Zeitschrift: L'Enseignement Mathématique

Herausgeber: Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique

Band: 12 (1910)

Heft: 1: L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE

Artikel: COMPTE RENDU DES SÉANCES DE LA COMMISSION ET DES CONFÉRENCES SUR L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE ET SUR L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE MOYEN

Autor: Fehr, H.

Kapitel: Conférences sur l'enseignement technique moyen en France

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-12786

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: 18.09.2025

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

Conférence de M. Bastian Schmid

sur l'enseignement de la Biologie, son but et son organisation.

M. Schmid examine d'abord la question par son côté historique en rappelant le rôle utile qu'a joué la section d'enseignement par ses importants rapports présentés aux congrès des médecins et naturalistes allemands, notamment à Meran. Il indique les difficultés qui restent encore à vaincre, puis il fait un tableau de l'état actuel. Les biologistes allemands s'efforcent à donner un enseignement bien approprié au but de l'instruction secondaire supérieure. Dans certaines branches telles que l'anatomie, la physiologie, l'anthropologie, etc., on peut tirer un grand parti des exercices pratiques en ayant recours au microscope et à quelques préparations. En outre, le professeur peut, en passant, aborder des questions d'ordre philosophique.

Le même jour, à 6 heures, M. Schmid a fait dérouler sur l'écran une série de vues cinématographiques représentant les élèves au travail et il mit en circulation des photographies et des préparations faites par les élèves du Realgymniasum de Zwickau dont il est professeur.

TROISIÈME PARTIE

Conférences sur l'enseignement technique moyen en France.

Samedi 13 août 1910.

Sous le patronage du Ministère du Commerce et de l'Industrie de France, M. Carlo Bourlet avait organisé une série de conférences sur l'Enseignement technique en France, qui eurent lieu dans la Salle du Cinématographe des Chemins de fer français.

M. Chapsal, *Commissaire général du Gouvernement français à l'Exposition de Bruxelles,* en avait accepté la présidence effective.

La première de ces conférences faite par M. Bourlet sur « Les progrès de l'aviation en France, les écoles d'aviation », eut lieu le samedi 13 août, à 9 h. $^1/_2$ du matin. Dans l'assistance se trouvaient au premier rang M. le professeur Félix Klein, Sir Georges Greenhill, M. le professeur Fehr, M. le professeur E. Discailles, président de la Fédération belge de l'Enseignement moyen, et M. Witt-

mann, secrétaire de cette Fédération, MM. les professeurs Dr Thaer, Dr Bode, Dr Grimsehl, M. de Geynst, directeur honoraire d'Ecole normale, etc.

Allocution de M. Chapsal

M. Chapsal prend d'abord la parole. Il dit qu'il est heureux de présider la séance d'ouverture de cette série de conférences à un double titre, d'abord comme représentant à l'Exposition du Gouvernement de la République française, ensuite comme directeur au Ministère du Commerce, où il a collaboré à la grande œuvre de réorganisation de l'Enseignement technique en France dont il sera parlé dans la suite.

Cet Enseignement technique comprend trois degrés :

1° Les *Ecoles pratiques de commerce et d'industrie* et les *Ecoles professionnelles* qui constituent le degré primaire et primaire supérieur. Elles ont spécialement pour but de faire apprendre aux enfants de 12 à 16 ans un métier, et ainsi de remédier à la crise de l'apprentissage qui sévit partout depuis le développement du machinisme. Ces écoles forment non seulement de bons ouvriers, mais aussi des chefs monteurs, chefs d'équipe, chefs d'atelier et contremaîtres.

2° Les *Ecoles d'arts et métiers* (Angers, Aix-en-Provence, Châlons, Cluny, Lille et bientôt Paris) qui sont le degré secondaire. Elles avaient primitivement pour but de former de bons contremaîtres, mais peu à peu le niveau de leur enseignement s'est élevé et actuellement, elles délivrent aux meilleurs élèves des diplômes d'ingénieur, fort appréciés.

3° L'*Ecole centrale des arts et manufactures* qui est la grande pépinière française d'ingénieurs de toutes catégories, et le *Conservatoire national des arts et métiers*, où les professeurs font des cours publics sur les sujets les plus nouveaux et les plus élevés de l'art industriel, constituent enfin l'Enseignement supérieur technique.

M. Chapsal félicite M. Carlo Bourlet d'avoir choisi comme sujet les « Progrès de l'Aviation » qui, par les efforts des hommes de science et des techniciens français, est devenue une œuvre essentiellement française. Les résultats d'ailleurs se montrent en ce moment même, et l'orateur, faisant allusion au circuit de l'Est, dont deux des étapes avaient déjà été franchies par les aviateurs Aubrun, Leblanc et Legagneux, dit que cette grande épreuve met en évidence les deux qualités principales du tempérament français : l'ingéniosité dans l'invention et la hardiesse devant le danger.

Le commissaire général termine en exprimant l'espoir que les

aéroplanes, en annihilant les frontières et en facilitant encore la pénétration réciproque des peuples, soient des instruments de paix et de civilisation dans l'humanité.

Il donne la parole à M. Bourlet qui, après avoir remercié M. Chapsal et l'assistance, commence aussitôt un bref historique de l'Aviation.

Conférence de M. Bourlet

sur les progrès de l'aviation en France et les écoles d'aviation.

Le premier savant qui posa correctement le problème du « plus lourd que l'air » fut un Anglais, George Cayley, qui, en 1809, publia une étude fort bien faite sur le vol artificiel. Cette étude resta ignorée ; ce n'est qu'en 1872 qu'un Français, Pénaud, la découvrit et la prit comme point de départ d'un travail très remarquable qui fut couronné par l'Académie des Sciences de Paris.

Pénaud avait complètement prévu les aéroplanes actuels et avait d'ailleurs déjà montré comment un tel appareil pourrait *planer* sans moteur pourvu qu'il ait assez de vitesse acquise. Il mourut malheureusement fort jeune et c'est à un Allemand, Lilienthal, auquel plus tard on élèvera des statues dans le monde entier, que revint l'honneur d'avoir le premier réussi des vols planés. Le mérite de Lilienthal est moins d'avoir osé des essais considérés comme téméraires que d'avoir allié la recherche scientifique à l'expérimentation en plein air.

Les lois de la résistance de l'air ont été longtemps énoncées d'une façon complètement inexacte ; aujourd'hui encore, elles ne sont que très imparfaitement connues. Newton avait affirmé que lorsque l'air frappe *normalement* une surface plane, la poussée résultante est proportionnelle à l'aire plane et au carré de la vitesse et que son point d'application (centre de poussée) est situé au centre de gravité de la surface. Cette loi est sensiblement exacte, à condition de considérer des surfaces assez grandes pour pouvoir négliger l'influence des bords et de limiter la vitesse entre 10 et 40 mètres à la seconde. Lorsque l'air frappe obliquement le plan, Newton avait cru qu'il suffisait de décomposer la vitesse en deux composantes, l'une parallèle au plan, l'autre $v \sin i$ normale au plan, et que tout se passait comme si l'air frappait normalement avec la vitesse $v \sin i$. En d'autres termes, si P_{90} est la poussée sous l'angle d'attaque 90°, la poussée normale P_i sous l'angle d'attaque i serait donnée par la formule :

$$P_i = P_{90} \cdot \sin^2 i ,$$

et le centre de poussée serait le centre de gravité de la surface.

C'est ce qu'on appelait *la loi du sinus carré*. Or, on dut bientôt reconnaître que cette loi était radicalement fausse, et l'un des mérites de Lilienthal est, avant de construire un appareil ou de se livrer à des essais, d'avoir exécuté une série d'expériences de laboratoire qui lui ont, sinon fait connaître la loi exacte, au moins appris, en gros, comment les choses se passent. Il a ainsi vu deux faits principaux, à savoir : 1° que le rapport $\frac{P_i}{P_{90}}$ n'est pas égal à $\sin^2 i$ mais est *de l'ordre de grandeur de* $\sin i$, 2° que le centre de poussée n'est pas situé au centre de gravité de la surface, quand l'air frappe obliquement, mais que ce centre de poussée *avance vers le bord antérieur lorsque l'angle i diminue*.

Lilienthal construisit alors ses planeurs, qui comprenaient déjà les deux éléments essentiels de sustentation et d'équilibre : les *ailes portantes* et la *queue stabilisatrice*. Au 2000me vol, Lilienthal, pris dans un remous d'air, fit une chute terrible et se tua le 9 août 1896.

Parmi les diverses recherches scientifiques subséquentes, M. Bourlet cite les beaux travaux du professeur américain Langley et du colonel Renard, ainsi que les premiers essais si remarquables de M. Ader qui construisit des machines volantes et le fameux *Avion*, qui est pieusement conservé au Conservatoire des arts et métiers. Il est probable que M. Ader a réussi le premier à voler 200 mètres avec moteur, au camp de Satory, sur son *Avion* en 1897.

Un Français établi en Amérique, Chanute, continua les essais de Lilienthal ; et à son tour Chanute eut pour élèves les frères Orville et Wilbur Wright qui, après avoir longuement étudié le vol plané sans moteur, réussirent avec succès à construire des aéroplanes avec moteur et à effectuer, dès 1903, de véritables vols prolongés.

Mais les frères Wright étaient plutôt de bons commerçants que des hommes de science. Au lieu de faire connaître aussitôt leur invention, ce que n'eurent pas manqué de faire de vrais savants, ils la cachèrent jalousement pour essayer de la monnayer fort cher ; et c'est ainsi qu'ils laissèrent à des Français la gloire d'avoir, les premiers, prouvé *publiquement* la possibilité du vol artificiel et d'avoir doté le monde de ce grand progrès.

Tandis, en effet, que les frères Wright exécutaient, dans le plus grand secret, leurs essais aux Etats-Unis et cachaient jalousement les résultats obtenus, des Français, suivant, eux aussi, les traces de Lilienthal et Chanute, refaisaient le chemin parcouru avant eux, à leur insu, par les ingénieurs américains. Ce furent Ernest Archdeacon et le capitaine Ferber qui firent, à Nice et à Berck, des expériences fort concluantes, et principalement les deux frères Voisin. Méthodiquement, ils firent d'abord de longues expé-

riences en traînant des cerfs-volants et des surfaces volantes, au-dessus de l'eau ; puis ensuite, ils poursuivirent ces essais sur la terre ferme.

Parallèlement, M. Santos-Dumont, le hardi aéronaute brésilien, faisait une série d'essais qui lui permirent d'exécuter, sur biplan, dès 1906, quelques vols en ligne droite de 100 à 200 mètres, à Bagatelle, près Paris.

Le grand événement eut lieu en 1908. MM. Ernest Archdeacon et Deutsch de la Meurthe avaient fondé, en 1904, un prix de 50,000 francs qui serait accordé au premier aviateur qui réaliserait le vol du *kilomètre bouclé*, c'est-à-dire qui suivrait un chemin *fermé* d'un kilomètre. Ce prix fut gagné par *Henri Farman* sur un appareil *Voisin*, le 13 janvier 1908.

Ainsi, indépendamment des Wright, sans connaître leurs travaux, les frères Voisin avaient résolu le problème et eux, en vrais hommes de science, ne craignaient pas de faire voir leur appareil en public.

Cet exploit obligea les frères Wright à sortir de l'ombre. Tandis qu'Orville Wright s'exhibait aux Etats-Unis, son frère Wilbur venait en France exécuter une série de vols remarquables. Le branle était donné. Farman et les Voisin ne s'endormirent pas, et pendant que Wilbur Wright tournait en rond au-dessus du camp d'Auvours, Henri Farman, plus hardi et plus confiant en son biplan Voisin, effectuait le premier vol de ville à ville en se rendant, par-dessus les champs et les maisons, de Châlons à Reims.

Les Wright et les Voisin avaient inventé des biplans. C'est à un Français, Blériot, qu'on doit le triomphe du monoplan.

Dans le temps où Farman, Delagrange, Ferber faisaient leurs premières prouesses sur biplan Voisin, les journaux annonçaient ironiquement : « M. Blériot a encore essayé un vol sur son monoplan, il a réussi à quitter terre pendant 200 mètres, mais a brisé son appareil en atterrissant. » Cependant Blériot avec une patience et une ténacité admirables, continuait ses essais, démolissant des appareils, les modifiant, les retouchant avec une foi dans le succès que rien ne pouvait ébranler. Un beau jour, il réussit à s'envoler et du coup, sans préparation, il fila dans les airs d'Etampes jusqu'au voisinage d'Orléans.

Tout le monde connaît les progrès rapides et extraordinaires du monoplan en France, les monoplans Antoinette montés par Latham, le moteur rotatif Gnome dont le principe est dû au colonel Renard et qui a été exécuté par les frères Seguin, etc.

Blériot traversant la Manche, Paulhan volant de Londres à Manchester sur appareil Farman, la semaine de Reims, etc. Les progrès sont si nombreux et si rapides qu'on ne peut plus énumérer.

Avant de faire défiler sous les yeux des assistants une série de

projections, M. Bourlet indique à grands traits les caractéristiques des divers appareils et leurs points communs.

Dans un aéroplane il faut réaliser *la sustentation, l'équilibre* et *la conduite.*

1° *La sustentation.* — Un aéroplane est soumis à trois forces : son poids, la résistance de l'air et la traction de l'hélice. Pour que le centre de gravité de l'appareil décrive une ligne droite d'un mouvement uniforme, il faut et il suffit que, si on transporte ces trois forces au centre de gravité, elles forment un triangle.

La première condition à remplir est donc de disposer des *ailes sustentatrices* capables de développer une poussée d'air assez grande pour fermer ce triangle. Ces ailes sont naturellement près du centre de gravité et de grandes dimensions.

2° *L'équilibre longitudinal.* — Lorsque le triangle des trois forces est fermé, le centre de gravité décrit une ligne droite. Il faut encore que l'aéroplane *ne tourne pas* autour du centre de gravité, c'est-à-dire que la somme des moments des forces par rapport à ce centre soit nulle. C'est là le rôle de la *queue stabilisatrice.* C'est une surface plane de petite dimension qui reçoit une poussée faible, assez faible pour ne pas influencer sensiblement sur le triangle précédent, mais éloignée du centre de gravité, de façon à avoir un grand bras de levier et par suite à fournir un moment assez grand pour réaliser l'équilibre cherché.

L'*équilibre latéral* s'obtient au moyen de la déformation des ailes, soit par gauchissement (Wright), soit par ailerons mobiles (système français).

3° *La conduite.* — Elle est réalisée : A) en hauteur par les *plans de profondeur,* plans sensiblement horizontaux dont l'inclinaison modifie le moment autour du centre de gravité et change l'orientation de l'aéroplane. B) latéralement au moyen du *plan de direction* qui est placé à l'arrière, est vertical, et agit comme le sajou d'un bateau.

M. Bourlet fait ensuite une série de projections du planeur Lilienthal, du biplan Wright et des appareils français : biplan Voisin (avec plans verticaux de dérive), biplans Farman (type Voisin, avec ailerons et sans plans de dérive), monoplan Blériot (avec et sans plan de dérive), monoplan Antoinettte-Levasseur (à ailes symétriques), etc. Puis il fait voir une vue cinématographique de la semaine d'aviation de Reims en 1909.

Le conférencier termine par des indications sur les « écoles d'aviation ».

Il ne parle pas des écoles militaires de Chalais-Meudon et Mourmelon-le-Grand qui ont un caractère tout spécial ; ni des écoles d'apprentissage fondées par les divers constructeurs, uniquement pour former des pilotes et apprendre à leur clientèle à se servir des aéroplanes, car elles n'ont aucun caractère scientifique.

Actuellement il y a des enseignements réguliers organisés en France.

1° A l'Université de Paris, grâce à des dons généreux de MM. Deutsch de la Meurthe et Sakharoff, il a été fondé un Cours d'aéronautique à la Sorbonne, dont le titulaire est M. le professeur Marchis, et une station d'études et essais d'aviation qui est dirigée par le professeur Maurain.

2° Le commandant Roche a créé une *Ecole d'ingénieurs aéronautes,* école d'un caractère privé, mais qui est honorée de subventions officielles. Elle reçoit d'anciens élèves de l'Ecole polytechnique et Centrale, des étudiants de la Faculté des Sciences déjà licenciés, et des élèves admis au concours. La durée des études est d'un an, et les étudiants reçoivent à la sortie, après examen, un diplôme d'ingénieur aéronaute.

L'enseignement, donné par des professeurs de talent tels que MM. Painlevé, Lecornu, etc., et des techniciens spécialistes réputés tels que le commandant Renard (frère du regretté colonel Renard), le commandant Soreau, etc., comprend une partie théorique relative aux connaissances nécessaires aux aviateurs et aéronautes et une partie purement pratique et expérimentale.

En terminant, M. Bourlet souhaite, à son tour, que son pays, poursuivant ses nobles traditions humanitaires, continue à tenir en mains le flambeau du progrès, contribue, pour sa part, en développant cette admirable science nouvelle, comme il a déjà développé l'automobile et les sous-marins, à assurer une ère définitive de paix et de fraternité dans le monde.

Après la conférence, et avant d'entendre celle de M. Tramard, les personnalités présentes, sur l'initiative de M. Schubert, ingénieur à la Compagnie des chemins de fer du Nord français, au nom des compagnies françaises, se réunirent dans un salon de réception pour boire une coupe de champagne.

M. le Commissaire général Chapsal fit un toast de bienvenue aux délégués étrangers, auxquel répondirent M. le professeur Discailles, au nom des Belges, M. le professeur Félix Klein, agissant au nom de la Commission internationale des mathématiques, M. le professeur Thaer, au nom des Allemands, et enfin M. le Dr Hanrot, ancien maire de la ville de Reims.

Le samedi soir à 3 heures les auditeurs se retrouvent à la *Section française d'aviation.* M. Bourlet leur présente des modèles réduits de biplans Voisin et Farman, des monoplans de Blériot et Esnault-Pelleterie en vraie grandeur, prêts à fonctionner, un modèle réduit du monoplan Antoinette et le fameux moteur rotatif à sept cylindres Gnome. De nombreuses explications techniques complètent ainsi l'exposé historique et théorique de la conférence du matin.

Conférence de M. Tramard

sur l'organisation du Travail manuel dans les écoles pratiques d'industrie.

M. Tramard indique d'abord le but des Ecoles pratiques d'industrie qui est de « former des employés de commerce et des ouvriers aptes à être immédiatement utilisés au comptoir et à l'atelier » ; donc, outre l'habileté de la main, les élèves doivent acquérir à l'Ecole la connaissance pratique des principales machines-outils. Ces écoles sont adaptées au besoin de chaque région. M. Tramard a exposé plus particulièrement l'organisation de l'Ecole pratique de commerce et d'industrie de Vienne (Isère), dont il est le directeur.

Cette école comprend quatre années d'études. Pour être admis, les élèves doivent être pourvus d'un certificat d'études primaires. Ils entrent à douze ou treize ans. La première année est une année préparatoire pendant laquelle les jeunes élèves cherchent leur voie. Au début de la seconde année, les uns entrent dans la section d'ajustage ou de tournage ; les autres suivent la section de draperie. Il y a aussi une section commerciale. En moyenne, vingt heures par semaine sont consacrées au travail manuel. On s'évertue avant tout à développer l'esprit d'initiative des élèves. Les ateliers sont munis de divers types de machines-outils au maniement desquelles les apprentis sont initiés, de façon qu'ils ne soient pas déroutés en passant dans les ateliers ou les usines dont l'organisation technique s'écarte de celle de l'école.

En dernière année, les élèves sont divisés en équipes, dont chacune construit elle-même au moins une machine-outil ou un moteur complet. C'est une grande satisfaction pour les apprentis de pouvoir — à la fin de l'année scolaire — montrer leurs travaux à leurs parents et aux personnes qui patronnent l'école et de faire marcher eux-mêmes les machines qu'ils ont fabriquées.

Un diplôme de capacité est délivré à la fin des études à ceux des élèves qui ont subi avec succès un examen pratique devant un jury composé d'industriels et de praticiens de la ville. Les candidats ont à exécuter un objet ou à tisser un échantillon d'étoffe, dans l'espace de 18 heures de travail.

L'école, qui a été ouverte en 1902, donne déjà d'excellents résultats. Cette année, il en est sorti 34 jeunes gens ajusteurs, tourneurs et drapiers. Ils trouvent immédiatement à se placer dans les ateliers et usines de Vienne et des environs. Les salaires de début varient de 2 à 3 francs. C'est une école qui forme non des directeurs de travaux ou des chefs de fabrication, mais des ouvriers qui peuvent devenir d'excellents contremaîtres.

M. Tramard a excellement fait ressortir les méthodes d'enseignement appliquées dans son école. Des projections lumineuses ont illustré cet intéressant exposé en montrant l'aspect des ateliers, les machines-outils et, entre autres, quelques-unes des machines fabriquées par les élèves eux-mêmes.

Cette conférence a été complétée l'après-midi, à 4 heures, par une promenade-conférence à l'Exposition française de l'enseignement technique sous la direction de M. Tramard.

Dimanche 14 août 1910.

CONFÉRENCE DE M. JOUGLET

sur l'organisation de l'enseignement technique pratique dans les écoles d'arts et métiers.

La seconde journée à la section française débute par la conférence de M. JOUGLET, ingénieur de l'Ecole nationale d'arts et métiers d'Aix. Après avoir retracé les raisons qui ont créé peu à peu la crise de l'apprentissage et l'ont amené à l'état aigu qui a réclamé l'attention des pouvoirs publics dans les divers pays industriels, le conférencier expose les grandes lignes de l'enseignement dans les écoles d'arts et métiers.

Leur but est la formation : de chefs d'atelier, d'ingénieurs et d'industriels versés dans la pratique des arts mécaniques.

Les diverses disciplines auxquelles l'esprit des élèves est soumis embrassent :

1° *La culture générale,* étude : du français ; de l'histoire et de la géographie économiques ; de la comptabilité et de la législation industrielles ; de l'instruction civique et morale ; de l'économie sociale ; d'une langue étrangère, anglais ou allemand.

2° *La culture scientifique,* qui comprend l'étude : des compléments de mathématiques nécessaires à la poursuite des questions de mécanique et d'électricité ; de la physique ; de la cinématique ; de la mécanique ; des machines motrices ; de la chimie ; de la métallurgie ; du chauffage et de la ventilation ; de l'électricité industrielle.

3° *La culture technique,* qui permet de poursuivre l'étude raisonnée : des matériaux employés dans la construction mécanique ; de l'outillage à main et des machines-outils ; des mécanismes et des machines ; de la composition mécanique et du dossier de dessins d'exécution ; des principes qui forment la base des arts du modeleur, du forgeron, du mouleur et du fondeur-mécanicien, de l'ajusteur, du conducteur des machines-outils diverses, du monteur ; du prix de revient de l'outillage, des mécanismes et des machines ; de l'organisation des ateliers de modèlerie, de fon-

derie, de forgeage et d'ajustage ; des notions sur les constructions civiles et principalement sur l'édification des usines mécaniques.

4° *La culture professionnelle,* qui comprend à la fois l'étude et l'exécution du dessin industriel et celle des procédés rationnels que l'on applique dans la pratique du travail manuel et des travaux mécaniques.

L'école d'arts et métiers est une véritable usine de constructions mécaniques qui se suffit à elle-même au double point de vue technique et pratique. On y élabore au bureau des études les minutes des dessins d'exécution, leurs calques qui permettent de fournir, aux divers ateliers concourrant à l'exécution d'une machine, des dessins identiques pour les pièces à construire ; puis les divers ateliers poursuivent, chacun en ce qui le concerne, les travaux de préparation et de façonnage des pièces constitutives de la machine considérée, enfin elle est montée, puis vérifiée au laboratoire d'essais.

Les élèves, au nombre de cent par année d'études, réalisent leurs études pratiques dans l'esprit suivant : en première année, l'effectif, divisé en deux sections, est réparti dans les quatre ateliers où les élèves séjournent, par suite d'un roulement aisé à concevoir, une demi-année à l'ajustage et un sixième d'année dans chacun des ateliers de modèlerie, de fonderie et de forgeage.

Pendant les deux dernières années, les élèves sont spécialisés.

Dans chaque atelier, un chef, secondé par le nombre de sous-chefs convenable, donne à chaque groupe toutes les instructions nécessaires à l'exécution des travaux, en discutant la valeur respective des divers procédés employables ; puis les élèves poursuivent l'exécution des pièces sous l'œil vigilant de leurs maîtres qui n'interviennent que quand un point délicat dans le travail n'a pas été compris par leurs pupilles.

Nous retrouverons dans l'enseignement technique pratique la trace de ce souci du développement de l'individualité, par la nécessité dans laquelle se trouve l'élève de poursuivre les diverses phases de son travail avec un intérêt soutenu, éclairé qu'il a été par l'analyse du but à atteindre et l'étude des voies et moyens employés pour y parvenir ; le résultat obtenu varie avec l'intelligence, l'habileté, l'opiniâtreté, la probité et l'enthousiasme avec lesquels il accomplit son labeur.

La première année d'atelier nous permet d'unifier l'acquit de nos élèves en les pénétrant de la valeur des principes de chaque profession, par leur application même, en éclairant ces principes à l'aide des explications techniques qui les justifient. En deuxième et en troisième années d'études, la spécialisation donne à cette méthode pédagogique une force plus grande encore, l'intérêt éveillé chez les élèves au cours de l'exécution des divers travaux en est une démonstration concluante.

Les exercices pratiques, en dehors de ceux qui sont les fondations de chaque spécialité, se trouvent dans les diverses pièces constitutives des machines dont l'exécution se poursuit afin d'assurer l'existence d'un matériel aussi moderne que possible.

Les machines exécutées proviennent soit des études propres de l'école, soit de la communication de dossiers d'exécution faite par les constructeurs français, qui montrent ainsi l'intérêt porté par eux à nos établissements, en même temps qu'ils font connaître leurs produits aux futurs industriels ou techniciens.

Un grand nombre de vues ont été projetées devant l'auditoire qui a pu se convaincre de l'organisation professionnelle d'une des écoles, dans laquelle les élèves suivent un emploi du temps journalier qui comprend :

1 heure et demie de cours, ayant trait soit à la culture générale, soit à la culture scientifique toujours orientée dans le sens des applications ;

1 heure et demie de dessin et de technologie en dessin ;

5 heures d'atelier et d'exercices de technologie pratique ;

3 heures d'étude.

Au cours de chaque semaine, 3 heures de travaux de recherches ou d'applications aux laboratoires de chimie, physique et mécanique, ou électricité industrielle.

L'élève d'une école d'arts et métiers reçoit une éducation nettement orientée vers l'étude des principes et des applications scientifiques, techniques et professionnels qui lui permettent de fixer rapidement son choix sur la combinaison mécanique nouvelle qu'il poursuivra et sur les procédés à employer tant pour sa reproduction graphique que pour son exécution matérielle et économique.

Au cours de l'étude de ce nouvel appareil, de cette nouvelle machine-outil ou de cet engin nouveau, ses connaissances physiques, chimiques, cinématiques et mécaniques lui ont permis de se pénétrer des vérités scientifiques qui en formeront la véritable et solide fondation ; la technologie en dessin lui a fourni les formes les mieux appropriées au but qu'il s'est assigné pour les éléments, les organes mécaniques et les supports dont il a fait choix ; il en connaît les proportions les plus courantes, les raisons d'être ; les travaux professionnels, par les stages qu'il a faits en 1re année, l'ont convaincu de l'importance des principes fondamentaux de chaque profession et il s'est pénétré davantage de leur valeur réelle, de la facilité de leur mise en œuvre, de la sûreté d'exécution de celui qui les applique fidèlement, au cours des travaux qu'il réalise pendant les deux années de spécialisation.

Si son éducation s'arrêtait là, si les disciplines que nous lui donnons n'avaient point d'autre but, notre tâche resterait incomplète, sa culture d'ensemble et la formation de son esprit offriraient

une solution de continuité. Il ne pourrait avoir la conviction d'ensemble qu'il importe d'établir dans son esprit pour qu'il puisse aborder la lutte industrielle avec une confiance en soi, affermie et consolidée par la technique que nous lui voulons, et sans forfanterie, ni recherche, de sa part, de procédés aléatoires trop aisés à trouver.

Appuyé sur les exercices professionnels, ayant mis la main à la pâte, il a pu se rendre compte des difficultés nombreuses qui se dressent devant celui qui veut rendre tangible sa pensée, faire d'une idée ou d'un ensemble d'idées une machine, d'une série de vibrations intellectuelles de la matière façonnée et capable de réaliser un travail particulier, d'une manière continue, sous la conduite et la surveillance, souvent peu éclairées, du machiniste.

La soudure des divers chaînons de son éducation de technicien doublé d'un praticien habile et instruit, n'est point encore faite.

Ce complément indispensable de son éducation, il le trouve dans l'enseignement technique pratique tel que nous le poursuivons dans les écoles d'arts et métiers.

Cette branche de l'art de l'ingénieur forme comme la pierre de touche mise à sa portée pour rendre son esprit plus réfléchi, plus sagace et plus mûr.

Au cours de ses études techniques pratiques, tous ses pas sont marqués par des constatations nouvelles ou des renseignements d'une valeur primordiale d'autant plus grande qu'elle sera contresignée par les faits.

Les formes diverses, que les vérités scientifiques avaient revêtues jusque-là pour l'éclairer, vont subir une métamorphose qui les lui rendra plus accessibles encore et qui fera éclater leur enchaînement étroit.

Comment présenter avec progression ces données importantes pour la maturité de l'esprit de nos élèves ; comment les leur rendre plus aisément assimilables ?

Nous avons résolu ce problème en étendant l'enseignement technique pratique sur l'ensemble des trois années d'études. Nous en faisons un cycle parallèle à celui de l'enseignement professionnel sans éviter les pénétrations réciproques que permettent les démonstrations dont la matière est formée par les travaux en exécution.

Cette méthode donne d'autant plus de fruits que, dans la grande majorité des cas, nous nous adressons à des sujets déjà spécialisés par leurs travaux antérieurs et, pour le reste, à des élèves vite familiarisés avec les principes des autres branches professionnelles que nous appliquons.

La *technologie pratique* embrasse :

1° *l'étude des propriétés physiques, mécaniques et technologiques des matériaux employés en construction des machines ;*

2° *l'étude des outils à main et des machines-outils ainsi que des méthodes qui permettent la meilleure utilisation de la main-d'œuvre manuelle et mécanique;*

3° *l'étude des générateurs et des machiues motrices en ce qui touche à leur capacité industrielle;*

4° *la vérification des qualités des mécanismes et des machines construites.*

Elle comprend des explications orales données parallèlement au développement de l'enseignement professionnel, dans chaque spécialité, au fur et à mesure de l'exécution des travaux qui forment autant de démonstrations pratiques efficaces et concluantes.

Ces explications sont données par les chefs et sous-chefs d'atelier, à pied d'œuvre.

Chaque semaine, chaque chef d'atelier réunit l'ensemble des élèves auxquels, à des jours et heures marqués par le tableau de l'emploi du temps spécial à cette branche de l'enseignement, des explications ont été fournies, et, dans une conférence d'ensemble, sous une forme suivie et méthodique, il place à nouveau, devant l'esprit de ses élèves, les faits dont ils ont été témoins, accompagnés des explications techniques afférentes à chacun d'eux. Il synthétise et systématise cette partie importante des connaissances que le technicien doit posséder.

Par suite du roulement effectué en première année, tous les élèves ont été éclairés sur les propriétés des matières premières et diverses, de l'outillage à main et du petit outillage mécanique que l'on emploie dans les quatre ateliers pour l'exécution des principes fondamentaux de chaque profession, avec leurs applications dans la confection des modèles, du moulage et de la coulée des petites pièces, du forgeage et de l'ajustage des exercices adéquats. En deuxième année, bien que spécialisés, ils se rendent dans tous les ateliers et reçoivent les explications techniques avec travaux exécutés à l'appui, concernant : la description, le fonctionnement et l'utilisation des machines-outils à travailler les bois et les métaux ; les genres de travaux que l'on peut demander à chaque groupe de machines similaires ; les procédés de travail employés dans l'industrie ; le gros outillage de la forge et de la fonderie pour l'obtention des pièces brutes.

Les élèves, divisés en 2 sections, comprenant chacune 3 groupes de 16 à 18, se rendent à l'atelier où ils doivent recevoir les explications orales et assister aux démonstrations pratiques à l'appui. Le roulement est exécuté conformément au tableau qui a été présenté, lequel porte l'indication des jours et heures des conférences hebdomadaires faites par les quatre chefs d'atelier à l'ensemble d'une demi-division.

Les chefs d'atelier s'appesantissent sur le montage des pièces et

particulièrement, pour le travail en série, sur le réglage des machines et la fabrication de l'outillage.

En troisième année d'études, le programme comporte :

des essais qu'exécutent tous les élèves réunis en groupes de 2 ou 3, suivant la nature de l'essai et le nombre des appareils mis à leur disposition. Plusieurs essais sont poursuivis simultanément, car les laboratoires de mécanique, d'essais des matériaux, d'essais des moteurs ou des machines-outils, occupent des locaux différents.

Ces essais ont pour objet de faire connaître, par l'expérimentation :

les propriétés des matériaux employés dans les constructions mécaniques;

de préciser quelques coefficients relatifs à ces matériaux et qu'on rencontre dans les formules pratiques;

de donner aux élèves des idées nettes : sur la transformation et la conservation de l'énergie dans les machines, sur le rendement industriel des machines et de quelques-uns des mécanismes les plus répandus.

Ces essais se font aux ateliers sous la direction de l'ingénieur et la surveillance d'un chef ou d'un sous-chef d'atelier.

Ils sont conduits de telle façon qu'ils obligent les élèves à chercher, à observer et à méditer ; ils les conduisent à un travail personnel de la plus grande importance pour la formation de leur jugement et leur développement individuel ; ils les entraînent dans la méthode expérimentale, indispensable à celui qui crée, leur donnent de l'assurance et de la confiance en soi et leur montrent la nécessité d'allier le plus étroitement possible la théorie, qui éclaire et guide, à la pratique sans laquelle on ne peut fonder quoi que ce soit de fructueux et de durable.

L'ingénieur réunit, au commencement de chaque semaine, les 50 élèves qui devront procéder à ces exercices pendant la période hebdomadaire qui s'ouvre ; il leur explique sommairement l'essai à exécuter, les procédés que l'on peut suivre, le matériel que l'on peut employer et leur donne les instructions nécessaires pour jalonner leurs recherches de façon à les guider, de loin en loin, dans la marche générale, en leur laissant le loisir d'observer avec attention les phénomènes qui se produisent, d'effectuer les mesures ou les pesées, de relever les données dont l'ensemble correspond au travail de l'essai proprement dit.

Son rôle est rempli de manière à laisser aux élèves une grande liberté, afin que, livrés à eux-mêmes, ils soient obligés de réfléchir et de tâtonner au besoin, le chef ou le sous-chef n'intervenant qu'en cas de nécessité, pour éviter un accident fortuit, matériel ou personnel.

Après chaque essai, les élèves du groupe font un rapport sur l'étude qu'ils ont poursuivie ; le travail de bureau est basé sur

les notes, relevés, mesures et observations faites ou prises au cours de l'essai, il comporte les calculs qui en découlent.

Les onze essais auxquels se livrent les élèves sont les suivants :

I. — *Essais des matériaux.*

1. A la traction, à la compression, à la flexion, sur deux échantillons de métaux différents, dans chaque cas. — Essais au choc, essais de dureté. — Les machines employées sont de sources diverses : machines Falcot, de la Société alsacienne, de Frémont, Scléroscope, appareil de Brinell.
2. Métallographie microscopique. — Etude des résultats obtenus ; exemples de microstructure de fers, aciers, fontes, alliages de cuivre.
3. Résistance des bois.
4. Essais de réception des fers et aciers : à froid, à chaud.
5. Essais industriels des fontes.

II. — *Essais de matières diverses.*

6. Essais des huiles ; études sur les courroies.

III. — *Essais sur la transformation de l'énergie.*

7. Combustion et vaporisation dans un générateur à vapeur ; températures des flammes et des gaz par l'emploi des pyromètres ; analyse des gaz par l'appareil Orsat.
8. Essais d'un moteur à vapeur. — Etude de la distribution ; puissance indiquée, puissance effective.

IV. — *Rendement d'organes mécaniques.*

9. Renvoi de mouvement. — Poulie ou engrenages. — Puissance absorbée par le fraisage, le perçage ou le tournage.

V. — *Réception et contrôle.*

10. Des pièces brutes de fonderie et de forge ; des pièces finies et ajustées.
11. De machines terminées.

Pendant le reste de la 3me année les élèves reçoivent les compléments techniques suivants :

Organisation des ateliers de modèlerie, de fonderie, de forge ou d'ajustage ;

Etude de la composition de fontes données ;

Fonte malléable et acier moulé ;

Procédés employés pour le forgeage de pièces spéciales ou de quelques travaux importants.

Les appareils ou machines nécessaires aux essais, et que l'on ne peut acquérir sur le marché industriel, sont composés et exécutés par les écoles.

Ainsi, la machine à vapeur servant à l'étude de la distribution et à la mesure de la puissance indiquée ou effective, est constituée par un moteur vertical de 220×260 développant 5 chevaux effectifs à 60 tours ; il peut recevoir un condenseur séparé.

Etudié et construit par l'école, il comporte : un indicateur Richard permettant les relevés simultanés sur les 2 faces du piston, et un frein de Prony. Les distributions d'admission et d'échappement sont séparées, pour juger convenablement des divers phénomènes qui prennent naissance quand on change les conditions de distribution et de marche de la machine.

Les tiroirs sont cylindriques, formés chacun de deux pistons amovibles sur la même tige, de telle sorte qu'il est possible d'allonger ou de diminuer la longueur totale du tiroir, tandis que l'écartement des lumières reste constant; on peut ainsi changer, à volonté, la longueur du recouvrement extérieur ou intérieur du tiroir. Les excentriques de commande sont à calage et excentricité variable à la main.

Cette machine peut subir toutes les phases de distribution depuis la pleine ouverture continue, pendant un tour complet, jusqu'à la pleine fermeture pendant la même amplitude de mouvement. Le frein de Prony dont elle est munie permet, dans une certaine mesure, la variation de la résistance.

Les élèves peuvent donc se rendre un compte exact des effets néfastes d'un mauvais réglage, en même temps que de l'influence relative des diverses phases de la distribution.

Pourvu d'un ensemble aussi complet de connaissances scientifiques, techniques et professionnelles approfondies par suite de l'exécution d'applications nombreuses, faites méthodiquement aux laboratoires et dans les ateliers, l'ingénieur des écoles d'arts et métiers est capable :

1° de concevoir un mécanisme, un appareil ou une machine destinés à l'industrie mécanique et dont le rôle et les conditions de marche ont été définis, à priori. L'étude à laquelle il peut se livrer comprend deux phases : la conception de la combinaison mécanique nouvelle, formée de supports solides, d'éléments et d'organes mobiles ou fixes; elle provient des recherches auxquelles il s'est livré, dont les principales sources d'information et de documentation sont : les études poursuivies à l'école, les archives de l'usine, au personnel de laquelle il appartient, les connaissances plus ou moins étendues qu'il possède sur les mérites des concurrents et l'étude qu'il a faite du matériel que possède sa firme.

A la suite de la discussion mentale, au cours de laquelle prend naissance, puis se développe dans le cerveau du technicien, l'image virtuelle de la machine à réaliser, ses idées se subdivisent, les points de détail s'éclaircissent et, dans l'établissement d'un mémoire descriptif et justificatif, plus ou moins développé, suivant les cas, les formes et les dimensions des diverses parties s'arrêtent les unes après les autres : l'image virtuelle est fixée.

Jusqu'ici le compositeur-mécanicien n'a travaillé que pour lui; le côté égoïste de son rôle est dès à présent terminé, il en reste la

partie la plus délicate, la plus complexe et la plus longue à remplir.

Au cours de cette élaboration importante qui permettra la traduction graphique et exacte de sa pensée, ses efforts seront dépensés pour autrui.

A l'aide du dessin industriel et de conventions généralement adoptées, dont les diverses physionomies diffèrent peu les unes des autres, le compositeur établit le dossier d'exécution de la machine nouvelle, qui devra représenter, à côté des organismes semblables employés jusqu'ici, soit un rendement industriel plus élevé, soit un moyen de production plus efficace, soit des facilités de manœuvre ou une valeur économique telle que les faveurs du marché lui seront réservées.

Les dessins d'atelier comprennent tout ce qu'a arrêté le compositeur; c'est le recueil des ordres que chacun exécutera au cours de sa tâche individuelle.

Le compositeur a créé, l'ouvrier réalise. Leurs rôles sont inséparables l'un de l'autre, ils se complètent par la poursuite de travaux d'une nature toute différente; l'un « pense » et traduit sa pensée dans un langage qui atteint, éclaire et conduit l'opérateur; l'autre exécute fidèlement, afin que la machine terminée représente totalement la matérialisation de la pensée créatrice.

Avec le dossier des dessins d'exécution, l'ingénieur des Arts et Métiers poursuivant son rôle, va diriger les efforts : du modeleur qui donnera la forme et les dimensions à chaque pièce, laquelle, une fois coulée, représentera le solide capable des cotes définitives avec le minimum de métal superflu à enlever; du mouleur qui préparera le moule dans lequel le métal liquide viendra revêtir, en l'épousant avec fidélité, la forme définitive qu'il conservera quand il aura repris la température ambiante; du forgeron qui sous son contrôle, façonnera les diverses pièces de fer ou d'acier que la température élevée à laquelle il les porte rend plus malléables.

Toutes ces pièces brutes ne seront pas travaillées partout par l'ajusteur, soit manuellement, soit mécaniquement; seules les faces qui devront être en contact au montage, quelques cordons réclamés par l'esthétique, les pièces animées d'un mouvement rapide qui devra s'exécuter sans balourd, recevront l'action de l'outil avec la précision différente que réclamera leur état de repos ou leur état de mouvement, l'effort statique ou dynamique auquel leur résistance devra s'offrir, leur contact ou leur assemblage.

A l'ajustage, notre technicien suivra, d'une manière aussi éclairée qu'au cours des étapes précédentes, la mise aux cotes définitives des diverses parties constitutives de la machine : bâti, supports divers, pièces de la chaîne, cinématique, véritables feeders

de l'énergie mécanique, porte-outil et porte-pièce qui assurent et maintiennent la position relative de l'outil et de la pièce durant le travail. Parmi les divers organes, les uns, massifs et rigides, sont les véritables points d'appui des organes mobiles, légers et agiles qui, tantôt forceront l'outil à mordre profondément le métal pour dégrossir la pièce, tantôt, au contraire, l'appliqueront sur la surface en travail avec la légèreté nécessaire pour assurer un beau fini.

Toutes les pièces sont ajustées, elles ont été vérifiées et contrôlées à l'effet de s'assurer de l'observation des tolérances ; la machine est prête à subir sa mise sur pied, son montage.

Là, le compositeur-praticien va suivre, avec une attention de plus en plus éveillée, les travaux de montage et, dès leur achèvement, la machine — sa machine — apparaîtra dans sa forme et sous ses aspects définitifs. Il ne lui manquera plus, pour ajouter à l'harmonie de ses mouvements, dans quelques cas, à la grâce et à la délicatesse de ses gestes, toujours un peu brusques, qu'un cachet de coquetterie, c'est le peintre qui le lui donnera.

Le rôle que pourra jouer l'ingénieur des Arts et Métiers ne s'arrête pas encore ; de même qu'il a vérifié les coefficients de fatigue adoptés dans l'application des formules pratiques, en se livrant aux essais des matériaux mis en œuvre, grâce à l'emploi des appareils du laboratoire ; de même, il lui reste à vérifier si le nouvel outil qu'il va offrir à l'industrie possède bien les qualités dont il s'est ingénié à le doter.

Le laboratoire d'essais va lui procurer les ressources nécessaires ; là, il se convaincra du résultat industriel obtenu, et, au cours de ses vérifications, il puisera une suite d'informations qui lui permettront déjà de perfectionner cette première machine du type nouveau, par l'apport d'une modification de forme d'un appoint de matière ou d'un changement de mécanisme qui la rendra plus adéquate à ses fins ou plus économique d'exécution.

Il sait alors ce qu'il va offrir sur le marché industriel, il lui sera donc aisé de faire connaître et apprécier son produit en même temps que de le défendre.

Ainsi, l'ancien élève de nos écoles, ingénieur des Arts et Métiers, est un technicien éclairé, doublé d'un praticien habile, capable : de composer judicieusement une machine en l'appropriant à ses fins, d'en élaborer les dessins d'atelier, d'en faire poursuivre l'exécution, de vérifier la valeur économique et industrielle des matériaux mis en œuvre, de perfectionner les procédés de construction et de constater si la machine qu'il a conçue et fait construire est bien le moteur ou l'outil nouveau qu'il voulait réaliser. C'est à l'enchaînement méthodique et complet des études qu'il a faites dans nos écoles et tout particulièrement à l'enseignement technique pratique, qu'il doit la lumière dont les effets lui per-

mettent de fonder ses convictions sur des bases solides et, à l'aide de ses connaissances scientifiques et professionnelles, de marcher avec hardiesse et sécurité dans la voie du progrès.

— L'après-midi, à 3 heures, M. Jouglet a conduit ses auditeurs à l'Exposition française de machines.

Conférence de M. Beaufils

sur l'enseignement de l'Electricité industrielle dans les Ecoles pratiques.

M. Beaufils insiste à son tour sur le rôle des *Ecoles pratiques d'industrie* et présente l'organisation de l'*enseignement de l'électricité* dans ces écoles en envisageant plus particulièrement le cas de l'Ecole de Saint-Etienne, dont il est le directeur.

Les élèves doivent, selon lui, posséder une préparation particulière. En raison de la pénétration réciproque de la mécanique et de l'électricité, il faut que le futur électricien soit déjà ajusteur et tourneur, qu'il connaisse la technologie des principales machines, qu'il sache dessiner et résoudre les questions élémentaires d'arithmétique et de mécanique. Il faut qu'il ait un minimum d'instruction technique bien déterminé.

Pour ce qui est de l'*enseignement théorique*, le conférencier pose et développe les conditions suivantes :

1. L'enseignement théorique doit être expérimental et précis, débarrassé de tout ce qui a un caractère spéculatif et historique.
2. Il doit reposer sur de judicieuses comparaisons qui, pour n'être pas toujours rigoureuses, n'en sont pas moins commodes et très efficaces.
3. Il nécessite de multiples appareils de démonstration permettant de familiariser l'élève avec des phénomènes apparemment compliqués.
4. Chaque leçon doit être suivie de nombreux exercices, sous forme de schémas et de problèmes.

A l'appui de sa thèse, M. Beaufils expose, à titre d'exemple, la question des « champs tournants et leur application aux moteurs d'induction » ; il utilise plusieurs appareils de démonstration d'une simplicité remarquable et quelques graphiques ou constructions géométriques, puis des schémas. Après avoir mis en évidence les conséquences industrielles de cette étude, il établit la possibilité de la faire suivre de problèmes et d'installations pour les mesures et les essais qui se présentent journellement.

La question des « manipulations et mesures » retient longuement l'attention du conférencier ; elles n'exigent pas un matériel extrêmement coûteux, car, en dehors des instruments de préci-

sion, tout peut et doit se construire à l'école ; il insiste pour que dans les dispositifs du laboratoire on laisse un peu d'initiative à l'élève et que l'on saisisse toutes les occasions pour faire des manipulations en dehors du laboratoire.

En ce qui concerne le dessin, la méthode ne diffère de celle qui est appliquée en mécanique que par l'analyse schématique du rôle que doivent remplir les appareils et l'étude des dispositifs spéciaux permettant d'y réussir pratiquement.

Une collaboration intime entre le professeur d'électricité, le professeur de dessin et le chef d'atelier permet de compléter chaque année la série des schémas classiques par de nouvelles études et de nouveaux problèmes.

Quant aux travaux exécutés, ils ont trait :

1° A l'entretien du matériel (moteurs, éclairage, sonneries, téléphones, accumulateurs).

2° A la construction des appareils de démonstration, dont le nombre et la nature varient chaque année avec les besoins et l'habileté des élèves.

3° A la construction de machines complètes réclamées par le laboratoire, la plateforme d'essai ou les ateliers eux-mêmes.

Après avoir fait passer sous les yeux du public une longue série d'appareils les plus divers et les plus instructifs, le conférencier fait remarquer que l'intérêt de cette construction réside également dans l'appareillage particulier nécessité par un montage variable avec chaque modèle ; à l'appui de cette remarque, il passe des vues établissant les diverses phases de la construction en 1910 :

1° D'un moteur de 6 HP à vitesse variable.

2° D'une perceuse électrique.

3° D'un moteur asynchrone de 3 HP.

Relevant ensuite, pour la rectifier, une observation faite dans un récent congrès d'électriciens où l'on reprochait au programme d'une école pratique de comporter l'étude d'un « projet de dynamo », M. Beaufils fait remarquer que l'enseignement qu'il vient d'analyser ne produit pas de phénomènes, mais prépare simplement des sujets compétents, des hommes d'initiative demandés et recherchés par les industriels et les directeurs des grandes compagnies et qui sont très appréciés par les ingénieurs qui placent rapidement en eux toute leur confiance.

— Le même jour, à 4 heures, eut lieu une promenade-conférence dans l'Exposition française d'électricité, sous la conduite de M. Beaufils.