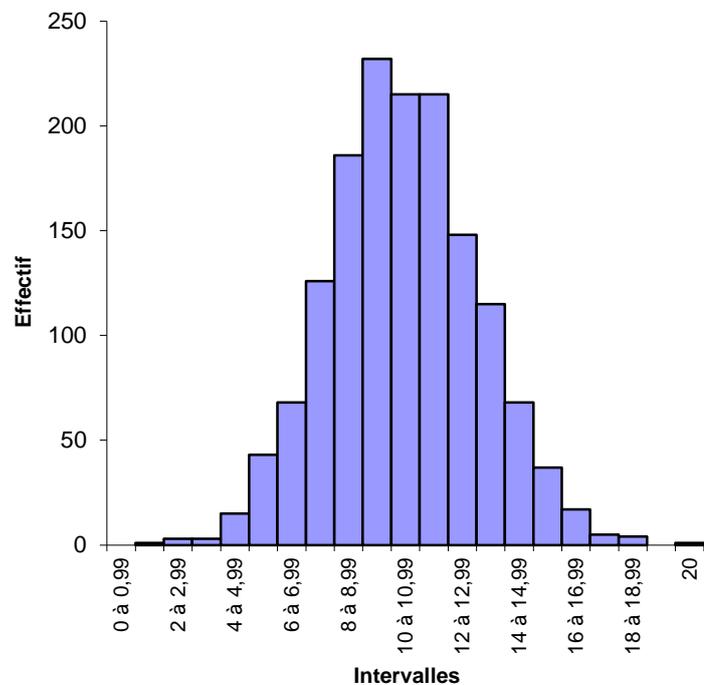
Moyenne : 10,42

Ecart type : 2,61

## CHIMIE ECRIT



## BIOLOGIE ECRIT



## EPREUVE ECRITE DE BIOLOGIE

Comme lors des sessions précédentes, et pour les sessions à venir, cette épreuve vise à évaluer la capacité d'analyse des candidats, à partir de l'étude de documents extraits d'articles scientifiques, et leur capacité à intégrer ces analyses avec leurs connaissances (via par exemple des schémas de cours à restituer et des documents à légender). Les capacités d'observation sont-elles aussi évaluées par des questions relatives aux travaux pratiques de première ou de deuxième année.

**Sur le plan de la forme et de la gestion du temps**, les copies demeurent dans l'ensemble agréables à lire et soignées. Nous rappelons cependant qu'un excès de fautes, une syntaxe maladroite ou une présentation brouillonne sont durement sanctionnés. Au contraire, les copies des candidats ayant fait l'effort de souligner les parties importantes de leur réponse, de réaliser des schémas aérés, colorés et surtout titrés ont été valorisées. Enfin, nous rappelons que la découpe et l'insertion des documents dans la copie est inutile si elle n'est pas demandée, car souvent chronophage et les annotations y figurant ne suffisent pas à répondre entièrement à la question posée. Ces cas restent heureusement très minoritaires.

Concernant la gestion de l'épreuve, le jury souligne cette année un très net déséquilibre entre les parties 1 et 2 du sujet: peu de candidats ont traité l'intégralité du sujet. Comme précisé sur l'énoncé, ces parties sont équivalentes en termes de points et il est donc conseillé de leur accorder 1h30 chacune.

**Sur le plan de la méthodologie**, le niveau est dans l'ensemble satisfaisant. Les réponses des candidats sont souvent conformes à l'intitulé des questions. Concernant les questions de cours, la réalisation de schéma (structure d'un ARN) et l'annotation de photos (coupe transversale d'une artère) ont été les exercices les plus discriminants. Pour ce qui est de l'analyse des documents, les candidats ont généralement une bonne méthodologie, partant de leur observation, puis leur interprétation et enfin une brève conclusion. Il n'est cependant pas nécessaire d'indiquer ces termes en début de chaque phrase car cela alourdit la syntaxe et ne se prête pas à l'ensemble des documents. Cependant, comme pour les sessions précédentes, le problème de la concision des premières réponses demeure : l'étape de description d'un document ne consiste pas à paraphraser les conditions de l'expérience ou à décrire point par point l'évolution d'un graphique. Si ce travail est nécessaire, sa restitution à l'écrit est indésirable et le jury préfère une description analytique qui dégage l'essentiel du document. Nous attirons également l'attention des candidats à bien lire les conditions des expériences (en surlignant les points importants par exemple) et à faire attention aux valeurs mesurées (diamètre et modification du diamètre ne sont pas la même chose). Si les candidats ont prêté attention aux barres d'erreur, leur utilisation reste maladroite. Enfin, la qualité des conclusions dépend souvent de la qualité d'analyse. Les candidats qui concluent en contradiction de leurs observations sont grandement pénalisés, de même si la conclusion est à l'opposé de ce que le document démontrait.

**Le sujet de biologie 1** proposait d'étudier « quelques aspects du fonctionnement des artères ». Après avoir replacé les principaux constituants de la paroi des artères musculaires et décrit les variations de certains paramètres vasculaires, il s'agissait de retracer les mécanismes impliqués dans la vasomotricité et de préciser la réponse artérielle lors d'un effort musculaire.

### **Partie 1 : Modifications vasculaires lors d'un effort**

Dans le document 1, une description simple des résultats expérimentaux permettait de démontrer l'augmentation du diamètre artériel et du débit sanguin lors d'activités d'intensité croissante. L'existence de valeurs de repos pouvait être précisée et l'augmentation du diamètre artériel en présence de NO démontrée. Ces observations permettaient de proposer la séquence explicative suivante : effort, NO, dilatation, augmentation du débit artériel et meilleur approvisionnement du tissu musculaire.

Le document 2 permettait de tester les connaissances des candidats. La loi de Poiseuille est globalement bien connue et permettait d'associer les différents paramètres intervenant dans la détermination du débit sanguin. Les constituants des différentes zones d'une artère musculaire et

leurs propriétés devaient être exploités dans la suite du sujet. De nombreuses confusions concernant la répartition de ces constituants ont été notées.

## **Partie 2 : Analyse de la vasodilatation d'une artère musculaire**

Cette partie reposait sur l'exploitation de résultats expérimentaux obtenus à l'aide de la technique de « destruction par illumination » qui permet d'endommager localement les cellules endothéliales. Cette technique a souvent posé des problèmes de compréhension.

Le document 3 permettait de conclure quant à l'action vasodilatatrice de l'acétylcholine : effet local, diminué par des durées croissantes d'illumination. Les candidats pouvaient alors proposer un rôle de perception du message acétylcholine par les cellules endothéliales.

Dans le document 4, seule une DPI sur le site d'application de l'acétylcholine pouvait diminuer les effets de celle-ci. En effet, les variations mesurées avant et après DPI centrale n'étaient pas significatives lors d'applications à distance d'acétylcholine.

La compréhension du document 5 était une étape clé du sujet. Ce document permettait d'avancer l'existence d'un effet de l'acétylcholine à distance de son lieu d'application. Peu de candidats ont remarqué l'effet de l'acétylcholine à contre-courant du flux sanguin, celui-ci étant diminué par l'application d'une DPI centrale, ce qui implique à nouveau les cellules endothéliales dans la transmission du message.

Le document 6 montrait qu'une DPI modifie la capacité de vasodilatation lors d'un effort. Il était alors possible d'émettre l'hypothèse que l'effort donne naissance à un message, pouvant être l'acétylcholine.

## **Partie 3 : Mécanismes impliqués dans la vasomotricité**

L'analyse des résultats expérimentaux du document 7 devait amener les candidats à comparer l'effet de l'application d'acétylcholine chez des souris sauvages et des souris déficientes au niveau du gène connexin40. Une fois de plus, il fallait remarquer que les effets de l'acétylcholine se manifestent à distance et à contre-courant du flux sanguin. Les réponses des souris mutantes permettaient d'impliquer les jonctions GAP dans la transmission du message « acétylcholine », mais en aucun cas, les jonctions GAP ne peuvent transférer l'acétylcholine. Cette hypothèse, très souvent retrouvée dans les copies, est impossible et montre les lacunes des candidats concernant les propriétés de ces jonctions.

Globalement, l'utilisation d'anticorps marqués lors de la technique d'immunolocalisation est connue. Cependant peu de candidats ont précisé les modalités de la préparation microscopique. Dans le document 8, la superposition des photographies de la coupe longitudinale d'artéριοle permettait d'apprécier la localisation de l'endothélium (au contact de la lumière du vaisseau) exprimant la protéine GFP-GCaMP2 et de la couche des cellules musculaires lisses exprimant l'actine. Ces observations devaient amener les candidats à repérer la présence de cellules exprimant le gène Connexin 40 au niveau de l'endothélium des artéριοles et des capillaires uniquement.

Dans ces documents 9, la capacité de la protéine GCaMP2 à être fluorescente en présence de calcium était exploitée. L'injection d'acétylcholine provoque l'apparition de fluorescence, preuve d'une augmentation de la concentration en  $Ca^{2+}$  dans les cellules endothéliales. Etait à noter la propagation au cours du temps de cette vague calcique, en aval du site d'injection mais également en amont, dans une moindre mesure.

Les documents 9B et 9C précisaient la nature transitoire de la réponse à l'acétylcholine.

Il était possible d'apprécier les différences de propagation du message en amont et en aval du site d'injection de l'acétylcholine. A ce stade du sujet, il était raisonnable de proposer que la présence d'acétylcholine provoque la propagation d'une vague calcique depuis le point d'injection à travers les jonctions GAP. Une synthèse des points clés du sujet était à présenter dans cette question : l'acétylcholine libérée par le système nerveux autonome lors d'un effort provoque la libération de calcium dans les cellules de l'endothélium. Celles-ci propagent le message calcique via les jonctions GAP. La production de NO provoque la vasodilatation artérielle et donc l'augmentation du débit sanguin. Les muscles à l'effort sont alors mieux irrigués.

**Le sujet de biologie 2** proposait une étude du contrôle de la transcription et de la diversité des transcriptomes à partir de l'exemple de la lactation. Cette partie s'appuie sur des questions de cours et sur l'analyse de documents variés (résultats d'électrophorèses, immunolocalisation...).

#### **Partie 4 : Des petits ARN régulateurs impliqués dans la lactation chez la vache**

Le document 10 ne posait pas de problèmes particuliers contrairement à la question 11a a été étonnamment discriminante : il était demandé la structure d'un ARN, donc des nucléotides détaillés (sans la base azotée) reliés par une liaison phosphodiester, avec une polarité. Les schémas en trèfle des ARNt étaient par exemple complètement hors sujet. La question 11b demandait l'identification des séquences complémentaires et la représentation de l'association de ces ARN entre eux. Les erreurs les plus fréquentes étaient la présence de bases T dans la séquence ARN ou l'association du microARN avec l'un des brins d'ADN du gène. La question 12 a été plutôt bien traitée, même si beaucoup d'étudiants n'ont pas compris le rôle de l'ARN non homologue dans cette expérience.

#### **Partie 5 : L'activité du facteur de transcription STAT5 pendant la lactation**

Le document 13, pourtant des plus classiques, a causé problème à de très nombreux candidats, car ils n'ont pas lu avec suffisamment d'attention les conditions expérimentales et le contenu de chaque puits de l'électrophorégramme. Trop peu ont constaté que l'ajout d'anti-corps anti-STAT5 réduisait la distance de migration, ce qui se traduit par un complexe plus dense (et non pas une destruction de STAT5 comme beaucoup l'ont suggéré).

Le rôle de la prolactine a bien été saisi grâce à l'étude du document 14, dans le sens où elle favorise la formation du complexe STAT5-ADN, donc l'association de STAT5 avec le promoteur du gène de la bêta-caséine. L'interprétation des résultats avec la cycloheximide est beaucoup plus décevante : cette expérience permet de démontrer que le nombre plus important de complexes n'est pas dû à une production plus importante de STAT5, et donc que la prolactine n'est pas un facteur de transcription activant l'expression du gène STAT5.

Le document 15 permettait de compléter les hypothèses émises précédemment : les candidats ont su affirmer le rôle activateur de la prolactine, et noter que l'hydrocortisone amplifiait le rôle de la prolactine, sans toutefois être elle-même un activateur. Les hypothèses proposées pour expliquer les résultats de STAT 5 D142-149 ont été globalement satisfaisantes.

Peu de candidats sont parvenus à traiter le dernier document. Il est cependant surprenant qu'une majorité parle d'une relocalisation de STAT5 en présence de prolactine « au centre de la cellule », sans jamais faire le rapprochement avec une relocalisation nucléaire ! Les candidats étant parvenus à cette dernière conclusion ont donc vu leurs copies valorisées. Les résultats avec STAT5 $\Delta$ 142-149 permettait de valider certaines hypothèses émises dans le document précédent (ici reconnaissance par le complexe de relocalisation nucléaire ou séquence NLS). Ainsi, la dernière question proposant un schéma bilan des processus moléculaires impliqués dans la lactation dépendait de la réussite aux questions précédentes, tout en intégrant que la production des hormones (prolactine et hydrocortisone) se faisait en période de lactation. Certains candidats ont par ailleurs réussi de très beaux schémas de synthèse.

## EPREUVE ECRITE DE GEOLOGIE

Le sujet de géologie, session 2015, a pour objet l'étude d'un orogène : la Cordillère des Andes. Afin d'illustrer cet exemple de convergence lithosphérique, on se propose d'intégrer successivement des données géophysiques, tectoniques, magmatiques et métallogéniques.

### 1. SISMICITE ET TOMOGRAPHIE SISMIQUE DANS LES ANDES CENTRALES

1.1. La première question demande d'expliquer brièvement ce qu'est un séisme. Un séisme (ou tremblement de terre) correspond à la libération brutale d'énergie liée à la relaxation de contraintes accumulées au sein de la lithosphère (comportement fragile). Il se traduit par un mouvement entre deux compartiments le long d'un plan de faille. Différents types de failles (normales, inverses, décrochantes dextres ou sénestres) peuvent être impliqués dans le phénomène. La magnitude quantifie la puissance d'un séisme et se calcule à partir des différents types d'ondes sismiques : (i) ondes de volume, de compression P et de cisaillement S, (ii) ondes de surface L et R (Love, Rayleigh). Dans ce calcul, on tient compte de paramètres comme la distance à l'épicentre (projection verticale en surface du foyer, et correspondant à la zone de secousse maximale), la profondeur de l'hypocentre (ou foyer), la fréquence du signal, le type de sismographe utilisé, etc. La magnitude n'est pas une échelle en degré, mais une fonction continue logarithmique. L'intensité d'un séisme peut être caractérisée par différentes échelles (EMS98, MSK, etc.) selon les dégâts occasionnés en surface. En fonction de la profondeur du foyer, on distingue (i) les séismes superficiels (de 0 à 70 km de profondeur), (ii) les séismes intermédiaires (70-300 km), et (iii) les séismes profonds (jusqu'à 600-700 km). Ils sont donc toujours localisés dans la partie fragile du globe, la lithosphère.

Dans les copies, la qualité des définitions a été extrêmement variable. Une phrase courte de quelques lignes a pu parfois parfaitement résumer la définition de "séisme" avec les mots clefs, "libération d'énergie, mouvements et ondes, ..." correctement présentés. Plus rarement, on apprend de façon lapidaire qu'un séisme est un tremblement de terre, sans autre précision ! Beaucoup de définitions, souvent plus longues, sont incomplètes. Il manque soit la libération d'énergie, soit la formation d'ondes ou encore, on ne précise pas qu'il y a mouvement de part et d'autre des failles. Les copies s'attardent alors plus volontiers sur les dégâts causés par les séismes.

1.2. On s'intéresse ensuite à la répartition spatiale de la sismicité dans les Andes Centrales. A partir des valeurs du tableau, on demande de construire un diagramme montrant la distance à la fosse en fonction de la profondeur de l'hypocentre de chaque séisme. La fosse de subduction marque la frontière entre la plaque plongeante et la plaque chevauchante. On constate que les points construits se répartissent selon un axe oblique correspondant à la trace d'un plan présentant un angle de plongement de l'ordre de 30°. Ce plan correspond à l'enveloppe supérieure des foyers des séismes représentant le sommet du panneau de lithosphère océanique plongeant sous une autre lithosphère. Il s'agit du plan de Wadati-Benioff. La répartition de la sismicité sous la plaque sud-américaine correspond à un contexte de subduction.

Dans de nombreuses copies, le plan tracé passe par l'ensemble des points et non par un plan situé au-dessus des points. Parfois, il n'y a pas de tracé ! Quelquefois, le tracé ressemble à une droite d'ajustement comme s'il s'agissait d'une régression linéaire. Parfois encore une enveloppe large entoure tous les points. Très rarement, quelques points ont été seulement reportés sans plus de commentaire ! Quelques-uns, bien que parlant de plan ont rejoint chaque point par un segment de droite, démontrant ainsi une notion toute personnelle du mot plan ! La référence au plan de Benioff, passant par le foyer des séismes est quasiment toujours indiquée. La définition exacte de foyer des séismes n'est pas toujours au rendez-vous. On parle souvent du plan selon lequel la plaque plongeante passe sous la plaque sus-jacente. Enfin, les copies, sauf de très rares exceptions, mentionnent l'existence d'un contexte de subduction, mais certains y voient un contexte de collision. En l'absence du terme "subduction", on indique un contexte de convergence.

1.3. La tomographie est une méthode géophysique qui utilise l'enregistrement des temps d'arrivée des ondes sismiques lors de tremblements de terre. On utilise au départ un modèle 3D théorique de vitesse de propagation des ondes (modèle PREM, "Preliminary Reference Earth Model", par exemple) et on observe la différence entre le temps d'arrivée réel des ondes et le temps théorique lié à la localisation du séisme. Si le temps réel est supérieur (ou inférieur) au temps théorique, les ondes ont donc été plus "lentes" (ou plus "rapides") lors de leur trajet ; on modifie le modèle de départ pour tenir compte des

données enregistrées. Les écarts sont appelés temps résiduels. La méthode tomographique repose sur la mesure de ces temps résiduels. On effectue ce travail pour  $x$  séismes de manière itérative (par ajustements successifs) afin de produire un modèle qui intègre l'ensemble des données. C'est une méthode inverse (notion de traitement du signal) qui permet de traduire les variations spatiales des vitesses de propagation des ondes à l'intérieur du globe. On obtient ainsi un modèle structural tridimensionnel.

Rares sont les candidats qui connaissent cette technique, ce qui semble surprenant car cette méthode est largement citée et utilisée dans les programmes de géologie du lycée. Les copies rapportent souvent que la tomographie est une méthode sismique. Il n'est quasiment jamais dit qu'il s'agit d'une méthode géophysique. Les copies évoquent le temps mis par les ondes, sans toujours préciser qu'il s'agit de vitesse des ondes et que la méthode repose sur la mesure des variations de vitesse. Beaucoup de copies ne rapportent pas l'existence d'un modèle ou de l'existence de vitesses de référence qui seront comparées aux vitesses mesurées afin d'être exploitées à l'aide d'un modèle. Beaucoup parlent bien de variation de vitesse (sans parfois préciser vitesse de quoi), mais ne semblent pas maîtriser ce que cela implique. On mesure des vitesses, alors qu'en tout état de cause, les vitesses sont calculées à partir de temps de parcours qui, eux, sont mesurés. Très vite, la réponse va contenir les informations qui sont demandées dans la question suivante sur l'origine des anomalies positives et négatives. Les candidats qui évoquent l'existence d'un modèle ou qui parlent, sans plus de précision, de vitesses de référence, peuvent se répartir en deux catégories : (i) ceux qui disent que l'on fait la différence vitesse calculée – vitesse théorique, (ii) ceux qui se contentent de dire que l'on compare les deux vitesses, ce qui ne veut pas dire tout à fait la même chose. Mais les réponses, quelles qu'elles soient, souffrent d'une rédaction bavarde, approximative sinon embrouillée.

1.4. Les anomalies de vitesse sont généralement associées à des variations locales de température au sein de la croûte ou du manteau. Elles peuvent aussi correspondre à des variations en termes de composition chimique ou minéralogique. Les anomalies positives (en bleu) illustrent un matériel plus froid de densité plus élevée et vitesse plus rapide. Les anomalies négatives (en rouge) correspondent à un matériel plus chaud de densité plus faible et vitesse plus lente. En résumé, les anomalies de vitesse obtenues par la tomographie sismique sont interprétées en termes d'anomalies de rigidité et de température.

Les copies évoquent dans l'ensemble (i) le rôle de la température pour expliquer les différences de vitesses des ondes, (ii) les termes de plasticité et de rigidité qui sont liées à la température pour illustrer l'état des roches en profondeur. Les copies ne mentionnent quasiment jamais le rôle des variations de composition des roches à l'origine des anomalies. De très rares copies reportent le rôle des variations de composition ou d'état liquide-solide. D'autres parlent aussi de variation de densité, voire plus rarement de masse de roches, à l'origine des anomalies observées. On a parfois l'impression que le terme "densité" n'est pas bien compris, ni comment cette densité est susceptible de varier. De très rares erreurs portent sur l'origine des anomalies. Ainsi, on a pu lire que les vitesses rapides étaient liées à des roches plus chaudes, voire même à des chambres magmatiques. Enfin, quelques copies, à titre d'exemple, illustrent l'anomalie chaude, de faible vitesse, sous la ride médio-océanique, anomalie qui contraste avec celle plus froide, de plus grande vitesse, liée à une plaque qui subducte. Là encore, les copies anticipent une réponse partielle à la question suivante. Très généralement, les variations de vitesse des ondes sismiques sont expliquées par des différences de température. Les anomalies positives de vitesse sont associées à des températures faibles, les anomalies négatives signent des températures élevées. Pour certains candidats, ce serait l'inverse. Enfin pour quelques autres, l'une et l'autre de ces interprétations sont présentes dans la même copie. Certains associent les activités sismiques faibles à des zones froides et, inversement, les activités sismiques fortes à des zones chaudes. Dans d'autres copies, on est en présence de candidats qui font un doux mélange entre anomalies de vitesse des ondes sismiques et anomalie gravimétrique. On peut avoir l'impression que chaque notion, par exemple une anomalie positive, est liée de façon univoque à un domaine ; ici, au choix, vitesse de propagation des ondes ou anomalies de Bouguer.

1.5. Les anomalies de vitesse de propagation positive montrent le plongement du panneau de lithosphère océanique (zone froide) sous la Cordillère des Andes et son enfoncement probable jusqu'à la base du manteau inférieur à 2900 km (discontinuité de Gutenberg). A ce niveau, on a un fort gradient thermique.

La plupart des copies indiquent la présence d'une plaque plongeante avec le plan de Benioff. Il y a presque unanimité pour dire que l'on est en présence d'une plaque froide, plongeant dans un milieu chaud. Quelques copies signalent les anomalies positives assez superficielles vers l'Est, qui

correspondent à la trace de la croûte continentale et/ou mentionnent les anomalies positives à 2800 km. Quelques copies expliquent aussi l'origine des anomalies négatives avec, à l'Ouest, une croûte océanique chaude issue du fonctionnement d'une dorsale. Parmi les graves erreurs, certains indiquent la présence d'une chambre magmatique correspondant à l'isotherme 1300° sous la cordillère des Andes, comme s'il s'agissait d'une ride médio-océanique.

## 2. TECTONIQUE DES ANDES CENTRALES

2.1. Un modèle de décomposition du vecteur convergence relative le long de la limite entre les plaques Nazca et Amérique du Sud est proposé. La convergence est accommodée par de la déformation qui affecte la bordure occidentale de la plaque Amérique du Sud et se traduit par la mise en place de structures compressives (plis, chevauchements) et de décrochements. On demande quelle est la contribution de ce modèle à l'explication du sur-épaississement et de la courbure observés dans les Andes centrales. Dans l'axe des Andes centrales, la convergence relative est perpendiculaire à la limite océan-continent ; l'intégralité de la convergence est accommodée par du raccourcissement (chevauchements et plis). Au Nord et au Sud des Andes centrales, la convergence relative peut être décomposée en deux composantes, l'une perpendiculaire et l'autre tangentielle à la limite océan-continent. La convergence est accommodée par du raccourcissement mais également par la mise en place de grands décrochements crustaux. Au Nord et au Sud, le taux de raccourcissement horizontal est moindre qu'au centre d'où l'épaississement moins important. De plus, les grands décrochements (sénestres au Nord et dextres au Sud) engendrent une migration de matière vers le centre des Andes centrales ce qui amplifie encore le processus.

Il y a de bonnes réponses dans l'ensemble ou en tout cas de bons débuts de réponses dans de nombreuses copies, tout du moins pour les copies qui montrent une bonne intégration du rôle des vecteurs et de leur décomposition. Beaucoup de candidats ont fait une analyse correcte, en mettant en évidence la décomposition du vecteur convergence en deux vecteurs et leur rôle dans la courbure de la plaque. Le rôle du vecteur tangentiel et des décrochements dextres et senestres dans le sur-épaississement de la zone centrale est un peu moins bien appréhendé. Ce qui est souvent décrit, c'est la normalité du vecteur des contraintes au niveau de la chaîne centrale. On regrettera de nouveau la pauvreté du langage, la construction de paragraphes où le candidat embrouille le correcteur. Par exemple : "le vecteur (on ne nous dit pas lequel !) n'est pas perpendiculaire à la limite de plaque. De plus, il est orienté vers le centre de la courbure qui montre une déformation et par conséquent une convergence à cet endroit. Il y a donc compression". On ne peut plus limpide ! La diminution du raccourcissement est aussi souvent évoquée pour les zones Sud et Nord, avec souvent la description de la décomposition du vecteur convergence en deux vecteurs, l'un normal à la plaque et l'autre parallèle. Suivant les copies, leur rôle respectif est invoqué pour rendre compte de la courbure de la plaque plongeante. On oublie souvent de rapporter la présence de failles décrochantes et/ou l'apport de matière dans la zone centrale, en liaison avec le vecteur tangentiel et/ou les failles décrochantes. On notera aussi des constructions de phrases curieuses : "le sur-épaississement entraîne une accumulation de matière". Ne serait-ce pas plutôt l'accumulation de matière qui occasionne le sur-épaississement ?

2.2. Dans les Andes centrales, l'association de structures compressives et de décrochements correspond à un phénomène de transpression. On enregistre un "partitionnement" de la déformation. Le mouvement de blocs adjacents est convergent (transpressif) produisant des déformations par raccourcissement et soulèvement. De manière plus générale, lorsque l'on regarde une carte globale de la cinématique des plaques, on peut voir que la majorité des convergences s'effectue de manière oblique par rapport à la frontière des plaques. Le phénomène est caractérisé par l'existence de grandes failles décrochantes qui jalonnent les zones de subduction. Cette configuration entraîne un partitionnement du vecteur de convergence en une composante normale à la limite de plaques et une autre parallèle à celle-ci, et accommodé par un décrochement.

Beaucoup de candidats n'ont pas répondu à cette question ! De très très rares copies indiquent le terme exact : "transpression" ou "partitionnement de la déformation". Les copies rapportent parfois l'expression de processus d'accommodation. Sinon, beaucoup de périphrases sont utilisées pour décrire le processus. On rapporte l'existence de convergence-extension. On évoque l'existence de faille inverse tout en dessinant une faille normale, celle d'une association pli-faille, ou encore l'association entre structure ductile et structure compétente, etc.

2.3. La coupe expose les différentes structures qui contribuent à l'épaississement crustal (épaississement qui se traduit quasiment par un doublement de l'épaisseur de la croûte continentale). On observe essentiellement des structures de type chevauchement, duplex avec plats et rampes qui s'enracinent à différents niveaux dans la croûte (base de la croûte supérieure, croûte inférieure) avec formation de multiples écaïlles. Ces structures caractéristiques d'une déformation dite tégumentaire excluent l'exhumation de croûte inférieure et donc de roches métamorphiques de haut grade.

Sauf rares exceptions, le discours sur la description de la coupe est assez médiocre ou très incomplet. Il est indiqué le plus souvent l'existence de plis et de chevauchements, de failles inverses orientées vers l'est ou l'ouest. On trouve également souvent la description d'empilement de nappes sans pour autant aborder la notion de tectonique tégumentaire. Il est assez souvent noté la présence des nombreux chevauchements responsables de l'épaississement de la croûte ainsi que le sous-placage des produits continentaux au niveau de l'Altiplano. A cela peut s'ajouter la description de l'évolution de la profondeur du Moho d'Est en Ouest avec, sous l'arc, l'enfoncement du Moho, lié à la compensation de masse sous la cordillère. Le relevé des raccourcissements contrastés selon les portions de la chaîne est aussi indiqué dans de nombreuses copies. Parfois l'âge des sédiments déposés est aussi noté, avec dans ce cas, des remarques plus ou moins pertinentes sur l'évolution de la chaîne. En ce qui concerne l'absence de roches métamorphiques de haut grade en surface, il n'y a pas toujours de réponse donnée. Très peu de copies font le lien entre la tectonique superficielle (ou tégumentaire) qui (i) provoque l'épaississement de la croûte supérieure et (ii) maintient en profondeur la croûte inférieure avec les roches métamorphiques. Des réponses se rapprochent parfois de ce constat sans l'expliquer clairement. Bref, les réponses sont souvent mal formulées, parfois difficile à comprendre, voire encore hors sujet. Quand il y a une réponse plausible, on parle plutôt de l'absence d'érosion qui empêche les roches superficielles de disparaître pour laisser la place aux roches profondes. Quelques copies indiquent que le dépôt de sédiments sur les roches métamorphiques empêche ces dernières d'être à l'affleurement. De rares copies indiquent que les roches métamorphiques ont déjà été érodées, sans autre précision ! Enfin, il est parfois écrit que la cordillère andine est une chaîne jeune en ce qui concerne son évolution, et qu'elle n'a donc pas atteint le stade d'évolution des Alpes pour permettre l'exhumation des roches profondes. Ou encore : "les roches sont enfouies peu de temps car la compression par la subduction entraîne des plis et des charriages de la plaque océanique sur la plaque continentale. Les roches sont donc très peu métamorphisées". On remarquera l'originalité du propos qui, si l'on comprend bien, laisse penser que la plaque océanique est charriée sur la plaque continentale !

2.4. Les séismes de surface enregistrés dans la partie orientale de la chaîne correspondent au front de déformation actuel du système orogénique. Ils sont liés à la déformation de la plaque continentale sud-américaine et non à la déformation de la plaque subduite Nazca. Cette sismicité n'est pas visible au travers de toute la chaîne car seules les structures orientales sont actives. Les autres structures au cœur de la chaîne ont cessé de fonctionner. On enregistre donc une migration du front de déformation au cours du temps.

La plupart des copies sont sans réponse plausible ou valable. Les explications manquent souvent de consistance. Le constat est souvent fait de l'existence de séismes à faibles profondeurs à cause de la présence de failles nombreuses peu profondes dans ce secteur. On relie aussi, dans les meilleurs cas, les variations de la sismicité à la position plus ou moins profonde du Moho. L'âge variable des différents événements qui affectent la chaîne d'Est en Ouest n'a pas été indiqué. On évoque aussi, surtout dans la zone B, la présence de décrochements qui ont pu jouer un rôle dans la présence de séismes de faible profondeur. Tout ceci indique que la compréhension de la dynamique d'une orogénèse dans le temps et l'espace n'est pas acquise. Ce qui est connu, c'est la zone de subduction !

### **3. MAGMATISME DES ANDES CENTRALES**

Il a été pratiquement impossible de corriger cette question 3 de façon discrète. En effet, les éléments de réponse concernant la partie 3.1 se trouvent indifféremment dans les réponses aux questions 3.2 ou 3.3 et inversement.

3.1. La comparaison des compositions chimiques conduit à formuler l'hypothèse que le basalte calco-alcalin dérive de la fusion partielle hydratée d'une périclote du manteau asthénosphérique. Le liquide issu de cette fusion est enrichi en silice, en éléments incompatibles (Al, K, Na et Ca) et appauvri en éléments compatibles (Mg et Fe). Les éléments incompatibles (ou hygromagmatophiles) ne peuvent pas s'incorporer dans le réseau cristallin des premiers minéraux formés en raison de leur trop grand rayon ionique et/ou de leur forte charge. Ils se concentrent plus dans le liquide que dans le solide. Ainsi, en fin

de cristallisation du magma, ils finissent par entrer dans les feldspaths. Au contraire, les éléments compatibles se concentrent préférentiellement dans le solide, c'est-à-dire dans les minéraux précoces des roches magmatiques. Les liquides résiduels de type granitique seront alors riches en éléments incompatibles tandis que les basaltes seront riches en éléments compatibles et pauvres en éléments incompatibles. Les magmas calco-alcalins s'enrichissent en éléments incompatibles lors de la traversée du manteau supérieur grâce aux fluides présents.

La terminologie utilisée est souvent fruste, voire inexistante pour le processus de fusion d'un point de vue pétrologique, et les termes utilisés ne sont pas toujours bien compris. Le terme "fusion" est employé, à bon escient, mais pas toujours le terme "fusion partielle" de la péridotite, qui traduit le fait que la fusion de la péridotite n'est pas totale. Le mécanisme de la fusion des péridotites, avec eutectique, composition des liquides à l'eutectique et évolution respective de la composition des liquides et de la péridotite avec le taux de fusion est totalement absent. C'est pourtant la nature du résidu mantellique qui permet aussi de mettre en évidence l'intensité des épisodes de fusion. On résume souvent la fusion à un processus de géochimie avec l'évocation assez grossière du comportement des éléments incompatibles. On n'a pas l'impression que c'est l'association des éléments qui forment des minéraux dont le degré de stabilité varie en fonction des paramètres. La lecture des copies montre que le processus intime de la fusion n'est pas toujours bien compris. Rarement aussi, (i) la notion d'équilibre entre minéraux et liquide et (ii) leur évolution conjointe, sont rapportées. On mélange assez volontiers le comportement des majeurs et des traces. Le plus souvent le manteau est indiqué à l'origine du basalte. Plusieurs copies signalent qu'il y a pu avoir, en plus, contamination de la croûte continentale à partir d'un matériel de type granodioritique. Beaucoup de candidats affirment péremptoirement que la source du basalte doit être trouvée dans la péridotite du manteau, sans plus de précision. Pour d'autres, la source du basalte est tout aussi péremptoirement la granodiorite. En ce qui concerne la fusion, les copies rapportent assez souvent le comportement des éléments compatibles et incompatibles. Cependant, la liste des éléments est souvent erronée, et Mg se retrouve parfois dans les incompatibles, y compris dans les diagrammes mettant en évidence la cristallisation fractionnée et l'enrichissement en incompatibles. Ainsi, beaucoup de candidats se noient dans des considérations plus ou moins savantes sur les éléments compatibles et incompatibles. Une étude statistique des réponses permet de constater que K, Na et Si l'emportent largement en tant qu'éléments incompatibles (80% des votes) alors que Fe, Mg et Ca sont largement considérés comme compatibles. Il y a parfois mélange des concepts entre fusion partielle et cristallisation fractionnée. Dans plusieurs copies, on relève que les différents termes de la série calco-alcaline proviennent de fusions successives (fusion fractionnée), sans que le mécanisme soit bien explicité. Les meilleures copies donnent d'abord une fusion partielle de faible taux pour donner les rhyolites, puis le taux de fusion partielle augmentant on a alors des produits de plus en plus basiques et de plus en plus pauvres en éléments incompatibles. Ce processus de fusion fractionnée, l'expression étant rarement indiquée, n'empêche pas d'écrire que les quatre roches des basaltes aux rhyolites, forment une série magmatique calco-alcaline. Ce qui indique que le terme de "série" n'est pas compris. Les copies, si elles en appellent souvent à la fusion partielle d'une péridotite, d'où le basalte est issu, n'indiquent pas souvent la nature du résidu, qui est une péridotite appauvrie. Quand les copies rapportent le terme "restite" ce n'est pas toujours pour désigner une péridotite appauvrie mais plutôt pour évoquer d'autres roches comme la granodiorite. Ceci montre que la notion de partage entre un liquide basique riche en éléments incompatibles et un résidu ultrabasique, pauvre en ces éléments, n'est pas bien comprise. Cela doit être lié au fait que l'approche pétrologique s.s., indépendamment du comportement des éléments incompatibles, n'a pas été assimilée. Par exemple, "le liquide obtenu, le basalte, peut être appelé "restite". Dans d'autres cas, le basalte, considéré comme un liquide calco-alcalin, porteur des éléments incompatibles, est associé à un autre matériel, dit "restite", qui correspond en fait à la granodiorite, bien que cette dernière contienne plus de  $\text{SiO}_2$  et plus d'incompatibles que le basalte ! Enfin, on relève qu'il y a souvent un télescopage dans le temps et l'espace pour passer du processus de fusion de la péridotite à l'établissement d'une chambre magmatique. Ces deux processus sont bien décalés dans le temps et l'espace puisque les profondeurs de formation du basalte ou de celle de la chambre magmatique sont très distinctes. Ceci est résumé par l'expression suivante relevée dans une copie : "la péridotite entre en fusion provoquant une chambre magmatique". Une fois que la péridotite a été proposée comme roche à l'origine du basalte, des copies rapportent l'existence de la fusion partielle des péridotites, puis immédiatement les conditions géotectoniques pour obtenir une fusion hydratée : on explique ainsi l'hydratation du manteau ou de la croûte continentale par des fluides issus de la plaque plongeante. Cette dernière partie de la réponse est plus adaptée à la question 3.2 dont la réponse renvoie à la question 3.1, et elle a été largement trouvée dans la plupart des copies.

3.2. Dans les conditions normales, il n'y a pas de fusion du manteau. Dans un contexte de subduction, l'apport de fluides provenant de la déshydratation et/ou du métamorphisme de la plaque subduite modifie la courbe du solidus (passage à un solidus hydraté). Lorsque la courbe du solidus hydraté recoupe la courbe du géotherme continental, il y a fusion partielle. Ce phénomène se produit autour de 100-150 km de profondeur. Dans la lithosphère océanique en subduction, les roches de la croûte océanique subissent des transformations minéralogiques accompagnées d'une déshydratation progressive (principalement des amphiboles). Il en va de même pour les sédiments océaniques entraînés dans la subduction. Ce sont ces fluides libérés qui vont permettre la fusion partielle du manteau de la marge chevauchante. En d'autres termes, la présence d'eau abaisse le solidus vers des températures plus basses. Ainsi, le rôle essentiel de la plaque plongeante est de fournir l'eau nécessaire à la fusion partielle. De plus, la diversité des séries magmatiques en contexte de subduction dépendrait de la proportion de fusion partielle et de la pression à laquelle elle s'opère.

On note dans nombre de copies, un déplacement du géotherme de la subduction vers des températures plus fortes. Parfois un solidus hydraté est esquissé mais il est faux, parallèle au solidus anhydre. Un bon nombre de copies montre toutefois la place correcte du solidus hydraté ou une position approchante. Quasiment toutes les copies montrent une bonne intégration du rôle de la libération des fluides sur la fusion des péridotites de la plaque chevauchante, voire sur celle des roches crustales. Plusieurs copies indiquent les différents mécanismes pouvant conduire à la fusion de péridotites : (i) apport d'eau dans le manteau et donc déplacement du solidus, (ii) diminution de pression avec la remontée de péridotites et/ou localement, (iii) augmentation de températures, avant de sélectionner celui qui est approprié aux zones de subduction. Des copies montrent que le choix entre ces différentes hypothèses n'a pas toujours été fait. En général, les candidats parlent de fusion dans la partie 3.1. Elle ne devient partielle qu'à partir de la partie 3.2, lorsqu'ils mettent en avant la déshydratation de la plaque subduite. On ne comprend pas toujours si cette fusion partielle intervient dans la péridotite du manteau ou dans la masse de la plaque plongeante. Toujours est-il qu'il y a déshydratation ! Quelques candidats oublient de nous indiquer (i) les modalités de cette déshydratation, et (ii) à partir de quelle profondeur elle se développe. Pour certains, l'eau portée à haute température s'évapore tout simplement ! Ceux qui s'aventurent à évoquer le métamorphisme en parlent relativement bien, bien que certains inversent les faciès Schistes Verts et Schistes Bleus. De plus, lorsqu'il a été complété, le schéma a donné lieu à des œuvres d'art de tout style. Le solidus hydraté, pour la plupart des candidats, se déplace. Le problème, c'est qu'il n'y a pas unanimité sur le sens du déplacement, ou bien son tracé reste parallèle à celui du solidus anhydre. Mais parfois, c'est le géotherme océanique ou continental qui se déplace pour recouper le solidus anhydre.

3.3. Toute une série de laves a été analysée. A des basaltes généralement saturés en  $\text{SiO}_2$  et riches en  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , sont associées des andésites (en général, volumétriquement abondantes) et des termes plus différenciés tels que dacites et rhyolites. En raison de leur caractère hydraté, ces laves sont riches en éléments incompatibles. Il est demandé de construire un diagramme afin de montrer que ces roches appartiennent à une même série magmatique. Différents types de schémas peuvent être envisagés, à savoir le diagramme TAS (basé sur la teneur totale en alcalins, % massique en  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ , en fonction du % massique de  $\text{SiO}_2$ ), le diagramme triangulaire AFM (avec  $A = \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ,  $F = \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ , et  $M = \text{MgO}$ ), ... Comme recommandé par l'IUGS (International Union of Geological Sciences), le diagramme le plus approprié est le diagramme TAS ("Total Alkali Silica"). Lorsque l'on place ces roches dans ce type de diagramme, on montre qu'elles appartiennent à une lignée calco-alcaline. Pour autant, les andésites (et les roches plus différenciées) ne sont pas issues directement de la fusion de la croûte océanique subductée métamorphisée. La croûte continentale de la plaque chevauchante constitue un obstacle à la remontée du magma, notamment en ralentissant son ascension, favorisant ainsi les phénomènes de contamination crustale et de différenciation (avec fractionnement des minéraux). La série calco-alcaline est constituée de l'association spatio-temporelle de roches évoluant depuis des compositions basiques, pauvres en  $\text{SiO}_2$  et riches en  $\text{MgO}$ , vers des compositions acides, riches en  $\text{SiO}_2$  et alcalins et pauvres en  $\text{MgO}$ . Ainsi, on a une évolution depuis une composition basaltique vers un magma plus différencié. Le mécanisme à l'origine de cette évolution est la cristallisation fractionnée dont le principe repose sur la séparation physique des cristaux en formation dans le magma et des liquides résiduels issus de cette phase de cristallisation.

Dans les copies, le plus souvent le diagramme TAS est reporté avec la somme des alcalins ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) en fonction de  $\text{SiO}_2$ . On peut aussi avoir des diagrammes avec d'autres éléments, voire des rapports,  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ , reportés en fonction de la silice. D'autres types de diagrammes de Harker sont proposés dont l'efficacité en terme de discrimination chimique est douteuse. Le triangle AMF est aussi quelquefois présenté. Les points des échantillons ne sont pas toujours projetés dans les diagrammes. La plupart des

copies indiquent la présence d'une série calco-alcaline, sans doute en raison, du signalement dans le tableau d'analyse, d'un basalte calco-alcalin. De même, le terme andésite, qui accompagne dans le tableau la série de roches volcaniques, dont le basalte calco-alcalin, évoque aussi un contexte de subduction, ce qui a facilité, en plus du diagramme TAS, la détermination de la présence d'une série calco-alcaline. Le contexte géologique présenté dans les cartes et les coupes ne laissait, de plus, aucun doute quant au contexte géotectonique. Toutefois, quelques rares copies se sont prononcées pour la présence d'une série soit alcaline, soit tholéiitique ! Quelquefois le processus de cristallisation fractionnée est bien signalé, mais le mécanisme mal explicité. Il y a parfois, et fort à propos, des schémas qui montrent l'évolution de la proportion du liquide par rapport au solide lors de la cristallisation fractionnée. Dans ce cas, la variation de composition des produits formés est bien soulignée. Mais une bonne description du processus de cristallisation fractionnée est peu fréquente. Là encore, on résume ce processus à un comportement des éléments incompatibles, même si on évoque la séquence de Bowen, sans en définir, ou comprendre, les grands principes. En effet, si le comportement des éléments est bien souligné, avec la cristallisation fractionnée, en revanche il est rarement indiqué la nature des minéraux susceptibles d'être rencontrés dans les différentes laves, basalte, andésite, dacite et rhyolite, de même d'ailleurs que dans le manteau. Et pourtant ce sont les minéraux qui portent les éléments. La contamination est souvent évoquée lors de la fusion partielle du manteau, avec l'hydratation du manteau de la plaque chevauchante mais aussi de la croûte continentale au-dessus du manteau. Cette contamination pourrait expliquer les teneurs en silice et en alcalins élevées du basalte calco-alcalin. La contamination pourrait aussi intervenir dans la chambre magmatique lors de la cristallisation fractionnée du basalte calco-alcalin, au sein de la croûte continentale. Là encore les effets seraient les mêmes vis-à-vis de l'enrichissement en silice et en alcalins. Du point de vue de la terminologie, il y a souvent la confusion entre minéraux et éléments chimiques. Si les éléments chimiques sont compatibles ou incompatibles en fonction de leur partage entre phase solide et liquide, en revanche, il est très surprenant de rencontrer (et ceci assez fréquemment dans les copies), la présence de "minéraux dits compatibles ou incompatibles". Ainsi il est dit : "les éléments compatibles cristallisent", au lieu de : les minéraux porteurs ou construits à partir d'éléments compatibles, ou encore riches en éléments compatibles, cristallisent. Ceci n'est pas seulement un problème de terminologie en géologie ou pétrologie s.s., mais bien déjà un problème de terminologie lié à la chimie, que ce soit pour la définition des éléments et leurs partages entre différents milieux, ou pour l'étude des diagrammes de phases. En effet, ce dernier terme n'est jamais utilisé, ce qui fait que l'on comprend mieux pourquoi le terme eutectique ne l'est jamais, que ce soit pour la fusion ou pour la cristallisation fractionnée. Une fusion partielle commence à l'eutectique. Une cristallisation fractionnée s'achève normalement à l'eutectique. Cette absence de connaissance sur ce sujet explique pourquoi on a l'impression que le mécanisme de fusion ou de cristallisation fractionnée n'est pas bien compris, comme évoqué précédemment. Il y a aussi souvent confusion entre différenciation et cristallisation fractionnée. Enfin, on a pu noter dans des copies, la présence d'éléments "compétents" et "incompétents" !

#### **4. COUPE SYNTHETIQUE**

La réalisation de la coupe à l'échelle lithosphérique a pour objet de synthétiser toutes les observations réalisées dans les questions précédentes.

Les éléments devant figurer sur la coupe sont les suivants :

- la plaque plongeante constituée par la lithosphère océanique (et la limite avec l'asthénosphère) et les sédiments associés ;
- la plaque chevauchante formée par la lithosphère continentale ;
- la localisation des domaines métamorphiques affectant la plaque plongeante ;
- la limite entre croûte continentale et manteau supérieur (à la bonne cote de profondeur) ;
- l'intervalle de déshydratation de la croûte océanique de la lithosphère subduite ;
- la percolation du manteau par les fluides, avec comme conséquence métasomatose (zone d'hydratation) et fusion partielle (dans l'axe de la Cordillère occidentale, entre 68°W et 69°W de longitude) ;
- la production magmatique (roches volcaniques et plutoniques) dans la croûte continentale (magmas ascendants avec contamination crustale) ;
- l'arc volcanique actif à l'aplomb de la Cordillère occidentale ;
- les grands décrochements parallèles à la fosse ;

- le sur-épaississement de la croûte continentale avec les grands chevauchements et les multiples écaillés ;
- les grands bassins sédimentaires de l'Altiplano et de la zone sub-andine ;
- la sismicité, avec (i) la profondeur maximale de la sismicité au sein du panneau plongeant (autour de 66°W de longitude, vers 350 km de profondeur), (ii) la sismicité superficielle au niveau de la fosse et au début du plongement de la lithosphère océanique (avec friction entre les plaques), (iii) la sismicité au front de déformation (à l'Est de la zone sub-andine).

Pour cette question, les résultats sont très inégaux. Les candidats ont presque tous soumis une coupe de facture maladroite. Il y a un nombre non négligeable de coupes non légendées. Au correcteur de se débrouiller ! Souvent, lorsqu'il y a une légende (plus ou moins complète), elle est au verso de la coupe, probablement pour faire gagner du temps au correcteur. Dans les copies, le volcanisme n'est pas toujours signalé et/ou bien représenté dans la coupe. Il est parfois mal placé dans la chaîne, beaucoup plus vers l'Est, vers la cordillère orientale. La base de la croûte (Moho) a été vue recouper la zone de subduction ! Le plus souvent, on se contente de dessiner quelques écaillés limitées par des failles. L'ensemble de la croûte continentale est donc souvent incomplet avec trop rarement la présence de plis et/ou de bassins sédimentaires plus ou moins déformés. En d'autres termes, le domaine sédimentaire est absent dans la plupart des cas et, s'il est évoqué plus que représenté, ils l'est de manière horizontale : pas de plis, pas de bassins, juste une ou deux lignes colorées ! Le panneau plongeant est presque toujours représenté, mais de manières très diverses. Parfois, c'est une simple ligne légendée plan de Bénéioff ou non légendée. Ce peut être une zone plus ou moins épaisse (elle peut atteindre parfois, plusieurs centaines de km), de plongements très divers eux aussi. En général, le plan de Bénéioff est agrémenté de petites croix signalant les hypocentres des séismes. Ces hypocentres sont très rarement situés dans l'épaisseur de la plaque subduite, mais la plupart du temps à la frontière entre la croûte océanique et le manteau. Certains, relativement peu nombreux localisent les différents faciès métamorphiques, inversant souvent Schistes Verts et Schistes Bleus (cf. question 3.2) et ne se préoccupant aucunement des profondeurs. De la même façon, beaucoup de candidats indiquent le lieu de la déshydratation de la plaque plongeante sans respecter les profondeurs. Quant au magmatisme, il est parfois très mal placé, beaucoup trop à l'est. Parfois, il y a des chambres magmatiques dispersées un peu partout, tant dans la croûte continentale que dans le manteau jusqu'à plusieurs centaines de km. Très souvent, la croûte continentale est souvent simplement indiquée sans aucune structure interne. Si l'on revient à la plaque plongeante, elle est parfois mal placée, le plan de Bénéioff tracé à l'Est et même très à l'Est de la fosse océanique. Et parfois, la plaque plonge... vers l'Ouest ! Dans certains dessins, rares heureusement, la plaque Nazca vient buter contre la plaque Amérique du Sud, forçant cette dernière à se courber pour plonger vers l'Est, ou bien elle commence sa plongée sous la Cordillère orientale. Le Moho est très souvent tracé, mais à diverses profondeurs. Dans certains cas, il arrive même qu'il traverse la plaque océanique. Enfin, la limite lithosphère - asthénosphère est rarement présente.

## 5. METALLOGENIE, LES GISEMENTS CUPRIFERES CHILIENS

*"Ils allaient conquérir le fabuleux métal, que Cipango murit dans ses mines lointaines." (José-Maria de Heredia).*

Dans cette dernière partie, l'objectif est de relier un objet géologique naturel et l'objet économique que constitue un type de gisement particulier, les porphyres cuprifères, conformément au nouveau programme relatif aux "ressources géologiques".

5.1. Il a été montré dans les questions précédentes que lors de la subduction, il y a libération de fluides liée à la déshydratation et au métamorphisme de la plaque plongeante. On induit ainsi la fusion partielle du manteau avec des magmas riches en fluides. De plus, on a une possibilité de contamination et de métagénèse des magmas lors de la remontée au travers de la croûte continentale ; le magma peut être ainsi enrichi en cuivre. Ainsi, les premières générations de cuivre se forment lors de la cristallisation du magma. La coupe du porphyre cuprifère montre que les roches encaissantes présentent des marques d'altérations hydrothermales (solutions hydrothermales tardives à percolation ascendante) disposées en halos de grande extension (hm à km) qui se développent de manière centrifuge autour du pluton avec (i) altération potassique au centre (assemblage à biotite et orthose), (ii) altérations séricitique (quartz et séricite) et chloritique puis (iii) altération argilitique en sommet. Ce phénomène d'hydrothermalisme utilise des réseaux denses de fractures dans lesquelles on trouvera les principales zones minéralisées. Les porphyres cuprifères sont des "stockwerks" (ensemble très dense de filons affectant un volume rocheux) complexes encaissés dans un pluton et/ou des cheminées volcaniques. Enfin, il est aussi possible d'évoquer le rôle des eaux météoriques à percolation descendante (altération supergène tardive). Pour

autant, cette altération de surface n'est caractérisée que par de faibles concentrations. Elle permet cependant le développement d'un "chapeau de fer" (ou "gossan") correspondant à la zone exposée en surface et oxydée d'un gisement métallique, pouvant être utile en termes de guide de prospection métallogénique. A l'aide de cet exemple, on met en évidence qu'une concentration minérale résulte presque toujours de plusieurs étapes successives. La nature et l'efficacité de chaque processus de concentration (avec ici le rôle fondamental (i) de la fracturation, et (ii) de la percolation des fluides) permettent d'aboutir à des gisements économiques.

Dans de nombreuses copies, plusieurs processus sont signalés. Tout d'abord un processus magmatique, avec l'existence de magmas distincts, dus à des variations du taux de fusion, de cristallisation fractionnée plus ou moins prononcée, et/ou de processus de contamination par la croûte continentale, lors de la montée du magma et de sa mise en place, ce qui peut conduire à des différences de teneurs en cuivre. Des processus d'altération s.l. sont aussi envisagés, qui peuvent modifier de façon contrastée, selon la position dans la pile de roches encaissantes altérées, la teneur en cuivre. On ne distingue pas l'altération hydrothermale de l'altération météorique. Toutefois de rares copies mentionnent la position de la granodiorite B dans des zones spécifiques d'altération, potassique et/ou séricitique, pour rendre compte de l'enrichissement en cuivre de la granodiorite B. Il est souvent dit que le cuivre n'est pas mantellique car les analyses données ne reportent pas de cuivre dans le manteau. C'est pourquoi, dans beaucoup de copies, on indique que le cuivre ne dérive pas d'un processus magmatique mais d'un processus de contamination crustale lors de l'emplacement de la granodiorite ou lors de son altération, sans que celle-ci soit bien spécifiée. Le terme "hydrothermal" (ou la notion d'hydrothermalisme) a été exceptionnellement employé lorsque certains ont reconnu une zonation des altérations et l'ont attribué à une circulation de fluides en liaison avec le magmatisme et la présence de fluides dans la croûte supérieure. Enfin, selon les hypothèses retenues, le cuivre est considéré comme compatible ou incompatible. Presque personne n'a parlé du rôle primordial des fluides. Beaucoup de candidats soupçonnent un rôle probable de l'altération, sans préciser laquelle. La plupart du temps, ladite altération se contente d'enlever (on devrait écrire "lessiver") des tas d'éléments dans le but de ne laisser, en fin de compte, que le cuivre. Dans certaines copies, on peut lire : "on suppose (i) que le cuivre remonte facilement à la surface, (ii) qu'il est arrêté et, (iii) qu'il s'accumule au niveau d'une couche imperméable, ici de l'argile (il s'agit en fait de la zone d'altération argilitique) comme pour le pétrole". Bref, cette question a dérouté nombre de candidats. La métallogénie reste encore très mystérieuse.

5.2. La teneur moyenne en cuivre d'un porphyre cuprifère oscille entre 0,2 et 1%. Le tonnage moyen d'un gisement de type porphyre cuprifère est d'environ 1 milliard de tonnes. Sachant que la teneur minimale économiquement exploitable d'un porphyre cuprifère est de 0,5% de cuivre, on demande de calculer la masse de cuivre par gisement.

Un calcul minimaliste :  $0,5/100 \times 10^9 = 5 \cdot 10^6$  tonnes Cu.

Un gisement contient donc en théorie au minimum 5 millions de tonnes de cuivre.

Cette question ne pose aucun problème. On relève toutefois de nombreuses erreurs de calcul. Certes, les calculatrices étaient interdites pour cette épreuve, mais on reste quand même surpris quand des élèves de classes préparatoires scientifiques, destinés à devenir de futurs ingénieurs de l'industrie pour la plupart d'entre eux, ne sont pas capables de faire un calcul de niveau élémentaire ! Beaucoup de candidats nous assènent un tonnage (qu'il soit vrai ou faux) sans aucune explication. Comment l'ont-ils obtenu restera un mystère ? Certains décrivent, de façon plus ou moins nébuleuse et convaincante, la méthode qu'ils ont employée. Et, encore une fois, les candidats se heurtent à des problèmes d'échelle ! Un exemple, parmi d'autres : "... on a donc  $m_{Cu} = 0,005 \times 1000 \text{ kg} = 5 \text{ kg}$ . Il y a donc environ 5 kg de cuivre par gisement exploitable". Etonnez-vous, après cela de la hausse du cours de cette matière première ! L'un des candidats trouve " $m_{Cu} = 0,5 \cdot 10^{-5}$  grammes". Lui-même semble étonné, puisqu'il poursuit : "résultat très faible et peu cohérent". Bref, le concepteur aurait peut-être été bien inspiré d'autoriser la calculatrice ! Obtenir un résultat numérique, c'est bien, mais être capable d'analyser, de critiquer ce résultat et de corriger, c'est mieux, surtout pour de futurs ingénieurs.

5.3. La figure 10 représente la distribution dans l'espace et dans le temps des porphyres cuprifères économiques de cette section de la cordillère chilienne. Compte-tenu du contexte géodynamique, ces gisements géants se développent sur l'ensemble de l'orogène andin. On demande (i) d'estimer l'espacement moyen entre deux porphyres cuprifères, et (ii) de calculer le volume total de Cuivre concentré dans ce type de gisement tout au long de la cordillère de l'Amérique du Sud. On a en moyenne

un gisement tous les 200 km. La Cordillère fait 7000 km de long. On peut donc estimer à 35, le nombre de gisements le long de la Cordillère.

Ainsi,  $35 \times 5.10^6 = 175.10^6$ , soit 175 millions de tonnes de cuivre.

Pour information, le Chili est le plus grand pays producteur de cuivre au monde (36% de la production mondiale), avec les fameux gisements porphyriques géants (La Escondida, Chuquibambilla, ...).

Pour cette question, les correcteurs ont été très indulgents, compte tenu du fait que les élèves n'avaient que les éléments pour répondre à la question en termes de masse totale et non de volume total de cuivre sur l'ensemble de la cordillère. L'espacement moyen entre les gisements s'est avéré aussi problématique. Beaucoup de candidats ont pensé qu'il n'y avait que six gisements, ceux représentés sur la carte. Ils ont donc donné une valeur moyenne d'espacement en exprimant que cette valeur n'est pas représentative de la réalité, étant donné que certains gisements sont proches et d'autres très éloignés.

## CONCLUSION

Le sujet de géologie session 2015 ne présente pas de difficultés particulières, notamment en ce qui concerne les quatre premiers points. En effet, nombre de notions, exemples, illustrations, sont (i) abordés dès le collège (l'activité interne du globe terrestre), (ii) rappelés et complétés au lycée (la tectonique des plaques : histoire d'un modèle, le domaine continental et sa dynamique), (iii) et enfin revus et approfondis en classes préparatoires (structure et dynamique du globe, processus fondamentaux du magmatisme et évolution des liquides magmatiques, distribution spatiale du métamorphisme en fonction du contexte géodynamique). Par contre, la vraie nouveauté est l'ouverture sur des problèmes de géologie appliquée aux ressources naturelles, comme proposé dans le dernier point (étude d'un porphyre cuprifère). On insistera sur le fait que traiter un problème de métallogénie revient à traiter un problème de géologie, et notamment avec des outils géologiques classiques (fracturation, pétrographie, géochimie, cartographie, ...). Par définition, un gisement n'est qu'une concentration singulière d'un élément ou d'une substance à forte valeur ajoutée sur le plan économique. Excepté le ou les phénomènes détaillés de concentration de l'élément chimique, un gisement se met en place dans un contexte géologique donné. A ce titre, toutes les connaissances géologiques apprises par ailleurs peuvent et doivent être mobilisées pour résoudre le problème de l'origine de la concentration. Il n'y a donc pas lieu d'être un spécialiste de la spéciation de tel ou tel élément pour répondre à ce genre de problème. Dans la question sur les porphyres cuprifères, on fait appel à des connaissances (i) sur le contexte géodynamique, (ii) sur le magmatisme associé, et (iii) sur des processus d'altération permettant la concentration du cuivre. Ainsi, dans l'ensemble, le sujet a paru plus facile que ceux des années précédentes. Et les notes sont donc meilleures que d'habitude.

Sur le plan de la forme, nous tirons cette année un signal d'alarme. C'est en effet la première fois que nombre de copies rendues sont de véritables torchons (et le mot est faible) ! Ceci démontre un irrespect total à l'encontre du lecteur : aucun soin pour l'écriture, ni pour la qualité des dessins, schémas ou graphiques. On rappelle une fois de plus que schéma ne veut pas dire caricature. De plus, tout dessin sans échelle, sans orientation, sans légende appropriée, sans titre ne vaut strictement rien. Il ne s'agit pas d'un problème de connaissances, mais d'un défaut de mise en forme. Encore une fois, on rappelle que la géologie est avant tout une science qui s'appuie sur l'observation à toutes les échelles d'objets naturels complexes. On est donc obligé de transcrire cette information complexe en simplifiant, mais simplification ne veut pas dire déformation de la réalité. Enfin, à ce stade, on ne parle même plus de l'orthographe, de la syntaxe de la langue française que nombre de candidats ne semblent pas connaître ! Enfin, le concepteur aurait pu, sinon dû, permettre l'usage de la calculatrice. Il y avait quelques multiplications et divisions (que pouvait effectuer un bon élève de CM2) et des puissances de 10 à manipuler ! En conclusion, comme d'habitude beaucoup de connaissances, souvent mal assimilées, mal exploitées et dans une langue approximative, ce qui ne simplifie pas le travail des correcteurs.

Pour finir sur une note positive, on se doit de mentionner d'excellentes copies qui montrent que certains élèves sont capables d'utiliser, à bon escient, les connaissances et compétences (tant sur le fond que sur la forme) qu'ils ont reçues et assimilées pour analyser, ordonner et interpréter correctement les éléments géologiques explorés dans ce sujet.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	2	0,13	2	0,13
1 à 1,99	4	0,27	6	0,40
2 à 2,99	15	1,00	21	1,40
3 à 3,99	12	0,80	33	2,20
4 à 4,99	26	1,73	59	3,93
5 à 5,99	58	3,87	117	7,80
6 à 6,99	71	4,73	188	12,53
7 à 7,99	110	7,33	298	19,87
8 à 8,99	143	9,53	441	29,40
9 à 9,99	150	10,00	591	39,40
10 à 10,99	188	12,53	779	51,93
11 à 11,99	149	9,93	928	61,87
12 à 12,99	173	11,53	1101	73,40
13 à 13,99	145	9,67	1246	83,07
14 à 14,99	120	8,00	1366	91,07
15 à 15,99	72	4,80	1438	95,87
16 à 16,99	29	1,93	1467	97,80
17 à 17,99	27	1,80	1494	99,60
18 à 18,99	3	0,20	1497	99,80
19 à 19,99	2	0,13	1499	99,93
20	1	0,07	1500	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1500

Minimum : 0,45

Maximum : 20

Moyenne : 10,78

Ecart type : 3,25

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99	1	0,07	1	0,07
1 à 1,99	2	0,13	3	0,20
2 à 2,99	2	0,13	5	0,33
3 à 3,99	3	0,20	8	0,53
4 à 4,99	14	0,93	22	1,46
5 à 5,99	63	4,19	85	5,66
6 à 6,99	117	7,79	202	13,45
7 à 7,99	233	15,51	435	28,96
8 à 8,99	255	16,98	690	45,94
9 à 9,99	125	8,32	815	54,26
10 à 10,99	121	8,06	936	62,32
11 à 11,99	137	9,12	1073	71,44
12 à 12,99	140	9,32	1213	80,76
13 à 13,99	124	8,26	1337	89,01
14 à 14,99	71	4,73	1408	93,74
15 à 15,99	48	3,20	1456	96,94
16 à 16,99	27	1,80	1483	98,74
17 à 17,99	11	0,73	1494	99,47
18 à 18,99	7	0,47	1501	99,93
19 à 19,99		0,00	1501	99,93
20	1	0,07	1502	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 1502

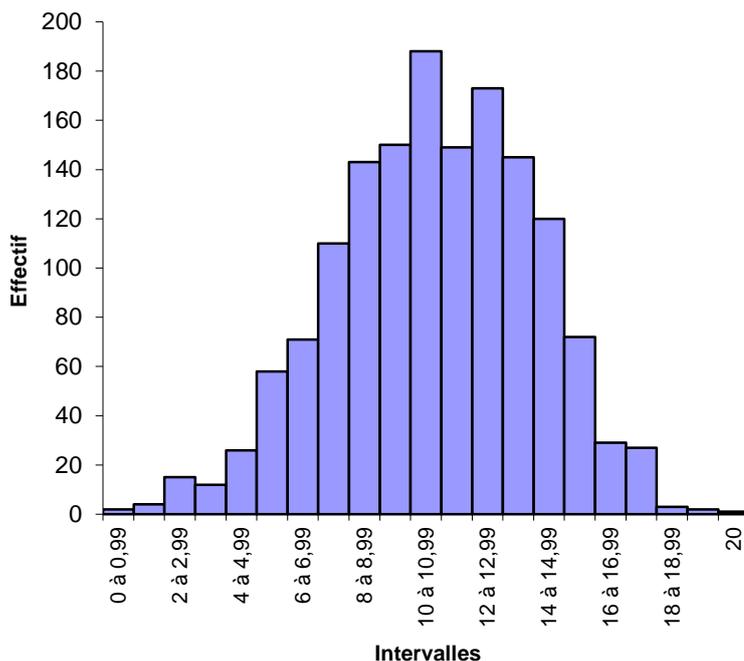
Minimum : 0,47

Maximum : 20

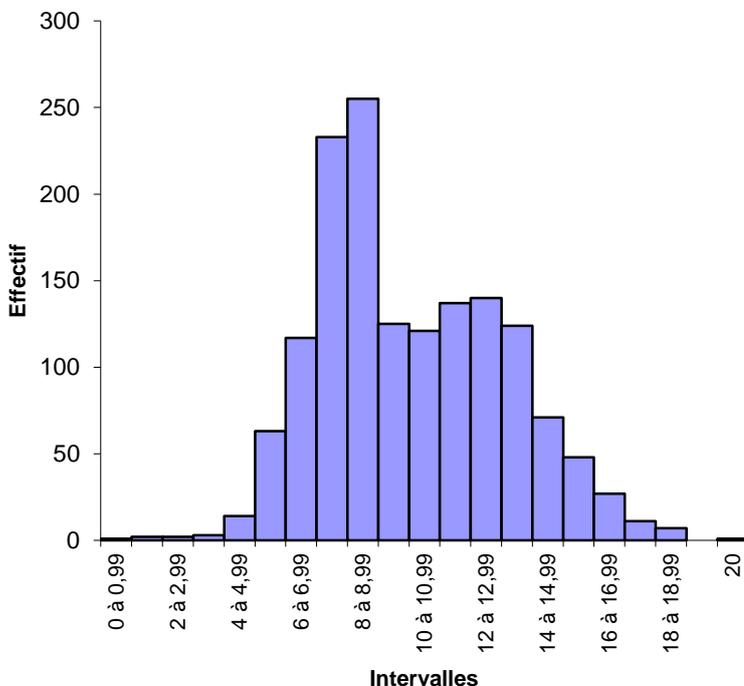
Moyenne : 10,03

Ecart type : 2,95

### GEOLOGIE ECRIT



### COMPOSITION FRANCAISE



## EPREUVE DE COMPOSITION FRANCAISE

Guy de Maupassant publie en 1883 dans le journal « Le Gaulois » une virulente critique de la guerre. Il écrit notamment :

« Un artiste habile en cette partie, un massacreur de génie, M. de Moltke\*, a répondu, voici deux ans, aux délégués de la paix, les étranges paroles que voici : « La guerre est sainte, d'institution divine ; c'est une des lois sacrées du monde ; elle entretient chez les hommes tous les grands, les nobles sentiments, l'honneur, le désintéressement, la vertu, le courage et les empêche en un mot de tomber dans le plus hideux matérialisme ! »

En quoi les trois œuvres d'Eschyle, de Clausewitz et de Barbusse font-elles écho aux propos de Maupassant ?

\* Le feldmaréchal Helmuth von Moltke (1800-1891) conduisit les opérations des armées prussiennes durant la guerre de 1870.

### Analyse du sujet :

Le sujet se présente sous la forme d'une triple énonciation :

1 - La contextualisation de l'article de Maupassant :

« *Guy de Maupassant publie en 1883 dans le journal « Le Gaulois » une virulente critique de la guerre. Il écrit notamment : »*

2 - L'éloge paradoxal de Maupassant rapportant les propos tenus par le feldmaréchal Moltke dans le contexte précis du congrès de la paix et qui consiste en une ironie de mention (citer en faisant semblant d'approuver.)

« *Un artiste habile en cette partie, un massacreur de génie, M. de Moltke\*, a répondu, voici deux ans, aux délégués de la paix, les étranges paroles que voici : »*

3 - L'éloge de la guerre fait par Moltke au congrès de la Paix :

« : « *La guerre est sainte, d'institution divine ; c'est une des lois sacrées du monde ; elle entretient chez les hommes tous les grands, les nobles sentiments, l'honneur, le désintéressement, la vertu, le courage et les empêche en un mot de tomber dans le plus hideux matérialisme ! ».*

En prenant le contre-pied de la morale en usage et des habitudes de pensée, en faisant semblant de trouver bon ce qui est de toute évidence absurde ou monstrueux, voire « étrange(s) », Maupassant choque le confort intellectuel du lecteur du journal « Le Gaulois » et l'oblige à reconsidérer les propos de Moltke, à exercer son esprit critique, dans l'espoir de créer chez le lecteur de bonne foi le choc qui l'amènera à s'interroger sur les normes morales et idéologiques ainsi que sur les conventions sociales dont procède l'éloge de la guerre fait par Moltke.

La contextualisation de l'article de Maupassant publié en 1883 et qui met en cause dans un journal bien français, un éminent général prussien artisan de la victoire de 1870, contribue à lever toute l'ambiguïté de l'éloge paradoxal.

L'éloge paradoxal est constitué de deux énoncés : Maupassant journaliste et homme de lettres pacifiste cite et dénonce sur le mode satirique le point de vue belliciste et spiritualiste du militaire prussien Moltke. Si le ton de Maupassant est tout à fait caustique, celui de Moltke est tout à fait sérieux. Le point de vue de Moltke est enchâssé dans celui de Maupassant et il s'agit de bien distinguer la nature emboîtée des deux propos. Maupassant fustige avec ironie premièrement une idéologie belliciste qui voue un culte sacré à la guerre et deuxièmement une vision spiritualiste (idéaliste) de l'homme et de la société. Si Moltke met son talent d'artiste au service d'une œuvre, il s'agit d'une œuvre de mort. L'ironie qui est le ressort du propos de Maupassant est donc

potentiellement subversive et polémique : Il invite le lecteur à démystifier à sa suite le culte de la guerre et les discours méprisants avec lesquels ses plus ardents défenseurs en font l'éloge.

On peut alors souligner l'enjeu important de la première phrase qui permet d'envisager le rôle que tient l'écrivain, l'artiste vrai, dans la démystification des idéologies bellicistes : il s'érige en arbitre et en juge entre les partisans de la guerre et les défenseurs de la paix.

### **Remarques des correcteurs :**

« - dans le développement la double discussion qu'implique le sujet, avec Moltke et Maupassant, est trop souvent oubliée et trop de compositions s'apparentent à un exposé sur les « avantages » et « inconvénients » de la guerre, plutôt qu'à la dissertation (discussion et démonstration) attendue ... »

- trop de problématiques sont très maladroitement binaires ou contradictoires ou se transforment en un catalogue de questions dans lesquelles on se perd d'emblée. »

« La plupart des candidats connaissent les fondamentaux de la dissertation, et rédigent de façon acceptable, mais la plupart construisent une problématique trop peu fine, et trop peu spécifique au sujet. On ne discute pas assez avec les termes du sujet, et on écrit de longs développements de cours sans prise directe avec le sujet. L'ironie est comprise une fois sur deux, mais quand elle est comprise, elle est aussitôt congédiée; on n'en fait rien. »

« Bien des copies ignorent ou ne comprennent pas le point de vue féroce et ironique de Maupassant et se contentent de réfléchir au propos de Moltke sans tenir compte de la visée de sa citation en 1883 ... Ce me semble un grave défaut de compréhension du sujet. »

« L'expression est dans l'ensemble correcte, à l'exception de quelques copies truffées de fautes d'orthographe. »

### **Recommandations :**

Nous soulignons l'importance de l'introduction, comme moment de compréhension et d'analyse des spécificités du sujet, ainsi que la nécessité d'analyser les termes du sujet tout au long de la dissertation et ainsi que la nécessité de reprendre les termes dans un souci de discussion au sein du développement.

L'introduction est trop souvent composée du sujet cité en entier et d'une question qui surgit juste après. Il faut problématiser le sujet et cette étape consiste à analyser le sujet, à en explorer la complexité, avant d'être en mesure de proposer une problématique. L'analyse précise des mots clefs permet d'éviter bien des confusions et les fausses pistes. Ainsi « sacré » ne signifie pas « religieux », « sainte » ne signifie pas « juste », le matérialisme n'est pas le réalisme etc. La problématique ne peut se réduire à une liste de questions, trois questions reprenant chaque phrase du sujet, une question simplifiant le sujet à l'extrême (la guerre est-elle bénéfique, avantages et inconvénients de la guerre).

-les citations doivent certes illustrer l'argumentation, mais ne sauraient la remplacer; ni consister en un catalogue sans rapport avec les arguments, ni avec le sujet.

Enfin un paragraphe argumentatif, c'est un argument suivi d'un exemple par oeuvre, non pour les superposer, mais pour être capable de nuancer ce que l'on avance. Il s'agit bien de confronter les œuvres entre elles.

Une mise en page rigoureuse, faisant apparaître clairement les transitions, contribue fortement à la lisibilité de la copie. La maîtrise de l'orthographe est un atout majeur qui contribue à l'appréciation favorable d'une copie.

# ÉPREUVE ORALE DE MATHÉMATIQUES

## 1 Déroulement de l'épreuve

L'épreuve orale dure 40 minutes : 20 minutes de préparation, suivies de 20 minutes d'exposé devant l'examineur. 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.

Dans l'immense majorité des cas, le dialogue est constructif et le candidat peut ainsi montrer le niveau mathématique atteint et les compétences acquises.

## 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).
- 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.
- Avant de se lancer dans certaines démarches, il faut vérifier que le contexte est correct. Par exemple avant de dériver une fonction on attend que le candidat vérifie qu'elle est dérivable. 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.
- Il ne faut pas que la phase de réflexion préalable devienne l'occasion de tourner autour du pot et il faut veiller à ne pas oublier de traiter les cas particuliers.

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

- Les candidats omettent 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  $X(\Omega)$ . Cela permet pourtant par exemple d'éviter des confusions très nombreuses entre variables discrètes et variables à densité.
- 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.

### 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.

- En probabilité, 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.
- 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 ou plusieurs résultats du cours.
- 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.
- 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).
- Certains candidats (heureusement peu nombreux) essayent parfois de passer par dessus les difficultés. L'examineur est toujours scrupuleusement attaché à l'honnêteté intellectuelle; dans cette situation, les candidats doivent s'attendre à ce que l'examineur leur demande des précisions.

## 2.5 Calculer, maîtriser le formalisme mathématique.

- Le jury, conformément au programme, n'attend aucune virtuosité calculatoire de la part des candidats. Mais l'absence de maîtrise des règles de calcul concernant les fonctions logarithme ou exponentielle et la mauvaise gestion de la composition de puissances est très pénalisante.
- 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 inégalités posent toujours beaucoup de problèmes.
- Les symboles "implique" et "équivalent" sont employés comme des signes de ponctuation.
- Beaucoup de candidats ne présentent pas correctement les objets utilisés.

## 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'examineur 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.
- Le dialogue entre système linéaire, matrice et endomorphisme reste parfois très flou.
- L'aspect algébrique de  $\mathbb{R}[X]$  est assez mal maîtrisé.

## 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.
- Par exemple, pour donner la loi d'une variable discrète, 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 deux variables aléatoires à densité et indépendantes.
- Plusieurs candidats affirment sans plus de précision que les matrices symétriques sont diagonalisables.
- Beaucoup de candidats ne savent pas non plus définir  $A$  diagonalisable.
- 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).
- 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.

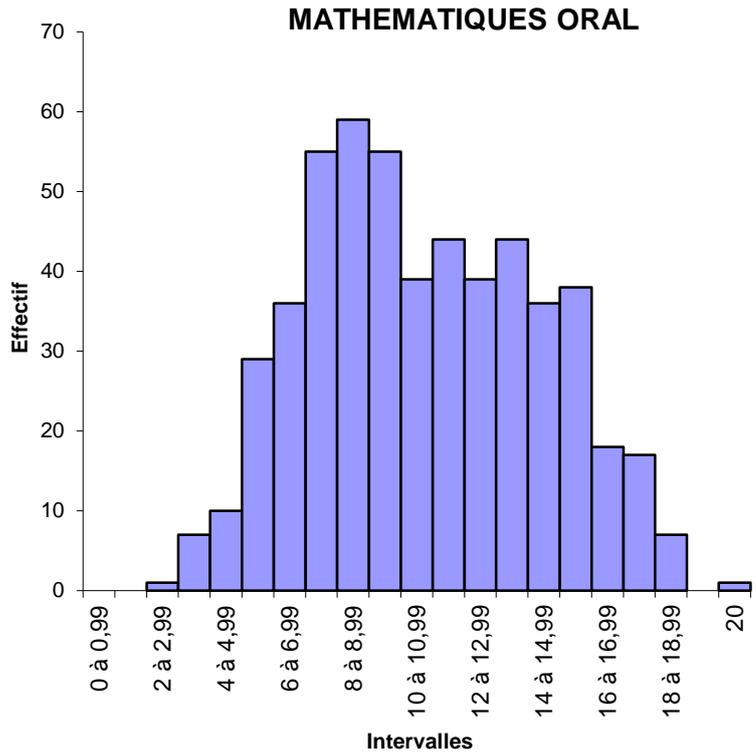
## 2.9 Critiquer ou valider un modèle ou un résultat

- 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 une formule exprimant le terme général d'une suite en calculant les premiers termes.
- Plus regrettable, beaucoup de candidats, notamment en probabilités, ne sont pas surpris de faire apparaître dans leurs réponses des paramètres qui n'interviennent pas dans l'énoncé du problème proposé.

## 3 Conclusion

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

Intervalles		Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99		0,00	0	0,00
2 à 2,99	1	0,19	1	0,19
3 à 3,99	7	1,31	8	1,50
4 à 4,99	10	1,87	18	3,36
5 à 5,99	29	5,42	47	8,79
6 à 6,99	36	6,73	83	15,51
7 à 7,99	55	10,28	138	25,79
8 à 8,99	59	11,03	197	36,82
9 à 9,99	55	10,28	252	47,10
10 à 10,99	39	7,29	291	54,39
11 à 11,99	44	8,22	335	62,62
12 à 12,99	39	7,29	374	69,91
13 à 13,99	44	8,22	418	78,13
14 à 14,99	36	6,73	454	84,86
15 à 15,99	38	7,10	492	91,96
16 à 16,99	18	3,36	510	95,33
17 à 17,99	17	3,18	527	98,50
18 à 18,99	7	1,31	534	99,81
19 à 19,99		0,00	534	99,81
20	1	0,19	535	100,00



Nombre de candidats dans la matière : 535

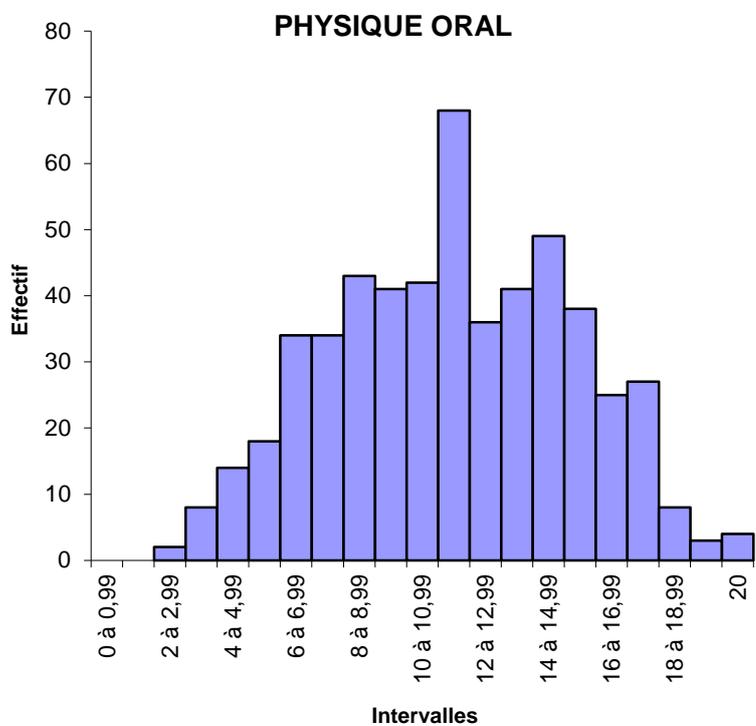
Minimum : 2,32

Maximum : 20

Moyenne : 10,72

Ecart type : 3,57

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	0,37	2	0,37
3 à 3,99	8	1,50	10	1,87
4 à 4,99	14	2,62	24	4,49
5 à 5,99	18	3,36	42	7,85
6 à 6,99	34	6,36	76	14,21
7 à 7,99	34	6,36	110	20,56
8 à 8,99	43	8,04	153	28,60
9 à 9,99	41	7,66	194	36,26
10 à 10,99	42	7,85	236	44,11
11 à 11,99	68	12,71	304	56,82
12 à 12,99	36	6,73	340	63,55
13 à 13,99	41	7,66	381	71,21
14 à 14,99	49	9,16	430	80,37
15 à 15,99	38	7,10	468	87,48
16 à 16,99	25	4,67	493	92,15
17 à 17,99	27	5,05	520	97,20
18 à 18,99	8	1,50	528	98,69
19 à 19,99	3	0,56	531	99,25
20	4	0,75	535	100,00



Nombre de candidats dans la matière : 535

Minimum : 2,37

Maximum : 20

Moyenne : 11,47

Ecart type : 3,80

## EPREUVE ORALE DE PHYSIQUE

L'épreuve se compose d'une question de cours et d'un exercice : ils interviennent respectivement pour un tiers et deux tiers de la note finale.

Les candidats font majoritairement une présentation correcte de leurs connaissances au tableau. Quelques-uns font malheureusement exception en empêchant l'examineur de voir ce qu'ils écrivent !

Voici quelques observations faites pendant cette session d'oral 2015 et le relevé de quelques erreurs :

### Vérification de l'homogénéité des expressions et questions annexes :

Le réflexe de faire systématiquement cette vérification n'est pas acquis par tous. Faut-il rappeler qu'elle ne demande bien souvent pas beaucoup de calculs ? Ainsi, quelle que soit la dimension de  $x$ , du moment qu'il en a une,  $x + 1/x$  n'est pas homogène. Il est bien sûr nécessaire pour faire rapidement cette vérification de connaître par cœur quelques résultats intermédiaires : par exemple que  $RC$  est homogène à un temps ( $\tau = RC$  est une constante de temps) pour ne pas chercher à le retrouver à partir des dimensions de  $R$  et  $C$  ; on peut aussi bien noter que  $R$  et  $1/C\omega$  sont des quantités homogènes, donc que  $RC$  et  $1/\omega$  le sont aussi ; enfin que  $\omega$  étant une pulsation,  $1/\omega$  est homogène à un temps.

On peut rapprocher aussi de la contrainte d'homogénéité les contraintes qui concernent scalaires et vecteurs, ou qui concernent grandeurs infinitésimales et grandeurs « finies » (non infinitésimales). On ne devrait pas voir écrit par exemple, ce qui enfreint les deux contraintes précédentes :  $-dE_p = W = -mgd\mathbf{OM}$  ( $\mathbf{OM}$  en caractères gras désigne le vecteur), mais plutôt  $-dE_p = \delta W = -mg \cdot d\mathbf{OM}$ .

Enfin, on ne peut pas écrire non plus d'égalité entre deux vecteurs *non colinéaires*. En particulier si l'on a dans un plan  $\mathbf{OM} = OM(\mathbf{u}_x \cos(\theta) + \mathbf{u}_y \sin(\theta))$  (avec les notations habituelles), on n'a pas  $\mathbf{OM} = OM(\mathbf{u}_x \cos(\theta))$ .

### Calculs divers :

- Les expressions de la circonférence et de la surface du disque ne sont pas toujours connues, et ne sont pas interchangeables, au moins pour raison d'homogénéité.
- La résolution des équations différentielles linéaires à coefficients constants du premier ordre est bien maîtrisée, pas celle des équations du deuxième ordre.
- Il est inutile de détailler la résolution de l'équation  $d^2x/dt^2 + \omega^2x = 0$  : ses solutions peuvent être données sans démonstration.
- Pour résoudre  $r^2 + \omega^2 = 0$ , écrire le discriminant conduit dans le pire des cas à des erreurs, ce qui est d'autant plus regrettable que les solutions de  $r^2 = j^2\omega^2$  ( $j^2 = -1$ ) sont assez simples à déterminer.
- Le carré du module de  $a + jb$  ( $a, b$  réels) est  $(a + jb)(a - jb) = a^2 - j^2b^2 = a^2 + b^2$ , et non  $a^2 - b^2$ .
- Même si le candidat dispose d'une calculatrice en cas de nécessité, il doit continuer à s'entraîner à simplifier « de tête » des expressions telles que  $10^{15}/10^6$  ou  $64/4$ .
- Les conversions d'unité, notamment de surface et de volume représentent une difficulté pour de nombreux candidats.
- Même si son haut-le-cœur est peut-être moins violent que celui de l'examineur de maths, l'examineur de physique souffre aussi à la vue de toute division par un vecteur.

### Mécanique

- La notion de bras de levier dans le calcul du moment d'une force n'est pas acquise.

- Le choix de l'axe dans le calcul de la résistance des moments dans le cas de la recherche de l'équilibre d'un solide est souvent aléatoire.
- La notion de force conservative est rarement définie rigoureusement. Une définition souvent énoncée a été : « une force conservative ne dépend pas du chemin suivi »
- L'application du principe fondamental de la dynamique pose des difficultés pour le mouvement circulaire, notamment pour l'écriture de l'accélération en coordonnées cylindriques, que le programme n'impose d'ailleurs pas de connaître pour un mouvement non circulaire.
- L'analogie électromécanique des oscillateurs n'est pas bien assimilée.
- Pour l'application du théorème de l'énergie cinétique : dans le cas de forces conservatives, l'énergie constante est parfois l'énergie cinétique, parfois l'énergie potentielle, au lieu de l'énergie mécanique, y compris pour le mouvement sur un plan incliné d'un point matériel soumis seulement à son poids et à la force de contact sans frottements, sur le plan.  
Ce que devient la variation d'énergie mécanique dans le cas de mouvement avec forces dissipatives n'est pas connu.

### Statique et mécanique des fluides

- En statique des fluides, il ne faut surtout pas oublier que la grande question concernant le fluide considéré est : être ou ne pas être compressible, avec comme corollaire une masse volumique constante (pour les liquides, en première approximation habituelle) ou variable (pour les gaz).
- Il faut noter, et ne pas hésiter à indiquer, que la poussée d'Archimède est la résultante des forces de pression.
- Les écoulements dans les milieux poreux (notamment la loi de Darcy) ne sont pas connus.

### Electricité

- Les équivalences entre sources non idéales dans les modèles de Thévenin et de Norton sont très mal traitées.
- Les erreurs sont fréquentes pour écrire les énergies emmagasinées dans condensateur et bobine ; les relations entre grandeurs électriques dans ces deux dipôles sont fantaisistes (ex :  $q = CdU/dt$ ).
- Le courant dans un circuit n'est pas toujours continu.
- Une tension électrique n'est pas un vecteur.
- L'étude des circuits en régime sinusoïdal permanent est mieux traitée que par le passé, mais écrire que l'argument de l'impédance est le déphasage entre courant et tension reste une pierre d'achoppement.

### Thermodynamique

- Les échanges d'énergie thermique et de travail *font varier* l'énergie interne d'un système, donc n'ont pas une somme égale à cette énergie interne : ainsi il faut écrire  $W + Q = \Delta U$  et non pas  $W + Q = U$ . De même, l'entropie échangée et l'entropie créée *font varier* l'entropie totale du système, donc n'ont pas une somme égale à cette entropie : ainsi il faut écrire  $S_e + S_c = \Delta S$  et non pas  $S_e + S_c = S$ .
- Les calculs d'entropie n'aboutissent jamais : les calculs des trois termes d'entropie sont interchangeables pour nombre de candidats.
- Il faut bien connaître les conditions de validité des formules :  $W = - P \Delta V$  ne s'applique qu'au cours d'une transformation isobare.  $\Delta H = Cp\Delta T$  ne donne pas  $\Delta H = 0$  pour un changement d'état isotherme, car elle ne s'applique justement pas au cas d'un changement d'état.
- En complétant les remarques précédentes, on peut dire que la moindre transformation du corps pur (transferts de chaleur, calculs d'énergie et d'entropie) pose problème.

- Les candidats ne savent pas facilement énoncer que si deux gaz en équilibre sont séparés par un piston sans frottement immobile, ils ont la même pression, ni que s'ils sont en équilibre de part et d'autre d'un piston diathermane, ils ont la même température
- Donner les formules des efficacités des machines thermiques aboutit souvent à des erreurs, les retrouver pose encore plus de problème.  
Lors des applications numériques, il faut veiller particulièrement dans ce cas à mettre la température en kelvins. Le programme demande de pouvoir citer des ordres de grandeur des rendements de machines thermiques réelles habituelles. Quoiqu'il en soit, il faut s'étonner par exemple de trouver une efficacité de pompe à chaleur inférieure à un : si une pompe à chaleur, qui coûte par ailleurs beaucoup plus cher qu'un simple convecteur, a une efficacité moindre, le débat sur ses avantages devrait être tranché depuis longtemps, et les réductions d'impôt éventuelles pour son installation seraient bien peu justifiées...
- Le diagramme (P,T) d'équilibre des phases du corps pur est souvent erroné, et les candidats ne savent pas retrouver l'emplacement des phases.
- Les isothermes d'Andrews sont souvent correctement tracées, mais les courbes d'ébullition et de rosée sont mal repérées et mal définies. Le théorème des moments, même correctement énoncé, est très mal justifié. Quelques candidats pensent que sur l'isotherme, P augmente quand V augmente.
- Le premier principe en système ouvert ne doit pas être confondu avec le théorème de Bernoulli.
- Les lois de Fick et de Fourier ne sont pas toujours écrites correctement ; les vecteurs manquent. Les unités sont difficiles à préciser.

### Optique géométrique

- Les tracés des rayons avec une lentille convergente et un objet réel sont plus assurés que les années précédentes. C'est moins vrai dans les autres cas : un objet virtuel devient une sorte d'objet réel pour des rayons qui iraient de droite à gauche.

### Production et analyse de signaux

- Effet Doppler : la démonstration donnée est souvent longue et laborieuse.

**En conclusion**, le jury relève par ailleurs un meilleur traitement des questions de cours et une résolution plus assurée des exercices que lors de la session précédente du concours, ce qui se traduit par une augmentation de la moyenne.

Il félicite les candidats et les enseignants qui les ont aidés à préparer le concours, d'autant plus vivement que la session 2015 était la première à prendre en compte les nouveaux programmes.

# EPREUVE ORALE DE CHIMIE

## 1. Le déroulement de l'épreuve

Le sujet est constitué de deux parties : une question de cours ou un exercice proche du cours et un exercice plus complet 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. A leur disposition une calculatrice Collège Casio fx-92.

L'ordre d'exposition des deux parties est libre.

Le barème est de 8 points pour la question de cours et de 12 points pour l'exercice.

Les sujets s'appuient sur le programme des deux années de classe préparatoire.

## 2. Les commentaires généraux

*Pour cette année de transition entre « nouveaux candidats » et « anciens candidats », le jury a été soucieux de ne pas poser de questions trop pointues sur les parties « nouvelles » des programmes.*

Globalement les prestations des candidats sont de meilleure qualité tant par la présentation que par le contenu.

### 2.1. La question de cours

**Le jury attend un plan et un exposé structuré pour cette partie de l'épreuve.**

Les questions de cours de chimie organique relatives à un mécanisme de réaction doivent commencer par l'écriture d'une équation-bilan et des conditions opératoires claires (chaud, froid, milieu anhydre ou non, catalyse...)

Les questions de cours plus générales comme : « solubilité d'un composé ionique et différents facteurs influençant » s'appuient sur des données remises aux candidats, comme des produits de solubilité, constantes d'acidité, constantes de formation globale de complexes...

De même pour les questions de cours sur les dosages, le jury remet au candidat des données sous forme de courbes, de diagrammes de distribution, de conductivités ioniques molaires, de potentiels standard...

Dans tous les cas, la question de cours ne s'improvise pas. C'est le travail des interrogations orales (colles) pendant les deux années de classes préparatoires qui permet de préparer cette partie de l'épreuve.

Dans l'ensemble, les candidats ont fait un réel effort de présentation de la question de cours. Mais, un nouveau type de candidats est apparu : le candidat qui fait un plan prometteur sur le tableau alors qu'il n'a rien compris à ce qu'il écrit.

L'apprentissage par cœur sans compréhension ne peut conduire qu'à une impasse.

### 2.2. L'exercice

**Les exercices sont moins calculatoires comme le demandent les nouveaux programmes.**

Aussi le jury attend des expressions littérales justes, des unités cohérentes avant toute application numérique. Un ordre de grandeur peut être suffisant.

Un oral n'est pas une colle. Le candidat doit prendre des initiatives pour conduire ses calculs et ne pas attendre l'aide de l'interrogateur.

### 3. Les commentaires particuliers

Les remarques de l'année précédente s'appliquent encore pour les lacunes les plus courantes issues souvent du programme de première année.

La structure de la classification périodique des éléments en blocs est peu connue.

Les formules de Lewis sont imprécises. Attention à bien entourer les charges, à bien écrire tous les doublets d'électrons. Une charge plus n'est pas synonyme de lacune électronique. Ainsi le groupe  $-\text{OH}_2^+$  ne possède pas de lacune mais un doublet non liant sur l'atome d'oxygène.

La théorie VSEPR et les interactions non covalentes, liaison hydrogène et forces de Van der Waals sont mal présentées.

Les notions de stéréoisomères de conformations ne sont pas sues. Les conformations chaises et les positions axiales et équatoriales sont toujours mal dessinées.

Les règles de Cahn, Ingold et Prelog sont encore énoncées de façon folklorique. On classe les substituants par électronégativité croissante ! Ainsi classer  $-\text{COOH}$  et  $-\text{CH}_2\text{SH}$  permet de classer les candidats.

La représentation de Fischer pour les sucres et les acides aminés est inconnue. Les candidats retiennent que l'avant dernier OH est à droite (pour un sucre D) mais ils oublient qu'en haut on met CHO et non  $\text{CH}_2\text{OH}$ . Encore un cas d'apprentissage parcellaire du cours !

La notion de stéréosélectivité semble comprise mais l'application concrète à une réaction comme la syn dihydroxylation sur un alcène de configuration donnée donne lieu à des représentations des stéréoisomères obtenus fausses.

Les mécanismes d'éliminations sur les halogénoalcanes sont peu connus : la condition d'antipériplanarité de  $\text{E}_2$  est rarement signalée.

Quelques candidats ne savent pas reconnaître un nucléophile, un électrophile mais peuvent écrire un mécanisme correctement ?!

En thermochimie, on retrouve des difficultés à intégrer la loi de Van't Hoff, à calculer une enthalpie de réaction à partir des enthalpies de formation ou des énergies de liaison.

**Le théorème des moments chimiques** n'est jamais énoncé correctement. Les diagrammes avec homoazéotropes ou à deux fuseaux sont synonymes de non miscibilité en phase liquide ou phase solide.

L'interprétation à l'aide des diagrammes isobares adéquats des techniques comme l'hydrodistillation, distillation fractionnée est souvent imprécise.

La chimie des solutions, notamment les calculs simples de pH, est mieux traitée. Mais l'exploitation des diagrammes de distribution des espèces le long d'un dosage plus complexe est difficile. D'ailleurs les candidats peinent à exprimer mathématiquement le % d'une espèce.

Pour les dosages, les candidats doivent savoir écrire de suite la relation à l'équivalence entre la quantité de réactif à doser et la quantité de titrant ajoutée en tenant compte des coefficients stœchiométriques.

Les bilans de matière lors d'un dosage avant et après l'équivalence, posent encore problème.

Les différents types de dosages : conductimétriques, spectrophotométriques et potentiométriques donnent lieu à des exposés médiocres : type de matériel, conduite de ces dosages, nature des électrodes et leur rôle.

La lecture et l'interprétation des diagrammes potentiels-pH restent très limitées, contrairement aux ambitions du programme.

Les schémas des montages de chimie organique sont en progression, même si on retrouve encore un thermomètre en haut du réfrigérant.

#### **4. Les conclusions**

On peut noter des progrès concernant les connaissances sur l'hémiacétalisation du glucose, la fonction amide et son lien avec la liaison peptidique.

La cinétique formelle et la méthode de dégénérescence de l'ordre sont assez bien traitées, mais l'exploitation d'un mécanisme réactionnel pour trouver une loi de vitesse est souvent maladroite. L'approximation des états quasi-stationnaires est appliquée parfois à mauvais escient.

Les exercices sur la solubilité sont mieux traités, notamment l'influence du pH sur la solubilité.

Les différentes techniques d'analyse, de purification comme la *chromatographie sur couches minces*, le *polarimètre de Laurent* sont souvent connues mais mal exposées. Ainsi la nature de la couche mince en CCM reste bien mystérieuse et dans le polarimètre de Laurent « la lumière » tourne !

Globalement, les examinateurs de chimie sont plutôt contents de ces nouveaux candidats plus dynamiques.

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	0,28	1	0,28
5 à 5,99		0,00	1	0,28
6 à 6,99	1	0,28	2	0,55
7 à 7,99	5	1,38	7	1,93
8 à 8,99	7	1,93	14	3,86
9 à 9,99	13	3,58	27	7,44
10 à 10,99	17	4,68	44	12,12
11 à 11,99	23	6,34	67	18,46
12 à 12,99	34	9,37	101	27,82
13 à 13,99	37	10,19	138	38,02
14 à 14,99	48	13,22	186	51,24
15 à 15,99	45	12,40	231	63,64
16 à 16,99	64	17,63	295	81,27
17 à 17,99	34	9,37	329	90,63
18 à 18,99	21	5,79	350	96,42
19 à 19,99	12	3,31	362	99,72
20	1	0,28	363	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 363

Minimum : 4,25

Maximum : 20

Moyenne : 14,54

Ecart type : 2,84

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		0,00	0	0,00
9 à 9,99	3	1,74	3	1,74
10 à 10,99	2	1,16	5	2,91
11 à 11,99	18	10,47	23	13,37
12 à 12,99	12	6,98	35	20,35
13 à 13,99	35	20,35	70	40,70
14 à 14,99	42	24,42	112	65,12
15 à 15,99	20	11,63	132	76,74
16 à 16,99	18	10,47	150	87,21
17 à 17,99	21	12,21	171	99,42
18 à 18,99	1	0,58	172	100,00
19 à 19,99		0,00	172	100,00
20		0,00	172	100,00

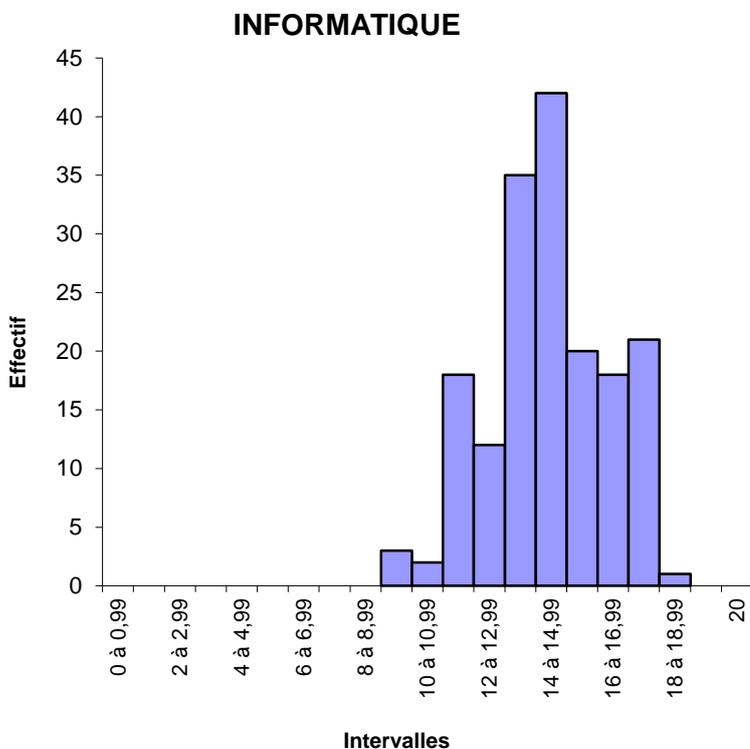
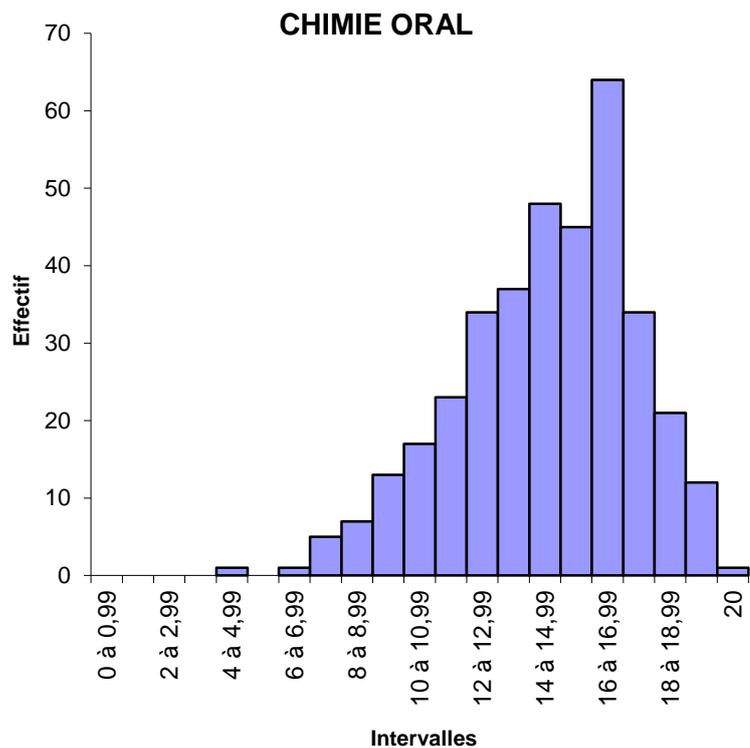
Nombre de candidats dans la matière : 172

Minimum : 9,19

Maximum : 18,91

Moyenne : 14,50

Ecart type : 2,04



# EPREUVE ORALE D'INFORMATIQUE

## 1. Remarques générales

Depuis cette session 2015, le concours G2E propose une épreuve orale d'informatique, au choix avec la chimie. L'épreuve orale d'informatique dure 50 minutes : 25 minutes de préparation suivies de 25 minutes d'exposé devant l'examinateur.

Pendant la 1<sup>ère</sup> partie de l'exposé (entre 10 et 15 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 pouvait au choix présenter un projet préparé tout au long de son année en classe préparatoire, ou travailler sur un exercice non préparé proposé par l'examinateur.

- ✓ L'objectif des exercices proposés est de vérifier la capacité du candidat à pouvoir transformer un problème élémentaire en un algorithme et à identifier les fonctions et types de structures nécessaires à sa programmation. L'algorithme est présenté dans un langage de programmation, Python dans la majorité des cas.

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'examinateur 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.

Et, plus généralement, d'autres qualités ont aussi été appréciées :

- vivacité et rapidité suite aux remarques de l'examinateur,
- aptitude à défendre les solutions proposées,
- capacité à relier le problème à des problèmes plus généraux.

- ✓ Dans la 2<sup>ème</sup> partie de l'exposé, le candidat présente un projet travaillé pendant l'année scolaire. Les candidats ont pu s'appuyer sur une présentation projetée sur leur ordinateur ou imprimée. Certains n'ont utilisé aucun support hormis le script du programme implémenté.

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.

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.

Il apparaît que l'ensemble des candidats ont choisi cette option en connaissance de cause, et à part quelques exceptions, ils ont les compétences permettant de résoudre les exercices, ce qui donne une moyenne de 14,5 à l'épreuve. Un certain nombre de 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 les sujets étaient intéressants, même si on retrouve souvent les mêmes (épidémie, évolution de population, manipulation d'ADN-ARN, jeu, etc.). Nous avons cependant pu constater 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. Il n'a donc pas toujours été évident de juger correctement du travail présenté par le candidat. Cela s'avère particulièrement vrai lorsque le projet s'appuie presque exclusivement sur une interface graphique, qui, même si cela nécessite un investissement certain pour comprendre les concepts manipulés, ne sollicite pas vraiment de compétences en algorithmique.

## 2. Quelques points d'amélioration attendus

- Il est indispensable que le candidat présente le sujet de l'exercice dans son ensemble avant de rentrer dans le détail sans aucune introduction.
- De la même façon, avant de rentrer dans le détail, 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.
- Un des très gros défauts rencontrés consiste à utiliser des noms de variables absolument peu explicites tels que A, B, C ou x, y, z. Ce défaut se retrouve également dans les scripts des projets exposés, ce qui ne favorise pas une compréhension aisée et rapide des codes présentés.
- Au niveau programmation, quelques améliorations peuvent être apportées :
  - dans l'utilisation des instructions conditionnelles, en exploitant mieux la combinaison des *if ... else* ou *elif*
  - en évitant l'appel répété d'une même fonction avec les mêmes arguments. Appeler la fonction une seule fois et stocker son résultat pour le réutiliser ultérieurement
  - privilégier l'utilisation de la méthode *append* plutôt que celle de l'opérateur + quand on veut ajouter un élément dans une liste. C'est beaucoup plus efficace.
  - on peut également faciliter l'écriture de certains programmes en utilisant l'instruction *break*
  - même si dans l'ensemble les candidats maîtrisent assez bien l'instruction *return*, celle-ci est parfois mal utilisée dans une structure conditionnelle au sein d'une itération, erreur classique :

```
def fct(...):
    """ doit retourner False quand la condition est vérifiée
        et True dans les autres cas """
    for ... :
        if condition:
            return False
        else:
            return True
```

- Lorsqu'on demande de calculer un minimum ou un maximum, un certain nombre de candidats optent systématiquement pour un tri ou la construction d'une liste intermédiaire avec utilisation de la fonction *min* ou *max* de Python. C'est la plupart du temps une méthode trop coûteuse, il faut savoir rechercher un minimum ou un maximum avec un simple parcours d'une liste, ce qui permet par exemple de faire la somme des éléments en même temps.
- Les candidats semblent peu à l'aise avec les chaînes de caractères et ont parfois été un peu perturbés par les exercices les mettant en œuvre. Dans ce cas, ils ont souvent manipulé les objets impliqués comme des listes. De façon anecdotique, les constantes caractères sont souvent utilisées sans les apostrophes : A à la place de 'A' par exemple.
- Peu de candidats connaissent l'opérateur modulo "%" qui rend pourtant de nombreux services, tester si un nombre est pair par exemple...
- Peu savent utiliser également le *slicing* (découpage) de Python permettant d'extraire des sous-chaînes ou des sous-listes très facilement et rapidement.
- Lors de la présentation du projet, les candidats se sont parfois perdus dans le détail, en particulier sur les instructions d'affichage graphique.

## EPREUVE ORALE DE GEOLOGIE

Les supports de l'épreuve orale de géologie restent identiques aux années précédentes : échantillons minéralogiques et pétrographiques, cartes géologiques à différentes échelles, photographies d'objets géologiques divers.

### • Cartographie

Une grande majorité de candidats maîtrise en général assez bien l'identification des différents éléments structuraux sur les cartes (types de plis et leur géométrie, failles et leur type). Par contre, si les candidats savent aussi, en grande majorité identifier des discordances, peu d'entre eux ne mentionnent ces discordances dans la présentation de leur carte. En d'autres termes, la notion de discordance est parfois longue à émerger, quand elle est connue ! Il faut insister sur l'importance des discordances (et des intervalles de temps correspondant), au même titre que les structures tectoniques, dans la compréhension de l'histoire géologique d'une région. La très grande majorité des candidats mélange contacts normaux et anormaux, les discordances étant régulièrement qualifiées de contact anormal. Rappelons ici que la discordance angulaire est par définition un contact normal (i.e. contact stratigraphique particulier d'une couche sédimentaire sur un ensemble de formations sédimentaires antérieures, plissées ou basculées puis partiellement érodées), et qu'un contact par faille (contact dit anormal) ne peut donc pas être qualifié de discordance angulaire. Sur une carte géologique, une discordance se repère par le contact de la base d'une couche qui interrompt les contours de formations géologiques plus anciennes qu'elle cache. Sur une carte ou une coupe géologique, elle n'est pas identifiée par un trait plus épais contrairement à un contact anormal avec lequel il ne faut pas la confondre. Les termes de synclinaux et anticlinaux sont quelquefois pris l'un pour l'autre, l'argumentation permettant d'aboutir à une interprétation de la carte souvent précaire. Rappelons que bien souvent un bout de coupe à main levée peut remplacer efficacement de longs discours alambiqués et rarement justes. Les klippes (partie d'une unité tectonique allochtone, isolée du corps principal de celle-ci), les demi-fenêtres, les fenêtres et les niveaux de charriage ne sont que très exceptionnellement reconnus. On rappelle qu'un chevauchement est un mouvement tectonique conduisant un ensemble de terrains (allochtones) à en recouvrir d'autres (autochtones) par l'intermédiaire d'un contact anormal peu incliné, et même souvent subhorizontal. Lorsque ce chevauchement est de grande ampleur, on le nomme nappe de charriage. Un contact anormal est généralement identifié par un trait épais sur une carte ou une coupe géologique. Le lien entre largeur à l'affleurement des couches et pendage (i.e. épaisseur réelle et épaisseur apparente) n'est pas encore maîtrisé pour nombre de candidats, et il en découle ainsi une variation de l'épaisseur des couches géologiques. Enfin, une source fréquente d'erreurs provient des candidats n'ayant pas su faire abstraction des formations superficielles pour proposer un schéma structural (ou coupe) simple.

L'analyse de la légende des cartes géologiques fait souvent défaut. Sur le plan pratique, un moyen pour gagner du temps dans l'analyse d'une carte : connaître, au moins dans les grandes lignes, les couleurs correspondant aux grandes périodes géologiques (par exemple, rose à violet pour le Trias, bleu pour le Jurassique, et vert pour le Crétacé).

La chronologie relative entre différents épisodes ou différents objets (à toutes échelles) est très laborieuse. Il n'est pas rare de se voir expliquer la contemporanéité d'un socle métamorphique, intrudé par un granite hercynien et recouvert par un volcanisme quaternaire, ainsi que le même métamorphisme anté-hercynien issu de la mise en place des coulées volcaniques quaternaires ! On reste aussi surpris que la sédimentation syn-tectonique soit un concept totalement inconnu (par exemple, la sédimentation syn-extension pour les fossés d'effondrement), ou très mal démontré ou utilisé. De façon plus globale, concernant l'histoire géologique de la France, les grands cycles orogéniques ne sont pas maîtrisés. On constate souvent (i) un amalgame entre les cycles cadomien, calédonien, hercynien et alpin, (ii) des affectations temporelles totalement erronées de ceux-ci (par exemple, avec l'inversion entre cycle cadomien et cycle alpin).

La majorité des candidats a beaucoup de mal à proposer un schéma structural clair ou une coupe à main levée à partir d'une carte. On rappelle que le schéma structural doit permettre de faire ressortir les grandes structures de la carte. On attend ainsi que les candidats montrent leur

capacité à synthétiser l'information dans un schéma qui se doit d'être simple à lire. Il ne s'agit pas de proposer une carte géologique simplifiée. Il est attendu du candidat qu'il mette en évidence les grandes unités structurales. Il peut s'agir d'unités séparées par un grand système de failles, ou bien d'une unité en discordance sur d'autres. La majorité des cartes proposées à l'oral du concours peuvent s'interpréter par un schéma structural avec moins de quatre ou cinq unités. Ainsi, l'idée de produire un schéma structural simple, pourtant parfois tout à fait appropriée semble souvent rejetée par les candidats qui semblent chercher à tout prix à présenter un nombre excessif d'unités. Il est ensuite attendu du candidat un commentaire du style structural de chaque unité, que l'unité soit tabulaire, ou bien plissée, magmatique ou métamorphique. Dans le cas des unités plissées et affectées par des failles, le candidat pourra utilement indiquer la trace du plan axial des principaux plis ainsi que les failles principales, même si en général les failles principales permettront déjà de distinguer les grandes unités. Le commentaire des limites entre les unités est également attendu. La réalisation des coupes à main levée laisse bien souvent les candidats perplexes. Il n'est évidemment pas attendu que le candidat reporte précisément la topographie détaillée. Repérer les sommets et les vallées est bien souvent suffisant. Fréquemment, les candidats s'égarent à essayer de relever un profil précis ce qui leur fait perdre le précieux temps qui devrait être consacré à essayer de comprendre les structures qu'ils ont devant eux. De plus, on ne saurait que trop conseiller aux candidats de garder la même échelle horizontalement et verticalement pour leur coupe géologique, qui est la plupart du temps complètement déformée par une échelle verticale exagérée.

Enfin, les interrogateurs restent perplexes devant les carences constatées dans les connaissances sur la géographie physique française. Ce constat est redondant d'année en année, et on note une certaine dégradation. A l'échelle de la carte géologique de France au millionième, ne pas savoir où se trouvent précisément des villes comme Lyon, Marseille ou Strasbourg (liste non exhaustive) est proprement inadmissible pour tout bachelier digne de ce nom.

#### • Pétrographie

Trop souvent, la forme générale d'un échantillon n'est jamais décrite ni expliquée. On note aussi des difficultés dans l'organisation d'une description : taille des éléments, pourcentage dans la roche, etc. On aimerait plutôt une bonne description objective, quitte à ne pas avoir le nom final de la roche ! Trop fréquemment, les candidats croient reconnaître "le même type d'échantillon qu'en cours" (*sic*) et se trompent car se basent sur des critères de forme et de couleur de la roche ! Beaucoup trop d'élèves ont tendance à considérer qu'un minéral brillant et plus ou moins translucide est forcément du quartz. Là encore, les interrogateurs ne comprennent pas pourquoi les élèves n'utilisent pas les critères relativement simples de détermination minéralogique (le minéral raye le verre, donc ...). L'utilisation de la loupe pour l'observation d'échantillons n'est pas maîtrisée. Plus de la moitié des candidats ne savent clairement pas s'en servir, sans compter un nombre non négligeable d'entre eux qui semblent découvrir un nouvel outil ! On note aussi (i) l'identification par trop erronée de minéraux (des minéraux blancs identifiés comme des pyroxènes, ou bien des minéraux noirs identifiés comme des plagioclases, ...), (ii) la méconnaissance totale des grandes familles de minéraux (quartz, feldspaths alcalins, feldspaths plagioclases, feldspathoïdes) permettant de positionner un échantillon magmatique dans le diagramme de Streckeisen.

Concernant les roches sédimentaires, on note de très fréquentes erreurs d'identification surtout lorsqu'elles présentent des laminations. Trop souvent, ces laminations, qualifiées de foliations entraînent une interprétation en terme de roche métamorphique. Il faut que les candidats soient capables de faire la différence entre lamination et foliation, et pour cela maîtriser les notions et les géométries des structures sédimentaires primaires de type laminations planes horizontales, laminations planes obliques, laminations obliques arquées, ainsi que de savoir reconnaître des rides de courant directionnel ou oscillatoire. En ce qui concerne les rides, on évitera le terme de "ripple-marks" qui se révèle être beaucoup trop imprécis et approximatif à la fois (i) sur le plan de la géométrie tridimensionnelle de l'objet et (ii) sur le mécanisme génétique (type de courant).

On note aussi une carence certaine concernant les roches carbonatées et surtout leurs classifications qui semblent très peu connues, ou très mal utilisées. On rappellera qu'à l'échelle

macroscopique, il faut préférentiellement utiliser la classification de Dunham ; la classification de Folk étant plutôt réservée pour l'approche microscopique.

Encore une fois, le problème du verbe "effervesce" ! Jusqu'à preuve du contraire l'Académie française (et aucun dictionnaire) n'admet ce verbe. Le terme "effervescence" doit donc être employé sous la forme d'un nom féminin, ou de l'adjectif qualificatif correspondant ! Certains candidats vont même plus loin, en utilisant les termes de "buller" voire "pschitter" (avec un "t" ou deux "t" ?). De plus, une roche qui fait effervescence à l'acide chlorhydrique à froid, n'est pas forcément une roche carbonatée. Encore faut-il savoir ce qui fait effervescence, (i) toute la roche (éléments figurés et phase de liaison), (ii) uniquement les éléments figurés, ou (iii) uniquement le liant. Trop souvent, les candidats considèrent un grès à ciment calcaire comme une roche carbonatée. Enfin, de rares candidats (heureusement) sont incapables d'expliquer ce que signifie et révèle chimiquement un test positif à l'acide ; inutile de dire que ce genre de méconnaissance est rédhibitoire !

Lorsque l'on présente une siltite laminée avec, dans le plan de stratification, une fougère fossile, on pourrait s'attendre à ce que les termes de fronde, limbe, pétiole, pinnule soient évoqués pour décrire la morphologie de l'appareil végétatif. Certes, ici la fougère fossile du Carbonifère (en l'occurrence *Pecopteris*), ressemble plus morphologiquement à une fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) qu'à la classique et fréquente fougère des sous-bois, le polypode (*Polypodium vulgare*), mais c'est justement l'occasion d'ouvrir une discussion sur la diversité morphologique de l'appareil végétatif des Filicophytes. Que l'on se rassure, il est clair qu'il n'est pas demandé de connaissances spécifiques en paléobotanique, mais évoquer l'importance lithologique des Ptéridophytes, notamment pour les roches carbonées (roches sédimentaires combustibles) semble être un minimum, sachant que les roches énergétiques résultant de la fossilisation de la biomasse, sont *a priori* connues depuis la classe de Seconde (programme 2010). Avec cet exemple, une fois de plus, on pourra remarquer que les élèves cloisonnent complètement leurs connaissances entre biologie et géologie, ce qui semble totalement paradoxal dans un enseignement synthétique des Sciences de la Vie et de la Terre, tel qu'il est conçu en classes préparatoires BCPST !

### • Considérations générales

Quelques remarques concernant le déroulement de l'oral. Le candidat doit exposer explicitement et calmement ce qu'il a fait pendant la phase de préparation. Il est demandé de présenter de manière claire, précise et structurée le raisonnement scientifique suivi. Trop de présentations ne sont pas structurées ; les observations sont "balancées" sans aucune organisation, sans hiérarchisation en fonction de l'importance relative de celles-ci... (à l'interrogateur de faire le tri !). Les candidats ne doivent pas hésiter à faire de petits schémas (si le sujet s'y prête) afin d'illustrer leur propos. De plus, on ne répétera jamais assez qu'il faut s'exprimer dans un français correct : (i) faire des phrases simples, avec sujet, verbe et complément ; (ii) ne pas revenir en arrière. En bref, il faut structurer correctement son propos, et gérer son temps de parole. Que penser d'un candidat qui n'a plus rien à dire au bout de trois à quatre minutes ? Et, c'est trop souvent le cas ! Les connaissances ne doivent être exposées que pour apporter une explication claire et précise en rapport avec l'étude pétrographique et/ou cartographique. Enfin, l'analyse d'une roche (ou d'une carte) ne doit pas être le prétexte à réciter des pans entiers de cours (si bons soient-ils !).

En conclusion, beaucoup trop de candidats ne semblent pas suffisamment préparés à un oral de concours. On notera que les remarques générales formulées ici peuvent s'appliquer à des disciplines variées. Pour autant, certains d'entre eux (i) se montrent très à l'aise tant sur le fond que sur la forme, et (ii) ne manquent pas de structurer leur présentation, ce qui est somme toute assez agréable pour l'interrogateur. Nous ne pouvons qu'apprécier et encourager ces élèves.

Intervalles	Effectif	Pourcentage	Effectif cumulé	Pourcentage cumulé
0 à 0,99		0,00	0	0,00
1 à 1,99	1	0,19	1	0,19
2 à 2,99	10	1,87	11	2,06
3 à 3,99	7	1,31	18	3,36
4 à 4,99	22	4,11	40	7,48
5 à 5,99	16	2,99	56	10,47
6 à 6,99	30	5,61	86	16,07
7 à 7,99	57	10,65	143	26,73
8 à 8,99	43	8,04	186	34,77
9 à 9,99	34	6,36	220	41,12
10 à 10,99	43	8,04	263	49,16
11 à 11,99	67	12,52	330	61,68
12 à 12,99	52	9,72	382	71,40
13 à 13,99	44	8,22	426	79,63
14 à 14,99	40	7,48	466	87,10
15 à 15,99	23	4,30	489	91,40
16 à 16,99	23	4,30	512	95,70
17 à 17,99	14	2,62	526	98,32
18 à 18,99	9	1,68	535	100,00
19 à 19,99		0,00	535	100,00
20		0,00	535	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 535

Minimum : 1,58

Maximum : 18,89

Moyenne : 10,73

Ecart type : 3,76

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	2	0,37	2	0,37
5 à 5,99	1	0,19	3	0,56
6 à 6,99	11	2,06	14	2,62
7 à 7,99	14	2,62	28	5,23
8 à 8,99	31	5,79	59	11,03
9 à 9,99	43	8,04	102	19,07
10 à 10,99	50	9,35	152	28,41
11 à 11,99	73	13,64	225	42,06
12 à 12,99	82	15,33	307	57,38
13 à 13,99	88	16,45	395	73,83
14 à 14,99	59	11,03	454	84,86
15 à 15,99	34	6,36	488	91,21
16 à 16,99	30	5,61	518	96,82
17 à 17,99	15	2,80	533	99,63
18 à 18,99	2	0,37	535	100,00
19 à 19,99		0,00	535	100,00
20		0,00	535	100,00

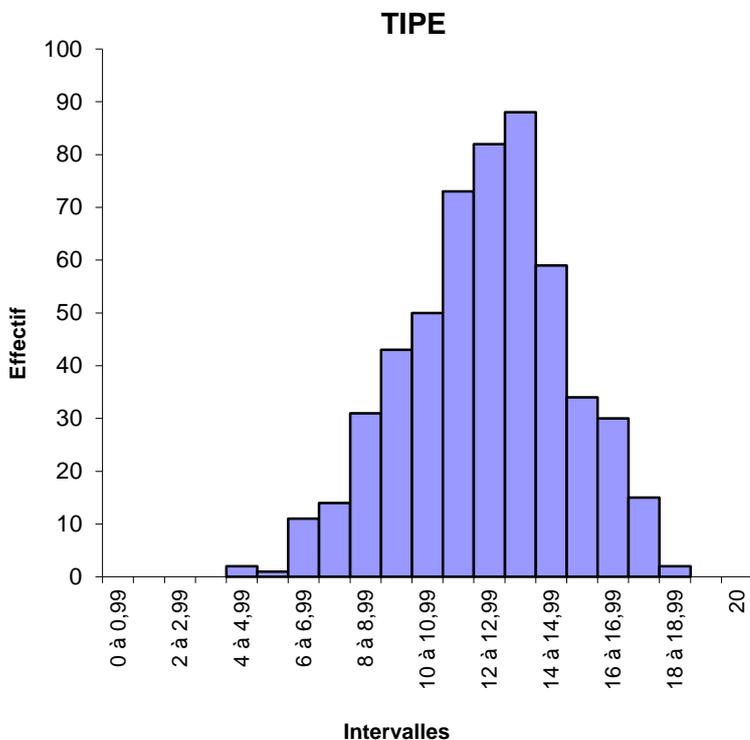
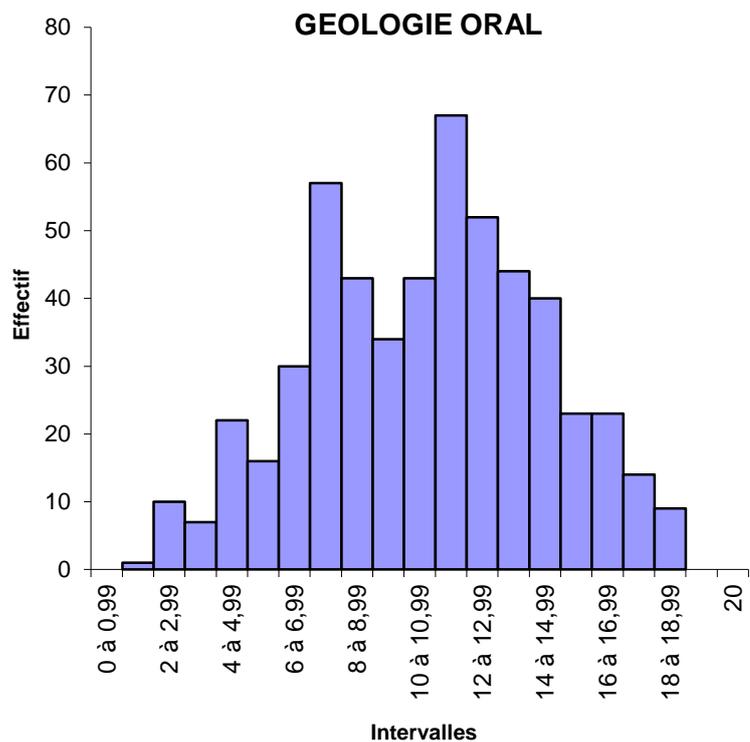
Nombre de candidats dans la matière : 535

Minimum : 4,07

Maximum : 18,07

Moyenne : 12,32

Ecart type : 2,59



## EPREUVE 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 comportement des candidats est, cette année encore dans la grande majorité des cas, très correct. Les mauvaises habitudes observées les années précédentes comme des tenues vestimentaires très limites (le duo teeshirt/vieilles baskets, des vêtements troués !!!) ou une hygiène corporelle très insuffisante, ont quasiment disparu !
- La mauvaise gestion de la marge temps d'attente dans le couloir a quasi disparu par rapport aux années précédentes. La majorité des candidats arrivent 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.
- Les convocations ont toutes été présentées.
- Le site actuel semble toujours convenir à la majorité des intervenants.
- Dans les années à venir, il sera tenu compte de la qualité de la présentation (pour le support et la clarté de l'exposé) dans la notation.
- Le nombre des 5/2 et des 3/2 présentant le concours reste constant (30%/70%)
- **Des groupes de cinq élèves participant au même TIPE ont de nouveau été répertoriés cette année. Cela apparaît comme peu crédible, excessif et préjudiciable.** De l'avis de tous, le nombre maximal de 4 candidats ne doit pas être dépassé à l'avenir.

### 2. Les appréciations sur le TIPE

#### 2.1 Le sujet du type

Le thème 2015 était intitulé « Ressources : partage, répartition, distribution », un sujet qui n'a pas plus inspiré les élèves que le thème de l'année dernière « transfert, échange ». Les supports habituels (yaourts, levures etc.) existent toujours au vu de leur facilité d'utilisation. Les précisions supplémentaires du texte ministériel, présentent comme les années précédentes, l'avantage de permettre d'aborder une palette très étendue de sujets, de domaines et de thématiques. La

répartition des domaines abordés à partir d'environ 120 projets (2 jurys) est globalement la suivante et change par rapport à l'année précédente. Cette année 90% sont des sujets de biologie, 5% des sujets de géologie et 5 % de sujets physico-chimique (75 % biologie, 17% géologie et 8 % physico-chimique l'année dernière).

Le thème très large, permettait de réinvestir les différentes connaissances scientifiques acquises durant les années préparatoires, connaissances qui se révèlent toujours fragmentaires. De trop nombreux candidats semblent n'avoir pas réellement élaboré leur TIPE par rapport au thème et se sont contentés de remettre au goût du jour leur vieux TIPE de 1<sup>ière</sup> année. **Certains ne font même plus référence au thème !** Les candidats semblent dans une majorité des cas, choisir leur sujet par rapport à une série d'expériences et de manipulations réalisables au sein du laboratoire de leur école ou déjà réalisés en première année, pour finalement adapter maladroitement ou pas, le titre et la forme de leur projet au thème annuel. Cette distorsion entre le TIPE et le thème atteint cette année une amplitude jamais égalée, alors que le thème paraissait plus simple. **Il faudrait pour les années suivantes rectifier ce défaut qui pour la majorité des jurys commence à être préjudiciable aux candidats.**

Il est à noter par rapport à l'année dernière un plus grand nombre de bons TIPE quant à la démarche expérimentale ou l'investissement personnel.

Il faut donc rappeler aux candidats que pour réussir l'épreuve de TIPE, il convient de :

- choisir un sujet original ou non, mais correctement le traiter en collant à la méthode expérimentale et au thème de l'année,
- 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. Le témoin est toujours indispensable...
- travailler l'approche graphique et mathématique des résultats sans se limiter à la simple droite expurgée des points qui dérangent,
- les sujets se basant uniquement sur des données issues de travaux effectués par des organismes d'état ou des laboratoires sont de l'avis de tous à éviter. Les candidats manquent très souvent de recul et n'ont pas les connaissances ou les outils pour interpréter les innombrables données récoltées. De plus la base même du TIPE est de montrer les capacités du candidat à ériger une démarche scientifique aboutissant à une problématique, suivi d'expériences. Un sujet dénué de protocoles et d'expériences personnelles est donc à éviter,
- 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 leurs expériences et leur protocole en s'y prenant suffisamment tôt,
- 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, le changement d'échelle, est toujours un plus (ex de la plante au pré...).

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

Les principaux points sur la forme et le fond rencontrés, sans être exhaustif, sont les suivants :

- Les transparents, cadres avec vitrage ont disparu au profit d'une présentation PowerPoint ou papiers dans pochette sur classeur ou sur grand carton de présentation genre pochette des beaux-arts. Le format carton a l'avantage de limiter les manipulations... Quelques candidats esseulés ont réédité la touche d'humour genre carton découpé en forme de pomme pour un sujet sur les pommes, ce qui est préjudiciable à leur exposé ! Attention de ne pas réduire l'illustration des expériences du TIPE en un seul graphique perdu au milieu d'un grand carton. La mise en page et

les illustrations sur ce type de support doivent être particulièrement soignées. Les présentations sur classeur ou ordinateur se sont souvent révélées les plus judicieuses.

- Les textes écrits sont en général assez clairs, les illustrations nombreuses mais il faut noter, comme l'année dernière, un nombre non négligeable d'illustrations de mauvaises qualités dans certains travaux (photos floues, impressions déficientes) ou un manque des échelles sur les photos ou graphiques illustrant le rapport.
- Les titres des figures sont à soigner particulièrement.
- 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. Il faut impérativement faire une sélection des expériences présentées au jury quand on doit respecter ce temps de 5mn.
- 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.
- Des candidats ont présenté des TIPE, dépourvus d'expérimentation de leur cru. Ils utilisent des données récoltées dans des laboratoires ou organismes d'état tel le BRGM. La majorité des travaux issus de ces données sont souvent mal menés par manque de recul et de compétences. Même si un TIPE uniquement basé sur des données extérieures, correctement exploitées, est acceptable, un travail expérimental est de l'avis de beaucoup essentiel et indispensable.
- 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.
- Des candidats butent toujours sur des notions mathématiques simples telles la notion d'écart type ou de moyenne. En général, les approches statistiques des résultats, leur analyse mathématique sont en régression constante ces dernières années.
- 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 insuffisante, la maîtrise du vocabulaire et des concepts sont mal connus. Combien de fois une simple définition d'un terme utilisé plusieurs fois dans l'exposé a complètement déstabilisé le candidat.
- 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.
- Les prises de contacts avec des professionnels sont par contre de plus en plus nombreuses par rapport aux dix années passées 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.
- 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 tous matériels concrets, résultats de leur 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.

A leur décharge, les étudiants dans leur grande majorité sortent de deux années où leur seul point de préoccupation est leurs études et la réussite des concours attendus ! Cette focalisation nuit grandement à leur ouverture sur le monde extérieur. Des questions de culture générale ou de connaissance des événements récents donnent rarement lieu à des réponses structurées et approfondies, voir à des réponses tout court. Un véritable dialogue est souvent difficile à établir.

Pour des événements anciens, le constat est encore plus accablant. Les connaissances en histoire même récente et en géographie des candidats sont totalement insuffisantes. Comment comprendre les enjeux du futur et en être acteur sans connaître le passé ! Ce constat est préoccupant car ces candidats ont une culture très faible sur les domaines, les enjeux de société où ils sont sensés exercer leur futur activité. La majorité des candidats veut travailler dans l'environnement sans connaître les grands enjeux (réchauffement climatique, gestion des eaux et de la biodiversité...) ou seulement quelques banalités.

Il est à noter un appauvrissement du vocabulaire français (nombreuses répétitions et pauvreté des synonymes, utilisation de mot passe-partout type « chose »), méconnaissance du sens de certains mots utilisés.

Les candidats doivent être un minimum dynamiques, pour défendre leur TIPE ou leur projet d'avenir, ce qui n'est pas toujours le cas pour environ 20% des candidats.

« Les classes préparatoires préparent à des concours mais vraiment peu à une simple approche de la vie professionnelle ». Ce postulat s'est encore une fois vérifié cette année. Rares sont les candidats qui ont une vision concrète de leur futur emploi (moins de 10%) même si ce chiffre est en augmentation par rapport à l'année dernière. La majorité des étudiants n'a qu'une vision très fragmentaire du métier d'ingénieur et des écoles y préparant et ce, malgré les réunions d'information, les plaquettes de présentation et les sites internet des écoles. Quand un candidat déclare vouloir travailler dans l'environnement (et ils sont nombreux dans ce cas), il doit un minimum se renseigner sur les filières, options et débouchés etc. et ne pas se cantonner à quelques notions vagues ! De plus une partie des écoles participant au concours G2E sont méconnues des candidats. Les écoles les plus demandées sont les Agro dont Agro Paris tech qui culmine à plus de 55% des demandes. Au sein de G2E, l'ENGEES et l'ENSG sont les plus citées.

Plus inquiétant, le nombre non négligeable de candidats n'ayant aucun projet, les résultats du concours choisissant pour eux. Leur motivation une fois une école intégrée, s'il l'intègre, à de quoi inquiéter les responsables de ces formations. **Il est donc impératif de peaufiner son projet professionnel en consultant les sites et documents avant de passer les épreuves orales.**

Les candidats gagnent en restant francs avec le jury en ne s'inventant pas un intérêt de dernière minute pour tel sujet ou école.

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). Un élève sur deux a une expérience d'activités collectives et associatives dans des domaines variés (sportive, artistique, ludique, humanitaire) ce qui est très bien pour la suite de leur carrière. Les candidats ayant voyagé bénéficient toujours d'une expérience supplémentaire très favorable à leur réussite professionnelle future. Ils partagent à de très rares exceptions près, cette volonté de réussir qui leur permettra de rattraper les quelques lacunes précédemment citées.

## EPREUVE ORALE D'ANGLAIS

L'épreuve d'anglais se déroule en deux temps visant, tous deux, à évaluer chez les candidats leur compréhension (de l'écrit et de l'oral) et leur expression orale :

- ◆ À partir d'un article de la presse (britannique ou américaine), préparation d'un résumé et d'un commentaire, ce dernier visant à mettre en valeur les capacités du candidat à prendre une distance «citoyenne» face à l'information, donner un aperçu de ses connaissances culturelles, en particulier celles relatives au monde anglo-saxon, à l'actualité mais aussi à l'histoire des institutions. Le résumé, quant à lui, permet à l'examineur de se faire une idée de la qualité de la langue parlée par le candidat (prononciation, accentuation, rythme, intonation, grammaire) et de sa capacité à synthétiser une information.
- ◆ À partir d'un extrait audio de deux minutes, restituer, sans les commenter, les informations comprises (deux écoutes ou plus, si le temps consacré au traitement de l'article le permet).

Les candidats nous ont semblé mieux préparés pour le format de l'épreuve. Nous notons avec satisfaction de très bonnes, voire d'excellentes prestations. Cependant, nombre d'entre eux éprouvent des difficultés à gérer les deux exercices. Un tiers des candidats n'ont pas su gérer leur temps et n'ont pas compris l'audio. Ils n'ont pas eu de problème de compréhension des questions pendant l'entretien pour la plupart. Certains - malheureusement trop nombreux pour une épreuve de ce niveau - s'expriment dans une langue incompréhensible. Plus nombreux encore - beaucoup plus nombreux ! - n'ont visiblement pas abordé ou intégré les notions de phonétique de base.

Le plus préoccupant reste une connaissance de la grammaire de la langue trop rudimentaire. Dans certains cas, l'examineur ne peut que songer à une scolarité défailante ou à une négligence du candidat à l'égard des spécificités de l'anglais.

Certes, il est important de « se faire comprendre » dans une langue étrangère. Mais l'épreuve se déroule face à des professeurs d'anglais qui ne peuvent rester sans réagir lorsque des formes linguistiquement tératologiques leur sont infligées !

Beaucoup de difficultés culturelles pour un grand nombre d'entre les candidats pour remettre les textes dans un contexte global. Géographie hasardeuse et connaissances limitées même sur des thèmes récurrents comme climate change / fracking / renewables... Un nombre incalculable de *wine energy* qui est certainement une réalité mais un peu différent de **wind** energy. Un seul et unique candidat connaissait *wind turbine* ...

Pour conclure, nous ne pouvons qu'inciter les futurs candidats à lire attentivement les tableaux qui accompagnent ce rapport. Ils y trouveront rassemblées une grande partie des énoncés fautifs produits cette année.

Ces listes constitueront leur programme de révision, lexicale et grammaticale.

Pour ce qui concerne les connaissances générales, nous les invitons à lire la presse (française ET anglaise), écouter des chaînes comme la BBC ou CNN, s'abonner aux podcasts, lire des romans...

Nous ne sommes jamais autant satisfaits que lorsque nous attribuons une bonne note !



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	5	0,93	5	0,93
4 à 4,99	10	1,87	15	2,80
5 à 5,99	7	1,31	22	4,11
6 à 6,99	24	4,49	46	8,60
7 à 7,99	17	3,18	63	11,78
8 à 8,99	43	8,04	106	19,81
9 à 9,99	52	9,72	158	29,53
10 à 10,99	45	8,41	203	37,94
11 à 11,99	45	8,41	248	46,36
12 à 12,99	60	11,21	308	57,57
13 à 13,99	37	6,92	345	64,49
14 à 14,99	60	11,21	405	75,70
15 à 15,99	57	10,65	462	86,36
16 à 16,99	39	7,29	501	93,64
17 à 17,99	18	3,36	519	97,01
18 à 18,99	9	1,68	528	98,69
19 à 19,99	5	0,93	533	99,63
20	2	0,37	535	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 535

Minimum : 3,5

Maximum : 20

Moyenne : 12,16

Ecart type : 3,46

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	3	3,57	3	3,57
7 à 7,99	2	2,38	5	5,95
8 à 8,99	2	2,38	7	8,33
9 à 9,99	3	3,57	10	11,90
10 à 10,99	7	8,33	17	20,24
11 à 11,99	6	7,14	23	27,38
12 à 12,99	9	10,71	32	38,10
13 à 13,99	18	21,43	50	59,52
14 à 14,99	17	20,24	67	79,76
15 à 15,99	8	9,52	75	89,29
16 à 16,99	6	7,14	81	96,43
17 à 17,99	1	1,19	82	97,62
18 à 18,99	1	1,19	83	98,81
19 à 19,99		0,00	83	98,81
20	1	1,19	84	100,00

Nombre de candidats dans la matière : 84

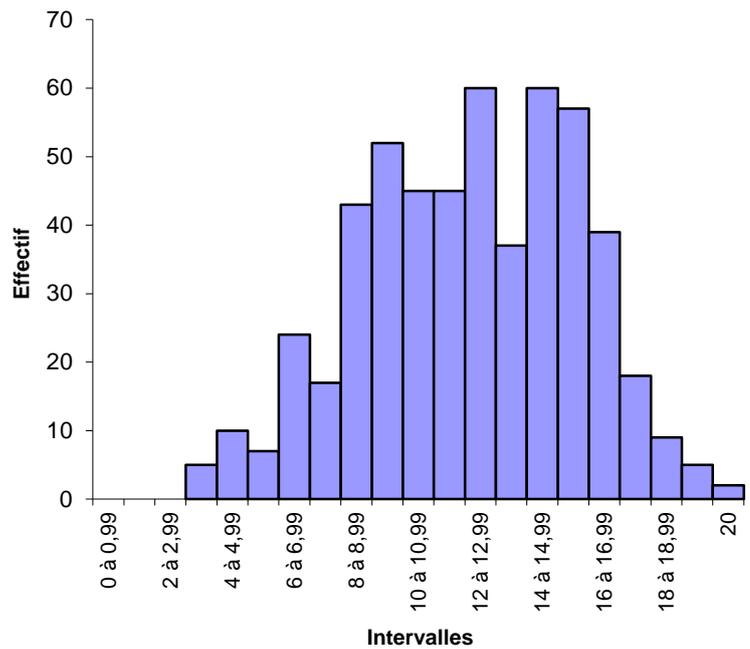
Minimum : 6,09

Maximum : 20

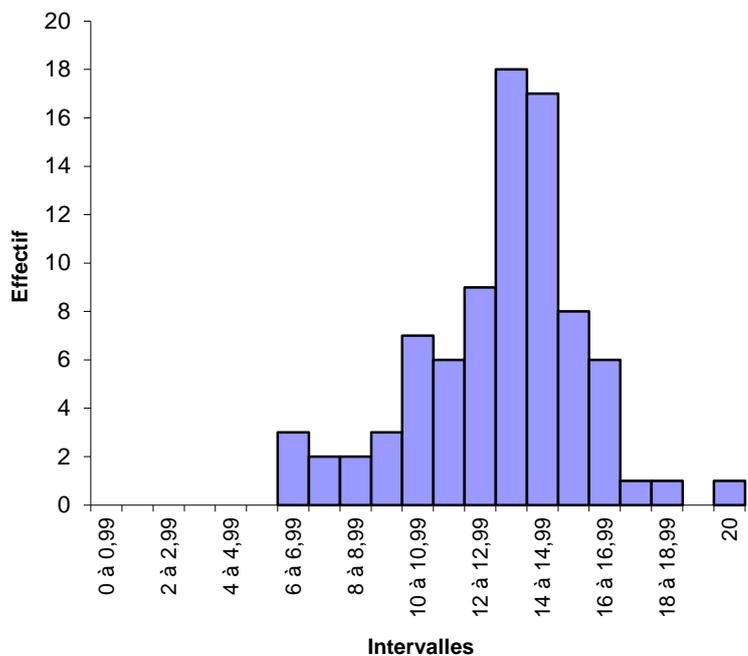
Moyenne : 13,16

Ecart type : 2,65

## ANGLAIS



## ESPAGNOL



## EPREUVE ORALE D'ESPAGNOL

Comme lors des années précédentes les candidats à l'épreuve d'espagnol ont été interrogés sur des sujets à la fois pour qu'ils s'expriment en espagnol et pour mettre à profit leurs connaissances sur l'actualité espagnole et hispano-américaines (Philippe VI, les revendications catalanes, etc.)

Nombreux sont ceux qui se présentent désormais en proposant une réelle synthèse de l'article. Une grande majorité d'entre eux s'efforce de dégager une problématique et sous forme de questions, ensuite, mettent en valeur les idées principales de l'article, sans les répéter.

En outre, des efforts sont faits pour prononcer et accentuer correctement. Le commentaire, quant à lui, donne lieu à de bonnes prestations. Les candidats sont manifestement bien formés à cette épreuve et savent en général bien utiliser leurs connaissances en civilisation hispanique pour illustrer intelligemment leur propos.

Toutefois, rappelons l'importance de ne jamais négliger la langue. Les incorrections linguistiques sont, en effet, lourdement pénalisées, tout autant que les rares commentaires inappropriés ou même absents.

Rappelons le danger pour cet exercice de plaquer de manière artificielle des connaissances qui ont un lien très lointain avec le sujet traité.

Le troisième exercice, audio, doit être l'occasion pour le candidat de montrer son aptitude à comprendre un certain nombre d'informations orales et à les restituer dans un espagnol correct. L'auto correction est d'ailleurs toujours la bienvenue.

Que les candidats restent persuadés qu'il ne faut, en aucun cas, être dépassé par le contenu du message à transmettre et que la formulation dans un espagnol correct reste la condition *sine qua non* pour garantir une bonne note.

Même si le niveau de langue proprement dit s'améliore d'année en année, il n'en demeure pas moins que nombre de candidats verraient leur note augmenter si une attention de tous les instants était prêtée à la formulation des messages : que ce soit dans la conjugaison des verbes (passé simple espagnol, futur...), dans le lexique (genre de « *problema* » par exemple, formulation de son opinion....) ou dans la syntaxe.

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	1,52	1	1,52
4 à 4,99		0,00	1	1,52
5 à 5,99	1	1,52	2	3,03
6 à 6,99		0,00	2	3,03
7 à 7,99	1	1,52	3	4,55
8 à 8,99	3	4,55	6	9,09
9 à 9,99	5	7,58	11	16,67
10 à 10,99	4	6,06	15	22,73
11 à 11,99	4	6,06	19	28,79
12 à 12,99	12	18,18	31	46,97
13 à 13,99	4	6,06	35	53,03
14 à 14,99	6	9,09	41	62,12
15 à 15,99	11	16,67	52	78,79
16 à 16,99	6	9,09	58	87,88
17 à 17,99	2	3,03	60	90,91
18 à 18,99	4	6,06	64	96,97
19 à 19,99	1	1,52	65	98,48
20	1	1,52	66	100,00

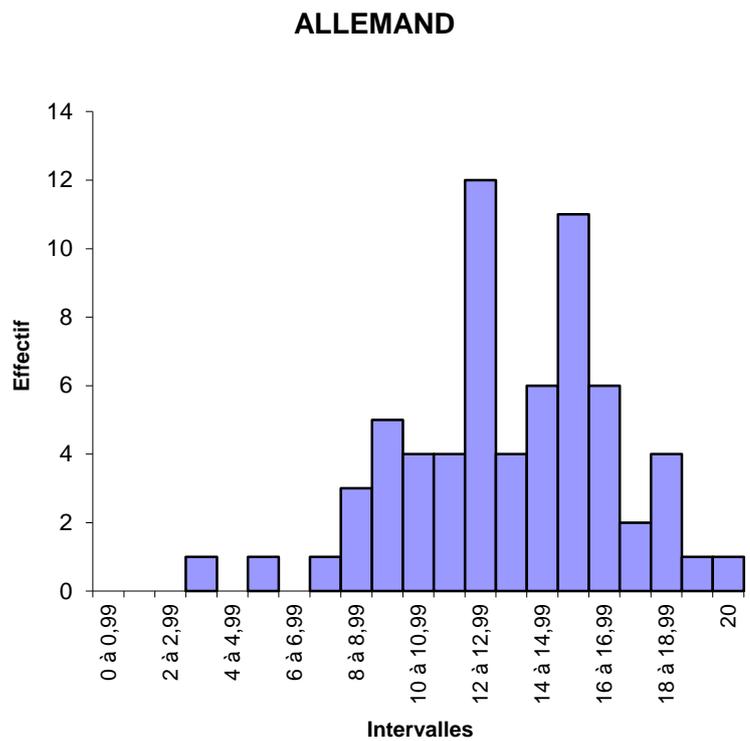
Nombre de candidats dans la matière : 66

Minimum : 3,14

Maximum : 20

Moyenne : 13,53

Ecart type : 3,43



## EPREUVE ORALE D'ALLEMAND

La session 2015 a été dans l'ensemble très positive en allemand. La moyenne, candidats LV1 et LV2 confondus, est de 13,53. Ces bons résultats s'expliquent par un travail sérieux fourni par les candidats, une bonne maîtrise du vocabulaire et des structures grammaticales ainsi qu'une bonne aisance à l'oral. Les étudiants n'ont généralement pas été surpris par les thématiques abordées car les textes proviennent exclusivement de la presse allemande et portent sur des sujets d'actualité, des faits de société et des problèmes contemporains comme les nouvelles technologies, internet, le covoiturage, les addictions, les relations entre les enfants ou les adolescents et leurs parents, l'environnement, l'émigration et les échanges culturels, la compatibilité entre le travail et la vie de famille, etc. Il est important de signaler que l'allemand peut toujours être choisi en LV1.

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

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