

# DISCOURS

prononcé par M. CAMILLE GUTTON

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES.

## A LA SÉANCE SOLENNELLE DE RENTRÉE DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

*le 3 Novembre 1910*

---

Monsieur le Recteur,  
Mesdames,  
Messieurs,

Il y a 10 ans, ont été ouverts les cours de l'Institut électrotechnique. En raison de cet anniversaire, vous me permettrez de vous entretenir quelques instants de ces machines électriques qui sont devenues d'indispensables auxiliaires de l'industrie.

Nous demandons au courant électrique de distribuer dans nos villes, nos habitations, nos ateliers, la force et la lumière. C'est lui qui transporte à des centaines de kilomètres la puissance des chutes d'eau, traine les tramways et les chemins de fer. Dans la métallurgie, il tend à prendre un rôle prépondérant; nous lui devons l'aluminium; les industries du cuivre et de l'acier l'emploient avec succès. Des produits chimiques se fabriquent en grand nombre par électrolyse. Le rôle de l'électricité a même pris une telle importance, que l'absence accidentelle de courant dans une ville moderne suspend presque complètement sa vie et son mouvement.

L'industrie électrique est cependant bien récente; il y a un quart de siècle, elle était encore dans l'enfance. Nous assistons aujourd'hui au développement de sa prodigieuse jeunesse. Vous parler de ses débuts et de ses progrès sera rendre un juste hommage aux savants physiciens et aux ingénieux inventeurs qui l'ont créé pour nous.

La machine génératrice de courants est née, en 1831, dans un laboratoire, à la suite d'une découverte d'apparence purement scientifique. L'emploi de la pile était le seul moyen d'obtenir un courant électrique durable, l'illustre physicien anglais Faraday en trouve un autre. Il montre qu'en approchant un aimant d'un circuit formé d'un fil conducteur, on y produit un courant. Ce courant cesse avec le mouvement, puis apparaît à nouveau, mais en sens inverse, lorsqu'on éloigne l'aimant.

Dès cette découverte capitale, Faraday imagine un grand nombre de combinaisons par lesquelles un mouvement de rotation produit un courant constant. L'Institution Royale de Londres conserve précieusement le disque de Faraday, ancêtre de nos machines électriques.

Le courant qu'il produit a, il est vrai, une très faible intensité. Son existence était révélée à Faraday par de petits mouvements d'aiguilles à coudre aimantées, qu'il piquait dans un brin d'herbe sèche, et suspendait à un très long fil de cocon de ver à soie. La force, qui suffit à déplacer un équipage aussi léger et aussi mobile, est extrêmement petite et hors de proportion avec celle que peuvent développer nos machines, dont la puissance s'évalue par milliers de chevaux. C'est cependant en modifiant la construction des appareils de Faraday, sans en changer le principe, que les ingénieurs en ont fait nos dynamos actuelles.

Après la découverte de Faraday, dans l'espace de quelques mois, Pixii, dal Négro, stimulés par la vision des immenses services que pourrait rendre le courant électrique, construisent des machines. Un aimant en fer à cheval tourne devant des bobines et y induit des courants d'intensité notable. Dès ces premiers essais apparaît une grosse difficulté. Le mouvement de rotation approche puis éloigne périodiquement l'aimant des bobines, les courants produits sont donc alternativement dans un sens, puis dans l'autre. Nous utilisons couramment aujourd'hui ces courants alternatifs qui se présentent naturellement; mais, l'étude de leur propagation est très complexe et leur emploi présente des difficultés, qui les ont fait longtemps tenir en méfiance. Trouver le moyen d'envoyer le courant toujours dans le même sens à sa sortie de la machine, tel a donc été le but que les premiers électriciens ont cherché à atteindre.

Pendant 40 années, un nombre considérable de machines à courant continu ont été essayées. D'utiles perfectionnements sont apportés par Clarke, Wilde, Siemens, Wheastone. Wilde remplace les aimants par des électro-aimants plus puissants, puis, en 1867, Werner Siemens en Allemagne, Wheastone en Angleterre montrent que l'on peut emprunter à la machine elle-même le courant qui doit exciter ces électro-aimants. C'est pour cette nouveauté qu'est créé, par Siemens, le nom de machine dynamo-électrique, dont la forme abrégée, dynamo, sert aujourd'hui, à désigner les génératrices de courant.

Malgré le très grand nombre d'essais, aucune machine à courant continu n'a cependant pu, jusqu'en 1872, rendre de véritables services industriels. Le redressement du courant alternatif ne peut se faire sans étincelles, celles-ci détériorent rapidement la machine et, durant 40 années, personne n'a pu trouver un moyen d'en atténuer les inconvénients. La difficulté était grande, en effet, puisqu'aujourd'hui encore, c'est vers l'étude de la commutation que tendent tous les efforts des constructeurs.

Ne pouvant obtenir le courant continu, il a bien fallu avoir recours au courant alternatif, malgré les craintes qu'il inspirait. La première machine, qui ait fonctionné industriellement, est un alter-nateur. Étudié d'abord par Nollet, puis après sa mort par Masson et du Moncel, construit enfin par la Société « l'Alliance », il a servi, dès 1863, à l'éclairage par des lampes à arc des phares de la Hève. A cette époque, l'alimentation des arcs était d'ailleurs le seul usage possible du courant alternatif; la machine à courant continu restait donc indispensable au développement de l'industrie électrique.

C'est Zénobe Gramme qui, en 1869, trouve une solution acceptable pour le problème du redressement des courants, et construit la première dynamo industrielle. A côté du nom illustre de Faraday, l'histoire



de l'électrotechnique doit conserver celui de Gramme, l'inventeur obstiné et confiant, dont la foi dans la réussite n'a pu être ébranlée par des années de misère et d'abandon.

Rien, ni dans l'origine de Gramme, ni dans la profession qu'il a exercée jusqu'à 40 ans, ne semblait devoir en faire l'un des créateurs de l'industrie électrique. Faraday avait été apprenti relieur, Gramme fut ouvrier menuisier. Son père, receveur des impôts sur les boissons à Jechay-Bodigné, dans la province de Liège, élevait à grand peine une nombreuse famille. Gramme apprend à lire et à écrire à l'école communale, mais c'est un médiocre élève; son peu de goût pour l'étude désole ses parents, qui se décident à le mettre très jeune en apprentissage chez le menuisier du village. D'une adresse manuelle extraordinaire, il devient rapidement un habile ouvrier et, dès l'âge de 16 ans, est capable de gagner sa vie. A 30 ans, en 1856, Gramme vient à Paris, où, dans les ateliers, on lui confie les travaux de menuiserie les plus difficiles. Un hasard heureux lui fait alors faire la connaissance de Van Malderen, contremaître à la Société qui construit la machine de l'Alliance. Celui-ci l'engage pour la construction délicate des modèles de fonderie. Les appareils électriques excitent vivement la curiosité de Gramme, il questionne les ingénieurs, les ouvriers et réfléchit sans cesse. Un jour, chez un ami, il ouvre un traité de physique et s'aperçoit que les idées, qu'il s'est faites lui-même sont exactes. Encouragé par cette constatation, il abandonne le travail du bois et s'engage successivement chez les constructeurs d'appareils électriques, Disdéri, Rhumkorff, Bazin. Son imagination ne lui laissant plus de repos, il quitte définitivement ses outils et s'enferme pendant deux ans dans une cuisine qu'il transforme en laboratoire, laboratoire bien misérable, meublé seulement de quelques piles, de quelques mètres de fil de cuivre, de deux aimants, d'une plaque de gutta-percha. Un manuel, que plusieurs générations ont employé à la préparation du baccalauréat, le traité de physique de Ganot, lui sert seul de guide. Les économies de Gramme sont vite dépensées et c'est dans une situation voisine de la misère qu'il arrive à la conception de la célèbre dynamo à enroulement en anneau. Gramme avait alors 43 ans. Sans ressources et dans l'impossibilité complète de prendre un brevet, il s'adresse à Bréguet et lui soumet son invention. Il ne peut se faire comprendre et Bréguet essaie de lui persuader que son idée n'est pas viable; n'arrivant cependant pas à le convaincre, il lui offre les 500 francs nécessaires à la prise du brevet. L'inventeur reconnaissant cédera plus tard à Bréguet le droit exclusif de construire la petite machine à aimants, dont le succès fut immense et dont chaque laboratoire de physique possède encore un exemplaire.

La foi inébranlable de Gramme arrive bientôt à convaincre quelques contemporains, et en 1871, le comte d'Yvernon et H. Fontaine fondent avec lui une Société pour l'exploitation de son brevet. Les commandes arrivent très vite. L'orfèvre Christofle a l'idée de remplacer, dans ses ateliers de galvanoplastie, les piles par une dynamo. Gramme la construit et, dès le premier jour de fonctionnement, elle satisfait exactement aux conditions imposées. C'est pour Gramme un succès tel que peu d'inventeurs en ont connu. Le Dr Wohlwill, de Hambourg, lui fait faire une machine dont la puissance provoque encore aujourd'hui l'étonnement. Il s'agissait d'extraire,

par électrolyse, le cuivre des monnaies de billon que l'Allemagne venait de retirer de la circulation. La dynamo livrée par Gramme permettait de traiter 800 kilogr. de cuivre par jour. C'est à cette installation qu'on peut faire remonter l'origine de la grande industrie électrochimique.

De l'invention de Gramme datent aussi les débuts de l'éclairage électrique pratique. La seule lampe utilisable était l'arc, Gramme contribue beaucoup à en répandre l'usage dans les usines. On trouve son nom associé au premier essai d'éclairage public. Un ancien officier de l'armée russe, Jablochkoff, avait imaginé une nouvelle lampe, c'est Gramme qui installe pour lui les 4 petites usines de 20 chevaux, qui pendant l'Exposition de 1878, éclairent la place et l'avenue de l'Opéra.

C'est à Gramme, novateur dans toutes les branches de l'industrie électrique, qu'est dû le premier essai de transport de force. Il le fit, en 1873, à l'Exposition de Vienne, avec la collaboration de son ami H. Fontaine.

Nous retrouvons encore Gramme étudiant, en 1884, un moteur léger pour les ballons dirigeables du commandant Renard.

L'inventeur de la dynamo, Belge d'origine, avait fait de la France sa patrie d'adoption. Il mourut à Bois-Colombes en 1901.

Dans sa glorieuse carrière, il eut un grand chagrin. En 1875, les journaux d'électricité italiens revendiquèrent au profit de Paccinotti, professeur à Pise, l'invention de l'enroulement en anneau. Paccinotti avait, en effet, construit un petit moteur semblable à la dynamo Gramme et en avait publié la description. Mais l'anneau de Paccinotti avait été étudié dans le but de construire un appareil de laboratoire, il était resté dans les collections de l'Université de Pise sans que personne eût l'idée d'en faire une machine industrielle, et l'importance de la découverte était passée inaperçue. Gramme moins que tout autre pouvait la connaître. La priorité incontestable du physicien de Pise n'enlève donc rien au mérite de Gramme. Le premier, il a vu l'importance pratique de sa machine et l'a perfectionnée dans ce sens. Sans ses travaux, l'anneau de Paccinotti serait, longtemps encore, resté sans application.

De nombreux essais en vue d'améliorer la construction, d'importantes études comme celles d'Hopkinson, de Marcel Desprez amenèrent vers 1880 la machine à courant continu à un degré de perfection très avancé. C'est alors que l'apparition de la lampe à incandescence d'Edison provoque un développement très rapide de l'industrie électrique. En 1883, un essai d'éclairage à incandescence est fait à l'Hôtel de Ville de Paris. En 1885 sont établies les premières distributions urbaines, celles de Saint-Etienne, de Berlin. Paris reste en arrière quelques années, mais à la suite de l'incendie de l'Opéra-Comique le 27 mai 1887, un grand mouvement se produit en faveur de l'électricité et une expérience provisoire est faite au faubourg Montmartre. A l'approche de l'Exposition de 1889, le Conseil municipal se décide, enfin, à diviser la ville en 6 secteurs concédés aux 6 Sociétés qui éclairent Paris.

A l'époque même où l'éclairage électrique se répand, de nombreuses et fructueuses études du transport de force à grande distance sont entreprises par Marcel Desprez. En 1882, il reproduit en grand, à l'Exposition de Munich, l'expérience faite par Gramme et Fontaine en 1873. Il transporte par une ligne télégraphique à 57 klm. une puis-



sance d'un demi-cheval. Le rendement, il est vrai, n'est que de 30 %, mais, avec une foi d'apôtre, Marcel Desprez multiplie ses essais, entre Vizille et Grenoble, entre Creil et Paris. Il prouve que l'emploi de l'électricité est avantageux lorsque la distance à franchir ne surpasse pas quelques kilomètres.

Pour les grandes distances, la question restait sans solution. Le courant chauffe en effet les fils et, si ceux-ci sont longs et fins, la plus grande partie de l'énergie, en vertu de ce dégagement de chaleur, est perdue en route. L'emploi de gros fils réduit bien cette perte, mais immobilise un poids de cuivre tellement considérable que toute entreprise de ce genre devient impraticable. Marcel Desprez connaissait bien le moyen de tourner cette difficulté et l'a souvent signalé. Il consiste à employer, pour les longues distances, de hautes tensions. La raison en est facile à concevoir. De même qu'on peut alimenter une turbine hydraulique puissante par une conduite de faible diamètre, si on dispose d'une haute chute ; il est possible aussi de canaliser beaucoup d'énergie électrique dans des fils fins, si on dispose de hautes tensions. S'adresser dans ce but au courant continu n'est pas possible ; la fragilité du collecteur arrête encore dans cette voie, comme elle avait arrêté les premiers électriciens. L'alternateur plus simple et plus robuste peut, au contraire, servir et les ingénieurs se sont trouvés de nouveau amenés à l'employer.

En 1881, les études remarquables du physicien Joubert avaient justement dissipé la méfiance qu'inspirait encore le courant alternatif. Restait cependant un problème à résoudre. On pouvait obtenir des courants alternatifs à haute tension, les canaliser, mais il était impossible de les utiliser à l'arrivée, les appareils d'éclairage ne peuvent les supporter, ils y présenteraient d'ailleurs de trop grands dangers. Il fallait un appareil qui abaisse la tension. Gaulard l'a imaginé, on l'appelle un transformateur. Pour juger de son utilité, il suffit de rappeler les essais faits par Gaulard et Gibbs, en 1883, à l'Exposition de Turin. A cette époque le rayon d'action d'une distribution à courant continu ne dépassait pas 5 à 600 mètres ; en employant des machines à courant alternatif installées à Turin, Gaulard éclaire à 47 km., à l'aide de ses transformateurs, la station de Lanzo. Comme il arrive malheureusement trop souvent, lorsqu'une invention est susceptible d'application industrielle immédiate, l'inventeur ne rencontre que difficultés et ennuis. On prétendit que Gaulard n'avait rien trouvé de nouveau, puis, dès que le succès fut acquis, des concurrences plus ou moins loyales lui causèrent des soucis qui ruinèrent sa santé. Il mourut à 38 ans, ayant doté l'industrie électrique de l'organe essentiel de nos grandes installations.

Il est intéressant pour nous de remarquer que l'invention de Gaulard a été précédée à de longues années par un travail de notre regretté doyen E. Bichat. En 1874, alors qu'il était professeur au lycée de Versailles, il a montré que la bobine de Rhumkorff pouvait servir à abaisser la tension. Il ne pouvait naturellement être question, à cette époque, ni d'utilisation sur les canalisations électriques, ni d'application industrielle.

Depuis les essais de Gaulard, les électriciens, devenus plus hardis, n'ont pas hésité à employer des tensions plus élevées ; à Turin, cette tension était de 825 volts, on utilise couramment aujourd'hui 100.000. Les obtenir directement est impossible, on a encore recours au trans-

formateur, qui, imaginé primitivement pour abaisser la tension à l'arrivée d'une ligne de transport de force, peut aussi servir à l'élever au départ.

Lors des expériences de Gaulard, le courant distribué était uniquement destiné à l'éclairage, il ne pouvait servir à transmettre la force motrice, le moteur à courants alternatifs étant inconnu. On doit celui-ci au savant professeur de Turin, Galileo Ferraris. Sa découverte fut publiée, en 1888, dans un mémoire intitulé : « Rotations électrodynamiques produites par des courants alternatifs ». Dès que ce travail fut connu, une puissante Société américaine télégraphia à l'ingénieur Pantaleoni d'aller demander au professeur de Turin la permission de prendre un brevet aux Etats-Unis. Pantaleoni fut très surpris lorsque Ferraris lui répondit qu'il avait travaillé dans l'unique but d'être utile à tous et qu'il n'avait pas l'intention de vendre son invention. Cela ne faisait nullement l'affaire de l'ingénieur ; il fit valoir que le meilleur moyen de rendre la découverte profitable à tous était de la confier à la Société qu'il représentait, il finit ainsi par réussir à faire accepter à Ferraris la somme insignifiante de 1.000 dollars. Ne croyez pas toutefois que le noble désintéressement de Ferraris le mit à l'abri de tout ennui. Quelques mois plus tard, il trouva dans le journal *l'Electrical World* la description de son moteur, mais fut très affecté d'en voir la découverte attribuée à l'Américain Nikola Tesla. Tesla avait en effet, en même temps que lui, travaillé la même question et était arrivé au même résultat. La Compagnie américaine, oubliant ses démarches auprès de Ferraris, s'était également adressée à lui.

L'utilité du moteur à courants alternatifs a été démontrée de la façon la plus éclatante à l'Exposition de Francfort, en 1891. A Lauffen, distant de Francfort de 177 klm., une chute de Neckar n'était pas complètement employée, 100 chevaux restaient disponibles. On eut l'idée de les utiliser pour démontrer la possibilité du transport de la puissance à très longue distance et son utilisation par les moteurs Ferraris. Le succès de cette nouveauté n'était pas certain a priori ; on craignait, par exemple, à la tension prévue de 8.500 volts, d'inévitables pertes de courant sur les 10.000 isolateurs qui soutenaient la ligne. A la suite d'essais très soignés, l'expérience a démontré que ces craintes étaient vaines ; le rendement atteignait 75 % et dépassait les expériences les plus optimistes.

Le succès de l'installation Lauffen-Francfort eut un retentissement énorme et donna une telle confiance aux électriciens qu'en quelques années ont été réalisées d'immenses installations qui distribuent au loin la lumière et la force. Les usines génératrices du Niagara en sont un exemple grandiose. Plus près de nous, en France, le littoral méditerranéen, de Montpellier à la frontière italienne, est desservi par un réseau à 50.000 volts ; la station des houillères de Ronchamp alimente toute la région entre le Doubs et les Vosges. Récemment, un réseau vient de relier le Dauphiné à la Loire, il utilise en hiver les torrents du Plateau Central, en été l'eau des glaciers et des névés alpins. C'est depuis qu'il est possible de transporter la force motrice, que la neige des hautes montagnes, devenue utilisable, a reçu le nom de houille blanche.

L'Exposition de Francfort a donc été l'origine d'un immense progrès. A ceux qui seraient tentés de nier l'utilité de ces manifestations



de l'activité industrielle, l'histoire de l'électrotechnique fournit une réponse immédiate : des expositions ont consacré toutes les grandes inventions, Gramme et Fontaine ont fait leurs essais à Vienne, Marcel Despré à Munich, Gaulard à Turin.

L'Exposition de Nancy, sans avoir provoqué d'aussi retentissantes démonstrations, n'en a pas moins été l'occasion d'un essai intéressant. La Société de Froges eut l'idée de prêter les fils d'aluminium nécessaires aux canalisations électriques, afin de montrer qu'ils pouvaient remplacer les fils de cuivre. Malgré les difficultés d'installation dans des locaux provisoires, où les incendies sont à craindre, aucun accident ne s'est produit. Toute expérience, qui, comme celle-ci, tend à augmenter les usages de l'aluminium, présente, pour l'industrie française, un grand intérêt. Tout le minerai de ce beau métal est, en effet, exploité dans le midi de la France, tandis que notre pays ne possède aucune mine de cuivre.

Malgré le développement rapide, dont je n'ai pu vous rappeler que les principales étapes, les progrès de l'industrie électrique ne se sont pas ralentis. La construction d'énormes alternateurs de 10.000 chevaux, mus par des turbines à vapeur, date d'hier ; l'emploi de l'électricité dans les mines est nouveau et bien des perfectionnements sont encore à l'étude ; nous assistons chaque jour à la mise en service de réseaux à haute tension, ou à l'inauguration de chemins de fer électriques à long parcours. Ces installations encore neuves ne sont pas en tout point parfaites ; leur exploitation, la construction des machines qui leur sont nécessaires pose encore de nombreux problèmes. Une distribution qui dessert une région étendue doit, pour fonctionner utilement, être d'une régularité parfaite, puisque tout accident prive complètement de force et de lumière de nombreuses villes et usines. Les causes d'arrêt sont cependant multiples ; les tempêtes, le givre provoquent des ruptures d'isolateurs ; la foudre, contre laquelle les appareils de protection sont fréquemment insuffisants, occasionne journellement de graves dégâts. Le voisinage des câbles de transport d'énergie n'est pas de plus sans inconvénients pour les lignes téléphoniques, les courants qui y sont induits nuisent à la clarté des communications, les ruptures de fils et leur contact entre eux peuvent être la cause de tels accidents que la question très complexe de protection des téléphones exige une rapide solution.

Plus que jamais, l'industrie électrique a donc besoin de collaborateurs instruits. Sans nier l'utilité des purs praticiens, il est clair qu'un véritable électricien doit posséder des connaissances théoriques étendues. Ces dernières seules peuvent lui permettre d'utiliser ses facultés d'invention, lui donner assez de confiance pour tenter d'heureuses innovations et, par là même, développer en lui l'esprit d'initiative.

Sait-on d'avance si une question scientifique est destinée à rester sans application ? A ceux qui, dès la découverte d'un phénomène nouveau, posaient la question : « A quoi cela servira-t-il ? » Franklin répondait : « A quoi sert un enfant qui vient de naître ? » Faraday ajoutait : « Efforcez-vous de le rendre utile. » Or, utiliser les progrès réalisés dans le laboratoire ne va pas toujours sans difficultés et il faut à l'industrie, non des aides conservant avec soin la fabrication existante, mais des hommes capables d'étudier toute nouveauté et d'en tirer profit.

Ces raisons ont fait penser qu'il était du devoir de l'Université de favoriser les progrès de l'industrie nationale en aidant à la formation des ingénieurs et, dans ce but, Ernest Bichat créa à Nancy une école d'ingénieurs électriciens, l'Institut Electrotechnique. Répondant à un besoin, il s'est développé et agrandi. A côté des dynamos ont été installées des machines à vapeur et des turbines hydrauliques ; mais c'est toujours l'idée que les études techniques doivent être établies sur de solides bases théoriques qui a servi de guide. En conservant avec soin cette saine tradition et en continuant, Messieurs les Etudiants, à compter sur votre travail et vos efforts, l'Université de Nancy espère continuer à fournir à l'industrie électrique d'utiles collaborateurs et contribuer ainsi à ses progrès.