

L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES
A L'ÉCOLE MILITAIRE DE BELGIQUE
SECTION DE L'ARTILLERIE ET DU GÉNIE

PAR

L. GODEAUX

Professeur d'analyse à l'Ecole militaire (Bruxelles).

L'*Enseignement Mathématique* a publié à diverses reprises des articles sur la manière dont sont enseignées les mathématiques dans les établissements d'instruction supérieure de divers pays; nous nous proposons d'exposer cette question en ce qui concerne la section de l'Artillerie et du Génie de l'Ecole militaire de Belgique.

1. ORGANISATION GÉNÉRALE DU COURS DE MATHÉMATIQUES.

Le cours comporte 106 leçons d'une heure et demie. Il est en outre prévu une répétition générale de même durée pour trois leçons. Ces répétitions sont consacrées, soit à des exercices faits au tableau noir par les élèves, sous la direction d'un répétiteur, soit à des exercices écrits faits par les élèves isolément.

Le cours est divisé en six parties:

- I. Algèbre (12 leçons);
- II. Géométrie analytique à trois dimensions (14 leçons);
- III. Calcul différentiel (20 leçons);
- IV. Calcul intégral et séries (20 leçons);
- V. Applications géométriques de l'analyse (20 leçons);
- VI. Equations différentielles, calcul des variations, calcul des différences (20 leçons).

Les cinq premières parties sont enseignées en première année d'études: Les première et troisième parties simultanément, à raison de deux leçons par semaine pour l'algèbre, trois pour le calcul différentiel; les deuxième et quatrième parties sont ensuite enseignées à

raison de deux leçons par semaine pour la géométrie analytique, trois pour le calcul intégral; la cinquième partie vient ensuite à raison de trois leçons par semaine.

2. CONNAISSANCES MATHÉMATIQUES EXIGÉES DES CANDIDATS A L'ADMISSION.

La loi fixe comme programme de l'examen d'entrée à l'Ecole militaire, celui des Athénées royaux. Les grandes lignes de ce programme¹, en ce qui concerne les mathématiques, sont :

Arithmétique: Nombres entiers et fractionnaires, éléments de la théorie des nombres, racines carrées et cubiques, approximations numériques, systèmes de numération à base quelconque.

Algèbre: Calcul algébrique, résolution des équations du premier et du second degré, logarithmes, analyse indéterminée du premier degré, fractions continues, analyse combinatoire, binôme de Newton, fonction exponentielle, déterminants.

Géométrie: Propriétés élémentaires des figures dans le plan et dans l'espace, rapports harmoniques et anharmoniques, théorèmes de Pascal et de Brianchon dans le cercle, transversales, similitude.

Trigonométrie: Résolution des triangles rectilignes et sphériques.

Géométrie analytique plane: Etude de la droite et des sections coniques en coordonnées cartésiennes et polaires.

Géométrie descriptive: Le point, la droite et le plan, rabattements et rotations.

3. PROGRAMME DU COURS DE L'ÉCOLE.

Etant donné le nombre restreint de leçons dont dispose le professeur, le cours de mathématiques de l'Ecole militaire se borne strictement à l'enseignement des théories qui seront nécessaires aux élèves dans les cours suivants. En voici le programme succinct :

PREMIÈRE PARTIE: *Algèbre*. — Systèmes d'équations linéaires. Résolution des équations et des systèmes d'équations numériques. Elimination. Calcul des racines entières et fractionnaires, calcul approché des racines incommensurables, calcul des racines imaginaires d'une équation numérique. Equations réciproques. Equations binômes. Equations du troisième et du quatrième degré. Décomposition des fractions rationnelles.

DEUXIÈME PARTIE: *Géométrie analytique à trois dimensions*. — Projections. Systèmes de coordonnées, coordonnées cartésiennes, cylindriques, sphériques. Le plan et la droite. Courbes et surfaces,

¹ Le programme des Athénées royaux vient d'être légèrement modifié.

génération et classification. Tangentes et plans tangents. Etude et classification des quadriques (équation en S).

TROISIÈME PARTIE: a) *Préliminaires* — Nombres réels, méthodes des limites, méthode infinitésimale, concept et classification des fonctions, continuité des fonctions.

b) *Calcul différentiel*. — Dérivées et différentielles des fonctions explicites. Propriété de la dérivée. Dérivées et différentielles des fonctions implicites. Déterminants fonctionnels. Changements de variables.

c) *Formules de Taylor* pour les fonctions d'une et de plusieurs variables. Vraies valeurs de formes indéterminées. Extréma libres et liés des fonctions d'une et de plusieurs variables.

QUATRIÈME PARTIE: a) *Calcul intégral*. — Intégrales définies, méthodes de calcul. Existence de propriétés de l'intégrale définie. Extension de la notion d'intégrale définie aux fonctions possédant un nombre fini de points de discontinuité et aux cas où les limites sont infinies. Fonctions représentées par des intégrales définies. Intégrales curvilignes et intégration des différentielles totales. Intégrales doubles et triples.

b) *Séries*. — Séries à termes constants et variables. Séries de Taylor et de Mac-Laurin. Intégration et dérivation des séries. Notions sur les séries de Fourier, conditions de Dirichlet.

CINQUIÈME PARTIE: *Applications géométriques*. — Etude des courbes planes et gauches en un point ordinaire, concavité, inflexion. Longueur et courbures des courbes planes et gauches, équations intrinsèques. Points singuliers des courbes et des surfaces. Asymptotes des courbes. Courbes et surface enveloppes. Etude des surfaces en un point ordinaire indicatrice. Contacts des courbes et des surfaces. Courbes et surfaces particulières, construction des courbes planes. Quadratures des aires planes, cubatures des volumes, complanations des aires courbes.

SIXIÈME PARTIE: a) *Equations différentielles*. — Méthodes élémentaires d'intégration des équations différentielles. Equations linéaires. Systèmes différentiels, intégrales premières. Notions sur les équations aux variations. Séries de Taylor satisfaisant à un système différentiel. Esquisse de la méthode d'intégration par approximations successives de M. Picard. Notions sur l'intégration approchée. Intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre et de quelques équations du second ordre à deux variables.

b) *Éléments du calcul des variations*. — Condition nécessaire d'extrémum d'une intégrale définie. Applications élémentaires usuelles.

c) *Calcul des différences*. — Notions élémentaires. Notions sur l'interpolation. Formule d'Euler pour le calcul approché d'une intégrale définie.

4. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR L'ENSEIGNEMENT.

L'enseignement des mathématiques à l'Ecole militaire est dominé par le souci constant de préparer les élèves à leurs études ultérieures. Chaque théorie enseignée est illustrée par deux exemples au moins, et chaque fois que la chose est possible, ces exemples sont empruntés aux cours d'application.

L'organisation de l'Ecole militaire prévoit, après chaque leçon, une séance à la salle d'études de même durée (1 h. 30). Pendant cette séance, le professeur passe dans la salle d'études et fournit aux élèves les explications qui lui sont demandées par ceux-ci. Au besoin, il provoque ces demandes d'explications.

Les élèves ont à leur disposition le texte des leçons, autographié par les soins de l'Ecole.

5. INTERROGATIONS ET EXAMENS.

Des interrogations orales ont lieu régulièrement et sont organisées de manière à ce que chaque élève soit interrogé sur la matière de trois à quatre leçons. Ce service est assuré par des répétiteurs: il y a un répétiteur pour environ 20 élèves. Les fonctions de répétiteur peuvent être confiées à des civils, mais en général, elles sont remplies par des officiers détachés à l'Ecole pour une durée de cinq ans.

Chaque partie du cours se termine par un examen composé d'une épreuve orale et d'une épreuve écrite. Nous parlerons plus loin de cette dernière.

En outre, les élèves subissent un examen oral sur les cinq premières parties du cours avant leur admission en deuxième année et un examen oral sur la sixième partie avant leur admission à l'Ecole d'application de l'Artillerie et du Génie.

6. TRAVAUX ÉCRITS.

Les répétitions générales du cours d'analyse sont, à de rares exceptions près, consacrées à des exercices écrits. De plus, après chaque partie du cours, a lieu un concours écrit d'une durée de trois heures. (Les exercices écrits ont une durée de 1 h. 30). Les copies des élèves, corrigées par un répétiteur, sont remises à ceux-ci, et une solution type est affichée dans la salle d'études.

Voici quelques exemples de questions posées:

I. On donne la fonction

$$y = \arcsin \left(\frac{x^2 + 4}{x^2 - 4x - 2} \right),$$

où l'on suppose y compris entre $-\frac{\pi}{2}$ et $+\frac{\pi}{2}$.

On demande :

1° De déterminer les valeurs de x pour lesquelles la fonction est définie;

2° D'étudier la continuité de la fonction.

II. *On donne* les relations

$$F(u, v) = 0, \quad u = \varphi\left(\log_e \frac{x}{y}\right), \quad v = z + \psi(x + y).$$

On demande de démontrer que :

1° Quels que soient les signes fonctionnels F et φ , on a

$$x \left[\frac{\partial z}{\partial x} + \psi'(x + y) \right] + y \left[\frac{\partial z}{\partial y} + \psi'(x + y) \right] = 0;$$

2° Quels que soient les signes fonctionnels F , φ , ψ , on a

$$\frac{\partial z}{\partial x} + x \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - x \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = \frac{\partial z}{\partial y} + y \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} - y \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}.$$

III. *On donne*, en coordonnées rectangulaires, une courbe gauche K , par les conditions suivantes :

1° Elle passe par l'origine;

2° La longueur de la courbe, depuis l'origine jusqu'au point $M(x, y, z)$, est égale à $x + y$.

3° L'aire de la portion du plan Oxy comprise entre Ox , la projection orthogonale de la courbe sur ce plan et le plan mené par M perpendiculairement à Ox , est égale à xz .

On demande de déterminer les équations de la courbe K .

IV. *On donne :*

1° Un trièdre trirectangle $Oxyz$.

2° Une surface F par la condition suivante :

Soient T le point de rencontre de Oz avec le plan tangent en un point $M(x, y, z)$ de F , N le point de rencontre du plan Oxy avec la normale en M à F , M' le point de rencontre du plan mené par T parallèlement à Oxy et de la droite menée par M parallèlement à Oz ;

La distance MM' est égale à la distance OT .

On demande :

1° De déterminer l'équation aux dérivées partielles à laquelle satisfait la surface F ;

2° De déterminer une intégrale complète de cette équation;

3° De déterminer les lignes de courbure de la surface F représentée par cette intégrale complète ;

4° De conclure de la nature de ces lignes de courbure, que la surface F est un cylindre parabolique.

Pour résoudre ces exercices, les élèves ont à leur disposition un formulaire ¹, contenant les principales formules rencontrées, soit dans les cours de l'École, soit dans les cours préparatoires. Un des buts des exercices écrits est d'ailleurs d'apprendre aux élèves à se servir avec discernement d'un formulaire.

7. MANIÈRE DE COTER LES ÉLÈVES.

Les nombreuses épreuves orales et écrites auxquelles sont soumis les élèves, permettent une appréciation très approchée du travail de ceux-ci. Voici comment est calculée la cote définitive par année d'études.

Si l'on désigne par a la moyenne sur 20 des interrogations orales pendant une partie de cours, par b la moyenne sur 20 des exercices écrits, par c et d les cotes de l'examen oral et du concours écrit terminant cette partie de cours, la cote sur cette partie de cours est $\frac{1}{4}(a + b + c + d)$ sur 20.

La cote moyenne des diverses parties de cours d'une année d'études étant a' et celle de l'examen oral de fin d'année étant b' , la cote définitive de l'année est $\frac{1}{2}(a' + b')$.

Pour le passage d'une année à l'autre, la cote minimum 10/20 n'est exigée que sur l'ensemble des cours, mais non sur chaque cours séparément.

Bruxelles, 10 juin 1925.

¹ Em. LEFEVRE, *Formulaire du cours d'analyse de l'École militaire*, seconde édition publiée par L. Godeaux, Bruxelles, librairie Falk, 1922.