
VI. Documents Officiels

12. Rapport sur le Concours, en 1928 de l'Agrégation des Sciences Mathématiques (1)

Epreuves écrites (2)

Le nombre des candidats reste stationnaire. Sur 99 inscrits, 90 ont pris part à la première composition et 86 à la dernière. Cette persévé-

(1) Le jury était composé de MM. BLUTEL, inspecteur général, président; TRESSE, inspecteur général, vice-président; GARNIER, professeur à la Faculté des Sciences de Paris; PÉRÈS, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille; CHENEVIER, professeur de Mathématiques Spéciales au Lycée Saint-Louis.

(2) Voir les énoncés pages 14 et suivantes des *Fascicules* consacrés aux *Examens et Concours de 1928*.

rance dans l'effort a eu pour quelques-uns sa récompense, car c'est à la composition de mécanique qu'ils ont dû leur admissibilité.

Les concurrents ont des origines diverses. On y trouve 7 élèves de l'Ecole Normale Supérieure, 10 boursiers, 19 étudiants libres, 41 professeurs licenciés ou délégués des lycées, des collèges, des écoles normales et des écoles primaires supérieures, 13 répétiteurs ou maîtres d'internat.

L'exemple de concours antérieurs ayant montré que les candidats admissibles avec des épreuves écrites trop faibles n'avaient aucune chance d'arriver à l'admission, le Jury n'a pas cru devoir faire plus de 30 admissibles. La suite devait montrer, une fois encore, le bien fondé de cette décision.

Parmi ces admissibles, se trouvent les 7 normaliens, autant de boursiers, 4 étudiants libres, 11 professeurs ou délégués, 1 répétiteur.

La reproduction intégrale des rapports des correcteurs donnera une idée précise de la nature et de la valeur des compositions écrites.

Mathématiques élémentaires (M. TRESSE). — « Le sujet de géométrie élémentaire prêtait à des développements faciles de géométrie analytique; il permettait, dans cette voie, soit de reconnaître des résultats classiques, soit de trouver des indications sur la solution. Si quelques hésitations avaient accompagné la production d'un pareil thème, elles se seraient vite dissipées à la lecture des compositions; un tel sujet demande, en effet, un effort d'adaptation que de futurs maîtres auront à répéter souvent dans l'exercice de leur activité professionnelle; la plupart des candidats l'ont compris, en y réussissant avec plus ou moins de succès.

La question consistait dans l'étude de la distribution des plans de symétrie P et des axes de symétrie A , tels que, deux droites quelconques Δ , Δ' , étant données dans l'espace, la symétrique de l'une soit dans un même plan avec l'autre. Le texte demandait d'aborder cette étude par la recherche des points équidistants de Δ et Δ' et, plus particulièrement, de ceux de ces points qui sont placés dans un plan perpendiculaire à l'une des directions, Ox ou Oy , bissectrices de l'angle de Δ et Δ' .

La solution analytique de cette question préliminaire est très simple; le lieu des points équidistants de Δ et Δ' est un paraboloïde hyperbolique dont les plans directeurs sont respectivement perpendiculaires à Ox et Oy . Les candidats pouvaient donc, soit rechercher une démonstration élémentaire du résultat que la méthode analytique leur faisait connaître, soit encore reproduire, dans une forme élémentaire, la solution analytique. Le plus grand nombre a pris ce dernier parti, certains avec beaucoup de correction. L'essentiel était d'évaluer la distance d'un point de l'espace à une droite, Δ ou Δ' , qui coupe orthogonalement l'axe Oz , ou, en géométrie plane, la distance d'un point à une droite issue de l'origine. Les bonnes solutions ont utilisé, à cet effet, les unes l'expression $x \sin \alpha - y \cos \alpha$ établie par une heureuse

application du théorème des projections, les autres la propriété classique des distances aux deux côtés égaux d'un triangle isocèle d'un point mobile sur la base de ce triangle. Mais, en revanche, apparaissent chez d'autres de nombreuses lacunes dans cette transposition du ton analytique au ton élémentaire; les raisonnements se font sur des distances et non sur des segments algébriques; ils tiennent compte tacitement de dispositions topographiques d'une figure et ne s'arrêtent pas aux diverses circonstances que peut présenter la position d'un point par rapport à deux plans parallèles ou celle d'un point de la base d'un triangle isocèle par rapport aux deux extrémités de cette base; puis, comme la mentalité analytique domine inconsciemment, la généralité du résultat n'est pas mise en doute: on affirme que le lieu des points d'un plan dont les distances aux deux axes sont dans un rapport constant est une seule droite, conclusion qui paraît d'autant plus légitime que le texte n'en annonce qu'une seule. Même mentalité et même lacune chez ceux qui raisonnent sur un point du lieu et non sur un point quelconque de l'espace, puis écrivent l'égalité des distances à Δ et Δ' sans observer que cette égalité traduit une condition nécessaire et suffisante.

A suivre une voie purement analytique, certains candidats n'ont pas observé que, souvent, les voies de la géométrie pure sont plus simples et plus naturelles; ils ont recours au calcul pour établir que deux génératrices g et h , de systèmes différents, du paraboloidé, se rencontrent; la géométrie pure fait cependant constater immédiatement que la droite g perce le plan directeur contenant h et que le point d'intersection est nécessairement sur h , étant équidistant de Δ et Δ' .

Ailleurs, des connaissances analytiques, incomplètes, masquent les vérités géométriques les plus simples: le cône enveloppe des plans P passant par un point S est interprété comme étant circonscrit au paraboloidé, et si le point S vient sur le paraboloidé, le cône se réduit, dit-on, au plan tangent en S , alors que les plans P étant définis comme passant par une droite g ou h , il apparaît de suite que leur ensemble est alors formé de deux faisceaux de plans passant respectivement par les deux droites g et h issues du point S .

Inversement, sur d'autres points, les connaissances analytiques ne sont pas utilisées dans toute leur ampleur; les ressources de la dualité sont négligées: dire que la symétrique de la droite Δ rencontre Δ' , signifie qu'il existe deux points m et m' , symétriques l'un de l'autre, l'un sur Δ , l'autre sur Δ' ; mais c'est dire aussi qu'il existe deux plans p et p' , symétriques l'un de l'autre, passant l'un par Δ , l'autre par Δ' , de sorte que s'il s'agit, par exemple, de symétrie par rapport à un plan P , ce plan P est aussi bien médiateur du segment mm' que bissecteur du dièdre pp' ; le premier fait est aperçu du grand nombre; le second ne l'est que par une faible minorité.

La connaissance du but à poursuivre présente encore un danger, celui d'accepter une démonstration dès qu'elle aboutit au résultat, sans en apercevoir les lacunes ou les défauts. L'enveloppe des plans P

passant par un point S est un cône dont on demandait de déterminer une base; celle-ci est une parabole qui apparaît, grâce au mode de génération des droites g et h , comme l'enveloppe d'une droite mobile qui trace sur deux bases fixes des divisions semblables. Or, avec un certain choix de ces bases, les divisions se présentent comme les perspectives d'autres divisions semblables et la faute qui s'est rencontrée a été d'affirmer, sans plus de justification, en souvenir sans doute des divisions homographiques, que les perspectives de divisions semblables sont elles-mêmes des divisions semblables.

Il y avait lieu d'espérer que les candidats sauraient mieux utiliser les combinaisons de symétries et de rotations. Le texte les y invitait à diverses reprises : dès le premier paragraphe, si un plan p est perpendiculaire à une bissectrice Ox ou Oy de l'angle formé par Δ et Δ' , la symétrique de Δ par rapport à ce plan p est une droite δ parallèle à Δ' ; les droites parallèles δ , Δ' sont à leur tour symétriques par rapport à un plan p' et l'intersection de p et p' est, dans le plan p , la droite g , lieu des points équidistants de Δ et Δ' ; en outre, le produit des deux symétries par rapport aux plans p et p' est une rotation d'axe g , qui amène Δ sur Δ' . Cette rotation, inversement, peut se décomposer en un produit de deux symétries par rapport à deux plans P et P' passant par g et dont l'un, P ou P' , peut être choisi arbitrairement; la symétrie de Δ par rapport à P se confond avec celle de Δ' par rapport à P' et comme telle est dans un même plan avec Δ' , d'où la réciproque demandée à la deuxième partie : tout plan passant par g ou h est un plan P . La proposition directe s'établit d'une manière analogue; mais elle en est aussi une conséquence car, parallèlement à une direction de plan donnée, il n'existe d'une part qu'un seul plan P , le médiateur de la sécante commune à Δ et Δ' , perpendiculaire à cette direction, et, d'autre part, qu'une seule droite g , donc aussi un seul plan contenant une droite g . Sans le recours aux propriétés des rotations, ces deux propositions ont été pour beaucoup de candidats la pierre d'achoppement; les uns constatent, dans un plan P , la présence de deux points équidistants de Δ et Δ' , et en concluent que la droite joignant ces deux points est une droite g ou h ; d'autres trouvent correctement qu'un tel plan contient deux droites dont tous les points sont équidistants de Δ et Δ' , mais affirment ou n'arrivent pas à établir que ces deux droites appartiennent respectivement aux familles g et h ; certains ne comprennent pas la réciproque et démontrent que, par une droite g , passe au moins un plan P . En revanche, et malgré les difficultés inhérentes à leurs méthodes, une bonne proportion de compositions a donné de bonnes solutions de ces deux premières parties, quelques-unes même avec beaucoup d'habileté.

Des considérations analogues sur les symétries devaient aussi intervenir dans les parties suivantes. La détermination du cône engendré par les axes A issus d'un même point S s'établissait en décomposant chaque symétrie (A) en la symétrie par rapport à S , suivie de la symétrie par rapport au plan Q mené par S perpendiculairement à A .

Ce point a été mieux compris, soit qu'il n'ait été abordé que par les meilleurs, soit qu'aient été mieux suivies les indications du texte suggérant de rattacher le cône demandé à son cône supplémentaire. Pareillement, l'enveloppe des axes situés dans un plan Π s'établit en décomposant chaque symétrie (A) en deux symétries par rapport à deux plans, le plan Π et le plan perpendiculaire mené par A. De même enfin, la recherche des axes A parallèles à une même droite pouvait s'effectuer en décomposant chaque symétrie (A) en une symétrie par rapport à un plan fixe Π perpendiculaire à A (lequel pouvait être choisi parmi les plans P), suivie d'une symétrie par rapport au point S où A perce Π .

Les cas de décomposition ont été assez souvent, et même chez l'un des meilleurs, incomplètement étudiés, soit qu'il n'ait été donné qu'un seul des deux éléments de la décomposition, soit que n'aient pas été aperçues toutes les circonstances où il y a décomposition. Par exemple, l'enveloppe des axes A situés dans un plan Π se ramène à un problème précédent, celui des plans parallèles à une direction, perpendiculaire à Π , et jouant le rôle des plans P par rapport à Δ' et à δ , symétrique de Δ par rapport à Π ; il y avait décomposition soit lorsque la direction est également inclinée sur Δ' et δ , donc aussi sur Δ' et Δ , soit encore lorsque Δ' et δ sont dans un même plan, c'est-à-dire lorsque Π est un plan P.

Toutes ces observations s'adressent surtout à la majorité des compositions, celles des candidats devant échouer. Mais il y a lieu de relever une constatation satisfaisante : sur 90 compositions, 20 d'entre elles, qui ont obtenu une note supérieure à 6, échappent en grande partie à ces critiques, leur seule faiblesse ayant été surtout de ne traiter que les deux premiers paragraphes du problème. En particulier, les trois premières compositions, cotées respectivement 19 1/2, 18 et 16, méritent d'être distinguées, car elles révèlent chez leurs auteurs un jugement sûr et puissant. La première n'a guère qu'un défaut, celui de n'avoir pas donné à la première partie une forme purement géométrique; mais tout s'y enchaîne avec logique et facilité, et le problème est entièrement traité. La seconde ne quitte pas le domaine de la géométrie pure; avec moins de facilité que la première, elle donne l'impression de puissance, d'aptitude à dominer une question; les détails échappent un peu et des lacunes apparaissent dans l'étude des cas de décomposition. La troisième tient de la facilité de la première et des lacunes de la seconde; sa solution est incomplète.

Les autres compositions suivent avec un écart marqué; trois sont cotées 10 1/2, puis viennent trois autres cotées respectivement 9, 8 1/2 et 8, ensuite deux cotées 7 1/2, six cotées 7 et quatre cotées 6 1/2. Sur les candidats définitivement admis, quatre seulement ont des notes inférieures, mais qui ne tombent pas au-dessous de 4 1/2. Il est permis d'espérer que les Agrégés de 1928 seront tous aptes à donner avec fruit l'enseignement de la géométrie élémentaire. »

Mathématiques spéciales (M. CHENEVIER). — « Sur 89 copies de

Mathématiques spéciales, sept ont des notes supérieures à 10. La meilleure est cotée 17 ; puis viennent six copies cotées respectivement $15 \frac{1}{2}$, $14 \frac{1}{2}$, 13, 12, $11 \frac{1}{2}$, $10 \frac{1}{2}$. Treize copies sont cotées de 8 à $9 \frac{1}{2}$, vingt-quatre de 5 à $7 \frac{1}{2}$, onze de $3 \frac{1}{2}$ à $4 \frac{1}{2}$. Enfin trente-quatre copies ont des notes inférieures ou égales à 3. La moyenne générale de l'épreuve est 5,25. Trop de candidats abordent le concours en ignorant l'essentiel de la classe de Mathématiques Spéciales, ou témoignent d'une grande maladresse à en appliquer les méthodes.

Le texte remis aux candidats comportait une faute d'impression. On y lisait comme coordonnées d'un point ω : $x = a$, $y = 0$, $z = 0$. Il fallait lire : $x = -a$, $y = 0$, $z = 0$. L'erreur ne pouvait être perçue que dans la troisième partie où des cercles ne passaient pas par l'origine, contrairement aux indications de l'énoncé. Les autres parties du problème n'étaient pas modifiées qualitativement par cette faute. Seule la disposition des résultats, par rapport aux axes, était moins simple, et les candidats ont dû, de ce fait, opérer des changements d'axes qu'on avait voulu leur éviter. Pour tenir compte de cette erreur, la troisième partie du problème a été corrigée après que la note a été fixée pour les quatre autres sur le maximum de 20. Tout ce qui avait quelque valeur, dans la troisième partie, a renforcé cette note.

La première partie du problème comportait l'étude d'une congruence de droites L qui rencontraient un cercle C et une droite Δ . La droite Δ coupait le cercle C et était parallèle à son axe. Ces propriétés des droites L étaient à peu près évidentes géométriquement. Le calcul pouvait aussi les fournir assez vite. Pour que les candidats ne puissent pas les omettre, l'énoncé demandait une discussion du nombre des droites L passant par un point de l'espace. Il est clair qu'elle devait mettre en évidence la droite Δ et le cercle C . Cette discussion n'est pas faite dans un trop grand nombre de copies où l'on se borne à évaluer plus ou moins exactement le degré du problème pour en déduire le nombre des solutions. Certains trouvent pour ce degré le nombre *un* et concluent à l'existence d'une solution. Ils savent sans doute discuter l'équation $ax + b = 0$, mais ils ne songent guère à utiliser ce qu'ils savent.

La mise en évidence du cercle C et de la droite Δ était nécessaire pour la suite du problème : elle fait défaut dans cinquante-cinq copies. Les candidats devraient comprendre que, si on leur demande une discussion, il est de leur intérêt de la faire complète ; car s'ils n'étudient pas à fond des droites sur lesquelles roule tout un exercice, ils s'exposent, pour le reste, à un échec ou à des difficultés répétées.

Pour cette première partie, les notes sont un 19, deux 18, deux 17, huit 16, vingt-deux de 11 à 15 ; cinquante-quatre notes sont inférieures ou égales à 10. La moyenne est 10,52.

Dans la deuxième partie s'introduisaient des hyperboloïdes H dont les droites L étaient des génératrices. Il est clair que ces hyperboloïdes contenaient le cercle C et la droite Δ . De ce fait, leur équation résultait sans calcul ; elle contenait linéairement deux paramètres. Les

normales à l'une de ces surfaces, aux divers points de C, engendraient une surface S dont les sections par des plans parallèles au plan de C étaient des conchoïdes d'hyperboles relatives à un foyer fixe. La propriété se lisait sur les équations. Elle a été vue dans un nombre infime de copies.

Beaucoup de candidats imaginant que les surfaces réglées engendrées par les droites d'une congruence dépendent d'un seul paramètre ont éliminé, au petit bonheur, l'un des deux paramètres contenus dans les équations de ces droites et sont tombés, dans le cas du moindre mal, sur des hyperboloïdes à un seul paramètre dont ils n'ont pu tirer aucun parti pour la suite.

Pour cette partie, qui ne présentait aucune difficulté théorique, les notes sont quatre 16, un 14, cinq 12 et cinq 10. Parmi les autres notes, toutes inférieures à 8, il y a vingt-sept 2 et vingt-cinq zéros. La moyenne est 4,45.

La quatrième partie était relative aux hyperboloïdes K, choisis parmi les hyperboloïdes H, dont le cône asymptote était capable d'un trièdre trirectangle circonscrit. L'énoncé indiquait clairement que ces surfaces dépendaient d'un paramètre. Le lieu de leurs centres était une courbe de Viviani ; un plan principal enveloppait l'axe du cercle C et l'axe perpendiculaire engendrait un conoïde qui a été trouvé dans quelques copies. Les deux autres plans principaux enveloppaient des cônes de révolution et les axes associés engendraient des surfaces du quatrième ordre dont les sections par des plans parallèles au plan xOy étaient des limaçons de Pascal. Ce dernier fait, qui se lisait sur l'équation de la surface lieu, n'a été vu par personne.

Pour cette partie, on trouve 75 zéros, dix notes inférieures à 10, un 12 et deux 14 ; la moyenne est 1.

Beaucoup de candidats ont été arrêtés par le fait qu'ils ignoraient la condition $a + a' + a'' = 0$. Dans quelques copies, cette ignorance est rachetée par un calcul direct qui conduit logiquement au résultat, par une voie assez rapide.

La cinquième partie était l'étude d'une surface Σ , engendrée par des cercles situés dans des plans contenant la droite Δ et dont l'équation résultait de cette remarque. Les sections horizontales étaient des podaires de coniques homofocales. Ce fait, associé à la génération cerclée, permettait de construire avec précision, par la géométrie pure,

les diverses formes de ces sections. Un plan de symétrie : $z = \frac{z_0}{2}$ était en évidence.

Quelques copies contiennent l'équation exacte de Σ . Bien peu renferment des essais, trop rapides d'ailleurs, sur les sections à étudier. Vingt-quatre zéros, vingt et un 1, douze 2, vingt-six notes de 3 à 9, cinq 10 et un 12 donnent pour cette partie une moyenne de 3,06.

Enfin, dans la troisième partie, six candidats ont vu la faute d'énoncé et l'ont corrigée, témoignant ainsi d'une maîtrise certaine dans l'étude du début du problème. Ce sont d'ailleurs, à une exception près, les

auteurs des meilleures copies. Aucun d'entre eux n'a étudié le lieu des sommets des cônes proposés. Neuf autres candidats ont noté une impossibilité et sont passés à la question suivante. Les autres n'ont pas réagi. Les notes concernant cette partie sont trois 10, trois 8, deux 6, dix-huit de 2 à 5, treize 1 et cinquante zéros.

La forme est très souvent négligée ; quelques copies sont illisibles ; des équations surchargées peuvent prêter à plusieurs interprétations ; des parties raturées sont nécessaires pour l'intelligence de la suite ; des figures ne se rapportent pas au texte ; d'autres manquent.

La rédaction laisse à désirer souvent et est parfois inexistante. Certains abusent des « il est bien évident que », « on voit facilement que », et aucun raisonnement ne vient appuyer cette évidence ou cette vision. Le candidat est d'autant plus coupable qu'à son propre point de vue la justification sous entendue est plus simple. Des négligences de forme choquent chez de futurs professeurs : on parle du milieu d'un cercle, de l'équation d'une droite de l'espace ; on écrit « // ment », « + haut ». Un candidat change les notations de l'énoncé. C'est son droit s'il est amené à le faire au cours du calcul, dans un but de simplification ; mais les résultats devraient être donnés avec les notations et le langage du texte.

Comme observations de détail, citons parmi les erreurs les plus grosses, le souci d'un candidat qui se demandait le genre des hyperboloïdes réglés H. Ayant trouvé sur eux un cercle, il conclut qu'ils sont à une nappe. Deux autres écrivent qu'une surface réglée à directrice circulaire et dont les génératrices font un angle constant avec l'axe du cercle est un hyperboloïde de révolution. Un candidat ayant trouvé pour l'une des équations d'une courbe une équation linéaire ne cherche pas l'autre et conclut à l'existence d'une droite.

Il semble toutefois que, dans les copies de Spéciales, certaines observations des derniers rapports aient porté leurs fruits. Aucun théorème « bien connu » mais faux n'est cité. En résumé, il est surtout recommandé aux candidats de lire avec soin leur énoncé, de faire à fond les discussions qui leur sont demandées et de ne passer aux parties suivantes que lorsque les premières sont étudiées complètement. Le temps employé à ces études n'est pas du temps perdu, au contraire. »

Calcul différentiel et intégral (M. R. GARNIER). — « Le problème proposé avait pour objet la détermination de certaines surfaces, coupées suivant des géodésiques par des cylindres de révolution coaxiaux ou par des sphères concentriques.

Cette recherche reposait sur la formation préalable d'une relation qui constituait la première partie du problème. Sur 87 candidats qui ont remis une copie, 77 ont formé la relation demandée. La plupart ont utilisé la propriété caractéristique du plan osculateur d'une géodésique ; quelques-uns se sont servis des équations de la mécanique analytique, parfois après avoir échoué avec la première méthode ; celle-ci, pourtant, conduisait à des calculs très simples, surtout si l'on

appliquait le théorème de la multiplication des tableaux, que paraissent ignorer les candidats, sauf deux (dont l'un classé au premier rang).

La seconde partie pouvait être traitée par tous les candidats de force moyenne; elle était commandée par une transformation à effectuer sur une équation aux dérivées partielles; la théorie de ce changement de variables appartient à l'un des chapitres les plus classiques du calcul différentiel; cependant 32 candidats ont été arrêtés à cette première barrière, et 10 autres ont commis des erreurs de calcul, d'importance variée. La recherche des solutions de la forme $T(t) U(u)$ ou

$T(t) + U(u)$ posait un problème de séparation de variables, d'ailleurs bien connu, et qui n'a été résolu que dans 10 copies.

La troisième partie était destinée à mettre en évidence les bons candidats. Or, dès le début, beaucoup se sont trouvés arrêtés par le développement des calculs, d'ailleurs faciles, ou par un nouveau problème de séparation de variables; en tout, 8 candidats seulement ont pu former l'équation (F); d'ailleurs, dans plus d'une copie on paraît ignorer les fonctions hyperboliques, et l'existence des relations classiques qui se déduisent de $\cosh x \cdot \cos y = 1$.

Dans ces conditions, il était à prévoir que les questions qui formaient l'objet même de la troisième partie ne seraient traitées que par l'élite du concours: en fait deux candidats seulement — ceux qui se sont classés en tête — les ont abordées. Leurs compositions, qui se complètent mutuellement, sont excellentes; elles révèlent des qualités d'analystes indiscutables, au triple point de vue: invention, déduction, exposition.

Quelques candidats connaissent les notations du calcul vectoriel, la théorie des géodésiques (courbure géodésique, courbes géodésiquement parallèles), et même le théorème de Gauss sur la courbure totale. Mais dans l'ensemble, les résultats sont médiocres comme en témoigne le tableau de dispersion des notes des candidats: un zéro, trois $1/2$, un 1, deux $1\ 1/2$, sept 2, cinq $2\ 1/2$, trois 3, onze $3\ 1/2$, dix 4, huit $4\ 1/2$, huit 5, cinq $5\ 1/2$, cinq $6\ 1/2$, deux 7, un $7\ 1/2$, deux 8, deux $8\ 1/2$, un 9, trois $9\ 1/2$, deux 10, un $10\ 1/2$, un 11, un 12; il y a enfin un 16 et un $18\ 1/2$.

Mécanique rationnelle. (M. PÈRES). — « La correction a porté sur 86 copies, dont 15 ont obtenu des notes qui atteignent ou dépassent la moyenne. L'une de ces copies, qui est nettement supérieure, a mérité 18: les trois parties distinctes, que comportait le problème, y sont traitées à peu près entièrement et d'une façon souvent heureuse. Les copies suivantes, qui apportent des solutions moins complètes, sont encore satisfaisantes: sept ont pu être cotées entre 16 et 14, une 13, six de 12 à 10. Viennent ensuite cinq copies dont les notes s'échelonnent de 10 à 8, quinze de 8 à 6, dix-neuf de 6 à 4, vingt-quatre de 4 à 2, huit enfin au-dessous de 2.

La moyenne générale de l'épreuve est 5,9.

Les copies médiocres ont donc été les plus nombreuses. L'énoncé proposé aux candidats ne comportait pourtant pas de difficultés sérieuses : les questions posées étaient tout à fait classiques, assez variées et assez indépendantes pour qu'une défaillance momentanée — peut-être excusable dans la dernière des quatre épreuves écrites — n'empêche pas un concurrent d'aborder les questions suivantes. La première partie du problème pouvait être traitée très rapidement, et presque sans calculs, en suivant la marche qu'indiquait l'énoncé. La discussion de stabilité, qui formait l'essentiel de la seconde partie, nécessitait au contraire quelques calculs ; les candidats qui ont pu aborder correctement cette discussion ont été le petit nombre, beaucoup ayant été arrêtés par les approximations préliminaires, où ils apportent une regrettable fantaisie. Deux copies ont donné la réduction aux quadratures des mouvements envisagés dans la troisième partie ; à défaut d'une réponse à ce sujet, l'étude du cas simple $A = C$ et des questions de percussion posées a permis d'attribuer quelques notes honorables pour cette partie du problème.

Il convient d'indiquer que les fautes lourdes sont relativement exceptionnelles, même dans les copies les plus médiocres. Presque tous les candidats doivent avoir une connaissance assez étendue du programme. Ceux qui se sont révélés insuffisants l'ont été, semble-t-il, moins par ignorance que par maladresse : ils n'ont pas su faire l'effort indispensable pour choisir la meilleure méthode en proportionnant la simplicité des moyens à celle du but poursuivi, ils ont agi comme si l'appareil analytique réalisait une machine merveilleuse à laquelle on tend l'énoncé du problème et qui, après un tour des rouages, en imprime la solution.

C'est ainsi, par exemple, que toute question posée sur le mouvement d'un solide autour d'un point fixe amène obligatoirement, par une sorte de réflexe, le déploiement de toutes les relations où peuvent figurer les angles d'Euler, avec l'expression, en fonction de ces angles, des cosinus directeurs de tous les axes possibles. On arrive ainsi à embrouiller si bien les questions simples que, dans la première partie, un candidat s'arrête sur l'intégration d'une équation différentielle (d'ailleurs incorrecte) qui déterminerait pour lui des mouvements connus a priori (rotations uniformes) et dont il suffisait de préciser les conditions.

Une autre erreur, commune à plusieurs candidats, mérite d'être relevée ici. Il s'agit toujours des mouvements particuliers de la première partie, dont chacun était une rotation uniforme autour d'une droite fixe. On demandait les lieux des axes de ces rotations. C'est donner la preuve d'une inexcusable légèreté d'esprit et d'un singulier courage dans l'absurdité, que chercher dans cette question un cône roulant, lieu d'axe instantané pris aux divers instants d'un même mouvement et dont la définition ne peut avoir aucune relation avec celle du lieu cherché.

Presque tous les rapports constatent combien le manque de réflexion

et l'abus du formalisme font de tort à beaucoup de concurrents. Il y a lieu de signaler une fois de plus ces défauts, particulièrement graves lorsqu'il s'agit de candidats à des fonctions d'enseignement.

Parmi les 18 candidats définitivement admis, sept étaient inférieurs à la moyenne dans l'épreuve de mécanique, mais deux d'entre eux seulement avaient été notés au-dessous de 6.

Après avoir constaté que les moyennes des compositions d'élémentaires et d'analyse sont respectivement 4,45 et 5,06 (on a vu que celles de spéciales et de mécanique sont 5,25 et 5,9), que la moyenne générale de l'ensemble est 5, et que celle du dernier admissible est 5,7, la valeur probatoire des chiffres, en ce qui touche l'admissibilité, sera à peu près épuisée.

Epreuves pratiques

Calcul (M. GARNIER). — « Aux termes de l'énoncé qui leur était proposé, les candidats devaient résoudre une équation de Képler en appliquant dès le début du calcul la méthode de Newton. Or 10 d'entre eux semblent ignorer complètement la méthode : quelques-uns la confondent avec la méthode des parties proportionnelles ; d'autres ne peuvent approcher de la solution qu'au prix de tâtonnements longs et incertains.

Quant à ceux qui ont suivi la méthode de Newton, plusieurs n'en ont pas obtenu tout le rendement qu'ils auraient dû en tirer ; en omettant de calculer l'erreur commise à l'approximation où ils s'étaient arrêtés, ils perdaient ainsi l'occasion de constater qu'une nouvelle approximation était encore nécessaire.

On demandait aussi aux candidats d'évaluer les modifications subies par les résultats quand l'une des données éprouvait elle-même une variation donnée. La réponse résultait aussitôt des règles les plus simples du calcul différentiel, et les opérations numériques qu'elle nécessitait ne comportaient aucune difficulté. Pourtant quatre candidats seulement ont pu achever le calcul : ils ont obtenu les notes $19\frac{1}{2}$, 18, $16\frac{1}{2}$, et 16. La composition classée en tête se laisse remarquer non seulement par l'exactitude de tous les résultats, mais par leur excellente présentation et par une judicieuse critique de l'erreur commise. »

Quinze notes atteignent ou dépassent 10, la moyenne générale est 9,1.

Epure (M. CHENEVIER). — « Les candidats avaient à construire l'intersection d'un hyperboloïde de révolution à une nappe, d'axe vertical, avec un parabolôïde hyperbolique. D'après l'énoncé, une génératrice commune était en évidence.

La construction par points de l'intersection était aisée et permettait d'obtenir un tracé très approximatif de l'épure. La recherche des points de raccordement et des points doubles, en projection horizon-

tale, mettait en évidence un point triple. L'étude des branches infinies, un peu plus délicate, introduisait un cylindre auxiliaire parabolique dont la génératrice de contour apparent horizontal était l'asymptote. Il y avait en outre deux branches paraboliques.

Les notes obtenues sont 18, 17, 14, 12, 11, six notes de 9 à 5, cinq 3, sept 2, et deux 1. A côté de quelques épreuves très bonnes ou convenables, un lot trop important d'épreuves mauvaises ou médiocres dénote toujours chez leurs auteurs une connaissance insuffisante de la géométrie descriptive. Un seul des candidats parut ignorer la construction classique des points de l'intersection. Tous les autres la connaissaient ; mais quelques-uns se sont contentés d'un point courant, qui est d'ailleurs faux dans quelques épreuves.

La moyenne est 5,53, en léger progrès sur l'an dernier. »

Epreuves orales (1)

En élémentaires, sept notes de 15 à 19, seize de 10 à 14 et sept de 1 à 9 montrent que l'ensemble est satisfaisant puisque la moyenne générale est supérieure à $11 \frac{3}{4}$. C'est à la note obtenue, pour leur leçon d'élémentaires, que plusieurs des professeurs ou délégués admissibles ont dû leur admission.

En spéciales, cinq notes de 16 à 19, seize de 10 à 14 et neuf de 3 à 9 forment un ensemble dont la moyenne 11,5 diffère peu de la précédente ; une comparaison entrant dans les détails fait apparaître une différence plus considérable en faveur des leçons d'élémentaires.

Les leçons de géométrie descriptive n'ont obtenu que des notes moyennes en élémentaires, médiocres en spéciales. L'accord avec les notes d'épure indique qu'un effort doit être fait de ce côté.

Même observation pour les leçons qui comportent une résolution de triangles : les candidats se contentent trop de reproduire les résultats des calculs qu'ils ont préparés, sans entrer dans le détail des opérations. Ils doivent user davantage de leurs tables, en présence du Jury, afin de montrer que le maniement leur est familier et qu'ils sont aptes à le transmettre aux élèves.

Les sujets d'arithmétique n'ont pas favorisé ceux qui les ont traités ; là aussi un effort est nécessaire. Il est peu admissible que de futurs professeurs ne puissent exposer nettement la genèse et la théorie des opérations qu'ils ont à enseigner.

Quelques fautes individuelles doivent être relevées, bien que certaines proviennent sans doute de lapsus, comme l'attribution du degré $c(c-1)$ au produit de deux polynômes de degrés respectifs c et $c-1$. L'abus du calcul algébrique mental est dangereux pour ceux qui s'y livrent au tableau ; il est arrivé à plusieurs candidats de ne pas retrouver les résultats obtenus au cours de leur préparation et certains en ont été déconcertés quand ils ont consulté leurs notes

(1) La liste des leçons qui ont été faites par les admissibles en 1928 peut être demandée en communication au Bureau. (Joindre 1 fr. en timbre poste pour frais d'envoi.)

devant le Jury. C'est d'ailleurs donner un mauvais exemple à des élèves dont l'attention ne sera jamais à la hauteur d'un pareil exercice et à qui il faut cependant apprendre à calculer.

Il ne faudrait pas croire qu'un plan coupe nécessairement un trièdre suivant un triangle.

L'emploi des expressions « centre de similitude interne..... externe..... » est une source de confusion lorsqu'il s'agit de deux cercles.

L'éloquence du « théorème qui dit..... » s'est faite plus discrète et plus personnelle avec la « théorème qui nous dit..... »

Mais, à côté de défaillances ou de simples négligences qui sont en somme l'exception, on est heureux de rencontrer la sûreté du langage, la précision des idées, l'aisance dans la présentation, dont quelques candidats — les deux premiers surtout — ont donné l'exemple. Ils sont arrivés très tôt à tirer un parti excellent de dons naturels indéniables et ils font augurer des maîtres brillants. A leur suite, on en trouve plusieurs autres qui seront des professeurs solides. Le lot le plus nombreux est celui des maîtres consciencieux qu'un effort continu est arrivé à faire émerger. Le travail dont certains ont donné l'exemple à leurs élèves est d'un excellent présage pour la suite de leur carrière.

Un dernier document statistique : les 18 agrégés nouveaux comprennent 6 normaliens — dont 3 occupent les premiers rangs —, 4 boursiers, 2 étudiants libres, 6 professeurs ou délégués dans des établissements d'enseignement secondaire. Il est à souhaiter que l'exemple de ces derniers soit suivi par un grand nombre de leurs collègues. Il n'est pas nécessaire d'être agrégé pour devenir un bon professeur. Mais on ne peut nier que l'effort nécessaire à la préparation de l'agrégation contribue au développement et au renouvellement des connaissances de celui qui s'y livre. Ceux-là même qui ne seront pas arrivés au but auront bénéficié du chemin parcouru ; celui qui leur reste à accomplir leur sera aussi un enseignement : ils se rendront compte de la peine qu'il faut se donner pour s'assimiler la science et ils ne seront pas tentés de faire grief à leurs élèves des difficultés que ceux-ci rencontreront, à leur tour, sur la route du savoir.

L'Inspecteur général, Président du Jury.

E. BLUTEL