**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande

**Band:** 29 (1903)

**Heft:** 23

**Artikel:** Programme des cours et exercices de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne pour l'année 1903-1904

**Autor:** Amstein, H.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-23518

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 20.07.2025

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

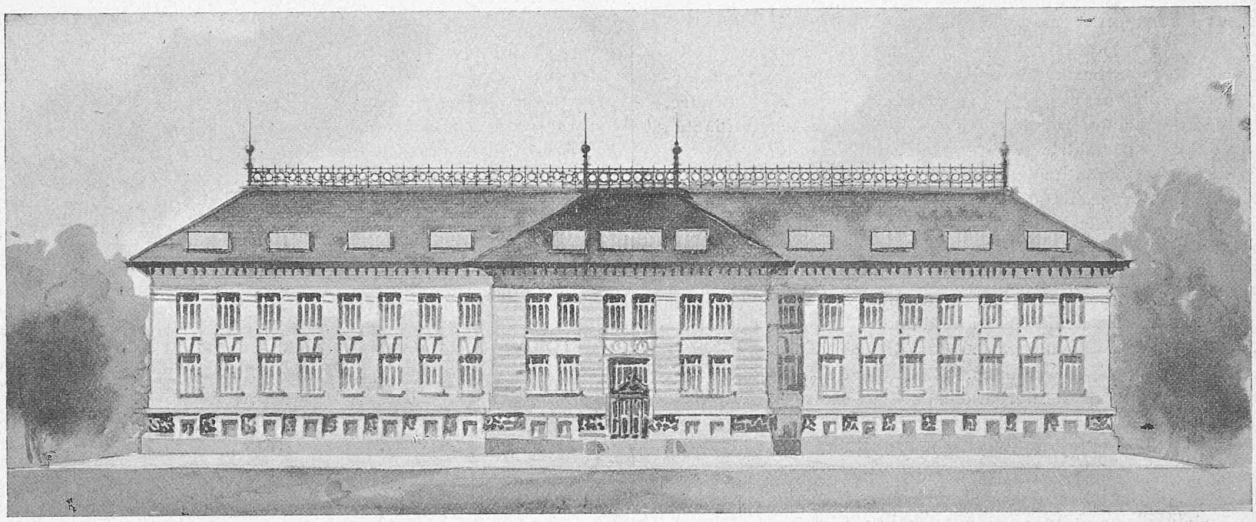

Fig. 10. — Projet d'un bâtiment pour l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.
Façade principale. — M. C. Bonjour, architecte, à Lausanne.

Malheureusement la situation financière de l'Etat n'a pas permis de réaliser ce projet aussi rapidement qu'il aurait été désirable pour consolider le développement réjouissant qu'a pris l'Ecole de Lausanne pendant ces dernières années. Nous osons espérer qu'il sera possible, sous peu, de s'occuper activement de l'exécution de ce projet, ou d'un projet analogue.

Les autorités cantonales, dont la sollicitude à l'égard de l'instruction supérieure en général, et de notre Ecole d'Ingénieurs en particulier, est bien connue, et auxquelles nous tenons à exprimer ici toute notre reconnaissance, ne manqueront pas de donner à cette question la solution la plus avantageuse, tout en tenant compte des nécessités économiques du pays.

# PROGRAMME DES COURS ET EXERCICES

## de l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne pour l'année 1903-1904.

### M. H. AMSTEIN, prof. ord.

**1. Calcul différentiel et intégral I.** — *1er semestre, 6 heures par semaine.*

*Calcul différentiel.* — Définition de la constante, de la variable, de la fonction. Classement préliminaire des fonctions selon le nombre des variables indépendantes et selon leur provenance. Continuité d'une fonction en un point considéré. Quantités tendant vers zéro et fonctions tendant vers zéro en même temps que leur argument. Théorèmes relatifs aux combinaisons des fonctions tendant vers zéro en même temps que leur argument. Théorèmes correspondants sur les fonctions continues. Définition de la différentielle et de la dérivée d'une fonction. Premiers théorèmes relatifs à certaines combinaisons de fonctions (somme, produit, quotient, puissance). Interprétation géométrique de la dérivée d'une fonction. Etude préliminaire de la marche d'une fonction à l'aide du signe de sa dérivée. Maxima, minima, points d'inflexion à tangente parallèle à l'axe des abcisses. Différentiation des fonctions de fonction. Différentiation des fonctions inverses. Différentiation des puissances à exposants fractionnaires. Classement des fonctions : fonctions algébriques et fonctions transcendantes. Différentiation des fonctions trigonométriques et cyclométriques. Différentielles et dérivées d'ordre supérieur des fonctions d'une seule variable indépendante. Théorème de Leibnitz relatif à la différentielle d'ordre $n$ d'un produit de fonctions. Différentielles successives des fonctions de fonction. Dérivées successives des fonctions inverses.

Relations entre une fonction et ses dérivées successives. Théorème des accroissements finis. Interprétations du théorème de Cauchy relatif à l'ordonnée moyenne. Théorie des maxima et minima des fonctions d'une seule variable indépendante. Les séries de Taylor et de Maclaurin, avec de nombreuses applications. Convergence et différentiation des séries ordonnées suivant les puissances de la variable. Construction de la fonction exponentielle à l'aide de ses propriétés fonctionnelles. Différentiation de la fonction exponentielle et du logarithme. Séries pour le logarithme. Différentiation de la fonction $u^v$.

Recherche des vraies valeurs des fonctions qui se présentent pour une valeur particulière de la variable indépendante sous une forme indéterminée.

Fonctions de plusieurs variables indépendantes, continuité d'une fonction en un point considéré. Différentiation des fonctions de plusieurs variables indépendantes. Théorème relatif à l'interversion de l'ordre des différentiations. Différentiation des fonctions de plusieurs fonctions. Les séries de Taylor et de Maclaurin pour les fonctions de plusieurs variables indépendantes. Différentiation des fonctions implicites. Théorie des maxima et minima absolus et relatifs des fonctions de plusieurs variables indépendantes.

Théorie des courbes planes : Tangente et normale, théorie des asymptotes ; maxima et minima de l'abscisse et de l'ordonnée ; convexité et concavité ; contact des courbes, le cercle osculateur, développées et développantes ; points singuliers : points d'inflexion, points multiples, forme des éléments singuliers ; coordonnées polaires. Etude de quelques courbes usuelles.

*Calcul intégral.* — Définition de l'intégrale indéfinie. Intégration des fonctions rationnelles. (Décomposition des fonctions rationnelles en fractions simples.) Intégration des fonctions irrationnelles : irrationnalités du premier et du second degré. Intégration des fonctions transcendantes : fonctions trigonométriques, fonctions exponentielles et fonctions cyclométriques, logarithmiques et mixtes. Intégration par parties.

Intégrales définies. Application à la géométrie : quadrature et rectification des courbes planes, cubature et complanation des surfaces de révolution.

*Exercices : 2 heures par semaine.*

**2. Calcul différentiel et intégral II.** — *2e semestre, 5 heures par semaine.*

Théorie des courbes à double courbure : Tangente et plan normal, plan osculateur, rayon de première et de seconde courbure, rayon de la courbure totale ; plan rectifiant et arête rectifiante ; sphère et hélice osculatrices.

Résolution des équations numériques. Théorèmes complémentaires sur les intégrales définies : Différentiation et intégration sous le signe intégrale, convergence et divergence d'une intégrale définie : 1° dans le cas où la fonction à intégrer devient infinie entre les limites de l'intégrale, et 2° dans le cas où une des limites de l'intégrale est infinie. Méthodes d'approximation pour le calcul d'une intégrale définie (formule d'interpolation de Lagrange, formule de Simpson). Intégration des différentielles exactes de plusieurs variables indépendantes. Conditions d'intégrabilité.

Théorie des équations différentielles ordinaires. Equations différentielles du premier ordre : Equations différentielles homogènes, équations linéaires. Trajectoires isogonales. Solutions singulières. Equations différentielles de degré supérieur, facteur intégrant. Equations différentielles d'ordre supérieur. Equations différentielles linéaires sans et avec second membre. Equations différentielles simultanées.

*Exercices : 2 heures par semaine.*

**3. Calcul différentiel et intégral III.** — *3e semestre, 2 heures par semaine.*

Théorie des surfaces courbes : Plan tangent et normale ; courbure des sections obliques (théorème de Meunier) et normales (théorème d'Euler). Ombilics. Normales dans le voisinage d'un point non singulier. Représentation paramétrique des surfaces : Plan tangent et normale, élément linéaire et élément de surface.

Théorie des intégrales doubles et triples. Application à la cubature et à la complanation des surfaces courbes et à l'attraction des masses. Changement de variables dans ces intégrales.

Théorie des équations différentielles aux dérivées partielles. Equations linéaires du premier ordre. Application aux familles de surfaces usuelles. Exemples d'intégration d'équations différentielles linéaires d'ordre supérieur.

Calcul des variations.

Méthode des moindres carrés.

*Exercices : 1 heure par semaine.*

## M. L. MAILLARD, prof. extr.

**4. Eléments de calcul infinitésimal I. Calcul différentiel.** — *1er semestre, 3 heures par semaine.*

*Définitions et notations.* — La constante, la variable. Représentation géométrique des fonctions d'une seule variable indépendante.

Quantités infiniment petites. Continuité d'une fonction.

*Fonctions d'une seule variable indépendante.* — Définition de la dérivée et de la différentielle. Interprétations diverses de la dérivée.

Théorèmes fondamentaux : différentiation d'une somme, d'un produit et d'un quotient de fonctions.

Différentiation d'une puissance. — Différentielle logarithmique.

Différentiation des fonctions de fonctions. Différentiation des fonctions inverses.

Différentiation des fonctions transcendantes. Limite de $\left(1 + \frac{1}{m}\right)^m$ quand $m$ tend vers l'infini. — Différentiation du logarithme et de la fonction exponentielle ; représentation géométrique. Différentiation des fonctions trigonométriques et cyclométriques.

Différentiation de la fonction $u^v$.

*Etude analytique de la variation d'une fonction.* — Dérivées et différentielles successives d'une fonction. — Théorème de Leibnitz, relatif à la différentielle d'ordre $n$ d'un produit de deux fonctions. Dérivées successives des fonctions de fonctions et des fonctions inverses.

Relations entre une fonction et ses dérivées successives ; formule des accroissements finis.

*Théorie des maxima et minima des fonctions d'une seule variable indépendante.*

*Les séries de Taylor et de Maclaurin.* Développement de quelques fonctions en séries.

*Formes indéterminées, vraies valeurs des fonctions.*

*Théorie des équations algébriques.*

*Généralités sur les courbes planes.* — Tangente (asymptotes) et normale, cercle osculateur, points singuliers, développées et développantes, coordonnées polaires.

*Fonctions de plusieurs variables indépendantes.* — Différentiation de ces fonctions. Dérivées partielles. Différentielles d'ordre supérieur. Le théorème de Taylor et de Maclaurin. Maxima et minima absolus et relatifs. Différentiation des fonctions implicites.

**Applications** *à de nombreux problèmes de géométrie, mécanique, physique, chimie, etc.*

**5. Eléments de calcul infinitésimal II. Calcul intégral.** — *2e semestre, 3 heures par semaine.*

*Définitions* — Théorèmes fondamentaux. Inversion des formules fondamentales du calcul différentiel.

Intégration des *fonctions rationnelles* ; décomposition en fractions simples.

Intégration des *fonctions irrationnelles :* irrationnalités du 1er et du 2e degré.

Intégration des *fonctions trigonométriques et exponentielles.* Intégration de la *fonction logarithmique*, des *fonctions cyclométriques* et des *fonctions mixtes.* Intégration par parties.

*Définition de l'intégrale définie.* Théorèmes fondamentaux.

Aire et longueur des courbes planes ; volume et aire des surfaces de révolution ; centre de gravité, etc.

Intégration de quelques *équations différentielles* ordinaires d'un emploi fréquent dans les sciences.

**Applications** *à de nombreux problèmes de géométrie, mécanique, physique, chimie, etc.*

## M. JOLY, prof. extr.

**6. Géométrie analytique.** — *1er et 2e semestres, 2 heures par semaine.*

Déterminants et applications. Coordonnées d'un point. Equation d'une droite. Résolution des problèmes essentiels relatifs au point et à la droite. Equation d'une courbe.

Coordonnées d'une droite. Equation d'un point. Equation d'une courbe en coordonnées tangentielles. Ponctuelles et faisceaux. Transformation des coordonnées.

Discussion de l'équation générale du 2me degré à 2 variables et classification des coniques. Théorie des pôles et polaires. Diamètres conjugués. Asymptotes. Axes. Tangentes issues d'un point. Foyers. Equation d'une conique donnée par 5 points. Equation d'une conique en coordonnées tangentielles. Faisceaux de coniques. Généralités sur les courbes de degré $n$.

*Géométrie analytique à 3 dimensions.* — Coordonnées d'un point. Equation d'un plan. Coordonnées tangentielles. Problèmes relatifs au point, au plan et à la droite. Transformation des coordonnées. Discussion de l'équation du 2e degré à 3 variables. Classification et propriétés des quadriques. Théorie des pôles et des polaires. Plans diamétraux. Axes. Cône tangent. Cône asymptotique. Faisceaux de quadriques. Génération des surfaces.

**7. Géométrie descriptive** — *1er semestre, 5 heures par semaine.*

Projection centrale. — Collinéation centrale et cas particuliers. Rapport anharmonique.

Principe de dualité. Eléments harmoniques. Quadrangle et quadrilatère complets. Formes projectives de première espèce. Involution. Sections coniques. Théorèmes de Pascal, de Brianchon, de Desargues, etc. Construction d'une conique donnée par cinq éléments. Pôles et polaires, diamètres, axes, foyers. Problèmes résolus au moyen des ponctuelles et des faisceaux projectifs.

*Perspective linéaire conique.* — Perspective d'une figure du géométral. Méthode des deux points de fuite. Méthode du point

accidentel de distance. Le tableau et le géométral sont à des échelles différentes. Perspective d'un objet quelconque. Problèmes relatifs à la droite et au plan. Rabattement d'un plan quelconque sur un plan de front. Normale à un plan. Ombres en perspective conique. Problème inverse de la perspective.

*Exercices : 4 heures par semaine.*

**8. Géométrie descriptive.** — *2e semestre, 2 heures par semaine.*

*Perspective cavalière. — Perspective axonométrique. — Perspective isométrique. — Généralités sur les courbes et les surfaces.*

*Surfaces coniques et cylindriques.* — Plans tangents. Section plane d'un cône ou d'un cylindre. Intersection de deux cônes.

*Surfaces de révolution.* — Plans et cônes tangents. Section plane. Intersection d'une surface de révolution et d'un cône. Intersection de deux surfaces de révolution. Ombres.

*Surfaces réglées. Surfaces développables.* — Surface engendrée par 2 formes projectives de 1re espèce. Théories des pôles et polaires. Plans diamétraux. Axes.

*Surfaces gauches.* — Plan tangent. Etude de quelques surfaces gauches.

*Projections cotées.* — Représentation du point, de la droite et du plan. Rabattements. Surfaces topographiques.

*Exercices : 4 heures par semaine.*

## M. MAYOR, prof. ord.

**9. Mécanique rationnelle I.** — *2e semestre, 4 heures par semaine.*

Théorie des vecteurs : sommes géométriques et moments.

Réduction des forces ayant même point d'application. Conditions d'équilibre d'un point matériel libre ou assujetti à des liaisons.

Réduction des forces agissant sur un système rigide ; axe central d'un système de forces, système focal et notions sur les complexes linéaires. Conditions d'équilibre des systèmes rigides libres ou assujettis à des liaisons.

Réduction des forces parallèles et théorie du centre de gravité. Réduction des forces agissant dans un même plan.

Equilibre des systèmes déformables : polygones et courbes funiculaires.

Principe des vitesses virtuelles ; équation générale de la statique.

Théorie du frottement.

*Exercices : 1 heure par semaine.*

**10. Mécanique rationnelle II.** — *3e semestre, 5 heures par semaine.*

Cinématique.

Principes de la dynamique. Mouvement d'un point matériel libre. Théorèmes généraux. Mouvement central et mouvement des planètes. Mouvement d'un point assujetti à des liaisons fixes et mobiles. Mouvement relatif.

Dynamique des systèmes. Théorèmes généraux. Principe de d'Alembert. Application à divers exemples et spécialement au cas des corps solides.

Mécanique des fluides : hydrostatique et hydrodynamique.

*Exercices : 2 heures par semaine.*

**11. Statique graphique I.** — *3e semestre, 2 heures par semaine.*

Propriétés mécaniques et géométriques des polygones funiculaires. Application au calcul graphique des réactions, moments statiques, moments d'inertie, moments fléchissants et efforts tranchants.

Systèmes articulés. Classification. Calcul graphique des systèmes statiquement déterminés. Tensions limites dans les barres des poutres à deux appuis simples.

**12. Statique graphique II.** — *4e semestre, 2 heures par semaine.*

Théorie générale des lignes d'influence. Application aux systèmes statiquement déterminés utilisés dans la construction : poutres à deux appuis simples, ponts à consoles, ponts suspendus rigides et arcs à trois articulations.

Procédés divers pour le calcul graphique des déformations des systèmes articulés.

**13. Statique graphique III.** — *5e semestre, 2 heures par semaine.*

Principe des vitesses virtuelles dans le cas des systèmes articulés. Application au calcul des déformations et démonstration des théorèmes relatifs à la réciprocité des déplacements.

Théorie générale des systèmes statiquement indéterminés. Application au calcul des poutres possédant un nombre quelconque d'appuis, aux arcs à deux articulations et aux arcs encastrés.

**14. Statique graphique IV.** — *6e semestre, 2 heures par semaine.*

Calcul graphique des déformations des poutres pleines à fibre moyenne plane. Aire adjointe et ellipse d'élasticité d'un tronçon de poutre.

Calcul graphique des poutres pleines à liaisons surabondantes : poutres continues ; arcs à deux articulations ; arcs encastrés ; ponts suspendus à poutre raidissante, etc.

## M. CHENAUX, prof. extr.

**15. Topographie I.** — *3e semestre, 2 heures par semaine.*

*Instruments.* — Principaux organes des instruments topographiques. Nivelle. Lentilles. Eléments cardinaux d'un système de plusieurs lentilles ayant même axe. Lunette astronomique.

Cercles divisés : erreurs d'excentricité et de division. Verniers. Microscopes à micromètre et à vis micrométrique.

Instruments de mesure angulaire : équerres à miroirs et à prismes. Théodolite et dérivés. Instruments donnant les orientements magnétiques. Goniographes.

Instruments destinés à la mesure des longueurs. Instruments de mesure directe. Instruments de mesure indirecte ; lunette stadimétrique ; lunette anallatique, sténallatique. Tachéomètre ordinaire, cleps, autoréducteur, etc. Tachéographe. Homolographe. Télémètres. Réduction à l'horizon et différences de niveau des points déterminés stadimétriquement : tables ; abaques ; règle logarithmique.

Niveaux à lunette ; niveau d'Egault, à bulle indépendante, à réversion ; niveau d'eau de précision ; niveaux portatifs.

Instruments de dessin et de calcul ; pantographe ; planimètre polaire, linéaire, etc. ; intégrateurs et intégraphes. Hypsonome.

*Travaux de cabinet.*

1. Maniement et réglage des instruments topographiques.
2. Calculs géodésiques ; étude des instruments de haute précision.

*Exercices : 1 après-midi par semaine.*

**16. Topographie II.** — *4e semestre, 2 heures par semaine.*

*Méthodes.* — Nivellement direct. Nivellement trigonométrique à longues portées : corrections de sphéricité et de réfraction. Nivellement barométrique ; formule de Laplace ; baromètres holostériques, altimétriques.

Lever des plans à courbes de niveau. Triangulation topographique. Calcul du réseau. Problème des trois points, des deux points inaccessibles, etc. Méthode générale de lever : canevas et détails. Polygonométrie. Procédés divers de lever.

Photogrammétrie : théorie et instruments.

Problèmes relatifs au tracé des routes et chemins de fer ; raccordements circulaires, paraboliques, à radioïdes.

Opérations souterraines. Lever à la boussole et à l'éclimètre. Lever au théodolite de mines. Orientation des plans souterrains.

*Travaux sur le terrain.*

1. Nivellement. Lever des plans à courbes de niveau.
2. Tracé des routes et chemins de fer. Triangulations. Nivellements de précision. Détermination des coordonnées géographiques.

*Exercices : 3 après-midi par semaine.*

**17. Géodésie.** — *5e semestre, 3 heures par semaine.*

Historique. Triangulations de 1er ordre ; signaux ; mesure des angles ; héliotropes ; collimateurs ; mesure des bases ; calcul des triangles géodésiques ; théorème de Legendre ; compensation.

Détermination des éléments de l'ellipsoïde terrestre. Le géoïde :

anomalies de la surface de niveau ; attractions locales ; calcul des ondulations de la surface de niveau. Observations du pendule.

Nivellements de haute précision : théorie orthométrique ; théorie dynamique ; instruments ; opérations. Niveau moyen de la mer ; marégraphe ordinaire, totaliseur ; médimarémètre.

Cartes géographiques et topographiques : théorème général sur les déformations. Principaux systèmes de cartes par projections et par développement. Systèmes conventionnels. Dessin, gravure et impression.

Détermination des éléments géographiques ; astronomie sphérique ; coordonnées zénithales, horaires, uranographiques. Corrections de réfraction, de parallaxe ; dépression de l'horizon de la mer. Ephémérides astronomiques. Instruments : théodolite astronomique ; sextant et dérivés ; horizon artificiel ; chronomètres. Le triangle astronomique. Détermination de l'azimut, de la latitude, de l'heure et de la longitude : méthodes diverses ; recherche des circonstances favorables. Variations de latitude.

Applications ; détermination de l'axe des grands tunnels.

**18. Signaux de chemins de fer.** — *6e semestre, 2 heures par semaine.*

Exploitation technique des chemins de fer. Mesures de sécurité. Signaux. Concentration des leviers ; manœuvre à distance des signaux et des appareils de changement de voie. Appareils complémentaires de la concentration des leviers d'aiguilles : appareils de contrôle, de calage et de verrouillage ; pédales. Enclanchements : théorie ; appareils Vignier, Saxby et Farmer, Schnabel et Henning, etc. Etude des projets d'enclanchements. Block-system.

**19. Chemins de fer spéciaux.** — *7e semestre, 2 heures par semaine.*

Chemins de fer à crémaillère ; tracé ; infrastructure ; voie ; crémaillère Riggenbach, Bissinger, Abt, Locher ; pièces d'entrée ; matériel roulant ; exploitation.

Chemins de fer funiculaires : tracé ; profil d'équilibre ; infrastructure ; voie ; installations mécaniques. Plans inclinés à contrepoids d'eau ; funiculaires à moteur fixe. Funiculaires à câble sans fin aérien et souterrain.

Systèmes exceptionnels. Chemins de fer sur routes. Tramways.

## M. BOSSET, prof. extr.

**20. Construction de routes et chemins de fer I.** — *3e et 4e semestres, 2 heures par semaine.*

*Etudes.* — Influence des rampes et des courbes. Profils. Tracés. Mouvement des terres.

*Construction.* — Exécution des terrassements, extraction des déblais, transports, outillage. Dragages à sec et sous l'eau, assainissement des talus et de la plateforme. Ouvrages d'art ordinaires. Passages à niveau. Passages supérieurs. Passages inférieurs. Souterrains.

*Exercices : 10-16 heures par semaine.*

**21. Construction de routes et chemins de fer II.** — *5e semestre, 3 heures par semaine ; 6e semestre, 4 heures par semaine.*

*Bâtiments des gares.* — Bâtiments pour le service de l'exploitation. Bâtiments pour les services de la traction. Constructions accessoires, trottoirs, quais, cours.

*La voie.* — Eléments de la voie ; appareils de voie. Entretien.

*Installations pour les services de la traction.* — Alimentation d'eau. Disposition pour remises à locomotives et à voitures, ateliers, locaux accessoires.

**22. Construction de routes et chemins de fer III.** — *7e semestre, 3 heures par semaine.*

*Exploitation technique.* — Aménagement des gares. Dispositions des voies. Installations pour le service des voyageurs dans les gares de passage, de bifurcation et terminus. Installation pour le service des marchandises, raccordement des voies, halles, quais, cours, voie de débord, raccordements industriels. Gares de triages.

*Routes.* — Profils en long et en travers, ouvrages d'art ordinaires, chaussées (pavées, en empierrement, en asphalte, en bois).

*Exercices : 10-16 heures aux 6e et 7e semestres.*

**23. Fondations.** — *2 heures par semaine.*

Terrain des fondations, fondations à sec, par épuisement et béton émergé, pilotis et grillages en rivière et en terrain mou ; fondations tubulaires, fondations pneumatiques avec caisson perdu et avec caisson amovible. Systèmes divers de fondations. Choix du système de fondation. Coût des fondations. Théorie de la poussée des terres et du calcul de la stabilité des murs de soutènements. Types divers des murs de soutènements.

**24. Ponts en maçonnerie.** — *4e semestre, 3 heures par semaine.*

*Ponts en général. — Détermination du débouché :* régime du cours d'eau, vallées submersibles, remous, bassin versant. *Choix de l'emplacement:* longueur, direction, déviations, traversée des vallées submersibles, arches de décharge, guideaux.

*Dispositions générales.* Comparaison des ponts en maçonnerie et des ponts métalliques. Division en arches ou travées. Stabilité des culées. Murs en aile et en retour. Evidements. Refuges. Abords.

*Ponts en maçonnerie. — Stabilité des voûtes en berceau.* Courbe des pressions. Méthode de Méry pour voûtes et charges symétriques. Voûtes dissymétriques avec trois articulations. Limites de sécurité. *Construction des voûtes en maçonnerie.* Courbes d'intrados. Courbes d'extrados. Appareil des voûtes. Voûtes en béton monolythes et en voussoirs artificiels. Clavage à sec. Articulations. *Tympans :* Appareil pour tympans pleins. Elégissements transversaux, longitudinaux et en voûtes d'arête. Chapes. Ecoulement des eaux de pluie. *Culée :* Appareil. Ponts en pente et en courbes. Voûtes biaises. Cintres. Décintrement.

## M. DE SCHOULEPNIKOW, prof. extr.

**25. Travaux hydrauliques I.** — *5e semestre, 2 heures par semaine.*

*Généralités.* — Renseignements historiques et économiques. Etat naturel des cours d'eau. Etudes à faire en vue de leur amélioration.

*Travaux contre les inondations.* — Curages. Réservoirs ou emmagasinements d'eau. Effet des lacs, des forêts, etc.

Endiguements, tunages. Défense des rives. Correction des torrents.

*Travaux pour améliorer la navigation.* — 1o Rivières à courant libre : dragages, digues longitudinales submersibles ou transversales. Système mixte. Embouchure des fleuves et leur amélioration.

2o Rivières canalisées : barrages fixes, barrages mobiles de divers systèmes. — Bateaux et procédés de navigation, flottage, halage, touage. — Ecluses, portes en bois et en fer, calcul de leur résistance.

**26. Travaux hydrauliques II.** — *7e semestre, 3 heures par semaine.*

*Canaux de navigation* latéraux et à point de partage. Section, tracé, ouvrages d'art. Appareils élévatoires : écluses, plans inclinés, ascenseurs. Alimentation, étanchement et entretien. Canaux maritimes.

*Lacs artificiels.* — Digues en terre : dimensions, revêtements, déversoirs, prises d'eau. Barrages en maçonnerie ; détermination de leur profil, masques et barrages en voûte. Digues mixtes. Barrages métalliques.

*Hydraulique agricole.* — Travaux d'irrigation, de colmatage, de desséchement et de drainage.

**27. Travaux hydrauliques III.** — *8e semestre, 3 heures par semaine.*

*Distributions d'eau et assainissement des villes.* — Recherche des eaux. Qualités et quantités nécessaires. Variations dans la consommation.

Amélioration des eaux naturelles : procédés mécaniques, physiques et chimiques. Procédés mixtes, appareil Anderson.

Captage des eaux superficielles. Eaux de pluie, des rivières, des lacs.

Captage des eaux souterraines. Sources naturelles, artificielles, galeries de captation, puits et galeries filtrantes, puits artésiens,

Transport de l'eau par dérivation, par élévation mécanique. Réservoirs de distribution.

Distribution générale, tracé du réseau, entretien.

Distribution aux particuliers.

Evacuation des eaux pluviales, ménagères, industrielles, des eaux-vannes. Fosses fixes et mobiles, le « tout-à-l'égout », systèmes séparés.

Etablissement d'un réseau d'égouts. Canalisation intérieure des maisons.

Epuration des eaux d'égout. Procédés mécaniques, chimiques, méthode Howatson, procédés physiques, épuration par le sol, épuration bactérienne.

Service des ordures ménagères, utilisation directe, incinération, distillation, procédé Arnold.

*Exercices : 10 à 16 heures par semaine.*

## M. DOMMER, prof. extr.

**28. Résistance des matériaux.** — *3e semestre, 3 heures par semaine; 4e semestre, 1 heure.*

Introduction. — Forces intérieures et extérieures. Déformations élastiques et permanentes. Limite et coefficients d'élasticité et de rupture. Travail admissible. Sécurité. Moments d'inertie et centrifuges.

Mode d'action des forces extérieures. Pièces droites soumises à l'extension, compression, flexion, cisaillement, torsion. Combinaison des cas précédents. Flambage. Poutres continues. Travail de déformation. Applications.

**29. Construction de ponts en bois, en fonte et acier moulé.** — *4e semestre, 2 heures par semaine.*

Ponts en bois de types divers. Ponts mixtes, fer et bois. Ponts en fonte et acier moulé.

**30. Construction de ponts en fer.** — *5e et 6e semestres, 3 heures par semaine.*

*Ponts en fer.* — Classification des fers de construction, qualités requises. Bases du calcul. Opérations d'atelier. Etude détaillée au point de vue constructif des ponts-routes et de chemins de fer. Platelage, longerons, entretoises, contreventement, garde-corps, appareils d'appui.

Poutres principales de types divers, pleines et à treillis. Poutres continues. Poutres cantilever. Ponts en arc. Piles métalliques. Ponts mobiles et démontables. Appontements. Ponts suspendus.

**31. Construction de ponts et charpentes métalliques.** — *7e semestre, 3 heures par semaine.*

Montage, épreuves et entretien des ponts.

*Charpentes métalliques.* — Bases du calcul, types divers de toitures et fermes métalliques. Planchers et façades métalliques.

**32. Exercices et projets de ponts et charpentes.** — *4e, 5e, 6e et 7e semestres, 2 après-midi par semaine.*

## M. LUGEON, prof. extr.

**33. Géologie technique.** — *1er et 2e semestres, 2 heures par semaine.*

Etude sommaire de la pétrographie, géologie générale, stratigraphie, tectonique. Développements spéciaux de chaque partie intéressant l'art de l'ingénieur au fur et à mesure des chapitres qui s'y prêtent.

**34. Excursions géologiques.** — *Samedi ou dimanche, en été.*

Exercices sur le terrain se rapportant au cours de géologie technique. Etudes d'éboulements, terrains mouvants, sources, carrières, mines, expertises, levés de cartes géologiques, au fur et à mesure des excursions.

Voyage de quelques jours à la fin du semestre.

## M. MELLEY, prof. extr.

**35. Histoire de l'architecture.** — *1er et 2e semestres, 2 heures par semaine.*

*Introduction.* — Définitions et analyse des différents domaines de l'architecture. Influence des races, des croyances et des climats. Le caractère et le style. Division du cours.

**I. Antiquité.** — *Etude sommaire des civilisations antiques.* — L'Egypte. L'Assyrie. La Babylonie et la Perse. Hindoustan et Chine. Phénicie et Palestine.

*L'art grec.* — Constructions pélasgiques. Origines et développement des ordres dorique, ionique et corinthien. Classification des temples. Principaux édifices de la Grèce.

*L'art romain.* — Les Etrusques et l'ordre toscan. La voûte et son influence sur les traditions grecques. Ordres romain, dorique, ionique, corinthien et composite. Principaux édifices de l'art romain.

**II. Moyen-âge.** — *Architecture orientale.* — Le style byzantin. Les styles arabe et mauresque. *Les styles latin et lombard. Le style roman. Le style ogival.* Gothique des XIIIe, XIVe et XVe siècles.

**III Renaissance et temps modernes.** — La renaissance en Italie. Ecoles toscane, vénitienne et romaine. *La renaissance en France et dans les pays limitrophes. Décadence de la renaissance.* Architecture des XVIIe et XVIIIe siècles. *Architecture contemporaine* Tendances modernes.

**36. Composition architecturale.** — *3e semestre, 3 heures par semaine.*

*Etablissement des plans.* — Recherche de la distribution. Proportions, classification et orientation des locaux.

Les accès ; vestibules et couloirs ; les cours.

*Etablissement des façades.* — Formes générales des édifices; disposition des masses. Caractère des surfaces et des lignes. Le beau. Influence des climats, de la configuration du sol et des matériaux. Soubassements, supports et couronnements. Caractère des pleins et des vides. Silhouettes et toitures.

*Etablissement des coupes.* — Hauteurs d'étages. Dimensions courantes des murs, cloisons, planchers, etc. Décorations intérieures.

Etude des principaux types d'édifices publics et particuliers.

Exercices pratiques. — Elaboration de projets d'architecture.

*Exercices : 4 heures par semaine.*

**37. Matériaux de construction.** — *4e semestre, 3 heures par semaine.*

Provenance, propriétés et mise en œuvre des matériaux de construction. Outillage des différents corps d'état.

*Maçonnerie.* — La pierre. Moellons et pierre de taille. Conservation et durcissement des surfaces de pierre. Matériaux artificiels. Produits céramiques.

Mortiers et bétons. Le sable et le gravier. Chaux et ciments. Le plâtre. Dosage et confection des mortiers et bétons.

*Constructions en maçonnerie.* — Les fondations. Murs et parpaings. Dallages. Voûtes et terrasses. Canaux de fumée et de ventilation.

*Charpenterie.* — Bois de construction. Débitage et mise en œuvre. Les assemblages. Ferrures employées dans la charpente en bois. Construction des planchers et combles en bois. Charpentes mixtes et charpentes en fer.

*Couverture.* — Toitures en tuiles et en ardoises. Revêtements métalliques. Asphaltage et bitume. Ciment ligneux.

Exercices pratiques. Projets de construction.

*Exercices : 4 heures par semaine.*

## M. J. SPIRO, prof. extr.

**38. Législation industrielle I.** — *5e semestre, 2 heures par semaine.*

Définition du droit industriel. — Le droit industriel dans ses rapports avec la législation générale.

*Notions de droit civil et commercial.* — Principes du droit des obligations. Formation, effet et extinction des obligations. Con-

trats principaux : vente, louage des choses, louage de services et lois sur la responsabilité civile des fabricants. Etude spéciale des contrats d'entreprise et de société. Données élémentaires sur la lettre de change, le billet de change et le chèque.

Eléments de droit civil immobilier : nature et caractères de la propriété. Organisation de la propriété foncière. Charges foncières.

**39. Législation industrielle II.** — *6e semestre, 2 heures par semaine.*

La propriété industrielle : nature et caractères des monopoles de droit privé.

*Brevets d'invention.* — Découvertes et inventions. Conditions de brevetabilité. Brevets provisoires, définitifs, additionnels. Demande et délivrance des brevets. Droits conférés par le brevet. Contrefaçon. Transmission des droits conférés par le brevet.

Droit international en matière de brevets ; convention de Berne et traités particuliers.

*Dessins et modèles industriels.*

*Marques de fabrique et de commerce.*

*Réglementation du travail.*

**40. Législation industrielle III.** — *7e semestre, 2 heures par semaine.*

Chapitres choisis de droit public et administratif. L'Etat et l'individu. Domaine privé et domaine public.

L'expropriation pour cause d'utilité publique.

*Chemins de fer.* — De la concession et de sa nature juridique. Procédure à suivre en vue de l'obtention d'une concession. Construction et réception des travaux.

Chemins de fer routiers (traction à vapeur et traction électrique).

Embranchements privés.

*Utilisation industrielle des lacs et cours d'eau.*

*Législation sur les mines et carrières.*

*Police des constructions et habitations.*

Lois de police et règlements concernant les *installations électriques et les appareils à vapeur.*

Professeur : M. (vacat.)

**41. Comptabilité industrielle.** — *1 heure par semaine en hiver.*

Professeur : M. (vacat.)

**42. Hygiène industrielle.** — *1 heure par semaine en hiver.*

M. HAHN, prof. extr.

**43. Eléments des machines.** — *1er et 2e semestres, 2 heures par semaine.*

Introduction. — Notions générales de résistance des matériaux. — Etude du tracé des engrenages : problème général. Tracé des dentures pour roues droites et pour roues d'angle. Tracé des engrenages hélicoïdaux et à vis sans fin. Engrenages spéciaux.

Eléments de machines pour assemblages fixes ou amovibles : vis, coins, rivets ; étude des divers genres de rivures.

Paliers, chaises, crapaudines, tourillons, pivots, axes, essieux, arbres de transmission. Manchons d'accouplement et d'embrayage. Organes pour la transmission d'un mouvement rotatif d'un arbre à un autre : engrenages, transmission par courroies, par câbles ou par roues de friction.

*Exercices : 12 heures par semaine.*

**44. Eléments des machines.** — *3e semestre, 2 heures par semaine.*

Organes de machines pour la transformation d'un mouvement rectiligne alternatif en mouvement rotatif : manivelles, bielles, tiges de piston, glissières et crosses.

Pistons, boîtes à étoupes, robinets, soupapes, clapets, vannes, tuyaux et assemblages de tuyaux.

*Exercices : 12 heures par semaine.*

**45. Hydraulique pratique.** — *4e semestre, 2 heures par semaine.*

Equations fondamentales du mouvement des fluides. Etude de l'écoulement par les orifices. Mouvement de l'eau dans les canalisations. Distributions d'eau. Mouvement de l'eau dans les canaux découverts. Barrages et déversoirs. Remous. Choc et pression d'une veine liquide contre une paroi. Procédé de jaugeage.

*Exercices : 8 heures par semaine (mécaniciens).*
*» 4 » » (électriciens).*

**46. Machines hydrauliques.** — *5e semestre, 3 heures par semaine.*

Roues hydrauliques. Turbines. Théorie, calcul pratique et construction.

*Exercices : 8 heures par semaine (mécaniciens et électriciens).*

**47. Machines hydrauliques.** — *6e semestre, 2 heures par semaine.*

Pompes à pistons. Pompes rotatives. Pompes centrifuges. Pulsomètres. Béliers. Accumulateurs. Presses. Elévateurs. Machines à colonne d'eau.

*Exercices : 12 heures par semaine (mécaniciens).*
*» 4 » » (électriciens).*

**48. Régulateurs.** — *5e semestre, 1 heure par semaine.*

Théorie générale de la régulation des machines. Régulateurs à action directe. Régulateurs à action indirecte. Servomoteurs. Etude, calcul et construction des types de régulateurs les plus usités.

**49. Turbines à vapeur et chapitres spéciaux de la théorie des turbo-machines.** — *7e semestre, 1 heure par semaine.*

Historique. Théorie des turbines à vapeur. Turbines Laval. Turbines Parsons. Turbines Rateau. Sujets divers.

M. HOFFET, prof. extr.

**50. Technologie des métaux : Métallurgie et travail des métaux.** — *1er semestre, 2 heures par semaine.*

A. *Métallurgie.*

Propriétés des métaux. Procédés métallurgiques. Agents métallurgiques. Métallurgie du fer (sidérurgie) : Classification des produits de la sidérurgie. Minerais, leur traitement préliminaire. Combustibles, théorie élémentaire de la combustion. Traitement des minerais dans les fournaux ; hauts-fournaux, fabrication de la fonte brute, produits et sous-produits, appareils à air chaud, souffleries. Procédés d'affinage ; puddlage, procédés Bessemer, Thomas, Siemens-Martin, etc. Fabrication des aciers par carburation. Fusion au creuset. Aciers spéciaux. Notions sur les propriétés et la fabrication des métaux autre que le fer, employés pour la construction mécanique ; cuivre, zinc, étain, nickel, plomb, bronze, laiton, etc.

B. *Travail des métaux.*

Fabrication des fontes moulées ; modelage, moulage, fonte en deuxième fusion, coulée, finissage. Travaux et outillage de forge, laminoir, tréfilage, étirage, fabrications spéciales. Traçage, ajustage, travail avec des outils tranchants et sur machines-outils.

**51. Etude et construction de machines élémentaires.** — *3e semestre, 2 heures par semaine.*

Généralités sur la construction des machines. Principes fondamentaux à suivre pour le calcul des machines et l'élaboration des dessins et plans techniques. Mesure du travail et de la puissance, freins dynamométriques. Calcul du volant d'une machine dans laquelle un mouvement alternatif est transformé en un mouvement de rotation, la force engendrant le mouvement alternatif restant constante. Utilisation du travail musculaire ; manèges. Appareils de levage : crics, vérins, palans, treuils, freins, ascenseurs, monte-charges, grues, treuils roulants, ponts roulants.

*Exercices : 12 heures par semaine au 4e semestre (mécaniciens et électriciens).*

**52. Thermodynamique.** — *4e semestre, 4 heures par semaine.*

*Principes de thermodynamique.* Définition des machines thermiques. Equivalence de la chaleur et du travail. Equations fondamentales. Représentation graphique d'une évolution. Différents genres d'évolution. Cycles fermés. Cycles reversibles et non reversibles. *Etude des gaz parfaits.* Entropie et diagrammes entropiques, Evolutions principales des gaz. Principe de Carnot. Courbe polytropique. Compresseur d'air. Moteur à air comprimé. Moteur à air chaud. *Etude des vapeurs.* Vapeur saturée, sèche ou humide. Titre. Entropie. Chaleur spécifique. Température d'inversion. Etude de la détente de la vapeur d'eau. Condensation. Travail extérieur produit pendant la détente. Vapeur surchauffée. *Ecoulement des gaz et des vapeurs. Principe de la machine à vapeur.* Travail de la vapeur dans le cylindre. Cycle théorique et pratique. Mesure du travail avec l'indicateur. Caractéristique de la courbe de détente. Détermination de la consommation de vapeur. Diagrammes défectueux.

*Exercices : 4 heures par semaine au 5e semestre (mécaniciens et électriciens).*

**53. Machines à vapeur fixes.** — *5e semestre, 3 heures par semaine.*

Calcul générique des dimensions du cylindre d'une machine à vapeur monocylindrique. Condenseurs. Machines à détente multiple, calcul des dimensions des cylindres. Organes de distribution, étude des épures. Régulation du mouvement ; régulateurs, volants. Détails de construction des machines à vapeur. Etudes de types spéciaux. Données pratiques.

*Exercices au 7e semestre.*

**54. Moteurs à gaz.** — *6e semestre, 3 heures par semaine.*

Moteurs à gaz, à pétrole, à benzine, etc. Classification. Considérations théoriques sur leur rendement. Diagrammes théoriques et pratiques des moteurs à explosion et à combustion. Calcul des dimensions du cylindre. Organes de distribution. Réglage. Générateurs, carburateurs. Données pratiques. Etude de quelques types spéciaux.

*Exercices au 7e semestre.*

**55. Génerateurs à vapeur et locomotives.** — *7e semestre, 2 heures par semaine.*

A. *Générateurs à vapeur :* Combustion ; conditions à remplir pour obtenir une combustion complète, détermination de la quantité d'air nécessaire à la combustion. Analyse des gaz de combustion. Puissance calorifique. Température de combustion. Transmission de la chaleur par convection et radiation. Transmission à travers une paroi plane, cylindrique, sphérique. Systèmes à courants parallèles et à courants contraires. Représentation graphique de la transmission de chaleur. Etude de différents systèmes de générateurs. Grille, foyers, cheminées. Calcul des dimensions principales. Alimentation, etc.

B. *Locomotives à vapeur :* Résistance d'un train. Détermination de la puissance de la locomotive. Adhérence. Construction de la locomotive ; véhicule, chaudière, machine. Calcul des dimensions des cylindres et des roues motrices. Disposition des cylindres. Distribution de la vapeur. Mécanisme de changement de marche, épures de distribution. Perturbations dans le mouvement des locomotives. Calcul des contrepoids des roues. Surchauffeurs pour locomotives. Freins.

*Exercices : 16 heures par semaine pour les mécaniciens*
*» 4 » » électriciens.*
*(Construction de moteurs thermiques).*

## M. PALAZ, prof. extr.

**56. Electricité industrielle I.** — *3e semestre, 2 heures par semaine.*

Principe de la conservation de l'énergie. Unités fondamentales et unités dérivées. Unités géométriques, mécaniques et physiques.

*Théorie du champ magnétique.* — Potentiel magnétique. Flux de force. Théorème de Green. Moment magnétique. Feuillet magnétique.

*Etude du courant électrique.* — Actions magnétiques du courant. Loi de Laplace. Loi d'Ohm. Loi de Joule. Eléments du courant et du circuit électriques. Unités électro-magnétiques absolues et pratiques. Renseignements pratiques sur la résistance des conducteurs usuels. Calcul des résistances. Lois de Kirchoff. Circuits dérivés.

*Champ magnétique du courant électrique.* — Potentiel du champ magnétique des courants. Energie mutuelle et potentielle des courants. Rotations électromagnétiques. Solénoïdes. Force magnétomotrice des solénoïdes. Intensité du champ des solénoïdes.

*Aimantation des métaux magnétiques.* — Aimantation par influence. Corps magnétiques et diamagnétiques. Susceptibilité et perméabilité magnétiques. Etude des propriétés magnétiques du fer et de ses dérivés. Hystérésis. Electro-aimants. Théorie du circuit magnétique et applications diverses.

**57. Electricité industrielle II.** — *4e semestre, 3 heures par semaine.*

*Induction électromagnétique.* — Loi générale de l'induction. Induction propre et induction mutuelle. Courants de Foucault. Etablissement du courant dans un circuit. Charge et décharge des condensateurs. Courants sinusoïdaux.

*Phénomènes électrochimiques et électrothermiques.* — Loi de Volta. Thermo-électricité. Piles thermo-électriques industrielles. Actions électrochimiques. Piles hydro-électriques. Polarisation. Accumulateurs. Etude des principaux types industriels d'accumulateurs. Notions d'électrochimie.

*Machines dynamo-électriques à courant continu.* — Machines unipolaires. Théorie de la dynamo à courant continu. Induits à anneau, à tambour et à disques. Enroulements des induits. Champ magnétique inducteur. Théorie d'Hopkinson. Réaction d'induit. Caractéristiques. Fonctionnement et régulation des dynamos. Couplage des dynamos. Spécifications normales des dynamos.

**58. Electricité industrielle III.** — *5e semestre, 3 heures par semaine.*

*Machines dynamo-électriques à courants alternatifs.* — Théorie de l'alternateur. Etude des principaux types industriels. Alternateurs mono, bi et triphasés. Couplage des alternateurs. Spécifications normales des alternateurs.

*Transformateurs à courants alternatifs.* — Théorie générale. Etude des principaux types industriels. Spécifications normales.

*Moteurs électriques.* — Moteurs à courant continu, série, dérivation, compound ; réglage de la vitesse. Moteurs à courants alternatifs ; moteurs synchrones ; moteurs asynchrones. Spécifications normales.

*Transformateurs de courants continus et alternatifs.* — Transformateurs à courants alternatifs. Transformateurs à courants continus. Transformateurs de courants alternatifs en courants continus. — Commutatrices. Théorie et réglage ; spécifications normales.

*Eclairage électrique.* — Production de l'éclairage artificiel. Quantités et unités photométriques. Lampes à incandescence. Lampes à arc.

**59. Electricité industrielle IV.** — *6e semestre, 3 heures par semaine.*

*Distribution de l'énergie électrique.* — Etude des différents systèmes ; systèmes série, dérivation, mixtes, à conducteurs multiples ; système à courants alternatifs monophasés et polyphasés. Calcul et construction des lignes et des réseaux. Stations centrales. Notions générales sur la traction électrique.

## M. LANDRY, prof. extr.

**60. Théorie des courants alternatifs.** — *5e semestre, 3 heures par semaine.*

Fonctions périodiques et harmoniques. Production d'une force électro-motrice sinusoïdale. Etude analytique et géométrique des courants alternatifs sinusoïdaux. Constante d'un circuit à courants alternatifs : Inductance, Capacitance, Réactance, Impédance. Impédances en série et en parallèle. Courants alternatifs de forme quelconque. Facteur de forme et représentation graphique. Courants wattés et courants déwattés. Courants mono et polyphasés. Courants à haute fréquence. Champs magnétiques tournants.

Théorie des alternateurs. Théorie du transformateur général de courants alternatifs. Application de cette théorie à l'étude des transformateurs statiques et des moteurs alternatifs mono et polyphasés. Moteur alternatif à collecteur. Générateurs, récepteurs et transformateurs polymorphiques. Transformateurs redresseurs.

**61. Théorie et construction des machines à courant continu.** — *5e semestre, 2 heures par semaine.*

Eléments d'armature et force électro-motrice induite. Mise en série des barres induites. Enroulements ouverts et fermés. Enroulements en spirales, ondulés et imbriqués. Formule générale et subdivision des enroulements fermés. Etude pratique des enroulements série, parallèle et série-parallèle. Choix entre ces différents enroulements. Nombre de lames du collecteur. Liaisons équipotentielles. Exemples d'enroulements induits bipolaires et multipolaires pour induits lisses et dentés.

Formes pratiques du circuit magnétique. Calcul de la courbe d'aimantation. Entrefer et forme du profil polaire. Forme du champ inducteur et du champ induit. Champ résultant. Théorie de la commutation. Conditions pratiques de bonne commutation. Influence des dimensions fondamentales sur la commutation. Chute de voltage. Prédétermination de celle-ci et calcul de l'excitation en charge.

Calcul pratique. Choix des dimensions fondamentales et du nombre de pôles. Utilisation de la matière et échauffement. Dispositions pratiques et détails de construction. Technologie des matériaux de construction.

*Exercices : 4 heures par semaine pour les mécaniciens et les électriciens.*

**62. Construction des appareils à courant continu spéciaux.** — *6e semestre, 3 heures par semaine.*

Choix du mode d'excitation des machines à courant continu suivant leur destination. Machines à faible et à grande vitesse, à haute et à basse tension, et dispositions spéciales qui en résultent. Moteurs industriels spéciaux pour grues, treuils, machines d'extraction,etc. Moteurs de traction pour tramways et locomotives électriques.

Etude complète et construction des caractéristiques, statique, interne et externe des génératrices et moteurs à courant continu. Applications diverses de ces caractéristiques.

Calcul et construction de rhéostats de réglage et de démarrage. Freins électriques et électro-magnétiques. Technologie des matériaux employés.

*Exercices : 12 heures par semaine pour les électriciens.*
*» 4 » » mécaniciens.*

**63. Théorie et construction des alternateurs et transformateurs.** — *6e semestre, 3 heures par semaine.*

*Alternateurs.* Différents types et formes usuelles. Alternateurs mono et polyphasés. Eléments induits et schéma d'enroulements les plus usités. Calcul de la force électromotrice induite. Définition et détermination graphique du facteur de forme. Calcul de la courbe d'aimantation. Entrefer et forme du profil polaire. Répartition du flux magnétique dans l'entrefer. Réaction d'induit et chute de tension. Excitation en charge. Etude complète des caractéristiques, statique, interne et externe. Caractéristique en court-circuit. Calcul pratique. Choix des dimensions fondamentales. Influence des dimensions linéaires. Echauffement. Dispositions pratiques et détails de construction.

*Transformateurs.* Différents types et formes du circuit magnétique. Dispersion. Force électro-motrice induite. Pertes magnétiques et électriques. Influence de la forme de la courbe de tension sur les pertes dans le fer. Influence de la forme des noyaux et des bobines sur les pertes. Influence des dimensions linéaires. Répartition des pertes suivant le mode d'emploi du transformateur. Courant à vide. Chute de tension et essai du court-circuit. Diagrammes de fonctionnement. Rendement. Calcul pratique. Dispositions et détails de construction.

*Exercices: 12 heures par semaine pour les électriciens.*
*» 4 » » mécaniciens.*

**64. Théorie et construction des moteurs alternatifs et appareils spéciaux.** — *7e semestre, 3 heures par semaine.*

Principes fondamentaux et théorie générale des moteurs d'induction. Propriétés du champ tournant. Champ alternatif et champs tournants composants. Moteurs polyphasés. Moteurs monophasés.

Etude détaillée des moteurs à champ tournant biphasés et triphasés. Enroulements à bobines enchevêtrées, en anneau et ondulés. Enroulements en cage d'écureil et avec bobines en court-circuit. Action magnétisante et champs tournants pratiques. Force électromotrice induite par le champ tournant. Couple électro-magnétique. Fonctionnement. Dispersion magnétique et influence de celle-ci sur le fonctionnement. Diagramme général et diagramme du cercle. Calcul pratique, choix des dimensions, utilisation de la matière et échauffement. Moteurs spéciaux à grand couple au démarrage pour appareils de levage et pour traction électrique. Calcul et construction des appareils de démarrage.

*Exercices : 12 heures par semaine pour les électriciens.*
*» 4 » » mécaniciens.*

## M. GAILLARD, prof. extr.

**65. Installations électriques.** — *6e et 7e semestres, 2 heures par semaine.*

*Construction des lignes électriques.* — Lignes électriques aériennes et souterraines. Calculs et construction. Installations accessoires. Appareils de mesure et de contrôle. Interrupteurs. Rhéostats. Coupe-circuits et parafoudres. Tableaux. Prescriptions officielles sur la construction des lignes électriques et l'exploitation des installations.

*Installation de stations centrales.* Appareillage et accessoires. Exploitation des réseaux électriques. Devis et prix de revient. Tramways et chemins de fer électriques. Construction et exploitation. Règlements divers.

## M. MERCANTON, privat-docent.

**66. Mesures électriques.** — *5e et 6e semestres, 1 heure par semaine.*

Etalons et méthodes. Erreurs. Résistances, résistivités, isolements, intensités, forces électromotrices, instruments de mesure : galvanomètres, voltmètres, etc. Capacités, coefficients d'induction, mesures magnétiques. Mesures des puissances, électrodynamomètre, wattmètres, compteurs. Mesure de la fréquence et de la différence de phase. Oscillographes. Photométrie.

**67. Mesures électriques.** — *7e semestre, 1 heure par semaine.*

Application industrielle des méthodes étudiées en 3e année.

Essais et vérifications des réseaux. Isolement, résistances, recherche des défauts. Essais des machines génératrices à courant continu et à courant alternatif. Moteurs. Transformateurs. Puissance, pertes, rendements.

## M. PALAZ, prof. ord. — M. MERCANTON, assistant.

**68. Laboratoire d'électricité industrielle.** — *5e, 6e et 7e semestres, une après-midi par semaine.*

Application des méthodes étudiées dans le cours. Mesures industrielles dans les usines de la région.

## M. H. DUFOUR, prof. ord.

**69. Physique générale.** — *1er et 2e semestres, 5 heures par semaine pour ingénieurs-chimistes.*

*Physique générale et mécanique physique.* — Unités et instruments de mesure. Système C.-G.-S. Pesanteur. Chute des corps, pendule simple et pendule physique. Pendule à réversion. Densité de la terre.

Hydrostatique, principe de Pascal et principe d'Archimède, équilibre des solides flottants, densités.

Hydrodynamique. Loi de Toricelli, écoulement par les tuyaux, cas simples, choc de l'eau, coup de bélier. Constitution de la veine liquide.

Propriétés des gaz. Théorie dynamique des gaz. Loi de Mariotte. Ecarts. Pression atmosphérique. Baromètres, mesures barométriques des hauteurs. Corps flottants dans les gaz. Ecoulement des gaz. Propriétés moléculaires: Solides, élasticité, compressibilité, ténacité. Liquides, compressibilité, cohésion, tension superficielle et phénomènes capillaires. Diffusion des liquides et des gaz. Dissolution et absorption par les solides et par les liquides.

*Thermique.* — La chaleur; forme de mouvements moléculaires. Température, quantité de chaleur. Méthodes de mesures. Equivalent mécanique, sa détermination, équation générale de l'équivalence.

Effets de la chaleur. Dilatation, solides, liquides et gaz. Calorimétrie. Applications.

Cycles. Principe de Carnot, transformations réversibles et irréversibles.

Changements d'états, fusion et solidification, vaporisation, ébullition, condensation et liquéfaction. Application des principes de la théorie mécanique aux changements d'état. Applications industrielles.

Propagation de la chaleur par conductibilité.

*Acoustique.* — Propriétés générales des mouvements vibratoires, propagation des vibrations.

Cause physique du son, réflexion et réfraction, intensité, hauteur; séries musicales. Interférences et battements. Vibration des cordes, des tuyaux, des plaques et des diapasons. Timbre du son, loi de Fourrier, analyse et synthèse du son.

*Optique.* — Mouvements vibratoires, propagation rectiligne, réflexion et réfraction, optique géométrique, miroirs, lentilles. Formules des lentilles minces et des lentilles épaisses. Aberrations. Achromatisme. Instruments d'optique, œil. Etude physique des radiations. Photométrie. Spectroscopie et spectrophotométrie. Spectres divers, loi de Kirchoff, généralisation de cette loi; rayonnement en général. Couleurs, fluorescence, phosphorescence. Radiations invisibles, leurs transformations. Application de l'analyse spectrale.

Détermination des longueurs d'onde. Interférences, anneaux colorés, lames minces non cristallisées. Diffraction. Théorie d'Huyghens, réseaux.

Plan de vibration, Polarisation par réflexion et par réfraction. Double réfraction, caractères généraux, construction d'Huyghens. Polarisation par double réfraction.

Interférence des rayons polarisés. Couleur des lames minces et des lames épaisses cristallisées. Polarisation rotatoire. Applications.

*Electricité.* — Phénomènes fondamentaux. Lois de Coulomb. Unités électrostatiques. Potentiel, lignes de force et lignes équipotentielles. Cas particuliers de distribution électrique. Capacité; condensateurs. Appareils électrostatiques de mesures. Décharges électriques. Electricité atmosphérique.

Electricité de contact, pile de Volta, actions chimiques et thermiques dans la pile. Phénomènes thermoélectriques et actions électriques. Lois d'Ohm et de Kirchoff. Mesure de résistances. Actions immédiates des courants : calorifiques (loi de Joule), chimiques (loi de Faraday). Accumulateurs, phénomènes électrocapillaires.

*Magnétisme.* — Phénomènes fondamentaux et définitions. Propriétés générales des courants et des feuillets magnétiques, actions réciproques; mesures du magnétisme terrestre.

*Electromagnétisme.* — Actions magnétiques du courant. Champ d'un courant. Corps magnétiques et diamagnétiques, leur influence sur le champ magnétique. Instruments de mesures électromagnétiques. Télégraphie et autres applications des électro-aimants.

Induction magnétique ; induction mutuelle. Self-induction. Loi de Lenz. Ondes électriques. Application des phénomènes d'induction; mesures et unités électromagnétiques. Machines à courants continus, machines à courants alternatifs. Champ magnétique tournant. Courants polyphasés. Transport électrique du travail. Téléphone et ses applications.

**70. Physique spéciale.** — *1er et 2e semestres, 3 heures par semaine.*

Mesures physiques. Unités, leurs rapports; méthodes de mesure, méthodes graphiques. Loi de Newton.

Propriétés physiques des solides, des liquides et des gaz, théorie des gaz. Modifications de ces propriétés pendant le passage d'un état à l'autre.

Phénomènes moléculaires ; solides et liquides; solides et gaz; liquides et gaz. — Alliages, solutions, diffusion, etc.

Pression atmosphérique et méthodes de mesures hypsométriques.

Eléments thermiques caractéristiques ; degré, calorie. Méthodes générales de mesure. — Equivalent mécanique de la chaleur, signification et détermination.

Changements de volumes et d'état produits par la chaleur. Les cycles de transformation, leur emploi. Application aux gaz et aux changements d'état, fusion et vaporisation ; données numériques et expérimentales.

La production des hautes et des basses températures ; les gaz liquéfiés et solidifiés ; leurs propriétés et leur emploi. Propriétés des corps aux très basses températures et aux températures très élevées.

Rayonnement de la chaleur ; loi de Newton, ses limites. — Emission des corps chauds et lumineux, radiations diverses, spectres invisibles.

Principes de la photométrie et de la spectrophotométrie des corps lumineux. Applications.

Interférences et diffraction; applications; couleurs des lames minces

Double réfraction et polarisation ; interférence des rayons polarisés ; polarisation rotatoire; applications à l'analyse.

Lois fondamentales des phénomènes électriques. Loi de Coulomb. Potentiel, lignes de forces. Champ électrique terrestre, électricité atmosphérique, paratonnerre et parafoudre. Propriétés de la décharge électrique. Effets des oscillations électriques.

Phénomènes thermoélectriques.

Actions produites par les variations des courants électriques. Ondes électriques et ondes électromagnétiques. Phénomènes d'induction. Applications.

M. H. DUFOUR, prof. ord. — M. C. DUTOIT, assistant.

**71. Laboratoire de physique.** — *4 heures par semaine.*

M. DAPPLES, prof. extr.

**72. Physique industrielle I.** — *6e semestre, 3 heures par semaine.*

Chauffage des liquides par action directe de la chaleur. Agents de transport de la chaleur à distance. Chauffage indirect des liquides par la vapeur d'eau, par circulation, par échange de température, par mélange.

Application aux établissements balnéaires, aux lavoirs publics, aux industries traitant les matières tinctoriales, aux brasseries, aux raffineries de sucre, etc.

Evaporation à l'air libre, extraction du sel marin.

Evaporation par l'action directe ou indirecte de la chaleur, appareils gradués, dessication, calcination.

Evaporation dans le vide.

Evaporation par le procédé mécanique Piccard.

Distillation à feu direct, distillation par l'action de la vapeur d'eau.

Distillation dans le vide.

Distillations successives.

Rectification des alcools.

**73. Physique industrielle II.** — *7e semestre. 3 heures par semaine.*

Séchage des tissus et des matières pulvérulentes. Séchage artificiel des combustibles ligneux. Eclairage par le gaz, matières premières, fours à gaz, cornues, barillets, condenseurs, laveurs, épurateurs, gazomètres, compteurs, canalisation, distribution, pression, becs, lampes, pouvoir éclairant.

Principes et appareils de stérilisation et désinfection par la chaleur et la vapeur d'eau sous pression.

Refroidissement rapide des liquides chauds. Appareils réfrigérants.

Production artificielle du froid, installations frigorifiques.

Chauffage et ventilation des établissements industriels, manufactures, etc.

Mesure des hautes températures.

M. GOLLIEZ, prof. extr.

**74. Minéralogie.** — *1er et 2e semestres. 4 heures par semaine.*

Généralités sur les minéraux. Cristallographie avec étude des systèmes cristallins d'après Miller et d'après Levy. — Groupement de cristaux. — Intérieur des cristaux. — Propriétés physiques des minéraux. — Propriétés chimiques. — Classification. — Minéralogie descriptive, étude des principaux groupes de minéraux.

M. GOLLIEZ, prof. extr. — M. A. BONARD, assistant.

**75. Laboratoire de minéralogie.** — *Exercices : 4 heures par semaine.*

Etude de la détermination des minéraux au chalumeau.

Etude de la détermination des minéraux par les méthodes optiques.

Travaux spéciaux pour les élèves avancés.

**76. Répétitoire de minéralogie.** *Exercices : 2 heures par semaine.*

Exercices surveillés par l'assistant sous la direction du professeur et comprenant surtout des exercices cristallographiques, ainsi que la revision de certains chapitres du cours théorique.

M. GOLLIEZ, prof. extr.

**77. Gîtes métallifères et métallurgie.** — *7e semestre, 2 heures par semaine.*

Etude des gisements et des traitements de la plupart des minerais, à l'exception du fer. — Les métaux plus particulièrement traités sont l'or, l'argent, le cuivre, le plomb, le zinc, l'étain, le nickel, le cobalt, le manganèse, le chrome, le platine.

M. BRUNNER, prof. ord.

**78. Chimie inorganique.** — *1er semestre, 5 heures par semaine.*

a) *Chimie théorique.* — Eléments et combinaisons. Relations entre les phénomènes chimiques et physiques. Théorie atomique. Equivalents, atomes et molécules. Détermination des poids atomiques et moléculaires. Formules, leur signification et leurs applications. — Atomicité et affinité. — Nomenclature chimique. — Principes de thermo-chimie. — Système périodique. — Acides, bases ; sels, leur décomposition par le courant galvanique. Rôle de l'eau dans les sels. — Dissolutions. Lois de Berthollet. — Dissociation. Réactions des masses. — Equilibres chimiques.

b) *Chimie inorganique.* — Hydrogène. — Fluor. — Chlore. Brome. Jode. — Oxygène. Soufre. — Azote. Phosphore. Arsenic. Antimoine. — Bismuth. — Carbone. Silicium. Etain. Bore. — Sodium. Potassium. Calcium. Strontium. Baryum. Plomb. Magnésium. Zinc. Cadmium. Aluminium. Or. — Chrome. Manganèse. Fer. Cobalt. Nickel. Uranium. Cuivre. Argent. Mercure. Platine. — Etude approfondie de ces éléments et de leurs combinaisons. Etude élémentaire des autres corps simples et de leurs composés.

**79. Chimie organique I.** — *2e semestre, 7 heures par semaine.*

Analyse des combinaisons organiques. Analyse et synthèse. — Atomicité du carbone comme cause du grand nombre de composés organiques. — Isomérie. Stéréochimie. — Séries homologues. — Combinaisons cycliques et acycliques. — Propriétés physiques des combinaisons organiques. Radicaux organiques. Calcul des formules. Formules de constitution. Action de la lumière, de la chaleur, de l'électricité sur les combinaisons organiques.

*Composés de la série grasse.* — Hydrocarbures, leur synthèse ; propriétés ; dérivés halogénés et nitrés. Alcools monatomiques. Ethers et Esters. — Amines. — Combinaisons organo-métalliques. Aldéhydes. Cétones. Acides monatomiques. Combinaisons halogénées des radicaux acides. — Amides. — Anhydrides. — Composés du cyanogène. — Alcools polyatomiques ; acides polyatomiques et polybasiques. Combinaisons à doubles fonctions (acide cétonique, etc.). — Urée. — Acide urique et ses dérivés. — Hydrates de carbone et composés qui s'y rattachent. — Fermentations.

*Composés divers.* — Glucosides. Corps protéiques et matières de l'organisme animal.

**80. Chimie organique II.** — *3e semestre, 1 heure par semaine.*

Combinaisons polycarbocycliques.

*Composés aromatiques.* — Leur théorie. — Benzol, phénol, aniline ; leurs homologues et principaux dérivés. Dérivés azoïques diazoïques et amido-diazoïques. — Quinones. — Alcools. — Aldéhydes. — Cétones. — Acides aromatiques. Groupe de l'indigo. — Phtaléïnes. Couleurs d'aniline. Matières colorantes dérivées des phénols. Naphtaline. Anthracène, etc., et composés qui s'y rattachent. Camphres. Terpènes.

*Composés hétérocycliques* — Furfurane. Thiophène. Pyrrol. Pyrazol. Pyridine. Quinoléïne. Alcaloïdes.

M. CHUARD, prof. extr.

**81. Chimie spéciale. Introduction à la chimie industrielle.** — *1er et 2e semestres, 2 heures par semaine.*

*Chimie générale.* Lois des combinaisons chimiques. Atomicité, poids atomiques, poids moléculaires, poids équivalents. Détermination des poids moléculaires et des poids atomiques. Etablissement des formules. Manifestations de l'énergie dans les phénomènes chimiques. Thermo-chimie. Electro-chimie ; nature des électrolytes ; dissociation ; ionisation.

*Chimie inorganique.* — Etude générale des éléments chimiques ; classification ; système périodique.

Les métaux ; état naturel ; traitement des minerais ; principales méthodes métallurgiques (pyro-, hydro- et électro-métallurgie).

Les alliages métalliques ; constitution, préparation, propriétés physiques et chimiques. Les principales combinaisons métalliques ; oxydes, hydrates, sels métalliques. Constitutions et propriétés générales des sels ; étude de quelques séries.

*Combinaisons du carbone.* — Propriétés de l'atome de carbone. Constitution des combinaisons organiques ; homologie ; isomérie. Etude des principales fonctions (hydrocarbures, alcools, aldéhydes, acides organiques, éthers-sels, etc.)

**82. Chimie analytique I. Volumétrie** — *1er semestre, une heure par semaine.*

Appareils de mesure employés en volumétrie. Solutions normales et titrées.

Etude des principales méthodes volumétriques et de leurs applications : alcalimétrie, acidimétrie, oxydimétrie, chlorométrie, iodométrie. Analyses par précipitation ; titrage de l'argent et des chlorures et cyanures ; saccharimétrie, hydrotimétrie, etc.

**83. Chimie analytique II. Gravimétrie.** — *2e semestre, 2 heures par semaine.*

Appareils servant à l'analyse gravimétrique. La balance chimique ; poids et pesées. Etude des méthodes de détermination quantitative des principaux métaux et des principaux acides. Séparation des métaux usuels. Méthodes électrolytiques. Applications.

M. BRUNNER, prof. ord.

MM. MELLET et VEILLARD, assistants.

**84. Laboratoire de chimie analytique.** — *Exercices : 16 heures par semaine, pour les ingénieurs-chimistes.*

## M. PELET, prof. extr.

**85. Chimie industrielle I.** — *1er et 2e semestres, 2 heures par semaine.*

*Eau* au point de vue de ses usages industriels.

*Composés du soufre.* — Soufre, anhydride sulfureux gazeux et liquide. Divers modes de préparation.

*Acide sulfurique.* — Fours à pyrites. Fabrication de l'acide des chambres de plomb. Chambres de plomb, concentration de l'acide des chambres.

Classification des acides commerciaux. Acide sulfurique fumant. Préparation et principaux usages.

*Acide azotique.* — Salpêtre du Chili. Salpêtre. Fabrication de l'acide azotique.

*Industrie de la soude.* — Sel marin. Sel gemme. Gisement de Stassfurt.

Fabrication de la soude. Divers modes de préparation. Traitement des résidus de fabrication. Soude caustique. Sulfate de soude.

Potasses et potasse caustique.

*Acide chlorhydrique.* — Chlore et chlorures décolorants.

**86. Chimie industrielle II.** — *3e et 4e semestres, 3 heures par semaine.*

*Ammoniaque.* — Origines diverses. Extraction de l'ammoniaque brute. Sels ammoniacaux.

Fabrication des produits chimiques les plus importants. Chlorates. Perchlorates. Permanganates. Prussiates, cyanures. Chromates, etc.

*Analyses de gaz.*

*Méthodes de recherches* employées dans les essais industriels.

*Distillation des pétroles.* Origine. Variétés. Emploi. Vaseline. Paraffine. Ozocérite. Distillation des schistes.

*Distillation du goudron.* — Goudrons de la houille et du bois. Distillation. Classification et propriétés des principaux produits. Hydrocarbures solides et liquides. Benzène et ses homologues. Phénol. Anthracène. Naphtalène. Brai.

**87. Chimie industrielle III.** — *5e et 6e semestres, 2 heures par semaine.*

*Textiles.* — Fibres végétales et animales. Coton, lin, chanvre, ramie, laine et soie. Fibres artificielles.

Blanchiment du coton, de la laine et de la soie. Apprêt. Teinturerie, Mordançage. Impression des tissus. Réserves et enlevages.

*Matières colorantes inorganiques.* — Céruse. Craies. Jaune de chrome. Ocre. Minium. Vermillon. Vert de Guignet. Bleu de Prusse. Bistre, etc.

Laques. Vernis. Essence de térébenthine, etc.

*Matières colorantes naturelles.* — Indigo naturel, indigo synthétique. Bois de teinture et extraits. Garance. Fustet. Quercitron. Orseille, etc.

Cochenille.

*Matières colorantes artificielles.* — Dérivés nitrés. Dérivés azoïques. Hydrazones. Dérivés azoxyques. Quinone-oximes, Oxyquinones. Dérivés du triphénylméthane : fuchsine, bleus et violets d'aniline. Phtaléines : fluorescéine, éosine, rhodamines. Cétone-imides : Auramine. Indamines, indophénols. Safranines. Indulines. Phosphine. Jaune de quinoléine. Alizarine, etc.

**88. Chimie industrielle IV.** — *7e semestre, 2 heures par semaine.*

*Matières odorantes artificielles. — Médicaments synthétiques.*

**89. Laboratoire de chimie industrielle.** — *16 heures par semaine pour les ingénieurs-chimistes.*

**90. Conférences de chimie appliquée.** — *1 heure par semaine pour les ingénieurs-chimistes réunis des trois premières années.*

## M. BRÉLAZ, prof. extr.

**91. Chimie industrielle I.** — *3e et 4e semestres, 2 heures par semaine.*

CHAUX, CIMENTS ET POTERIES.

Argiles diverses. Poteries. Verres. Chaux ; chaux hydrauliques et ciments divers. Plâtre. Magnésie pour briques réfractaires.

COMPOSÉS NITRÉS ET EXPLOSIFS.

Définition des composés nitrés. Acide nitrique ; fabrication et régénération. Les diverses nitro-celluloses. Poudres modernes ; produits employés pour leur fabrication : éther ordinaire, éther acétique, acétone, — leur préparation.

La nitroglycérine, dynamite ordinaire, dynamites complexes, nitrobenzènes, acide picrique et picrates, poudres chloratées, etc.

Explosifs par mélanges de diverses substances ; solides, liquides ou gaz (grisou).

Fulminate de mercure. Allumettes sans phosphore blanc.

**92. Chimie industrielle II.** — *5e et 6e semestres, 2 heures par semaine.*

HYDRATES DE CARBONE.

*Bois.* — Conservation. Distillation sèche des bois. Acide acétique et acétates. Alcool méthylique, etc.

Cellulose pour papier. Systèmes divers de fabrication : alcalis caustiques, acide sulfureux, bisulfites, etc.

*Matières amylacées.* — Amidon et fécules diverses : de blé, de riz, de maïs, de pommes de terre. Fabrication de ces matières. Glucoses, dextrines. Malt, divers modes de préparation. Saccharification par le malt.

*Saccharose.* — Sucre de cannes, sucre de betteraves : culture, etc. Extraction du sucre par divers procédés. Raffinage, mélasse.

*Fermentations en général.* — Fermentation alcoolique. Levures diverses (fabrication de levures). Fabrication de l'alcool. Rectification. Fabrication de la bière ; du vin. Tartre et acide tartrique. Vinaigre.

CORPS GRAS.

Classification. Composition générale. La saponification au point de vue chimique. Fabrication des acides gras : par saponification calcaire, par saponification sulfurique et distillation.

*Bougies.* — Acide oléique. Glycérine, extraction, purification et concentration.

*Huiles* diverses et leurs emplois principaux.

*Savons* divers, en particulier le savon de Marseille, avec extraction de la glycérine, et le savon à l'acide oléique.

**Analyses et essais se rapportant aux deux cours précédents.** — *2 heures par semaine pour les ingénieurs-chimistes.*

## M. P. DUTOIT, prof. extr.

**93. Chimie-Physique I.** — *3e semestre, 2 heures par semaine.*

Théorie cinétique des gaz. Continuité des états gazeux et liquide. Théorie des solutions. Détermination des poids moléculaires aux états gazeux, liquide et de solution.

Stoéchiométrie : Volume moléculaire, réfraction moléculaire, pouvoir rotatoire, etc.

**94. Chimie-Physique II.** — *4e semestre, 2 heures par semaine.*

Equilibres chimiques. Vitesses de réaction. Eléments de la règle des phases. Thermochimie.

**95. Electrochimie.** — *5e semestre, 2 heures par semaine.*

Théorie de la dissociation électrolytique. L'énergie électrique : Forces électromotrices, théorie des éléments primaires et secondaires. Polarisation. Electrolyse.

**96. Electrochimie industrielle I.** — *6e semestre, 2 heures par semaine.*

Les accumulateurs au plomb : construction, charge, décharge, capacité, entretien. Etude des principaux types d'accumulateurs au

plomb et de quelques nouveaux accumulateurs (oxyde de nickel, cadmium, etc.).

*Généralités sur l'industrie électrochimique.* — Application des lois de l'électrochimie théorique aux problèmes de l'électrochimie industrielle.

Etude d'un problème simple d'électrochimie industrielle : Energie nécessaire, réaction principale, résistances secondaires (bains, appareils, etc.).

Conditions générales des intallations électrochimiques. Mode de groupement des bains et des fours.

Types simples de cuves électrolytiques avec ou sans diaphragmes. Diaphragmes.

Types simples de fours électriques.

Dispositifs de sécurité pour le personnel.

**97. Electrochimie industrielle II.** — *7e semestre, 2 heures par semaine.*

Electro-métallurgie des métaux alcalins, du cuivre, de l'aluminium.

Electrolyse des chlorures alcalins : hypochlorites, chlorates, soude, etc.

Le four électrique : carbures, réduction des oxydes, distillations.

L'étincelle et l'effluve électrique : ozone, acide nitrique.

**98. Electrochimie.** — *5e semestre, 2 heures par semaine pour les ingénieurs-électriciens.*

Etude théorique et pratique des accumulateurs (avec démonstrations au laboratoire).

**Laboratoire d'électrochimie.** — *16 heures par semaine pour les ingénieurs-chimistes.*

# Notice historique sur l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne

par M. C. DAPPLES, ingénieur.

Professeur et ancien Directeur.
Ancien élève de l'Ecole d'Ingénieurs (1856-1859).

En 1853, cinq hommes dignes d'être nommés[1] :

MM. JEAN-PIERRE MARGUET, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées de France;

JULES MARGUET, Ingénieur-mécanicien de l'Ecole Centrale de Paris ;

LOUIS RIVIER, Ingénieur-chimiste de la même école ;

JEAN GAY, Professeur de mathématiques à l'Académie de Lausanne ;

HENRI BISCHOFF, Professeur de chimie à la dite Académie, formèrent le projet de fonder à Lausanne une école destinée à préparer de jeunes hommes à la carrière industrielle et au génie civil.

Peu à peu ce projet prit consistance et devint une réalité ; la nouvelle institution devait prendre pour type et comme modèle l'Ecole Centrale qui avait, dès le commencement du siècle, fourni à la nation française bon nombre d'hommes utiles. Cependant elle devait revêtir une forme plus modeste, avoir un programme moins étendu, de façon à pouvoir réduire la durée des études de trois à deux années.

Il s'agissait bientôt de trouver un nom approprié à la destination de l'œuvre, sans pour cela copier ou contrefaire ce qui existait ailleurs. Le nom *Ecole spéciale de Lausanne* fut choisi, afin de désigner le caractère technique de l'institution et en même temps faire acte de civisme en montrant qu'il s'agissait d'une affaire vaudoise et même lausannoise.

Cependant cette manière de voir ne paraît pas avoir été constante, car, dans les premiers actes enregistrés, on trouve alternativement le nom d'Ecole spéciale de la Suisse française et celui d'Ecole spéciale de Lausanne.

Le premier procès-verbal officiel porte la date du 19 août 1853, on y lit ce qui suit :

*Ecole spéciale de Lausanne.*

« Séance du Comité fondateur composé de MM. Gay, » professeur ; Bischoff, professeur ; Rivier, ingénieur ; » Jules Marguet, ingénieur, et J.-P. Marguet (père), ingé- » nieur des Ponts et Chaussées.

» Le Comité prend le titre de *Conseil des études ;* il se » constitue en nommant président M. Jean Gay, secrétaire- » caissier M. Louis Rivier.

Diverses questions préliminaires sont traitées, entre autres celles du local, maison Bischoff, rue St-Pierre, (fig. 1.), du programme de l'enseignement et des appareils à acquérir pour monter un cabinet de physique et un laboratoire de chimie. On décide la création d'une bibliothèque et l'abonnement aux publications d'Armengaud.

Dans la séance du 23 septembre 1853, on s'occupe de l'achat du mobilier :

3 tables à quatre places,
12 tabourets empaillés,
4 bancs,
1 table d'études,
1 table d'expériences,
6 chaises,
1 tableau noir de 2 m. sur 1m,20.

M. Bischoff fournira le vernis pour le dit tableau.

L'examen d'admission des futurs élèves est fixé au 10 octobre et l'ouverture des cours au 7 novembre.

M. Gay est chargé de faire les publications nécessaires et de correspondre avec les candidats.

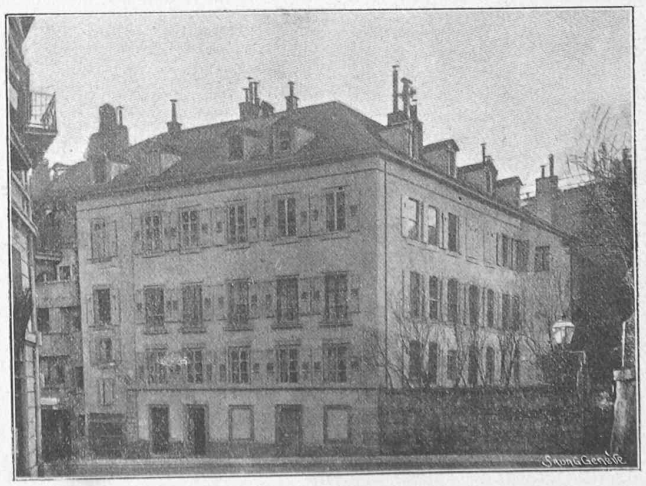

Fig. 1. — Maison Bischoff, rue St-Pierre.

[1] Voir planche No 11.