EPREUVES ORALES

Les lecteurs trouveront à la fin de ce rapport des listes de textes proposés aux deux oraux. Ces listes, formées de quelques sujets anciens et de tous les sujets nouveaux introduits cette année à la suite de la modification du programme, ne sont que partielles ; elles complètent seulement les listes publiées dans les rapports de 1970.

De même, les observations tant générales que techniques qui figurent dans les rapports sur les deux concours précédents sont toujours valables. Les futurs candidats auront intérêt à lire ces rapports et à s'en inspirer au cours de leur préparation.

Les textes proposés dans les deux oraux étant légèrement différents, il paraît préférable de séparer les rapports des deux jurys.

ANALYSE

Rapport du Jury de l'Agrégation - Hommes

Remarques générales

1° - Le jury constate et regrette le peu de goût de la majorité des candidats pour les problèmes «concrets». Cela apparaît non seulement dans le choix qui est fait entre les deux sujets proposés -choix d'ailleurs entièrement libre, le jury n'ayant aucune préférence-, mais aussi dans la façon dont sont traités les sujets théoriques, dans la pauvreté et le peu d'intérêt des applications ou des exemples.

2° - Les candidats doivent savoir s'adapter aux situations qui leur sont proposées. Le jury admettrait fort bien que, ayant donné dans son plan un énoncé général dont l'étude risque d'être complexe et difficile, le candidat ne prépare pour l'exposé final qu'une démonstration simplifiée par l'intervention d'hypothèses supplémentaires, lorsque cette forme du théorème se trouve être la seule qui soit en fait utilisée. C'est le cas du théorème des accroissements finis, dont la forme la plus générale n'est pas toujours nécessaire, des théorèmes d'existence et d'unicité pour les équations différentielles, dont la démonstration se simplifie dans le cas particulier des «équations linéaires».

Remarques particulières

Elles sont relatives à certains sujets proposés.

- *Espaces compacts :* Certains candidats ne semblent connaître comme espaces compacts que les fermés, bornés de $\mathbb{R}^n$.
- *Espaces connexes :* La différence entre connexité et connexité par arcs n'est pas toujours connue.
- *Topologie de* $\mathbb{C}$: Le rôle de la structure de corps de $\mathbb{C}$ n'est pas mis en évidence; rien n'est dit sur l'argument d'un nombre complexe.
- *Approximation des nombres réels :* Les candidats n'utilisent pas la théorie des fractions continues, qui figure pourtant au programme.
- *Limites :* Un exposé sur les limites demande un effort de synthèse que permet l'introduction dans le programme de notions de topologie générale. Il ne doit pas se réduire à une juxtaposition de paragraphes entre lesquels n'est établi aucun rapport ; il doit comporter des indications sur les méthodes permettant d'établir l'existence des limites.

Un candidat a traité ce sujet sans parler du critère de Cauchy ; d'autres ne savent pas appliquer ce critère pour la limite d'une fonction en un point ; d'autres parlent de limites de nombres réels sans avoir une vue exacte de la façon dont $\mathbb{R}$ a été introduit.

Fonctions différentiables : Le candidat peut se borner aux applications d'une partie de $\mathbb{R}^n$ dans $\mathbb{R}^p$. Si l'étude est faite dans la situation générale des espaces vectoriels normés, on aimerait que les exemples ne concernent pas uniquement le cas de la dimension finie.

Extremum : L'exposé est presque toujours limité à l'étude locale d'une fonction définie sur un ouvert avec les hypothèses de différentiabilité habituelles. Le sujet est plus général ; le problème de l'existence d'un extremum global devrait être abordé (fonction numérique continue sur un compact, distance d'un point à un fermé convexe dans un espace de Hilbert...). Les exemples et applications sont bien pauvres. Ici encore, si la théorie est faite dans la situation générale d'un espace de Banach, on aimerait qu'elle ne soit pas appliquée seulement dans le cas de $\mathbb{R}^n$, et que les candidats soient capables d'évoquer quelques problèmes classiques de calcul des variations.

Comparaison des fonctions au voisinage d'un point. Un candidat a été gêné par les notations de Landau $o(1)$ et $O(1)$, qu'il a employées de façon maladroite et incorrecte.

Fonctions inverses : La notion essentielle de difféomorphisme local n'est pas toujours claire dans l'esprit des candidats. Comme propriétés de régularité, on étudie seulement si la fonction inverse de f est de classe C^1 ; il serait intéressant d'examiner les conséquences de l'hypothèse : f de classe C^k, de classe C^∞, ou analytique.

Fonctions circulaires directes et inverses : Un exposé concret est certes nécessaire, mais il n'est pas superflu de le motiver (recherche des homomorphismes continus du groupe additif $\mathbb{R}$ dans le groupe multiplicatif des nombres complexes de module 1). Une définition de π comme double du premier zéro positif du cosinus ne dispense pas de faire le lien avec la définition de la géométrie élémentaire.

Opérations sur les séries numériques. On ne parle en général pas de convergence commutative ni de propriétés d'associativité. La comparaison avec une intégrale, la théorie des familles sommables ou séries multiples sont rarement utilisées. Les méthodes de sommation des séries divergentes (par exemple la méthode des moyennes arithmétiques) ne sont pas connues.

Liens entre la théorie des séries et la théorie de l'intégrale : L'analogie complète dans le cas de la convergence absolue est mal mise en valeur. Les candidats ne pensent pas au parti qu'on peut tirer dans la théorie des séries de l'intégration par parties (règle d'Abel) et du changement de variables.

Méthodes de développement en série entière. : Un candidat, qui a choisi pour l'exposé final le développement de $(1+x)^m$ par la méthode de l'équation différentielle, se borne au calcul des coefficients et du rayon de convergence ; il ne montre pas qu'il obtient dans l'intervalle de convergence une solution de l'équation différentielle et que cette solution est bien $(1+x)^m$.

Equations différentielles du premier ordre : On néglige les équations du type $U'_x(x,y)dx + U'_y(x,y)dy = 0$, ainsi que les équations non résolues en y'.

Systèmes différentiels linéaires à coefficients constants : Les candidats se limitent au cas complexe et ont peu d'idées sur les problèmes propres au cas réel. Pour établir l'existence et l'unicité des solutions du système avec second membre, il n'est évidemment pas nécessaire de faire appel aux théorèmes généraux sur les équations différentielles.

Géométrie différentielle : Les sujets correspondants, rarement choisis, ont été traités de façon peu satisfaisante ; les candidats semblent s'intéresser de moins en moins à la géométrie.

Cinématique : Les exposés de cinématique sont en général médiocres, les candidats ayant des connaissances trop superficielles. C'est sans doute pour cette raison qu'ils consacrent beaucoup de temps à des préliminaires, qu'ils pourraient supposer connus ou n'évoquer qu'en quelques mots (cadre spatio-temporel), et se contentent ensuite d'effleurer le sujet réel qui leur est proposé.

Répartition des notes

Sur les 266 admissibles, 263 candidats ont participé à l'épreuve orale d'Analyse, les trois autres ayant abandonné.

	0 à 9	10 à 19	20 à 29	30 à 39	40 à 49	50 à 59	60 à 69	70 à 80
Admissibles	32	24	66	46	36	31	20	8
Reçus	0	6	30	23	30	30	19	8

Rapport du Jury de l'Agrégation - Femmes

Remarques générales

Le jury insiste sur les conseils et critiques suivants :

- Les sujets posés couvrant en général une large tranche du programme, il serait souhaitable que les candidates précisent dans une courte introduction le cadre dans lequel elles se placent et les points jugés par elles importants qu'elles se proposent de traiter. Il est particulièrement déplorable que des candidates ayant découvert la question proposée dans un manuel l'exposant de façon très détaillée, se soient bornées à recopier textuellement les premières pages de l'étude en laissant de côté des points fondamentaux.

- Les applications et les exemples sont presque toujours très pauvres, sinon complètement oubliés. Les documents mis à la disposition des candidates devraient pourtant leur apporter sur ce point une aide précieuse.

- Pour leur exposé, trop de candidates ne laissent aucun choix au jury ou proposent des choses vraiment trop triviales.

- Les «impasses» faites au cours de la préparation comportent de gros risques, étant donnée l'ampleur des sujets posés.

- Trop peu de candidates font un effort pour éviter de lire leurs notes ou de les recopier presque intégralement sur le tableau, ralentissant ainsi de façon sensible le rythme de l'exposé.

Remarques particulières

Suites et séries numériques : Ce sujet nécessite un effort de synthèse en général assez mal compris. Une candidate a expliqué que «suite» signifiait «application», que «numérique» signifiait «à valeurs dans $\mathbb{R}$» et a transformé les séries numériques en familles sommables. Trois candidates ne savaient pas ce qu'est une suite extraite d'une suite donnée.

Suites et séries de fonctions : La convergence uniforme est en général traitée de façon convenable. Quant à la convergence simple, aucune de ses propriétés n'est jamais citée. Pourtant par exemple toute limite simple de fonctions convexes est convexe. et l'étude des fonctions convexes fait partie du programme. La convergence uniforme sur tout compact de l'ouvert de définition pour une suite de fonctions holomorphes est peu connue.

Séries entières : Un certain nombre de candidates croient qu'une série entière converge uniformément dans le disque de convergence tout entier. D'autres savent que la convergence est uniforme dans un disque fermé strictement intérieur au disque de convergence et de même centre que lui, mais ignorent qu'il en est de même dans un disque fermé quelconque strictement intérieur au disque de convergence.

Prolongement au domaine complexe des fonctions usuelles : On parle du prolongement de l'exponentielle, du sin et du cos, mais jamais du prolongement des polynômes ou des fractions rationnelles. L'A.B.C. du prolongement analytique est ignoré.

Fonctions transcendantes élémentaires : Aucune candidate n'a pu définir ce qu'est une fonction transcendante.

Fonctions convexes : Deux candidates ont été incapables de citer une seule application de la théorie des fonctions convexes.

Théorèmes des accroissements finis - Formules de Taylor : De nombreuses candidates ignorent l'existence du théorème des accroissements et de formules de Taylor pour les applications de $\mathbb{R}^n$ dans $\mathbb{R}^p$. Ces théorèmes figurent pourtant explicitement au programme du concours. Les applications des formules de Taylor sont toujours très pauvres même quand elles sont souhaitées explicitement dans le titre de l'exposé.

Dérivées. Fonctions implicites. Fonctions réciproques : Ces notions peuvent être étudiées dans les espaces de Banach. Trop souvent malheureusement les candidats ne savent pas faire la liaison avec les cas élémentaires.

Intégration : De très bonnes leçons, d'autres beaucoup plus faibles. Comment se fait-il que de nombreuses candidates ne savent pas démontrer que les primitives de 0 sur un connexe sont les constantes ?

Mouvement d'un repère orthonormé, mouvement d'un solide, composition des mouvements, propriétés des courbes: Les rares candidates qui ont choisi ces sujets ont oublié qu'elles faisaient des mathématiques.

Répartition des notes

	0 à 8	9 à 16	17 à 24	25 à 32	33 à 40	41 à 48	49 à 56	57 à 64	65 à 72	73 à 80
Admissibles	30	16	16	28	18	32	26	15	5	2
Admises	1	3	6	10	10	27	24	15	5	2

ARITHMETIQUE - ALGEBRE - GEOMETRIE

Rapport du Jury de l'Agregation - Femmes

Il a été largement tenu compte dans les «réflexions générales» précédemment exposées des remarques de ce jury. Ici ne sera présentée qu'une analyse de l'ensemble des leçons.

Algèbre générale

-Les ***groupes*** conduisent à des exposés trop pauvres en exemples. L'étude du ***groupe symétrique*** σ_n a permis de constater que cette année encore la formule $\epsilon(\sigma\tau) = \epsilon(\sigma)\,\epsilon(\tau)$ est admise sans démonstration valable.

-Les ***idéaux*** donnent lieu à des exposés formels, sans exemples, non liés à l'arithmétique, débouchant immanquablement sur une vague étude des anneaux principaux (généraux, bien entendu !) ; la proposition «Si A est commutatif unitaire, l'idéal $\mathfrak{M}$ est maximal si et seulement si $A/_{\mathfrak{M}}$ est un corps», qui est presque toujours le sommet d'un tel exposé, est démontrée à grand'peine, sans prendre d'images réciproques d'idéaux.

Les ***polynômes à plusieurs indéterminées*** sont encore pour les candidates un objet mystérieux dont la définition même leur pose des problèmes ardus.

Algèbre linéaire

A la grande surprise du jury, cette partie de l'algèbre donne encore lieu à de très mauvais exposés et à des erreurs énormes.

Le jury ***n'a pas entendu une seule fois*** une démonstration correcte du théorème de la dimension finie ; certaines candidates croient s'en tirer en évoquant un théorème de Zorn mal assimilé, d'autres se laissent abuser par des notations trompeuses (numérotation de vecteurs) qui les conduisent à des cercles vicieux. Presque toutes ont calé sur la question «Montrer que tout sous-espace d'un espace de dimension finie n est lui-même d'une dimension finie inférieure ou égale à n».

Le sujet «Système d'équations linéaires» a fait achopper toutes les candidates qui l'ont choisi, sauf une, sur la question des déterminants caractéristiques. De façon précise, le jury n'a pu obtenir la démonstration des conditions nécessaires et suffisantes pour qu'un vecteur $b \in K^n$ appartienne au sous-espace V, engendré par un système $(e_1, e_2, \ldots, e_p)$ de p vecteurs de rang r, les candidates n'ayant pas compris la réciproque (la nullité de tous les caractéristiques implique $b \in V$) ou même n'y ayant pas réfléchi.

La somme directe de p sous-espaces $E_1, E_2, \ldots, E_p$ de E donne l'occasion dans presque toutes les leçons de citer le théorème suivant «La somme $E_1 + E_2 + \ldots, E_p$ est directe si, et seulement si, pour tout couple (i, j), avec $i \neq j$, on a $E_i \cap E_j = \{0\}$» (!).

Enfin le sujet «Valeurs propres, vecteurs propres», pourtant simple et sans mystère, a rarement obtenu plus de la moyenne.

Géométrie

La plupart des candidates ont rejeté le sujet de géométrie, ce qui indique bien le peu de considération dont jouit à l'heure actuelle cette discipline. Chez celles, qui malgré tout le choisissent, on voit s'étaler une grande faiblesse : telle candidate, après une leçon remplie de théorèmes généraux assez difficiles sur les formes quadratiques, se montre incapable en dix minutes de dessiner les sous-espaces isotropes de la forme quadratique $x^2 + y^2 - z^2$, telle autre ne sait pas qu'une quadrique contient des droites, telle autre enfin est incapable de définir une tangente ou un plan tangent à une conique. Les propriétés projectives sont confondues avec les propriétés affines et il est aléatoire de chercher à obtenir une classification des quadratiques suivant leur rang.

Le sujet «Barycentre, formes affines et convexité» montre que les propriétés élémentaire des ensembles convexes sont ignorées. Pourtant, les études d'Analyse du programme de maîtrise devraient habituer les candidates à une certaine intuition de ces ensembles ; aucune n'a pu dire qu'une convexe fermée est une intersection de demi-espaces !

Répartition des notes.

	0 à 8	9 à 16	17 à 24	25 à 32	33 à 40	41 à 48	49 à 56	57 à 64	65 à 72	73 à 80
Admissibles	20	25	33	27	18	11	21	21	9	3
Admises	1	5	14	10	14	8	19	20	9	3

Rapport du Jury de l'Agrégation - Hommes

L'algèbre n'est pas un assemblage de trivialités exprimées de façon abstraite ni l'exposé de formalismes arbitraires. Elle est motivée par les applications et doit se nourrir d'exemples concrets. Chaque définition doit être suivie d'exemples, chaque théorie d'applications.

Trop de candidats présentent des plans encombrés de «rappels» ou de «théorèmes» triviaux qui escamotent la question.

Sur différents sujets, le jury a particulièrement regretté certaines lacunes. Il les cite dans la liste ci-dessous, dans laquelle les futurs candidats trouveront des idées dont ils pourront éventuellement s'inspirer pour enrichir leurs exposés et leur culture.

Groupes symétriques : générateurs, simplicité des groupes alternés.

Analyse combinatoire : absence d'applications, en particulier au calcul des Probabilités.

Ensembles ordonnés : absence d'exemples de raisonnements utilisant des éléments maximaux dans d'autres branches des mathématiques ; relation d'ordre et divisibilité.

Groupes : Exemples de groupes d'origine géométrique, espaces homogènes.

Congruences sur $\mathbb{Z}$ ***:*** Théorèmes de Fermat, de Wilson ; réduction modulo p des équations diophantiennes ; décomposition de $Z/_{mZ}$ en produit de $Z/_{m_k Z}$; indicatrice d'Euler.

Anneaux commutatifs : Ne sont cités comme exemples que Z et $k\,[X]$.

Polynômes : Quotient de $k[X]$ par un idéal et extension algébrique de k (en particulier $\left(\mathbb{C} = \mathbb{R}\,[X]_{x^2+1}\right)$; anneau des séries formelles $k\,[\,[X]\,]$ et division dans $k[X]$ suivant les puissances croissantes ; fonctions polynômes (fonction polynôme sur une k-algèbre, polynôme minimal d'un endomorphisme , substitution de polynômes); expression d'un polynôme symétrique par la ***substitution*** des polynômes symétriques élémentaires ; factorialité de $k[X_1, X_2, \ldots X_n]$.

Algèbre sur un anneau commutatif : Idéaux, homomorphismes ; exemples (algèbres de matrices, algèbres de groupes, algèbres de fonctions).

Algèbre linéaire : Ses relations avec la géométrie et la théorie des opérateurs linéaires, dualité et corrélation ; contravariance et covariance (en particulier matrices de changement de bases dans un espace vectoriel et son dual) notions sur les sous-groupes du groupe linéaire ; sous-espaces stables d'un endomorphisme, endomorphisme semi-simple (tout sous-espace stable possède un supplémentaire stable), sous-espaces stables et formes réduites.

Algèbre multilinéaire : Rang d'une forme bilinéaire, réduction des formes bilinéaires alternées ; l'espace vectoriel $\Lambda^n(E^*)$ des n-formes multilinéaires alternées sur E de dimension n, prolongement d'un endomorphisme u de E de dimension n, à $\Lambda^n(E^*)$, déterminant de u ; discriminant d'une forme quadratique, déterminant de Gram.

Espaces vectoriels hermitiens et euclidiens : Diagonalisation simultanée d'une famille d'endomorphismes auto-adjoints deux à deux permutables, généralisation aux opérateurs normaux, application à la diagonalisation des endomorphismes unitaires ; extensions au complexifié de O(n), forme réduite sur $\mathbb{R}$ d'une matrice orthogonale ; paramétrisation de So(3) à l'aide de la sphère à trois dimensions, homomorphisme de So(3) avec l'espace projectif de dimension trois.

Géométrie affine : Représentation matérielle du groupe affine ; forme réduite d'une isométrie d'un espace affine euclidien ; point invariant d'une similitude d'un espace affine euclidien.

Géométrie projective, coniques : Espace projectif, groupe projectif, repère projectif ; groupe projectif de la droite projective complexe,; homographie ; involution ; corrélation et dualité. Espace affine et espace projectif. Propriétés projectives des coniques, leurs relations avec les propriétés affines et métriques.

Répartition des notes

	0 à 8	9 à 16	17 à 24	25 à 32	33 à 40	41 à 48	49 à 56	57 à 64	65 à 72	73 à 80
Admissibles	32	36	14	41	35	27	34	25	17	5
Admis	2	5	1	17	20	25	32	24	16	5

LISTES COMPLEMENTAIRES DE SUJETS PROPOSES A L'ORAL

Algèbre (Agrégation - Hommes)

1 - *Relation d'ordre. Exemples et applications.*

2 - *Structures algébriques quotients.*

3 - *Homomorphisme de structures algébriques.*

4 - *Groupes opérant sur un ensemble.*

5 - *Idéaux d'un anneau. Exemples et applications.*

6 - *Algèbre sur un anneau commutatif. Exemples.*

7 - *Congruences.*

8 - *Divisibilité.*

9 - *Numération. Nombres décimaux.*

10 - *Polynômes en plusieurs indéterminées. Dérivation. Applications.*

11 - *Fonctions polynômes associées à un polynôme en une ou plusieurs indéterminées sur un corps commutatif. Applications.*

12 - *Polynômes symétriques. Applications.*

13 - *Résultant de deux polynômes. Problèmes d'élimination. Applications.*

14 - *Fractions rationnelles en une indéterminée sur un corps commutatif.*

15 - *Espaces vectoriels. Parties génératrices d'un espace vectoriel. Dimension.*

16 - *Applications linéaires. Espaces vectoriels quotients.*

17 - *Applications multilinéaires.*

18 - *Complexifié d'un espace vectoriel réel. Complexifié d'une application linéaire. Applications.*

19 - *Sous-espaces propres, sous-espaces stables d'un endomorphisme. Applications.*

20 - *Polynôme minimal d'un endomorphisme. Applications.*

21 - *Formes bilinéaires et formes quadratiques.*

22 - *Groupe orthogonal. Matrices orthogonales.*

23 - *Groupe unitaire. Matrices unitaires.*

24 - *Adjoint d'un endomorphisme d'un espace vectoriel hermitien. Applications.*

25 - *Groupes de rotations.*

26 - *Espace affine. Applications affines. Groupe affine.*

27 - *Convexité dans les espaces affines réels. Applications.*

28 - *Liaison entre géométrie affine et géométrie projective.*

29 - *Groupe projectif de la droite projective complexe. Applications géométriques.*

30 - *Isométries de l'espace affine euclidien de dimension n.*

31 - *Distance et angle de deux variétés affines en géométrie euclidienne.*

32 - *Transformations planes conservant l'ensemble des droites et cercles.*

33 - *Forme réduite d'une isométrie de l'espace affine euclidien de dimension 3.*

34 - *Transformation par polaires réciproques dans le plan. Applications.*

35 - *Faisceaux linéaires ponctuels et tangentiels de coniques. Applications.*

36 - *Propriétés affines des coniques.*

37 - *Courbes unicursales planes.*

38 - *Points cycliques, foyers.*

Algèbre (Agrégation - Femmes)

1 - *Applications d'un ensemble fini dans lui-même.*

2 - *Groupe opérant sur un ensemble ; applications.*

3 - *Polynômes symétriques à p indéterminées.*

4 - *Base et dimension dans les espaces vectoriels ; applications.*

5 - *Groupe orthogonal réel en dimension finie.*

6 - *Groupe unitaire en dimension finie.*

7 - *Espace affine de dimension finie. Groupe affine.*

8 - *Isométries dans l'espace affine euclidien de dimension n.*

9 - *Similitudes dans* $\mathbb{R}^3$.

10 - *Torseurs dans* $\mathbb{R}^3$. *Equiprojectivité.*

11 - *Dualité en géométrie projective.*

12 - *Faisceaux linéaires ponctuels de coniques.*

13 - *Propriétés métriques des coniques ; liaison avec la géométrie projective.*

14 - *Quadriques. Propriétés projectives.*

15 - *Pôles et polaires en géométrie plane.*

16 - *Pôles et polaires en géométrie dans l'espace.*

17 - *Application des réductions de formes quadratiques à la classification des quadriques.*

18 - *Similitudes directes et inverses dans le plan affine euclidien.*

19 - *Homographies.*

20 - *Structure de corps. Corps finis.*

21 - *Matrices et applications linéaires.*
22 - *Divisibilité dans les anneaux de polynômes.*
23 - *Rang d'une application linéaire. Groupe linéaire.*
24 - *Système de générateurs d'un groupe. Exemples.*
25 - *Formes bilinéaires sur un espace vectoriel.*
26 - *Barycentres, formes affines et convexité (dans un espace affine réel).*
27 - *Inversion dans l'espace ; sphères et cercles.*
28 - *Divisions des polynômes et applications.*
29 - *Structure d'anneau. Exemples.*
30 - *Isométries de* $\mathbb{R}^2$ *laissant globalement invariante une figure donnée.*
31 - *Sous-espaces d'un espace vectoriel.*
32 - *Déterminants.*

Analyse (Agrégation - Femmes)

1 - *Espaces complets ; exemples.*
2 - *Espaces connexes ; parties connexes* $\mathbb{R}$.
3 - *Normes.*
4 - *Espaces vectoriels normés.*
5 - *Approximation d'un nombre réel.*
6 - *Suites.*
7 - *Convergence.*
8 - *Monotonie.*
9 - *Image d'une fonction continue.*
10 - *Théorème du point fixe ; applications.*
11 - *Fonctions d'une ou plusieurs variables à valeurs dans* $\mathbb{R}^p$.
12 - *Dérivées d'une fonction numérique d'une variable réelle.*
13 - *Théorème des accroissements finis.*
14 - *Formules de Taylor et applications.*
15 - *Développements limités (ou asymptotiques) - Applications.*
16 - *Dérivées partielles.*
17 - *Formules de Taylor (cas des fonctions vectorielles de plusieurs variables).*
18 - *Différentielle.*
19 - *Opérations sur les fonctions différentiables.*
20 - *Fonctions implicites ; applications géométriques.*
21 - *Problèmes d'extremum.*
22 - *Fonctions circulaires.*
23 - *Extension au domaine complexe des fonctions usuelles.*
24 - *Exponentielle complexe.*
25 - *Suites et séries numériques.*
26 - *Suites et séries de fonctions.*
27 - *Intégrales curvilignes.*
28 - *Equations différentielles linéaires.*
29 - *Equations différentielles du 1^er^ ordre.*
30 - *Propriétés affines des courbes planes.*

31 - Propriétés affines des courbes gauches.

32 - Propriétés métriques des courbes planes.

33 - Courbure et torsion.

34 - Plan tangent.

35 - Mouvement plan sur plan.

36 - Cinématique du solide.

Analyse (Agrégation - Hommes)

1 - Limites.

2 - Espaces compacts. Exemples. Applications.

3 - Espaces métriques. Espaces métriques compacts. Exemples. Applications.

4 - Espaces métriques. Espaces métriques complets. Exemples. Applications.

5- Espaces connexes. Parties connexes de R.

6 - Topologie de l'espace numérique R^n.

7.- Topologie de C*. Applications (par exemple, le théorème de d'Alembert-Gauss).*

8 - Espaces vectoriels normés.

9 - Fonctions vectorielles d'une ou plusieurs variables réelles.

10 - Extremum.

11 - Fonctions de classe C^k.

12 - Applications de classe C^1 *d'un ouvert de* R^n *dans* R^p.

13 - Les problèmes d'interversion de limites en analyse. Application aux séries et aux intégrales.

14 - Comparaison de fonctions au voisinage d'un point. Applications.

15 - Fonctions inverses (ou réciproques).

16 - Fonctions implicites. Applications géométriques.

17 - Théorie de l'intégrale.

18 - Primitives et intégrales.

19 - Liaison entre la théorie de l'intégrale et la théorie des séries numériques.

20 - Intégrale curviligne.

21 - Exemples d'équations différentielles dont l'intégration se ramène à des quadratures (c'est-à-dire à des calculs de primitives).

22 - Equation de Lagrange, équation de Clairaut et enveloppes de droites.

23 - Systèmes différentiels linéaires à coefficients constants.

24 - Enveloppe d'une famille de droites dans le plan.

25 - Etude locale des courbes : propriétés affines.

26 - Etude locale des courbes : propriétés métriques.

27 - Enveloppe des normales à une courbe plane. Exemples.

28 - Tracé des courbes planes définies en coordonnées polaires par $\rho = f(\theta)$*. Exemples.*

29 - Mouvement relatif, changement de repère, applications.

30 - Mouvement d'un repère orthonormé. Applications à la théorie métrique des courbes gauches et à la cinématique du solide.

31 - Mouvement d'un plan sur un plan.