

**Zeitschrift:** L'Enseignement Mathématique  
**Herausgeber:** Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique  
**Band:** 1 (1899)  
**Heft:** 1: L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE

**Artikel:** L'AGRÉGATION DES SCIENCES MATHÉMATIQUES EN FRANCE  
CONCOURS DE 1898 ET PROGRAMME DE 1899

**Autor:** [s.n.]

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1223>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.04.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

le cas où il y en a plusieurs, on se servira exclusivement de la notation de Lagrange pour les dérivées partielles; on n'écrira jamais :

$$df = \frac{\partial f}{\partial x} dx + \frac{\partial f}{\partial y} dy$$

mais

$$df = f'_x dx + f'_y dy.$$

*On s'abstiendra absolument de parler des différentielles secondes.*

A l'École polytechnique et dans les Facultés, on enseignera la notation différentielle et on l'emploiera de préférence.

H. POINCARÉ (Paris).

## L'AGRÉGATION DES SCIENCES MATHÉMATIQUES

EN FRANCE

CONCOURS DE 1898 ET PROGRAMME DE 1899

Le concours d'agrégation des sciences mathématiques en France est de la plus haute importance. Il décide de la carrière des professeurs, et ceux qui ne parviennent pas à obtenir le titre d'agrégé se voient condamnés à tout jamais.

Ce concours se passe d'habitude à Paris vers le mois de juillet. Il comprend des épreuves multiples, écrites et orales, et le nombre des places est généralement faible; il y en a eu huit en 1898. A la suite des compositions écrites, 19 candidats avaient été admissibles; les 8 agrégés nommés se répartissent ainsi : les 5 premiers et le 7<sup>e</sup> sont des élèves de l'École normale supérieure; le 6<sup>e</sup> est un étudiant libre de la faculté des sciences de Paris, et le 8<sup>e</sup> est un professeur de collège.

Nous croyons intéressant, non seulement pour les candidats futurs, mais pour toutes les personnes qui s'intéressent à l'enseignement en général, de donner ici quelques renseignements sur les épreuves de 1898 et le programme pour 1899.

Afin de ne pas allonger cet exposé déjà étendu par lui-même, et de lui conserver rigoureusement son caractère documentaire, nous ne l'accompagnerons d'aucune réflexion, d'aucune remarque critique, quant à présent du moins. Si plus tard cette question de l'agrégation tente quelqu'un de nos collaborateurs, et qu'il désire en faire une étude approfondie, les renseignements que nous donnons ici seront pour lui d'une réelle utilité.

Les premières épreuves écrites sont au nombre de quatre : mathématiques élémentaires, mathématiques spéciales, mécanique rationnelle, composition sur l'analyse et ses applications géométriques. Sept heures sont accordées pour chacune d'elles : elles ont eu lieu, en 1898, les 1<sup>er</sup>, 2, 3, 4 juillet, de 7 heures du matin à 2 heures du soir.

Voici quels furent les sujets :

*Mathématiques élémentaires.* — On considère un triangle  $T$ , dont les sommets sont  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , et une droite  $\Delta$  dans son plan. On prend les symétriques d'un point  $O$  quelconque de la droite  $\Delta$  par rapport aux côtés du triangle  $T$ , et on construit le centre  $O'$  du cercle circonscrit au triangle ayant pour sommets les trois points ainsi obtenus :

I. — Trouver le lieu du point  $O'$  lorsque le point  $O$  décrit la droite  $\Delta$ . Ce lieu est une conique  $S$  dont on discutera le genre en faisant varier la position de la droite  $\Delta$  par rapport au triangle  $T$ . On indiquera également les positions de  $\Delta$  pour lesquelles  $S$  lui est tangente ;

II. — Trouver le lieu du centre de la conique  $S$  lorsque la droite  $\Delta$  se déplace parallèlement à elle-même ;

III. — Trouver le lieu du centre de  $S$  lorsqu'on fait varier la direction de  $\Delta$  ;

IV. — Démontrer que pour tout point  $I$  de  $S$ , on peut mener trois droites  $OO'$ , et faire voir que deux de ces droites sont conjuguées harmoniques par rapport aux droites qui joignent le point  $I$  aux points de rencontre de  $\Delta$  et de  $S$  ;

V. — Dans le cas particulier où la droite  $\Delta$  passe par le centre  $\omega$  d'un cercle inscrit au triangle  $T$ , on propose de trouver l'enveloppe de la droite  $OO'$ . Démontrer que, dans ce cas, les centres des trois autres cercles inscrits au triangle  $T$  et les points de rencontre des diagonales du quadrilatère complet ayant pour côtés  $\Delta$  et les côtés de  $T$  sont six points placés sur une même conique.

*Mathématiques spéciales.* — Au système des deux points  $M$ ,  $M'$ ,

dont les coordonnées rectangulaires sont respectivement  $(x, y, z)$   $(x', y', z')$ , on en fait correspondre un troisième P de coordonnées  $(X, Y, Z)$  par les formules

$$X = xx', \quad Y = yy', \quad Z = zz'.$$

1° On suppose que les points M, M' décrivent une même droite  $\Delta$  issue d'un point A  $(a, b, c)$  et ayant pour cosinus directeurs  $\alpha, \beta, \gamma$ .

On demande quels lieux décrit le point P quand M et M' décrivent la droite  $\Delta$  indépendamment l'un de l'autre, ou bien quand, l'un des points décrivant la droite  $\Delta$ , l'autre reste fixe sur cette droite, ou bien, enfin, quand les deux points décrivent  $\Delta$ , mais en restant confondus. Dire quelles relations existent entre ces divers lieux.

2° On suppose maintenant que les points M, M' décrivent non plus une même droite, mais une même conique  $\Omega$ , les coordonnées d'un point courant de cette conique  $\Omega$  étant des fonctions rationnelles d'un paramètre  $\lambda$ ,

$$x = \frac{a_2\lambda^2 + 2a_1\lambda + a_0}{d_2\lambda^2 + 2d_1\lambda + d_0}, \quad y = \frac{b_2\lambda^2 + 2b_1\lambda + b_0}{d_2\lambda^2 + 2d_1\lambda + d_0},$$

$$z = \frac{c_2\lambda^2 + 2c_1\lambda + c_0}{d_2\lambda^2 + 2d_1\lambda + d_0}$$

où les  $a, b, c, d$  sont des coefficients constants.

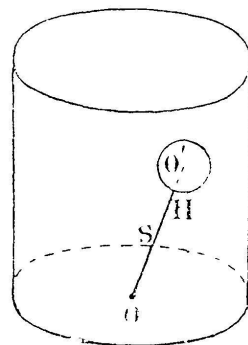
Lorsque M et M' décrivent  $\Omega$  indépendamment l'un de l'autre, le point P décrit une surface S; ses coordonnées sont des fonctions rationnelles du second degré de deux paramètres convenablement choisis. Dire quel lieu décrit le point P sur la surface S quand, M' restant fixe sur la conique  $\Omega$ , le point M décrit seul cette conique. Dire ensuite quel lieu décrit le point P quand M et M' décrivent  $\Omega$ , mais en restant liés par une relation homographique involutive. Quelles conclusions peut-on retirer du résultat relativement aux coniques situées sur la surface S?

3° Quelle est la nature de la correspondance qui relie les points M et M' sur la conique  $\Omega$ , quand le point P décrit une section plane de la surface S? Étudier et interpréter les cas de décomposition.

*Mécanique rationnelle.* — Un vase cylindrique, circulaire, droit, repose par le fond sur une table horizontale fixe. Le centre O de ce fond est lui-même fixe, de sorte que le vase ne peut que tourner autour de la verticale du point O; on suppose d'ailleurs que ce mouvement de rotation a lieu sans frottement.

A l'intérieur du vase se trouve une tige OH, homogène et

pesante, d'épaisseur constante infiniment petite, dont une extrémité est immobile au centre  $O$ , tandis qu'à l'autre extrémité  $H$  est fixée d'une manière invariable une sphère, aussi homogène et pesante, ayant son centre  $O'$  sur l'axe de la tige et s'appuyant contre la paroi interne du vase. Le corps solide  $S$ , constitué par la tige et la sphère, peut se mouvoir librement autour du point fixe  $O$ ; mais on suppose que des frottements se développent au contact de ce corps avec la paroi interne du vase. On négligera les frottements de pivotement et de roulement, pour ne tenir compte que du frottement de glissement, dont le coefficient sera  $f$ .



A l'instant initial  $t = 0$ , le solide  $S$  est immobile et le vase est animé d'une vitesse de rotation  $\omega_0$ , autour de la verticale ascendante du point  $O$  : trouver les mouvements du vase et du solide.

On désignera par  $R$  le rayon intérieur du vase, et par  $\mu$  son moment d'inertie par rapport à son axe. On représentera par  $m$  la masse de la tige  $OH$  et par  $M$  celle de la sphère. On appellera  $2a$  la longueur  $OO'$  que l'on supposera supérieure à  $R$ , et  $\rho$  le rayon  $O'H$  de la sphère.

1° On trouvera d'abord les mouvements absolus du vase et du solide  $S$  dans le cas particulier où le rayon  $\rho$  de la sphère est nul ;

2° On les obtiendra ensuite dans le cas général où  $\rho$  a une valeur quelconque moindre que  $R$  ;

3° On discutera enfin le pivotement et le roulement du solide  $S$  sur le vase, et on écrira en particulier la condition nécessaire et suffisante pour que le roulement s'effectue constamment dans le même sens pendant toute la durée du mouvement. Négligeant ensuite la masse  $m$  de la tige et supposant invariable le rayon intérieur  $R$  du vase, on résumera la discussion précédente en la basant sur la valeur du rayon  $\rho$  de la sphère.

*Composition sur l'analyse et ses applications géométriques.* — On donne l'équation aux dérivées partielles

$$(px + qy)^2 - 2a(py - qx) + 2F(z) = 0$$

où  $a$  désigne une constante, et  $F(z)$  une fonction déterminée de  $z$ .

1° Former le système des équations différentielles des caractéristiques ;

2° Trouver une intégrale de ce système d'équations différentielles ;

3° Au moyen de cette intégrale, former une intégrale complète de l'équation proposée ;

4° Dire à quoi doit se réduire la fonction  $F(z)$  pour que les caractéristiques soient des lignes asymptotiques sur les surfaces intégrales.

Les épreuves orales consistent en deux leçons faites devant le jury. Nous donnons ici les sujets des leçons faites par les candidats en 1898 <sup>(1)</sup>.

*Mathématiques élémentaires.* — 1. — Principe de la théorie des engrenages cylindriques. — Exemples simples.

2. — Énoncé du principe général des forces vives, application aux machines. — Volants.

3. — Cartes géographiques.

4. — Démontrer que toute conique peut être considérée comme le lieu des points d'intersection des rayons homologues de deux faisceaux homographiques. Réciproque. — Rapport harmonique de quatre points sur une conique. — Applications.

5. — Équilibre d'un corps pesant sur un plan incliné dépoli, en supposant le corps soumis à l'action d'une force passant par son centre de gravité.

6. — Composition des vitesses, applications géométriques et mécaniques.

7. — Systèmes articulés, appareils de Peaucellier et de Hart. Parallélogramme de Watt.

8. — Calcul de  $\pi$ .

9. — Résoudre et discuter : — 1° l'équation  $P + \sqrt{Q} = 0$ , où  $P$  est un polynôme du premier degré et  $Q$  un polynôme du second degré; l'équation  $\sqrt{P} + \sqrt{Q} = a$  où  $P$  et  $Q$  sont des polynômes du premier degré et  $a$  une constante. — Exemples tirés de la géométrie.

10. — Balances. — Balance ordinaire, balance romaine, balance de Roberval.

11. — Transformation par rayons vecteurs et réciproques. — Applications.

12. — Théorie des couples. — Réduction à une force et à un couple d'un système de forces appliquées à un corps solide. — Conditions d'équilibre.

13. — Polygones réguliers, convexes et concaves.

14. — Polygones funiculaires. — Déterminer trois graphiques des tensions. — Applications.

15. — Involution sur une droite, faisceaux en involution. — Involution sur un conique. — Applications.

(1) Ces divers documents sont extraits des feuilles autographiées publiées par la librairie Groville-Morant.

16. — Propriétés générales des polyèdres convexes. — Théorème d'Euler. — Applications.

17. — Définition et détermination de la latitude et de la longitude d'un lieu, soit sur terre, soit sur mer.

18. — Extraction de la racine carrée à moins d'une unité ; à moins de  $\frac{1}{n}$ . — Indiquer quelques méthodes abrégées.

*Mathématiques spéciales.* — 1. — Invariants de la forme biquadratique. — Applications.

2. — Représentation d'une quadrique sur un plan. — Applications.

3. — Degré et classe d'une courbe plane. Points doubles et tangentes doubles. — Points de rebroussement et points d'inflexion. — Genre. — Exemples.

4. — Définition de la fonction eulérienne  $F(z)$  par un produit infini de facteurs complexes ; principales propriétés de cette fonction. Montrer que si  $z$  prend une valeur réelle et positive  $a$ , cette fonction coïncide avec l'intégrale eulérienne de cette espèce :  $\int_0^{\infty} e^{-x} x^{a-1} dx$ .

5. — Séries de Taylor et de Mac-Laurin, dans le cas d'une variable réelle. — Applications.

6. — Invariants d'une forme quadratique. — Invariants simultanés d'une forme quadratique et d'une forme linéaire dans le cas de trois ou de quatre variables. — Interprétations géométriques.

7. — Fonctions symétriques rationnelles des racines d'une équation algébrique. — Applications.

8. — Transformation d'une équation algébrique  $f(x) = 0$  dans le cas où chaque racine  $y$  de l'équation cherchée doit être une fonction rationnelle d'une ou deux racines de l'équation donnée. — Exemples.

9. — Règles élémentaires permettant de reconnaître la convergence et la divergence d'une série à termes positifs ; règles de Gauss et de Duhamel. — Exemples.

10. — Invariants et covariants d'une ou deux formes binaires. — Applications simples.

11. — Invariants d'une forme quadratique ; invariants simultanés d'une forme quadratique et d'une forme linéaire dans le cas de trois ou quatre variables. — Interprétations géométriques.

12. — Réduction simultanée de deux formes quadratiques à trois variables à des sommes de trois ou d'un nombre moindre de carrés. — Applications.

13. — Représentation d'une quadrique sur un plan. — Applications.

14. — Invariants de la forme biquadratique. — Applications.

15. — Application des invariants simultanés de deux formes quadratiques à la démonstration des principales propriétés métriques des cônes ou des courbes planes du second degré.

16. — Soient  $f(x) = 0$  une équation algébrique irréductible, dans un domaine de rationalité et  $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_{n-1}$  les racines de cette équation ; étudier l'équation qui admet pour racines  $\varphi(\alpha_0), \varphi(\alpha_1), \dots, \varphi(\alpha_{n-1})$ , où  $\varphi(x)$  est une fonction rationnelle dans le même domaine.

17. — Invariants simultanés de deux formes quadratiques à trois variables. — Applications.

18. — Principales propriétés des fonctions définies par une série ordonnée suivant les puissances entières et positives d'une variable réelle ; dérivée ; intégrale. — Exemples.

Deux compositions finales complètent ces épreuves. En voici les textes :

*Calcul.* — Etant donnés trois axes de coordonnées rectangulaires, on considère les deux ellipsoïdes qui ont pour équations :

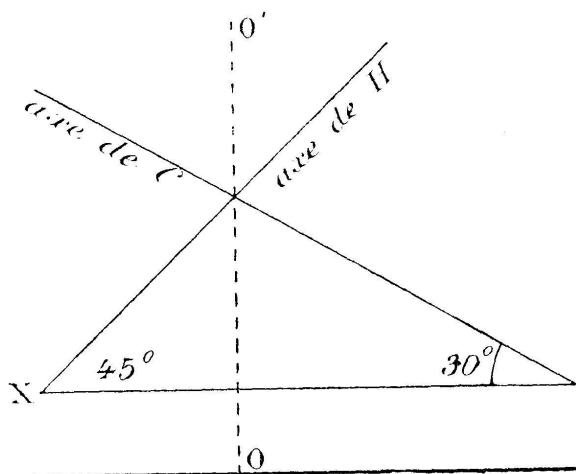
$$\begin{aligned} ax^2 + by^2 + Z^2 &= 9 \\ ax^2 + by^2 + 2Z^2 &= 13, \end{aligned}$$

$a$  et  $b$  désignant deux nombres positifs ; soit  $S$  la portion du solide commun aux deux corps qui se trouve d'un côté du plan des  $xy$  :

1° Trouver, en fonction de  $a$  et de  $b$ , l'expression du volume du solide  $S$  ;

2° En supposant  $a = 2, b = 3$ , calculer ce volume à un dix-millième près par défaut ;

3° Le corps  $S$  étant supposé homogène, calculer à un centième près, par défaut, le  $Z$  de son centre de gravité.



*Epure.* — Intersection d'un hyperboloïde à une nappe et d'un cylindre de révolution.

L'axe de révolution de l'hyperboloïde  $H$  est une droite de front dont la projection verticale est inclinée de  $45^\circ$  sur la ligne de terre  $xy$  de gauche à droite et de bas en haut.

Le centre de l'hyperboloïde est un point situé à une distance de 10 c/m de chacun des plans de projection.



Le contour apparent de cette surface sur le plan horizontal est une hyperbole équilatère dont l'axe transverse a une longueur totale de 8 c/m.

Par le cercle de gorge de H on fait passer une sphère S, dont le centre a une cote de 8 c/m, et à cette sphère on circonscrit un cylindre de révolution C, dont les génératrices sont des droites de front inclinées à  $30^\circ$  sur la ligne de terre de gauche à droite et de haut en bas. — Trouver l'intersection de ce cylindre C et de l'hyperboloïde H.

Représenter le solide commun aux deux corps, en supposant enlevée la portion de ce solide située au-dessus du parallèle le plus à gauche de C dont le plan soit tangent à S.

Pour le concours de 1899, nous reproduisons ici le programme des questions d'Analyse et de Mécanique d'où sera tiré le sujet d'une des compositions écrites.

*Analyse.* — 1<sup>o</sup> Intégration des équations linéaires aux dérivées partielles du premier ordre; systèmes complets.

2<sup>o</sup> Intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre à deux variables indépendantes  $f(x, y, z, p, q) = 0$ ; méthode de Lagrange et de Charpit; méthode des caractéristiques. — Applications géométriques.

NOTA. — On pourra admettre les théorèmes généraux de Cauchy sur l'existence des intégrales.

*Mécanique.* — Dynamique du corps solide. — Percussions.

NOTA. — On ne tiendra pas compte du frottement.

Les sujets de leçons du concours de 1899 sont indiqués à l'avance comme il suit :

*Mathématiques élémentaires.* — 1. — Supposant les principes de la théorie des nombres premiers, établir la formule qui fait connaître combien il y a de nombres inférieurs à un nombre donné et premiers avec lui. — Théorème de Fermat. — Généralisation de ce théorème. — Théorème de Wilson.

2. — Extraction de la racine carrée à moins d'une unité; à moins de  $\frac{1}{n}$ . Indiquer quelques méthodes abrégées.

3. — Polygones réguliers, convexes ou concaves.

4. — Calcul de  $\pi$ .

5. — Transformation par rayons vecteurs réciproques. — Applications.

6. — Cercles orthogonaux dans le plan et sur la sphère.

7. — Figures homothétiques dans l'espace. — Centre d'homothétie. — Axe d'homothétie. — Plan d'homothétie. — Application à un système de quatre sphères.

8. — Démontrer que toute conique peut être considérée comme le lieu des points d'intersection des rayons homologues de deux faisceaux homographiques. — Réciproque. — Rapport anharmonique de quatre points sur une conique. — Applications. (Ouvrages à consulter : Chasles, *Traité des coniques* ; Rouché et de Comberousse, *Traité de géométrie*.)

9. — Involution sur une droite. — Faisceaux en involution. — Involution sur une conique. — Applications.

10. — Propriétés générales des polyèdres convexes. — Théorème d'Euler. — Applications.

11. — Résoudre et discuter : 1° l'équation  $P + \sqrt{Q} = 0$ , où  $P$  est un polynôme du premier degré et  $Q$  un polynôme du second degré ; 2° l'équation  $\sqrt{P} + \sqrt{Q} = a$ , où  $P$  et  $Q$  sont des polynômes du premier degré et  $a$  une constante. — Exemples tirés de la géométrie.

12. — Vitesse. — Étude de la vitesse dans quelques mouvements. — Représentations graphiques.

13. — Composition des vitesses. — Applications géométriques et mécaniques.

14. — Théorie des couples. — Réduction à une force et à un couple d'un système de forces appliquées à un corps solide. — Conditions d'équilibre.

15. — Équilibre d'un corps pesant sur un plan incliné dépoli, en supposant le corps soumis à l'action d'une force passant par son centre de gravité.

16. — Balances. — Balance ordinaire, balance romaine, balance de Roberval.

17. — Systèmes articulés. — Appareils de Peaucellier et de Hart. — Parallélogramme de Watt.

18. — Principe de la théorie des engrenages cylindriques. — Exemples simples.

19. — Énoncé du principe général des forces vives. — Application aux machines. — Volants.

20. — Définition et détermination de la latitude et de la longitude d'un lieu, soit sur terre, soit sur mer.

21. — Cartes géographiques.

22. — Polygones funiculaires. — Détermination graphique des tensions. — Applications.

*Programme des matières d'où seront tirés les sujets des leçons mathématiques spéciales.* — Convergence et divergence des séries. Règles élémentaires permettant de reconnaître la con-

vergence ou la divergence d'une série. Règles de Gauss et de Duhamel. Séries à termes alternativement positifs et négatifs, séries à termes imaginaires. Convergence absolue. Principales propriétés de séries ordonnées suivant les puissances entières et positives d'une variable complexe. Convergence uniforme. La variable étant supposée réelle, étudier la dérivée, l'intégrale de la série. Applications. Séries de Taylor et de Marc-Laurin dans le cas d'une variable réelle; applications.

Produits infinis de facteurs réels ou complexes. Convergence et divergence. Définition de  $\sin z$  par un produit infini de facteurs complexes; montrer que si  $z$  est réel, cette fonction coïncide avec la fonction considérée en trigonométrie. — Définition de  $\sigma$  ( $z$ ,  $\omega$ ,  $\omega'$ ) par un produit infini de facteurs complexes. — Définition des fonctions  $\zeta(z)$  et  $\mu(z)$ . Changements produits sur ces fonctions par l'addition à l'argument  $z$  des périodes  $2\omega$  et  $2\omega'$ . Cas de dégénérescence.

Propriétés générales des équations algébriques. Nombre des racines. Relations entre les coefficients et les racines. Calcul des fonctions symétriques des racines. Applications. Élimination d'une inconnue entre deux équations algébriques entières et rationnelles.

Transformation d'une équation algébrique  $f(x) = 0$  dans le cas où chaque racine  $y$  de l'équation cherchée doit être une fonction rationnelle  $\varphi$  d'une ou de deux racines de l'équation donnée. Exemples. Soit  $y = \varphi(x)$  l'équation qui définit la transformation. On suppose que les coefficients des fonctions  $f$  et  $\varphi$  appartiennent à un certain domaine de rationalité dans lequel  $f(x)$  est irréductible, et on désigne par  $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n-1}$  les racines de l'équation  $f(x) = 0$ . Si les quantités  $\varphi(\alpha_0), \varphi(\alpha_1), \dots, \varphi(\alpha_{n-1})$  sont distinctes, elles sont racines d'une équation irréductible de degré  $n$ . Toute fonction rationnelle d'une racine  $\alpha_0$  dans le domaine considéré s'exprime rationnellement au moyen de  $\varphi(\alpha_0)$ . Cas où plusieurs des quantités  $\varphi(\alpha_0), \varphi(\alpha_1), \dots, \varphi(\alpha_{n-1})$  sont égales. Si les racines d'une équation irréductible s'expriment rationnellement au moyen de l'une d'entre elles, elles s'expriment rationnellement au moyen de l'une quelconque de ces racines.

Étant donnée, dans un certain domaine de rationalité, une équation  $f(x) = 0$ , on peut former, dans le même domaine, une équation irréductible  $F(y) = 0$ , telle que toutes les racines de  $f(x) = 0$  soient des fonctions rationnelles de l'une quelconque des racines de  $F(y) = 0$ . Exemples.

Définitions des invariants et des covariants d'une ou de deux formes binaires. Application aux formes des trois premiers degrés. Interprétation géométrique. Application à la résolution de l'équation du troisième degré. Invariants de la forme biquadratique.

Rapport anharmonique de quatre quantités. Équation du sixième degré qui donne les six valeurs du rapport anharmonique : 1° des racines de l'équation du quatrième degré ; 2° des racines de l'équation du troisième degré et d'un nombre donné  $x$ . Signification des invariants de la forme biquadratique. Relation fondamentale entre les covariants de la forme cubique.

Courbes planes. Ordre, classe ; points doubles, points de rebroussement ; tangentes doubles, tangentes d'inflexion. Genre. Formules de Plücker pour une courbe ne possédant que les singularités simples de l'espèce ci-dessus. Exemples choisis dans les courbes du troisième et du quatrième ordre.

Génération des cubiques planes au moyen de faisceaux homographiques de droites et de coniques. Génération analogue des quartiques planes au moyen de faisceaux homographiques de coniques.

Formes quadratiques à trois ou quatre variables. Formes adjointes. Équations ponctuelles et équations tangentielles des coniques et des quadriques. Réduction simultanée de deux formes quadratiques à trois variables  $x, y, z$ , à des sommes de trois ou d'un nombre moindre de carrés. Triangle conjugué commun à deux coniques. Invariants simultanés de deux formes quadratiques à trois variables. Triangle inscrit ou circonscrit à une première conique et conjugué à une seconde conique. Triangle inscrit dans une conique et circonscrit à une autre. Application aux propriétés projectives et métriques. Propriétés analogues des cônes du second degré.

Expression des coordonnées d'un point d'une quadrique au moyen des deux paramètres  $\lambda, \mu$ , correspondant aux deux systèmes de génératrices rectilignes ou imaginaires. Représentation de la surface sur un plan. Cas particulier de la projection stéréographique. Intersection de deux quadriques quand cette intersection se décompose.

---

## LE CHOIX DES SUJETS DE COMPOSITION

---

Il y a bien des années déjà, vers 1875, Catalan publiait dans sa *Nouvelle Correspondance mathématique* des observations souvent assez vives sur certains points de l'enseignement des mathématiques élémentaires en Belgique. Je crois qu'il a rendu ainsi un véritable service à l'enseignement qu'il critiquait, et que beau-