ministère éducation nationale

Secrétariat Général

Direction générale des ressources humaines

Sous-direction du recrutement

MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

Concours du second degré – Rapport de jury
Session 2012

AGRÉGATION
Interne et CAERPA

Section mathématiques

Rapport de jury présenté par :

Monsieur Robert CABANE

Inspecteur général de l'éducation nationale

Les rapports des jurys des concours sont établis sous la responsabilité des présidents de jury.

Table des matières

Chapitre 1

Composition du jury

Président	
M. Robert CABANE	Inspecteur général
Vice-présidents	
Anne BURBAN	Inspectrice générale
Marc ROSSO	Professeur des universités
René CORI	Maitre de conférences
Jean-François MESTRE	Professeur des universités
Secrétaire	
Marie-Hélène MOURGUES	Maitre de conférences

Correcteurs et examinateurs

Anne-Marie AEBISCHER	PRAG
Bruno BAJI	Professeur agrégé
François BOISSON	Professeur de chaire sup.
Anne BOUTTELOUP	Professeur de chaire sup.
Guillaume BREVET	Professeur agrégé
Francine BRUYANT	Maitre de conférences
Alexandre CABOT	Maitre de conférences
Laurent CHAUMARD	Professeur agrégé
Denis CHOIMET	Professeur de chaire sup.
Jean-Dominique COGGIA	IA-IPR
Elie COMPOINT	Maitre de conférences
Jean-François COUCHOURON	Maitre de conférences
Jean-François DANTZER	Professeur agrégé
Marie-Cécile DARRACQ	PRAG
François DEHAME	Professeur de chaire sup.
Yves DUCEL	Maitre de conférences
Sabine EVRARD	PRAG
Odile FLEURY-BARKA	Maitre de conférences
Patrick FRADIN	Professeur agrégé
Sandrine GACHET	Professeur de chaire sup.
Jean-Pierre GAUDIN	PRAG
Patrick GÉNAUX	Professeur de chaire sup.
François GEOFFRIAU	Maitre de conférences
Emmanuel GIRARD	Professeur agrégé (ER)
Ollivier HUNAULT	IA-IPR
Mohamed KRIR	Maitre de conférences
Marc LALAUDE-LABAYLE	Professeur agrégé
Matthieu LE FLOC'H	Professeur agrégé
Ludovic LEGRY	IA-IPR
Hélène MILHEM	Maitre de conférences
Stéphan PAINTANDRE	Professeur agrégé
Denis PENNEQUIN	Maitre de conférences
Alain PIETRUS	Professeur d'université
Gaétan PLANCHON	PRAG
Stéphane PRIGENT	IA-IPR
Marcin PULKOWSKI	Professeur agrégé
Thierry QUENTIN	Maitre de conférences
Emmanuel RIBOULET-DEYRIS	Professeur agrégé
Philippe RODOT	Professeur de chaire supérieure
Véronique ROUANET	Professeur agrégé
David RUPPRECHT	Professeur agrégé
Violaine THIBAU	Maitre de conférences
Valérie WAJS	Professeur agrégé
Alain WALBRON	Professeur de chaire sup.
Delphine ZAROUF-DILHUIDY	Professeur agrégé

Chapitre 2

Déroulement et statistiques

2.1 Généralités

2.1.1 Déroulement

Les épreuves écrites ont eu lieu les 26 et 27 janvier 2012, la liste d'admissibilité a été signée le 21 mars avec les chiffres suivants :
Agrégation interne : 281 admissibles ; CAERPA : 29 admissibles.
Les épreuves orales se sont déroulées du 14 au 23 avril 2012, à l'École Nationale de Commerce, boulevard Bessières à Paris. La liste d'admission a été signée le 24 avril avec les chiffres suivants :
Agrégation interne : 125 admis ; CAERPA : 13 admis.
Tous les postes mis au concours ont donc été pourvus.

2.1.2 Évolution des concours

Agrégation interne

Année	Postes	Inscrits	Présents Écrit	Admissibles	Admis
1996	246	2249	1150	441	246
1997	200	2113	1084	436	200
1998	200	2083	1071	432	200
1999	168	1690	1162	436	168
2000	130	1868	1257	327	130
2001	129	1944	1419	289	125
2002	129	1845	1400	288	129
2003	130	1842	1479	288	130
2004	130	1813	1382	287	130
2005	138	1897	1401	311	138
2006	110	2172	1599	273	110
2007	107	2198	1627	267	107
2008	107	2195	1682	257	107
2009	107	2124	1559	258	107
2010	114	2229	1426	267	114
2011	116	2442	1359	263	116
2012	125	2324	1589	281	125

CAERPA

Année	Contrats	Inscrits	Présents Écrit	Admissibles	Admis
1996	39	375	176	64	39
1997	32	379	181	58	32
1998	28	372	169	61	28
1999	27	328	225	64	26
2000	27	359	246	46	24
2001	25	383	268	35	18
2002	23	326	229	22	10
2003	20	325	258	27	15
2004	24	311	241	21	9
2005	19	297	211	27	12
2006	19	329	240	18	13
2007	20	319	221	11	5
2008	15	356	258	22	11
2009	14	305	212	26	12
2010	12	346	207	17	8
2011	11	427	213	19	11
2012	13	350	228	29	13

2.2 Quelques remarques sur le profil des candidats

2.2.1 À propos de la préparation au concours

On a vu apparaitre cette année deux phénomènes assez nouveaux.
D'une part, les candidats au CAERPA ont généralement réalisé de meilleures performances que lors des sessions précédentes, ce qui laisse penser que ces enseignants s'étaient mieux préparés. On rappelle à ce propos que les épreuves et les critères d'évaluation sont les mêmes pour les deux concours. Concomitamment, les candidats admissibles à l'agrégation interne ont semblé un peu moins brillants que les années précédentes ; cela pourrait résulter du fait qu'un certain nombre d'enseignants s'inscrivent simultanément aux deux agrégations (interne et externe). On a effectivement pu repérer six lauréats des concours externes 2011 et 2012 qui étaient admissibles (mais non reçus) au concours interne 2011, et ne se sont donc pas présentés au concours interne en 2012. Le phénomène est sans doute appelé à prendre une certaine ampleur dans la mesure où sept lauréats du concours externe 2012 étaient admissibles (mais non reçus) au concours interne 2012, et neuf autres lauréats étaient candidats au concours interne sans avoir été admissibles.
D'autre part, les admissibles se sont peu servi, et nettement moins qu'en 2011, des moyens informatiques mis à leur disposition pour l'épreuve orale d'exemples et exercices. Nous reviendrons plus loin sur cette question.

2.2.2 À propos de la répartition hommes-femmes

Nous avions pointé les années antérieures la faible proportion de femmes parmi les admissibles. Rien de neuf cette année, puisque 35% des candidats sont des femmes, pourcentage qui chute à 21% parmi les admissibles. La meilleure performance des candidates aux épreuves orales, constatée les années antérieures, ne s'est pas confirmée en 2012 avec seulement 23% de femmes parmi les admis. L'évolution allant dans le mauvais sens, il parait donc plus que jamais nécessaire de mettre en place des mesures d'accompagnement permettant aux mères de famille de se préparer efficacement au concours.

2.2.3 Établissements d'affectation des admissibles

Pendant les épreuves orales, une enquête a été menée auprès des admissibles au sujet de leur cadre d'exercice, de leur formation initiale et continue. La répartition par établissement d'exercice est la suivante [1] :

Admissibles		Admis	
Collège	**56%**	**Collège**	**59%**
dont H	79%	dont H	79%
dont F	21%	dont F	21%
Lycée	**28%**	**Lycée**	**31%**
dont H	78%	dont H	70%
dont F	22%	dont F	30%
LP	**1%**	**LP**	**0,5%**
Autre	**15%**	**Autre**	**9,5%**
Total	**100%**	**Total**	**100%**

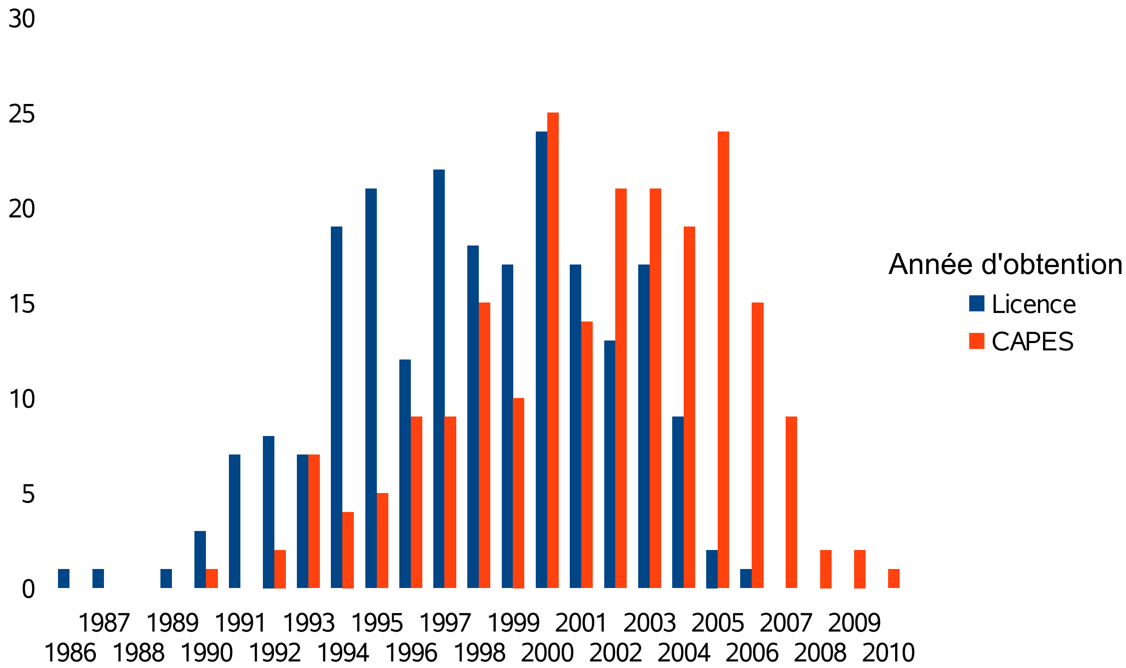
2.2.4 À propos de la formation initiale des candidats

En ce qui concerne la formation initiale, l'enquête mentionnée ci-dessus s'est intéressée au diplôme le plus élevé obtenu par les candidats. Le niveau d'études le plus élevé atteint par les candidats est repris dans le tableau ci-dessous ; le niveau L3 correspond au parcours « standard » des candidats qui ont passé une licence avant de se présenter au CAPES. On constate qu'une grande majorité des admissibles ont mené des études supérieures au-delà de la licence, 30% d'entre eux ayant atteint ou dépassé le niveau M2 (en assimilant les diplômes d'ingénieur à un niveau M2) [2].

Admissibles		Admis	
L3	**19%**	**L3**	**17%**
dont H	%	dont H	%
dont F	%	dont F	%
M1	**38%**	**M1**	**41%**
dont H	%	dont H	%
dont F	%	dont F	%
INGÉNIEUR	**14%**	**INGÉNIEUR**	**16%**
dont H	%	dont H	%
dont F	%	dont F	%
M2, DEA	**14%**	**M2, DEA**	**13%**
dont H	%	dont H	%
dont F	%	dont F	%
THÈSE	**4%**	**THÈSE**	**4%**
dont H	%	dont H	%
dont F	%	dont F	%
Sans réponse	**11%**	**Sans réponse**	**9%**
Total	**100%**	**Total**	**100%**

1. La réponse « Autre » recouvre diverses situations comme TZR, congé parental, congé formation, disponibilité, enseignement supérieur, absence de réponse, etc.
2. On lira avec réserve les pourcentages concernant les admis en raison des faibles nombres concernés.

En termes de nombre d'années d'études à partir de l'obtention de la licence (L3), les admissibles ont en fait (en moyenne) 1,25 années d'études en plus c'est-à-dire un peu plus que le M1, les admis en ayant fait un peu plus (1,29) et les femmes aussi. Ce sont les femmes admises qui ont, en moyenne, effectué les études les plus longues (1,37).
L'enquête ayant aussi porté sur l'année d'obtention des titres référencés ci-dessus, il est devenu possible d'avoir une vue « temporelle » du profil des admissibles qui fournit d'intéressantes indications.



L'année médiane est entre 1997 et 1998 pour la licence et entre 2001 et 2002 pour le CAPES. En résumé, il semble que le candidat « moyen » a réussi le CAPES quatre ans après la licence et se présente à l'agrégation interne dix ans plus tard. En ce qui concerne les admis, on a sensiblement les mêmes répartitions mais décalées d'une année, si bien que l'année médiane pour les admis se situe entre 1998 et 1999 pour la licence et entre 2002 et 2003 pour le CAPES.

2.2.5 À propos de la formation continue des candidats

Toujours dans le cadre de l'enquête auprès des admissibles, 53 d'entre eux (dont 8 inscrits au CAER) ont déclaré avoir bénéficié d'un congé formation ; parmi ces 53 candidats, 29 ont été reçus (55%), confirmant une convenable efficacité de ce type de congé (puisque le pourcentage de reçus parmi les admissibles est de 44%). Par ailleurs, 176 admissibles (57% des admissibles) ont déclaré avoir suivi une préparation au concours (il s'agit généralement d'actions universitaires contractualisée avec les rectorats) ; parmi eux 95 furent reçus (54% des inscrits à une préparation). On peut donc conclure objectivement (et ce n'est pas une surprise) que la préparation au concours de l'agrégation interne représente un effort très important que le congé formation et la préparation universitaire bonifient de toute évidence.
Il est à espérer que ces quelques statistiques inciteront les futurs candidats à s'inscrire dans les préparations et à solliciter avec insistance un congé formation, mais aussi qu'elles aideront à convaincre

les responsables ou délégués académiques à la formation de l'utilité de maintenir les préparations au concours, non seulement en raison de leur efficacité mais aussi de leur contribution au maintien d'un solide niveau dans la discipline pour les enseignants qui s'y inscrivent.

2.3 Statistiques

2.3.1 Agrégation interne 2012

Sont considérés comme présents les candidats qui ont des notes non nulles à toutes les épreuves écrites.

	Inscrits	Présents	admissibles	Admis
Ensemble	2324	1571	281	125
Femmes	804	534	57	27
Français et U.E.	2323	1571	281	125
Union Européenne	7	5	1	0
Étrangers hors UE	1	0	0	0
Moins de 50 ans	2154	1480	276	124
Moins de 45 ans	1956	1340	258	119
Moins de 40 ans	1571	1078	213	103
Moins de 35 ans	918	630	115	62
Moins de 30 ans	206	150	20	8

Professions				
	I	P	a	A
DIVERS	86	31	0	0
ENS.FPE.TIT	65	40	7	3
CERTIFIE	2051	1442	265	119
PLP	89	43	5	1
PROF ECOLES	33	15	4	2

Catégories				
	I	P	a	A
DIVERS	5	2	0	0
ENS.TIT.MEN	2221	1518	274	122
AG.FONC.PUB.ETA	98	51	7	3

Académies				
	I	P	a	A
AIX-MARSEILLE	124	81	13	5
BESANCON	33	23	5	3
BORDEAUX	75	51	8	3
CAEN	38	27	2	1
CLERMONT-FERRAND	43	35	5	1
DIJON	51	38	10	3
GRENOBLE	91	67	11	5
LILLE	137	101	18	7
LYON	123	74	8	3
MONTPELLIER	98	63	13	5
NANCY-METZ	75	51	4	2
POITIERS	53	33	8	4
RENNES	58	44	6	3
STRASBOURG	73	51	6	2
TOULOUSE	98	65	9	4
NANTES	57	44	7	5
ORLEANS-TOURS	78	56	7	2
REIMS	39	28	11	8
AMIENS	75	52	6	1
ROUEN	56	42	8	3
LIMOGES	25	15	5	3
NICE	86	55	8	2
CORSE	9	3	0	0
REUNION	90	63	15	6
MARTINIQUE	32	23	2	0
GUADELOUPE	36	25	1	0
GUYANNE	23	16	3	1
PARIS/CRET/VERS	501	314	76	41
NOUVELLE CALEDO	9	4	1	0
POLYNESIE	13	9	1	0
MAYOTTE	25	18	4	2

Centres d'écrit				
	I	P	a	A
DIVERS	36	17	1	0
AIX	124	81	13	5
AMIENS	75	52	6	1
BESANCON	33	23	5	3
BORDEAUX	60	44	8	3
CAEN	38	27	2	1
CLERMONT FERRAN	43	35	5	1
DIJON	51	38	10	3
GRENOBLE	91	67	11	5
LILLE	137	101	18	7
LIMOGES	25	15	5	3
LYON	123	74	8	3
MONTPELLIER	98	63	13	5
NANCY	75	51	4	2
NANTES	57	44	7	5
NICE	83	52	8	2
ORLEANS	78	56	7	2
PARIS	501	314	76	41
POITIERS	46	27	7	4
REIMS	39	28	11	8
RENNES	58	44	6	3
ROUEN	56	42	8	3
STRASBOURG	73	51	6	2
TOULOUSE	98	65	9	4
CAYENNE	23	16	3	1
DZAOUDZI-MAMOUT	25	18	4	2
FORT DE FRANCE	32	23	2	0
PAPEETE	13	9	1	0
POINTE A PITRE	36	25	1	0
SAINT DENIS REU	90	63	15	6
RABAT	7	6	1	0

Répartition des notes

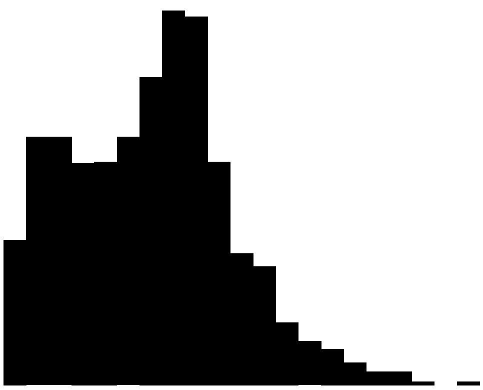
Écrit, épreuve 1 moyenne des admis 12,12
Écrit, épreuve 2 moyenne des admis 12,09
Seuil d'admissibilité : 90/200 (9,0/20)
Seuil d'admission : 222/400 (11,1/20)

Écrit : quartiles sur les notes non nulles									
	Présents			admissibles			Admis		
épreuve 1 (sur 20)	8	6	3	13	11	9	14	12	10
épreuve 2 (sur 20)	8	6	3	13	11	9	14	12	10
Total écrit (sur 200)	82	62	34	122	108	97	133	118	108

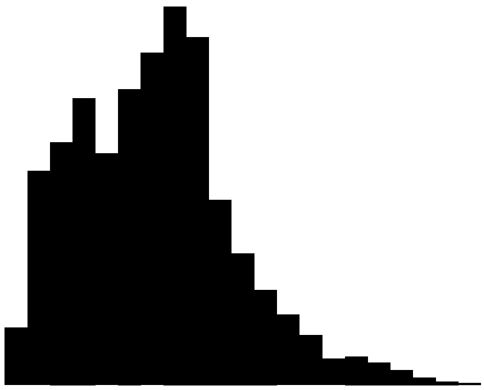
Écrit : histogramme cumulé (sur 20)									
	Total			écrit 1			écrit 2		
	P	a	A	P	a	A	P	a	A
20	0	0	0	2	2	2	1	1	0
19	1	1	1	2	2	2	3	3	2
18	1	1	1	4	4	3	7	7	4
17	3	3	3	11	11	9	15	15	11
16	8	8	6	18	18	12	27	27	19
15	14	14	10	30	30	22	42	42	30
14	31	31	24	49	49	35	56	56	37
13	48	48	38	72	71	50	82	81	52
12	78	78	56	105	101	70	119	117	70
11	131	131	88	167	155	92	169	159	81
10	193	193	108	236	194	100	238	208	98
9	281	281	125	353	240	117	335	239	112
8	431	281	125	546	267	124	517	270	120
7	652	281	125	742	278	125	715	280	125
6	833	281	125	903	281	125	889	281	125
5	985	281	125	1033	281	125	1044	281	125
4	1104	281	125	1150	281	125	1165	281	125
3	1243	281	125	1266	281	125	1315	281	125
2	1376	281	125	1396	281	125	1442	281	125
1	1499	281	125	1526	281	125	1554	281	125
0	1571	281	125	1602	281	125	1584	281	125

Oral : quartiles sur les notes non nulles						
	admissibles			Admis		
épreuve 1 (sur 20)	14	11	8	16	14	12
épreuve 2 (sur 20)	14	10	8	15	13	11
Total général (sur 400)	249	217	190	268	251	237

Oral et total général (sur 20)						
	Total		oral 1		oral 2	
	a	A	a	A	a	A
20	0	0	1	1	1	1
19	0	0	5	5	2	2
18	0	0	14	13	4	4
17	0	0	24	23	9	9
16	1	1	43	41	22	22
15	5	5	64	55	45	43
14	18	18	73	62	66	57
13	44	44	100	81	88	76
12	85	85	118	94	108	86
11	125	125	140	104	130	96
10	172	125	172	114	147	103
9	218	125	190	118	177	114
8	257	125	208	122	205	121
7	265	125	229	124	228	121
6	266	125	243	124	251	125
5	266	125	260	125	260	125
4	266	125	267	125	264	125
3	266	125	269	125	266	125
2	266	125	269	125	266	125
1	266	125	269	125	266	125
0	266	125	269	125	266	125



Écrit 1



Écrit 2

Oral 1

Oral 2

2.3.2 CAERPA 2012

Sont considérés comme présents les candidats qui ont des notes non nulles à toutes les épreuves écrites.

	Inscrits	Présents	admissibles	Admis
Ensemble	350	226	29	13
Femmes	125	90	9	5
Moins de 50 ans	310	196	28	12
Moins de 45 ans	279	181	26	11
Moins de 40 ans	219	144	23	11
Moins de 35 ans	128	83	15	7
Moins de 30 ans	31	20	6	4

Académies				
	I	P	a	A
AIX-MARSEILLE	22	17	2	1
BESANCON	4	3	1	1
BORDEAUX	13	8	0	0
CAEN	10	6	2	1
CLERMONT-FERRAND	5	4	0	0
DIJON	6	4	0	0
GRENOBLE	13	6	2	1
LILLE	29	24	2	1
LYON	19	13	1	0
MONTPELLIER	13	7	1	0
NANCY-METZ	14	10	4	2
POITIERS	8	5	0	0
RENNES	28	22	3	0
STRASBOURG	8	7	0	0
TOULOUSE	9	6	0	0
NANTES	25	17	3	3
ORLEANS-TOURS	10	6	0	0
REIMS	5	4	0	0
AMIENS	6	4	0	0
ROUEN	7	1	0	0
LIMOGES	1	0	0	0
NICE	7	1	1	0
REUNION	4	3	0	0
MARTINIQUE	1	1	0	0
GUADELOUPE	1	0	0	0
GUYANE	1	0	0	0
PARIS/CRET/VERS	72	45	6	2
NOUVELLE CALEDO	5	2	1	1
POLYNESIE	4	0	0	0

Centres d'écrit				
	I	P	a	A
DIVERS	89	53	0	0
AIX	22	17	2	1
BESANCON	4	3	1	1
CAEN	10	6	2	1
GRENOBLE	13	6	2	1
LILLE	29	24	2	1
LYON	19	13	1	0
MONTPELLIER	13	7	1	0
NANCY	14	10	4	2
NANTES	25	17	3	3
NICE	7	1	1	0
PARIS	72	45	6	2
RENNES	28	22	3	0
NOUMEA	5	2	1	1

Écrit : quartiles sur les notes non nulles									
	Présents			admissibles			Admis		
épreuve 1 (sur 20)	8	4	2	13	11	9	17	13	10
épreuve 2 (sur 20)	7	4	3	14	12	10	17	14	11
Total écrit (sur 200)	71	46	25	130	118	96	153	130	120

Écrit, épreuve 1 moyenne des admis 12,87
Écrit, épreuve 2 moyenne des admis 13,15

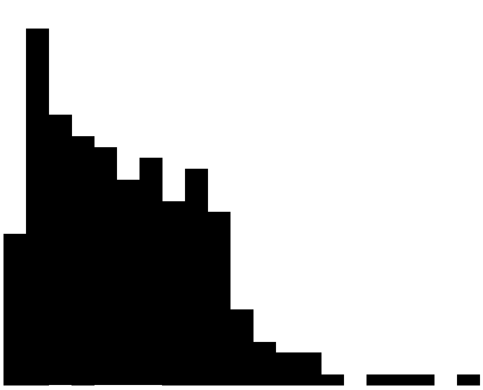
Seuil d'admissibilité : 90/200 (9,0/20)

Seuil d'admission : 232/400 (11,6/20)

Écrit : histogramme cumulé (sur 20)									
	Total			écrit 1			écrit 2		
	P	a	A	P	a	A	P	a	A
20	0	0	0	1	1	1	0	0	0
19	0	0	0	1	1	1	0	0	0
18	1	1	1	2	2	2	0	0	0
17	2	2	2	3	3	3	3	3	3
16	2	2	2	4	4	4	4	4	4
15	3	3	3	4	4	4	4	4	4
14	4	4	4	5	5	5	9	9	7
13	7	7	6	8	8	6	13	13	8
12	13	13	9	11	11	8	16	16	8
11	17	17	10	15	15	8	19	19	9
10	19	19	10	22	19	10	25	23	12
9	29	29	13	38	26	12	32	27	13
8	40	29	13	58	29	13	39	28	13
7	60	29	13	75	29	13	68	29	13
6	79	29	13	96	29	13	90	29	13
5	103	29	13	115	29	13	112	29	13
4	124	29	13	137	29	13	147	29	13
3	153	29	13	160	29	13	174	29	13
2	178	29	13	185	29	13	200	29	13
1	210	29	13	218	29	13	221	29	13
0	226	29	13	232	29	13	228	29	13

Oral : quartiles sur les notes non nulles						
	admissibles			Admis		
épreuve 1 (sur 20)	15	11	9	16	15	13
épreuve 2 (sur 20)	15	12	9	18	16	15
Total général (sur 400)	270	220	207	309	276	262

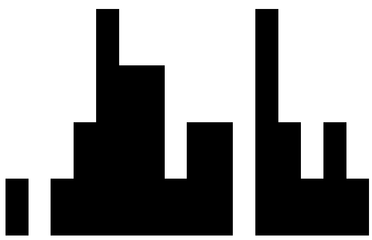
Oral et total général (sur 20)						
	Total		oral 1		oral 2	
	a	A	a	A	a	A
20	0	0	1	1	0	0
19	0	0	1	1	1	1
18	0	0	1	1	3	3
17	0	0	3	2	4	4
16	0	0	5	4	6	6
15	3	3	7	6	10	9
14	4	4	8	7	10	9
13	9	9	11	9	12	11
12	12	12	13	9	14	11
11	14	13	15	10	15	11
10	23	13	18	11	18	13
9	25	13	21	11	21	13
8	27	13	24	13	25	13
7	28	13	25	13	27	13
6	28	13	26	13	28	13
5	28	13	28	13	28	13
4	28	13	28	13	29	13
3	28	13	28	13	29	13
2	28	13	28	13	29	13
1	28	13	28	13	29	13
0	28	13	28	13	29	13



Écrit 1

Écrit 2

Oral 1



Oral 2

Chapitre 3

Programme du concours pour la prochaine session

Le programme du concours pour la session 2013 a été publié sur le site SIAC2 :
http://www.education.gouv.fr/cid58356/programmes-des-concours-de-la-session-2013.html
Ce programme est fort voisin du programme 2012 mais en diffère sur quelques points. Un accès direct est possible, en suivant le lien :
http://media.education.gouv.fr/file/agregation_interne/16/9/p2013_agreg_int_math_210169.pdf

L'attention des candidats est particulièrement attirée sur deux éléments :

- les programmes des classes de Première et Terminale viennent d'être modifiés, ce qui influe sur le programme du concours ;
- la liste des logiciels mis à disposition pour la seconde épreuve orale est susceptible d'évoluer (consulter le site http://agrint.agreg.org/logiciels.html).

Chapitre 4

Rapport sur les épreuves écrites

4.1 Première épreuve écrite

4.1.1 Énoncé

On trouvera l'énoncé de l'épreuve à l'adresse suivante : http://agrint.agreg.org/12-EP1.pdf

4.1.2 Généralités

Le problème traitait de quelques propriétés des réseaux d'un espace euclidien de dimension finie ; la première partie était consacrée à des propriétés générales des groupes abéliens libres de type fini, le fait qu'un réseau est par définition un sous-groupe d'un $\mathbf{Q}$-espace vectoriel en simplifiant quelque peu les démonstrations ; la seconde partie donnait un critère de similitude de deux réseaux en termes de matrices de Gram, critère utilisé dans la troisième partie, où l'on étudiait quelques exemples classiques de réseaux ; dans la partie D, on définissait la constante de Hermite et on démontrait l'inégalité de Hermite ; enfin la dernière partie était consacrée à des applications de nature arithmétique de cette inégalité [1].

La plupart des copies corrigées ont abordé principalement la partie A et le début des parties B, C et E.

Concernant la présentation, si peu de copies abusent encore des ratures, on regrette que la conclusion obtenue soit bien souvent omise dans la rédaction et que les résultats ne soient pas toujours mis en valeur (par un encadré, par exemple). La lisibilité de certaines copies en aurait été grandement améliorée : comment, en effet, être convaincu que le candidat estime avoir bien obtenu la conclusion demandée ?

En matière de rigueur, certaines copies mettent en place des raisonnements parfaitement articulés. En revanche, d'autres livrent un cheminement logique quelque peu désordonné (« si… alors… car… », auquel on préfèrerait « comme… et…, alors… ») ; de manière générale, il convient de ne pas « noyer » la conclusion finale au milieu du raisonnement.

On rappelle que les correcteurs apprécient la sincérité d'un candidat qui reconnait ne pas savoir justifier un résultat, plutôt que d'essayer de faire illusion : le candidat peut estimer que, puisqu'on ne met pas de point négatif, il ne risque rien, mais il ne faut pas oublier que la correction n'est pas strictement « locale », question par question : après avoir constaté dans une question une évidente mauvaise foi, un correcteur risque d'être moins compréhensif pour noter la suite du problème, en cas d'imprécisions par exemple.

1. Une bonne référence sur les réseaux est le livre de Jacques Martinet « Les réseaux parfaits d'un espace euclidien », Masson 1996.

Dans le même ordre d'idées, un grappillage un peu trop manifeste des questions simples peut certes rapporter quelques points (assez peu, ces questions ne bénéficiant pas d'un fort coefficient dans le barème), tout en présentant des risques pour le candidat : d'une part, celui de perdre le fil du problème en ne cherchant que ce type de questions, d'autre part celui de lasser les correcteurs qui finissent par être moins indulgents. . .

4.1.3 Analyse des réponses, question par question

Partie A

Cette partie, assez longue, a été abordée par la majorité des candidats au moins jusqu'à la question 8.

Il y a parfois eu une confusion entre sous-groupes et sous-espaces vectoriels de $\mathbf{R}^n$; plusieurs candidats ont cru que l'on pouvait étendre aux réseaux les théorèmes généraux sur les espaces vectoriels, par exemple que n vecteurs indépendants d'un réseau de $\mathbf{R}^n$ en forment une $\mathbf{Z}$-base (on se convainc aisément du contraire en considérant un système de n vecteurs ayant des coordonnées toutes paires).

- **A.1.a.** Question bien souvent réussie, à part pour un nombre non négligeable de candidats, qui affirment que « l'on sait que $\det(M^{-1}) = \det(M)$ », tout en écrivant la relation $\det(AB) = \det(A)\det(B)$.
  Peu de candidats ont pensé à justifier le fait que le déterminant d'une matrice à coefficients entiers est un entier, en s'appuyant sur la formule définissant le déterminant d'une matrice à partir de ses coefficients.
- **A.1.b.** Question souvent réussie, quelques confusions de vocabulaire (mineur, cofacteurs).
- **A.1.c. et 2.** La caractérisation d'un sous-groupe multiplicatif est trop souvent fausse (il manque la stabilité par passage à l'inverse, et parfois la vérification qu'il est non vide), alors que le cas d'un sous-groupe additif en A.2. est paradoxalement mieux traité. Concernant la stabilité par produit, certains candidats se sont contentés de montrer que le déterminant d'un produit AB de deux éléments de $GL_n(\mathbf{Z})$ valait ± 1, mais ont oublié de préciser que AB était à coefficients entiers.
- **A.3.** Il s'agissait de la première question un peu délicate du problème. Rappelons qu'une équivalence se démontre bien souvent par double implication ; les raisonnements ne séparant pas les deux implications se sont presque tous avérés peu rigoureux, voire faux.
  La définition de la matrice de passage d'une base vers une autre n'est pas toujours bien connue (et parfois fluctuante dans une même copie) ; par conséquent, on retrouve le même problème pour la formule du changement de base pour les vecteurs. Ainsi, on voit parfois une matrice de passage multipliée par une colonne de vecteurs, ou bien par un vecteur ($e'_i = Pe_i$). . .
- **A.4.a.** Question en général bien traitée.
- **A.4.b.** Question en général bien traitée ; quelques erreurs d'étourderie au moment de former y (erreur d'ordre dans les coefficients de Bézout).
- **A.4.c.** Question en général mal comprise : si certains candidats ont présenté un algorithme bien écrit, d'autres se sont contentés d'évoquer le nom d'algorithme d'Euclide, sans plus de détails. Il s'agissait ici d'écrire une version de l'algorithme d'Euclide étendu, à l'aide d'une boucle, en écrivant les étapes en français par exemple, tout en évitant les « . . . » et « etc. ». Cette question fournissait une occasion d'engranger un nombre conséquent de points.
  De manière plus générale, la notion d'algorithme semble encore incomplètement assimilée par certains candidats qui n'en perçoivent pas la nécessité ni les règles ; néanmoins, la mise en avant répétée de situations algorithmiques dans le cadre du concours (épreuves écrites, questions d'oral) semble porter ses premiers fruits.
- **A.4.d.** On a constaté une erreur fréquente sur la base de Λ : choix de la famille $(\varepsilon_1 + \varepsilon_2, \varepsilon_2)$ au lieu de $(\varepsilon_1 + \varepsilon_2, 3\varepsilon_2)$ par exemple. Cette erreur a cependant été évitée par les candidats ayant pris le

temps de faire un dessin.

- **A.5.** Si l'indépendance par rapport à la **Z**-base n'a presque jamais posé problème, l'indépendance par rapport à Ω a souvent souffert d'un manque de précision ; on aurait aimé lire que la matrice de passage d'une base orthonormale à une autre base orthonormale était une matrice orthogonale, donc de déterminant ± 1. On a également lu que le déterminant ne dépendait pas du choix de la base dans laquelle on se plaçait : cette affirmation est d'autant plus surprenante que l'énoncé rappelait la formule de changement de base sur le déterminant.
- **A.6.a.** De nombreux candidats ont ici fait appel à la formule $\|x\|^2 = \displaystyle\sum_{i=1}^{n} {x_i}^2$, alors que la base choisie dans E n'est pas supposée orthonormale ; certains d'entre eux ont donné un réel A dépendant de x, ce qui ne correspondaient pas à la conclusion attendue.
- **A.6.b.** Question correctement traitée en général.
- **A.6.c.** Beaucoup d'erreurs de raisonnement sur cette question. De nombreux candidats travaillent sur $m(\Lambda)$ sans en avoir justifié l'existence auparavant, d'autres affirment que toute partie minorée admet une borne inférieure, sans préciser qu'il s'agit d'une partie non vide de **R**. D'autres encore utilisent le caractère continu de la norme sur le compact $B_f(0;R)$ pour obtenir l'existence d'un minimum de la norme sur Λ et non sur $B_f(0;R)$. Enfin, on a très souvent lu que la borne inférieure d'un ensemble de réels strictement positifs était forcément elle-même strictement positive, ce qui n'est pas le cas, avec par exemple $\inf \mathbf{R}_+^*$.
- **A.6.d.** Question souvent correctement traitée, malgré l'oubli de l'hypothèse $0 \notin S(\Lambda)$ pour prouver la parité du cardinal de $S(\Lambda)$.
- **A.7.** Confusion fréquente entre famille génératrice du réseau Λ et famille génératrice de l'espace E. Le caractère générateur de la famille dans l'espace E a été correctement démontré par quelques candidats, mais la liberté a posé beaucoup plus de problèmes (l'indication de l'énoncé n'a pas souvent été exploitée).
- **A.8.** De nombreuses erreurs dans la vérification du fait que $(p(e_i))_{2\leq i\leq n}$ est une base de F ; cette partie du raisonnement a très souvent été oubliée ou a donné lieu à des affirmations fausses : rappelons que l'image d'une base par une application linéaire n'est pas toujours une base et que « le » supplémentaire d'un sous-espace n'est pas unique en général (par conséquent, la famille $(e_i)_{2\leq i\leq n}$ n'est pas forcément une famille de F, ni *a fortiori* une base de F).
- **A.9.a.** Question souvent bien réussie ; le bon concept à mettre à évidence est celui de *morphisme de groupes* (plutôt que celui de forme linéaire).
- **A.9.c** L'inclusion de H dans Λ_1 est un point qui a souvent été oublié.
- **A.9.d** L'appartenance de v à F_1 a été correctement prouvée par les candidats ayant abordé cette question, mais peu d'entre eux ont prouvé que v appartenait en fait à H (à l'aide de A.2. par exemple).
- **A.9.e** Cette question délicate a été rarement abordée. On regrette que l'hypothèse de récurrence à un rang donné ne soit pas clairement énoncée : ce manque de rédaction a empêché les candidats de traiter correctement l'hérédité.

Partie B

Cette partie a été presque toujours abordée, au moins pour les questions 1. et 2.

- **B.1.** L'intérêt du caractère orthonormal de la base n'a pas souvent été mis en valeur.
- **B.2.** Question presque toujours correctement traitée.
- **B.3.** Seul le sens direct a été abordé en général.
- **B.4.a.** On a constaté beaucoup d'erreurs de rédaction. L'existence de **Z**-bases n'a pas été clairement mise en évidence, puisque nombreux ont été les candidats à travailler sur une notation $(e_i)_{i\in[\![1,n]\!]}$ non explicitement introduite dans leur raisonnement.

Là encore, le fait que la famille $(u(e_i))_{i\in[\![1,n]\!]}$ soit une base de E n'est pas souvent mis en évidence ; il s'agissait d'un point particulièrement délicat ici, puisque E et F n'étaient pas a priori supposés de même dimension. De même, le fait qu'elle forme ensuite une $\mathbf{Z}$-base de $u(\Lambda)$ a été souvent oublié.

- **B.4.b.** On retrouve les mêmes remarques que précédemment. On a aussi noté, dans d'assez nombreuses copies, une erreur dans le choix du réel μ, qui n'est pas, en général, le rapport de similitude.
- **B.4.c.** Peu de candidats ont abordé cette question ; parmi ceux-là, beaucoup d'erreurs dans le calcul de $\det(\mu\, G)$, qui n'est pas égal à $\mu \det(G)$, mais à $\mu^n \det G$, avec ensuite la confusion entre λ, le rapport de similitude et μ. Rares ont été ces candidats à admettre, avec honnêteté, qu'ils n'avaient pas obtenu la formule demandée.

Partie C

Cette partie était l'occasion de traiter quelques exemples simples de réseaux et a été finalement peu abordée par des candidats ayant consacré la majeure partie de leur temps à la Partie A., plus théorique, mais relativement longue. Nous aurions apprécié davantage d'illustrations graphiques des réseaux étudiés ; les candidats ayant pris l'initiative de faire des schémas parallèlement à leurs démonstrations, notamment pour le calcul de $m(\Lambda)$, ont été récompensés.

- **C.1.** Si le calcul de $\det(\mathbf{Z}^n)$ et $m(\mathbf{Z}^n)$ était presque toujours correct, certains candidats ont oublié de prendre en compte les éléments de $S(\mathbf{Z}^n)$ à coordonnées négatives ou ont commis une erreur dans le dénombrement de $S(\mathbf{Z}^n)$.
- **C.2.b.** Cette question a été assez peu abordée. Les candidats se sont souvent contentés de montrer que la famille $(e_i)_{i\in[\![1,n]\!]}$ était une base de $\mathbf{R}^n$ (en confondant la notion de $\mathbf{Z}$-base et celle de $\mathbf{R}$-base) ou bien ont seulement montré que les combinaisons linéaires à coefficients entiers de $(e_i)_{i\in[\![1,n]\!]}$ étaient dans D_n ; ces arguments ne donnaient qu'une inclusion mais pas une égalité ensembliste.
- **C.2.c.** La valeur de $m(D_n)$ a très souvent été donnée sans démonstration ni schéma à l'appui. Les éléments et le cardinal de $S(D_n)$ sont presque toujours justes, en revanche.
- **C.2.d. à C.2.g.** Questions peu traitées, mais correctement abordées en général.
- **C.3.a. à C.3.c.** Même remarque.

Partie D

Cette partie n'a presque jamais été abordée, à l'exception de la question 1.b. et de la question 2.b., traitées, avec succès, par quelques candidats.

Partie E

Cette partie, dont certaines questions étaient indépendantes des parties précédentes, a permis à certains candidats d'engranger quelques points. Quelques erreurs fréquentes ont cependant été relevées :

- **E.1.b. et 1.c.** Le lien entre le degré d'un polynôme et le nombre maximal de ses racines n'est pas clairement énoncé, alors qu'il intervient à deux reprises. Plus précisément, il n'est jamais précisé que, **si** k **est un corps**, le nombre de racines d'un élément non nul de $k[X]$ est inférieur ou égal à son degré. Enfin, plusieurs candidats croient que, si tous les éléments d'un groupe sont d'ordre $\leqslant n$, l'ordre du groupe est $\leqslant n$.
  Si le théorème d'isomorphisme canonique a été souvent convenablement cité, beaucoup de candidats le confondent avec le théorème du rang et mélangent la notion de cardinal et celle de dimension.
- **E.2.a.** Confusion fréquente entre un élément de $\mathbf{Z}/p\mathbf{Z}$ et l'un de ses représentants dans $\mathbf{Z}$.

- **E.2.b.** Le calcul de la norme de x a posé problème aux candidats ayant abordé cette question. Rappelons que le carré de la norme d'un vecteur n'est pas toujours égal à la somme des carrés de ses composantes !

4.2 Seconde épreuve écrite

4.2.1 Énoncé

On trouvera l'énoncé de l'épreuve à l'adresse suivante : http://agrint.agreg.org/12-EP2.pdf

4.2.2 Généralités

Le thème

Le problème posé cette année en analyse avait pour but l'étude d'une notion courante en analyse et en topologie (bien que peu abordée dans les sujets antérieurs du concours) : les valeurs d'adhérence d'une suite à valeurs dans un espace vectoriel de dimension finie. En guise d'introduction, on faisait voir que pour une suite convergente u l'ensemble $\mathcal{V}(u)$ est réduit à un singleton, la réciproque étant vraie pour des suites bornées, puis on considérait quelques exemples de suites divergentes admettant des ensembles de valeurs d'adhérence plus ou moins simples : suites périodiques, suites discrètes, suites à évolution lente pour lesquelles $\mathcal{V}(u)$ est connexe, suites denses. La troisième partie établissait diverses propriétés de la force d'un point par rapport à une suite, notion asymtotique de « fréquence de visite » d'une suite au voisinage d'un point ; ces propriétés servaient dans la quatrième partie où on proposait un algorithme permettant, sous certaines hypothèses, de déterminer le nombre de valeurs d'adhérences d'une suite. Ce résultat est dû à Jean-Paul Delahaye (Algorithmes pour suites non convergentes, Numerische Mathematik 34, 1980).

Les points positifs

L'un des objectifs du concours de l'agrégation interne de mathématiques est d'inciter des professeurs à se réengager dans des études, à y parfaire et élargir leur culture mathématique. De fait, le jury a pu remarquer que le sujet a été traité de façon fort satisfaisante par un bon nombre de candidats, un sixième environ ce qui correspond à la proportion des admissibles potentiels ; qui plus est, le caractère assez peu « classique » des questions étudiées par rapport à la culture mathématique des professeurs a permis d'apprécier la préparation intense et efficiente de nombreux candidats. Le jury se félicite de cet état de fait et encourage les candidats non encore parfaitement au point à persister dans leurs efforts.
Parmi les copies où le problème n'est pas survolé on a pu noter :

- un effort de présentation, de clarté ;
- qu'en général, lorsque le candidat ne sait pas répondre à une question, il admet le résultat (sauf pour la question A-1) : peu de « triche » intellectuelle ; peu de « zapping » également !
- et une assez bonne surprise par rapport à la nouveauté, les algorithmes : de nombreux candidats ont à peu près correctement traité l'un des deux algorithmes, certains algorithmes manquant toutefois de clarté ou d'explications dans leur mise en œuvre :
  - ▷ variables non énoncées à l'entrée ;
  - ▷ boucles et tests mal calés ;
  - ▷ peu d'attention portée à ce qui sort de l'algorithme.

Les points négatifs

- **Côté présentation :** Il y a encore trop de candidats qui oublient de marquer le numéro de certaines questions ou qui écrivent de manière peu lisible.
- **Côté rédaction :**
  - Une difficulté peut-être liée au sujet : une grande partie des candidats ont une idée intuitive des démonstrations, font des schémas assez représentatifs de la situation mais la démonstration ne reste que paraphrase de l'énoncé.
  - Certains candidats donnent des démonstrations très schématiques (par exemple, une succession de mots sans phrase construite) ou abusant d'abréviations.
  - Lorsqu'une question ne semble pas très difficile (par exemple la question 16), il ne faut pas pour autant abuser des expressions comme « c'est clair » ou « il est évident que » ou « on peut montrer facilement que », surtout si on ne parvient pas à résoudre les questions plus délicates.
  - Une mauvaise gestion du temps en fin de l'épreuve a poussé quelques bons candidats à survoler plusieurs questions (écrivant même parfois « je n'ai pas le temps ») sans contribuer de manière notable, alors qu'une rédaction attentive pouvait leur apporter nombre de points.
- **Côté raisonnement :**
  - Pour les questions où il s'agit de montrer une équivalence, on lit trop souvent des tentatives de raisonnements directs (par équivalence) qui s'avèrent peu clairs voire « boiteux » ; il est très souvent préférable de procéder par double implication, et en précisant clairement de quelle implication il s'agit dans tel ou tel passage.
  - Pour les questions nécessitant un raisonnement par récurrence, on voit souvent une simple évocation des premiers termes. On pourrait au moins préciser qu'un raisonnement par récurrence est nécessaire s'il reste peu de temps pour le mettre en place. Dans un nombre non négligeable de copies, le correcteur est averti seulement à la fin de la démonstration que celle-ci est une démonstration par récurrence.
- **Côté mathématique :** il y a eu de fréquentes confusions entre valeur d'adhérence d'une suite (limite d'une suite extraite de cette suite) et valeur d'adhérence d'un ensemble (limite d'une suite d'éléments de cet ensemble) ; et l'aspect extraction par une fonction strictement croissante n'a en général pas été établi.

Quelques conseils thématiques :

– **la rigueur** est toujours nécessaire et on recommande de s'abstenir de faire de la paraphrase ou de bluffer quand la solution ne semble pas évidente. Certaines questions du problème se prêtaient particulièrement à de tels comportements (surtout celles qui portaient sur des démonstrations d'existence et d'unicité, ou des passages à la limite, les questions 1 et 2 de la partie I, la partie C de la partie I et la partie III en général) et les correcteurs en ont tenu compte. D'une manière générale, toutes les questions commençant par « justifier » ou « vérifier » appellent des arguments pertinents et rigoureux, puisque la réponse étant donnée dans l'énoncé, ne reste à la charge du candidat que l'argumentation de la démonstration.

– **le raisonnement par l'absurde** (ou par contraposition), doit être indiqué clairement et on doit en tous cas éviter d'aboutir à une contradiction alors qu'on ne fait pas un raisonnement par l'absurde (cela s'est souvent présenté dans la question 6 de la partie I).

– **le souci pédagogique** est naturellement attendu compte tenu du but de ce concours ; la question 6 (toujours elle) était fort révélatrice de cette attente car peu difficile mais parfois épouvantablement mal rédigée.

– **les quantificateurs** sont largement en usage, notamment pour traduire la définition d'une valeur d'adhérence d'une suite ou celle de la limite d'une suite, ce qui est correct. Les quantificateurs ne sont pas interchangeables ; ainsi, l'explicitation du fait qu'une suites est non stationnaire (encore

la question 6 !), mal faite, conduit-elle à considérer (à tort !) des suites dont tous les éléments sont deux à deux distincts à partir d'un certain rang. L'usage des quantificateurs ne doit pas être abusif ; ainsi, lorsque dans une démonstration il s'agit d'appliquer une propriété vraie pour tout ε à une valeur particulière ε, ce point n'est pas toujours bien explicité et on continue à voir des quantificateurs de ci de là dans la rédaction. Autre aspect (voisin), les quantités figurant dans des assertions énoncées à l'aide de quantificateurs (par exemple un $\varepsilon > 0$, un entier n_0), devraient alors être considérées comme des « variables muettes » ; trop souvent elles sont utilisées ensuite au cours d'une démonstration, sans y avoir été explicitement introduites, ce qui peut rendre incompréhensible le cheminement logique de la démonstration.
– **les égalités d'ensemble** posent un problème voisin des équivalences logiques. Il est souvent préférable de procéder par double inclusion. Pour montrer l'égalité de deux ensembles A et B par double inclusion, certains candidats montrent d'abord que $A = \emptyset$ équivaut à $B = \emptyset$, ce qui n'est bien sûr pas nécessaire.
– **le raisonnement par récurrence** impose d'indiquer dès le début quelle est la propriété $\mathcal{P}_n$ visée et quel est l'ensemble auquel appartient l'entier n sur lequel porte la récurrence.
– **les bornes inférieures et les minimums** doivent être distingués, faute de quoi certaines démonstrations (pourtant nécessaires) disparaissent (ainsi en question 12).

4.2.3 Analyse des réponses, question par question

Partie I – Valeurs d'adhérence d'une suite
Cette partie, longue,permettait à un candidat ayant répondu correctement à l'intégralité de trois des quatre sous-parties d'obtenir une bonne note.

1. Les questions 1 et 2, assez délicates mais presque toujours abordées, ont engendré un certain nombre d'erreurs, souvent par confusion entre « il existe une suite de points de l'ensemble des termes (c'est-à-dire $\{y \ / \ \exists n, y = u_n\}$) qui tend vers x » et « il existe une suite extraite de la suite u_n qui tend vers x », ou encore basées sur le faux argument « $\overline{T_N(u)}$ est inclus dans $\mathcal{V}(u)$ ». De même, la limite d'une suite convergente composée d'éléments de $T_N(u)$ n'avait aucune raison d'appartenir à $\mathcal{V}(u)$. On attendait sur ces premières questions un raisonnement très soigné et les candidats qui l'avaient compris s'en sont bien sortis.
2. Cette question également souvent traitée a permis de départager les candidats, tant il est vrai qu'elle fut traitée de manières très différentes en fonction des rédacteurs. Notons tout de même que l'argument qui consiste à dire que l'intersection des ensembles d'indices supérieurs à N est vide est faux.
3. **(a)** Cette question a, en général, été bien traitée. Il suffit de noter qu'une intersection de fermés est fermée (au fait, il n'est pas du tout nécessaire que ce soit une intersection dénombrable).

   (b) Très souvent abordée, cette question est aussi l'une des questions discriminantes du problème. Bien sur, le caractère borné de $V(u)$ devait être démontré et non pas énoncé de façon péremptoire, mais aussi fallait-il dire que l'espace vectoriel est de dimension finie pour pouvoir conclure qu'un fermé, borné est un compact. Enfin le théorème de Bolzano-Weierstrass (également basé sur la dimension finie !) permet de conclure que $V(u)$ n'est pas vide. Ces deux théorèmes sont parfois énoncés pour un espace métrique complet, ce qui est faux (dans L^1, la suite $u = (\mathbf{1}_{[n,n+1]})_{n\in\mathbf{N}}$ est contenue dans la boule unité, mais toute suite extraite $(u_{\varphi(n)})$ vérifie $\|u_{\varphi(n)} - u_{\varphi(m)}\| = 2$ donc diverge).
   On voit parfois démontré le fait que $V(u)$ n'est pas vide en disant que « dans un espace métrique complet, l'intersection d'une suite décroissante (F_n) de fermés non vides est non vide », propriété fausse (dans $\mathbf{R}$, considérer les ensembles $[n, +\infty[$). Cela deviendrait vrai

(origine probable de l'erreur) en supposant de plus que $\lim_{n\to+\infty} \operatorname{diam}(F_n) = 0$ (hypothèse d'ailleurs non vérifiée pour $F_n = \overline{T_n(u)}$ dès que $V(u)$ a plus d'un élément).

4. **(a)** Le plus simple était d'effectuer une démonstration par l'absurde.

(b) Cette question a souvent été bien traitée. Cependant une erreur a parfois été commise dans l'implication directe : la propriété contraire de « $\mathcal{V}(u)$ est un singleton », n'est pas « $\mathcal{V}(u)$ est un ensemble fini d'au moins 2 éléments ». Curieusement, l'unicité de la limite ℓ d'une suite convergente u est parfois invoquée (à tort) pour en déduire que toute suite extraite de u converge vers ℓ (cela découle plutôt de ce qu'une application $\varphi : \mathbf{N} \to \mathbf{N}$ strictement croissante vérifie $\varphi(n) \geq n$ pour tout $n \in \mathbf{N}$).

5. De nombreux candidats ont trouvé une suite $(w_n)_{n\in\mathbf{N}}$ répondant à la question. Beaucoup moins ont pensé à démontrer effectivement que $\mathcal{V}(u) \cup \mathcal{V}(v) \subset \mathcal{V}(w)$ et très peu ont démontré l'inclusion inverse.

6. C'est peut être ici une des questions les plus discriminantes du problème. Elle est classique et pourtant trop de candidats la rédigent si mal que malgré la présence de tous les arguments leur conclusion est fausse. Il y a beaucoup d'erreurs sur la négation de la propriété « stationnaire ». Certains candidats croient raisonner par l'absurde alors qu'ils font un raisonnement direct. Heureusement de bonnes copies présentent une rédaction parfaite de cette question. On pouvait par exemple écrire

$$\exists N \in \mathbf{N}, \quad \forall n \geq N, \quad |u_n - l| \leq \frac{r}{4}$$

ce qui donne

$$\exists N \in \mathbf{N}, \quad \forall n \geq N, \quad |u_n - u_N| \leq |u_n - l| + |l - u_N| \leq \frac{r}{2} < r$$

et on conclut que la suite est stationnaire à partir du rang N.

7. Pour cette question, il fallait utiliser le fait qu'une suite extraite d'une suite discrète est discrète.

8. On pouvait sur cette question montrer sa culture mathématique. Plusieurs arguments étaient admis, comme, par exemple, l'unicité de la décomposition d'un entier naturel en base 2. Si l'existence de la décomposition est très souvent démontrée, il n'en va pas de même pour l'unicité. La plupart des candidats font une démonstration par récurrence pour l'existence, ce qui est juste mais pas forcément le plus naturel et qui ne donne pas l'unicité. Dans d'autres copies, l'aspect existence est démontré en choisissant pour p le max de l'ensemble des entiers q tels que $2^q \leqslant n$ (avec des raisonnements parfois imprécis, mais relevant de cette idée). On prouve ensuite que $n - 2^p$ est le k cherché. L'aspect unicité est en général passé sous silence, le candidat considérant que le choix de p s'impose par évidence. Pourtant, l'unicité aurait pu découler d'une étude de condition nécessaire (si p et k existent, alors nécessairement p est le max des entiers q tels que $2^q \leqslant n$ et $k = n - 2p$, donc s'ils existent ils sont uniques). L'existence relève alors de la condition suffisante : les p et k dégagés par la condition nécessaire conviennent. Le parallèle entre condition nécessaire/suffisante et unicité/existence n'est presque jamais apparu.

9. Cette question sur la construction d'un algorithme a été souvent bien traitée. Quelques erreurs d'incrémentation/décrémentation (parfois à la fin de l'algorithme) amènent à des algorithmes faux. De nombreux candidats ont voulu, dans cette question, se servir de l'algorithme d'Euclide, ce qui n'était pas forcément le plus efficace.

10. (b) Le résultat, souvent indiqué, est même quelquefois prouvé !

11. **(a)** Cette question, lorsqu'elle a été abordée, a été souvent résolue avec succès (notamment par dichotomie). Il est à noter que la densité de $\mathbf{Q}$ ne permettait pas de conclure.

(b) Cette question permettait de tester le souci de cohérence dans les réponses : la suite $(v_n)_{n\in\mathbf{N}}$ étant bornée, $\mathcal{V}(v)$ était compact (question 3-b) ; donc $[0,1[$, souvent évoqué, ne pouvait pas être la bonne réponse. D'autre part, il était inutile de montrer que 1 appartenait à $\mathcal{V}(v)$ car $\overline{[0,1[} = [0,1]$!

12. Une partie de $\mathbf{R}$ admet une borne inférieure si elle est minorée et <u>non vide</u>. L'existence de $\inf T_N(u)$ est rarement bien établie. La propriété « A est une partie non vide minorée de R, donc A admet une borne inférieure » n'apparait pas toujours clairement (les candidats se contentent souvent de vérifier que A est minorée).

13. Les réponses à cette question sont souvent correctes.

14. Cette question est peu ou mal traitée. La suite (m) n'est pas, *a priori*, une sous suite de (u).

15. De nombreux candidats ne remarquent pas l'égalité des trois termes à comparer et ne donnent que des réponses partielles. On a parfois eu un argument (faux) selon lequel pour tout entier naturel n, $\liminf\limits_{n\to+\infty} u_n \leq u_n$.

16. Comme en question 13.b. le raisonnement devait être très clair pour que la question soit comptée entièrement juste. Trop de candidats ont écrit des propositions fausses comme $u_n < \inf T_n(v)$. Il s'agissait de d'abord montrer que, si $u_n \leq v_n$ pour tout $n \in \mathbf{N}$, alors, étant donné $N \in \mathbf{N}$, on a $\inf\limits_{n\geq N} u_n \leq \inf\limits_{n\geq N} v_n$; on a parfois obtenu à la place « $\inf\limits_{n\geq N} u_n \leq \max\limits_{n\geq N} u_n \leq \inf\limits_{n\geq N} v_n$ » (la deuxième inégalité est fausse) ; en fait on attendait plutôt ceci : pour tout $n \geq N$, $\inf\limits_{k\geq N} u_k \leq u_n \leq v_n$ (la borne inférieure de $T_N(u)$ étant un minorant de $T_N(u)$), donc $\inf\limits_{k\geq N} u_k \leq \inf\limits_{n\geq N} v_n$ (la borne inférieure de $T_N(v)$ est plus grande que tout minorant de $T_N(v)$).

Par ailleurs, lorsqu'on veut utiliser une propriété de la borne inférieure, il importe de bien la dégager ; par exemple : pour tout ensemble borné $A \subset \mathbf{R}$, on a $\inf A = \inf \bar{A}$ ou encore $\inf A \in \bar{A}$.

17. De nombreux candidats ont trouvé un exemple de deux suites $(u_n)_{n\in\mathbf{N}}$ et $(v_n)_{n\in\mathbf{N}}$ vérifiant

$$\liminf_{n\to+\infty} u_n + \liminf_{n\to+\infty} v_n < \liminf_{n\to+\infty} (u_n + v_n)\,.$$

Peu ont fait la démonstration de l'inégalité large qui nécessite une manipulation rigoureuse de la borne inférieure d'un ensemble.

18. Presque aucun candidat ne répond correctement à cette question, il est vrai un peu délicate. Cependant il est curieux de voir dans de très nombreuses copies des exemples tout à fait aberrants : $(-1)^n$, $\dfrac{1}{n}$, $\ln n$ (l'une des trois propriétés : à croissance lente, divergente, bornée étant oubliée). La suite $(u_n)_{n\in\mathbf{N}}$ définie pour tout entier naturel n par

$$u_n = \cos(\pi\sqrt{n})$$

était l'un des exemples les plus simples à traiter. Deux copies donnent une bonne solution en utilisant la suite (v_n) de la question 11 et en la ré-ordonnant (les termes d'indices $n \in [\![2^{p+1}, 2^{p+2}[\![$ sont énumérés dans l'ordre inverse de ceux d'indices dans $[\![2^p, 2^{p+1}[\![$).

19. Cette question a été assez bien faite lorsqu'elle a été (rarement) abordée. Pour exprimer que l'ensemble $V(u)$ n'est pas connexe, les candidats disent en général qu'il est réunion de deux fermés non vides disjoints, sans préciser qu'il s'agit de fermés *relatifs* de $V(u)$ i.e. des intersections avec $V(u)$ de deux fermés de E ; et, seulement parce que $V(u)$ est fermé dans E, on peut conclure que ce sont bien deux fermés de E.

20. Dans cette question, il est important de parler de la continuité de la fonction distance puis d'utiliser la compacité (essentielle) de K_1, K_2 ou celle du produit $K_1 \times K_2$. D'excellentes rédactions ont été proposées dans cette question.

21. Il ne suffit pas dire que Ω_1 et Ω_2 sont des ouverts, il faut le prouver en utilisant, à nouveau, la continuité de la fonction distance.

22. La dernière question de la partie I était délicate. Elle a été abordée avec bonheur et avantage par quelques rares candidats.

Partie II – Valeurs d'adhérence des suites itératives

23. Cette question est largement abordée par les candidats mais assez mal traitée par une majorité d'entre eux. Notamment il n'est pas vrai qu'une valeur d'adhérence a définie pour une suite itérative vérifie nécessairement $f(a) = a$, propriété qu'on trouve hélas assez souvent « démontrée »...

De nombreux candidats citent le théorème du point fixe mais oublient qu'il s'agissait de démontrer une double inclusion. L'inclusion délicate $V(u) \subset f(V(u))$ n'a d'ailleurs été traitée que par un tout petit nombre de candidats.

24. Cette question simple est bien traitée.

25. Pour la question 25(a) (et 26a), la remarque concernant la récurrence dans les commentaires généraux est à nouveau valable. Dans la question 25(b), le principe des tiroirs est assez souvent appliqué de façon erronée. Il permet d'affirmer que, comme on a $h_n \in [\![0, b]\!]$ pour tout $n \in \mathbf{N}$ (donc pour une infinité de valeurs de n), il existe deux entiers distincts n_1 et n_2 tels que $h_{n_1} = h_{n_2}$. En revanche il est faux de dire qu'il existe $n \in [\![0, b]\!]$ tel que $h_{b+2} = h_n$, ou de dire que, pour tout entier naturel N, il existe $p \in \mathbf{N}$ tel que $h_{N+p} = h_N$.

26. La rédaction de 26 (b) a trop souvent été négligée : division par un réel sans s'assurer qu'il est non nul.

27. Cette question simple a rarement été traitée correctement.

Partie III – Force d'un point

28. Pour montrer que cette suite est bornée, il ne suffit pas de montrer qu'elle est majorée.

29. Trop peu ont indiqué que la fonction H était croissante et bornée, ce qui permettait de conclure (la multiplication des variables a manifestement dérouté les candidats).

30. Le passage de $0 \leqslant H_m(x, u, \epsilon) \leqslant 1$ à $0 \leqslant H(x, u, \epsilon) \leqslant 1$ est considéré comme un passage à la limite, alors qu'une limite inférieure n'est pas une limite.

33. Les questions 33, 34 et 35 sont délicates et rarement résolues correctement.

34. Pour obtenir une suite u et un réel x tels que $F(x, u) = 1$ il suffit de prendre $x = 0$ et de trouver une suite u vérifiant par exemple

$$\lim_{m\to+\infty} m^{-1}\text{card}\{n \in [\![0, m-1]\!] \ / \ u_n = 0\} = 1.$$

Citons deux réponses (une seule ayant été bien justifiée) : $u_n = 1$ si n est le carré d'un entier (resp. n est une puissance de 2) et $u_n = 0$ sinon.

36. Beaucoup ont oublié le singleton $\{20\}$.

Les dernières questions du problème n'ont pratiquement pas été abordées.

Chapitre 5

Rapport sur les épreuves orales

5.1 Considérations générales

Les futurs candidats et préparateurs sont instamment invités à consulter les rapports des sessions précédentes, qui décrivent en détail le déroulement des épreuves ainsi que les attentes du jury. Le cadre des épreuves orales n'a pas évolué en 2012 et ne devrait pas substantiellement changer en 2013. Les remarques qui suivent mettent l'accent sur quelques points particuliers, les grandes lignes ayant été indiquées dans les rapports précédents.

- Beaucoup trop de candidats gèrent difficilement le temps qui leur est imparti.
- Parmi les développements proposés, trop de candidats ne parviennent pas au bout par manque de maitrise.
- Les exposés faisant intervenir de la géométrie manquent sérieusement de dessins ou figures.
- Souvent les exposés d'arithmétique (et d'algèbre en général) évoquent la cryptographie comme application mais à part le mot rien n'est vraiment expliqué à ce sujet.
- En ce qui concerne les réseaux, on ne voit qu'une application aux matrices de taille 3 ou 4 avec beaucoup de 1 et de 0...
- La fonction Gamma et l'intégrale de Gauss donnent lieu à d'abondants calculs et de rares applications en probabilités.

5.2 L'épreuve orale d'exposé

5.2.1 Le choix des leçons

Comme les années précédentes, le jury a constaté une réticence de la part d'un bon nombre de candidats à choisir des leçons de géométrie ; la répulsion que certains candidats semblent éprouver vis-à-vis des question de géométrie les pousse parfois à choisir (dans le couplage de leçons qu'ils ont tiré) des sujets plus difficiles ou mal maitrisés, ce qui en définitive ne leur rend pas service.

Les rares candidats qui ont choisi des exposés en probabilités maitrisent mal les concepts probabilistes. Tout d'abord, il faut rappeler le vocabulaire propre aux probabilités si on l'emploie :

- p-listes avec répétition d'un ensemble à n éléments = p-uple constitué avec les éléments d'un ensemble à n éléments.
- p-listes sans répétition d'un ensemble à n éléments, en bijection avec les injections d'un ensemble à p éléments dans un ensemble à n éléments.
- p-combinaisons sans répétition d'un ensemble à n éléments = parties à p éléments d'un ensemble à n éléments.

– p-combinaisons avec répétition d'un ensemble E à n éléments = applications f de E vers $\mathbf{N}$ telles que $\sum_{x \in E} f(x) = p$.

Dans les exposés ayant trait à la loi binomiale $B(n,p)$ (229, 259), on peut évoquer les deux façons d' approximer celle-ci, soit par une loi de Poisson $P(\lambda)$ (si $np \to_{n\to\infty} \lambda$), soit par une loi normale avec le théorème de la limite centrale. Pour ces exposés comme pour ceux traitant de la loi normale (249), il est intéressant de mentionner les intervalles de confiance (qui figurent maintenant dans les programmes des classes de Première et de Terminale) voire quelques notions sur l' estimation.

5.2.2 Le plan

Il s'agit, dans un temps assez court (15 minutes au maximum), de présenter l'articulation des notions et des principaux résultats. Trop de candidats gèrent mal le temps et passent dix minutes à donner des définitions qu'ils devraient rappeler très rapidement pour avoir le temps d'aborder soigneusement les points cruciaux, originaux ou délicats.

Tel fut le cas, par exemple, pour l'exposé sur l'algorithme d'Euclide (159) où il arrive que les candidats n'aient pas le temps de donner le moyen de calculer les coefficients qui interviennent dans l'identité de Bezout. De même pour l'exposé sur les groupes cycliques et groupes monogènes (101).

5.2.3 Le développement

Le développement doit être une présentation vivante d'une situation mathématique particulière, dans un temps limité. Le candidat peut occasionnellement consulter ses notes (pour vérifier une hypothèse, une notation) mais ne doit pas se borner à les relire ; une telle attitude est pénalisante.

5.2.4 Le niveau de la leçon

Bien que cela ait été abondamment signalé dans les rapports précédents, signalons qu'un positionnement trop « élémentaire » n'est pas favorable au candidat, de même que le fait de traiter des questions mal maitrisées.

Il n'est généralement pas judicieux de se placer dans un cadre plus général que celui qui est précisé dans l'intitulé du sujet ; ainsi, remplacer « espace de dimension finie » par « espace préhilbertien » ou « espace complet » peut créer de nouvelles difficultés qu'il faudra traiter ; il est alors préférable d'étendre les résultats présentés en fin d'exposé.

5.2.5 Les questions du jury

Le jury soumet généralement au candidat une ou deux questions pour s'assurer d'une bonne compréhension des notions abordées au cours de l'exposé, puis élargit l'interrogation afin de tester la culture du candidat. Si le candidat n'a pas proposé d'exemple ou de contre-exemple, cela lui pourra lui être demandé à ce moment.

5.2.6 Quelques leçons particulières

La numérotation des sujets est la même que l'année précédente à quelques exceptions près.

101 (groupes monogènes, groupes cycliques) : Ce sujet amène inévitablement la question de savoir si les sous-groupes d'un groupe monogène sont monogènes ; l'étude des sous-groupes de $\mathbf{Z}/m\mathbf{Z}$ peut éventuellement amener à considérer l'indicateur d'Euler.

107 (dimension et rang) : Ce sujet est réellement vaste ; il peut être avantageux de considérer les notions de famille libre et famille génératrice comme des prérequis, mais le lien entre ces notions ne peut être éludé.
164 (combinatoire) : Les outils de base du dénombrement doivent être bien maitrisés avant de passer à des choses plus compliquées.
206 (compacité) : Cette leçon a donné lieu à des exposés assez réussis, avec des développements variés (théorème de d'Alembert-Gauss, projection sur un compact convexe, etc.).
207 (théorème des valeurs intermédiaires, applications) : Le théorème évoqué entraine l'existence de solutions pour certaines équations du type $f(x) = 0$, il convient alors d'évoquer quelques méthodes de résolution numérique de ces équations et de les comparer.
210 (séries entières) : La définition du rayon de convergence n'est pas bien comprise. Il convient de mettre en évidence ce qui peut se passer sur le cercle de convergence et comment on peut majorer ou minorer le rayon de convergence par application directe de la définition.
219 (fonction réciproque d'une fonction définie sur un intervalle, continuité, dérivabilité, exemples) : Cette leçon repose fondamentalement sur le théorème des valeurs intermédiaires. En application, il est intéressant de signaler qu'une fonction continue sur un intervalle est injective sur cet intervalle si et seulement si elle est strictement monotone (l'une des deux implications est un peu délicate).
236 (continuité, dérivabilité, exemples et contre-exemples) : Trop peu d'exemples intéressants et encore moins de contre-exemples dans cette leçon pourtant très riche ; on aurait bien aimé voir une fonction continue et nulle part dérivable.

5.3 L'épreuve orale d'exemples et exercices

5.3.1 Principe et déroulement de l'épreuve

L'épreuve dite d'exemples et exercices consiste à présenter à partir de situations particulières (d'où le nom de l'épreuve) comment le candidat conçoit la pratique des mathématiques par rapport aux connaissances fondamentales, aux différents niveaux d'enseignement et aux outils qui peuvent être éventuellement mobilisés (logiciels, programmation).

À son arrivée, le candidat tire au sort une enveloppe comportant deux thèmes d'exercices. Il dispose alors de trois heures pour préparer l'un des deux thèmes, pendant lesquelles il peut librement consulter les ouvrages mis à sa disposition par la bibliothèque de l'agrégation, ou bien ceux qu'il aura pris soin d'apporter avec lui (on rappelle que ces derniers doivent être des livres du commerce, muni d'un numéro ISBN et exempts de toute annotation). Il peut utiliser les logiciels qui sont mis à sa disposition pour préparer la partie de sa présentation qui pourra y faire appel. Les fichiers créés par le candidat sont sauvegardés sur le réseau et sont récupérés lors de l'entrée dans la salle d'interrogation.

Pendant sa préparation, le candidat sélectionne trois à six exercices correspondant au thème retenu et rédige un document comportant la liste des énoncés, ainsi que les motivations et remarques correspondantes. À l'issue de la préparation, des photocopies de ce document sont réalisées par les appariteurs ; ces photocopies sont remises aux examinateurs et l'épreuve orale proprement dite peut alors commencer.

L'épreuve se déroule alors en trois temps :

1. Présentation motivée de l'ensemble des exercices sélectionnés par le candidat (durée maximale de 15 minutes).
2. Résolution commentée d'un des exercices au choix du candidat parmi ceux qu'il vient de présenter (durée minimale de 15 minutes).
3. Questions du jury (durée minimale de 15 minutes).

L'épreuve n'est pas censée représenter une séance devant une classe de collège ou de lycée ; des objectifs plus ambitieux et un rythme plus soutenus peuvent être adoptés sous réserve d'une bonne maitrise des notions mathématiques sous-jacentes et d'une réelle qualité d'exposition.

5.3.2 Utilisation de logiciels

Les mathématiques d'aujourd'hui utilisent largement les moyens mis à disposition par les progrès de l'informatique, qu'il s'agisse de logiciels prêts à l'emploi ou d'algorithmes résolvant des problèmes de manière explicite. Cette situation a modifié de manière importante les conditions de l'exercice du métier d'enseignant : d'une part, certaines tâches techniques (longs calculs, tracés de courbes, modélisation de situations géométriques) sont facilitées par des logiciels spécialisés et d'autre part différents logiciels interviennent couramment comme outils pédagogiques. Enfin, on doit mentionner la présence de l'algorithmique dans les programmes de mathématiques au niveau du lycée.

Cette dimension est évaluée lors de l'épreuve orale d'exemples et exercices pour laquelle les candidats disposent d'un matériel informatique, fonctionnant sous Linux, et d'un choix de logiciels qui sont précisés sur le site du jury (adresse `http://agreg.org/interne/logiciels.html`). Les candidats ont la possibilité, **s'ils le souhaitent**, d'illustrer **un** (et pas plus d'un) des exemples ou exercices proposés au moyen d'un algorithme effectivement programmé ou de l'usage d'un logiciel. Il convient que les illustrations algorithmiques ou logicielles apportent une réelle plus-value par rapport au sujet traité, et ne se limitent pas à une suite d'actions de type « presse-bouton ». Les logiciels mis à disposition, notamment de calcul formel, peuvent servir pour venir à bout plus efficacement de situations de calcul (notamment en algèbre linéaire), sans qu'il soit absolument nécessaire de présenter le détail des commandes face au jury. On pourra également utiliser avec profit des logiciels de calcul numérique afin de proposer des applications significatives des exemples proposés.

Le but de la présentation effectuée par le candidat n'est ni une description factuelle d'une succession d'actions ni la démonstration d'une quelconque virtuosité technique ou performance matérielle. Au contraire, le jury attend la mise en évidence d'un lien fort entre les fondements mathématiques et les illustrations informatiques ou logicielles, sans perdre de vue l'arrière-plan pédagogique. Concernant la présentation des algorithmes, on pourra se contenter d'une rédaction dans un pseudo-langage en français ; le fonctionnement effectif (sur machine) ne sera qu'un élément parmi d'autres (la programmation est un art qui peut échouer sur des détails minimes). Enfin, les candidats doivent veiller à ne pas passer plus de la moitié de leur temps d'exposé à développer cet aspect des choses.

Bien que les notions de complexité et de preuve d'algorithmes ne figurent pas dans le programme du concours, les candidats doivent prendre conscience du fait que ce sont des questions qui peuvent surgir assez rapidement à l'occasion de telle ou telle étude (que l'on songe, par exemple, aux méthodes de calcul de déterminants).

Lors de la session 2012 l'usage des logiciels est demeuré très modeste et inférieur à ce qu'il fut en 2011, ce qui n'a pas satisfait le jury. Plusieurs candidats, bien classés à l'écrit, se sont volontairement privés de la possibilité d'utiliser les ressources informatiques mises à disposition, ce qui les a sérieusement limités dans leurs illustrations : exemples excessivement simples ou extrêmement classiques, calculs interminables, etc. Plutôt que de ressasser des exemples tirés de manuels (toujours les mêmes), il vaudrait mieux profiter des moyens de calcul pour varier les exemples et exercices et montrer ainsi la diversité des applications des théories figurant au programme.

Pour la session 2013, le jury attendra un usage beaucoup plus systématique des moyens informatiques mis à disposition pour les sujets qui s'y prêtent, et rappelle aux candidats que la prise en main d'un outil le jour du concours n'est pas une attitude raisonnable. Les candidats sont donc invités à télécharger (sur le site suivant : `http://clefagreg.dnsalias.org`) un système très voisin de celui qui servira lors de la prochaine session et qui tient entièrement dans une clé USB.

5.3.3 Présentation motivée des exercices

Il s'agit d'expliquer soigneusement les raisons qui ont conduit au choix des exercices. Motiver le choix d'une liste d'exercices, c'est expliquer la pertinence de ce choix par des raisons d'ordre pédagogique ou mathématique (l'un n'excluant pas l'autre), préciser les prérequis, situer les exercices dans leur contexte, commenter leur apport sur le plan pédagogique, etc.

Voici quelques suggestions quant à des motivations possibles :

Objectif : Il s'agit là d'une analyse didactique visant à insérer les exercices dans une perspective d'enseignement. Il est important d'indiquer à quel public s'adressent les exercices et ce qu'ils supposent connu de ce public, mais l'adéquation d'un exercice par rapport au programme officiel de telle ou telle classe ne suffit pas à en justifier l'emploi ; il faut également décrire quel est l'objectif de chaque exercice : illustration ou complément d'un résultat de cours, entrainement à une technique de calcul particulière, mise en évidence d'une propriété remarquable, etc. On peut aussi préciser la nature du travail de l'élève (exercice d'entrainement, de réinvestissement, d'évaluation, de recherche) ainsi que les apprentissages visés. En revanche, un exercice ne peut consister en la démonstration d'un théorème du cours.

Niveau : Les difficultés éventuelles d'un énoncé doivent être soulignées. Le souci de graduer ces difficultés ou d'aider à les surmonter par des indications appropriées constitue un aspect possible de la présentation des exercices.

Cohérence : Les énoncés ne doivent pas constituer une collection hétéroclite, sans que jamais se dégage une quelconque méthode un peu générale : leur ensemble doit posséder un certain degré de cohérence, variable selon les sujets. Il serait bon, par exemple lors de la présentation, que les candidats puissent dégager les idées, méthodes générales qui entrent en jeu même si elles sont illustrées dans les exercices sur des cas particuliers. Indiquer les connexions pouvant relier certains énoncés est une démarche appréciée, de même que l'indication de la place de ces exercices dans une séquence d'enseignement. Dans tous les cas, il faut s'assurer que les exercices retenus sont en adéquation avec le sujet proposé et « balayent » effectivement l'ensemble du sujet.

Intérêt : Le jury apprécie de trouver quelques exercices réellement intéressants dans le choix proposé ; le fait qu'un exercice apparaisse dans un livre ne garantit aucunement qu'il présente de l'intérêt. Un exercice peut apporter un éclairage particulier sur une notion, ou laisser entrevoir un développement de celle-ci ou encore en donner une application pertinente. De tels critères peuvent être mis en avant pour justifier du choix d'un exercice (il est d'ailleurs bon de citer les concepts sous-jacents). Lorsqu'il existe diverses méthodes ou outils pour résoudre un problème donné, un exercice peut avoir pour objectif d'en comparer certaines, ne serait-ce que sur des exemples.

Originalité : Le choix d'un exercice ne doit pas se limiter au recyclage de quelques situations rabâchées.

Choix et présentation des exercices : ce qu'en font les candidats

La pertinence du choix de l'exercice est un élément important d'appréciation. Il s'agit de trouver un juste équilibre entre deux situations extrêmes : on voit parfois des candidats énumérer quatre énoncés d'exercices plutôt consistants pour finalement proposer la résolution d'un premier exercice très élémentaire (effet désastreux garanti) ; et l'excès inverse, qui consiste à s'engager dans la résolution d'un exercice d'une complexité mal mesurée, est également fort risqué. De manière générale, les exercices très élémentaires tendent à desservir les candidats (ce sont des exercices dont la résolution nécessite à peine d'écrire).

On attend des candidats qu'ils proposent des exercices réellement différents soit par leurs domaines spécifiques soit par leurs méthodes de traitement, et non plusieurs habillages d'une seule et même idée (on a réellement vu un candidat proposer, sans s'en rendre compte, quatre fois le même exercice à des détails près). Ces exercices ne doivent pas relever d'une astuce mais donner une méthode de résolution réutilisable et pédagogiquement efficace.

On évitera les exercices très proches du cours, procédant d'un habillage où manque le souci pédagogique caractéristique des exemples ou exercices, qui se manifeste par le souci d'appliquer ce qui est connu et non d'étendre le champ des connaissances.

Les intitulés commençant par « Exercices faisant intervenir. . . » n'ont pas toujours été bien compris : certains candidats ont choisi des exercices (parfois fort techniques) presque exclusivement centrés sur la notion concernée (nombres premiers, division euclidienne, trigonométrie) et frôlant le hors sujet ; ce que le jury attend, c'est que la notion indiquée intervienne comme outil de résolution de problèmes dans des situations variées ; il ne doit pas s'agir de simples exercices d'entrainement sur la notion proposée.

En probabilités, il y des exercices très intéressants voire astucieux qui s'expriment en termes de tirages dans une urne, mais il n'est pas raisonnable de ne proposer que des tirages de ce type !

Une autre erreur à éviter est le hors sujet : le candidat doit veiller à ce que les exercices qu'il propose entrent bien dans le cadre délimité par le titre du sujet.

Bien souvent, les candidats n'ont pas pris la peine de réfléchir à cette première partie de leur oral et se contentent de donner lecture de leurs énoncés en quelques minutes. D'autres encore, pratiquent avec plus ou moins de conviction la stratégie du « remplissage », qui consiste à occuper au mieux les quinze minutes dont ils disposent, en diluant la présentation de leurs exercices à grands coups de phrases creuses comme « j'ai choisi l'exercice 1 parce qu'il était facile, le 2 parce qu'il était un peu plus dur, le 3 parce qu'il est difficile et le 4 parce qu'il m'a paru plus intéressant ». Un bavardage pseudopédagogique n'est pas non plus d'un grand effet, surtout quand la résolution qui suit bute sur des obstacles importants.

D'autres enfin se contentent d'énoncer quelques théorèmes en rapport avec les exercices : ce n'est pas cela non plus qui est attendu.

Cependant, bien des candidats présentent très honorablement cette première partie de l'épreuve, mettant en valeur leurs compétences pédagogiques et leurs acquis professionnels et motivant la sélection des exercices par la diversité des applications qu'ils mettent en évidence. Ils utilisent le tableau de manière efficace tout en captant l'attention des examinateurs ; ces diverses attitudes influent favorablement sur la note attribuée au candidat.

5.3.4 Résolution détaillée d'un exercice

À l'issue de la présentation des exercices, le candidat désigne un exercice qu'il se propose de résoudre en détail. Insistons sur le fait que ce choix revient au candidat et non aux examinateurs. Au cours de cette phase, tout comme pour la précédente, les examinateurs n'interviennent pas et le candidat doit faire preuve d'autonomie. Certains choix d'exercices peuvent s'avérer malencontreux, notamment lorsque des calculs sont requis ; les candidats confrontés à cette situation ont souvent eu du mal à gérer la longueur et la technicité des calculs. On recommande, en pareil cas, d'exposer la démarche en premier lieu, puis d'approfondir les points les plus marquants ; le jury demandera, le cas échéant, des détails complémentaires.

Il ne convient pas de commencer cette phase de l'interrogation par de longs rappels de cours, et encore moins de transformer le travail sur un exercice en une leçon.

Plusieurs candidats ont eu des difficultés pour venir à bout des calculs en raison des nombreuses erreurs qu'ils commettaient. Les démarches de calcul ne sont pas un but en soi, mais si elles constituent une part importante de l'exercice choisi elles doivent être maitrisées. À ce propos, on rappelle que plusieurs logiciels de calcul formel sont mis à la disposition des candidats.

D'autres candidats, ayant choisi des exercices courts et très simples, ont eu bien du mal à utiliser le temps qui leur était imparti, et cela les a assurément desservis.

Les candidats doivent aussi s'assurer que les énoncés des exercices qu'ils proposent ne comportent pas d'erreurs (cette situation a déstabilisé plusieurs candidats trop confiants dans leurs livres).

Enfin, on rappelle que les candidats doivent être capables de fournir un énoncé correct des théorèmes qu'ils utilisent lors de la résolution de leurs exercices.

Si les paragraphes qui précèdent rassemblent un certain nombre de critiques, il ne faut pas perdre de vue le fait que le jury a eu le plaisir d'assister à un bon nombre de prestations très honorables et parfois excellentes, reflétant une culture mathématique étendue, une bonne familiarité avec une diversité de techniques et d'indéniables qualités pédagogiques.

5.3.5 Quelques sujets particuliers

317 (endomorphismes diagonalisables) : On peut, pour ce sujet comme pour le 315 (valeurs propres), s'intéresser au nouveau programme de spécialité en série S qui aborde ces questions à travers les itérations d'une transformation matricielle (ou application linéaire).

346 (problèmes modélisés par des graphes) : Ce sujet, encore peu choisi, devrait davantage attirer l'attention des candidats car il figure désormais dans le programme de l'enseignement de spécialité en séries S et ES.

429 (systèmes différentiels linéaires) : Des exercices très calculatoires ont parfois été proposés, pour lesquels une approche utilisant un système de calcul formel aurait été plus judicieuse.

438 (exemples de problèmes de dénombrement, utilisation en probabilités) : Ce sujet a donné lieu à un très bon choix d'exercices avec des applications en analyse, probabilités, arithmétique, en plus des problèmes classiques de dénombrement.

5.3.6 Questions du jury

Ces questions peuvent être de plusieurs sortes. Tout d'abord, il est bien souvent demandé au candidat de donner des précisions sur la résolution de l'exercice qu'il a proposé. Cela permet de corriger d'éventuels lapsus (ou de mettre en évidence une faille dans la démonstration) et de s'assurer que le candidat a réellement saisi les divers aspects de la résolution (en examinant par exemple l'impact d'une modification des hypothèses sur le résultat annoncé). Le candidat doit s'attendre à être interrogé au moins partiellement sur la résolution de **chaque exercice** qu'il propose (certains candidats se sont laissé surprendre par un tel questionnement). À défaut de connaitre par cœur tous les calculs en détail, il faut au minimum connaitre les méthodes utilisées et les différents enchainements de la résolution.

Par ailleurs, les examinateurs cherchent à déterminer si les notions apparaissant dans tel ou tel énoncé sont effectivement connues du candidat. En ce sens, le candidat, par un choix d'exercices trop ambitieux, risque d'élever le niveau des questions qui peuvent lui être posées. Il n'est pas recommandé d'évoquer des questions à propos desquelles on n'a aucun recul.

Pour terminer, soulignons clairement que les questions du jury n'ont en aucun cas pour but de déstabiliser le candidat. Elles visent simplement à cerner au mieux l'étendue de ses connaissances et compétences afin de le classer, le plus justement possible, par rapport aux autres candidats.

5.3.7 Les attentes du jury

Comme on l'aura compris dans les paragraphes qui précèdent, le jury base son évaluation sur un ensemble de critères variés permettant d'apprécier à leur juste valeur les prestations des candidats. Sans entrer dans les détails, le jury attache de l'importance aux points suivants :

- le candidat maitrise les mathématiques au niveau attendu pour le concours (notamment en ce qui concerne les énoncés des définitions et théorèmes, ainsi que le raisonnement logique) ;
- le candidat présente un réel contenu mathématique ;
- le candidat sait mobiliser ses connaissances mathématiques en vue de résoudre un problème avec rigueur ou d'expliquer un phénomène ;
- le candidat sait motiver ses choix et ses actions, expliquer clairement les raisons de sa démarche ;
- le candidat assure une cohérence entre les différents éléments qu'il présente ;
- le candidat sait communiquer efficacement en se servant de différents supports (oral, tableau, écran projeté) ;
- le candidat fait preuve d'esprit d'initiative et d'une bonne réactivité en réponse aux questions posées.

5.4 Liste des sujets de la session 2012

Leçons d'algèbre et géométrie

101 : Groupes monogènes, groupes cycliques. Exemples.

102 : Permutations d'un ensemble fini, groupe symétrique. Applications.

103 : Congruences dans $\mathbf{Z}$, anneau $\mathbf{Z}/n\mathbf{Z}$. Applications.

104 : Nombres premiers.

106 : PGCD dans $K[X]$, où K est un corps commutatif, théorème de Bézout. Applications.

107 : Dimension d'un espace vectoriel admettant une famille génératrice finie. Rang d'une famille de vecteurs.

109 : Formes linéaires, hyperplans, dualité. On se limitera à des espaces vectoriels de dimension finie. Exemples.

110 : Polynômes d'endomorphismes en dimension finie. Applications.

112 : Changements de bases en algèbre linéaire. Applications.

113 : Déterminants. Applications.

114 : Opérations élémentaires sur les lignes ou les colonnes d'une matrice. Applications.

117 : Groupe orthogonal d'un espace vectoriel euclidien de dimension 2, de dimension 3.

119 : Utilisation des nombres complexes en géométrie.

120 : Endomorphismes symétriques d'un espace vectoriel euclidien de dimension finie. Applications.

121 : Réduction et classification des formes quadratiques sur un espace vectoriel euclidien de dimension finie. Applications géométriques.

123 : Isométries du plan affine euclidien, formes réduites. Applications.

125 : Isométries de l'espace affine euclidien de dimension 3, formes réduites.

128 : Barycentres. Applications.

129 : Droites et plans dans l'espace.

131 : Applications affines en dimension finie. Propriétés et exemples.

137 : Droites et cercles dans le plan affine euclidien.

142 : Utilisation de groupes en géométrie.

143 : Polynômes à une indéterminée à coefficients réels ou complexes.

144 : Différentes notions de rang en algèbre linéaire.

146 : Coniques.

148 : Angles dans le plan.

150 : Diverses factorisations de matrices.

151 : Réduction d'un endomorphisme d'un espace vectoriel de dimension finie. Applications.

155 : Systèmes linéaires.

156 : Valeurs propres. Recherche et utilisation.

157 : Arithmétique dans $\mathbf{Z}$.

158 : Actions de groupes. Exemples et applications.

159 : Algorithme d'Euclide. Calcul de PGCD et de coefficients de Bézout. Applications.

160 : Algorithme du pivot de Gauss. Applications.

163 : Endomorphismes diagonalisables. Exemples et applications.

164 : Combinatoire et dénombrements.

165 : Idéaux d'un anneau commutatif. Exemples.

166 : Diverses méthodes de codage et de cryptage.

Leçons d'analyse et probabilités

201 : Étude de suites numériques définies par différents types de récurrence. Applications.

202 : Séries à termes réels positifs. Applications.

203 : Séries à termes réels ou complexes : convergence absolue, semi-convergence (les résultats relatifs aux séries à termes réels positifs étant supposés connus).

204 : Espaces vectoriels normés de dimension finie, normes usuelles, équivalence des normes.

205 : Espaces préhilbertiens : projection orthogonale sur un sous-espace de dimension finie. Application à l'approximation des fonctions.

206 : Parties compactes de $\mathbf{R}^n$. Fonctions continues sur une telle partie. Exemples et applications.

207 : Théorème des valeurs intermédiaires. Applications en analyse, en analyse numérique.

208 : Théorème du point fixe. Applications.

209 : Séries de fonctions. Propriétés de la somme, exemples.

210 : Séries entières de variable réelle ou complexe. Rayon de convergence. Propriétés de la somme. Exemples.

212 : Série de Fourier d'une fonction périodique ; propriétés de la somme. Exemples.

213 : Exponentielle complexe ; fonctions trigonométriques, nombre π.

215 : Comparaison d'une série et d'une intégrale. Applications.

216 : Théorèmes des accroissements finis pour une fonction d'une ou plusieurs variables réelles. Applications.

217 : Fonctions convexes d'une variable réelle. Applications.

218 : Différentes formules de Taylor pour une fonction d'une variable réelle. Applications.

219 : Fonction réciproque d'une fonction définie sur un intervalle. Continuité, dérivabilité. Exemples.

220 : Méthodes de calcul approché d'une intégrale. Majoration ou estimation de l'erreur.

221 : Intégrale impropre d'une fonction continue sur un intervalle de **R** (l'intégration sur un segment étant supposée connue). Exemples.

222 : Intégrale d'une fonction numérique continue par morceaux sur un segment. Propriétés.

223 : Intégrale d'une fonction dépendant d'un paramètre. Propriétés, exemples et applications.

224 : Équations différentielles linéaires d'ordre deux : $x'' + a(t)x' + b(t)x = c(t)$, où a, b, c sont des fonctions continues sur un intervalle de **R**, à valeurs réelles ou complexes.

225 : Systèmes différentiels linéaires du premier ordre à coefficients constants ; écriture matricielle. Exemples.

227 : Fonctions de plusieurs variables : dérivées partielles, différentiabilité. Fonctions composées. Fonctions de classe $\mathscr{C}^1$. Exemples.

228 : Extremums pour une fonction d'une ou plusieurs variables réelles.

229 : Suite de variables aléatoires indépendantes de même loi de Bernoulli. Variable aléatoire de loi binomiale. Approximations de cette loi.

230 : Probabilité conditionnelle et indépendance. Variables aléatoires indépendantes. Variance, covariance.

231 : Espérance, variance ; loi faible des grands nombres.

232 : Variables aléatoires possédant une densité. Exemples.

235 : Fonction exponentielle de variable réelle, complexe, matricielle. . .

236 : Continuité, dérivabilité, prolongements des fonctions d'une variable réelle. Exemples et contre-exemples.

237 : Intégrales et primitives.

241 : Diverses notions de convergence en analyse ou en probabilités. Exemples.

243 : Différentiabilité d'une fonction numérique de deux variables réelles, gradient ; applications.

244 : Inégalités en analyse ou en probabilités. Par exemple : Cauchy-Schwarz, Markov, Bessel, convexité. . .

246 : Applications de l'analyse au calcul des grandeurs (longueur, aire, volume. . .).

249 : Loi normale en probabilités et statistique.

251 : Algorithmes de résolution approchée d'une équation numérique.

252 : Algorithmes de calcul approché d'intégrales.

253 : Algorithmes d'approximation des solutions d'une équation différentielle.

254 : Algorithmes d'approximation du nombre π.

256 : Vitesse de convergence, accélération de convergence.

257 : Écriture décimale d'un nombre réel ; cas des nombres rationnels.

258 : Couples de variables aléatoires possédant une densité. Covariance. Exemples d'utilisation.

259 : Utilisation de la loi binômiale en probabilités et en statistique.

Exemples et exercices d'algèbre et géométrie

301 : Exercices sur les groupes.

302 : Exercices faisant intervenir les notions de congruence et de divisibilité dans **Z**.

304 : Exercices faisant intervenir le théorème de Bézout.

305 : Exercices faisant intervenir les nombres premiers.

306 : Exercices faisant intervenir les notions de PGCD et PPCM et mettant en œuvre des algorithmes associés.

307 : Exercices faisant intervenir des dénombrements.

309 : Exercices faisant intervenir des polynômes et fractions rationnelles sur **R** ou **C**.

310 : Exercices d'algèbre linéaire faisant intervenir les polynômes.

311 : Exercices illustrant l'usage de la notion de rang dans des domaines variés.

312 : Exercices illustrant l'emploi de matrices inversibles dans des domaines variés.

313 : Exercices illustrant l'utilisation de systèmes linéaires.

314 : Exercices illustrant l'utilisation de déterminants.

315 : Exercices illustrant l'utilisation de vecteurs propres et valeurs propres dans des domaines variés.

317 : Exercices sur les endomorphismes diagonalisables.

319 : Exercices faisant intervenir des algorithmes de calcul matriciel.

321 : Exercices faisant intervenir la réduction des matrices symétriques réelles dans des domaines variés.

322 : Exercices sur les formes quadratiques.

323 : Exercices de géométrie résolus à l'aide des nombres complexes.

325 : Exercices faisant intervenir des isométries affines en dimensions 2 et 3.

326 : Exercices faisant intervenir la notion de barycentre ou d'application affine.

328 : Exemples d'utilisation de transformations en géométrie.

329 : Exercices sur les aires et les volumes.

330 : Exercices faisant intervenir les angles et les distances en dimensions 2 et 3.

334 : Exercices sur les coniques.

335 : Exercices sur les courbes planes ou de l'espace de dimension 3.

339 : Exemples d'étude des isométries laissant invariante une partie du plan, une partie de l'espace.

340 : Exercices faisant intervenir des groupes en géométrie.

342 : Exercices de géométrie faisant intervenir le choix d'un repère.

345 : Exercices sur les triangles.

346 : Exemples de problèmes modélisés par des graphes.

347 : Exercices faisant intervenir la trigonométrie.

348 : Exercices illustrant l'emploi de puissances ou d'exponentielles de matrices.

349 : Exemples de méthodes de cryptage ou de codage.

350 : Exercices faisant intervenir des opérations élémentaires sur les lignes ou colonnes d'une matrice.

351 : Exercices faisant intervenir des polynômes irréductibles.

353 : Exercices utilisant la notion d'élément nilpotent.

354 : Exercices sur les cercles et les sphères.

Exemples et exercices d'analyse et probabilités

401 : Exemples d'étude de suites de nombres réels ou complexes.

402 : Exemples d'étude de suites ou de séries divergentes.

403 : Exemples d'étude de suites définies par une relation de récurrence.

404 : Exemples d'étude de la convergence de séries numériques.

405 : Exemples de calcul exact de la somme d'une série numérique.

406 : Exemples de comportement asymptotique de suites ; rapidité de convergence.

407 : Exemples d'évaluation asymptotique de restes de séries convergentes, de sommes partielles de séries divergentes.

408 : Exemples d'étude de séries réelles ou complexes non absolument convergentes.

409 : Exercices sur les suites de polynômes orthogonaux.

410 : Comparaison, sur des exemples, de divers modes de convergence d'une suite ou d'une série de fonctions.

411 : Exemples d'étude de fonctions définies par une série.

412 : Exemples de développements en série entière. Applications.

413 : Exemples d'emploi de séries entières ou trigonométriques pour la recherche de solutions d'équations différentielles.

414 : Exemples de séries de Fourier et de leurs applications.

415 : Exemples d'applications du théorème des accroissements finis et de l'inégalité des accroissements finis pour une fonction d'une ou plusieurs variables réelles.

417 : Exemples illustrant divers modes d'approximation de fonctions numériques.

418 : Exemples d'utilisation de développements limités de fonctions d'une ou plusieurs variables.

421 : Exemples de calcul exact et de calcul approché de l'intégrale d'une fonction continue sur un segment.

422 : Exemples d'étude d'intégrales impropres.

423 : Exemples d'utilisation des théorèmes de convergence dominée et de convergence monotone.

425 : Exemples de calculs d'aires et de volumes.

426 : Exemples et applications de calculs d'intégrales multiples.

427 : Exemples d'étude de fonctions définies par une intégrale.

428 : Exemples d'étude et de résolution d'équations différentielles scalaires.

429 : Exemples d'étude et de résolution de systèmes différentiels linéaires.

430 : Exemples d'équations différentielles issues des sciences expérimentales ou de l'économie.

431 : Exemples de recherche d'extremums d'une fonction numérique d'une ou plusieurs variables réelles.

432 : Exemples d'approximations d'un nombre réel.

433 : Approximations du nombre π.

434 : Exemples d'utilisation de changement de variable(s) en analyse.

435 : Exemples d'étude probabiliste de situations concrètes.

436 : Exemples d'applications de l'intégration par parties.

437 : Exercices faisant intervenir des variables aléatoires.

438 : Exemples de problèmes de dénombrement. Utilisation en probabilités.

439 : Exemples d'étude et de calcul de la norme d'une application linéaire continue.

440 : Exercices sur les propriétés métriques des courbes planes (longueur, courbure. . .).

441 : Exemples de systèmes différentiels linéaires en dimension 2 ou 3. Allure des trajectoires.

442 : Exercices illustrant l'utilisation des probabilités dans des domaines variés des mathématiques.

443 : Exemples de méthodes et d'algorithmes de résolution approchée d'équations $F(X) = 0$, X désignant une variable réelle ou vectorielle.

444 : Exemples d'algorithmes de calcul approché de la limite d'une suite, de la somme d'une série.

445 : Exemples de résolution exacte et de résolution approchée d'équations différentielles scalaires.

447 : Exemples d'équations fonctionnelles.

448 : Exemples d'utilisation d'intervalles de fluctuation et d'intervalles de confiance.

Chapitre 6

Bibliothèque de l'agrégation de mathématiques

La bibliothèque est commune avec le concours de l'agrégation externe, excepté pour les livres d'informatique théorique qui ne sont pas repris dans la présente liste. Seuls les livres d'algorithmique présentant un intérêt pour le concours interne ont été maintenus.

AHUÉS M. **CHATELIN F.**	Exercices de valeurs propres de matrices	MASSON ISBN : 9782225817939
ALDON G.	Mathématiques dynamiques	HACHETTE ÉDUCATION ISBN : 9782011712424
ALESSANDRI M.	Thèmes de géométrie	DUNOD ISBN : 9782100045563
AMAR E. **MATHERON É.**	Analyse complexe	CASSINI ISBN : 9782842250522
ANDLER M. **BLOCH J. D.** **MAILLARD B.**	Exercices corrigés de Mathématiques, Tome 1A - Topologie	ELLIPSES ISBN : 9782729802002
ANDLER M. **BLOCH J. D.** **MAILLARD B.**	Exercices corrigés de Mathématiques, Tome 1B - Fonctions numériques	ELLIPSES ISBN : 9782729802096
ANDLER M. **BLOCH J. D.** **MAILLARD B.**	Exercices corrigés de Mathématiques, Tome 2 - Suites et séries numériques	ELLIPSES ISBN : 9782729886168
ANDLER M. **BLOCH J. D.** **MAILLARD B.**	Exercices corrigés de Mathématiques, Tome 3 - Analyse fonctionnelle	ELLIPSES ISBN : 9782729888470
ANDLER M. **BLOCH J. D.** **MAILLARD B.**	Exercices corrigés de Mathématiques, Tome 5 - Algèbre générale, polynômes	ELLIPSES ISBN : 9782729802045
ANDLER M. **BLOCH J. D.** **MAILLARD B.**	Exercices corrigés de Mathématiques, Tome 6 - Algèbre linéaire, première partie	ELLIPSES ISBN : 9782729802053
ANDLER M. **BLOCH J. D.** **MAILLARD B.**	Exercices corrigés de Mathématiques, Tome 7 - Algèbre linéaire, deuxième partie	ELLIPSES ISBN : 9782729802061
ANDREWS G.	Number Theory	DOVER ISBN : 9780486682525

ARIBAUD F. **VAUTHIER J.**	Mathématiques. Première année de DEUG	ESKA ISBN : 9782869110103
ARNAUDIES J-M. **BERTIN J.**	Groupes, Algèbres et Géométrie, Tome I	Ellipses ISBN : 9782729843083
ARNAUDIES J-M. **BERTIN J.**	Groupes, Algèbres et Géométrie, Tome II	Ellipses ISBN : 9782729845940
ARNAUDIES J-M. **DELEZOIDE P.** **FRAYSSE H.**	Exercices résolus d'algèbre bilinéaire et géométrie du cours de Mathématiques tome 4	Dunod ISBN : 9782100031023
ARNAUDIES J-M. **DELEZOIDE P.** **FRAYSSE H.**	Exercices résolus d'analyse tome 2	Dunod ISBN : 9782100014712
ARNAUDIES J-M. **FRAYSSE H.**	Cours de Mathématiques, 1. Algèbre	Dunod ISBN : 9782040164508
ARNAUDIES J-M. **FRAYSSE H.**	Cours de Mathématiques, 2. Analyse	Dunod ISBN : 9782040165017
ARNAUDIES J-M. **FRAYSSE H.**	Cours de Mathématiques, 3. Compléments d'analyse	Dunod ISBN : 9782040165253
ARNAUDIES J-M. **FRAYSSE H.**	Cours de Mathématiques, 4. Algèbre bilinéaire et géométrie	Dunod ISBN : 9782040165505
ARNOLD A. **GUESSARIAN I.**	Mathématiques pour l'informatique	Ediscience ISBN : 9782100492305
ARNOLD V.	Chapitre supplémentaire de la théorie des équations différentielles ordinaires	MIR
ARNOLD V.	Équations différentielles ordinaires	MIR
ARNOLD V.	Lectures on partial differential equations	Springer Univsersitext ISBN : 9783540404484
ARTIN E.	Algèbre géométrique	Gauthier-Villars
ARTIN E.	Algèbre géométrique	Gabay ISBN : 9782876470896
ARTIN M.	Algebra	Prentice Hall ISBN : 9780130047635
AUBIN J.P.	Analyse fonctionnelle appliquée, Tome 1	PUF ISBN : 9782130392644
AUBIN J.P.	Analyse fonctionnelle appliquée, Tome 2	PUF ISBN : 9782130392652
AUDIN M.	Géométrie de la licence à l'agrégation	Belin ISBN : 9782701121307
AUTEBERT J. M.	Calculabilité et décidabilité	Masson ISBN : 9782225826320
AVANISSIAN V.	Initiation à l'analyse fonctionnelle	PUF ISBN : 9782130474982
AVEZ A.	Calcul différentiel	Masson ISBN : 9782225790799
BAJARD J.-C.	Exercices d'algorithmique	International Thomson ISBN : 9782841801053

BAKHVALOV N.	Méthodes numériques	MIR
BARANGER J.	Analyse numérique	HERMANN ISBN : 9782705660932
BASILI B. **PESKINE C.**	Algèbre	DIDEROT, ÉDITEUR ARTS ET SCIENCES ISBN : 9782841340002
BASS J.	Cours de Mathématiques, Tome 1	MASSON
BASS J.	Cours de Mathématiques, Tome 2	MASSON
BAUER F. L.	Decrypted secrets. Methods and maxims of cryptology	SPRINGER ISBN : 9783540426745
BENDER C. **ORSZAG S.**	Advanced mathematical methods for scientists and engineers	MC GRAW HILL ISBN : 9780070044524
BENIDIR M. **BARRET M.**	Stabilité des filtres et des systèmes linéaires	DUNOD ISBN : 9782100044320
BENOIST J. **BOUALEM H.** **BROUZET R.** **CABOT A.** **CHABANOL M.L.** **FEJOZ J.** **LAZZARINI L.,MANSUY R.** **MESNAGER L.** **MESNAGER s.** **PENNEQUIN D. YGER A.** **ZARRABI M.**	Mathématiques L2. Cours complet avec 700 tests et exercices corrigés	PEARSON EDUCATION ISBN : 9782744072253
BERCU B **CHAFAI D.**	Modélisation stochastique et simulation	DUNOD ISBN : 9782100513796
BERGER M.	Géométrie tome 2	NATHAN ISBN : 9782091917313
BERGER M.	Géométrie vivante	CASSINI ISBN : 9782842250355
BERGER M.	Géométrie, 1. Action de groupes, espaces affines et projectifs	CÉDIC/NATHAN ISBN : 9782712407016
BERGER M.	Géométrie, 2. Espaces euclidiens, triangles, cercles et sphères	CÉDIC/NATHAN ISBN : 9782712407014
BERGER M.	Géométrie, 3. Convexes et polytopes, polyèdres réguliers, aires et volumes	CÉDIC/NATHAN ISBN : 9782712407032
BERGER M.	Géométrie, 4. Formes quadratiques, quadriques et coniques	CÉDIC/NATHAN ISBN : 9782712407040
BERGER M.	Géométrie, 5. La sphère pour elle-même, géométrie hyperbolique, l'espace des sphères	CÉDIC/NATHAN ISBN : 9782712407059
BERGER M.	Géométrie, Index	CÉDIC/NATHAN ISBN : 9782712407067
BERGER M. **BERRY J-P.** **PANSU P.** **SAINT RAYMOND X.**	Problèmes de géométrie commentés et rédigés	CÉDIC/NATHAN ISBN : 9782712407202

BERGER M. **GOSTIAUX B.**	Géométrie différentielle	ARMAND, COLIN
BERLINE N. **SABBAH C.**	Groupes finis, Journées mathématiques X-UPS 2000	EDITIONS DE L'X ISBN : 9782730207515
BHATIA R.	Matrix analysis	SPRINGER ISBN : 9780387948461
BICKEL P.J. **DOKSUM K.A.**	Mathematical statistics	PRENTICE HALL ISBN : 9780135641470
BIGGS NORMAN L.	Discrete mathematics	OXFORD SCIENCE, PUBLICATIONS ISBN : 9780198534273
BLANCHARD A.	Les corps non commutatifs	PUF ISBN : 9782130322535
BOAS R.	A primer of real functions	MATHEMATICAL ASSOCIATION OF AMERICA ISBN : 9780883850222
BOISSONNAT J.-D. **YVINEC M.**	Géométrie algorithmique	EDISCIENCE ISBN : 9782840741121
BON J.L.	Fiabilité des systèmes	MASSON ISBN : 9782225849923
BONNANS J.F. **GILBERT J.C.** **LEMARECHAL C.** **SAGASTIZABAL C.**	Optimisation numérique	SPRINGER ISBN : 9783540631835
BOUALEM H. **BROUZET R.** **ELSNER B.** **KACZMAREK L.** **PENNEQUIN D.**	Mathématiques L1. Cours complet avec 1000 tests et exercices corrigés	PEARSON EDUCATION ISBN : 9782744072581
BOURBAKI N.	Éléments de Mathématique, Fascicule XIII Intégration, chapitres I à IV	HERMANN
BOURBAKI N.	Éléments de Mathématique, Fonctions d'une variable réelle, chapitres I à III	HERMANN
BOURBAKI N.	Éléments de Mathématique, Fonctions d'une variable réelle, chapitres I à VII	HERMANN
BOURBAKI N.	Éléments de Mathématique, Topologie générale, chapitres V à X	HERMANN
BOURGADE P.	Olympiades internationales de mathématiques	CASSINI ISBN : 9782842250874
BOUVIER A. **RICHARD D.**	Groupes	HERMANN ISBN : 9782705613838
BREZIS H.	Analyse fonctionnelle, théorie et applications	MASSON ISBN : 9782225771989
BRIANE M. **PAGES G.**	Théorie de l'intégration, Cours et exercices, 3ème édition	VUIBERT ISBN : 9782711771264
BRIANE M.,PAGÈS G.	Théorie de l'intégration	VUIBERT ISBN : 9782711771264

BROUSSE P.	Mécanique MP - PC.- Spéciales A. A′. B. B′.	ARMAND, COLIN
CABANE R. **LEBOEUF C.**	Algèbre linéaire, 1. Espaces vectoriels , Polynômes	ELLIPSES ISBN : 9782729887049
CABANE R. **LEBOEUF C.**	Algèbre linéaire, 2. Matrices et réduction	ELLIPSES ISBN : 2729890297
CABANNES H.	Cours de Mécanique générale	DUNOD
CALAIS J.	Éléments de théorie des anneaux vol I	PUF ISBN : 9782130523529
CALAIS J.	Éléments de théorie des groupes	PUF ISBN : 9782130384656
CANDELPERGHER B.	Calcul intégral	CASSINI ISBN : 9782842250539
CARREGA J.C.	Théorie des corps	HERMANN ISBN : 9782705614492
CARTAN H.	Calcul différentiel	HERMANN ISBN : 9782705658793
CARTAN H.	Formes différentielles	HERMANN ISBN : 9782705667023
CARTAN H.	Théorie élémentaire des fonctions analytiques	HERMANN ISBN : 9782705652159
CARTAN **H.**	Cours de calcul différentiel	0
CASTI J.	Reality rules tome I	WILEY ISBN : 9780471570219
CASTI J.	Reality rules tome II	WILEY ISBN : 9780471577980
CASTLEMAN K.R.	Digital image processing	PRENTICE HALL ISBN : 9780132114677
CHABAT B.	Introduction à l'analyse complexe tome I	MIR ISBN : 9785030016287
CHAMBERT-LOIR A.	Algèbre corporelle	EDITIONS DE L'X ISBN : 9782730212175
CHAMBERT-LOIR A. **FERMIGER S.**	Exercices de mathématiques pour l'agrégation, Analyse 2	MASSON ISBN : 9782225848858
CHAMBERT-LOIR A. **FERMIGER S.**	Exercices de mathématiques pour l'agrégation, Analyse 3	MASSON ISBN : 9782225853852
CHAMBERT-LOIR A. **FERMIGER S.** **MAILLOT V.**	Exercices de mathématiques pour l'agrégation, Analyse 1 (seconde édition revue et corrigée)	MASSON ISBN : 9782225855160
CHARPENTIER E. **NILKOLSKI N.**	Leçons de mathématiques d'aujourd'hui	CASSINI ISBN : 9782842250072
CHARPENTIER E. **NILKOLSKI N.**	Leçons de mathématiques d'aujourd'hui vol. 1	CASSINI ISBN : 9782842250706
CHARPENTIER E. **NILKOLSKI N.**	Leçons de mathématiques d'aujourd'hui vol. 2	CASSINI ISBN : 9782842250583
CHARPENTIER E. **NILKOLSKI N.**	Leçons de mathématiques d'aujourd'hui vol. 3	CASSINI ISBN : 9782842250829

CHARPENTIER E. **NILKOLSKI N.**	Leçons de mathématiques d'aujourd'hui vol. 3	Cassini ISBN : 9782842250829
CHARPENTIER E. **NILKOLSKI N.**	Leçons de mathématiques d'aujourd'hui vol. 4	Cassini ISBN : 9782842251147
CHATELIN F.	Valeurs propres de matrices	Masson ISBN : 9782225809682
CHILDS L.	A concrete introduction to Higher Algebra	Springer Verlag
CHOIMET D. **QUEFFELEC H.**	Analyse mathématique	Calvage et Mounet ISBN : 9782916352107
CHOQUET G.	Cours d'analyse Tome II : Topologie	Masson ISBN : 9782225599726
CHOQUET G.	L'enseignement de la géométrie	Hermann
CHRISTOL G. **PILIBOSSIAN P.** **YAMMINE S.**	Algèbre 1	Ellipses ISBN : 9782729845087
CHRISTOL G. **PILIBOSSIAN P.** **YAMMINE S.**	Algèbre 2	Ellipses ISBN : 9782729896898
COGIS O. **ROBERT C.**	Au-delà des ponts de Könisberg. Théorie des graphes. Problèmes, théorie, algorithmes	Vuibert ISBN : 9782711753215
COHN P.M.	Algebra Volume 1	John Wiley ISBN : 9780471101699
COLLET H. **GIRARD B.** **PERRIER C.**	Mathématiques BTS industriel	Nathan ISBN : 9782091790886
COLLET P.	Modeling binary data	Chapman and Hall ISBN : 9780412388002
COMBROUZE A.	Probabilités et statistiques	PUF ISBN : 9782130460299
CORI R. **LASCAR D.**	Logique mathématique, 1. Calcul propositionnel, algèbre de Boole, calcul des prédicats	Dunod ISBN : 9782100054527
CORI R. **LASCAR D.**	Logique mathématique, 2. Fonctions récursives, théorème de Gödel, théorie des ensembles, théorie des modèles	Dunod ISBN : 9782100054534
CORMEN T. H. **LEISERSON C. E.** **RIVEST R. L.** **STEIN C.**	Introduction à l'algorithmique	Dunod ISBN : 9782100039227
COTRELL M. **GENON-CATALOT V.** **DUHAMEL C.** **MEYRE T.**	Exercices de probabilités	Cassini ISBN : 9782842250683
COURANT R. **HILBERT D.**	Methods of Mathematical Physics, Volume 1	John Wiley ISBN : 9780471504474
COURANT R. **HILBERT D.**	Methods of Mathematical Physics, Volume 2	John Wiley ISBN : 9780471504399
COUSINEAU G. **MAUNY M.**	Approche fonctionnelle de la programmation	Ediscience ISBN : 9782840741145

COX D.	Galois theory	WILEY ISBN : 9780471434191
COXETER H.S.M.	Introduction to Geometry	JOHN WILEY ISBN : 9780471504580
CVITANOVIC P.	Universality in Chaos	INSTITUTE OF PHYSICS, PUBLISHING ISBN : 9780852742600
DACUNHA-CASTELLE D. DUFLO M.	Exercices de Probabilités et Statistiques, 1. Problèmes à temps fixe	MASSON ISBN : 9872225779023
DACUNHA-CASTELLE D. DUFLO M.	Probabilités et Statistiques, 1. Problèmes à temps fixe	MASSON ISBN : 9872225745476
DACUNHA-CASTELLE D. REVUZ D. SCHREIBER M.	Recueil de problèmes de calcul des probabilités	MASSON
DAMPHOUSSE P.	Petite introduction à l'algorithmique	ELLIPSES ISBN : 9782729823009
DANTZER J.-F.	Mathématiques pour l'agrégation interne, Analyse et probabilités. Cours et exercices corrigés	VUIBERT ISBN : 9782711740260
DAVID R. NOUR K. RAFFALI C.	Introduction à la logique, Théorie de la démonstration	DUNOD ISBN : 9782100067961
DE KONNINCK J.M. MERCIER A.	Introduction à la théorie des nombres	MODULO
DE SEGUINS PAZZIS C.	Invitation aux formes quadratiques	CALVAGE ET MOUNET ISBN : 9782916352190
DEHEUVELS P.	L'intégrale	PUF
DEHEUVELS P.	L'intégrale	QUE-SAIS-JE ? PUF
DEHEUVELS R.	Formes quadratiques et groupes classiques	PUF
DEHORNOY P.	Complexité et décidabilité	SPRINGER ISBN : 9782287004165
DELTHEIL R. CAIRE D.	Géométrie et compléments	JACQUES GABAY ISBN : 9782876470500
DEMAILLY J.P.	Analyse numérique et équations différentielles	PU GRENOBLE ISBN : 9782706104213
DEMAZURE M.	Catastrophes et bifurcations	ELLIPSES ISBN : 9782729886469
DEMAZURE M.	Cours d'Algèbre	CASSINI ISBN : 9782842251277
DEMAZURE M.	Cours d'algèbre : primalité, divisibilité, codes	CASSINI ISBN : 9782842251277
DEMBO A. ZEITOUNI O.	Large deviations techniques and applications	SPRINGER ISBN : 9780387984063
DESCHAMPS WARUSFEL MOULIN RUAUD MIQUEL SIFRE	Mathématiques, cours et exercices corrigés, 1ère année MPSI, PCSI, PTSI	DUNOD ISBN : 9782100039319

DESCHAMPS **WARUSFEL** **MOULIN** **RUAUD** **MIQUEL** **SIFRE**	Mathématiques, cours et exercices corrigés, 2ème année MP, PC, PSI	DUNOD ISBN : 9782100054121
DESCOMBES R.	Éléments de théorie des nombres	PUF ISBN : 9782130392149
DEVANZ C. **ELHODAIBI M.**	Exercices corrigés de Mathématiques posés à l'oral des Ensi, Tome 2	ELLIPSES
DI MENZA L.	Analyse numérique des équations aux dérivées partielles	CASSINI ISBN : 9782842250737
DIEUDONNÉ J.	Algèbre linéaire et géométrie élémentaire	HERMANN ISBN : 9782705655006
DIEUDONNÉ J.	Calcul infinitésimal	HERMANN
DIEUDONNÉ J.	Éléments d'Analyse., Éléments d'Analyse Tome 2	GAUTHIER-VILLARS ISBN : 9782876472120
DIEUDONNÉ J.	Éléments d'Analyse., Fondements de l'analyse moderne	GAUTHIER-VILLARS ISBN : 9782876472112
DIEUDONNÉ J.	Sur les groupes classiques	HERMANN ISBN : 9782705610401
DIXMIER J.	Cours de Mathématiques du premier cycle, Deuxième année	GAUTHIER-VILLARS ISBN : 9782040157159
DIXMIER J.	Cours de Mathématiques du premier cycle, Première année	GAUTHIER-VILLARS ISBN : 9782100057702
DRAPER N.R. **SMITH H.**	Applied regression analysis	WILEY ISBN : 9780471170822
DUBERTRET G.	Initiation à la cryptographie	VUIBERT ISBN : 9782711770878
DUBUC S.	Géométrie plane	PUF ISBN : 9782130316688
DUGAC P.	Histoire de l'analyse., Autour de la notion de limite et de ses voisinages	VUIBERT ISBN : 9782711753116
DYM H. **Mac KEAN H.P.**	Fourier series and integrals	ACADEMICS PRESS ISBN : 9870122264519
EBBINGHAUS **HERMES** **HIRZEBRUCH** **KOECHER** **LAMOTKE** **MAINZER** **NEUKIRSCH** **PRESTEL** **REMMERT**	Les Nombres	VUIBERT ISBN : 9782711789016
EIDEN J.D.	Géométrie analytique classique	CALVAGE ET MOUNET ISBN : 9782916352084

EL KACIMI ALAOUI A. **QUEFFÉLEC H.** **SACRÉ C.** **VASSALLO V.**	Quelques aspects des mathématiques actuelles	Ellipses ISBN : 9782729868352
ENGEL A.	Solutions d'expert vol. 1	Cassini ISBN : 9782842250515
ENGEL A.	Solutions d'expert vol. 2	Cassini ISBN : 9782842250553
EPISTEMON L. **(OVAERT J.L.** **VERLEY J.L.)**	Exercices et problèmes, Algèbre	Cédic/Nathan
EPISTEMON L. **(OVAERT J.L.** **VERLEY J.L.)**	Exercices et problèmes, Analyse. Volume 1	Cédic/Nathan
EXBRAYAT J.M. **MAZET P.**	Notions modernes de mathématiques, Algèbre 1 : Notions fondamentales de la théorie des ensembles	Hatier
EXBRAYAT J.M. **MAZET P.**	Notions modernes de mathématiques, Analyse 1 : Construction des espaces fondamentaux de l'analyse	Hatier
EXBRAYAT J.M. **MAZET P.**	Notions modernes de mathématiques, Analyse 2 : Éléments de topologie générale	Hatier
FADDEEV D. **SOMINSKI I.**	Recueil d'exercices d'Algèbre Supérieure	MIR
FAIRBANK X. **BEEF C.**	POX - Exercices posés au petit oral de l'X	Ellipses
FARAUT J.	Analyse sur les groupes de Lie	Calvage et Mounet ISBN : 9782916352008
FARAUT J. **KHALILI E.**	Arithmétique, Cours, Exercices et Travaux Pratiques sur Micro-Ordinateur	Ellipses ISBN : 9872729890122
FELLER **W.**	An introduction to Probability theory & its application	Wiley
FERRIER J.P.	Mathématiques pour la licence	Masson ISBN : 9782225804182
FLORY G.	Topologie, analyse – exercices tome 1	Vuibert ISBN : 9782711721467
FLORY G.	Topologie, analyse – exercices tome 2	Vuibert
FLORY G.	Topologie, analyse – exercices tome 3	Vuibert
FLORY G.	Topologie, analyse – exercices tome 4	Vuibert
FONTANEZ C. **RANDE B.**	Les clés pour les Mines	Calvage et Mounet ISBN : 9782916352176
FRANCHINI J. **JACQUENS J-C.**	Mathématiques Spéciales, Algèbre	Ellipses ISBN : 9782729856571
FRANCINOU S. **GIANELLA H.**	Exercices de Mathématiques Algèbre 1	Masson ISBN : 9782225843662

FRANCINOU S. **GIANELLA H.** **NICOLAS S.**	Exercices de mathématiques, Oraux X-ens Algèbre 1	CASSINI ISBN : 9782842251321
FRANCINOU S. **GIANELLA H.** **NICOLAS S.**	Exercices de mathématiques, Oraux X-ens Algèbre 3	CASSINI ISBN : 9782842250928
FRANCINOU S. **GIANELLA H.** **NICOLAS S.**	Exercices de mathématiques, Oraux X-ens Analyse 1	CASSINI ISBN : 9782842251352
FRENKEL J.	Géométrie pour l'élève-professeur	HERMANN
FRESNEL J.	Géométrie	IREM DE BORDEAUX
FRESNEL J.	Géométrie algébrique	UFR MATHS BORDEAUX
FRESNEL J.	Méthodes modernes en géométrie	HERMANN ISBN : 9782705614379
FRESNEL J. **MATIGNON M.**	Algèbre et Géométrie	HERMANN ISBN : 9782705680701
FUHRMANN P.	A polynomial approach to linear algebra	SPRINGER ISBN : 9780387946436
FULTON W.	Algebraic Topology	SPRINGER ISBN : 9780387943275
GABRIEL P.	Matrices, géométrie, algèbre linéaire	CASSINI ISBN : 9782842250188
GANTMACHER F.R.	Théorie des matrices, Tome 1	DUNOD
GANTMACHER F.R.	Théorie des matrices, Tome 2	DUNOD
GARLING D.J.H.	Inequalities	CAMBRIDGE ISBN : 9780521699730
GENET J.	Mesure et intégration. Théorie élémentaire. Cours et exercices résolus	VUIBERT
GHIDAGLIA J.M.	Petits problèmes d'analyse	SPRINGER ISBN : 9783540640745
GINDIKIN S.	Histoires de mathématiciens et de physiciens	CASSINI ISBN : 9782842250232
GOBLOT R.	Algèbre commutative	MASSON ISBN : 9782225853081
GOBLOT R.	Thèmes de géométrie	MASSON ISBN : 9782225831492
GODEMENT R.	Analyse mathématique 1	SPRINGER ISBN : 9783540632122
GODEMENT R.	Analyse mathématique 2	SPRINGER ISBN : 9783540634140
GODEMENT R.	Analyse mathématique 3	SPRINGER ISBN : 9783540661429
GODEMENT R.	Cours d'Algèbre	HERMANN
GOLUB G.H. **VAN LOAN C.F.**	Matrix computations	WILEY ISBN : 9780801854149
GONNORD S. **TOSEL N.**	Thèmes d'Analyse pour l'agrégation, Topologie et Analyse fonctionnelle	ELLIPSES ISBN : 9782729896942

GOSTIAUX B.	Cours de mathématiques spéciales, Tome 1 - Algèbre	PUF ISBN : 9782130458357
GOSTIAUX B.	Cours de mathématiques spéciales, Tome 2 - Topologie et analyse réelle	PUF ISBN : 9782130458364
GOSTIAUX B.	Cours de mathématiques spéciales, Tome 3 - Analyse fonctionnelle et calcul différentiel	PUF ISBN : 9782130458494
GOSTIAUX B.	Cours de mathématiques spéciales, Tome 4 - Géométrie affine et métrique	PUF ISBN : 9782130470274
GOSTIAUX B.	Cours de mathématiques spéciales, Tome 5 - Géométrie : arcs et nappes	PUF ISBN : 9782130471318
GOURDON X.	Les maths en tête, mathématiques pour M', Algèbre	Ellipses ISBN : 9782729894320
GOURDON X.	Les maths en tête, mathématiques pour M', Analyse	Ellipses ISBN : 9782729844493
GRAHAM **KNUTH**	Concrete mathematics	Addison Wesley ISBN : 9780201558029
GRAMAIN A.	Géométrie élémentaire	Hermann ISBN : 9782705663339
GRANJON Y.	Informatique, Algorithmes en Pascal et en langage C	Dunod ISBN : 9782100485284
GRENIER J.-P.	Débuter en Algorithmique avec Matlab et Scilab	Ellipses ISBN : 9782729831387
GREUB W.	Linear Algebra	Springer ISBN : 9780387901107
GRIMMET G. **WELSH D.**	Probability (an introduction)	Oxford ISBN : 9780198532644
GUJARATI D. N.	Basic Econometrics	Wiley ISBN : 9780071139649
HABSIEGER L. **MARTEL V.**	Exercices corrigés posés à l'oral des ENSI Tome 1 Analyse	Ellipses
HAMMAD P.	Cours de probabilités	Cujas
HAMMAD P. **TARANCO A.**	Exercices de probabilités	Cujas ISBN : 9872254850707
HAMMER R. **HOCKS M.** **KULISH U.** **RATZ D.**	C++ toolbox for verified computing	Springer ISBN : 9783540591108
HARDY G.H. **WRIGH E.M.**	An introduction to the theory of numbers	Oxford
HAREL D. **FELDMAN Y.**	Algorithmics. The spirit of computing	Addison Wesley ISBN : 9780321117847
HENNEQUIN P.L. **TORTRAT A.**	Théorie des probabilités et quelques applications	Masson
HENRICI P.	Applied and Computational Complex Analysis, Volume 1	Wiley-Interscience

HENRICI P.	Applied and Computational Complex Analysis, Volume 2	Wiley-Interscience
HENRICI P.	Applied and Computational Complex Analysis, Volume 3	Wiley-Interscience
HERVE M.	Les fonctions analytiques	PUF
HINDRY M.	Arithmétique	Calvage et Mounet ISBN : 9782916352046
HIRSCH F. **LACOMBE G.**	Éléments d'analyse fonctionnelle	Masson ISBN : 9782225855733
HOCHARD M.	Algèbre, analyse, géométrie	Vuibert ISBN : 9782711771844
HOUZEL C.	Analyse mathématique : cours et exercices	Belin
INGRAO B.	Coniques projectives, affines et métriques	Calvage et Mounet ISBN : 9782916352121
IRELAND K. **ROSEN M.**	A Classical Introduction to Modern Numbers Theory	Springer Verlag ISBN : 9780387906258
ISAAC R.	Une initiation aux probabilités (Trad. R. Mansuy)	Vuibert-Springer
ITARD J.	Les nombres premiers	Que sais-je ? PUF
JACOBSON N.	Basic Algebra, Tome I	Freeman and Co
JACOBSON N.	Basic Algebra, Tome II	Freeman and Co
KAHANE J.P. **GILLES P.**	Séries de Fourier et ondelettes	Cassini ISBN : 9782842250010
KERBRAT Y. **BRAEMER J-M.**	Géométrie des courbes et des surfaces	Hermann
KOBLITZ N.	A course in number theory and cryptography	Springer ISBN : 9780387942933
KOLMOGOROV A. **FOMINE S.**	Éléments de la théorie des fonctions et de l'analyse fonctionnelle	Ellipses ISBN : 9696748024722
KÖRNER T.W.	Exercises for Fourier analysis	Cambridge ISBN : 9780521438490
KÖRNER T.W.	Fourier analysis	Cambridge ISBN : 9780521389914
KREE P.	Introduction aux Mathématiques et à leurs applications fondamentales M.P.2	Dunod
KRIVINE H.	Exercices de mathématiques pour physiciens	Cassini ISBN : 9782842250379
KRIVINE H.	Exercices de Mathématiques pour physiciens	Casssini ISBN : 9782842250379
KRIVINE J.L.	Théorie axiomatique des ensembles	PUF
KRIVINE J.L.	Théorie des ensembles	Cassini ISBN : 9782842250140
KUNG J.	Combinatorics	Cambridge ISBN : 9780521737944

LAAMRI EL HAJ	Mesures, intégration et transformée de Fourier, des fonctions	DUNOD ISBN : 9782100057009
LACOMME P. **PRINS C.** **SEVAUX M.**	Algorithmes de graphes	EYROLLES ISBN : 9782212113853
LAFONTAINE J.	Introduction aux variétés différentielles	PUF ISBN : 9782706106545
LALEMENT R.	Logique, réduction, résolution	MASSON ISBN : 9782225821042
LANG S.	Algebra	ADDISON-WESLEY
LANG S.	Algèbre linéaire, Tome 1	INTEREDITIONS ISBN : 9872729600011
LANG S.	Algèbre linéaire, Tome 2	INTEREDITIONS ISBN : 9872729600028
LANG S.	Linear Algebra	ADDISON-WESLEY
LAROCHE F.	Escapades arithmétiques	ELLIPSES ISBN : 9782729860097
LASCAR D.	La théorie des modèles en peu de maux	CASSINI ISBN : 9782842251376
LAVILLE G.	Courbes et surfaces	ELLIPSES ISBN : 9782729818562
LAVILLE G.	Géométrie pour le CAPES et l'Agrégation	ELLIPSES ISBN : 9782729878429
LAX P. D.	Functional analysis	WILEY ISBN : 9780471556046
LAX P. D.	Linear Algebra	WILEY
LE BRIS G.	Maple Sugar : Initiation progressive à Maple	CASSINI ISBN : 9782842250195
LEBOEUF **C.** **GUEGAND J.,ROQUE J.-L.** **LANDRY P.**	Exercices corrigés de probabilités	ELLIPSES ISBN : 2729887296
LEBORGNE D.	Calcul différentiel et géométrie	PUF
LEBOSSÉ C. **HÉMERY C.**	Géométrie. Classe de Mathématiques	JACQUES GABAY
LEHMANN D. **SACRE C.**	Géométrie et topologie des surfaces	PUF
LEHNING H.	Mathématiques supérieures et spéciales, Tome 1 : Topologie	MASSON ISBN : 9872225806689
LEHNING H.	Mathématiques supérieures et spéciales, Tome 3 : Intégration et sommation	MASSON ISBN : 9782225806797
LEHNING H.	Mathématiques supérieures et spéciales, Tome 4 : Analyse en dimension finie	MASSON ISBN : 9782225808784
LEHNING H.	Mathématiques supérieures et spéciales, Tome 5 : Analyse fonctionnelle	MASSON ISBN : 9782225812262

LEHNING H. **JAKUBOWICZ D.**	Mathématiques supérieures et spéciales, Tome 2 : Dérivation	Masson ISBN : 9782225808760
LEICHTNAM E. **SCHAUER X.**	Exercices corrigés de mathématiques posés aux oraux X-ENS, Tome 1 - Algèbre 1	Ellipses ISBN : 9782729888330
LEICHTNAM E. **SCHAUER X.**	Exercices corrigés de mathématiques posés aux oraux X-ENS, Tome 2 - Algèbre et géométrie	Ellipses ISBN : 9782729888349
LEICHTNAM E. **SCHAUER X.**	Exercices corrigés de mathématiques posés aux oraux X-ENS, Tome 3 - Analyse 1	Ellipses ISBN : 9782729801531
LEICHTNAM E. **SCHAUER X.**	Exercices corrigés de mathématiques posés aux oraux X-ENS, Tome 4 - Analyse 2	Ellipses ISBN : 9782729888357
LELONG-FERRAND J.	Géométrie différentielle	Masson
LELONG-FERRAND J.	Les fondements de la géométrie	PUF
LELONG-FERRAND J. **ARNAUDIES J.M.**	Cours de Mathématiques, Tome 1 pour A-A' : Algèbre	Dunod
LELONG-FERRAND J. **ARNAUDIES J.M.**	Cours de Mathématiques, Tome 1 pour M-M' : Algèbre	Dunod ISBN : 9782040070748
LELONG-FERRAND J. **ARNAUDIES J.M.**	Cours de Mathématiques, Tome 2 : Analyse	Dunod ISBN : 9782040071356
LELONG-FERRAND J. **ARNAUDIES J.M.**	Cours de Mathématiques, Tome 3 : Géométrie et cinématique	Dunod
LELONG-FERRAND J. **ARNAUDIES J.M.**	Cours de Mathématiques, Tome 4 : Équations différentielles, intégrales multiples	Dunod ISBN : 9782040026066
LESIEUR L. **MEYER Y.** **JOULAIN C.** **LEFEBVRE J.**	Algèbre linéaire, géométrie	Armand Colin ISBN : 9782200210397
LION G.	Algèbre pour la licence, Cours et exercices (2ème édition)	Vuibert ISBN : 9782711789603
LIRET **F.**	Maths en pratique à l'usage des étudiants	Dunod ISBN : 9782100496297
LOTHAIRE M.	Algebraic combinatorics on words	Cambridge ISBN : 9780521812207
MAC LANE S. **BIRKHOFF G.**	Algèbre, 1 : Structures fondamentales	Gauthier-Villars
MAC LANE S. **BIRKHOFF G.**	Algèbre, 2 : Les grands théorèmes	Gauthier-Villars
MACKI J. **STRAUSS A.**	Introduction to optimal control theory	Springer ISBN : 9780387906249
MAKAROV B.M. **GOLUZINA M.G.** **LODKIN A.A.** **PODKORYTOV A.N.**	Problèmes d'analyse réelle	Cassini ISBN : 9782842251246
MALLIAVIN M. P.	Les groupes finis et leurs représentations complexes	Masson ISBN : 9782225699719
MALLIAVIN M. P. **WARUSFEL A.**	Algèbre linéaire et géométrie classique. Exercices	Masson ISBN : 9782225686408

MALLIAVIN P.	Géométrie différentielle intrinsèque	Hermann
MANIVEL	Fonctions symétriques, polynômes de Schubert	SMF ISBN : 2856290663
MANSUY R. **RANDÉ B.**	Les clés pour l'X (2)	Calvage et Mounet ISBN : 9782916352152
Manuels Matlab	Using Matlab version 5	Matlab
MASCART H. **STOKA M.**	Fonctions d'une variable réelle, Tome 2 : Exercices et corrigés	PUF
MASCART H. **STOKA M.**	Fonctions d'une variable réelle, Tome 3 : Exercices et corrigés	PUF ISBN : 9782130401469
MASCART H. **STOKA M.**	Fonctions d'une variable réelle, Tome 4 : Exercices et corrigés	PUF ISBN : 9782130401469
MAWHIN J.	Analyse : fondements, technique, évolutions	De Boeck Université ISBN : 9782804116705
MAZET P.	Algèbre et géométrie pour le CAPES et l'Agrégation	Ellipses ISBN : 9782729846725
MENEZES A. **VAN OORSCHOT P.** **VANSTON S.**	Handbook of applied cryptography	CRC Press ISBN : 9780849385230
MERKIN D.	Introduction to the theory of stability	Springer ISBN : 9780387947617
MÉTIVIER M.	Probabilités : dix leçons d'introduction., École Polytechnique	Ellipses ISBN : 9782729887164
MEUNIER	Agrégation interne de Mathématiques, Exercices d'oral corrigés et commentés, Tome 2	PUF ISBN : 9782130489801
MEUNIER P.	Algèbre avec applications à l'algorithmique et à la cryptographie	Ellipses ISBN : 9782729852184
MIGNOTTE M.	Mathématiques pour le calcul formel	PUF ISBN : 9782130422594
MNEIMNÉ R.	Éléments de géométrie : action de groupes	Cassini ISBN : 9782842250034
MNEIMNÉ R.	Réduction des endomorphismes	Calvage et Mounet ISBN : 9782916352015
MNEIMNÉ R. **TESTARD F.**	Introduction à la théorie des groupes de Lie classiques	Hermann
MOISAN J. **VERNOTTE A.**	Exercices corrigés de mathématiques spéciales, Analyse : topologie et séries	Ellipses
MOISAN J. **VERNOTTE A.** **TOSEL N.**	Exercices corrigés de mathématiques spéciales, Analyse : suites et séries de fonctions	Ellipses ISBN : 9782729892937
MONIER J.M.	Cours de mathématiques, Algèbre 1 MPSI, PCSI, PTSI	Dunod ISBN : 9782100029747
MONIER J.M.	Cours de mathématiques, Algèbre 2 MP, PSI, PC, PT	Dunod ISBN : 9782100033126

MONIER J.M.	Cours de mathématiques, Analyse 2 MPSI, PCSI, PTSI	Dunod ISBN : 9782100030767
MONIER J.M.	Cours de mathématiques, Analyse 3 MP, PSI, PC, PT	Dunod ISBN : 9782100033669
MONIER J.M.	Cours de mathématiques, Analyse 4 MP, PSI, PC, PT	Dunod ISBN : 9782100034666
MONIER J.M.	Cours de mathématiques, Exercice d'algèbre et géométrie MP	Dunod ISBN : 9782100059775
MONIER J.M.	Cours de mathématiques, Exercices d'analyse MP	Dunod ISBN : 9782100057382
MUTAFIAN C.	Le défi algébrique, Tome 1	Vuibert ISBN : 9782711721418
MUTAFIAN C.	Le défi algébrique, Tome 2	Vuibert
NAGEL E. **NEWMAN J. R.** **GÖDEL K.** **GIRARD J. Y.**	Le théorème de Gödel	Seuil ISBN : 9782020106528
NAUDIN P. **QUITTE C.**	Algorithmique algébrique avec exercices corrigés	Masson ISBN : 9782225827037
NIVEN I.	Irrational numbers	Mathematical Association of America ISBN : 9870883850112
NORRIS J.R.	Markov chains	Cambridge ISBN : 9780521633963
O'ROURKE J.	Computational geometry in C	Cambridge ISBN : 9780521649766
OPREA J.	Differential geometry	Prentice hall ISBN : 9780133407389
OUVRARD J.Y.	Probabilités 1 (capes, agrégation)	Cassini ISBN : 9782842250041
OUVRARD J.Y.	Probabilités 1 (capes, agrégation)	Cassini ISBN : 9782842250041
OUVRARD J.Y.	Probabilités 2 (maitrise, agrégation)	Cassini ISBN : 9782842250102
PAPINI O. **WOLFMANN J.**	Algèbre discrète et codes correcteurs	Springer ISBN : 9783540602262
PARDOUX E.	Processus de Markov et applications	Dunod ISBN : 9782100512171
PEDOE D.	Geometry - A comprehensive course	Dover ISBN : 9780486658124
PERKO L.	Differential equation and dynamical systems	Springer ISBN : 9780387947785
PERRIN D.	Cours d'Algèbre	Ellipses ISBN : 9782729855529
PERRIN D.	Cours d'Algèbre	ENSJF
PERRIN D.	Mathématiques d'école : nombres, mesure, géométrie	Cassini ISBN : 9782842250577

PERRIN-RIOU B.	Algèbre, arithmétique et MAPLE	Cassini ISBN : 9782842250218
PETKOVSEK M. **WILF H.** **ZEILBERGER D.**	A=B	A.K. Peters ISBN : 9781568810638
PEVZNER P.	Computational molecular biology	MIT Press ISBN : 9780262161978
PÓLYA G. **SZEGÖ G.**	Problems and Theorems in Analysis, Volume I	Springer Verlag ISBN : 9783540636404
PÓLYA G. **SZEGÖ G.**	Problems and Theorems in Analysis, Volume II	Springer Verlag ISBN : 9783540636862
POMMELLET A.	Agrégation de Mathématiques. Cours d'Analyse	Ellipses
POMMELLET A.	Agrégation de mathématiques. Cours d'analyse	Ellipses
PRASOLOV V.	Polynomials	Springer ISBN : 9783540407140
PRASOLOV V.	Problèmes et théorèmes d'algèbre linéaire	Cassini ISBN : 9782842250676
PRASOLOV V.	Problèmes et théorèmes d'algèbre linéaire	Cassini ISBN : 9782842250676
PRESS W. **FLANNERY B.** **TEUKOLSKI S.** **VETTERLING W.**	Numerical recipes in Pascal	Cambridge ISBN : 9780521375160
PUTZ J. F.	Maple animation	Chapman and Hall ISBN : 9781584883784
QUEFFELEC H. **ZUILY C.**	Éléments d'analyse	Dunod ISBN : 9782225848841
RALSTON A. **RABINOWITCH P**	A first course in numerical analysis	International Student Edition
RAMIS E. **DESCHAMPS C.** **ODOUX J.**	Cours de Mathématiques spéciales, 1- Algèbre	Masson
RAMIS E. **DESCHAMPS C.** **ODOUX J.**	Cours de Mathématiques spéciales, 2- Algèbre et applications à la géométrie	Masson ISBN : 9782225634048
RAMIS E. **DESCHAMPS C.** **ODOUX J.**	Cours de Mathématiques spéciales, 3- Topologie et éléments d'analyse	Masson ISBN : 9782225771873
RAMIS E. **DESCHAMPS C.** **ODOUX J.**	Cours de Mathématiques spéciales, 4- Séries et équations différentielles	Masson ISBN : 9782225840679
RAMIS E. **DESCHAMPS C.** **ODOUX J.**	Cours de Mathématiques spéciales, 5- Applications de l'analyse à la géométrie	Masson

RAMIS E. **DESCHAMPS C.** **ODOUX J.**	Exercices avec solutions, Algèbre	Masson ISBN : 9782225813146
RAMIS E. **DESCHAMPS C.** **ODOUX J.**	Exercices avec solutions, Analyse 1	Masson ISBN : 9782225800986
RAMIS E. **DESCHAMPS C.** **ODOUX J.**	Exercices avec solutions, Analyse 2	Masson ISBN : 9782225805783
RAMIS J.- P. **WARUSFEL A.** **BUFF X.** **ARNIER J.** **HALBERSTADT E.** **LACHAND-ROBERT T.** **MOULIN F.** **SAULOY J.**	Mathématiques Tout-en-un pour la licence, Cours complet avec 270 exercices corrigés, niveau L1	Dunod ISBN : 9782100496143
RANDÉ B. **TAÏEB F.**	Les clés pour l'X	Calvage et Mounet ISBN : 9782916352091
RAO C.R.	Linear statistical inference and its application	Wiley ISBN : 9780471708232
REINHARDT F. **SOEDER H.**	Atlas des mathématiques	Livre de Poche ISBN : 9782253130130
REMMERT R.	Classical topics in complex function theory	Springer ISBN : 9780387982212
RIDEAU F.	Exercices de calcul différentiel	Hermann
RIESZ E. **NAGY B. SZ**	Leçons d'analyse fonctionnelle	Gauthier-Villars
RIO E.	Théorie asymptotique des processus aléatoires faiblement dépendants	Springer ISBN : 9783540659792
ROBERT C.	Contes et décomptes de la statistique - Une initiation par l'exemple	Vuibert ISBN : 9782711753208
ROLLAND R.	Théorie des séries, 2- Séries entières	Cédic/Nathan
ROMBALDI J.E.	Analyse matricielle	EDP Sciences ISBN : 9782868834256
ROMBALDI J.E.	Interpolation, approximation, Analyse pour l'agrégation	Vuibert ISBN : 9782711771868
ROMBALDI J.E.	Thèmes pour l'agrégation de mathématiques	EDP Sciences ISBN : 9772868834073
ROUDIER H.	Algèbre linéaire. Cours et exercices	Vuibert ISBN : 9782711724857
ROUSSEAU Y. **SAINT-AUBIN Y.**	Mathématiques et Technologie	Springer (SUMAT) ISBN : 9780387692128
ROUVIERE F.	Petit guide de calcul différentiel à l'usage de la licence et de l'agrégation	Cassini ISBN : 9782842250089
RUAUD J.F. **WARUSFEL A.**	Exercices de Mathématiques Algèbre 3	Masson

RUDIN W.	Analyse réelle et complexe	Masson
RUDIN W.	Analyse réelle et complexe, cours et exercices	Dunod ISBN : 9782100040049
RUDIN W.	Functional analysis	Mc Graw Hill
RUDIN W.	Real and complex analysis	Mc Graw Hill
SA EARP R. **TOUBIANA E.**	Introduction à la géométrie hyperbolique et aux surfaces de Riemann	Cassini ISBN : 9782842250850
SAINT RAYMOND J.	Topologie, calcul différentiel et variable complexe	Calvage et Mounet ISBN : 9782916352039
SAKS S. **ZYGMUND A.**	Fonctions analytiques	Masson
SAMUEL P.	Géométrie projective	PUF
SAMUEL P.	Théorie algébrique des nombres	Hermann
SARMANT M.C. **MERLIER T.** **PILIBOSSIAN Ph.** **YAMMINE S.**	Analyse 1	Ellipses ISBN : 9782729898519
SAVIOZ J.C.	Algèbre linéaire, cours et exercices	Vuibert ISBN : 9782711789849
SCHNEIER B.	Applied cryptography	Wiley ISBN : 9780471117094
SCHWARTZ L.	Analyse, I Topologie générale et analyse fonctionnelle	Hermann
SCHWARTZ L.	Analyse, II Calcul différentiel et équations différentielles	Hermann ISBN : 9782705661625
SCHWARTZ L.	Cours d'Analyse	Hermann
SCHWARTZ L.	Méthodes mathématiques pour les sciences physiques	Hermann
SCHWARTZ L.	Méthodes mathématiques pour les sciences physiques	Hermann
SEDGEWICK R.	Algorithms	Addison Wesley ISBN : 9782744070242
SELBERHERR S. **STIPPEL H.** **STRASSER E.**	Simulation of semi-conductor devices and processes	Springer ISBN : 9780387818006
SERRE D.	Les matrices, théorie et pratique	Dunod ISBN : 9782100055159
SERRE J.P.	Cours d'arithmétique	PUF
SERVIEN Cl.	Analyse 4	Ellipses ISBN : 9782729896591
SHAPIRO H.	Introduction to the theory of numbers	Dover ISBN : 9780486466699
SIDLER J.C.	Géométrie Projective	Dunod ISBN : 9782100052349
SKANDALIS G.	Topologie et analyse	Dunod ISBN : 9782100045310

STANLEY R.P.	Enumerative combinatorics Volume I	Waddworth and Brooks ISBN : 9780534065465
STEWART I.	Galois theory	Chapman and Hall ISBN : 9780412345500
SZPIRGLAS A.	Exercices d'algèbre	Cassini ISBN : 9782842250270
TAUVEL P.	Corps commutatifs et théorie de Galois	Calvage et Mounet ISBN : 9782916352060
TAUVEL P.	Cours d'algèbre	Dunod ISBN : 9782100045907
TAUVEL P.	Cours de Géométrie	Dunod ISBN : 9782100058709
TAUVEL P.	Exercices de mathématiques pour l'agrégation, Algèbre 2	Masson ISBN : 9782225844416
TAUVEL P.	Mathématiques générales pour l'agrégation	Masson ISBN : 9782225827338
TENENBAUM G.	Introduction à la théorie analytique et probabiliste des nombres	Institut Elie Cartan ISBN : 9782903594121
TENENBAUM G.	Introduction à la théorie analytique et probabiliste des nombres	Belin ISBN : 9782701147505
TENENBAUM G.	Introduction à la théorie analytique et probabiliste des nombres T 1	S.M.F. ISBN : 9782856290329
TENENBAUM G. MENDÈS-FRANCE M.	Les nombres premiers	Que sais-je ? PUF ISBN : 9782130483991
TENENBAUM G. WU J.	Exercices corrigés de théorie analytique et probabiliste des nombres T 2	S.M.F. ISBN : 9782856290450
TISSIER A.	Mathématiques générales : exercices avec solutions	Bréal
TITCHMARSH E.C.	The theory of functions	Oxford
TORTRAT A.	Calcul des probabilités et introduction aux processus aléatoires	Masson
TRIGNAN J.	Constructions géométriques et courbes remarquables	Vuibert ISBN : 9782711771240
TRUFFAULT B.	Exercices de géométrie élémentaires	IREM des Pays de Loire
VALIRON G.	Cours d'analyse mathématique, I Théorie des fonctions	Masson
VALIRON G.	Cours d'analyse mathématique, II Équations fonctionnelles - Applications	Masson
VAUTHIER J. PRAT J-J.	Cours d'Analyse Mathématique de l'Agrégation	Masson ISBN : 9782225844508
VAZIRANI V.	Algorithmes d'approximation	Springer ISBN : 9782287006777
VINBERG E.B.	A course in algebra	AMS ISBN : 9780821834138
WAGSCHAL C.	Fonctions holomorphes, Équations différentielles	Hermann ISBN : 9782705664565

WARIN B.	L'algorithmique, votre passeport informatique pour la programmation	Ellipses ISBN : 9782729811402
WARUSFEL A.	Structures algébriques finies	Classiques Hachette
WARUSFEL ATTALI COLLET GAUTIER NICOLAS	Mathématiques, Analyse	Vuibert ISBN : 9782711789573
WARUSFEL ATTALI COLLET GAUTIER NICOLAS	Mathématiques, Arithmétique	Vuibert ISBN : 9782711789535
WARUSFEL ATTALI COLLET GAUTIER NICOLAS	Mathématiques, Géométrie	Vuibert ISBN : 9782711789542
WARUSFEL ATTALI COLLET GAUTIER NICOLAS	Mathématiques, Probabilités	Vuibert ISBN : 9782711789580
WATERMAN M.	Introduction to computational biology	Chapman and Hall ISBN : 9780412993916
WEST D. B.	Introduction to graph theory	Prentice Hall ISBN : 9780130144002
WHITTAKER E.T. WATSON G.N.	A course of modern analysis	Cambridge
WILF H.	Generatingfunctionology	Academic Press ISBN : 9780127519562
WILLEM M.	Analyse fonctionnelle élémentaire	Cassini ISBN : 9782842250669
WILLEM M.	Principes d'analyse fonctionnelle	Cassini ISBN : 9782842251208
YALE P.B.	Geometry and Symmetry	Dover ISBN : 9780486657795
YOUNG D.M. GREGORY R.T.	A survey of numerical mathematics	Dover ISBN : 9780486656915
ZÉMOR G.	Cours de cryptographie	Cassini ISBN : 9782842250201
ZUILY Cl.	Problèmes de distributions	Cassini ISBN : 9782842251499
ZUILY Cl. QUEFFELEC H.	Éléments d'analyse pour l'agrégation	Masson ISBN : 9782225848841