

Transfert de savoir IUT-Entreprise

Le traqueur solaire voit le jour!

La centrale solaire LumiWatt de l'association CD2e à Loos en Gohelle (62) lors de son inauguration. Au premier plan, Fabrice Robert et Jean-Paul Bécar.



Nous vous exposons aujourd'hui les raisons qui ont conduit un groupe d'étudiants de licence professionnelle à **concevoir et chiffrer l'étude mécanique d'un traqueur solaire autonome à deux axes** pour une société de conseils.

Après trois années de pratiques pédagogiques relatives au domaine photovoltaïque, le projet de traqueur solaire a pu voir le jour, **offrant dès lors aux enseignants-chercheurs de connaître un terrain d'applications et aux étudiants de vivre durant leur formation les problématiques liées à un projet industriel.**

C'est la plateforme technologique

de l'IUT de Valenciennes avec les connexions aux bases de données documentaires et l'usage d'un logiciel de conception mécanique assisté par ordinateur qui a permis la finalisation de l'étude. Les transactions financières ont pu être effectuées par l'organisme interface entreprises/Université.

Rassemblés autour d'une passion commune, l'astronomie pour le premier auteur et les calculs astronomiques pour le second auteur, les enseignants ont collaboré à la mise en commun de savoirs et savoir faire aussi bien pratiques que théoriques. Une première partie précise les connaissances élémentaires nécessaires à la compréhension du mouvement solaire. Elle relate des expériences faites dans le cadre de la fête de la science.

La seconde partie est plus technique. Forts de leurs connaissances sur la course du soleil, les étudiants du département Génie Electrique ont alors proposé à leurs enseignants de nouvelles idées, des thèmes d'études et d'approfondissement et de leurs réalisations. Enfin, la troisième partie relate l'historique

de la collaboration industrielle. Une société de conseil voulait acquérir de nouvelles compétences dans le domaine des énergies nouvelles en général et dans le domaine porteur de l'énergie photovoltaïque en particulier.

Le solaire pour tous

Le modèle géocentrique: le mouvement apparent des astres dans le ciel en général et du Soleil en particulier a été utilisé de nombreux siècles par les navigateurs, les astronomes et les prévisionnistes de l'époque pour la constitution de calendriers. Basé sur les travaux de Ptolémée, essentiellement composé d'observations et de mesures, ce modèle géocentrique a servi à réaliser des outils comme les sphères armillaires.

La sphère armillaire permet, en s'affranchissant de la trigonométrie sphérique, de mesurer la position des astres par simple visée (voir www.helioclim.net/sun.appletsolar_fr.html). Des œuvres d'art comme les globes de Coronelli (Pelletier 1993), actuellement expo-

sés à la BnF se sont également appuyées sur ce modèle. C'est encore ce modèle qui est exploité actuellement dans les planétariums à des fins ludiques et pédagogiques. Il a constitué le point de départ d'une aventure humaine, scientifique et technique. L'IUT a vu se rassembler autour de cette dynamique, en premier lieu les étudiants de la spécialité Génie Electrique, les jeunes enfants des écoles primaires du secteur et une entreprise. Les premiers pas vers le solaire ont été effectués dans le cadre de projets encadrés pour des étudiants du DUT Génie Electrique, de la licence professionnelle Electronique Embarquée, d'élèves ingénieurs venant suivre un stage d'initiation à la recherche. Un logiciel d'animation de la course du soleil dans le ciel basé sur le modèle géocentrique de Ptolémée a servi d'abord d'application élémentaire à la programmation objet[1]. Il indique de manière approximative les heures de lever et de coucher du soleil pour une latitude donnée. Les aspects d'initiation à l'astronomie solaire ont retenu l'attention de professeurs des écoles participant désormais

Analyse fonctionnelle du traqueur solaire deux axes

Aquitaine Bordeaux Campus

FP1 : Orienter le panneau photovoltaïque en fonction de la position du soleil

FC1 : Etre adaptable à tous types de panneaux.

FC2 : Etre transportable et simple à mettre en place.

FC3 : Résister au milieu ambiant.

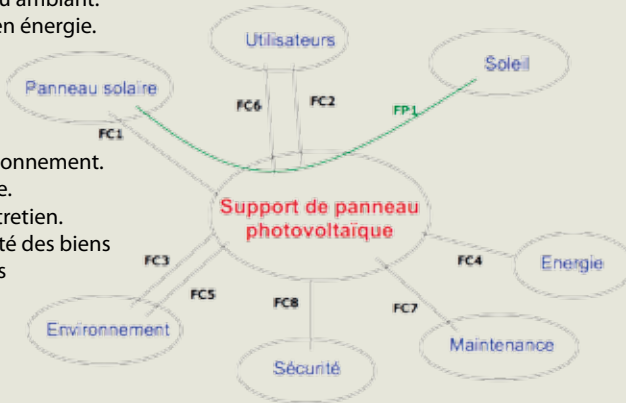
FC4 : Etre autonome en énergie.

FC5 : Respecter l'environnement.

FC6 : Etre économique.

FC7 : Etre simple d'entretien.

FC8 : Assurer la sécurité des biens et des personnes



avec leurs classes à la fête de la science, événement annuel de découverte scientifique en France[2].

L'atelier de la Course du Soleil

Initialement, la course du soleil était un projet encadré d'étudiants sur l'exploitation des bibliothèques graphiques 3D du logiciel Matlab® pratiqué dans leurs cursus. L'outil logiciel a trouvé de nombreuses applications (Robert et al., 2007) dont en particulier une exploitation dans le cadre de la Fête de la science. Basé sur le modèle géocentrique de Ptolémée, le logiciel offre aux jeunes la possibilité de visualiser la course du soleil à une date et une latitude données, les heures de lever et coucher de soleil et le calcul de la durée du jour (voir Fig. 1 au centre).

L'atelier du Théodolite

En complément du logiciel de la course du soleil, un théodolite de conception artisanale permettant la mesure de l'azimut et de l'élévation du soleil (Robert et al., 2007) a été réalisé. Le cahier des charges proposait les éléments suivants : simple à construire par des enfants de 10 à 12 ans, facile à utiliser, ergonomique, à vision sécurisée, ne faisant pas usage de lames ni de pointes. La solution pratique retenue est basée sur une boîte d'archive. Une boussole complète le matériel. L'atelier théodolite lors de la Fête de la science a consisté à terminer l'appareil de mesure (Fig. 1 à gauche).

L'atelier du planétarium

Prêté par le forum départemental des sciences de Villeneuve d'Ascq, par ailleurs membre du comité de pilotage de la Fête de la science, le planétarium (Fig. 1 à droite) a été installé pour la semaine dans les ateliers du département Génie Electrique et Informatique Industrielle. Il accueille une trentaine d'enfants. La structure gonflable est composée de trois éléments. Un ventilateur, un dôme hémisphérique de 7 m de diamètre et un projecteur planétaire. Ce dernier est constitué de 3 projecteurs, deux sont dédiés aux hémisphères et le dernier placé sur le plan de l'écliptique reçoit des torches lumineuses symbolisant les planètes, le soleil, la lune. Le planétaire peut être animé et projeter les étoiles sur le dôme. L'atelier planétarium s'inscrit dans le programme des classes élémentaires et les enfants ont été préparés par leurs professeurs des écoles.

La participation et la forte implication des étudiants du département GEII lors de cette manifestation annuelle ont nourri un questionnaire sur l'énergie solaire et plus spécialement l'énergie photovoltaïque. Ainsi, des premiers prototypes de traqueur solaire



Figure 1. Les ateliers d'astronomie de gauche à droite : le théodolite, la course du soleil, le planétarium.

manuel à mécanique élémentaire entièrement réalisés par les étudiants ont favorisé la découverte des performances de cellules et de modules photovoltaïques [3,4].

Le côté élémentaire, donc restrictif, de ces premiers prototypes a motivé les acteurs pour l'étude, la réalisation et l'utilisation d'un nouveau prototype de traqueur solaire cette fois-ci automatisé. La définition des cartes électroniques, la programmation des servomoteurs, la connexion du système à un PC industriel ont nécessité une partie des ressources de la plateforme technologique du département Génie Electrique [5].

L'exploitation de ce système s'est faite à la fois localement mais aussi dans le cadre de programme d'échanges Erasmus par l'accueil pour une durée de trois mois de stagiaires finlandais et polonais. C'est ainsi qu'à partir de cette base de connaissance et de savoir faire une société de conseil a pris contact avec les enseignants pour le financement d'une étude mécanique de traqueur solaire autonome.

L'électronique embarquée...

Le synoptique général de la maquette du traqueur solaire à deux axes est donné en figure 2. Il se compose de quatre étages. À partir de la latitude du lieu d'installation et de la date, le premier étage, basé sur le modèle de Ptolémée, fournit au système les coordonnées locales du soleil, mesurées en degrés. Ces coordonnées représentent les entrées du second étage du dispositif qui renvoie les valeurs en tension correspondantes aux angles d'azimut et d'élévation. La relation choisie est linéaire pour une mise en œuvre rapide.

Le troisième étage concerne la partie électronique embarquée. La carte électronique commande les servomoteurs par des signaux à modulation de largeur d'impulsion appelés signaux MLI établis depuis les tensions représentatives de l'azimut et de l'élévation locales. L'étage transforme alors ces tensions

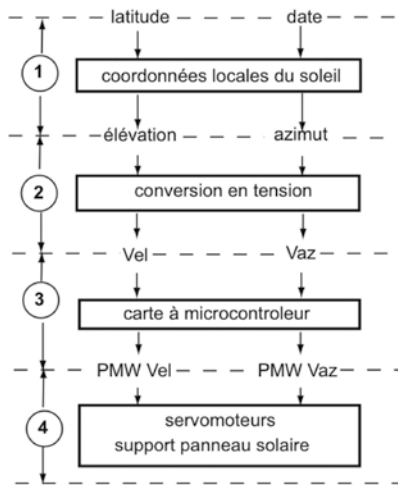


Figure 2. Synoptique du prototype de traqueur solaire deux axes.

analogiques en impulsions de commande des deux servomoteurs.

Le dernier étage est la partie mécanique du support. Il possède un mât vertical sur lequel sont fixés les deux servomoteurs qui déplacent le panneau solaire en azimut et élévation. Un bornier est placé à la base du mât pour assurer la commande. Le prototype final a été réalisé en deux exemplaires pour des raisons de dimensionnement des cellules photovoltaïques.

Le savoir faire du département Génie Electrique attaché à ce prototype de traqueur solaire (voir figure 3) a attiré l'attention d'une société de consulting qui voulait ne pas manquer le train du développement durable, s'appuyer sur le monde universitaire et élargir ses compétences aux énergies nouvelles dont le photovoltaïque. Le projet de définition, du dimensionnement et de la conception d'un traqueur solaire à deux axes a ainsi pris corps. Le traqueur solaire intègre une partie électronique qui est du domaine

Figure 3. Essais du prototype de traqueur solaire deux axes.



de compétence du département Génie Electrique mais aussi une partie mécanique domaine de spécialité du département Génie Mécanique.

...et une étude mécanique poussée

La société partenaire souhaite acquérir les plans de construction et connaître le coût de réalisation d'un traqueur solaire deux axes autonome capable de supporter un panneau solaire photovoltaïque de dimensions 1476 x 659 x 35 mm pour un poids de 12,8 kg et résistant à un vent de 120 km/h.

L'étude a été confiée à un groupe de six étudiants de la licence Chargé de Projet en Conception Mécanique Assistée par Ordinateur, CP-CMAO, encadré principalement par un enseignant du génie mécanique. Ce dernier s'est appuyé sur les savoir-faire d'un enseignant du génie électrique et d'un enseignant-chercheur de mathématiques appliquées.

Le groupe d'étudiants s'est d'abord défini un chef de projet qui a établi l'ordonnancement des tâches au moyen du diagramme de Gantt issu du diagramme pieuvre et de l'analyse fonctionnelle du traqueur (voir figure 4).

Le calcul et le dimensionnement du moteur d'azimut et du vérin d'élévation du dispositif ont fourni les contraintes mécaniques nécessaires à la représentation graphique des différents composants sous CATIA®. Le calcul de résistance de la structure en l'occurrence les sollicitations sur le fourreau du support et le coût de l'usinage ont été faits à l'aide du même logiciel.

L'étude complète rassemblant tous les éléments ci-dessus et la série des plans A3 cotés a donné lieu à un contrat avec l'industriel via Valutec [6].

L'étude remise à la société a été utilisée dans le cadre d'un appel d'offres plus général. La société n'a pas été retenue. Par ailleurs, l'expérience acquise dans ce domaine a contribué à enrichir le dossier de création de la licence professionnelle développement durable ouverte à l'IUT de Valenciennes depuis 3 ans.

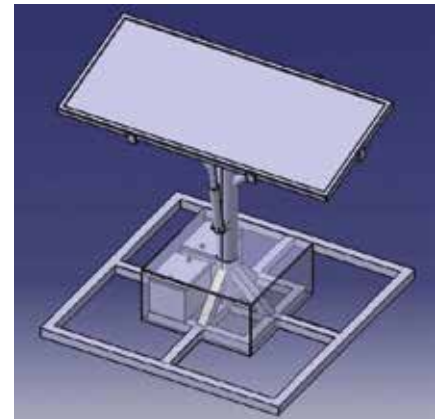


Fig 5. Support mécanique d'un panneau photovoltaïque.

Références

1] Un exemple de projet pluridisciplinaire: Modélisation dynamique et mesures de la course du soleil, Robert F., Bécar J.P., Canonne J.-C., Actes du 13ème Colloque National de la Recherche en IUT, Thionville, 31 mai-2 juin 07.

2] La fête de la science comme révélateur, Jean-Paul Bécar, Laurent Vermeiren, Fabrice Robert, Jean-Charles Canonne, Dominique Renaux, Géraldine Longé, 15ème Colloque National de la Recherche en IUT, 8, 9, 10 juin 2009 Lille.

3] Dispositif expérimental d'analyse des performances de cellules photovoltaïques, Bécar J.P., Robert F., Canonne J.-C., Vermeiren L., exposé au 7ème colloque sur l'enseignement des technologies et des sciences de l'information et des systèmes, CETSI 08, 27 au 29 octobre 2008, Bruxelles.

4] Dispositif expérimental d'analyse des performances de cellules photovoltaïques, Jean-Paul Bécar, Fabrice Robert, Jean-Charles Canonne, Laurent Vermeiren, J3eA Vol. 8 No. HORS SÉRIE 1 (2009) Special Edition: CETSI 2008 <http://www.j3ea.org/ref1009>.

5] Prototype de traqueur solaire à deux axes, Robert F., Bécar J. P., Alexief J.L., Canonne J. C., Vermeiren L., Fabrice Robert, actes du colloque CETSI 2010, Grenoble 8 au 10 mars 2010.

6] Contrat d'étude exploratoire (LL080602) entre la société AXIA, 171 rue Solférino 59000 Lille SIRET 42883796700036 et Valutec, C3T Université de Valenciennes-Le Mont-Houy BP 90014 59314 Valenciennes CEDEX 9 portant sur la conception et le dimensionnement mécanique d'un système support d'un panneau photovoltaïque de 1 m² orientable selon 2 axes. 30 avril 2008.



Découvrez
la nouvelle boutique
en ligne !



Retrouvez toute
l'actualité de vos IUT sur...

www.espriut.fr

ABONNEZ-VOUS
1 AN POUR 4 NUMÉROS

12 € au lieu de 16 €

Retrouvez
EsprIUT sur



www.bgcom.fr
règlement par carte bancaire

OUI!

JE M'ABONNE À
ET J'ÉCONOMISE 4 EUROS

EsprIUT
le magazine des IUT de France

Je découpe ou photocopie ce bulletin et je l'envoie accompagné de mon règlement à : BG Conseils - BP 90312 - 27003 Evreux Cedex 3
Je règle la somme de 12 Euros pour un abonnement de 1 an par chèque bancaire ou postal à l'ordre de BG COMseils

Nom Prénom

Société

Adresse

Code Postal Ville

Tél. E-mail Date