

LEEF Infos

INP ENSEEIHT

LES UNIVERSITÉS
DE TOULOUSE
ET DE BORDEAUX

Février 2001 • Numéro 4

Lettre d'information du Laboratoire d'Électrotechnique et d'Électronique Industrielle

Edito

Les Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC) connaissent une forte dynamique dans laquelle est entré de plain-pied le CNRS avec la création d'un nouveau département scientifique, le Génie Électrique, et donc le LEEI, en partie prenante de ce domaine.

Le dossier de ce numéro de LEEI infof traite sous une forme des activités de ce laboratoire, à savoir le développement et la maîtrise de l'énergie électrique. Des événements tels que le temple de la fin de l'année 1999 ou la récente capture d'électricité intensive en Californie, étalon de la fameuse loi Economie, prouvent que ces sujets sont essentiels. Le caractère vital de l'électricité pour nos sociétés contemporaines nous impose une réflexion de fond sur sa production, sa consommation, avec des contraintes environnementales fortes. Énergie et environnement sont des axes de recherche qui confortent aussi le LEEI dans sa tradition Sciences pour l'Ingénieur (SPI).

La formation et l'usage dans le monde industriel de leurs travaux sont des préoccupations constantes des chercheurs du LEEI comme en témoigne la mobilisation des élèves ingénieurs aux métiers du Génie Électrique et de l'Automatique, notamment à travers l'emploi dans les PME.

Cet équilibre, entre les technologies de l'Information et l'énergie d'une part, entre la recherche fondamentale et ses transferts vers la formation et l'industrie d'autre part, constitue un page évident de mutualité pour ce laboratoire.

Kathérine Piquet-Gauthier

Délegate Régionale Midi-Pyrénées du CNRS

L'énergie électrique dans les systèmes autonomes

Dossier



Un nombre croissant de systèmes électriques autonomes, alimentés par des sources renouvelables.

Le rythme actuel de la consommation d'énergie conduit inéluctablement à l'épuisement des ressources fossiles, pétrole et gaz, dans seulement quelques dizaines d'années. Il devient urgent de trouver une alternative, les solutions retenues devront en plus favoriser de réelles économies d'énergie et satisfaire des contraintes environnementales devenues essentielles, ainsi que le souligne Benjamin Dessus, Directeur du programme ECOTECH au CNRS (21 p.).

L'énergie électrique : solution de choix

Dans ce panorama, de prime abord alarmiste, mais réaliste, des solutions efficaces peuvent désormais voir le jour. Soigean Arles, Maître de Conférences à l'INP-ENSEEIHT et Xavier Roboam, Chargé de Recherche au CNRS, soulignent

que, parmi celles-ci, l'énergie électrique est porteuse de beaucoup d'espoirs. Son traitement offre des rendements de conversion très élevés : 98% pour un gros transformateur, 90% pour un bon moteur électrique, à comparer aux quelque 20% de rendement des moteurs thermiques à carburants classiques. Les économies d'énergie accessibles sont donc très appréciables. Par ailleurs, l'énergie électrique est devenue très souple à mettre en œuvre grâce aux dispositifs électroniques de puissance et de commande, spécialisés du LEEI. Sa fourniture peut se faire, par exemple, à l'infini quel niveau de tension et de puissance. Son utilisation, déjà synonyme de développement et de confort, est intrinsèquement propre puisqu'elle ne produit pas d'émissions polluantes directes, ni gaz, ni bruit.

SOMMAIRE

Edito	01
Dossier	01
Recherche	04
Enseignement	05
Actualités	06
Contacts	06

Encore faut-il que sa production soit également non polluante, car l'énergie électrique se présente comme une source d'énergie secondaire, produite à partir d'énergie primaire fossile (gazole, charbon, gaz...), fossile (nucléaire) ou renouvelable (solaire, éolienne, biomasse...). En outre, elle pose deux difficultés : le stockage et le transport. Le premier se fait le plus souvent à l'aide de batteries d'accumulateurs (10 milliards de batteries sont fabriquées tous les ans), dont les performances énergétiques restent très en-deçà des carburants fossiles. Le second passe par un réseau qui constitue un "fil à la patte" encombrant et coûteux pour les zones isolées.

Dans le cas des systèmes dits "autonomes", le problème du transport par réseau de l'énergie disparaît... mais celui du stockage est encore plus aigu : d'autant que pour des impératifs technico-économiques, les puissances consommées sont du même ordre de grandeur que celles disponibles au niveau de la source, au contraire du raccordement à un puissant réseau de distribution. C'est par exemple le cas d'un mini-réseau électrique décentralisé autonome alimentant une ou plusieurs maisons. Le dimensionnement de ce type de système, appelé à se développer rapidement, est un véritable "cau-tiler" car il doit assurer la disponibilité en énergie en dépit de variations de consommation importantes.

Un exemple typique : les transports

Parmi les systèmes de transports, les véhicules individuels, par nature autonomes, provoquent pour le plupart des décisions

polluantes très récentes pour l'environnement. Il s'agit donc au cœur de la problématique "véhicule" principalement. Ils intègrent un nombre croissant d'unités électriques, tant au niveau du moteur (calculateur d'injection, capteurs, soupapes électromagnétiques...) que du confort (servotrempe centralisée, levées-vitres...) et de la sécurité (airbags, suspensions actives, ...). C'était notamment une des finalités du programme européen Prométhée/Prochip pour lequel le L2E étudiait la faisabilité d'actionneurs à commande électronique pour l'automobile. Aujourd'hui, les entités de ce programme se concrétisent : guidage assisté, radars, direction assistée électrique... Par ailleurs les solutions hybrides carburant/électricité sont de plus en plus viables. Ainsi, la puissance électrique nécessaire dans les véhicules thermiques devrait passer de 1000 W actuellement à 5000 W en 2020 ! Aujourd'hui, carburants et moteurs à combustion interne, énergie électrique et moteurs électriques, stockage électro-

chimique, électronique de commande, sont associés au sein d'architectures de plus en plus complexes et coopèrent pour assurer un fonctionnement plus sûr et moins polluant du véhicule.

Le thème de l'énergie électrique dans l'automobile est ainsi depuis plusieurs années au cœur d'études, de thèses ou de projets industriels menés au sein du L2E. (cf p.8). Il y a eu, par exemple, la conception d'actionneurs de direction assistée électrique à électronique intégrée-visant à remplacer les systèmes hydrauliques usuels trop "énergivores". La difficulté est de réaliser un dispositif à coût réduit dont le niveau d'efficacité du couple est très faible.

Comment stocker l'énergie ?

À l'heure actuelle, l'autonomie reste un frein essentiel à une meilleure pénétration de l'énergie électrique dans les systèmes non connectés au réseau. Pour surmonter cet écueil, plusieurs pistes sont explorées et le L2E s'intéresse notamment à deux d'entre elles. Il y a les nouveaux supercondensateurs, qui défilent et absorbent l'énergie plus rapidement. En les insérant judicieusement dans une chaîne de traction, la réaction des pics de puissance dans les batteries allonge leur durée de vie et apporte un gain en autonomie pouvant atteindre 10%. Deux thèses y ont été consacrées et les systèmes solaires pourront aussi bénéficier des résultats.

Malgré la voie la plus ouverte aujourd'hui est celle des piles à combustible. L'atome corécte à produire de l'électricité est l'hydrogène et à partir d'hydrogène et d'oxygène. L'hydrogène est lui aussi un vecteur d'énergie secondaire, mais sa capacité de stockage est de 30000 kWh/kg contre 10.000 kWh/kg pour l'essence et 100 kWh/kg pour les meilleurs accumulateurs actuels (Li-ion). Un projet fédérateur (EQR de l'INPT) intitulé "Des matériaux à la structure et à la mise en œuvre d'une pile à combustible dans un système embarqué" associe le L2E aux chimistes toulousains du LGC (ONRS-UPS-ONCGC), du CEMRAT (ONRS-UPS-ONCGC) et du UCCSP (INACT). Les compétences complémentaires de ces laboratoires dans les domaines de la génie chimique, des matériaux et du traitement



Exploiter l'eau et le soleil pour une électricité plus propre et plus modeste grâce à l'hydrogène et la pile à combustible. L'énergie solaire alimentant la maquette photovoltaïque (P.V.) de cette nouvelle chaîne énergétique du L2E. En arrière-plan, le directeur technique

François Vernières, Directeur depuis 1997 de l'INACT (Institut Européen de Recherche sur les Systèmes Electroniques pour les Transports, soit dans les domaines de l'aéronautique, de l'espace et des transports terrestres : www.inact-lasat.fr), a collaboré auparavant pendant plus de dix ans avec les chercheurs du L2E sur les systèmes électroniques pour l'automobile, en particulier dans le cadre de WIRGAS, laboratoire commun associant Siemens Automotive, le CNRS, l'INPT et la région Midi-Pyrénées.

Le cœur de ce travail était la traction électrique. Différentes architectures du véhicule électrique ont été étudiées, avec plusieurs types de batteries d'accumulateurs (et super-condensateurs), de motorisations et de commandes électroniques, mais toujours en considérant le système dans sa globalité. L'objectif était par exemple de déterminer l'autonomie de la voiture en fonction du profil de route et du mode de conduite. François Vernières souligne que ces travaux ont permis aux constructeurs automobiles et aux équipementiers de perfectionner leur méthodologie de conception de véhicules électriques et hybrides : en ce qui concerne les laboratoires, ces études ont constitué un champ d'expérimentation particulièrement propice au perfectionnement de l'"approche système".

de l'énergie électrique laissent augurer des solutions nouvelles pertinentes, notamment dans le domaine des piles à hautes températures.

L'approche "système"

Cette démarche inter-disciplinaire n'est pas nouvelle au GEG. Les travaux sur l'énergie électrique dans le véhicule constituent un exemple typique d'études qui, au fil du temps, ont évolué vers une vision de plus en plus globale du système. Cela a consisté, par exemple, à concevoir un véhicule comportant plusieurs sources d'énergie électrique, en effectuant des choix étroitement liés aux missions qu'il doit accomplir. Ainsi, un camion dédié au ramassage des ordures et une berline autoroutière ont des contraintes de fonctionnement très différentes. Imposer ces dernières dans le modèle a priori, c'est-à-dire dès la conception, influence sur les choix d'architecture, de dimensionnement et de gestion de l'énergie. Dans les systèmes autonomes, l'interaction entre les divers composants est complexe, le couplage est fort. Pour optimiser de tel ensemble, adapter une approche globale est plus efficace que chercher à améliorer un à un les éléments constitutifs. Aussi, à côté des trois équipes fondatrices du GEG, une quatrième équipe, baptisée "Système", a-t-elle été créée à l'automne 1998, avec une vocation naturellement pluridisciplinaire. Xavier Roboam, qui en est le responsable, ajoute que le Génie Électrique est à la charnière entre les composants et les utilisateurs. Aujourd'hui apponissent de nouvelles pistes scientifiques, précieusement orientées vers une approche systémique de la conception. C'est, par exemple, le cas de méthodes de modélisation dédiées à l'analyse et à la synthèse qui permettent de représenter de façon homogène ("unifiée") des systèmes hétérogènes couplant différents domaines de la physique.

Avec cette vision systémique, il faut prendre en compte le fait que l'électrifié doit d'abord être produit, car c'est un vecteur d'énergie secondaire. Pour cela, les chercheurs de l'équipe Système fondent beaucoup d'espoirs sur les énergies renouvelables (éolien, photovoltaïque). Déjà expérimentées en la marine, puisque dans les années 80 l'équipier Rémy étudiait au Sénégal des systèmes de pon-

page à générateurs solaires photovoltaïques pour les zones isolées, toutes les équipes du GEG travaillent depuis plusieurs années sur un véhicule solaire très performant. Son cahier des charges estime le site à l'intersection de tous les thèmes évoqués ci-dessus. De plus en plus de PME sollicitent les compétences du GEG, signe d'un intérêt croissant pour ces solutions alternatives orientées d'un nouveau marché.



Benjamin Desautels, directeur adjoint du GEG, devant un véhicule solaire à énergie photovoltaïque. Ce véhicule est actuellement en cours de développement et sera prochainement utilisé pour transporter des personnes, notamment dans le cadre d'une production alternative d'énergie électrique.

Prise de conscience

Tandis que les médias s'efforcent à décrire le NRE comme les piles de la nouvelle économie, l'opinion publique prend conscience des enjeux liés à la fois à l'énergie et à l'environnement. C'est heureux, car à notre époque où la population d'électrifié peut générer de graves conflits à l'échelle planétaire, ce sont les hommes politiques tendent à se persuader : deux milliards d'êtres humains n'y ont pas accès aujourd'hui ! Tandis que les étudiants tendent à se découvrer des formations scientifiques en général, Stéphane Actier et Xavier Roboam se réjouissent de leur engagement croissant pour les thématiques liées à l'énergie et l'environnement. Ils le constatent dans les engagements allant dans ce sens qu'ils n'ont pas tardé à introduire dans le cursus des élèves ingénieurs du département Génie Électrique - Automatique.

Contacts :

Stéphane Actier - Tél. : 05 61 58 80 58

Xavier Roboam - Tél. : 05 61 58 80 59

Stéphane Actier@elec.univ-st-etienne.fr

Xavier.Roboam@elec.univ-st-etienne.fr

Bien consommer pour mieux maîtriser l'énergie

Benjamin Desautels, Directeur du Programme ECOEVE au GEG et auteur de plusieurs ouvrages de référence sur l'évaluation du "système énergie" pour "un monde viable", estime que la problématique de l'énergie doit être considérée à la fois dans la durée, avec comme perspective les 50 années à venir, et au niveau mondial. Le cap du siècle que nous entamons est déterminant, car les démographes prévoient que la population mondiale devrait passer à 10 ou 12 milliards, la stabilisation n'intervenant qu'au alentours de 2100.

Assumer un tel développement va nécessiter beaucoup d'énergie. Benjamin Desautels souligne que la clé réside tout autant dans les choix de consommation que dans ceux de production. Produire moins d'énergie permet d'économiser des capitaux. À l'appui de la démarche productive, une approche basée sur la capacité à baisser de 20 à 40 ans pour payer l'équipement annoncé des ressources énergétiques avec des solutions respectueuses de l'environnement.

Or, dans cette démarche de réduction de la consommation, l'énergie électrique a une place prépondérante. Dans les pays du nord, où les besoins sont les plus élevés, sa contribution pourrait atteindre 50%. Parmi les scénarios envisagés par Benjamin Desautels et ses pairs, il est sans contestable qu'en 2050 une proportion de l'ordre de 20% de la production d'électricité soit locale, et non forcément centralisée comme aujourd'hui. Il s'agit d'un autre équilibre qui tend vers un niveau largement maillé, envisageable grâce aux réseaux propres des unités décentralisées.

Pour Benjamin Desautels, l'objectif de la réflexion actuelle est d'éviter d'être à l'écart dans la géopolitique en cas de problèmes énergétiques, car l'urgence est un facteur aggravant. L'énergie électrique peut contribuer très significativement à cet objectif : un réfrigérateur bien conçu, un moteur bien pensé permettent des économies d'énergie substantielles. En limitant la production d'énergie à la consommation et aux besoins, il est possible de gagner les dizaines d'années qui permettent à l'Homme d'élaborer les solutions pour garantir un développement sain et durable.



L'accueil de chercheurs étrangers au LEEI

Les relations internationales du LEEI ont plusieurs facettes, parmi lesquelles l'accueil de chercheurs étrangers pour quelques semaines ou quelques mois. En voici trois exemples significatifs.

Philippe Warcupa
Université Laval à Québec
Canada

Le Professeur Philippe Warcupa a collaboré de 1989 à 1992 avec l'équipe machines et actionneurs du LEEI, dirigée par Michel Lajoie-Mazenc, Directeur de Recherche au CNRS. Depuis 1992, il travaille avec Thierry Meynard, de l'équipe convertisseurs statiques, Chargé de Recherche au CNRS. Ces collaborations ont été concrétisées par plusieurs réalisations et échanges.

Philippe Warcupa souligne que les deux équipes du LEEI avec lesquelles il a coopéré ont eu une influence majeure sur les réalisations et le savoir-faire de son laboratoire, le LEEIPC. L'aptitude des chercheurs du LEEI à diffuser et à partager leur approche conceptuelle et leur démarche de synthèse constitue d'après lui l'aspect le plus valorisant de cette collaboration. Au cours des dix dernières années, le caractère bidirectionnel des échanges de savoir-faire entre les deux laboratoires s'est amélioré, compte tenu de la maturité atteinte par le LEEIPC. Le succès et les résultats de la collaboration s'expliquent, au-delà de la qualité des relations humaines, par la synergie entre la profonde démarche de synthèse du LEEI, jalonnée de réalisations concrètes, et la pragmatisme d'une certaine recherche canadienne. Celle-ci est, en effet, souvent structurée autour de petites entités de quelques chercheurs contraintes à pratiquer une recherche multidisciplinaire soutenue par des équipes techniques motivées. La recherche systématique d'une réalisation concrète à court terme y est privilégiée pour faciliter un transfert rapide vers l'industrie.

Alan Williamson
University of Manchester Institute of Science and Technology (UMIST)
Angleterre

Le Professeur Alan Williamson a été professeur invité au LEEI durant le mois de mai 2000. Il a travaillé avec l'équipe Machines et Mécanismes Electroactifs (EM2), et notamment le Professeur Bertrand Nogaro. Le groupe "Electrical Energy" de l'UMIST, auquel il appartient et qui est le plus grand groupe de recherche sur le sujet en Grande-Bretagne, perpétue une activité de recherche de plus de cent ans sur les machines électriques et leur contrôle. Les travaux les plus récents portent, entre autres, sur le stockage et le transport de l'énergie électrique, les énergies renouvelables, la conception des machines électriques, le chauffage par induction pour la production d'acier, les transports, les entraînements à vitesse variable, etc.

Dès lors, les collaborations entre l'UMIST et le LEEI, nées à l'occasion de programmes de recherche européens, se sont vite intensifiées compte tenu des nombreux sujets d'intérêt communs traités dans les deux laboratoires. Parmi les premiers travaux menés conjointement, le développement d'un nouveau type de moteur à aimant permanent tient une place de choix. Il était donc naturel que le LEEI accueille Alan Williamson, dont c'est le domaine d'expertise, pour pousser plus avant l'étude de ce sujet.

Ce contact privilégié devrait permettre de renforcer les relations entre les deux laboratoires et d'étendre les échanges à d'autres groupes et thèmes de recherche. Alan Williamson effectuera d'ailleurs un nouveau séjour au LEEI au printemps 2001.

Alexandre Khuvani
Université Polytechnique de Tirana
Albanie

Alexandre Khuvani a préparé sa thèse au LEEI sous la direction du Professeur Jean Faucher. Après avoir soutenu en 1989, il est rentré en Albanie, où il est devenu Professeur à l'université polytechnique de Tirana. Sa reprise de contacts professionnels avec le LEEI date de 1997, à l'occasion de travaux sur l'identification des paramètres du modèle d'un ensemble machine/convertisseur, appliqué aux machines synchrones puis aux machines asynchrones. Il a ensuite été professeur invité au LEEI trois mois en 1998, puis un mois en 2000, et devrait l'être également en 2001.

Dirigeant un groupe de recherche en électronique de puissance et en génie logiciel dans son pays, Alexandre Khuvani souhaite ardemment, tout comme Jean Faucher, que les relations entre les deux laboratoires soient étendues et amplifiées. L'université de Tirana a bien progressé scientifiquement grâce à sa collaboration avec le LEEI, à tel point qu'aujourd'hui des apports réciproques sont tout à fait envisageables.



De l'école à l'entreprise



Bloc de programmation de données industrielles sur réseau Ethernet
Leroy Automatique Industrielle

Depuis plusieurs années, le Département de Formation "Génie Electrique et Automatique" (GEA) de l'ENSEEHT rapproche ses élèves ingénieurs du monde industriel. Deux manifestations sont même dédiées à cette fin : une "Journée de sensibilisation aux métiers du Génie Electrique et de l'Automatique" pour les élèves de 1ère année, et un "forum PME" qui s'adresse aux étudiants de 1ère année.

Sensibilisation aux métiers du GEA...

Le 3 octobre 2009, les étudiants de 1ère année GEA ont donc participé à une journée de sensibilisation au monde de l'entreprise. Comme le précise Pierre Aloisi, ancien responsable du laboratoire d'applications semi-conducteurs de puissance chez Motorola, cette journée est l'annonce de la transition entre vie scolaire et vie professionnelle. Au cours du cycle de trois ans, l'apprentissage théorique décroît au profit de la pratique et de l'immersion dans le secteur industriel, notamment via des stages. Que se passe-t-il

dans l'entreprise, comment y travaille-t-on, comment y vit-on ? Chaque intervenant de la journée apporte des éléments de réponse sur la gestion industrielle des projets, les modes de collaboration en équipe, les relations clients/fournisseurs, etc.

L'objectif est d'ouvrir l'esprit des étudiants en précisant le rôle charnière des trois années d'études. Pierre Aloisi fait l'analogie avec les voies ferrées : les transitions brutales entre les portions de rails ont été remplacées par des biseaux d'un mètre, ce qui les rend imperceptibles pour le voyageur. Dans cette optique, des intervenants ont été choisis parmi les jeunes diplômés car ils s'expriment avec des mots d'étudiants.

Quant à la spécificité de la formation en Génie Electrique et Automatique, Pierre Aloisi estime qu'elle réside dans les qualités d'adaptation qu'elle donne aux élèves. Les ingénieurs formés sur les courants forts et les techniques de contrôle sont aptes à exercer leur profession dans des

thématiques très diverses, telles que l'électricité, la mécanique, la thermique et plus généralement la maîtrise de l'énergie. Au contraire des formations de type informatique, ces connaissances générales de physique leur donnent accès à de nombreux secteurs.

... et "Forum PME"

Pour expliquer la genèse de ce forum, Jean Leroy, PDG de LEROY Automatique Industrielle, PME dynamique de la région toulousaine, souligne la volonté de donner aux étudiants une vue équilibrée du marché de l'emploi, dans un environnement où la notoriété des grands groupes fait de l'ombre aux petites structures. Le 29 septembre dernier, les débats portèrent sur les attentes des PME en matière de recrutement d'ingénieurs, sur la carrière d'un ingénieur dans une PME, sur la problématique de la création d'entreprise, avec des questions plus précises sur les activités liées à l'automobile par exemple. Jean Leroy note que ces sujets ont permis de mettre en relief les particularités technologiques très pointues des PME alliées à une souplesse, une simplicité et un caractère humain plus poussés que dans une multinationale. Les intervenants ont insisté sur le fait que la période actuelle est propice à la mobilité professionnelle.

Outre les interventions programmées lors de ces deux manifestations, Pierre Aloisi et Jean Leroy s'accordent à souligner la richesse des échanges lors des pauses cafés et repas. Ces moments privilégiés de convivialité permettent des discussions informelles à bâtons rompus particulièrement appréciées des étudiants.

Contact : Maria David
Tél. : 05 61 58 82 52

Maria.David@eei.enseeh.fr

ADEPLAS : pour des films plastiques recyclables

Lancé il y a 3 ans, le projet ADEPLAS a pour but de permettre l'utilisation de films de polypropylène, matière qui présente l'énorme avantage d'être aisément recyclable. Toutefois, il est nécessaire de corriger ses propriétés de surface, car elles sont insuffisantes au regard aux contraintes industrielles (collage, adhésion des encres). Le principe du traitement consiste à soumettre le film à des décharges électriques dans une atmosphère contrôlée afin de modifier les propriétés de la surface.

A partir de la description physique des phénomènes, le LEEI a défini un modèle macroscopique permettant d'étudier les interactions entre la charge non linéaire que constitue le dispositif de décharge et l'alimentation électrique du système. Grâce à ce modèle, la recherche de la



meilleure adéquation entre le mode d'alimentation et le régime de décharge recherché a pu être menée.

Ce projet, soutenu par le ministère en charge de la Recherche, est piloté par la société Air Liquide et regroupe Minigrip, CIRTEM, Biophy Research et quatre laboratoires associés au CNRS : le CRAT, l'ICSI*, le LEEI et le LG2T**.

Grâce à sa spécialité dans le Génie Électrique, et dans l'optique d'une approche "SYSTÈME", le LEEI a été amené à établir le lien entre les approches essentielles physiques et l'application finale, dans la recherche du compromis le plus satisfaisant. L'étude confiée au LEEI est aujourd'hui terminée et le projet en est à sa phase de prototypage avant industrialisation.

CNRS - Centre d'Optique et Photonique Appliquées de Toulouse

ICSI* - Institut de Chimie des Surfaces et Interfaces de Toulouse

LG2T** - Laboratoire de Génie Électrique de Toulouse

Contact : Hubert Fiquet

Tel : 05 61 58 82 81

Hubert.Fiquet@leei.enseei.fr

Pour en savoir plus

Laboratoire d'Électrotechnique et d'Électronique Industrielle

Direction : Yvon Chéron

Yvon.Cheron@leei.enseei.fr

Tel : (05) 65 61 58 82 88

Fax : (05) 65 61 63 88 75

www.leei.enseei.fr

Département de Formation en Génie Électrique et Automatique

Direction : Maria David

Maria.David@leei.enseei.fr

Tel : (05) 65 61 58 82 82

Fax : (05) 65 61 63 88 75

www.enseei.fr/formations/eei

Adresse postale :

895 83987

2, rue Charles Camille BP 7122

31007 Toulouse Cedex 7

www.enseei.fr

Directeur de Publication :

Yvon Chéron - Directeur du LEEI

Bureau : Press. & Tech

Centre d'Affaires

10, avenue Henri Barbusse 32000 Espagnou

Tel : 05 65 65 72 22 - Fax : 05 65 65 72 26

www.presse-tech.fr

Rédacteur en chef : Pascal Chénouat

800 en num.

Tous droits réservés

Le Professeur Max Marty prend sa retraite

Jeune ingénieur NT, Max Marty intègre en 1961 le Service Electro-technique de l'école alors dirigé par le Professeur Max Témié Solier, fondateur du LEEI.

Devenu Maître de Conférences, il prend la direction du LEEI et du département de formation en 1967. Dès lors, avec ses collègues, il oriente nettement les recherches puis l'enseignement vers des thématiques nouvelles : électronique de puissance, machines à commutation électronique, commande de ces machines... Autant de domaines dans lesquels le LEEI bâtit sa notoriété. Malgré ses multiples attributions, il a, en outre, toujours mené des recherches sur les transports urbains en site propre.



Grand défenseur et promoteur du Génie Électrique, aussi bien en France qu'à l'étranger, Max Marty a notamment été un membre actif du Comité National de la Recherche Scientifique

et de la 63ème section du Comité National des Universités, et a participé grandement au développement des Relations Internationales. Il a assumé bien d'autres responsabilités telles que celles du DEA Génie Électrique, la présidence du Club EEA, la direction des études de l'INPT. Sa carrière sera surtout marquée par sa présidence de l'INPT, de 85 à 91.

Le LEEI souhaite à Max Marty une longue et paisible retraite.

Yvon Chéron - Directeur du LEEI