



## **Concours de recrutement du second degré**

### **Rapport de jury**

---

**Concours : AGREGATION INTERNE et CAERPA**

**Section : Mathématiques**

**Session 2016**

Rapport de jury présenté par :  
Monsieur Marc ROSSO  
Président du jury

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

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Déroulement et statistiques</b>	<b>3</b>
1.1	Généralités . . . . .	3
1.1.1	Déroulement . . . . .	3
1.1.2	Évolution des concours . . . . .	4
1.2	Quelques remarques sur le profil des candidats . . . . .	5
1.2.1	À propos de la préparation au concours . . . . .	5
1.2.2	À propos de la répartition hommes-femmes . . . . .	5
1.3	Statistiques . . . . .	6
1.3.1	Agrégation interne 2016 . . . . .	6
1.3.2	Données . . . . .	6
1.3.3	Répartition notes écrit . . . . .	9
1.3.4	Répartition notes oral . . . . .	10
1.3.5	CAERPA 2016 . . . . .	10
1.3.6	Données . . . . .	10
1.3.7	Répartition notes écrit . . . . .	13
1.3.8	Répartition notes oral . . . . .	14
<b>2</b>	<b>Programme du concours pour la prochaine session</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>Rapport sur les épreuves écrites</b>	<b>16</b>
3.1	Première épreuve écrite . . . . .	16
3.1.1	Énoncé . . . . .	16
3.1.2	Remarques générales . . . . .	16
3.1.3	Commentaires question par question . . . . .	16
3.2	Seconde épreuve écrite . . . . .	17
3.2.1	Énoncé . . . . .	17
3.2.2	Remarques générales . . . . .	17
3.2.3	Conseils . . . . .	18
3.2.4	Commentaires question par question . . . . .	19
<b>4</b>	<b>Rapport sur les épreuves orales</b>	<b>22</b>
4.1	Considérations générales . . . . .	22
4.2	L'épreuve orale d'exposé . . . . .	22
4.2.1	Le choix des leçons . . . . .	22
4.2.2	Le plan . . . . .	22
4.2.3	Le développement . . . . .	23
4.2.4	Le niveau de la leçon . . . . .	23
4.2.5	Les questions du jury . . . . .	23
4.2.6	Quelques leçons particulières . . . . .	23

4.3	L'épreuve orale d'exemples et exercices . . . . .	24
4.3.1	Principe et déroulement de l'épreuve . . . . .	24
4.3.2	Utilisation de logiciels . . . . .	24
4.3.3	Présentation motivée des exercices . . . . .	25
4.3.4	Résolution détaillée d'un exercice . . . . .	27
4.3.5	Questions du jury . . . . .	27
4.3.6	Les attentes du jury . . . . .	28
4.3.7	Quelques sujets particuliers . . . . .	28
4.4	Liste des sujets . . . . .	29

**5 Bibliothèque de l'agrégation de mathématiques 36**

# Chapitre 1

## Déroulement et statistiques

### 1.1 Généralités

#### 1.1.1 Déroulement

Les épreuves écrites ont eu lieu les 28 et 29 janvier 2016, la liste d'admissibilité a été signée le 21 mars avec les chiffres suivants :

Agrégation interne : 333 admissibles ; CAERPA : 37 admissibles.

Les épreuves orales se sont déroulées du 16 au 26 avril 2016, à l'Université Paris Diderot-Paris 7, Bâtiment Sophie Germain, à Paris. La liste d'admission a été signée le 27 avril avec les chiffres suivants : Agrégation interne : 148 admis ; CAERPA : 13 admis.

Tous les postes mis au concours de l'agrégation interne et du CAERPA ont donc été pourvus.

## 1.1.2 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
2013	135	2266	1510	303	135
2014	130	2290	1495	302	130
2015	145	2317	1501	332	145
2016	148	2299	1510	333	148

## 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
2013	18	320	201	35	18
2014	19	317	217	32	14
2015	20	322	203	34	12
2016	13	335	214	35	13

## 1.2 Quelques remarques sur le profil des candidats

### 1.2.1 À propos de la préparation au concours

Les candidats admissibles aussi bien à l'agrégation interne qu'au CAERPA ont montré un niveau très satisfaisant. Tous les postes ont donc été pourvus, et le jury aurait souhaité pouvoir proposer une liste complémentaire pour chacun des concours. On observe que comme l'an passé, quelques candidats non reçus à l'agrégation interne l'ont été à l'agrégation externe, ce qui confirme le bon niveau général.

Par ailleurs, on regrette encore que les admissibles se sont peu servi des moyens informatiques mis à leur disposition pour l'épreuve orale d'exemples et exercices et le jury est mécontent de cette situation.

### 1.2.2 À propos de la répartition hommes-femmes

On a noté une diminution, par rapport l'an dernier, de la proportion de femmes parmi les admissibles et parmi les admis. Cette année 37,6% des candidats sont des femmes; le pourcentage parmi les admissibles est de 26,8%, et il remonte à 30,4% parmi les admis. Ce dernier chiffre marque une nette diminution. Il convient de s'en préoccuper et de s'assurer que les femmes puissent préparer le concours dans des conditions convenables.

## 1.3 Statistiques

### 1.3.1 Agrégation interne 2016

#### 1.3.2 Données

	Inscrits	Présents	admissibles	Admis
Ensemble	2299	1513	333	148
Femmes	812	550	87	43
Français et U.E.	2275	1511	333	148
Union Européenne	8	6	2	1
Etrangers hors U.E.	22	1	0	0
Moins de 50 ans	2071	1370	304	135
Moins de 45 ans	1790	1199	277	130
Moins de 40 ans	1298	870	207	93
Moins de 35 ans	749	500	101	41
Moins de 30 ans	275	184	35	16

Professions				
	I	P	a	A
DIVERS	98	41	7	2
ENS.FPE.TIT.	66	35	5	1
CERTIFIE	2009	1393	314	143
PLP	93	34	5	2
PROF ECOLES	33	10	2	0

Académies				
	I	P	a	A
AIX-MARSEILLE	120	78	11	4
AMIENS	66	48	10	4
BESANCON	32	31	9	5
BORDEAUX	85	57	17	6
CAEN	36	24	2	1
CLERMONT-FERRAND	38	26	7	1
CORSE	12	7	2	1
DIJON	43	28	7	5
GRENOBLE	90	63	19	9
GUADELOUPE	36	23	2	1
GUYANE	15	11	2	2
LA REUNION	69	44	10	4
LILLE	149	112	22	11
LIMOGES	26	17	3	0
LYON	107	77	22	10
MARTINIQUE	31	20	3	1
MAYOTTE	23	9	2	0
MONTPELLIER	108	57	14	6
NANCY-METZ	88	63	10	3
NANTES	69	41	8	4
NICE	114	68	14	8
NOUVELLE CALEDONIE	9	4	0	0
ORLEANS-TOURS	76	57	14	4
PARIS/CRETEIL/VERSAIL.	473	316	74	38
POITIERS	66	29	4	1
POLYNESIE FRANCAISE	10	5	1	0
REIMS	34	23	8	3
RENNES	58	38	7	3
ROUEN	60	42	9	1
STRASBOURG	60	36	6	4
TOULOUSE	96	59	14	8

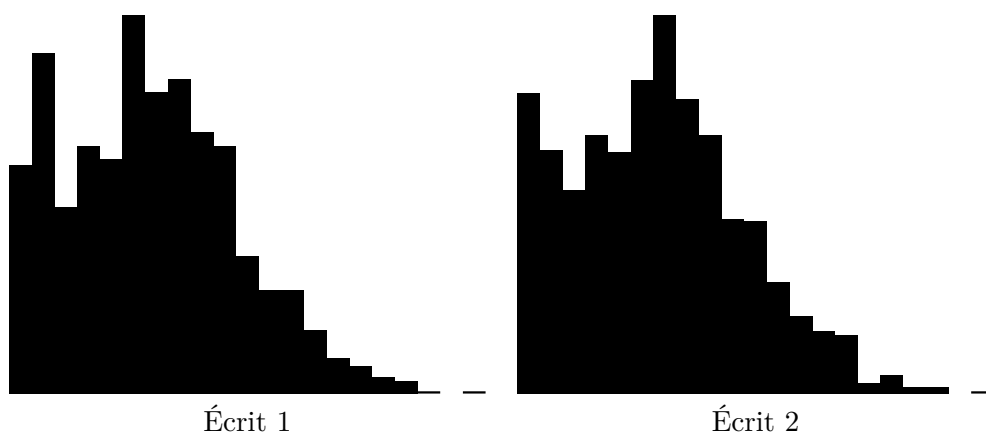


Centres d'écrit				
	I	P	a	A
AIX	120	78	11	4
AJACCIO	12	7	2	1
AMIENS	66	48	10	4
BESANCON	32	31	9	5
BORDEAUX	67	50	14	5
CAEN	36	24	2	1
CAYENNE	15	11	2	2
CLERMONT FERRAND	38	26	7	1
DIJON	43	28	7	5
DZAOUDZI-MAMOUTZOU	23	9	2	0
FORT DE FRANCE	31	20	3	1
GRENOBLE	90	63	19	9
LILLE	149	112	22	11
LIMOGES	26	17	3	0
LYON	107	77	22	10
MONTPELLIER	108	57	14	6
NANCY	88	63	10	3
NANTES	69	41	8	4
NICE	104	67	14	8
NOUMEA	9	4	0	0
ORLEANS	76	57	14	4
PAPEETE	10	5	1	0
PARIS	473	316	74	38
PAU	18	7	3	1
POINTE A PITRE	36	23	2	1
POITIERS	47	26	4	1
RABAT	19	3	0	0
REIMS	34	23	8	3
RENNES	58	38	7	3
ROUEN	60	42	9	1
SAINT DENIS REUNION	69	44	10	4
STRASBOURG	60	36	6	4
TOULOUSE	96	59	14	8
TUNIS	10	1	0	0

### 1.3.3 Répartition notes écrit

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	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	2	2	2	4	4	4
17	2	2	2	8	8	6	7	7	7
16	3	3	3	16	15	11	16	16	14
15	14	14	12	29	28	22	21	21	19
14	32	32	26	46	45	34	49	48	39
13	49	49	40	76	74	52	79	77	55
12	93	93	75	125	122	68	116	114	79
11	147	147	100	174	168	88	169	157	95
10	227	227	125	239	213	104	251	213	117
9	333	333	148	356	279	132	334	262	130
8	463	333	148	480	311	142	457	301	143
7	597	333	148	629	326	146	597	323	147
6	773	333	148	772	332	148	777	331	148
5	909	333	148	951	333	148	926	332	148
4	1063	333	148	1062	333	148	1041	333	148
3	1185	333	148	1179	333	148	1164	333	148
2	1301	333	148	1267	333	148	1261	333	148
1	1415	333	148	1428	333	148	1377	333	148
0	1513	333	148	1536	333	148	1520	333	148

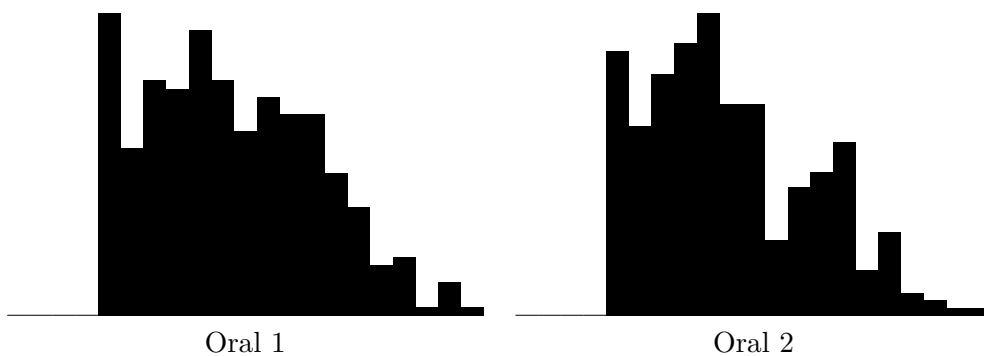
Écrit : quartiles sur les notes non nulles									
	Présents			admissibles			Admis		
épreuve 1 (sur 20)	8	5	3	12	11	9	13	11	9
épreuve 2 (sur 20)	8	6	3	12	10	9	14	12	10
Total écrit (sur 200)	85	60	33	123	107	97	132	121	105



### 1.3.4 Répartition notes oral

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	1	1	5	5	2	2
18	1	1	6	6	4	4
17	5	5	13	13	7	7
16	10	10	19	19	18	18
15	15	15	32	32	24	24
14	32	32	49	48	47	44
13	48	48	73	67	66	59
12	69	69	97	84	83	72
11	99	99	123	101	93	79
10	128	118	145	111	121	95
9	167	130	173	123	149	109
8	208	143	207	138	189	126
7	251	147	234	140	225	136
6	284	148	262	146	257	140
5	304	148	282	147	282	145
4	317	148	318	148	317	148
3	317	148	318	148	317	148
2	317	148	318	148	317	148
1	317	148	318	148	317	148
0	317	148	318	148	317	148

Oral : quartiles sur les notes non nulles						
	admissibles			Admis		
	épreuve 1 (sur 20)	12	9	6	14	12
épreuve 2 (sur 20)	12	8	6	14	11	9
Total général (sur 400)	230	198	173	254	236	219



### 1.3.5 CAERPA 2016

### 1.3.6 Données

	Inscrits	Présents	admissibles	Admis
Ensemble	335	215	37	13
Femmes	150	99	12	6
Français et U.E.	316	206	35	13
Union Européenne	0	0	0	0
Etrangers hors U.E.	19	9	2	0
Moins de 50 ans	297	194	35	12
Moins de 45 ans	243	161	30	11
Moins de 40 ans	177	122	21	7
Moins de 35 ans	88	61	9	4
Moins de 30 ans	33	22	3	2

Professions				
	I	P	a	A
DIVERS	37	11	1	0
MAITRE REM.TIT.	298	204	36	13

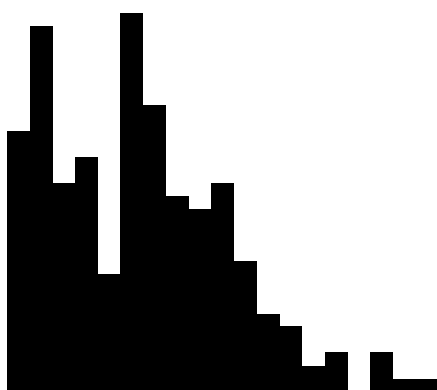
Académies				
	I	P	a	A
AIX-MARSEILLE	19	11	1	1
AMIENS	3	3	0	0
BESANCON	1	1	1	0
BORDEAUX	17	10	0	0
CAEN	3	1	0	0
CLERMONT-FERRAND	5	5	2	0
CORSE	1	0	0	0
DIJON	4	3	0	0
GRENOBLE	19	12	2	1
GUADELOUPE	4	1	0	0
LA REUNION	6	5	0	0
LILLE	23	21	5	4
LIMOGES	1	0	0	0
LYON	18	13	4	0
MARTINIQUE	1	0	0	0
MONTPELLIER	10	4	0	0
NANCY-METZ	6	5	1	0
NANTES	20	13	2	1
NICE	6	1	0	0
NOUVELLE CALEDONIE	1	1	0	0
ORLEANS-TOURS	5	3	0	0
PARIS/CRETEIL/VERSAIL.	76	47	14	5
POITIERS	6	4	0	0
POLYNESIE FRANCAISE	6	6	0	0
REIMS	8	5	0	0
RENNES	26	13	1	0
ROUEN	11	8	1	0
STRASBOURG	12	8	1	1
TOULOUSE	17	11	2	0

Centres d'écrit				
	I	P	a	A
AIX	19	11	1	1
AJACCIO	1	0	0	0
AMIENS	3	3	0	0
BESANCON	1	1	1	0
BORDEAUX	11	6	0	0
CAEN	3	1	0	0
CLERMONT FERRAND	5	5	2	0
DIJON	4	3	0	0
FORT DE FRANCE	1	0	0	0
GRENOBLE	19	12	2	1
LILLE	23	21	5	4
LIMOGES	1	0	0	0
LYON	18	13	4	0
MONTPELLIER	10	4	0	0
NANCY	6	5	1	0
NANTES	20	13	2	1
NICE	4	1	0	0
NOUMEA	1	1	0	0
ORLEANS	5	3	0	0
PAPEETE	6	6	0	0
PARIS	76	47	14	5
PAU	6	4	0	0
POINTE A PITRE	4	1	0	0
POITIERS	6	4	0	0
REIMS	8	5	0	0
RENNES	26	13	1	0
ROUEN	11	8	1	0
SAINT DENIS REUNION	6	5	0	0
STRASBOURG	12	8	1	1
TOULOUSE	17	11	2	0
TUNIS	2	0	0	0

### 1.3.7 Répartition notes écrit

Écrit : histogramme cumulé (sur 20)									
	Total			écrit 1			écrit 2		
	P	a	A	P	a	A	P	a	A
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	1	1	1	0	0	0
17	0	0	0	2	2	2	0	0	0
16	2	2	2	5	5	4	1	1	1
15	3	3	3	5	5	4	4	4	3
14	5	5	4	8	8	6	5	5	4
13	7	7	6	10	10	6	5	5	4
12	12	12	9	15	15	8	12	11	9
11	16	16	10	21	21	12	19	16	10
10	22	22	11	31	27	12	27	21	11
9	37	37	13	47	33	12	42	30	12
8	56	37	13	61	37	13	60	34	12
7	75	37	13	76	37	13	74	35	13
6	94	37	13	98	37	13	96	37	13
5	117	37	13	127	37	13	123	37	13
4	143	37	13	136	37	13	137	37	13
3	160	37	13	154	37	13	150	37	13
2	176	37	13	170	37	13	168	37	13
1	195	37	13	198	37	13	191	37	13
0	215	37	13	218	37	13	215	37	13

Écrit : quartiles sur les notes non nulles									
	Présents			admissibles			Admis		
épreuve 1 (sur 20)	8	5	3	12	11	9	13	11	9
épreuve 2 (sur 20)	8	6	3	12	10	9	14	12	10
Total écrit (sur 200)	85	60	33	123	107	97	132	121	105



Écrit 1

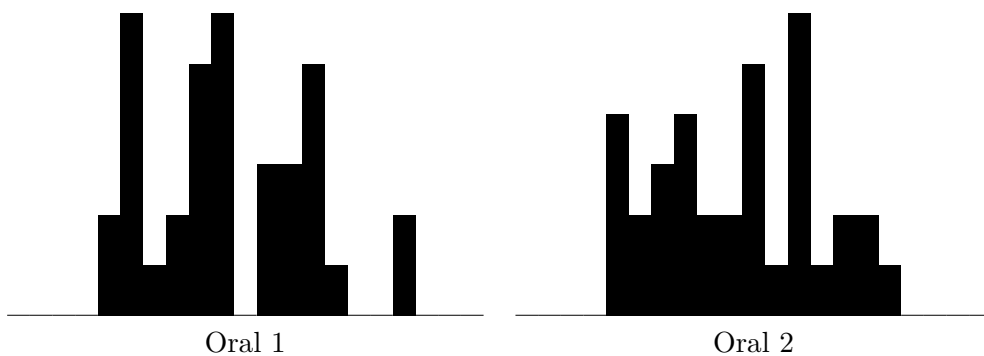


Écrit 2

### 1.3.8 Répartition notes oral

Oral et total général (sur 20)						
	Total		oral 1		oral 2	
	a	A	a	A	a	A
20	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
17	0	0	2	1	0	0
16	0	0	2	1	1	1
15	1	1	2	1	3	2
14	3	3	3	2	5	4
13	7	6	8	5	6	4
12	9	7	11	6	12	8
11	11	8	14	9	13	9
10	17	11	14	9	18	11
9	22	13	20	12	20	13
8	24	13	25	13	22	13
7	26	13	27	13	26	13
6	31	13	28	13	29	13
5	33	13	34	13	31	13
4	35	13	36	13	35	13
3	35	13	36	13	35	13
2	35	13	36	13	35	13
1	35	13	36	13	35	13
0	35	13	36	13	35	13

Oral : quartiles sur les notes non nulles						
	admissibles			Admis		
épreuve 1 (sur 20)	12	9	6	14	12	9
épreuve 2 (sur 20)	12	8	6	14	11	9
Total général (sur 400)	230	198	173	254	236	219



## Chapitre 2

# Programme du concours pour la prochaine session

Le programme du concours pour la session 2017 a été publié sur le site SIAC2 : <http://www.education.gouv.fr/cid58356/programmes-des-concours-second-degre-session-2017.html> Ce programme n'a été modifié en comparaison au programme 2016.

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

- les programmes des classes de Première et Terminale ont été modifiés récemment, 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 3

## Rapport sur les épreuves écrites

### 3.1 Première épreuve écrite

#### 3.1.1 Énoncé

On trouvera l'énoncé de l'épreuve à l'adresse suivante : <http://agrint.agreg.org/>

#### 3.1.2 Remarques générales

Le but de ce problème est d'établir l'égalité  $\tau_8 = 240$ , où  $\tau_8$  est le nombre maximal de boules de rayon 1 deux-à-deux tangentes ou disjointes, et tangentes à la boule unité de centre  $O$  dans  $\mathbf{R}^8$ . La première partie établit l'inégalité  $\tau_8 \geq 240$  de façon élémentaire.

Les parties II et III introduisent les outils (action du groupe orthogonal sur certains espaces de fonctions harmoniques) qui sont utilisés dans la partie IV pour établir l'inégalité  $\tau_8 \leq 240$ . L'un des points essentiels de la preuve est que, si  $n$  est un entier, et si  $P = P_k^{\frac{n-3}{2}, \frac{n-3}{2}}$  est un polynôme de Jacobi, il existe des fonctions polynomiales  $u_i$  sur  $\mathbf{R}^n$  tels que  $P(\langle c, c' \rangle) = \sum_i u_i(c)u_i(c')$ , pour  $c, c'$  de norme 1 dans  $\mathbf{R}^n$ .

#### 3.1.3 Commentaires question par question

- Q1-3. Dans les trois premières questions, il s'agit d'établir des conditions nécessaires et suffisantes pour que des boules euclidiennes soient dans telle ou telle position relative. Elles permettent de mettre en valeur la clarté d'esprit, l'aptitude à organiser la rédaction de résultats multiples (équivalence, complément lors d'une implication) et la capacité de raisonnement. L'ingrédient mathématique majeur de ces questions est l'inégalité triangulaire et sa condition d'égalité (pour la norme euclidienne standard de  $\mathbf{R}^n$ ). Si l'inégalité est bien utilisée la condition d'égalité semble ignorée de trop nombreux candidats.
- Q4. Les justifications de  $\tau_2 \leq 6$  sont souvent hasardeuses voire absentes. On lit souvent des affirmations non prouvées. Notons à ce propos que, si un dessin est souvent le bienvenu et peut aider à la compréhension, il ne peut tenir lieu de démonstration.
- Q5 est plutôt bien traitée dans l'ensemble.
- Q7. Le caractère  $C^\infty$  d'une application linéaire en dimension finie est rarement énoncé. La formule donnant la dérivée partielle d'une fonction composée est très rarement connue. Le fait que  $\sigma$  soit une application linéaire orthogonale n'est quasiment jamais envisagé. Cette question agit souvent comme couperet dans cette partie.
- Q9. La formule de changement de variables dans une intégrale multiple est mal connue.

- Q10a. Il s'agit de voir que le groupe  $G$  agit transitivement sur les sphères ; ceci a rarement été justifié de façon convaincante.
- Q11a. TROP de candidats, tout en ayant peut-être une idée correcte de la démonstration, en ont donné une rédaction erronée, par exemple : "Ecrivons  $P = a_k X^k + \dots + a_0$ , alors  $P$  a au plus  $k$  racines ; contradiction." On ne peut pas avoir de contradiction s'il n'y a pas d'hypothèse absurde !
- Q11b. Quelques candidats pensent à considérer un polynôme à  $n$  variables comme un polynôme en une variable en fixant  $n - 1$  variables. La question est délicate à rédiger correctement. Elle a découragé beaucoup de candidats.
- Q12. S'il est clair que la matrice d'un élément de  $K$ , dans la base canonique, a une dernière colonne égale à  $e_n$ , le fait que la dernière ligne est égale à la transposée du vecteur colonne  $e_n$  a été souvent oublié.
- Q13. Si l'inclusion  $\text{Im } \varphi \subset \dots$  a été souvent bien traitée, cela n'a pas été le cas de l'inclusion réciproque.
- Q14b. Cette question a été très peu abordée.
- Q14c. TROP de candidats ne pensent pas à vérifier que  $a_k \neq 0$  pour dire qu'un polynôme  $a_k X^k + \dots + a_0$  est de degré  $k$ .
- Q15. On trouve parfois des fragments de réponses, par exemple pour 15-a) et 15-f), qui sont des applications directes du cours.
- La partie IV a été très peu abordée, à l'exception de la question 16 et de la question 20, où il s'agissait de prendre du recul en utilisant plusieurs des questions précédentes.
- La partie V, largement indépendante des précédentes, a permis à certains candidats de montrer des connaissances sur les matrices symétriques (notamment les questions 21 et 22c).

## 3.2 Seconde épreuve écrite

### 3.2.1 Énoncé

On trouvera l'énoncé de l'épreuve à l'adresse suivante : <http://agrint.agreg.org/>

### 3.2.2 Remarques générales

Le premier objectif du problème est annoncé dans le préambule. Lorsqu'on a un coefficient dominant au sens de la relation (2), pour tout second membre dans  $\ell^p(\mathbf{Z}, \mathbf{R})$ , l'équation (1) a une unique solution dans  $\ell^p(\mathbf{Z}, \mathbf{R})$  ( ceci est démontré dans la question 21). On ne traite dans le problème que les cas de  $p = 1$  ou  $p = \infty$ , mais c'est vrai pour tout  $p$ .

Le résultat s'étend en non linéaire dans les espaces de Hilbert, en utilisant la méthode de Newton pour obtenir le résultat de surjectivité, et des techniques types d'EDP linéaires elliptiques. Mais comme le théorème de Lax Milgram nous aurait emmené très loin, la partie **V** s'est limitée au cas périodique, qui se passe donc en dimension finie, au prix d'une certaine lourdeur des notations. La partie **V** permettait difficilement le grappillage et n'a d'ailleurs été que très peu abordée.

Le jury a apprécié le bon niveau d'un certain nombre de copies, montrant la qualité du travail de préparation des candidats dans des conditions difficiles. Nous continuons à observer le phénomène récent d'apparition d'un nombre non négligeable de copies quasi-vides. En revanche, la sélectivité du concours fait que les candidats qui passent la barre de l'admissibilité ont un niveau certain.

Passons à des conseils et remarques, complétant ou répétant ceux des rapports précédents, qu'il est utile de lire également.

### 3.2.3 Conseils

Tout d'abord, les candidats ne doivent pas être surpris par la longueur des sujets. Celui de l'EP2 de cette année permettait aux candidats d'exprimer leurs compétences sur des thématiques variées : séries, espaces vectoriels normés de dimension infinie, calcul différentiel, etc. Rappelons qu'il n'est pas nécessaire de traiter une énorme portion du sujet pour être admissible, ni pour être reçu (mais ceci dépend alors de la prestation à l'oral). Un candidat traitant **parfaitement** les questions **1** à **8**, et ne rencontrant ainsi aucune question vraiment difficile, obtenait une note satisfaisante.

On attend notamment des candidats qu'ils traitent significativement les parties qu'ils abordent. S'il est normal de ne pas rester bloqué sur une question trop longtemps, la stratégie consistant à picorer des points de-ci de-là n'est pas efficace. Outre le fait d'indisposer le correcteur, qui dans les cas douteux aura alors une lecture moins favorable, la stratégie ne rapporte que peu de points ; par exemple, traiter parfaitement les trois questions que sont **7**, **11**, **17a** prendra sans doute plus de temps que traiter la plupart des autres questions du sujet, mais ne rapportera pas plus que l'une d'elle.

Les copies sont en général bien présentées, lisibles, font preuve d'honnêteté et ne sont pas écrites dans un style télégraphique. Les quelques rares copies ne respectant pas ces standards basiques ne sont pas évaluées par le correcteur avec la même indulgence. Rappelons que l'honnêteté intellectuelle et la capacité à argumenter ce que l'on écrit sont deux qualités attendues d'un professeur de mathématiques.

**Concernant la rédaction**, il y a deux écueils à éviter, et d'ailleurs la question **7** évoquée plus haut les a illustrés. Le moins grave est d'en dire trop : il faut savoir aller à l'essentiel. Une rédaction trop longue ne sera pas pénalisée, mais elle fait perdre un temps précieux. De plus, il arrive qu'à vouloir trop en dire le candidat écrive (par inattention ?) quelque chose de grossièrement faux, ce qui lui sera préjudiciable. Par exemple, le contre-exemple donné dans la question **2** est souvent  $\sum_{n \geq 0} \frac{(-1)^{n+1}}{n+1}$ .

Certains candidats justifient l'existence de cette somme en affirmant qu'elle vaut  $\ln(2)$ , ce qui est *visiblement* faux pour des raisons de signes. L'écueil inverse, lui fort dommageable, consiste à donner les résultats sans la moindre justification, parfois même sans le moindre mot. Outre le fait que cela ne rapportera rien (et c'est donc du temps perdu à l'écrire), ce comportement a tendance à mettre le correcteur dans des dispositions moins favorables. Ainsi, par exemple, pour montrer que  $\ell^p(K, \mathbf{Z})$  est un  $K$ -espace vectoriel normé., la rédaction la plus efficace consiste à montrer **simultanément** mais **précisément** qu'il est un sous-espace vectoriel de  $K^{\mathbf{Z}}$  et que  $\|\cdot\|_p$  est une norme sur cet espace.

De manière générale, en mathématiques toute affirmation doit être justifiée. Les termes *évident*, *clair* sont sans doute à bannir du vocabulaire. Ils font au correcteur un effet encore plus mauvais si la copie n'est pas irréprochable par ailleurs.

**Concernant l'écriture des objets mathématiques**, il faut inciter les candidats à être prudents, à se relire, et ne pas écrire des choses qui sont parfois visiblement fausses **voire qui n'ont pas de sens**. L'exemple donné plus haut est un peu subtil (il faut avoir en tête la démonstration du théorème sur les séries alternées) ; en revanche nous avons pu lire des affirmations comme : " $\sum_{n=0}^{+\infty} u_n$

qui dépend de  $n$ ", " $\sum_{t=0}^{+\infty} \frac{1}{t^2}$  converge" (problème avec  $t = 0$ ), " $|x_{n+1} - \alpha x_n| \leq |x_{n+1}| + \alpha |x_n|$ " (problème

si  $\alpha$  n'est pas un réel positif), " $\sum_{n=0}^{+\infty} (-1)^n$  converge". Comme autres exemples d'objets dépourvus de

sens, signalons dans la question **12** l'apparition de  $(id - f)$  au dénominateur, ou encore dans la question **26 b** des produits tels  $(y - x)g'(tx + (1 - t)y)$ , qui n'ont du sens qu'en dimension 1. Le jury a également été surpris de voir des confusions entre les symboles  $<$  et  $\leq$ . Ceci n'est pas normal au niveau de l'agrégation, surtout de la part de candidats majoritairement professeurs en exercice et qui enseignent ces symboles à leurs élèves. Au sujet des inégalités, rappelons aussi que, *par défaut*,  $\mathbf{C}$  n'est pas muni de relation d'ordre (car il n'y en n'a pas de compatible avec sa structure de corps). Ainsi, des inégalités entre complexes sont très mal vues, à moins que le signe  $\leq$  ne soit défini par le candidat et que les opérations faites avec soient toutes licites au vu de la définition donnée.

### 3.2.4 Commentaires question par question

La partie **I** avait pour but, à partir des séries indexées par  $\mathbf{N}$ , à passer aux séries indexées par  $\mathbf{Z}$ . Elle commence par deux questions de cours, qui sont des arguments de base dans un cours sur les séries. Les candidats doivent bien maîtriser leur cours : c'est bien entendu nécessaire pour l'oral, mais aussi pour l'écrit où certaines questions de cours peuvent apparaître, soit explicitement comme ici, soit plus implicitement au détour d'un argument ressemblant à un argument classique figurant dans le cours.

Du fait même de sa formulation, mais aussi grâce à la toute première phrase du sujet, il apparaît que dans la question **1** le jury n'attendait pas une démonstration détaillée mais d'en extraire l'argument crucial. Bien entendu, une démonstration correcte sera appréciée, mais ne rapportera pas plus. Nous attendions donc une phrase du type : *la suite des sommes partielles est croissante et a donc pour limite sa borne supérieure, en raison du théorème de la limite monotone*. Le jury a été surpris en revanche du peu de copies réussissant cette question, soit en extrayant l'argument, soit en refaisant la démonstration.

Le sujet distingue bien l'existence du symbole somme, qui peut exister dans  $\overline{\mathbf{R}}$ , de la convergence de la série (qui nécessite pour la limite d'être dans  $\mathbf{R}$  -ou  $\mathbf{C}$ -). Ainsi pour l'existence du symbole somme, il n'est pas nécessaire que la suite des sommes partielles soit majorée. Une copie parlant de la convergence de la suite des sommes partielles du fait de sa croissance, mais qui ne précise pas qu'elle parle de convergence dans  $\overline{\mathbf{R}}$ , sera réputée n'avoir traité que le cas croissant majoré, puisque le sujet n'emploie le terme convergence que dans le cas des limites finies.

La question **2** a fait apparaître une erreur classique : ce n'est pas parce qu'une suite est bornée qu'elle converge. Il faut soit utiliser le critère de Cauchy, soit se ramener à  $\mathbf{R}$  et traiter les parties négatives et positives. Pour le contre-exemple, signalons qu'il suffit d'en donner un avec une suite à valeurs réelles, cette dernière étant *a fortiori* à valeurs complexes.

La question **3a** était sans doute la plus difficile de la partie **I** et a fait apparaître des manipulations hasardeuses des sup.

La question **3b** contient deux informations. La première utilise le même argument que la question **1** ; pour la deuxième on peut séparer la série en deux ou utiliser habilement le **3a** (ce dernier fournit trivialement une seule inégalité, il faut travailler un peu pour l'autre).

La question **3c** démontre quelque chose qui semble une évidence ; encore faut-il la rédiger correctement. Certains écrivent que  $\sum_{t=-N}^N u_{t+1}$ , qui vaut  $\sum_{t=-N+1}^{N+1} u_t$ , est le terme d'une sous-suite de  $(V_N)_N$ .

Le **4a** est une application directe du **2**, quant au **4b**, quoique rarement traité, il a en général été réussi.

La partie **II** introduit les deux espaces  $\ell^p$  qui nous intéresseront pour l'existence des solutions à l'équation (1). Le jury a été assez strict quant à l'évaluation des démonstrations. On obtenait la structure d'espace vectoriel en montrant qu'il s'agit de sous-espaces vectoriels de  $K^{\mathbf{Z}}$ . Il faut bien entendu préciser l'espace ambiant dont  $\ell^p$  va être un sous-espace vectoriel. Là on attendait

une explication propre de la stabilité. Des majorations (naturelles) qui certes conviennent mais qui sont faites rapidement et sans le moindre mot d'explication ne rapportent pas nécessairement tous les points. C'est encore plus vrai pour la norme 1. Ne pas oublier qu'un sous-espace vectoriel est nécessairement non vide. Enfin, signalons que la démonstration *directe* qu'un ensemble est un espace vectoriel nécessite la vérification d'une séquence complète d'axiomes, et qu'il faut à tout prix éviter cette stratégie (sauf bien entendu lors d'un cours sur les espaces vectoriels.). S'il est possible de traiter simultanément l'aspect sous-espace vectoriel et le fait que l'application satisfasse les propriétés d'une norme, il n'est pas possible de montrer *d'abord* que  $\|\cdot\|_p$  est une norme puis que  $\ell^p$  est un sous-espace vectoriel : rappelons en effet qu'une norme est définie sur un espace vectoriel. Enfin, le terme "évident" est à éviter. Si c'est évident, on peut donner l'argument clé en un mot. On a été surpris de lire, par exemple, *il est évident que l'espace est de dimension infinie, mais je ne sais pas le montrer*. Pour l'aspect dimension infinie, il fallait à la fois exhiber une famille libre à un nombre infini d'éléments, puis aussi montrer qu'elle convenait. Cette notion de famille libre (à un nombre dénombrable d'éléments) a posé quelques difficultés. Quelques candidats ont proposé un exemple d'endomorphisme injectif non surjectif, ce qui est une démonstration originale et élégante.

Dans la question **8**, on attend naturellement que les deux inclusions soient regardées. Les candidats ont en général bien traité cette question, s'appuyant sur la suite 1 pour voir que  $\ell^\infty$  n'est pas inclus dans  $\ell^1$ . Pour le sens réciproque, on peut bien entendu voir que  $\sup |x_t| \leq \sum_{t \in \mathbf{Z}} |u_t|$ . Si on utilise le fait

que la suite tend vers 0 (du fait de la convergence de la série) pour en déduire qu'elle est bornée, il ne faut pas oublier d'évoquer aussi le cas de  $t \rightarrow -\infty$ .

Les questions **9** et **10**, nettement plus difficiles, ont été peu abordées avec succès, sauf pour le début du **a**. Notons que la partie **b** nécessite bien trois étapes : la convergence ponctuelle, le fait que la limite  $x$  soit dans  $\ell^p$ , et *seulement après* que  $x^{(n)}$  tend vers  $x$  dans  $\ell^p$ . Tant qu'on ne sait pas que  $x \in \ell^p$ , on ne peut pas parler de la norme de  $x^{(n)} - x$ .

La partie **III A)** commence par une question élémentaire, quasiment toujours traitée avec succès. Comme d'habitude, on attendait une justification, même courte. Des réponses non justifiées ne rapportent pas de point.

La question **12a** ne suppose pas  $f$  linéaire, et c'est d'autant plus clair que l'hypothèse de linéarité est écrite en toutes lettres dans **12b**. Très peu de candidats ont vu le lien entre le théorème du point fixe et la question posée. L'équation  $x - f(x) = y$  équivaut à trouver un point fixe de l'application ( $y$  étant fixé),  $x \mapsto y + f(x)$ . Cette application n'ayant qu'un unique point fixe, l'équation de départ a bien une solution et une seule. Plusieurs candidats obtiennent l'injectivité. Ceux qui transforment discrètement le mot injectif en bijectif ne mettent pas les correcteurs de leur côté. La question **12b** fait souvent appel à certaines connaissances des candidats. Elle nécessitait cependant du soin pour justifier tous les passages à la limite. L'argument le plus rapide, pour ceux qui ont vu le lien avec le point fixe dans le **12a**, consistait simplement à constater que la suite donnée à droite est la suite des itérations obtenues en partant de  $x_0 = y$ , dont on sait qu'elle converge vers le point fixe.

Les parties **III B)** et **III C)** n'ont pas été beaucoup abordées, sauf sur les questions **17a-17b**.

La question **17a** étant élémentaire et susceptible de servir au grappillage, on attend une justification correcte, même courte. La fin du **b** nécessitait de bien choisir  $x_0$ , de sorte à avoir une limite nulle en  $+\infty$ , ce qui est une condition nécessaire pour être dans  $\ell^1$ . Ceci n'a été vu qu'exceptionnellement.

La question **18**, difficile par la nécessité de rassembler les résultats de plusieurs questions précédentes et par celle d'une réelle prise d'initiative pour le cas  $p = 1$  et  $|\alpha| = 1$  avec  $\alpha \neq 1$ , a très rarement été traitée complètement.

La partie **III D)** a été abordée dans un certain nombre de copies.

La question **22** utilise (par exemple) la question **12**.

La question **23** est une relecture du **22**, mais nécessite du soin. Il faut avoir précisé les inverses, constaté que l'on a une relation simple entre les endomorphismes, appliquer (en le justifiant) la formule du binôme, voir ce qu'est le  $S^k((u_n)_n)$  et enfin constater que l'on a une égalité entre deux suites, dont on évalue les premiers termes. Il y avait ainsi un certain nombre de manipulations, rarement faites dans leur intégralité.

La question **24** pose des problèmes de passage à la limite à l'intérieur d'une série. Les théorèmes de Beppo-Levi et de convergence dominée, indiqués dans le cadre discret dans le préambule, avaient été rappelés pour ces questions. Parmi ceux qui les ont abordées, une partie non négligeable des candidats semble penser que le passage à la limite à l'intérieur d'une série est gratuit.

Le reste du problème a été peu traité.

Le **IV E** commence par des faits basiques sur le calcul différentiel, qui est peut-être moins dans la culture des candidats. L'aspect  $C^1$  pouvait se faire à la main. Certains candidats adoptent la stratégie de constater que  $DL(x) = L$ . Dans ce cas, signalons que l'aspect  $C^1$  de l'application  $L$  (qui est la continuité de  $x \mapsto DL(x)$ ) ne résulte pas de la continuité de  $L$  (qui donne sa différentiabilité), mais simplement du fait que  $x \mapsto DL(x)$  est constante. Ceux qui ont abordé cette partie se sont en général arrêtés au **26b**. Ces questions ont posé des difficultés, le **25** étant rarement intégralement traité et le **26b** donnant souvent des formules n'ayant pas de sens, écrites comme si  $g$  était une fonction d'une seule variable.

Quelques candidats ont abordé la partie **IV F**. La principale difficulté était de traiter par une seule récurrence les deux lignes de la question **30**, afin de pouvoir utiliser la question **29**.

Le **V** n'a été que très peu abordé.

## Chapitre 4

# Rapport sur les épreuves orales

### 4.1 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. Ce rapport reprend de nombreux points des précédents rapports.

Le cadre des épreuves orales n'a pas évolué en 2016. Rappelons que les moyens informatiques sont maintenant disponibles pour les deux épreuves. Il n'y a néanmoins pas d'attente particulière du jury quant à l'utilisation de ces outils pour l'épreuve orale d'exposé. Cette possibilité sera reconduite en 2017. En revanche, le jury regrette une trop faible utilisation de ceux-ci dans l'épreuve orale d'exemples et exercices.

Insistons sur quelques points particuliers importants, déjà évoqués dans les précédents rapports :

- 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 maîtrise.
- Les exposés faisant intervenir de la géométrie manquent sérieusement de dessins ou figures.

### 4.2 L'épreuve orale d'exposé

#### 4.2.1 Le choix des leçons

Comme les années précédentes, le jury regrette qu'un bon nombre de candidats restent réticents à choisir des leçons de géométrie ou de probabilités. Il nous faut donc à nouveau insister et rappeler qu'il s'agit de sujets souvent tout à fait abordables (avec bien sûr un minimum de préparation et un recul adéquat), et qui, bien menés, seront valorisés par le jury. On ne peut donc qu'encourager les candidats (et les préparations) à s'investir dans ces domaines.

#### 4.2.2 Le plan

Il s'agit, dans un temps limité à 15 minutes au maximum, de présenter l'articulation des notions et des principaux résultats. Il est inutile de détailler les notations et définitions trop élémentaires, et de s'attarder sur les prérequis : il faut bien gérer son temps pour pouvoir aborder soigneusement les points centraux ou délicats. Une motivation, même orale, des notions fondamentales introduites est bienvenue. Insistons aussi sur le fait que le plan doit être cohérent dans l'ordre de présentation des différentes notions ou théorèmes. Il faut savoir prendre du recul et souligner (même oralement) les liens entre les différents résultats présentés. Il n'est pas indispensable, sur certaines leçons, d'être

exhaustif. Le jury appréciera toute application dans des domaines variés illustrant une maîtrise et une bonne culture mathématique ou scientifique du candidat.

### 4.2.3 Le développement

Le développement doit être un exposé d'une situation mathématique importante dans la leçon (souvent la démonstration d'un théorème central), dans un temps limité. Il doit être substantiel. Le jury a regretté cette année que de nombreux candidats proposent la résolution d'un exercice simple ou la présentation d'un exemple parfois inconsistant. Cette attitude pourrait aussi s'interpréter comme une stratégie d'optimisation, consistant à préparer des développements pouvant être présentés soit en exposés, soit en exercices, et ce n'est évidemment pas bien perçu...

Rappelons que le développement permet au jury d'apprécier les compétences mathématiques du candidat et sa capacité à donner une présentation vivante, claire et maîtrisée. Le jury s'attend à ce que celle-ci ne soit pas une "récitation" d'une démonstration apprise par coeur, mais que le candidat se la soit appropriée. L'exposé se fait a priori sans notes; celles-ci peuvent être consultées occasionnellement (pour vérifier une hypothèse, une notation) mais un recours trop fréquent (qui traduit de fait un manque de maîtrise) est pénalisant.

### 4.2.4 Le niveau de la leçon

Il convient de répéter que le choix d'un niveau trop « élémentaire » n'est pas apprécié par le jury. De même, vouloir traiter des questions que l'on ne maîtrise pas ou mal est préjudiciable.

De façon générale, se placer d'emblée dans un cadre plus vaste que celui qui est précisé dans l'intitulé du sujet n'est pas recommandé car c'est une source de nouvelles difficultés qu'il faudra traiter (le jury y est toujours vigilant); il est préférable, si on le souhaite, d'étendre les résultats présentés en fin d'exposé.

Ceci peut entraîner aussi à des parties "hors-sujet" inévitablement peu appréciées par le jury.

### 4.2.5 Les questions du jury

Le jury soumet généralement au candidat quelques questions pour s'assurer d'une bonne compréhension des notions présentées dans le plan ou abordées au cours de l'exposé : il est souhaitable que le candidat connaisse les grandes lignes des démonstrations des résultats majeurs de son plan qui ne seront pas développés dans l'exposé. Le jury peut élargir l'interrogation à des domaines proches afin de tester la culture du candidat. Le candidat doit être capable d'appliquer un résultat de sa leçon sur un exemple proposé par le jury.

### 4.2.6 Quelques leçons particulières

La numérotation des sujets est la même que l'année précédente à quelques exceptions près. Il peut être utile de consulter les remarques faites sur certaines leçons dans les rapports précédents.

**241** (Diverses notions de convergence en analyse et en probabilités) : On regrette encore, comme les années précédentes, que les théorèmes limites classiques en probabilités (loi des grands nombres, théorème de la limite centrale, ...) sont trop souvent absents.

On attire l'attention sur la modification de l'intitulé de la leçon **112** pour la prochaine session :

**112** (Changements de bases en algèbre linéaire, en algèbre bilinéaire. Applications.)

Trois nouvelles leçons ont été introduites en 2016 :

**166** (Corps des fractions rationnelles à une indéterminée sur un corps commutatif. Applications.) : Le théorème de décomposition en éléments simples est bien sûr central; la question d'unicité est



importante et s'interprète en termes d'indépendance linéaire. Les applications ne se limitent pas au cadre strict de l'algèbre (calcul de primitives, ...). Il est naturel de parler d'homographies.

**167** (Groupe des nombres complexes de module 1. Sous-groupes des racines de l'unité. Applications.) : Il faut indiquer les liens avec la géométrie, avec l'application exponentielle, et donner des domaines des mathématiques où les nombres complexes de module 1 apparaissent naturellement (groupe unitaire, ...).

**168** (Racines d'un polynôme à une indéterminée. Relations coefficients-racines.) :

La notion de polynôme scindé, le théorème de d'Alembert-Gauss ont naturellement leur place dans cette leçon. Il est bon de mentionner des applications de la recherche de racines (valeurs propres, ...).

## 4.3 L'épreuve orale d'exemples et exercices

### 4.3.1 Principe et déroulement de l'épreuve

Pendant sa préparation, le candidat dispose de logiciels 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.

Le candidat choisit trois à six exercices portant sur le 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 et sont remises aux examinateurs.

L'épreuve orale se déroule en trois temps (on observera que **les durés imparties aux trois étapes ont été modifiées depuis la session 2016**) :

1. Présentation motivée de l'ensemble des exercices sélectionnés par le candidat (durée maximale de **10 minutes**).
2. Résolution commentée d'un des exercices au choix du candidat parmi ceux qu'il vient de présenter (durée de 15 minutes).
3. Questions du jury (durée minimale de **20 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 soutenu peuvent être adoptés sous réserve d'une bonne maîtrise des notions mathématiques sous-jacentes et d'une réelle qualité d'exposition.

### 4.3.2 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 ». Ainsi, il est inutile d'utiliser un logiciel de calcul pour trouver des coefficients de Bézout identifiables par un simple calcul de tête, ou pour dessiner un pentagone n'ayant que peu de rapport (sinon éventuellement esthétique) avec le fond du problème à résoudre.

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.

Insistons sur le fait que 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.

Lors de la session 2016, l'usage des logiciels est encore demeuré trop modeste, malgré les attentes explicitement exprimées dans le précédent rapport. Le jury le regrette profondément. Il attire à nouveau l'attention des candidats sur le fait que certains sujets se prêtent particulièrement bien à l'utilisation de l'outil informatique. Lors de la session 2017, le jury attendra un usage beaucoup plus systématique de celui-ci, et il en tiendra compte dans son évaluation.

Il est certainement utile de rappeler aux candidats que la prise en main d'un outil le jour du concours n'est pas une attitude raisonnable : il faut s'y préparer pendant l'année. 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.

### 4.3.3 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 éléments de motivations possibles :

*Objectif* : S'il est important d'indiquer à quel public s'adressent les exercices et ce qu'ils supposent connu de ce public, ceci doit être fait brièvement. Il faut également décrire quel est l'objectif de chaque exercice : illustration ou complément d'un résultat de cours, entraînement à une technique de calcul particulière, mise en évidence d'une propriété remarquable, etc. Insistons : cette présentation doit être concise et ne doit pas être un prétexte à un délayage qui cherche à meubler au mieux le temps alloué.

*Niveau* : Les difficultés éventuelles d'un énoncé doivent être mises en évidence. 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. Cependant, il ne faut pas détourner ceci en écrivant trop de détails sur la résolution dans la colonne destinée aux remarques et motivations (ceci n'est pas du tout apprécié par le jury !). Il est important d'indiquer le ressort mathématique de chaque exercice choisi.

*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* : 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 : observations et conseils

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 bien évidemment sur la note attribuée au candidat.

Il convient néanmoins d'attirer l'attention sur les défauts observés, et de prodiguer quelques conseils.

Trop souvent, les candidats se contentent de donner lecture de leurs énoncés en quelques minutes. D'autres pratiquent avec plus ou moins de conviction la stratégie du « remplissage », qui consiste à occuper au mieux le temps alloué en diluant la présentation de leurs exercices à grands coups de banalités. C'est une des raisons pour lesquelles **le temps de présentation des exercices a été ramené à 10 minutes**. D'autres enfin se contentent d'énoncer quelques théorèmes en rapport avec les exercices : ce n'est pas cela non plus qui est attendu, même s'il peut être fort utile de situer le contexte et de préciser les outils mis en oeuvre dans la résolution : il faut alors le faire avec à propos et de façon cohérente.

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 évitera (ou alors on le justifiera !) de proposer une suite d'exercices qui reproduisent (en la généralisant par exemple) une méthode de résolution déjà présentée. Il est bon de privilégier les exercices s'appliquant à des domaines variés. Les exercices relevant d'une astuce sont de peu d'intérêt, et on préférera ceux donnant une méthode de résolution réutilisable et pédagogiquement efficace.

Il convient de présenter des exercices consistants (non résolus de tête ou même en cinq minutes).

Il convient d'être vigilant sur les exercices ayant plusieurs méthodes de résolution, dont certaines peuvent les rendre élémentaires (même si celles-ci sont hors sujet dans le cadre de la séance présentée) : c'est un réel plus que de montrer au jury sa maîtrise de l'ensemble des outils qui pourraient être mobilisés sur un exercice.

On évitera les exercices très proches du cours, ou consistant à proposer la démonstration d'un théorème du cours.

Bien évidemment, le candidat doit veiller à ce que les exercices qu'il propose entrent bien dans le cadre délimité par le titre du sujet : le hors-sujet est sanctionné !

Revenons enfin, et à nouveau, sur un point déjà évoqué dans les précédents rapports, et qui

nécessite une meilleure prise en compte de la part des candidats.

Certains sujets ont un intitulé commençant par « Exercices faisant intervenir... », ou bien « Exercices illustrant l'utilisation ... » : il ne s'agit pas de proposer des exercices (parfois fort techniques) presque exclusivement centrés sur la notion concernée (nombres premiers, division euclidienne, trigonométrie, déterminants, ...), et donc en fait souvent de type exercices d'entraînement sur cette notion, mais plutôt de donner des exercices un peu plus variés, où la notion évoquée peut jouer un rôle dans un autre domaine.

#### 4.3.4 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.

Le jury a eu le plaisir d'assister à un bon nombre de prestations très honorables et parfois excellentes, reflétant une culture mathématique étendue et une bonne familiarité avec une diversité de techniques.

Ici aussi, il convient néanmoins de mettre en avant certaines erreurs à éviter.

La pertinence du choix de l'exercice développé est un élément important d'appréciation. Même si on a donné une liste progressive et substantielle, il est très maladroit, et pénalisant, de choisir de développer un premier exercice très élémentaire. Rappelons que la résolution est supposée durer quinze minutes. Il n'est pas raisonnable non plus de s'engager dans la résolution d'un exercice d'une complexité mal mesurée et qui n'aboutira pas dans le temps imparti.

Les exercices requérant de lourds calculs donnent souvent lieu à des présentations décevantes car les candidats ont eu du mal à gérer la longueur et la technicité de ceux-ci. Il convient, 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.

S'il peut être pertinent de mettre en évidence les notions ou théorèmes essentiels dans la résolution, il n'est cependant pas judicieux de commencer la présentation par de longs rappels de cours, et encore moins de transformer la séance en un exposé de leçon.

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.

Comme déjà indiqué plus haut, les candidats ayant choisi des exercices courts et très simples, ont du mal à utiliser le temps qui leur est imparti, ce qui les dessert.

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

#### 4.3.5 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 laissés surprendre par un tel questionnement). À défaut de connaître par coeur tous les calculs en détail, il faut au minimum connaître les méthodes utilisées et les différents enchaînements 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.

Le jury peut aussi proposer au candidat la résolution d'autres exercices.

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.

#### 4.3.6 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 maîtrise 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.

#### 4.3.7 Quelques sujets particuliers

Les candidats consulteront avec profit les remarques faites dans les rapports précédents sur certains sujets.

On attire l'attention, pour la prochaine session, sur l'introduction d'un nouveau sujet d'exercices :

**453** (Exercices illustrant l'utilisation de la loi binomiale en probabilités et statistique) qui s'accompagne de la suppression de la leçon d'intitulé très voisin :

**259** (Utilisation de la loi binomiale en probabilités et statistique),

et sur la modification d'un intitulé

**438** (Exemples de problèmes de dénombrement. Utilisation en probabilités).

Les sujets

**425** (Exemples de calculs de longueurs, d'aires et de volumes)

**426** (Exemples et applications de calculs d'intégrales multiples)

seront regroupés sous l'intitulé :

**426** (Exemples et applications de calculs d'intégrales multiples : calculs de longueurs, d'aires, de volumes, ...).

Mais cela ne signifie pas qu'il faut se limiter aux calculs de longueurs, d'aires et volumes, ...

## 4.4 Liste des sujets

## Leçons d'algèbre et géométrie

- 
- 101** : Groupes monogènes, groupes cycliques. Exemples.
- 
- 102** : Permutations d'un ensemble fini, groupe symétrique. Applications.
- 
- 103** : 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, en algèbre bilinéaire. 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 réel de dimension finie. Cas d'un espace euclidien. 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.
- 
- 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** : Notion de rang en algèbre linéaire. Applications.
- 
- 146** : Coniques.
- 
- 150** : Diverses factorisations de matrices. Applications
- 
- 151** : Réduction d'un endomorphisme d'un espace vectoriel de dimension finie. Applications.
- 
- 155** : Systèmes linéaires. Applications
- 
- 156** : Valeurs propres. Recherche et utilisation.
- 
- 158** : Groupe opérant sur un ensemble. Exemples et applications.
- 
- 159** : Algorithme d'Euclide. Calcul de PGCD et de coefficients de Bézout. Applications.
- 
- 163** : Endomorphismes diagonalisables. Exemples et applications.
- 
- 165** : Idéaux d'un anneau commutatif. Exemples.
- 
- 166** : Corps des fractions rationnelles à une indéterminée sur un corps commutatif. Applications.
- 
- 167** : Groupe des nombres complexes de module 1. Sous-groupes des racines de l'unité. Applications.
- 
- 168** : Racines d'un polynôme à une indéterminée. Relations coefficients-racines.
-

## 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. Applications
- 
- 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.
- 
- 208** : Problèmes de point fixe.
- 
- 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  $\pi$ .
- 
- 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  $\mathbf{R}$  (l'intégration sur un segment étant supposée connue). Exemples.
- 
- 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  $\mathbf{R}$ , à valeurs réelles ou complexes.
- 
- 225** : Systèmes différentiels linéaires du premier ordre à coefficients constants. Exemples.
- 
- 227** : Fonctions de plusieurs variables : dérivées partielles, différentiabilité, fonctions de classe  $\mathcal{C}^1$ . Exemples.
- 
- 228** : Extremums d'une fonction de plusieurs variables réelles.
- 
- 229** : Suite de variables aléatoires indépendantes de même loi de Bernoulli. Variables aléatoires de loi binomiale et approximations de la loi binomiale.
- 
- 230** : Probabilité conditionnelle et indépendance. Variables aléatoires indépendantes. Variance, covariance. Exemples
- 
- 231** : Espérance, variance ; loi faible des grands nombres.
- 
- 232** : Variables aléatoires possédant une densité. Exemples.
- 
- 235** : Exponentielles de matrices. Applications.
- 
- 237** : Construction de l'intégrale et lien avec les primitives.
- 
- 241** : Diverses notions de convergence en analyse et en probabilités. Exemples.
- 
- 244** : Inégalités en analyse et en probabilités. Par exemple : Cauchy-Schwarz, Markov, Bessel, convexité. . .
- 
- 249** : Loi normale en probabilités et statistique.
-



**251** : Diverses méthodes de résolution approchée d'une équation numérique.

---

**254** : Algorithmes d'approximation du nombre  $\pi$ .

---

**256** : Vitesse et accélération de convergence. Définition et exemples

---

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

---

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

---

**260** : Couples de variables aléatoires discrètes. Covariance. Exemples d'utilisation.

---

**262** : Étude métrique des courbes planes.

---

**263** : Suites dans un espace vectoriel normé de dimension finie.

---

**264** : Fonctions développables en série entière.

---

**265** : Inversion locale, difféomorphismes. Applications

---

**266** : Applications linéaires continues, normes associées. Exemples

---

**267** : La fonction Gamma.

---

## Exemples et exercices d'algèbre et géométrie

- 
- 301** : Exercices sur les groupes.
- 
- 302** : Exercices faisant intervenir les notions de congruence et de divisibilité dans  $\mathbf{Z}$ .
- 
- 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 oeuvre des algorithmes associés.
- 
- 307** : Exercices faisant intervenir des dénombrements.
- 
- 309** : Exercices faisant intervenir des polynômes et fractions rationnelles sur  $\mathbf{R}$  ou  $\mathbf{C}$ .
- 
- 310** : Exercices d'algèbre linéaire faisant intervenir les polynômes.
- 
- 311** : Illustrer différents usages de la notion de rang.
- 
- 312** : Illustrer différents usages des matrices inversibles.
- 
- 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 décomposition de matrices.
- 
- 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.
- 
- 330** : Exercices faisant intervenir les angles et les distances en dimensions 2 et 3.
- 
- 334** : Exercices sur les coniques.
- 
- 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.
- 
- 348** : Exercices illustrant l'emploi de puissances ou d'exponentielles de matrices.
- 
- 349** : Exemples de méthodes de chiffrement 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'endomorphisme nilpotent.
- 
- 354** : Exercices sur les cercles et les sphères.
- 
- 355** : Exercices faisant intervenir des automorphismes orthogonaux.
- 
- 356** : Exercices utilisant les permutations d'un ensemble fini.
- 
- 357** : Exercices utilisant le corps  $\mathbf{Z}/p\mathbf{Z}$ .
-

## Exemples et exercices d'analyse et probabilités

- 
- 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 développement d'une fonction en série entière. Applications.
- 
- 413** : Exemples d'applications des séries entières.
- 
- 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 l'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. Illustration algorithmique.
- 
- 422** : Exemples d'étude d'intégrales impropres.
- 
- 423** : Exemples d'utilisation des théorèmes de convergence dominée et de convergence monotone.
- 
- 426** : Exemples et applications de calculs d'intégrales multiples : calculs de longueurs, d'aires, de volumes, ...
- 
- 427** : Exemples d'étude de fonctions définies par une intégrale.
- 
- 428** : Exemples d'étude et de résolution exacte ou approchée d'équations différentielles scalaires.
- 
- 429** : Exemples d'étude et de résolution de systèmes différentiels linéaires.
- 
- 430** : Exemples d'équations différentielles issues de domaines variés (sciences expérimentales, économiques, ...)
- 
- 431** : Exemples de recherche d'extremums d'une fonction numérique d'une ou plusieurs variables réelles.
- 
- 432** : Exemples d'approximations d'un nombre réel. Illustration algorithmique.
- 
- 434** : Exemples d'utilisation de changement de variable(s) en analyse.
- 
- 435** : Exemples de modélisation en probabilités.
- 
- 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 d'applications linéaires continues et de leur norme.
- 
- 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.
- 
- 443** : Exemples de méthodes et d'algorithmes de résolution approchée d'équations  $F(X) = 0$ ,  $X$  désignant une variable réelle ou vectorielle.

---

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

---

**447** : Exemples d'équations fonctionnelles.

---

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

---

**449** : Exemples d'équations différentielles non linéaires.

---

**451** : Exemples d'applications des transformées de Fourier et Laplace.

---

**452** : Exemples d'applications du théorème des fonctions implicites.

---

**453** : Exercices illustrant l'utilisation de la loi binomiale en probabilités et en statistique.

---

## Chapitre 5

# 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.

<b>AABELSON H. SUSSMAN G. J. SUSSMAN J.</b>	Structure and interpretation of computer programs	MIT PRESS ISBN : 9780262010771
<b>AEBISCHER B.</b>	Géométrie	VUIBERT ISBN : 9782311002768
<b>AEBISCHER B.</b>	Analyse	VUIBERT ISBN : 9782311002751
<b>AHUÉS M. CHATELIN F.</b>	Exercices de valeurs propres de matrices	MASSON ISBN : 9782225817939
<b>ALBERT L. Collectif</b>	Cours et exercices d'informatique	VUIBERT ISBN : 9782711786213
<b>ALDON G.</b>	Mathématiques dynamiques	HACHETTE ÉDUCATION ISBN : 9782011712424
<b>ALESSANDRI M.</b>	Thèmes de géométrie	DUNOD ISBN : 9782100045563
<b>ALLOUCHE J. P. SHALLIT J.</b>	Automatic sequences theory, applications, generalizations	CAMBRIDGE ISBN : 9780521823326
<b>AMAR E. MATHERON É.</b>	Analyse complexe	CASSINI ISBN : 9782842250522
<b>ANDLER M. BLOCH J. D. MAILLARD B.</b>	Exercices corrigés de Mathématiques, Tome 1A - Topologie	ELLIPSES ISBN : 9782729802002
<b>ANDLER M. BLOCH J. D. MAILLARD B.</b>	Exercices corrigés de Mathématiques, Tome 1B - Fonctions numériques	ELLIPSES ISBN : 9782729802096
<b>ANDLER M. BLOCH J. D. MAILLARD B.</b>	Exercices corrigés de Mathématiques, Tome 2 - Suites et séries numériques	ELLIPSES ISBN : 9782729886168

<b>ANDLER M. BLOCH J. D. MAILLARD B.</b>	Exercices corrigés de Mathématiques, Tome 3 - Analyse fonctionnelle	ELLIPSES ISBN : 9782729888470
<b>ANDLER M. BLOCH J. D. MAILLARD B.</b>	Exercices corrigés de Mathématiques, Tome 5 - Algèbre générale, polynômes	ELLIPSES ISBN : 9782729802045
<b>ANDLER M. BLOCH J. D. MAILLARD B.</b>	Exercices corrigés de Mathématiques, Tome 6 - Algèbre linéaire, première partie	ELLIPSES ISBN : 9782729802053
<b>ANDLER M. BLOCH J. D. MAILLARD B.</b>	Exercices corrigés de Mathématiques, Tome 7 - Algèbre linéaire, deuxième partie	ELLIPSES ISBN : 9782729802061
<b>ANDREWS G.</b>	Number Theory	DOVER ISBN : 9780486682525
<b>APPEL A.W.</b>	Modern compiler implementation, in C	CAMBRIGDE ISBN : 9780521607650
<b>APPEL A.W.</b>	Modern compiler implementation, in Java	CAMBRIGDE ISBN : 9780521820608
<b>APPEL A.W.</b>	Modern compiler implementation, in ML	CAMBRIGDE ISBN : 9780521607643
<b>ARIBAUD F. VAUTHIER J.</b>	Mathématiques. Première année de DEUG	ESKA ISBN : 9782869110103
<b>ARNAUDIES J-M. BERTIN J.</b>	Groupes, Algèbres et Géométrie, Tome I	ELLIPSES ISBN : 9782729843083
<b>ARNAUDIES J-M. BERTIN J.</b>	Groupes, Algèbres et Géométrie, Tome II	ELLIPSES ISBN : 9782729845940
<b>ARNAUDIES J-M. DELEZOIDE P. FRAYSSE H.</b>	Exercices résolus d'algèbre bilinéaire et géomé- trie du cours de Mathématiques tome 4	DUNOD ISBN : 9782100031023
<b>ARNAUDIES J-M. DELEZOIDE P. FRAYSSE H.</b>	Exercices résolus d'analyse tome 2	DUNOD ISBN : 9782100014712
<b>ARNAUDIES J-M. FRAYSSE H.</b>	Cours de Mathématiques, 1. Algèbre	DUNOD ISBN : 9782040164508
<b>ARNAUDIES J-M. FRAYSSE H.</b>	Cours de Mathématiques, 2. Analyse	DUNOD ISBN : 9782040165017
<b>ARNAUDIES J-M. FRAYSSE H.</b>	Cours de Mathématiques, 3. Compléments d'analyse	DUNOD ISBN : 9782040165253
<b>ARNAUDIES J-M. FRAYSSE H.</b>	Cours de Mathématiques, 4. Algèbre bilinéaire et géométrie	DUNOD ISBN : 9782040165505
<b>ARNOLD A. GUESSARIAN I.</b>	Mathématiques pour l'informatique	EDISCIENCE ISBN : 9782100492305
<b>ARNOLD V.</b>	Chapitre supplémentaire de la théorie des équations différentielles ordinaires	MIR
<b>ARNOLD V.</b>	Équations différentielles ordinaires	MIR
<b>ARNOLD V.</b>	Lectures on partial differential equations	SPRINGER UNIVSERSI- TEXT ISBN : 9783540404484
<b>ARTIN E.</b>	Algèbre géométrique	GAUTHIER-VILLARS

<b>ARTIN E.</b>	Algèbre géométrique	GABAY ISBN : 9782876470896
<b>ARTIN M.</b>	Algebra	PRENTICE HALL ISBN : 9780130047635
<b>AUBIN J.P.</b>	Analyse fonctionnelle appliquée, Tome 2	PUF ISBN : 9782130392652
<b>AUDIN M.</b>	Géométrie de la licence à l'agrégation	BELIN ISBN : 9782701121307
<b>AUTEBERT J. M.</b>	Calculabilité et décidabilité	MASSON ISBN : 9782225826320
<b>AUTEBERT J. M.</b>	Théorie des langages et des automates	MASSON ISBN : 9782225840012
<b>AVEZ A.</b>	Calcul différentiel	MASSON ISBN : 9782225790799
<b>BAASE S. VAN GELDER A.</b>	Computer algorithms, Introduction to design & analysis	ADDISON WESLEY ISBN : 9780201612448
<b>BADOUEL E. BOUCHERON S. DICKY A. PETIT A. SANTHA M. WEIL P. ZEITOUN M.</b>	Problèmes d'informatique fondamentale	SPRINGER ISBN : 9783540423416
<b>BAJARD J.-C.</b>	Exercices d'algorithmique	INTERNATIONAL THOMSON ISBN : 9782841801053
<b>BAKHVALOV N.</b>	Méthodes numériques	MIR
<b>BARANGER J.</b>	Analyse numérique	HERMANN ISBN : 9782705660932
<b>BASILI B. PESKINE C.</b>	Algèbre	DIDEROT, ÉDITEUR ARTS ET SCIENCES ISBN : 9782841340002
<b>BASS J.</b>	Cours de Mathématiques, Tome 1	MASSON
<b>BASS J.</b>	Cours de Mathématiques, Tome 2	MASSON
<b>BAUER F. L.</b>	Decrypted secrets. Methods and maxims of cryptology	SPRINGER ISBN : 9783540426745
<b>BENDER C. ORSZAG S.</b>	Advanced mathematical methods for scientists and engineers	MC GRAW HILL ISBN : 9780070044524
<b>BENIDIR M. BARRET M.</b>	Stabilité des filtres et des systèmes linéaires	DUNOD ISBN : 9782100044320

<b>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.</b>	Mathématiques L2. Cours complet avec 700 tests et exercices corrigés	PEARSON EDUCATION ISBN : 9782744072253
<b>BERCU B CHAFAI D.</b>	Modélisation stochastique et simulation	DUNOD ISBN : 9782100513796
<b>BERGER M.</b>	Géométrie tome 2	NATHAN ISBN : 9782091917313
<b>BERGER M.</b>	Géométrie vivante	CASSINI ISBN : 9782842250355
<b>BERGER M.</b>	Géométrie, 1. Action de groupes, espaces affines et projectifs	CÉDIC/NATHAN ISBN : 9782712407016
<b>BERGER M.</b>	Géométrie, 2. Espaces euclidiens, triangles, cercles et sphères	CÉDIC/NATHAN ISBN : 9782712407014
<b>BERGER M.</b>	Géométrie, 3. Convexes et polytopes, polyèdres réguliers, aires et volumes	CÉDIC/NATHAN ISBN : 9782712407032
<b>BERGER M.</b>	Géométrie, 4. Formes quadratiques, quadriques et coniques	CÉDIC/NATHAN ISBN : 9782712407040
<b>BERGER M.</b>	Géométrie, 5. La sphère pour elle-même, géométrie hyperbolique, l'espace des sphères	CÉDIC/NATHAN ISBN : 9782712407059
<b>BERGER M.</b>	Géométrie, Index	CÉDIC/NATHAN ISBN : 9782712407067
<b>BERGER M. BERRY J-P. PANSU P. SAINT RAYMOND X.</b>	Problèmes de géométrie commentés et rédigés	CÉDIC/NATHAN ISBN : 9782712407202
<b>BERGER M. GOSTIAUX B.</b>	Géométrie différentielle	ARMAND, COLIN
<b>BERLINE N. SABBAH C.</b>	Groupes finis, Journées mathématiques X-UPS 2000	EDITIONS DE L'X ISBN : 9782730207515
<b>BHATIA R.</b>	Matrix analysis	SPRINGER ISBN : 9780387948461
<b>BICKEL P.J. DOKSUM K.A.</b>	Mathematical statistics	PRENTICE HALL ISBN : 9780135641470
<b>BIGGS NORMAN L.</b>	Discrete mathematics	OXFORD SCIENCE, PUBLICATIONS ISBN : 9780198534273
<b>BLANCHARD A.</b>	Les corps non commutatifs	PUF ISBN : 9782130322535



<b>BOAS R.</b>	A primer of real functions	MATHEMATICAL ASSOCIATION OF AMERICA ISBN : 9780883850222
<b>BOISSONNAT J.-D. YVINEC M.</b>	Géométrie algorithmique	EDISCIENCE ISBN : 9782840741121
<b>BON J.L.</b>	Fiabilité des systèmes	MASSON ISBN : 9782225849923
<b>BONNANS J.F. GILBERT J.C. LEMARECHAL C. SAGASTIZABAL C.</b>	Optimisation numérique	SPRINGER ISBN : 9783540631835
<b>BOUALEM H. BROUZET R. ELSNER B. KACZMAREK L. PENNEQUIN D.</b>	Mathématiques L1. Cours complet avec 1000 tests et exercices corrigés	PEARSON EDUCATION ISBN : 9782744072581
<b>BOURBAKI N.</b>	Éléments de Mathématique, Fascicule XIII Intégration, chapitres I à IV	HERMANN
<b>BOURBAKI N.</b>	Éléments de Mathématique, Fonctions d'une variable réelle, chapitres I à III	HERMANN
<b>BOURBAKI N.</b>	Éléments de Mathématique, Fonctions d'une variable réelle, chapitres I à VII	HERMANN
<b>BOURBAKI N.</b>	Éléments de Mathématique, Topologie générale, chapitres V à X	HERMANN
<b>BOURGADE P.</b>	Olympiades internationales de mathématiques	CASSINI ISBN : 9782842250874
<b>BOUVIER A. RICHARD D.</b>	Groupes	HERMANN ISBN : 9782705613838
<b>BREMAUD P.</b>	Introduction aux probabilités et aux chaînes de Markov	SPRINGER ISBN : 9783540314219
<b>BREZIS H.</b>	Analyse fonctionnelle, théorie et applications	MASSON ISBN : 9782225771989
<b>BRIANE M. PAGES G.</b>	Théorie de l'intégration, Cours et exercices, 3ème édition	VUIBERT ISBN : 9782711771264
<b>BROUSSE P.</b>	Mécanique MP - PC.- Spéciales A. A'. B. B'.	ARMAND, COLIN
<b>BRUCE J.W. GIBLIN P.J. RIPPON P.J.</b>	Microcomputers and Mathematics	CAMBRIDGE ISBN : 9780521312387
<b>CABANE R. LEBOEUF C.</b>	Algèbre linéaire, 1. Espaces vectoriels , Polynômes	ELLIPSES ISBN : 9782729887049
<b>CABANE R. LEBOEUF C.</b>	Algèbre linéaire, 2. Matrices et réduction	ELLIPSES ISBN : 2729890297
<b>CABANNES H.</b>	Cours de Mécanique générale	DUNOD
<b>CALAIS J.</b>	Éléments de théorie des anneaux vol I	PUF ISBN : 9782130523529
<b>CALAIS J.</b>	Éléments de théorie des groupes	PUF ISBN : 9782130384656

<b>CANDELPERGHER B.</b>	Calcul intégral	CASSINI ISBN : 9782842250539
<b>CARREGA J.C.</b>	Théorie des corps	HERMANN ISBN : 9782705614492
<b>CARTAN H.</b>	Calcul différentiel	HERMANN ISBN : 9782705658793
<b>CARTAN H.</b>	Formes différentielles	HERMANN ISBN : 9782705667023
<b>CARTAN H.</b>	Théorie élémentaire des fonctions analytiques	HERMANN ISBN : 9782705652159
<b>CARTAN H.</b>	Cours de calcul différentiel	0
<b>CARTON O.</b>	Langages formels. Calculabilité et complexité	VUIBERT ISBN : 9782711720774
<b>CASTI J.</b>	Reality rules tome I	WILEY ISBN : 9780471570219
<b>CASTI J.</b>	Reality rules tome II	WILEY ISBN : 9780471577980
<b>CASTLEMAN K.R.</b>	Digital image processing	PRENTICE HALL ISBN : 9780132114677
<b>CHABAT B.</b>	Introduction à l'analyse complexe tome I	MIR ISBN : 9785030016287
<b>CHAFAI D.</b>	Probabilités. Préparation à l'agrégation interne	E-LIVRE ISBN : 9782954171005
<b>CHAMBERT-LOIR A.</b>	Algèbre corporelle	EDITIONS DE L'X ISBN : 9782730212175
<b>CHAMBERT-LOIR A. FERMIGER S.</b>	Exercices de mathématiques pour l'agrégation, Analyse 2	MASSON ISBN : 9782225848858
<b>CHAMBERT-LOIR A. FERMIGER S.</b>	Exercices de mathématiques pour l'agrégation, Analyse 3	MASSON ISBN : 9782225853852
<b>CHAMBERT-LOIR A. FERMIGER S. MAILLOT V.</b>	Exercices de mathématiques pour l'agrégation, Analyse 1 (seconde édition revue et corrigée)	MASSON ISBN : 9782225855160
<b>CHARPENTIER E. NILKOLSKI N.</b>	Leçons de mathématiques d'aujourd'hui	CASSINI ISBN : 9782842250072
<b>CHARPENTIER E. NILKOLSKI N.</b>	Leçons de mathématiques d'aujourd'hui vol. 1	CASSINI ISBN : 9782842250706
<b>CHARPENTIER E. NILKOLSKI N.</b>	Leçons de mathématiques d'aujourd'hui vol. 2	CASSINI ISBN : 9782842250583
<b>CHARPENTIER E. NILKOLSKI N.</b>	Leçons de mathématiques d'aujourd'hui vol. 3	CASSINI ISBN : 9782842250829
<b>CHARPENTIER E. NILKOLSKI N.</b>	Leçons de mathématiques d'aujourd'hui vol. 3	CASSINI ISBN : 9782842250829
<b>CHARPENTIER E. NILKOLSKI N.</b>	Leçons de mathématiques d'aujourd'hui vol. 4	CASSINI ISBN : 9782842251147
<b>CHATELIN F.</b>	Valeurs propres de matrices	MASSON ISBN : 9782225809682
<b>CHILDS L.</b>	A concrete introduction to Higher Algebra	SPRINGER VERLAG

<b>CHOIMET D. QUEFFELEC H.</b>	Analyse mathématique	CALVAGE ET MOUNET ISBN : 9782916352107
<b>CHOQUET G.</b>	Cours d'analyse Tome II : Topologie	MASSON ISBN : 9782225599726
<b>CHOQUET G.</b>	L'enseignement de la géométrie	HERMANN
<b>CHRISTOL G. PILIBOSSIAN P. YAMMINE S.</b>	Algèbre 1	ELLIPSES ISBN : 9782729845087
<b>CHRISTOL G. PILIBOSSIAN P. YAMMINE S.</b>	Algèbre 2	ELLIPSES ISBN : 9782729896898
<b>CLAESSENS L.</b>	Mes notes de mathématiques	E-LIVRE ISBN : 9782954093611
<b>COGIS O. ROBERT C.</b>	Au-delà des ponts de Könisberg. Théorie des graphes. Problèmes, théorie, algorithmes	VUIBERT ISBN : 9782711753215
<b>COHN P.M.</b>	Algebra Volume 1	JOHN WILEY ISBN : 9780471101699
<b>COLLET H. GIRARD B. PERRIER C.</b>	Mathématiques BTS industriel	NATHAN ISBN : 9782091790886
<b>COLLET P.</b>	Modeling binary data	CHAPMAN AND HALL ISBN : 9780412388002
<b>COLMEZ P.</b>	Éléments d'analyse et d'algèbre (et de théorie des nombres)	EDITIONS DE L'X ISBN : 9782730215879
<b>COMBROUZE A.</b>	Probabilités et statistiques	PUF ISBN : 9782130460299
<b>CORI R. LASCAR D.</b>	Logique mathématique, 1. Calcul propositionnel, algèbre de Boole, calcul des prédicats	DUNOD ISBN : 9782100054527
<b>CORI R. LASCAR D.</b>	Logique mathématique, 2. Fonctions récursives, théorème de Gödel, théorie des ensembles, théorie des modèles	DUNOD ISBN : 9782100054534
<b>CORMEN T. H. LEISERSON C. E. RIVEST R. L. STEIN C.</b>	Introduction à l'algorithmique	DUNOD ISBN : 9782100039227
<b>COTRELL M. GENON-CATALOT V. DUHAMEL C. MEYRE T.</b>	Exercices de probabilités	CASSINI ISBN : 9782842250683
<b>COURANT R. HILBERT D.</b>	Methods of Mathematical Physics, Volume 1	JOHN WILEY ISBN : 9780471504474
<b>COURANT R. HILBERT D.</b>	Methods of Mathematical Physics, Volume 2	JOHN WILEY ISBN : 9780471504399
<b>COUSINEAU G. MAUNY M.</b>	Approche fonctionnelle de la programmation	EDISCIENCE ISBN : 9782840741145
<b>COX D.</b>	Galois theory	WILEY ISBN : 9780471434191
<b>COXETER H.S.M.</b>	Introduction to Geometry	JOHN WILEY ISBN : 9780471504580

<b>CVITANOVIC P.</b>	Universality in Chaos	INSTITUTE OF PHYSICS, PUBLISHING ISBN : 9780852742600
<b>DACUNHA-CASTELLE D. DUFLO M.</b>	Exercices de Probabilités et Statistiques, 1. Problèmes à temps fixe	MASSON ISBN : 9872225779023
<b>DACUNHA-CASTELLE D. DUFLO M.</b>	Probabilités et Statistiques, 1. Problèmes à temps fixe	MASSON ISBN : 9872225745476
<b>DACUNHA-CASTELLE D. REVUZ D. SCHREIBER M.</b>	Recueil de problèmes de calcul des probabilités	MASSON
<b>DAMPHOUSSE P.</b>	Petite introduction à l'algorithmique	ELLIPSES ISBN : 9782729823009
<b>DANTZER J.-F.</b>	Mathématiques pour l'agrégation interne, Analyse et probabilités. Cours et exercices corrigés	VUIBERT ISBN : 9782711740260
<b>DAVID R. NOUR K. RAFFALI C.</b>	Introduction à la logique, Théorie de la démonstration	DUNOD ISBN : 9782100067961
<b>DE KONNINCK J.M. MERCIER A.</b>	Introduction à la théorie des nombres	MODULO
<b>DE SEGUINS PAZZIS C.</b>	Invitation aux formes quadratiques	CALVAGE ET MOUNET ISBN : 9782916352190
<b>DEHEUVELS P.</b>	L'intégrale	PUF
<b>DEHEUVELS P.</b>	L'intégrale	QUE-SAIS-JE ? PUF
<b>DEHEUVELS R.</b>	Formes quadratiques et groupes classiques	PUF
<b>DEHORNOY P.</b>	Complexité et décidabilité	SPRINGER ISBN : 9782287004165
<b>DEHORNOY P.</b>	Mathématiques de l'informatique	DUNOD ISBN : 9782100044467
<b>DELTHEIL R. CAIRE D.</b>	Géométrie et compléments	JACQUES GABAY ISBN : 9782876470500
<b>DEMAILLY J.P.</b>	Analyse numérique et équations différentielles	PU GRENOBLE ISBN : 9782706104213
<b>DEMAZURE M.</b>	Catastrophes et bifurcations	ELLIPSES ISBN : 9782729886469
<b>DEMAZURE M.</b>	Cours d'Algèbre	CASSINI ISBN : 9782842251277
<b>DEMAZURE M.</b>	Cours d'algèbre : primalité, divisibilité, codes	CASSINI ISBN : 9782842251277
<b>DEMBO A. ZEITOUNI O.</b>	Large deviations techniques and applications	SPRINGER ISBN : 9780387984063
<b>DESCHAMPS WARUSFEL MOULIN RUAUD MIQUEL SIFRE</b>	Mathématiques, cours et exercices corrigés, 1ère année MPSI, PCSI, PTSI	DUNOD ISBN : 9782100039319

<b>DESCHAMPS WARUSFEL MOULIN RUAUD MIQUEL SIFRE</b>	Mathématiques, cours et exercices corrigés, 2ème année MP, PC, PSI	DUNOD ISBN : 9782100054121
<b>DESCOMBES R.</b>	Éléments de théorie des nombres	PUF ISBN : 9782130392149
<b>DEVANZ C. ELHODAIBI M.</b>	Exercices corrigés de Mathématiques posés à l'oral des Ensi, Tome 2	ELLIPSES
<b>DI MENZA L.</b>	Analyse numérique des équations aux dérivées partielles	CASSINI ISBN : 9782842250737
<b>DIEUDONNÉ J.</b>	Algèbre linéaire et géométrie élémentaire	HERMANN ISBN : 9782705655006
<b>DIEUDONNÉ J.</b>	Calcul infinitésimal	HERMANN
<b>DIEUDONNÉ J.</b>	Éléments d'Analyse., Éléments d'Analyse Tome 2	GAUTHIER-VILLARS ISBN : 9782876472120
<b>DIEUDONNÉ J.</b>	Éléments d'Analyse., Fondements de l'analyse moderne	GAUTHIER-VILLARS ISBN : 9782876472112
<b>DIEUDONNÉ J.</b>	Sur les groupes classiques	HERMANN ISBN : 9782705610401
<b>DIXMIER J.</b>	Cours de Mathématiques du premier cycle, Deuxième année	GAUTHIER-VILLARS ISBN : 9782040157159
<b>DIXMIER J.</b>	Cours de Mathématiques du premier cycle, Pre- mière année	GAUTHIER-VILLARS ISBN : 9782100057702
<b>DOWEK G. LEVY J.-J.</b>	Introduction à la théorie des langages de pro- grammation	EDITIONS DE L'X ISBN : 9782730213332
<b>DRAPER N.R. SMITH H.</b>	Applied regression analysis	WILEY ISBN : 9780471170822
<b>DUBERTRET G.</b>	Initiation à la cryptographie	VUIBERT ISBN : 9782711770878
<b>DUBUC S.</b>	Géométrie plane	PUF ISBN : 9782130316688
<b>DUGAC P.</b>	Histoire de l'analyse., Autour de la notion de limite et de ses voisinages	VUIBERT ISBN : 9782711753116
<b>DYM H. Mac KEAN H.P.</b>	Fourier series and integrals	ACADEMICS PRESS ISBN : 9870122264519
<b>EBBINGHAUS HERMES HIRZEBRUCH KOECHER LAMOTKE MAINZER NEUKIRSCH PRESTEL REMMERT</b>	Les Nombres	VUIBERT ISBN : 9782711789016
<b>EIDEN J.D.</b>	Géométrie analytique classique	CALVAGE ET MOUNET ISBN : 9782916352084

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

<b>FRANCINO S. GIANELLA H. NICOLAS S.</b>	Exercices de mathématiques, Oraux X-ens Algèbre 1	CASSINI ISBN : 9782842250300
<b>FRANCINO S. GIANELLA H. NICOLAS S.</b>	Exercices de mathématiques, Oraux X-ens Algèbre 1 (seconde édition)	CASSINI ISBN : 9782842251321
<b>FRANCINO S. GIANELLA H. NICOLAS S.</b>	Exercices de mathématiques, Oraux X-ens Algèbre 2	CASSINI ISBN : 9782842251420
<b>FRANCINO S. GIANELLA H. NICOLAS S.</b>	Exercices de mathématiques, Oraux X-ens Algèbre 3	CASSINI ISBN : 9782842250928
<b>FRANCINO S. GIANELLA H. NICOLAS S.</b>	Exercices de mathématiques, Oraux X-ens Analyse 1	CASSINI ISBN : 9782842251352
<b>FRANCINO S. GIANELLA H. NICOLAS S.</b>	Exercices de mathématiques, Oraux X-ens Analyse 2	CASSINI ISBN : 9782842251413
<b>FRANCINO S. GIANELLA H. NICOLAS S.</b>	Exercices de mathématiques, Oraux X-ens Analyse 3	CASSINI ISBN : 9782842250935
<b>FRENKEL J.</b>	Géométrie pour l'élève-professeur	HERMANN
<b>FRESNEL J.</b>	Géométrie	IREM DE BORDEAUX
<b>FRESNEL J.</b>	Géométrie algébrique	UFR MATHS BORDEAUX
<b>FRESNEL J.</b>	Méthodes modernes en géométrie	HERMANN ISBN : 9782705614379
<b>FRESNEL J. MATIGNON M.</b>	Algèbre et Géométrie	HERMANN ISBN : 9782705680701
<b>FUHRMANN P.</b>	A polynomial approach to linear algebra	SPRINGER ISBN : 9780387946436
<b>FULTON W.</b>	Algebraic Topology	SPRINGER ISBN : 9780387943275
<b>GABRIEL P.</b>	Matrices, géométrie, algèbre linéaire	CASSINI ISBN : 9782842250188
<b>GANTMACHER F.R.</b>	Théorie des matrices, Tome 1	DUNOD
<b>GANTMACHER F.R.</b>	Théorie des matrices, Tome 2	DUNOD
<b>GAREY M. JOHNSON D.S.</b>	Computers and Intractability	FREEMAN AND Co ISBN : 9780716710455
<b>GARLING D.J.H.</b>	Inequalities	CAMBRIDGE ISBN : 9780521699730
<b>GATHEN J. GERHARD J.</b>	Modern Computer algebra	CAMBRIDGE ISBN : 9780521826464
<b>GENET J.</b>	Mesure et intégration. Théorie élémentaire. Cours et exercices résolus	VUIBERT
<b>GHIDAGLIA J.M.</b>	Petits problèmes d'analyse	SPRINGER ISBN : 9783540640745
<b>GINDIKIN S.</b>	Histoires de mathématiciens et de physiciens	CASSINI ISBN : 9782842250232

<b>GOBLOT R.</b>	Algèbre commutative	MASSON ISBN : 9782225853081
<b>GOBLOT R.</b>	Thèmes de géométrie	MASSON ISBN : 9782225831492
<b>GODEMENT R.</b>	Analyse mathématique 1	SPRINGER ISBN : 9783540632122
<b>GODEMENT R.</b>	Analyse mathématique 2	SPRINGER ISBN : 9783540634140
<b>GODEMENT R.</b>	Analyse mathématique 3	SPRINGER ISBN : 9783540661429
<b>GODEMENT R.</b>	Cours d'Algèbre	HERMANN
<b>GOLUB G.H. VAN LOAN C.F.</b>	Matrix computations	WILEY ISBN : 9780801854149
<b>GONNORD S. TOSEL N.</b>	Thèmes d'Analyse pour l'agrégation, Topologie et Analyse fonctionnelle	ELLIPSES ISBN : 9782729896942
<b>GOSTIAUX B.</b>	Cours de mathématiques spéciales, Tome 1 - Algèbre	PUF ISBN : 9782130458357
<b>GOSTIAUX B.</b>	Cours de mathématiques spéciales, Tome 2 - Topologie et analyse réelle	PUF ISBN : 9782130458364
<b>GOSTIAUX B.</b>	Cours de mathématiques spéciales, Tome 3 - Analyse fonctionnelle et calcul différentiel	PUF ISBN : 9782130458494
<b>GOSTIAUX B.</b>	Cours de mathématiques spéciales, Tome 4 - Géométrie affine et métrique	PUF ISBN : 9782130470274
<b>GOSTIAUX B.</b>	Cours de mathématiques spéciales, Tome 5 - Géométrie : arcs et nappes	PUF ISBN : 9782130471318
<b>GOURDON X.</b>	Les maths en tête, mathématiques pour M', Algèbre	ELLIPSES ISBN : 9782729894320
<b>GOURDON X.</b>	Les maths en tête, mathématiques pour M', Analyse	ELLIPSES ISBN : 9782729844493
<b>GRAHAM KNUTH</b>	Concrete mathematics	ADDISON WESLEY ISBN : 9780201558029
<b>GRAMAIN A.</b>	Géométrie élémentaire	HERMANN ISBN : 9782705663339
<b>GRANJON Y.</b>	Informatique, Algorithmes en Pascal et en langage C	DUNOD ISBN : 9782100485284
<b>GREUB W.</b>	Linear Algebra	SPRINGER ISBN : 9780387901107
<b>GRIMMET G. WELSH D.</b>	Probability (an introduction)	OXFORD ISBN : 9780198532644
<b>GUJARATI D. N.</b>	Basic Econometrics	WILEY ISBN : 9780071139649
<b>GUSFIELD D.</b>	Algorithms on strings, trees and sequences	CAMBRIDGE ISBN : 9780521585194
<b>HABSIEGER L. MARTEL V.</b>	Exercices corrigés posés à l'oral des ENSI Tome 1 Analyse	ELLIPSES
<b>HAMMAD P.</b>	Cours de probabilités	CUJAS



<b>HAMMAD P. TARANCO A.</b>	Exercices de probabilités	CUJAS ISBN : 9872254850707
<b>HAMMER R. HOCKS M. KULISH U. RATZ D.</b>	C++ toolbox for verified computing	SPRINGER ISBN : 9783540591108
<b>HARDY G.H. WRIGH E.M.</b>	An introduction to the theory of numbers	OXFORD
<b>HAREL D. FELDMAN Y.</b>	Algorithmics. The spirit of computing	ADDISON WESLEY ISBN : 9780321117847
<b>HENNEQUIN P.L. TORTRAT A.</b>	Théorie des probabilités et quelques applications	MASSON
<b>HENRICI P.</b>	Applied and Computational Complex Analysis, Volume 1	WILEY-INTERSCIENCE
<b>HENRICI P.</b>	Applied and Computational Complex Analysis, Volume 2	WILEY-INTERSCIENCE
<b>HENRICI P.</b>	Applied and Computational Complex Analysis, Volume 3	WILEY-INTERSCIENCE
<b>HERVE M.</b>	Les fonctions analytiques	PUF
<b>HINDRY M.</b>	Arithmétique	CALVAGE ET MOUNET ISBN : 9782916352046
<b>HIRSCH F. LACOMBE G.</b>	Éléments d'analyse fonctionnelle	MASSON ISBN : 9782225855733
<b>HOCHARD M.</b>	Algèbre, analyse, géométrie	VUIBERT ISBN : 9782711771844
<b>HOPCROFT J.E. MOTWANI R. ULLMAN J. D.</b>	Introduction to automata theory, Languages and Computation	ADDISON WESLEY ISBN : 9780321210296
<b>HOUZEL C.</b>	Analyse mathématique : cours et exercices	BELIN
<b>INGRAO B.</b>	Coniques projectives, affines et métriques	CALVAGE ET MOUNET ISBN : 9782916352121
<b>IRELAND K. ROSEN M.</b>	A Classical Introduction to Modern Numbers Theory	SPRINGER VERLAG ISBN : 9780387906258
<b>ISAAC R.</b>	Une initiation aux probabilités (Trad. R. Man- suy)	VUIBERT-SPRINGER
<b>ITARD J.</b>	Les nombres premiers	QUE SAIS-JE ? PUF
<b>JACOBSON N.</b>	Basic Algebra, Tome I	FREEMAN AND Co
<b>JACOBSON N.</b>	Basic Algebra, Tome II	FREEMAN AND Co
<b>KAHANE J.P. LEMARIE-RIEUSSET P.-G.</b>	Séries de Fourier et ondelettes	CASSINI ISBN : 9782842250010
<b>KERBRAT Y. BRAEMER J-M.</b>	Géométrie des courbes et des surfaces	HERMANN
<b>KERNIGHAN B. RITCHIE D.</b>	Le langage C	DUNOD ISBN : 9782100487349
<b>KNUTH D.E.</b>	The art of computer programming, Volume 1 : Fundamental algorithms	ADDISON-WESLEY ISBN : 9780201896831

<b>KNUTH D.E.</b>	The art of computer programming, Volume 2 : Seminumerical algorithms	ADDISON-WESLEY ISBN : 9780201896842
<b>KNUTH D.E.</b>	The art of computer programming, Volume 3 : Sorting and Searching	ADDISON-WESLEY ISBN : 9780201896850
<b>KOBLITZ N.</b>	A course in number theory and cryptography	SPRINGER ISBN : 9780387942933
<b>KOLMOGOROV A. FOMINE S.</b>	Éléments de la théorie des fonctions et de l'analyse fonctionnelle	ELLIPSES ISBN : 9696748024722
<b>KÖRNER T.W.</b>	Exercices for Fourier analysis	CAMBRIDGE ISBN : 9780521438490
<b>KÖRNER T.W.</b>	Fourier analysis	CAMBRIDGE ISBN : 9780521389914
<b>KREE P.</b>	Introduction aux Mathématiques et à leurs applications fondamentales M.P.2	DUNOD
<b>KRIVINE H.</b>	Exercices de mathématiques pour physiciens	CASSINI ISBN : 9782842250379
<b>KRIVINE J.L.</b>	Théorie axiomatique des ensembles	PUF
<b>KRIVINE J.L.</b>	Théorie des ensembles	CASSINI ISBN : 9782842250140
<b>KUNG J.</b>	Combinatorics	CAMBRIDGE ISBN : 9780521737944
<b>LAAMRI EL HAJ</b>	Mesures, intégration et transformée de Fourier, des fonctions	DUNOD ISBN : 9782100057009
<b>LACOMME P. PRINS C. SEVAUX M.</b>	Algorithmes de graphes	EYROLLES ISBN : 9782212113853
<b>LAFONTAINE J.</b>	Introduction aux variétés différentielles	PUF ISBN : 9782706106545
<b>LALEMENT R.</b>	Logique, réduction, résolution	MASSON ISBN : 9782225821042
<b>LANG S.</b>	Algebra	ADDISON-WESLEY
<b>LANG S.</b>	Algèbre linéaire, Tome 1	INTEREDITIONS ISBN : 9872729600011
<b>LANG S.</b>	Algèbre linéaire, Tome 2	INTEREDITIONS ISBN : 9872729600028
<b>LANG S.</b>	Linear Algebra	ADDISON-WESLEY
<b>LAROCHE F.</b>	Escapades arithmétiques	ELLIPSES ISBN : 9782729860097
<b>LASCAR D.</b>	La théorie des modèles en peu de maux	CASSINI ISBN : 9782842251376
<b>LAVILLE G.</b>	Courbes et surfaces	ELLIPSES ISBN : 9782729818562
<b>LAVILLE G.</b>	Géométrie pour le CAPES et l'Agrégation	ELLIPSES ISBN : 9782729878429
<b>LAX P. D.</b>	Functional analysis	WILEY ISBN : 9780471556046
<b>LAX P. D.</b>	Linear Algebra	WILEY

<b>LE BRIS G.</b>	Maple Sugar : Initiation progressive à Maple	CASSINI ISBN : 9782842250195
<b>LEBOEUF C.</b> <b>GUEGAND J.,ROQUE J.-L.</b> <b>LANDRY P.</b>	Exercices corrigés de probabilités	ELLIPSES ISBN : 2729887296
<b>LEBORGNE D.</b>	Calcul différentiel et géométrie	PUF
<b>LEBOSSÉ C.</b> <b>HÉMERY C.</b>	Géométrie. Classe de Mathématiques	JACQUES GABAY
<b>LEHMANN D.</b> <b>SACRE C.</b>	Géométrie et topologie des surfaces	PUF
<b>LEHNING H.</b>	Mathématiques supérieures et spéciales, Tome 1 : Topologie	MASSON ISBN : 9872225806689
<b>LEHNING H.</b>	Mathématiques supérieures et spéciales, Tome 3 : Intégration et sommation	MASSON ISBN : 9782225806797
<b>LEHNING H.</b>	Mathématiques supérieures et spéciales, Tome 4 : Analyse en dimension finie	MASSON ISBN : 9782225808784
<b>LEHNING H.</b>	Mathématiques supérieures et spéciales, Tome 5 : Analyse fonctionnelle	MASSON ISBN : 9782225812262
<b>LEHNING H.</b> <b>JAKUBOWICZ D.</b>	Mathématiques supérieures et spéciales, Tome 2 : Dérivation	MASSON ISBN : 9782225808760
<b>LEICHTNAM E.</b> <b>SCHAUER X.</b>	Exercices corrigés de mathématiques posés aux oraux X-ENS, Tome 1 - Algèbre 1	ELLIPSES ISBN : 9782729888330
<b>LEICHTNAM E.</b> <b>SCHAUER X.</b>	Exercices corrigés de mathématiques posés aux oraux X-ENS, Tome 2 - Algèbre et géométrie	ELLIPSES ISBN : 9782729888349
<b>LEICHTNAM E.</b> <b>SCHAUER X.</b>	Exercices corrigés de mathématiques posés aux oraux X-ENS, Tome 3 - Analyse 1	ELLIPSES ISBN : 9782729801531
<b>LEICHTNAM E.</b> <b>SCHAUER X.</b>	Exercices corrigés de mathématiques posés aux oraux X-ENS, Tome 4 - Analyse 2	ELLIPSES ISBN : 9782729888357
<b>LELONG-FERRAND J.</b>	Géométrie différentielle	MASSON
<b>LELONG-FERRAND J.</b>	Les fondements de la géométrie	PUF
<b>LELONG-FERRAND J.</b> <b>ARNAUDIES J.M.</b>	Cours de Mathématiques, Tome 1 pour A-A' : Algèbre	DUNOD
<b>LELONG-FERRAND J.</b> <b>ARNAUDIES J.M.</b>	Cours de Mathématiques, Tome 1 pour M-M' : Algèbre	DUNOD ISBN : 9782040070748
<b>LELONG-FERRAND J.</b> <b>ARNAUDIES J.M.</b>	Cours de Mathématiques, Tome 2 : Analyse	DUNOD ISBN : 9782040071356
<b>LELONG-FERRAND J.</b> <b>ARNAUDIES J.M.</b>	Cours de Mathématiques, Tome 3 : Géométrie et cinématique	DUNOD
<b>LELONG-FERRAND J.</b> <b>ARNAUDIES J.M.</b>	Cours de Mathématiques, Tome 4 : Équations différentielles, intégrales multiples	DUNOD ISBN : 9782040026066
<b>LESIEUR L.</b> <b>MEYER Y.</b> <b>JOULAIN C.</b> <b>LEFEBVRE J.</b>	Algèbre linéaire, géométrie	ARMAND COLIN ISBN : 9782200210397

<b>LION G.</b>	Algèbre pour la licence, Cours et exercices (2ème édition)	VUIBERT ISBN : 9782711789603
<b>LIRET F.</b>	Maths en pratique à l'usage des étudiants	DUNOD ISBN : 9782100496297
<b>LOTHAIRE M.</b>	Algebraic combinatorics on words	CAMBRIDGE ISBN : 9780521812207
<b>MAC LANE S. BIRKHOFF G.</b>	Algèbre, 1 : Structures fondamentales	GAUTHIER-VILLARS
<b>MAC LANE S. BIRKHOFF G.</b>	Algèbre, 2 : Les grands théorèmes	GAUTHIER-VILLARS
<b>MACKI J. STRAUSS A.</b>	Introduction to optimal control theory	SPRINGER ISBN : 9780387906249
<b>MAKAROV B.M. GOLUZINA M.G. LODKIN A.A. PODKORYTOV A.N.</b>	Problèmes d'analyse réelle	CASSINI ISBN : 9782842251246
<b>MALLIAVIN M. P.</b>	Les groupes finis et leurs représentations complexes	MASSON ISBN : 9782225699719
<b>MALLIAVIN M. P. WARUSFEL A.</b>	Algèbre linéaire et géométrie classique. Exercices	MASSON ISBN : 9782225686408
<b>MALLIAVIN P.</b>	Géométrie différentielle intrinsèque	HERMANN
<b>MANIVEL</b>	Fonctions symétriques, polynômes de Schubert	SMF ISBN : 2856290663
<b>MANSUY R. RANDÉ B.</b>	Les clés pour l'X (2)	CALVAGE ET MOUNET ISBN : 9782916352152
<b>Manuels Matlab</b>	Using Matlab version 5	MATLAB
<b>MASCART H. STOKA M.</b>	Fonctions d'une variable réelle, Tome 2 : Exercices et corrigés	PUF
<b>MASCART H. STOKA M.</b>	Fonctions d'une variable réelle, Tome 3 : Exercices et corrigés	PUF ISBN : 9782130401469
<b>MASCART H. STOKA M.</b>	Fonctions d'une variable réelle, Tome 4 : Exercices et corrigés	PUF ISBN : 9782130401469
<b>MAWHIN J.</b>	Analyse : fondements, technique, évolutions	DE BOECK UNIVERSITÉ ISBN : 9782804116705
<b>MAZET P.</b>	Algèbre et géométrie pour le CAPES et l'Agrégation	ELLIPSES ISBN : 9782729846725
<b>MENEZES A. VAN OORSCHOT P. VANSTON S.</b>	Handbook of applied cryptography	CRC PRESS ISBN : 9780849385230
<b>MERKIN D.</b>	Introduction to the theory of stability	SPRINGER ISBN : 9780387947617
<b>MÉTIVIER M.</b>	Probabilités : dix leçons d'introduction., École Polytechnique	ELLIPSES ISBN : 9782729887164
<b>MEUNIER</b>	Agrégation interne de Mathématiques, Exercices d'oral corrigés et commentés, Tome 2	PUF ISBN : 9782130489801
<b>MEUNIER P.</b>	Algèbre avec applications à l'algorithmique et à la cryptographie	ELLIPSES ISBN : 9782729852184

<b>MEYRE T.</b>	Séries, intégrales et probabilités. Préparation à l'agrégation interne	E-LIVRE
<b>MIGNOTTE M.</b>	Mathématiques pour le calcul formel	PUF ISBN : 9782130422594
<b>MITCHELL J. C.</b>	Concepts in programming languages	CAMBRIDGE ISBN : 9780521780988
<b>MNEIMNÉ R.</b>	Éléments de géométrie : action de groupes	CASSINI ISBN : 9782842250034
<b>MNEIMNÉ R.</b>	Réduction des endomorphismes	CALVAGE ET MOUNET ISBN : 9782916352015
<b>MNEIMNÉ R. TESTARD F.</b>	Introduction à la théorie des groupes de Lie classiques	HERMANN
<b>MOISAN J. VERNOTTE A.</b>	Exercices corrigés de mathématiques spéciales, Analyse : topologie et séries	ELLIPSES
<b>MOISAN J. VERNOTTE A. TOSEL N.</b>	Exercices corrigés de mathématiques spéciales, Analyse : suites et séries de fonctions	ELLIPSES ISBN : 9782729892937
<b>MONIER J.M.</b>	Cours de mathématiques, Algèbre 1 MPSI, PCSI, PTSI	DUNOD ISBN : 9782100029747
<b>MONIER J.M.</b>	Cours de mathématiques, Algèbre 2 MP, PSI, PC, PT	DUNOD ISBN : 9782100033126
<b>MONIER J.M.</b>	Cours de mathématiques, Analyse 2 MPSI, PCSI, PTSI	DUNOD ISBN : 9782100030767
<b>MONIER J.M.</b>	Cours de mathématiques, Analyse 3 MP, PSI, PC, PT	DUNOD ISBN : 9782100033669
<b>MONIER J.M.</b>	Cours de mathématiques, Analyse 4 MP, PSI, PC, PT	DUNOD ISBN : 9782100034666
<b>MONIER J.M.</b>	Cours de mathématiques, Exercice d'algèbre et géométrie MP	DUNOD ISBN : 9782100059775
<b>MUTAFIAN C.</b>	Le défi algébrique, Tome 1	VUIBERT ISBN : 9782711721418
<b>MUTAFIAN C.</b>	Le défi algébrique, Tome 2	VUIBERT
<b>NAGEL E. NEWMAN J. R. GÖDEL K. GIRARD J. Y.</b>	Le théorème de Gödel	SEUIL ISBN : 9782020106528
<b>NAUDIN P. QUITTE C.</b>	Algorithmique algébrique avec exercices corrigés	MASSON ISBN : 9782225827037
<b>NIVEN I.</b>	Irrational numbers	MATHEMATICAL ASSOCIATION OF AMERICA ISBN : 9870883850112
<b>NORRIS J.R.</b>	Markov chains	CAMBRIDGE ISBN : 9780521633963
<b>O'ROURKE J.</b>	Computational geometry in C	CAMBRIDGE ISBN : 9780521649766
<b>OPREA J.</b>	Differential geometry	PRENTICE HALL ISBN : 9780133407389

<b>OUVRARD J.Y.</b>	Probabilités 1 (capes, agrégation)	CASSINI ISBN : 9782842250041
<b>OUVRARD J.Y.</b>	Probabilités 1 (capes, agrégation)	CASSINI ISBN : 9782842250041
<b>OUVRARD J.Y.</b>	Probabilités 2 (maitrise, agrégation)	CASSINI ISBN : 9782842250102
<b>PAPADIMITRIOU C.</b>	Computational complexity	ADDISON WESLEY ISBN : 9780201530827
<b>PAPINI O. WOLFMANN J.</b>	Algèbre discrète et codes correcteurs	SPRINGER ISBN : 9783540602262
<b>PARDOUX E.</b>	Processus de Markov et applications	DUNOD ISBN : 9782100512171
<b>PEDOE D.</b>	Geometry - A comprehensive course	DOVER ISBN : 9780486658124
<b>PERKO L.</b>	Differential equation and dynamical systems	SPRINGER ISBN : 9780387947785
<b>PERRIN D.</b>	Cours d'Algèbre	ELLIPSES ISBN : 9782729855529
<b>PERRIN D.</b>	Cours d'Algèbre	ENSJF
<b>PERRIN D.</b>	Mathématiques d'école : nombres, mesure, géométrie	CASSINI ISBN : 9782842250577
<b>PERRIN-RIOU B.</b>	Algèbre, arithmétique et MAPLE	CASSINI ISBN : 9782842250218
<b>PETAZZONI B.</b>	Seize problèmes d'informatique	SPRINGER ISBN : 9783540673873
<b>PETKOVSEK M. WILF H. ZEILBERGER D.</b>	A=B	A.K. PETERS ISBN : 9781568810638
<b>PEVZNER P.</b>	Computational molecular biology	MIT PRESS ISBN : 9780262161978
<b>PÓLYA G. SZEGÖ G.</b>	Problems and Theorems in Analysis, Volume I	SPRINGER VERLAG ISBN : 9783540636404
<b>PÓLYA G. SZEGÖ G.</b>	Problems and Theorems in Analysis, Volume II	SPRINGER VERLAG ISBN : 9783540636862
<b>POMMELLET A.</b>	Agrégation de Mathématiques. Cours d'Analyse	ELLIPSES
<b>POMMELLET A.</b>	Agrégation de mathématiques. Cours d'analyse	ELLIPSES
<b>PRASOLOV V.</b>	Polynomials	SPRINGER ISBN : 9783540407140
<b>PRASOLOV V.</b>	Problèmes et théorèmes d'algèbre linéaire	CASSINI ISBN : 9782842250676
<b>PREPARATA F. SHAMOS M.</b>	Computational geometry, an introduction	SPRINGER ISBN : 9780387961316
<b>PRESS W. FLANNERY B. TEUKOLSKI S. VETTERLING W.</b>	Numerical recipes in Pascal	CAMBRIDGE ISBN : 9780521375160
<b>PUTZ J. F.</b>	Maple animation	CHAPMAN AND HALL ISBN : 9781584883784

<b>QUEFFELEC H. ZUILY C.</b>	Éléments d'analyse	DUNOD ISBN : 9782225848841
<b>QUEFFELEC H. ZUILY C.</b>	Éléments d'analyse pour l'agrégation	MASSON ISBN : 9782225848841
<b>RALSTON A. RABINOWITCH P.</b>	A first course in numerical analysis	INTERNATIONAL STUDENT EDITION
<b>RAMIS E. DESCHAMPS C. ODOUX J.</b>	Cours de Mathématiques spéciales, 1- Algèbre	MASSON
<b>RAMIS E. DESCHAMPS C. ODOUX J.</b>	Cours de Mathématiques spéciales, 2- Algèbre et applications à la géométrie	MASSON ISBN : 9782225634048
<b>RAMIS E. DESCHAMPS C. ODOUX J.</b>	Cours de Mathématiques spéciales, 3- Topologie et éléments d'analyse	MASSON ISBN : 9782225771873
<b>RAMIS E. DESCHAMPS C. ODOUX J.</b>	Cours de Mathématiques spéciales, 4- Séries et équations différentielles	MASSON ISBN : 9782225840679
<b>RAMIS E. DESCHAMPS C. ODOUX J.</b>	Cours de Mathématiques spéciales, 5- Applications de l'analyse à la géométrie	MASSON
<b>RAMIS E. DESCHAMPS C. ODOUX J.</b>	Exercices avec solutions, Algèbre	MASSON ISBN : 9782225813146
<b>RAMIS E. DESCHAMPS C. ODOUX J.</b>	Exercices avec solutions, Analyse 1	MASSON ISBN : 9782225800986
<b>RAMIS E. DESCHAMPS C. ODOUX J.</b>	Exercices avec solutions, Analyse 2	MASSON ISBN : 9782225805783
<b>RAMIS J.- P. WARUSFEL A. BUFF X. ARNIER J. HALBERSTADT E. LACHAND-ROBERT T. MOULIN F. SAULOY J.</b>	Mathématiques Tout-en-un pour la licence, Cours complet avec 270 exercices corrigés, niveau L1	DUNOD ISBN : 9782100496143
<b>RANDÉ B. TAÏEB F.</b>	Les clés pour l'X	0 ISBN : 9782916352091
<b>RANDÉ B.</b>	Les carnets indiens de Srinivasa Ramanujan	CASSINI ISBN : 9782842250652
<b>RAO C.R.</b>	Linear statistical inference and its application	WILEY ISBN : 9780471708232
<b>REINHARDT F. SOEDER H.</b>	Atlas des mathématiques	LIVRE DE POCHE ISBN : 9782253130130
<b>REMMERT R.</b>	Classical topics in complex function theory	SPRINGER ISBN : 9780387982212
<b>RIDEAU F.</b>	Exercices de calcul différentiel	HERMANN

<b>RIESZ E. NAGY B. SZ</b>	Leçons d'analyse fonctionnelle	GAUTHIER-VILLARS
<b>RIO E.</b>	Théorie asymptotique des processus aléatoires faiblement dépendants	SPRINGER ISBN : 9783540659792
<b>ROBERT C.</b>	Contes et décomptes de la statistique - Une initiation par l'exemple	VUIBERT ISBN : 9782711753208
<b>ROLLAND R.</b>	Théorie des séries, 2- Séries entières	CÉDIC/NATHAN
<b>ROMBALDI J.E.</b>	Analyse matricielle	EDP SCIENCES ISBN : 9782868834256
<b>ROMBALDI J.E.</b>	Interpolation, approximation, Analyse pour l'agrégation	VUIBERT ISBN : 9782711771868
<b>ROMBALDI J.E.</b>	Thèmes pour l'agrégation de mathématiques	EDP SCIENCES ISBN : 9772868834073
<b>ROUDIER H.</b>	Algèbre linéaire. Cours et exercices	VUIBERT ISBN : 9782711724857
<b>ROUSSEAU Y. SAINT-AUBIN Y.</b>	Mathématiques et Technologie	SPRINGER (SUMAT) ISBN : 9780387692128
<b>ROUVIERE F.</b>	Petit guide de calcul différentiel à l'usage de la licence et de l'agrégation	CASSINI ISBN : 9782842250089
<b>RUAUD J.F. WARUSFEL A.</b>	Exercices de Mathématiques Algèbre 3	MASSON
<b>RUDIN W.</b>	Analyse réelle et complexe	MASSON
<b>RUDIN W.</b>	Functional analysis	MC GRAW HILL
<b>RUDIN W.</b>	Real and complex analysis	MC GRAW HILL
<b>SA EARP R. TOUBIANA E.</b>	Introduction à la géométrie hyperbolique et aux surfaces de Riemann	CASSINI ISBN : 9782842250850
<b>SAINT RAYMOND J.</b>	Topologie, calcul différentiel et variable complexe	CALVAGE ET MOUNET ISBN : 9782916352039
<b>SAKAROVITCH J.</b>	Eléments de théorie des automates	VUIBERT ISBN : 9782711748075
<b>SAKS S. ZYGmund A.</b>	Fonctions analytiques	MASSON
<b>SAMUEL P.</b>	Théorie algébrique des nombres	HERMANN
<b>SARMANT M.C. MERLIER T. PILIBOSSIAN Ph. YAMMINE S.</b>	Analyse 1	ELLIPSES ISBN : 9782729898519
<b>SAVIOZ J.C.</b>	Algèbre linéaire, cours et exercices	VUIBERT ISBN : 9782711789849
<b>SCHNEIER B.</b>	Applied cryptography	WILEY ISBN : 9780471117094
<b>SCHWARTZ L.</b>	Analyse, I Topologie générale et analyse fonctionnelle	HERMANN
<b>SCHWARTZ L.</b>	Analyse, II Calcul différentiel et équations différentielles	HERMANN ISBN : 9782705661625
<b>SCHWARTZ L.</b>	Cours d'Analyse	HERMANN



<b>SCHWARTZ L.</b>	Méthodes mathématiques pour les sciences physiques	HERMANN
<b>SEdgeWICK R.</b>	Algorithmes en Java	PEARSON EDUCATION ISBN : 9782744070242
<b>SEdgeWICK R.</b>	Algorithmes en langage C	DUNOD ISBN : 9780201314525
<b>SEdgeWICK R.</b>	Algorithms	ADDISON WESLEY ISBN : 9782744070242
<b>SELBERHERR S. STIPPEL H. STRASSER E.</b>	Simulation of semi-conductor devices and processes	SPRINGER ISBN : 9780387818006
<b>SERRE D.</b>	Les matrices, théorie et pratique	DUNOD ISBN : 9782100055159
<b>SERRE J.P.</b>	Cours d'arithmétique	PUF
<b>SHAPIRO H.</b>	Introduction to the theory of numbers	DOVER ISBN : 9780486466699
<b>SIDLER J.C.</b>	Géométrie Projective	DUNOD ISBN : 9782100052349
<b>SIPSER M.</b>	Introduction to the theory of computation	THOMSON C.T. ISBN : 9780619217648
<b>SKANDALIS G.</b>	Topologie et analyse	DUNOD ISBN : 9782100045310
<b>SKANDALIS G.</b>	Algèbre générale et algèbre linéaire. Préparation à l'agrégation interne	E-LIVRE
<b>SKANDALIS G.</b>	Analyse-Résumés et exercices. Préparation à l'agrégation interne	E-LIVRE
<b>STANLEY R.P.</b>	Enumerative combinatorics Volume I	WADDWORTH AND BROOKS ISBN : 9780534065465
<b>STEWART I.</b>	Galois theory	CHAPMAN AND HALL ISBN : 9780412345500
<b>STROUSTRUP B.</b>	Le langage C++	PEARSON EDUCATION ISBN : 9782744070037
<b>SZPIRGLAS A.</b>	Exercices d'algèbre	CASSINI ISBN : 9782842250270
<b>TAUVEL P.</b>	Corps commutatifs et théorie de Galois	CALVAGE ET MOUNET ISBN : 9782916352060
<b>TAUVEL P.</b>	Cours d'algèbre	DUNOD ISBN : 9782100045907
<b>TAUVEL P.</b>	Cours de Géométrie	DUNOD ISBN : 9782100058709
<b>TAUVEL P.</b>	Exercices de mathématiques pour l'agrégation, Algèbre 2	MASSON ISBN : 9782225844416
<b>TAUVEL P.</b>	Mathématiques générales pour l'agrégation	MASSON ISBN : 9782225827338
<b>TENENBAUM G.</b>	Introduction à la théorie analytique et probabiliste des nombres	INSTITUT ELIE CARTAN ISBN : 9782903594121

<b>TENENBAUM G.</b>	Introduction à la théorie analytique et probabiliste des nombres	S.M.F. ISBN : 9782856290329
<b>TENENBAUM G. MENDÈS-FRANCE M.</b>	Les nombres premiers	QUE SAIS-JE ? PUF ISBN : 9782130483991
<b>TENENBAUM G. WU J.</b>	Exercices corrigés de théorie analytique et probabiliste des nombres T 2	S.M.F. ISBN : 9782856290450
<b>TISSERON C.</b>	Géométries affine, projective et euclidienne	HERMANN ISBN : 9782705614416
<b>TISSIER A.</b>	Mathématiques générales : exercices avec solutions	BRÉAL
<b>TITCHMARSH E.C.</b>	The theory of functions	OXFORD
<b>TORTRAT A.</b>	Calcul des probabilités et introduction aux processus aléatoires	MASSON
<b>TRIGNAN J.</b>	Constructions géométriques et courbes remarquables	VUIBERT ISBN : 9782711771240
<b>TRUFFAULT B.</b>	Exercices de géométrie élémentaires	IREM DES PAYS DE LOIRE
<b>TURING A GIRARD J. Y.</b>	La Machine de Turing	SEUIL ISBN : 9782020135719
<b>VALIRON G.</b>	Cours d'analyse mathématique, I Théorie des fonctions	MASSON
<b>VALIRON G.</b>	Cours d'analyse mathématique, II Équations fonctionnelles - Applications	MASSON
<b>VAUTHIER J. PRAT J-J.</b>	Cours d'Analyse Mathématique de l'Agrégation	MASSON ISBN : 9782225844508
<b>VAZIRANI V.</b>	Algorithmes d'approximation	SPRINGER ISBN : 9782287006777
<b>VINBERG E.B.</b>	A course in algebra	AMS ISBN : 9780821834138
<b>WAGSCHAL C.</b>	Distributions, Analyse microlocale, Équations aux dérivées partielles	HERMANN ISBN : 9782705680817
<b>WAGSCHAL C.</b>	Fonctions holomorphes, Équations différentielles	HERMANN ISBN : 9782705664565
<b>WARIN B.</b>	L'algorithmique, votre passeport informatique pour la programmation	ELLIPSES ISBN : 9782729811402
<b>WARUSFEL A.</b>	Structures algébriques finies	CLASSIQUES HACHETTE
<b>WARUSFEL ATTALI COLLET GAUTIER NICOLAS</b>	Mathématiques, Analyse	VUIBERT ISBN : 9782711789573
<b>WARUSFEL ATTALI COLLET GAUTIER NICOLAS</b>	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

---