

Gesi

N°93 // JUIN 2019 // 38^e ANNÉE



Autour du colloque de Longwy

LONGWY - PORTE DE FRANCE
© Adobe Stock

édito



Pour tout savoir sur l'histoire de GeSi, consulter le site :
<https://gesi.iut.fr/>

Merci à l'équipe de Brive pour ce beau travail.

46° colloque Pédagogique National des Départements Génie Électrique et Informatique Industrielle. Département GEII de l'IUT Henri Poincaré de Longwy

Dans la continuité de la 45^e édition du colloque GEII qui s'est déroulée à Nîmes, deux commissions sont orientées industrie du futur (Industrie 4.0). La première est consacrée aux Automatismes Avancés, la Cobotique et les Jumeaux Numériques, et la deuxième à l'Internet des Objets (IOT). Ces deux commissions rapprochent des présentations d'industriels sur les solutions et innovations proposées dans ces domaines, ainsi que des retours d'expériences de collègues. Une troisième commission porte quant à elle sur les pratiques innovantes de l'enseignement de l'Anglais et en Anglais en GEII. Elle se déroulera sous forme d'exposés et de tables rondes sur les pratiques innovantes utilisées et envisageables dans l'enseignement de l'Anglais.

Notre colloque est un moment privilégié qui allie travail, rencontres, discussions, retrouvailles et convivialité. C'est aussi un salon d'expositions et de démonstrations, de plus de 200 m² de stands, qui accueille nos partenaires industriels, fabricants de matériels pédagogiques et prestataires de services. Ceux-ci présentent leurs nouveautés technologiques à de nombreux collègues enseignants spécialisés et responsables des achats venant des 51 départements GEII de France métropolitaine et d'outre-mer. Une partie de ces partenaires industriels propose bien entendu des ateliers pour vous montrer leurs derniers produits et vous faire participer à des travaux pratiques, de simulations et de démonstrations d'utilisation de matériels pédagogiques et logiciels professionnels.

Bienvenue dans notre belle petite ville de Longwy pour ce moment si important et très convivial de la vie de la communauté GEII de France. Cela d'autant plus qu'en cette année 2019, l'IUT Henri Poincaré de Longwy et son département GEII auront fêté leurs 50 ans d'existence. Il était temps de nous retrouver.

Marouane ALMA, Chef du Département GEII de Longwy



Revue des départements Génie Électrique & Informatique Industrielle des Instituts Universitaires de Technologie
Directeur de la publication : Patrice Guillerm - Responsable du comité de rédaction : Gino Gramaccia - gino.gramaccia@u-bordeaux.fr
Comptabilité : Monique Thomas
Comité de rédaction : Rémy Gourdon, Florence Hénon, Christian Pécoste, Didier Roques, Carlos Valente
Impression : Imprimerie Laplante - 3, impasse Jules Hetzel - 33700 Mérignac - Téléphone : 05 56 97 15 05 - e-mail : pao@laplante.fr
Crédit photos : GettyImages, Adobe Stock - Dépôt légal : Juin 2019 - ISSN : 1156-0681

sommaire

- Édito de Marouane ALMA p 2

AUTOUR DU COLLOQUE DE LONGWY

- Commission 1 : Pratiques innovantes de l'enseignement de l'Anglais et en Anglais en GEII p 4

Pierre-Olivier LOMBARTEIX (IUT de l'Indre) / Hélène BONNIN (IUT d'Angers)

- Commission 2 : Automatismes Avancés, Cobotique et Jumeaux Numériques p 5

Thierry GLAISNER (IUT de Ville D'Avray) / Cédric DELATTRE (IUT de Longwy)

- Commission 3 : Commission Internet des Objets (IOT) p 6

Jean Louis SALVAT (IUT de Nice Côte d'Azur) / Laurent LAVAL (IUT de Villetaneuse)

SCIENCES & TECHNOLOGIES

- Cinquante nuances de CEM p 7

Jean-Marc DIENOT (IUT Tarbes, Université P. Sabatier)

- Impression de circuit imprimé électronique par méthode additive p 12

Jean-Noël BOUTIN (GEII Brive-la-Gaillarde) / Michèle LALANDE (GEII Brive-la-Gaillarde)

Carlos VALENTE (GEII Brive-la-Gaillarde)

- L'environnement NODE-RED pour l'enseignement des données structurées, des réseaux industriels et de la supervision p 14

Serge BOUTER (GEII de Bordeaux) / Damien BLANCHARD (GEII de Bordeaux) / François DEMONTOUX (GEII de Bordeaux) / Martial LEYNEY (GEII de Bordeaux) / Laurence PERRIER (GEII de Bordeaux)

- Les énergies renouvelables au département GEII de Longwy p 18

Olivier DI PILLO (IUT Henri Poincaré de Longwy) / Angel SCIPIONI (IUT Henri Poincaré de Longwy)

Damien GUILBER (IUT Henri Poincaré de Longwy) / Edouard RICHARD (IUT Henri Poincaré de Longwy)

Marouane ALMA (IUT Henri Poincaré de Longwy) / Harouna SOULEY ALI (IUT Henri Poincaré de Longwy)

HORIZON SCIENCES HUMAINES

- Enseignement de l'anglais en GEII à l'IUT A de Villeneuve d'Ascq p 24

Pierre LAPLACE (Professeur d'anglais Département GEII, IUT A Université de Lille)

- Activités à l'international du Département GEII de l'IUT A-Université de Lille année 2019 p 25

Arnaud CAILLIER (Professeur d'anglais IUT A et Adjoint au Directeur en charge des Relations Internationales)

Patricia GARAU (Professeur d'anglais au Département GEII)

- Retour vers le futur : Mais pourquoi enseigner l'anglais ? (GESI n°1, 1981 p.15) p 26

Francis WALLET (IUT A de Lille)

- Expérience pédagogique partagée : prendre du recul avec le retour d'expérience p 27

Florence HENON (GEII Chartres)

- Blocs de compétences : work in progress p 29

Rémy GOURDON (IUT de Nantes)

- Les compétences en management de projet p 32

Sandrine PAYAN (IUT de Bordeaux) / Gino GRAMACCIA (IUT de Bordeaux)

AUTOUR DU COLLOQUE DE LONGWY

Commission 1

Pratiques innovantes de l'enseignement de l'Anglais et en Anglais GEII



Pierre-Olivier LOMBARTEIX (*IUT de l'Indre*)
Hélène BONNIN (*IUT d'Angers*)

Informations

Public visé : enseignant.e.s d'anglais, enseignant.e.s d'autres disciplines utilisant l'anglais dans leur enseignement.

Classe inversée, classe renversée, pédagogie par projet, apprentissage par problème, outils numériques, enseignement distanciel, immersion, cours intensifs, les pratiques innovantes dans l'enseignement en général et des langues en particulier sont aussi nombreuses que variées. L'objectif des travaux de cette commission sera donc de dresser un panorama des pratiques innovantes utilisées dans l'enseignement de l'anglais et en anglais dans les départements GEII de France.

À travers des échanges et des comptes rendus d'expériences, une typologie des pratiques innovantes devrait ainsi apparaître au cours des travaux de cette commission.

Mais si l'état des lieux est l'objectif premier de cette commission, il n'en est pas pour autant la finalité. Les travaux viseront également à permettre un échange entre les professionnels de l'enseignement afin de transmettre expérience et bonnes pratiques, tout en permettant aussi de répondre aux attentes de collègues désireux de mettre en place une démarche innovante sans avoir forcément les outils pour le faire.

Outre les présentations et interventions de collègues de langues et d'autres disciplines, une session d'échanges de type swap shop est donc prévue au cours du colloque.

Planning

Jeudi 23/05/2019 :

8h00 – 8h15 : Présentation globale de la commission (*Pierre-Olivier Lombarteix de l'IUT de Châteauroux et Hélène Bonnin de l'IUT d'Angers*).

8h15 – 10h00 : Chrys Mitchell + Marieke de Koning / Innovalangues (*Université Grenoble – Alpes*) + Cours Hybride (*Séverine Grosselin, Polytech'Orléans*).

10h00 – 10h45 : Pause Exposants.

10h45 – 12h00 : Exposé de Chantal Beaujean de l'IUT de Kourou.

12h00 – 13h30 : Pause Méridienne.

13h30 – 14h45 : Le S4 en anglais par Bernard Caron de l'IUT d'Annecy.

14h45 – 15h15 : Pause Exposants.

15h15 – 15h35 : Concours robotique par Xavier Lemaire de l'IUT de Ville d'Avray.

15h35 – 16h00 : Semaine internationale par Hélène Bonnin de l'IUT d'Angers.

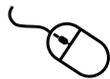
Vendredi 24/05/2019 :

8h30 – 10h30 : Atelier d'échanges : table ronde autour de différents intervenants : Charlotte Pellet de l'IUT de Grenoble + Job-dating par Hélène Bonnin de l'IUT d'Angers...

10h30 – 11h00 : Pause Exposants.

Commission 2

Automatismes avancés, Cobotique et Jumeaux Numériques



Thierry GLAISNER (IUT de Ville D'Avray)
Cédric DELATTRE (IUT de Longwy)

Informations

L'industrie du Futur, ou Industrie 4.0 est aujourd'hui une réalité. De plus en plus de sites de production ont fait le pas. Les nouvelles technologies deviennent donc dès aujourd'hui des préoccupations des IUT GEII, et devront intégrer le prochain PPN afin de préparer au mieux nos étudiants à ces nouveaux environnements numériques et à l'évolution des métiers de l'industrie.

L'an dernier, au colloque de Nîmes, une commission s'était déjà intéressée à cette thématique, mais beaucoup de questions techniques étaient restées en suspens.

Cette année, nous souhaitons entrer un peu plus dans l'étude des technologies industrielles innovantes en partant d'exemples d'utilisation. Parmi celles-ci, nous nous intéresserons à trois domaines qui sont particulièrement dynamiques actuellement :

- **les évolutions les plus récentes des automatismes : pilotage de robots par motion control, standards émergents (IO-Link) ;**
- **les robots coopératifs et leurs problématiques en termes de sécurité ;**
- **les jumeaux numériques ou usine virtuelle.**

Dans cette commission, des intervenants professionnels vont nous présenter les dernières techniques liées à ces trois thématiques. Plusieurs collègues viendront également présenter des exemples d'outils pédagogiques et leurs retours d'expériences.

Planning

Jeudi 23/05/2019 :

- 8h00 – 8h40 : Usine 4.0 (*Cindy Burglen - Société Festo*).
- 8h45 – 9h25 : Techno IO-Link (*Thierry Lecoeur - Société IO-Link « IFM »*).
- 9h25 – 10h25 : Pause Exposant .
- 10h25 – 11h55 : Objets connectés : Des exemples de réalisations (*Pascal Vignat de l'IUT de l'Indre*).
- 12h00 – 13h00 : Pause Méridienne.
- 13h00 – 13h40 : Commande de Robots par motion control (*Laurent Maillot - Société Schneider Electric*).
- 13h45 – 14h25 : Exposé sur la Cobotique (*Société ABB*).
- 14h25 – 15h15 : Pause Exposants .
- 15h15 – 15h55 : Jumeaux Numériques (*Claude Bouchard - Société ACE + Anne Steinberg - Société Siemens*).
- 15h55 – 16h35 : Jumeaux Numériques (*Nicolas Cottreau - Société MapleSoft*).

Vendredi 24/05/2019 :

- 8h30 – 9h00 : Réseaux locaux industriels et supervision locale (*Olivier Di Pillo de l'IUT de Longwy*).
- 9h05 – 9h35 : Plateforme pédagogique (*François Devillard de l'IUT de Saint-Dié-Des-Vosges*).
- 9h35 – 10h30 : Pause Exposants.
- 10h30 – 11h : Jumeaux Numériques (*Chaker Larabi de l'IUT de Poitiers*)

Commission 3

Internet des Objets (IOT)



Jean Louis SALVAT (*IUT de Nice Côte d'Azur*)
Laurent LAVAL (*IUT de Villetaneuse*)

Informations

Même si le terme « internet des objets » ou IOT (Internet Of Things) date du siècle passé (1999 MIT, tout est relatif évidemment), il aura fallu attendre presque 2015 pour que ce terme soit connu du grand public, et ce grâce à la conjonction de plusieurs facteurs (baisse des prix de l'électronique et des prix du stockage des données, création de nouveaux protocoles de communications, baisse de la consommation et développement de l'open source).

Qui n'a pas entendu parler de l'enceinte, de la montre ou de la lampe connectée, d'Alexa ou Google Home et des solutions domotiques associées ? Dans le tertiaire ou dans l'industrie, les objets connectés arrivent aussi en force (citons la solution Sigfox d'Engie permettant de mesurer les températures dans les bâtiments sous contrats de maintenance). Nous pourrions aussi parler de la « silver economy » (solutions technologiques pour le maintien à domicile par exemple) mais aussi de la médecine connectée (utilisation des nano technologies pour de nouveaux comprimés connectés), ou encore des fameux « smarts » (smart grids, smart city) qui ont pour objectifs l'optimisation des réseaux d'énergie et la création de nouveaux services aux habitants des villes entre autres choses.

Bref, qu'on le veuille ou non, les objets connectés (entre 30 et 80 milliards prévus en 2020 dans le monde) font partie de la révolution numérique déjà enclenchée depuis quelques années avec le big data et l'intelligence artificielle.

Et le GEII dans tout ça me diriez-vous ? C'est ce que nous allons essayer d'explorer ensemble dans la commission IOT. Dans un premier temps, nous explorerons 2 nouveaux réseaux en vogue actuellement : Sigfox et Lorawan; pour passer ensuite à des solutions techniques de mise en place d'objets connectés avec la société STMicroelectronics et les problématiques de gestion d'énergie et les solutions proposées par Silabs. Nous verrons ensuite comment en GEII, dans les modules d'ER ou bien en projets (DUT ou LP), il est possible de travailler sur ces sujets de l'IOT. Plusieurs expériences pédagogiques seront présentées dans différents domaines (Wifi, 2.4GHz, Lorawan,...) et nous aborderons aussi les solutions Open Source disponibles pour les enseignants et les étudiants.

Planning

Jeudi 23/05/2019 :

8h00 – 8h30 : Introduction aux IOT (*Jean Louis Salvat de l'IUT de Nice*).

8h30 – 9h25 : Introduction à LoRaWAN et présentation des solutions Lora (*Markus Nike – Société Semtech*).

9h25 – 10h15 : Présentation de Sigfox et des solutions techniques disponibles (*Nicolas Lesconnec – Société Sigfox*).

10h15 – 11h45 Pause Exposants.

11h45 – 12h30 : Silabs, présentation de l'offre wireless, gestion d'énergie IOT (*Patrizio Piasentin – Société Silabs*).

12h30 – 12h45 : Présentation des solutions IOT de Wago (*Pascal Tigreat – Société Wago*).

12h45 – 13h45 : Pause Méridienne.

13h45 – 14h30 : Solutions IOT : uses cases, présentation de cibles et démonstration (*Laurent Boust – Société STMicroelectronics*).

14h30 – 14h40 : Exposé de Philippe Chatel – Société Lenze.

14h40 – 15h05 : capteurs connectés WIFI (*Mongoose OS + ESP32 via google cloud platform (Olivier Lourme de l'IUT de Lille)*).

15h05 – 15h30 : Capteurs WIFI avec visu des données sur smartphone « Arduino + ESP32 + Mqtt + Android studio » (*Laurent Laval de l'IUT de Villetaneuse*).

15h30 – 16h30 Pause Exposants.

Vendredi 24/05/2019 :

8h30 – 8h55 : Capteurs LoRaWAN avec visu sur Grafana (*mbed + The thing Network + influxDB et grafana*) utilisation d'un dev kit et hardware « antenne » (*Aliou Diallo de l'IUT de Nice*).

8h55 – 9h20 : Présentation objets connectés arduino + nrf24L01 (2.4GHz) avec transfert d'information vers base gateway bananapi M2+ « Linux » (*Jean Louis Salvat de l'IUT de Nice*).

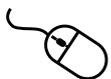
9h20 – 10h00 : Pause Exposants .

10h00 – 11h00 : La domotique Open Source pour rendre plus accessible l'apprentissage des IoT (*Christophe Malavolta – Société Projetd*

SCIENCES & TECHNOLOGIES

Cinquante nuances de CEM

Source des images : Labceem - IUT Tarbes



Jean-Marc DIENOT (IUT Tarbes, Université P. Sabatier)

Introduction

Les IUT ont célébré récemment leurs 50 ans d'existence. L'ADN des IUT étant universitaire, le lien Enseignement-Recherche inhérent à nos structures a été mis en avant à cette occasion, avec la parution d'un ouvrage [1] soulignant le rôle des travaux de recherches menées en IUT pendant cette période, avec environ 70 équipes implantées dans la centaine d'IUT sur le territoire, et un colloque de recherche régulier, le CNRIUT. Nous avons participé régulièrement à ces événements au titre de l'IUT de Tarbes et des activités de sa Plateforme de Recherche et d'Ingénierie Pédagogique en Compatibilité Electromagnétique (CEM) [2][3]. Déjà illustrée dans un article du GESI en 2007 [4], cette structure implantée sur Tarbes depuis 1997 s'appelle aujourd'hui LABCEEM : **L**aboratoire des **C**ontraintes **E**lectromagnétique et de **E**lectronique Mobile [5].

et expertise acquise, nous proposons dans cet article de parcourir les changements dans nos technologies de l'EEA qui ont initié de nouvelles approches CEM.

Un petit rappel : formalismes CEM

Le 1er formalisme - Source, Victime, Modes de Couplages
Un système électronique est considéré comme Source : émetteur volontaire ou involontaire de signaux électriques et électromagnétiques appelés perturbations. Le même système doit également être considéré comme **Victime** : ceci permet d'évaluer ses réactions à la réception volontaire ou involontaire de signaux perturbants extérieurs. Entre la Source et la Victime, le lien qui active un scénario CEM éventuel est le **Mode de Couplage**.

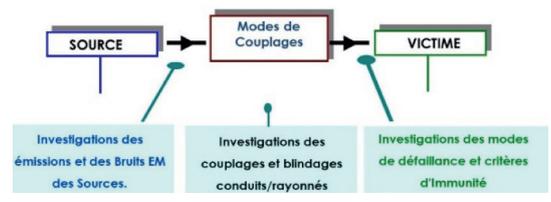


Fig. 2 : Le second formalisme EMI et EMC

Le 2d formalisme : modes Conduit et Rayonné

Le comportement dynamique (fréquence) des signaux électriques permet de qualifier les modes Conduit et Rayonné, avec les concepts fondamentaux de base, issus des équations de Maxwell :

- une **Tension** ou différence de potentiel **V (en Volts)** génère un **Champ Electrique E (en Volt/mètre)** dans l'espace environnant, et **vice-versa**.
- un **Courant** ou flux de charges **I (en Ampères)** génère un **Champ Magnétique H (en Ampère/mètre)** et **vice versa**.
- la longueur d'onde λ , issue de la fréquence et la vitesse des ondes EM :

$$"v(m/s) = \lambda(m) * f(Hz)"$$

Fig. 1 : La recherche en IUT [1], la recherche en CEM à l'IUT de Tarbes [5] avec le Labceem

Visible et reconnu scientifiquement dans le Sud-Ouest [6], il assure son rôle de diffusion scientifique dans les deux sens de nos missions : de la recherche vers l'enseignement (Cours, TP, Formation Continue), de l'enseignement vers la recherche (Stages, Projets R&D, Formations Doctorales), ainsi que de l'insertion professionnelle locale et nationale (Alstom, Airbus, Équipementier Automobiles, ...). À travers cette expérience

- la Longueur électrique équivalente (LEE) :

$$LEE = \lambda/10.$$

Si une structure ou circuit électronique a des dimensions physiques (Longueur, Volume) inférieures à LEE : on est en mode conduit (V et I). Dans le cas contraire, on "rentre" dans le mode Rayonné, où les grandeurs électromagnétiques E et H deviennent prépondérantes.

Gamme de Fréquences	Longueur d'onde $\lambda = c_0/f$	Longueur Electrique Equivalente $LEE=\lambda/10$	Dénomination et principales caractéristiques EMC/EMI
0-9 kHz	33.3 km	3.3 km	CONDUIT Très Basse fréquence, Secteur Electrique
9-150 kHz	2 km	200 m	CONDUIT Basse fréquence (BF)
150kHz-30 MHz	10 m	1 m	CONDUIT, Haute Fréquence (HF) RAYONNE, Champ Electrique et Magnétique Quasi-Statique
30-300 MHz	1 m	10 cm	CONDUIT, Très Haute Fréquence (VHF) RAYONNE Champ Proche (Near-Field) RAYONNE (Radiofréquences, RF)
300 MHz-3 GHz	10 cm	1 cm	RAYONNE Champ Proche et Champ Lointain (Far-Field) RF, UHF
3 GHz-30 GHz	1 cm	1 mm	RAYONNE Champ Lointain Hyperfréquences, Microondes

Fig. 3 : Le second formalisme EMI et EMC

Le 3e formalisme : Marges d'Émission et d'Immunité [7].

L'émission est le terme caractéristique pour présenter quantitativement les perturbations, en Watts (W) ou in Décibel (dB). On définit la marge d'Emission, de 3 à 10 dB au-dessus des perturbations maximums. La susceptibilité est la réaction réelle du circuit à une agression EM, se traduisant par l'apparition de défauts de fonctionnement, légers ("parasites") ou critiques (perte de mission). L'immunité est la capacité du même système à rester insensible à une catégorie d'agressions avec un certain seuil ou marge vis-à-vis du niveau réel de défaut.

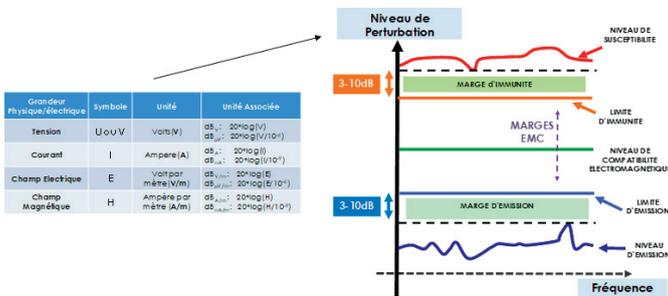


Fig. 4 : 3e formalisme - les marges d'Émission et d'Immunité de la CEM

Le nouvel environnement CEM des architectures électroniques

Les nouvelles problématiques CEM

Depuis 30 ans environ, le domaine de l'EEA a vu des révolutions scientifiques qui ont apporté de nouvelles applications industrielles et grand public. Ces développements ont entraîné de nouvelles problématiques de CEM telles que des interactions critiques à l'intérieur et à l'extérieur de ces systèmes. La nécessaire normalisation CEM pour proposer des produits certifiés sur le marché européen et le risque réel de nouveaux scénarios de couplages et de défauts dans ces structures conduit à des études CEM du composant jusqu'au système complet.

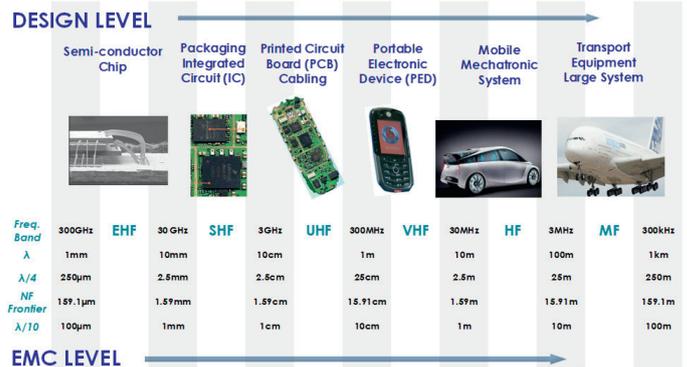


Fig. 5 : Les différents niveaux d'investigation CEM sur les systèmes électriques/électroniques

Les 12 cas d'étude de la CEM.

Pour aborder une investigation CEM sur un circuit ou système, quelle que soit sa complexité, il faut considérer :

- a) En mode Conduit (V et I), on distingue le **Mode Différentiel** (MD), sur les signaux fonctionnels. On évalue des problèmes d'Intégrité de Signaux (**IS**). On distingue aussi le **Mode Commun** (MC) : les perturbations sont évaluées sur les conducteurs de Masse et d'alimentations. (90% des problèmes CEM en mode Conduit)
- b) En mode Rayonné (E et H), on distingue le comportement **Champ Proche** (Near-Field), où les composantes E et H sont localisées, du comportement **Champ Lointain** (Far Field), où la source est considérée ponctuelle. La zone de transition entre le champ proche et le champ lointain :

$$\text{Near-Field Frontier} = \text{NFF} = \lambda / (2\pi)$$

- c) Pour les couplages et protections, le mode conduit fera appel à des solutions de filtres élémentaires ou évolués, le mode rayonné à des matériaux absorbants HF ou des blindages.

EMC/EMI TYPE(S)	MODE CONDUIT		MODE RAYONNE	
	CONDUIT MD IS (INT. SIGNAL) / MODE DIFFERENTIEL	CONDUIT MC MODE COMMUN	RAYONNE CP CHAMP PROCHE	RAYONNE CL CHAMP LOINTAIN
EMISSION				
IMMUNITÉ				
COUPLAGES				

Fig. 6: Les 12 cas d'études CEM sur un système

La CEM au niveau PCB et circuits électroniques

La CEM est devenue très critique sur les circuits imprimés actuels (PCB Printed Circuit Board) avec les nouvelles puces et Circuits Intégrés [8]. Ces éléments sont les principaux contributeurs des sources et victimes CEM. De plus, la complexité du design (PCB multicouches), la réduction des volumes (Packaging), l'augmentation des performances (fréquences, temps de commutations, faible consommation) a singulièrement activé de nouvelles problématiques d'interactions et de couplages CEM [9].

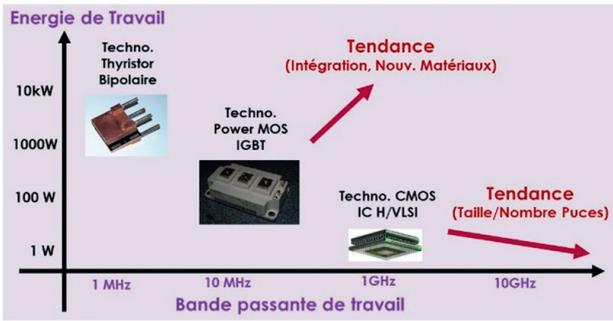


Fig. 7: Impacts EMC/EMI de l'intégration des composants semi-conducteurs

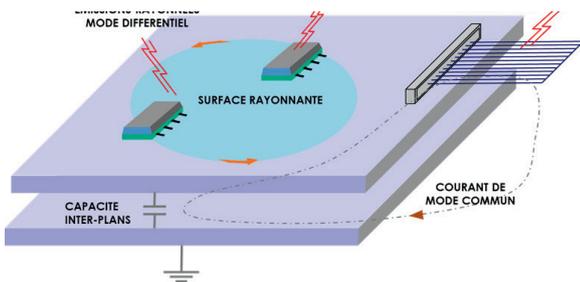


Fig. 8: une synthèse des problématiques CEM au niveau PCB

La CEM des nouveaux systèmes de puissance

L'électronique de puissance a bénéficié ces dernières années d'avancées significatives dans les technologies des composants semi-conducteurs et de leurs packagings, permettant des techniques d'intégration et de réduction des volumes pour des performances de conversion électriques et de rendement équivalentes, voire supérieures [10]. La première rupture concerne les émissions conduites, qui ont franchi la barre symbolique des 10-30MHz surtout depuis l'utilisation dans les modules de puissances de composants dits "Grand-Gap" (nouveaux matériaux GaN et SiC)

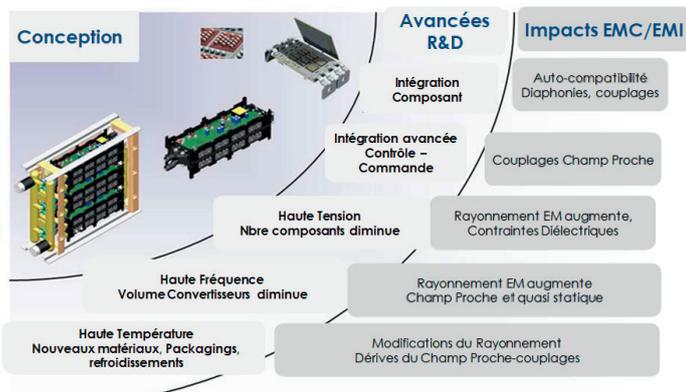


Fig. 9: Les nouvelles approches CEM sur les systèmes utilisant l'électronique de puissance [11]

On a donc au niveau composant, PCB et convertisseurs de puissance, de nouvelles figures de comportement CEM, surtout en émission, conduites et rayonnées, comme illustrées sur les figures suivantes, résultats d'études et de sujets de thèses toujours en cours au labo de l'IUT.

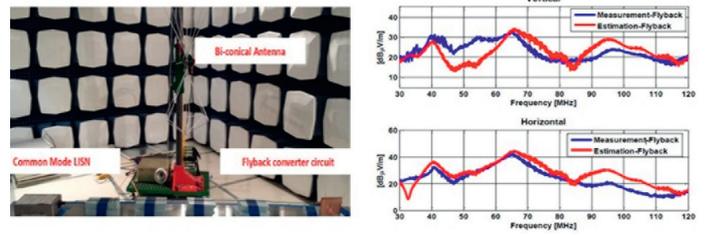


Fig. 10: Évaluation et comparaison des émissions rayonnées par un Convertisseur de Puissance (Flyback)[12]

La CEM des systèmes Embarqués et Mobiles

On peut constater l'émergence de systèmes embarqués et de véhicules tout électriques (Automobiles, Avion) qui reste très prometteur pour ... l'avenir de la CEM ! En effet, dans une voiture ou un robot roulant ou marchant collectent dans son volume fini toutes les parties de l'électronique et de la mécanique, et fait apparaître de nouvelles problématiques CEM, avec la notion de vrai risque "Électromagnétique", pouvant mettre en danger l'intégrité des missions du système embarqué : perte de trajectoire, perte des données ...

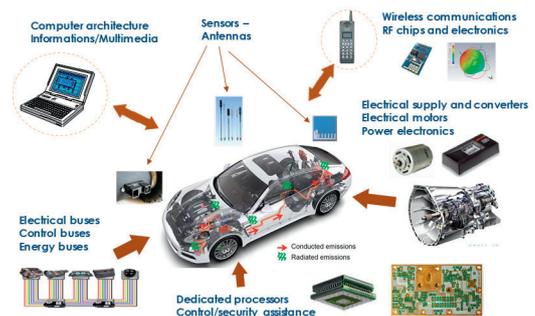


Fig. 11: Les nouveaux terrains de jeu de la CEM : l'automobile.

Par exemple ici, sur un système Mécatronique de haut niveau pour la motorisation électrique à haute vitesse pour l'automobile (Thèse I. Ramos [12]), les commutations Haute fréquence activent des perturbations très large bande, qui accélèrent de manière critique le vieillissement des bobinages de la machine (effet Décharges Partielles).

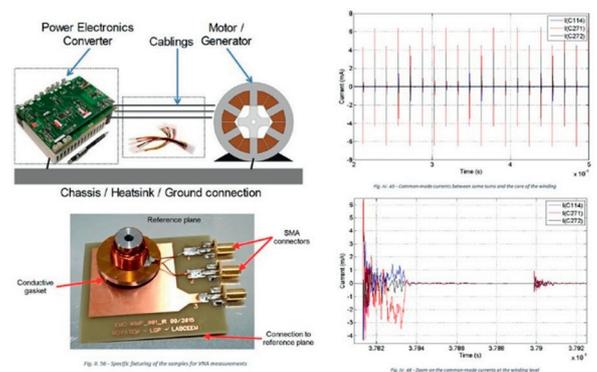


Fig. 12: Exemples des dégradations (DP, Décharges Partielles) par les courants de Mode Commune des bobinages d'une motorisation piloté par les convertisseurs hautes fréquences[12]

On peut ainsi pointer la forte émergence de la robotique mobile et humanoïde, extrêmement fiable et performante aujourd'hui, mais dont les évolutions entraînent beaucoup de questionnements quant à leur insertion dans notre quotidien professionnel ou privé (Cf Article GESI [13]). D'un point de vue sécurité "Électromagnétique", il s'agit d'éviter qu'un robot ait des comportements inconsiderés en présence de signaux Electriques ou RF l'environnant. Malgré la certification sans doute réalisée de ces systèmes mobiles, nous étudions depuis plusieurs années au Labceem les scénarios d'émissions et d'immunité réelles sur différentes configurations (Prototypes ROBCEM I à IV, [14])



Fig. 13: Synoptique des évolutions techniques et de la CEM pour la Robotique Mobile avec les quatre prototypes du Labceem (ROBCEM I à IV)

La CEM Multi-tout : multiphysique, multi-échelles, multi domaines

Impact des contraintes multiphysiques

Comme illustrés par les démonstrateurs Rob-Cem I à IV du Labceem, l'électronique doit aider le système mobile ou embarqué à fonctionner de manière autonome dans un environnement réel extérieur et inconnu (ou peu connu). La température est un facteur clé des performances et fonctions de l'électronique. Le Labceem s'est emparé de cette problématique depuis 2003, avec le développement d'un banc unique de caractérisation mixte CEM-Température (EM-THERM) qui a montré et initié la problématique de l'influence de la température sur les courbes d'émission et d'Immunité des Circuits électroniques. Des exemples sont donnés ci-dessous, ou les émissions et l'immunité d'un circuit électronique de contrôle (FPGA) sont mesurés à différentes températures [15].

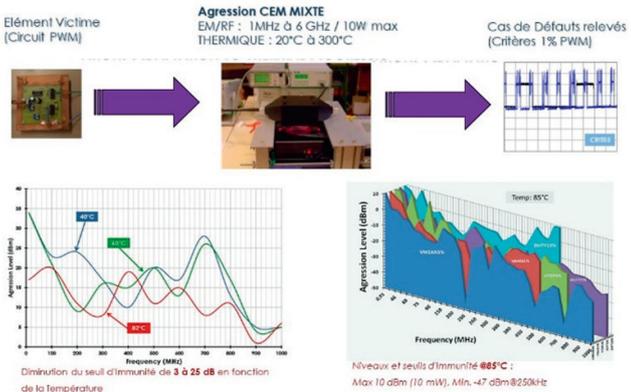


Fig. 14: Exemples de l'impact significatif de la température sur la susceptibilité et la fiabilité électromagnétique de cartes électroniques

indirectement, en prenant en compte la température, l'humidité, les vibrations mécaniques, c.-à-d. tout l'environnement multiphysique réel du système en activité, une nouvelle approche CEM a émergé pour considérer une Fiabilité électromagnétique

(EMR, Electromagnetic Reliability) qui concerne le vieillissement EM et la fatigue CEM des circuits au cours du temps [16].

Impact des échelles et architectures 3D

Dans une application embarquée ou un système Mobile Autonome (SMA), l'intégration 2D et 3D contribuent à rapprocher les Sources et Victimes déjà identifiées. Ce problème CEM est appelée CEM Intra-Système. Un exemple assez fondamental présenté ici, apparu lors de la réalisation d'Interrupteur de puissance pour la traction Ferroviaire (Switch NT, Alstom). Les superbes performances d'intégration (Substrat DBC 1mm, surface 10mm², Commutation 1kW) ont également entraîné la génération d'autoperturbations en champ électrique et magnétique, rendant le module et le prototype réalisé complètement inopérant et très loin des performances attendues sur le papier.

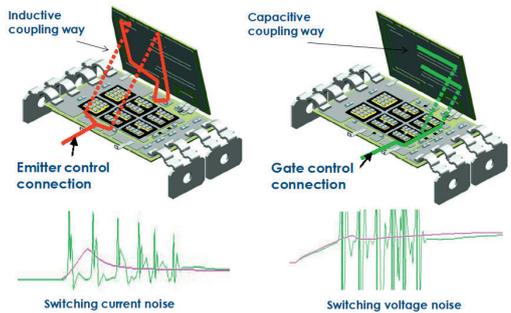


Fig. 15: Exemple des bruits EM et couplages champ Proche généré à l'intérieur d'un interrupteur de Puissance réalisé en technologie planaire hybride [10][11]

Cet exemple (et beaucoup d'autres) a conduit aujourd'hui à considérer la problématique CEM/champs EM dès le début de tout nouveau développement de produits pour assurer le fonctionnement réaliste final du système[16].

Nouvelle approche CEM Multi-domaine

L'émergence et la complexité des nouvelles problématiques CEM a changé également l'aspect certification, qui doit remettre à jour et réajuster les niveaux des Normes, mais aussi fortement influé sur les techniques de protection CEM, visant à réduire les Émissions et à "durcir" l'immunité d'un système électronique. Des études physiques de plus en poussées, du matériau semi-conducteur au PCB, avec l'aspect Champ Proche (Near-field) sont devenues cruciales pour comprendre et lier le mode Conduit et le Mode Rayonné. En parallèle, on assiste au développement des outils numériques pour la simulation prédictive de la CEM et de l'Expérimentation Virtuelle ([16]). De même, de nouvelles méthodes expérimentales émergent : l'intégration et la mesure in situ et en temps réels des grandeurs électriques et électromagnétiques, le contrôle fin et les techniques de régulation des champs émis par la commutation lors des variations intenses de dV/dt et dI/dt. Deux exemples synthétiques sont donnés ci-dessous, issues de travaux de thèse et de contrats (ANR) menés et dirigés scientifiquement sur la Plateforme Labceem de l'IUT de Tarbes [17].

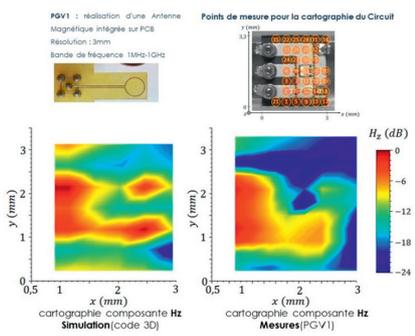


Fig. 16: Cartographies expérimentales et simulées du champ Magnétique d'un driver électronique [17]

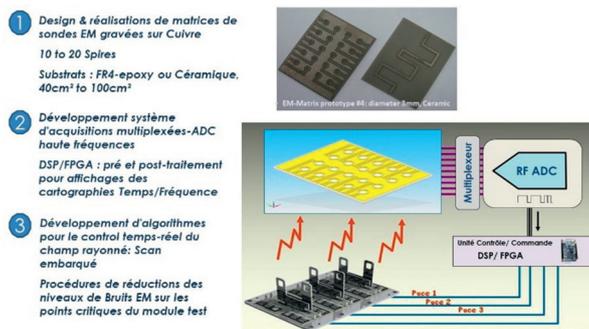
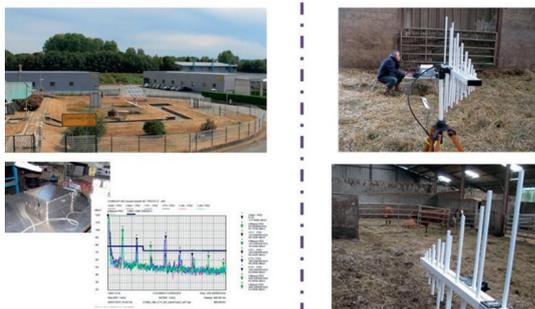


Fig. 17: Le projet EM-MATRIX (Labceem, IUT de Tarbes et Siame, UPPA): contrôle automatique en temps réel des niveaux de bruit EM émis par un module électronique en activité nominale.

Conclusion : la CEM de demain ?

La CEM, approche physique et qualitative de nos structures électroniques et électriques, est présente dans toutes les applications industrielles et grand public utilisant l'énergie électrique et la technologie des semi-conducteurs : PED, Ordinateurs, Smartphones, systèmes mobiles, véhicules électriques, etc. Depuis quelques années, ces nouveaux composants et circuits travaillent principalement en mode de commutation de plus en plus rapide et avec des niveaux de plus en plus forts, et doivent cohabiter dans des environnements ultra intégrés et confinés. Ceci modifie constamment l'environnement EM et l'approche CEM, ce que nous avons voulu illustrer dans cette description, et l'impact sur le Génie électrique, à la fois dans nos missions universitaires d'enseignement et de recherche pour la formation de nos futurs techniciens, ingénieurs, chercheurs. La plupart des exemples présentés ici sont issus des projets recherches et ingénierie pédagogique en CEM menés au sein de la Plateforme Labceem de l'IUT de Tarbes depuis 20 ans. Cette plateforme est également depuis 2007 dédiée à l'initiation et la formation CEM tous niveaux (LMD), avec 12 postes opérationnels d'Expérimentation et de Simulation EM, et une cinquantaine de TP CEM et HF (Prog CEMLAND). Enfin, comme vous l'avez peut-être senti, la CEM étant diverse et menant à tout, on peut sortir également de son "antre" scientifique et prendre un peu le soleil (Mesures CEM sur dispositif MMPT pour panneaux solaires [18]) ou se retrouver entourée... de vaches, au demeurant bien calmes malgré tout un tas d'appareillages bizarres [19].



Ces deux derniers exemples particuliers, mais réels, pour finir et bien conclure cet article : "...Cinquante nuances de CEM..."

Références

- [1] "50 ans de Recherche et d'Innovation", Collection IUT#Uni(di)vers(c)ité, Édition L'Harmattan, ISBN : 978-2-343-12974-7, Dépôt Légal Avril 2018.
- [2] J. M. Dienot, J.L. Massol, F. Dubreuil, " Modélisation de composants actifs hyperfréquences et de puissance : aspect non-linéaire et perturbations électromagnétiques ", CNRIUT'97, Colloque National de Recherche Universitaire : exemple des IUT, Blagnac, Mai 1997.

[3] J. M. Dienot, J.L. Massol, J. Gonzalo, M.F. Pastor, " Robcem I : un démonstrateur des problématiques de Compatibilité électromagnétique dans les circuits et architectures électroniques embarquées", Actes du Congrès National de Recherche en IUT, CNRIUT'2016, Nantes, France, 8-9 Juin 2016.

[4] J.M. Dienot, "Cemland, Tarbes (A64, sortie ouest)", Revue des Départements de Génie électrique et Informatique Industrielle, GESI n°69, pp 34-36, Juin 2007.

[5] Plate-forme Labceem, "Contraintes Electromagnétiques & Electronique Mobile", <http://labceem.iut-tarbes.fr>

[6] <http://www.agglo-tlp.fr/enseignement-superieur-recherche-et-innovation/guide-de-la-recherche>

[7] " Maîtrise de la CEM : technologies, réglementations, normes ", Les Référentiels Dunod, Ed. Dunod, 2004.

[8] F. Dubreuil, "Expérimentation Virtuelle pour la Compatibilité électromagnétique : application aux perturbations issues de composants numériques", Thèse de Doctorat UPS, 2001, Tarbes.

[9] M. Bareille, "Contribution à l'analyse des problèmes de Compatibilité Electromagnétique dans les circuits d'électronique de puissance", Thèse de Doctorat UPS, 2001, Tarbes.

[10] G. Lourdel, "Méthodologie et outils de calcul numérique pour la prise en compte de la Compatibilité Electromagnétique des nouveaux prototypes de circuits intégrés de puissance", Thèse de Doctorat UPS, 2005, Tarbes.

[11] E. Batista, "Nouvelles problématiques d'émission et d'immunité dans les architectures électroniques intégrées embarquées en technologie hybride.", Thèse de Doctorat UPS, 2009, Tarbes.

[12] I. R Ramos, "Conception d'ensembles mécatroniques à haute fréquence de fonctionnement : optimisation des conditions d'interactions électromagnétiques et multi-physiques entre la machine et le convertisseur", Thèse de Doctorat INPT, 2016, Tarbes

[13] G. Guegan, "Quelle place pour le robot dans le monde des hommes ?", Revue des Départements de Génie électrique et Informatique Industrielle, GESI n°90, pp 35-39, Décembre 2017.

[14] J.M. Dienot, "Investigations of electromagnetic behavior and interaction of motion control electronics devices.", in Ultra-Wide-band Short Pulse Electromagnetic Book, n°9, pp375-385, Springer Science, ISBN 978-0-387-77844-0, April 2010.

[15] J.M. Dienot, "Effects of Thermal Aggressions on Susceptibility Responses and Immunity Figures of PWM patterns", Proc. of the 2017 International Symposium on Electromagnetic Compatibility - EMC EUROPE 2017, Angers, France, September 4-8, 2017.

[16] J.M. Dienot, "Nouvelles problématiques EMC/EMI liées à l'intégration embarquée des architectures de puissance : aspects des émissions large bande, des couplages champ proche et des impacts de la température", Conférence Invitée, Assemblée Générale "Interférences & Ondes", GDR-CNRS, Sophia-Antipolis, France, 23-25 Octobre, 2017.

[17] G. Viné, "Études et développements de capteurs électromagnétiques large bande en vue de leur intégration dans les architectures électroniques hybrides et embarquées.", Thèse de Doctorat INPT, 2018, Tarbes.

[18] J.M. Dienot, "Analyses théoriques et expérimentales des Émissions d'un Module MPPT en vue de sa préqualification CEM", rapport d'expertise mandaté par SOLARCOM S. A, Tarbes, 35 Pages, Juillet 2015. (Confidentiel)

[19] J.M. Dienot, "Étude des impacts de l'exposition des Ondes électromagnétiques sur une exploitation agricole", 64 pages, rapport d'expertise mandaté par le TGI Cahors, Collège d'experts MM. R. Roques, H. Bruguière, J.M. Dienot, Décembre 2013, publication confidentielle.

Impression de circuit imprimé électronique par méthode additive

Nous en avions rêvé, Voltera l'a fait.

Sources des images : GEII et VOLTERA



Jean-Noël BOUTIN (GEII Brive-la-Gaillarde)

Michèle LALANDE (GEII Brive-la-Gaillarde)

Carlos VALENTE (GEII Brive-la-Gaillarde)



Découverte de l'impression 100% additive grand public, pour la réalisation de cartes électroniques. Jusqu'à présent nous avons l'habitude de graver nos circuits imprimés à l'avenir nous devrions réellement les imprimer.

Cela fait maintenant plusieurs années que nous surveillons l'évolution de cette technologie qui n'est certes pas nouvelle pour le monde industriel, mais relativement hors de portée pour le grand public. L'accès à cette nouvelle technologie est donc un rêve qui se réalise avec un objectif final qui consistera à imprimer totalement la carte dans les années à venir, le substrat et les pistes en multicouche naturellement.

La société Canadienne commercialise depuis 2016 une machine dont la technologie par impression à encre conductrice va révolutionner la fonction de prototypage des électroniciens. Cette technologie devrait faire passer, dans un avenir proche, la gravure mécanique pour une technologie d'un autre temps.

A l'occasion du passage en France du commercial de la société Voltera, nous avons pu convaincre celui-ci que notre département briviste serait un site intéressant pour l'organisation d'un Workshop autour de leur machine.

Le vendredi 15 mars 2019, nous avons accueilli un certain nombre de nos partenaires afin d'évaluer le potentiel de cette nouvelle technologie et échanger sur cet équipement.

En ce qui nous concerne, l'accès à cette nouvelle technologie est, nous en sommes convaincus, source d'innovation et devrait avoir un fort impact sur nos réalisations, mais aussi sur l'évolution de nos pratiques éducatives. Nous imaginons des séances mixtes de simulation et réalisations ou les étudiants après avoir testé numériquement leur montage pourrait dans le même TP réaliser le prototype et faire les mesures correspondantes. En séances de projets, nous aurons la possibilité d'imprimer nos propres capteurs pour les intégrer à des objets connectés.

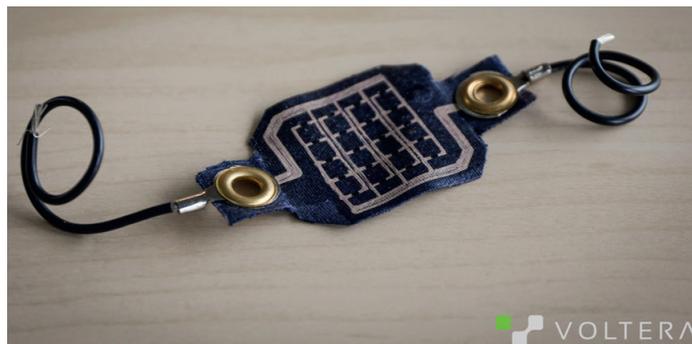


Illustration 1: Transfert sur Tissu

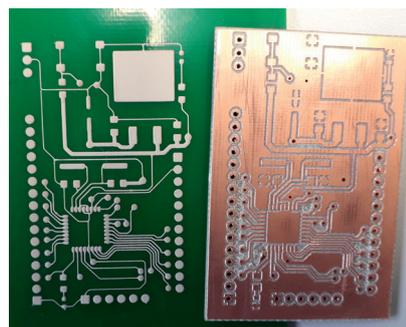


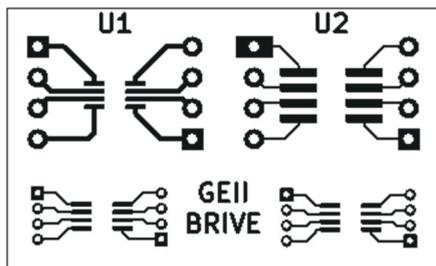
Illustration 2: Impression versus gravure mécanique

Cette fonctionnalité d'impression, de capteurs sur différents substrats, a fortement intéressé nos partenaires et en particulier les startups qui officient dans le domaine de l'internet des objets (IdO) (en anglais **IoT** : Internet of Things). Demain on retrouvera ces objets dans tous les domaines d'activités. C'est déjà un peu le cas aujourd'hui, mais ce type de technologie devrait permettre de faire une avancée majeure en donnant la possibilité à tout un chacun de personnaliser ses propres objets (*recherche, fablab, Startup IOT...*)

La machine permet non seulement de réaliser l'impression du circuit, mais aussi de percer votre carte en utilisant la broche amovible de perçage fournie. Le brasage des composants (refusion) après avoir déposé la crème à braser se fait directement sur la machine munie d'un plateau chauffant (*le placement des composants est manuel*). Pour l'instant si l'impression sur deux faces est possible, les vias doivent être réalisés au moyen d'œillets insérés manuellement ;

Plus innovant, il est possible en utilisant des encres résistives de réaliser des résistances, des capteurs ...

Les possibilités offertes par cette technologie additive sont nombreuses. Par exemple l'ajout d'une nouvelle fonction sur l'espace libre d'une carte existante. La société fournit en effet des cartes de type Shield arduino sur lesquelles un certain nombre de fonctions sont déjà présentes, une sorte d'ébauche que vous pouvez compléter en venant y imprimer votre projet. Bien entendu, vous pouvez utiliser vos propres ébauches que vous aurez réalisées par des moyens classiques.



Il est possible d'utiliser tout type de support sous réserve qu'il résiste à la température de cuisson de l'encre à savoir 160°C pendant 30 minutes. Impression directe sur film souple (kapton), mais aussi sur tissu par transfert thermique au moyen d'une encre souple spécifique.



Illustration 3: Électronique sur film souple collé en surface de l'objet

Cette variété de supports sera aussi une révolution dans nos pratiques ou nous étions essentiellement cantonnés à l'époxy

(FR4) pour nos réalisations de prototypages ; demain nos étudiants pourront donc intégrer de l'électronique dans des vêtements dans le cadre de leurs projets ou tout autre support par le biais de ces films souples. Cette technologie sera très complémentaire avec l'impression 3D qui a déjà bien intégré nos départements au travers de Fablabs.

Son prix abordable, moins de 5000 euros, permet d'envisager sereinement son acquisition. Les consommables, sans être peu coûteux, ne sont pas d'un prix exorbitant et leur conservation de 6 mois dans une enceinte réfrigérée doit permettre une utilisation aisée dans le temps.

Concernant l'encre, comme tout produit chimique, des précautions sont à prendre et la lecture des fiches de sécurité est indispensable (en anglais SDS pour Safety Data Sheet) vous pouvez trouver les informations nécessaires sur le site du fabricant. (<https://www.voltera.io/docs/sds/>). Le procédé a cependant des avantages en comparaison des autres moyens de réalisation à notre disposition. D'abord les plaques de support sont nues et ont donc nécessité moins de traitement pour la fabrication. Contrairement à la gravure, qu'elle soit chimique ou mécanique, il y a très peu de déchets puisque le dépôt se fait uniquement à l'endroit nécessaire le reste étant confiné dans la seringue.

Pas de laboratoire spécifique avec les éventuels traitements d'eau et recyclage de perchlorure de fer. Mais plutôt une réalisation sur votre bureau ou dans votre salle de TP

Le logiciel semble ergonomique et les tutoriels de guidage bien conçus. La prise en charge des fichiers gerber ne semble pas poser de problème. Nous avons testé la chaîne avec des fichiers issus de Kicad sans rencontrer de difficultés.

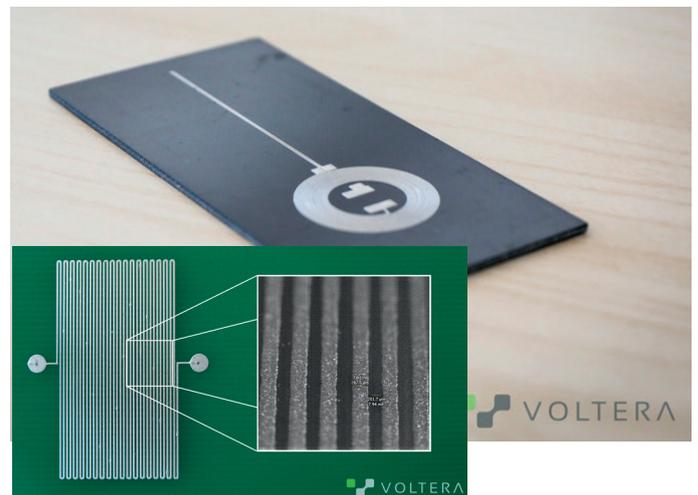
Pour les caractéristiques techniques, nous vous conseillons de vous rapprocher du site de Voltera. Nous pouvons cependant évoquer les dimensions de travail : 127mm x 104mm.

Concernant la précision nous avons imprimé un MSOP avec un pas de 0,635mm tout à fait fonctionnel avec des pistes de 0,2mm.

Quid de la concurrence ?

Nous avons cherché à savoir si d'autres machines pouvaient concurrencer la V-one de Voltera et force est de constater que pour le moment, sauf à disposer d'un budget conséquent cette machine n'a pas d'équivalent sur le marché.

En conclusion nous avons été agréablement surpris par cette machine qui, après avoir voyagé dans une voiture depuis la Bretagne, a été mise en œuvre en moins de 30 minutes sans aucun équipement particulier.



L' environnement NODE-RED pour l'enseignement des données structurées, des réseaux industriels et de la supervision



Serge BOUTER (Département GEII-IUT Bordeaux)
 Damien BLANCHARD (Département GEII-IUT Bordeaux)
 François DEMONTOUX (Département GEII-IUT Bordeaux)
 Martial LEYNEY (Département GEII-IUT Bordeaux)
 Laurence PERRIER (Département GEII-IUT Bordeaux)

1. Présentation du contexte

1.1 La Licence Professionnelle « MEEDD »

La formation « MEEDD » (Maîtrise de l'Énergie, Électricité, Développement Durable) s'intéresse principalement aux aspects électriques dans les domaines des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. Le diplômé est capable d'effectuer un audit précis sur les coûts de consommation en énergie électrique des entreprises ou des particuliers, de dimensionner une chaîne de production électrique, d'optimiser les performances énergétiques d'origine électrique d'unités industrielles... Le programme de ce cursus comporte un module traitant de l'informatique industrielle et des réseaux. C'est dans ce cadre que le sujet de TP présenté dans cet article a été développé.

1.2 Autre formation concernée par ce sujet

Ce sujet de TP a été aussi exploité en S4 dans le parcours « Réseaux » du DUT. Ce sujet a été adapté pour répondre aux exigences de ce parcours.

1.3 Informatique industrielle

L'enseignement d'informatique industrielle dispensé dans le cadre de la licence professionnelle MEEDD permet de donner aux étudiants des notions concernant le réseau TCP/IP et les protocoles « OpenModbus » et « ModBus ». En effet ces protocoles sont fréquemment rencontrés dans la gestion énergétique des bâtiments. Les données, leur structure et leur transmission au travers d'un système de contrôle distribué sont aussi abordées

dans cette formation. C'est ainsi que sont présentés des formats tel que CSV ou Json.

1.4 L'environnement Node-red

Node-red [1] est un environnement de développement graphique permettant de décrire un programme à partir d'un réseau de processus asynchrones communiquant au moyen de flux de blocs de données structurés (voir la Figure 1). Ainsi un programme est représenté par des blocs de traitements (appelés « nodes ») et des connecteurs entre ces blocs. Une liste exhaustive de bibliothèques et d'API (Application Programming Interface) et son approche « flow-based programming (FBP) » [2] font de cet environnement un outil adapté aux domaines des Objets connectés (« Internet of Thing »).

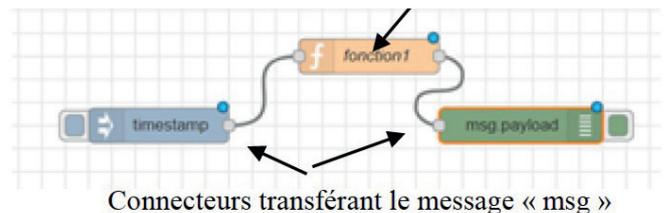


Figure 1 : Exemple de programme Node-red

Le message « msg » est constitué de plusieurs propriétés (ou champs). La propriété « payload » contient le résultat des données générées par le bloc de traitement précédent, ce qui lui confère le statut de charge utile (ou « payload »).

L'outil de développement Node-red s'appuie sur l'environnement d'exécution « NodeJs » et d'un serveur « web » (voir Figure 2). Ce dernier donne accès à l'environnement Node-red à partir d'un navigateur et offre ainsi un éditeur graphique puissant.

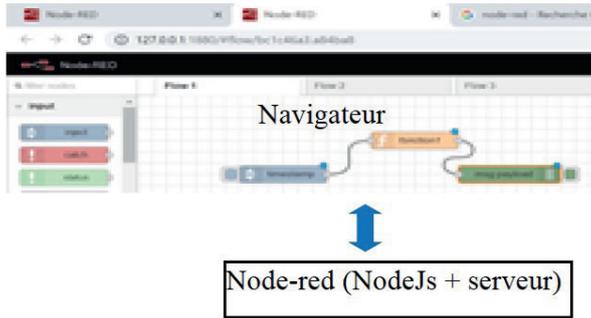


Figure 2 : Node-red, NodeJs et navigateur

Le programme de la figure ci-après (Figure 3) récupère le temps machine, calcule l'heure et la convertit en chaîne de caractères. Le résultat est ensuite affiché dans la fenêtre « Debug ».

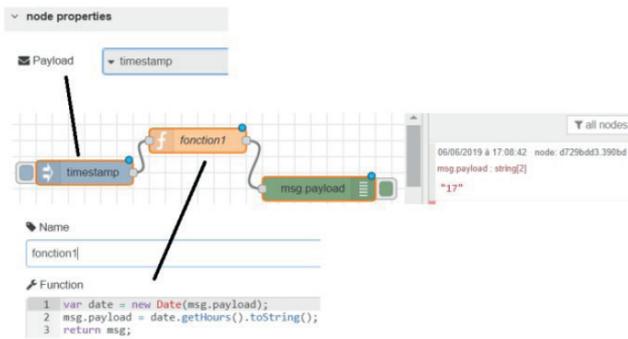


Figure 3 : Exemple de programme

Les fonctions sont écrites en langage « JavaScript ». En effet l'exécution des programmes s'appuie sur l'environnement « NodeJS » qui assure la compilation et l'exécution de programmes « Javascript ». La description du programme est retranscrite et peut être sauvegardée en format « JSON » comme le montre la figure ci-après.

```
[
  {
    "id": "418c91da.67804",
    "type": "inject",
    "z": "a42a50cc.ab2a6",
    "name": "",
    "topic": "",
    "payload": "",
    "payloadType": "date",
    "repeat": "",
    "crontab": "",
    "once": false,
    "onceDelay": "1",
    "x": 380,
    "y": 100,
    "wires": [
      [
        "346d2762.77d268"
      ]
    ]
  },
  ]
```

Figure 4 : Programme retranscrit en format « JSON »

2. Relevés de puissance et consommation

2.1 Synoptique de l'installation

Cet enseignement concerne en premier lieu la Licence Professionnelle « MEEDD » et l'objectif est de mettre en place le télérelevé de valeurs de grandeurs électriques telles que la puissance et l'énergie. Une discussion avec les services techniques et l'« energy manager » de l'Université de Bordeaux nous a amenés à nous appuyer sur l'installation électrique du campus pour illustrer notre propos (voir Figure 5). Et c'est ainsi que cet enseignement bénéficie d'une installation réelle pour expérimenter avec les étudiants, le télérelevé.

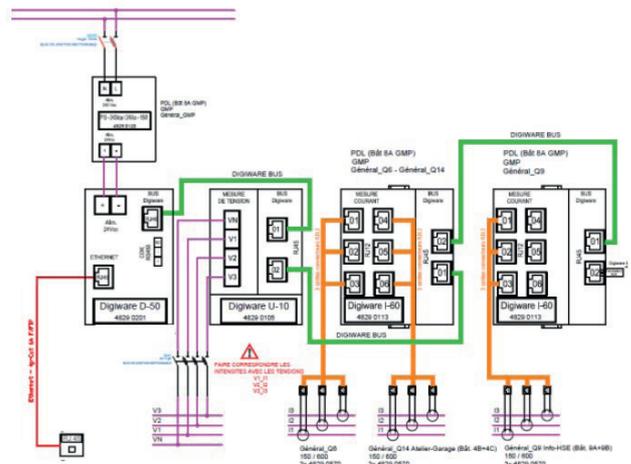


Figure 5: Installation de compteurs

Les compteurs « Digiware I60 » assurent la mesure et le stockage des grandeurs électriques tension, courant et puissances. Ces valeurs stockées à des adresses bien définies peuvent être collectées au moyen du protocole « OpenModbus » (voir Figure 6).

Dec address	Hex address	Words count	Description	Unit	Data type
20480	0x5000	1	Load status 0 : Disabled 1 : Enabled	-	U8
20500	0x5014	2	Ph-Ph Voltage : U12	V / 100	U32
20502	0x5016	2	Ph-Ph Voltage : U23	V / 100	U32
20504	0x5018	2	Ph-Ph Voltage : U31	V / 100	U32
20506	0x501A	2	Current : I1	A / 1000	U32
20508	0x501C	2	Current : I2	A / 1000	U32
20510	0x501E	2	Current : I3	A / 1000	U32
20512	0x5020	2	Current : In	A / 1000	U32
20522	0x502A	2	Snom	VA	U32
20524	0x502C	2	Total active power	W	S32
20526	0x502E	2	Total reactive power	var	S32
20528	0x5030	2	Total lagging reactive power	var	S32
20530	0x5032	2	Total leading reactive power	var	S32
20532	0x5034	2	Total apparent power	VA	U32
20534	0x5036	1	Total power factor	- / 1000	S16
20535	0x5037	1	Total Power factor type : 0 : undefined 1 : leading 2 : lagging	-	U8

Figure 6 : Adresse Modbus du compteur I60

2.2 Développement de l'application

L'application présentée dans cet article décrit tous les points abordés en licence professionnelle et en deuxième année DUT. Les valeurs des différentes puissances sont télérelevées périodiquement. Celles-ci sont affichées et sauvegardées dans un fichier type tableur et dans une base de données.

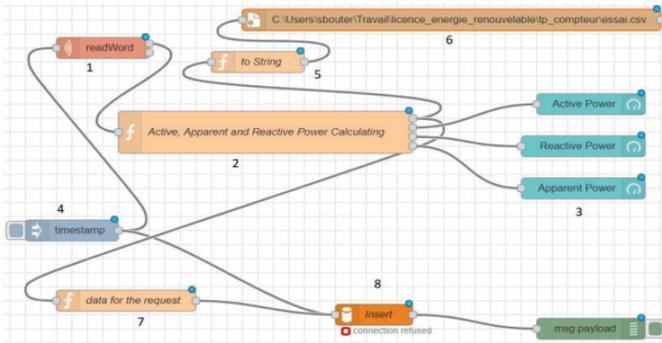


Figure 7 : Application "télé-relevé"

Le réseau de la Figure 7 présente 8 blocs fonctionnels. Ces blocs ou fonctions sont issus soit des bibliothèques téléchargées à partir d'un « repository », soit des fonctions développées pour les besoins de l'application.

1 : la requête « Modbus »

Cette requête comme le montre la configuration (voir Figure 8) correspond à une fonction « lecture de 11 mots » à l'adresse 20524 qui correspond à la récupération des valeurs des différentes puissances.

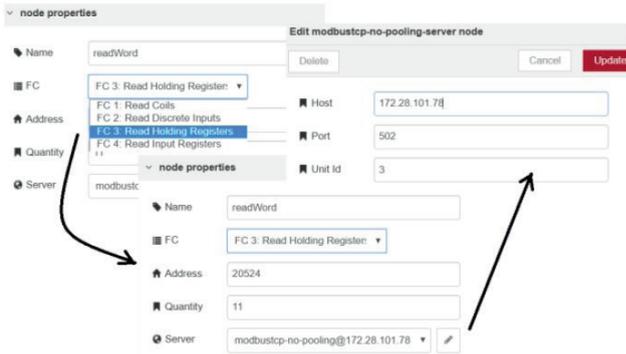


Figure 8 : Requête « lecture de mots »

Les données sont récupérées sous la forme d'un tableau de mots et nécessitent un calcul pour obtenir les valeurs de différentes puissances. Ce calcul est assuré par une fonction écrite en langage « JavaScript » (voir Figure 9) qui prend en compte l'agencement des mots et leur pondération.

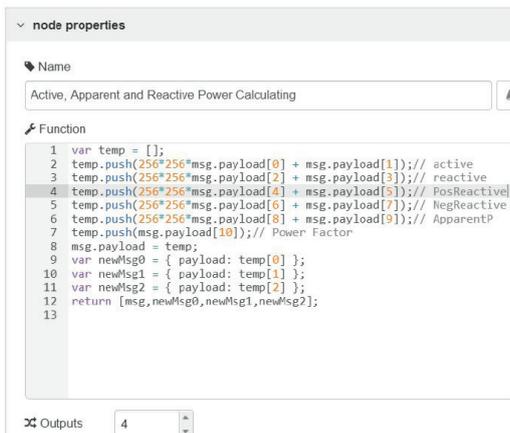


Figure 9 : Calcul des puissances

3 : affichage des valeurs de puissances

Une bibliothèque, le « Dashboard », offre un ensemble d'objets graphiques tels que des jauges (voir la Figure 10). Cette interface (ou ui : user interface) se décline sous la forme d'une page web. Les objets peuvent être paramétrés pour répondre aux besoins de l'application : plage de mesures, intervalles, couleurs...

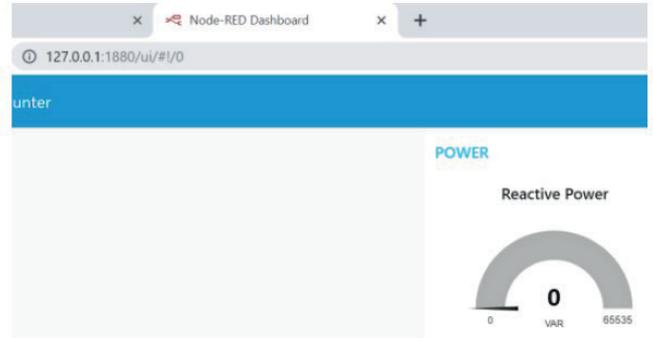


Figure 10 : Affichage des puissances

4 : activation des traitements

Les traitements sont activés à la réception d'un message « msg ». L'objet « inject » est utilisé pour émettre à la demande ou périodiquement un message qui a été préalablement défini (timestamp, number, string...). Dans le cas de l'application développée, le message, le temps « machine », déclenche la requête « Modbus » tout en transmettant l'information « temps ».

5 : conversion en chaîne de caractères

Cette fonction convertit les valeurs numériques reçues en chaîne de caractères. Des opérations de concaténation sont réalisées pour ajouter la date et des ponctuations. Cette ponctuation permet d'obtenir un formatage compatible avec un tableau.

6 : sauvegarde des données

La chaîne de caractères résultant des précédents traitements est sauvegardée dans un fichier « csv » avec l'option « append to file » (voir Figure 11). Ainsi des données sont sauvegardées périodiquement pour être traitées ultérieurement avec un tableau.

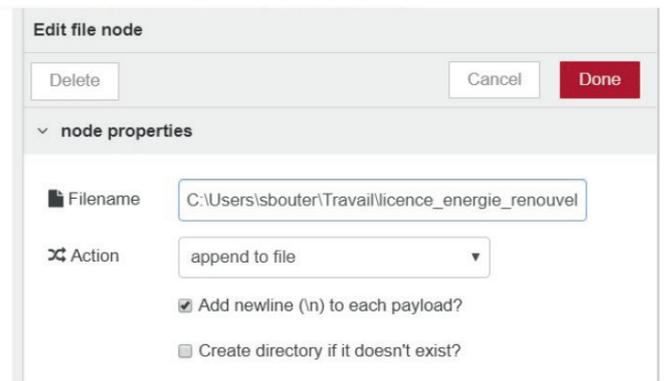


Figure 11 : Ajout de données dans un fichier

2.3 Exploitation des données.

Les données provenant des compteurs d'énergie stockées dans un fichier « csv » font l'objet de traitements tels le tracé d'une courbe de consommation en fonction du temps (voir Figure 12). Il est aussi demandé de déterminer l'énergie consommée sur un intervalle de temps.

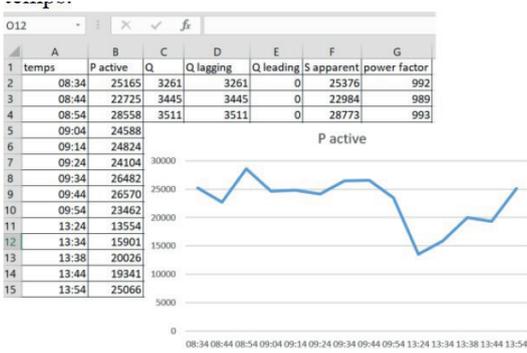


Figure 12 : Exploitation des données

2.4 Les bases de données

Les bases de données ne sont abordées qu'en S4 avec les étudiants du parcours « Réseaux ». Une première fonction est chargée de préparer la requête « MySQL Insert » à partir d'opérations de concaténation. La requête obtenue est alors transmise à la fonction assurant les échanges avec la base de données (voir Figure 13).

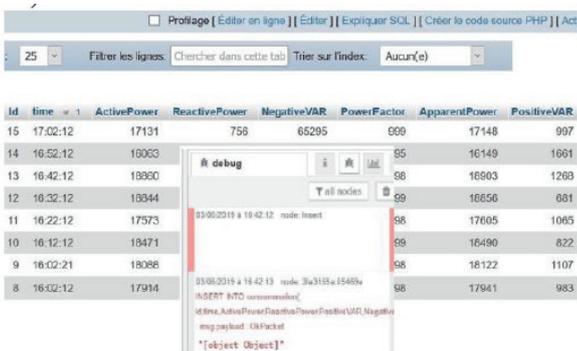


Figure 13 : Base de données

3. Autres sujets traités

3.1 Récupération de données « web »

Ce sujet, plus difficile que le précédent, doit montrer comment récupérer des données provenant du site « data.gouv.fr ». Ces données concernent l'installation de panneaux solaires en Bretagne. Elles sont organisées sur la base du format « Json » et pour être exploitées, elles doivent être converties en objets « Javascript ». Ces objets permettent d'extraire les données pertinentes pour ce sujet. L'application finale est donnée par la Figure 14.

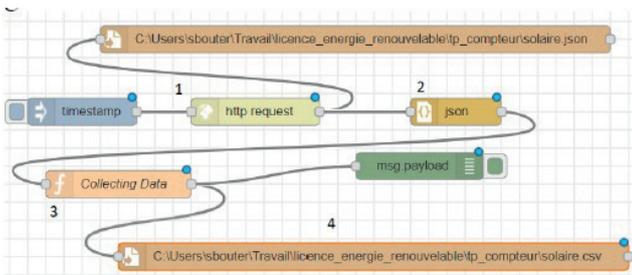


Figure 14 : Récupération de données « web »

Quatre blocs fonctionnels constituent l'application.

1 : requête http

Il s'agit d'une requête GET et il suffit de renseigner l'URL (« data.gouv.fr/... »). En réponse à cette requête, une chaîne de

caractères contenant les données est reçue sous le format « Json ».

2 : conversion en objet « Javascript »

3 : récupération des données

Cette partie se révèle la plus ardue pour les étudiants. En effet, elle requiert un traitement sur des objets et une boucle « for » (voir la Figure 15). Cette partie de programme permet de construire une chaîne de caractères pour pouvoir être exploitée par un tableur.

```

1 var temp = "";
2 for (i = 0; i < msg.payload.features.length; i++){
3   temp = temp + msg.payload.features[i].properties.COMMUNE + ",";
4   temp = temp + msg.payload.features[i].properties.P_KW_2014 + ",";
5   temp = temp + msg.payload.features[i].geometry.coordinates[0] + ",";
6   temp = temp + msg.payload.features[i].geometry.coordinates[1] + "\n";
7 }
8 msg.payload = temp;
9
10
11 return msg;
    
```

Figure 15: extraction des données

4 : sauvegarde des données au format « CSV »

	A	B	C	D	E
1	VILLE	PUISSANCE	LONGITUDE	LATITUDE	
2	TREAL	101.4	-2.226874274629455	47.828785719681214	
3	REMUNGOL	124.8	-2.902890290219261	47.93945064266305	
4	PIRE-SUR-SEICHE	242.35	-1.424097062154755	48.010964519585684	
5	TREBEURDEN	41.6	-3.568514677686225	48.773126733682	
6	TREBEDAN		-2.16432841264501	48.40734713286077	
7	PARTHENAY-DE-BI	171.1	-1.829469573020064	48.18717544943915	
8	PAIMPONT	120.3	-2.168936486203597	48.02532548027786	
9	OSSE	248.468	-1.459096294991283	48.060539804983414	
10	LA NOUAYE	130.7	-1.974706942468038	48.166524386351625	

Figure 16: données au format « csv »

3.2 Node-red sous un environnement « Raspberry »

Cet environnement a été mis œuvre sur une carte « Raspberry » pour que des mesures provenant de capteurs « I2C » puissent être transmises et récupérées sur un navigateur exécuté sur un équipement mobile via un réseau « wifi ». Sont installés sur la carte un OS Raspbian, un portail captif, un serveur DHCP et les environnements « NodeJs » et « Node-red ». Ce dispositif n'a pas encore fait l'objet d'une séquence pédagogique mais a illustré un enseignement dispensé à Jade Univer-sity à Wilhemshaven (Allemagne).

4. Conclusion

Ce sujet de TP permet de mettre en application les notions de réseaux abordées pendant le cours. Les étudiants dont le cœur de compétences n'est pas l'informatique industrielle ont la possibilité de développer des applications qui abordent les problématiques « MEEDD ». C'est ainsi que les étudiants peuvent aussi à partir de cette application établir des bilans énergétiques.

C'est aussi une opportunité de présenter un outil orienté applications « Objets Connectés »

5. Références

[1] nodered.org/
 [2] en.wikipedia.org/wiki/Flow-based_programming

Les énergies renouvelables au Département GEII de Longwy



Olivier Di Pillo (*IUT Henri Poincaré de Longwy*)
 Angel Scipioni (*IUT Henri Poincaré de Longwy*)
 Damien Guilber (*IUT Henri Poincaré de Longwy*)
 Edouard Richard (*IUT Henri Poincaré de Longwy*)
 Marouane Alma (*IUT Henri Poincaré de Longwy*)
 Harouna Souley Ali (*IUT Henri Poincaré de Longwy*)

Introduction

À partir de 2005, l'IUT Henri Poincaré de Longwy a axé son projet global stratégique sur le domaine des énergies renouvelables et du développement durable.

Pour arriver à cet objectif et avec l'appui de l'université (université Henri Poincaré de Nancy puis université de Lorraine) et du Conseil Régional de Lorraine puis Grand Est, plusieurs investissements ont été réalisés :

- L'instrumentation d'un plancher chauffant et d'une unité géothermique, l'installation d'éoliennes à axe horizontal et vertical, panneaux photovoltaïques, pile à combustible et électrolyseur, système hybride automobile, optimisation de la gestion cartographique de l'allumage sur moteur à combustion. Tout ceci a été destiné à compléter les équipements déjà existants : dispositifs de chauffage classiques et climatisation, dispositifs de régulation et de simulation, dispositif de Gestion Technique Centralisée, dispositifs de domotique.

- En partenariat avec l'ADEME, et dans l'objectif l'installation dans les locaux de l'IUT d'un espace Info Énergie.

Afin de compléter la mission d'information et de sensibilisation destinée à tous les publics de notre IUT au sein de son territoire, nous avons développé un programme de conférences "grand public" sur ces thématiques, ainsi que tout un ensemble d'actions plus opérationnelles de sensibilisation de l'ensemble du personnel de l'IUT sur ces questions (suppression d'agents chimiques toxiques pour le désherbage des allées, utilisation de produits respectueux pour les opérations d'entretiens, mise en place de systèmes de collecte et de tri (papier, pile), valorisation des déchets électroniques ...).

Suite à cette politique et au travail mené par l'équipe dirigeante de l'époque et à leur tête M. Angel Scipioni (Maître de conférence 63ème section), une Licence professionnelle « Énergie et Génie Climatique », spécialité : Développement Durable et Énergies

Renouvelables (DDER) a pu voir le jour à la rentrée 2009.

Les investissements ont continué à être consacrés en priorité à cet axe, avec différents types de financements (Appels à Projets (AAP) Région, AAP Grande région (transfrontalière), AAP Universitaires) avec un apport propre de l'IUT. Ce qui a permis entre autres dernièrement d'équiper nos formations avec une éolienne à axe vertical.

Depuis la rentrée 2018, la LP DDER a su s'adapter aux besoins économiques et territoriaux pour devenir la LP Bâtiment Durable et Mobilité Soutenable (BDMS).

Dans cet article, nous présenterons la formation, ses équipements ainsi que leurs utilisations pédagogiques.

Description de la Licence

Professionnelle Bâtiment Durable

et Mobilité Soutenable (LP B.D.M.S.)

- IUT Henri Poincaré de Longwy

1. Modalités /Contenu Général de la LP B.D.M.S..

L'université de Lorraine propose aux étudiants diplômés de niveau BAC + 2 la Licence professionnelle mention Maîtrise de l'énergie, électricité, développement durable, avec 2 parcours :

- Parcours type « Gestion de ressources énergétiques et énergies nouvelles », à l'IUT de Metz,
- Parcours type « Bâtiment durable et mobilité soutenable », à l'IUT de Longwy.

La LP BDMS s'appuie sur l'expérience de la licence professionnelle DDER, née en 2009, dont le responsable a été M SCIPIONI Angel. Ainsi, depuis l'année dernière, elle est proposée avec un tronc commun avec le parcours Messin. Deux Unités d'Enseignements identiques « culture générale » et « culture de la

spécialité » sont notamment proposées où l'on retrouve, entre autres, les modules d'enseignements suivants : Mise à niveau EEA et thermique, photovoltaïque, éolien, enveloppe du bâtiment, biomasse. Notre spécificité vient des modules d'enseignements de la spécialité du parcours proposé à Longwy : Bâtiment Durable et Mobilité Soutenable.

2. Contenu/Intentions Pédagogique de la LP B.D.M.S.

-> Le bâtiment durable :

Notre formation, s'appuie sur les applications au domaine du bâtiment en respect avec la Réglementation Thermique 2012 (RT 2012), tout en se projetant sur la RT 2020. Ainsi, l'objectif est de familiariser les étudiants avec les performances énergétiques imposées par la RT 2012 (La consommation conventionnelle d'Énergie Primaire : CEPmax, le besoin climatique conventionnel : BBIOmax, la température intérieure conventionnelle : TICréf). Ces 3 exigences énergétiques imposent une étude, une mise en service des équipements et matériels dans les domaines du chauffage, de la production d'eau chaude et sanitaire, de l'éclairage, de la production de froid, de la conception ainsi que de la bonne mise en œuvre des matériaux du bâtiment ... Autant de domaines que de modules d'enseignements répondant à ces besoins.

Nous interprétons, par exemple, via le logiciel PSIM (également Pléiade et Climawin), l'influence d'une isolation par l'extérieur et l'intérieur de l'enveloppe d'un bâtiment et utilisons le logiciel professionnel PVsyst dans le cadre du dimensionnement d'installations photovoltaïques (connectées au réseau / stockage).

De plus, nos étudiants ont l'opportunité de mettre en pratique ces savoirs liés au bâtiment durable au sein de l'Institut de Formation Sectoriel du Bâtiment à Bettembourg (I.F.S.B) sur le territoire Luxembourgeois, où ils sont confrontés aux équipements pédagogiques (PAC, installations solaire thermique et photovoltaïque, bâtiment communicant, bâtiment Haute Performance environnementale...) dans un environnement exceptionnel.



Figure 1 Équipement pédagogique du bâtiment durable à Bettembourg (Luxembourg). Source : Auteurs

• Exemple d'exploitation pédagogique liée au bâtiment durable :

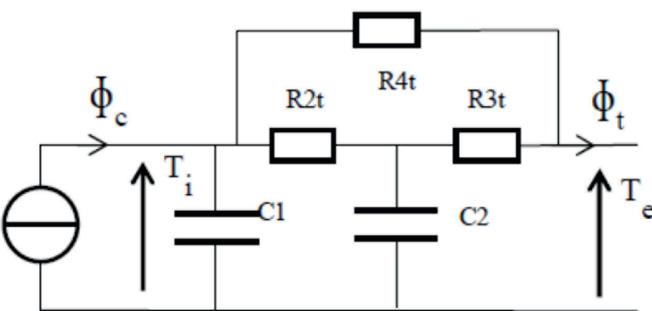


Figure 2 : Modèle mono - zone représentant l'intégralité d'un bâtiment

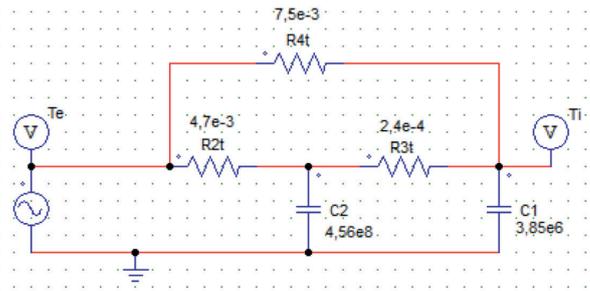


Figure 3 : Modèle de simulation d'une isolation

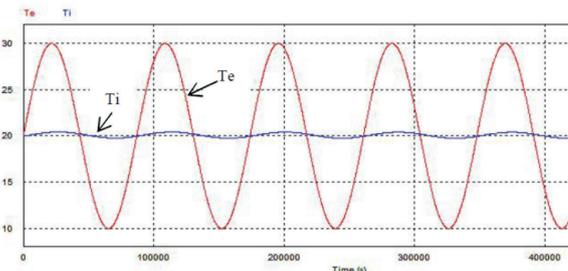


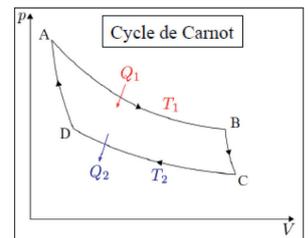
Figure : 4 Variation de la température interne fortement diminuée en été, dans le cas d'une isolation par l'extérieur - Solution à privilégier afin d'éviter les systèmes de climatisation

• Mots clés liés à l'enseignement en bâtiment durable :

CEP – BBIO – TIC – Bâtiment BEpos - Bâtiment HPE – Smart Grid - Bilan carbone des matériaux.

-> La mobilité soutenable :

Pour ce qui regarde cette composante, les modules d'enseignements centraux sont : La propulsion thermique et électrique ainsi que l'hybridation des véhicules de transport. La moitié de ces enseignements sont assurés par des ingénieurs de l'entreprise Delphi Automotive (l'un des équipementiers leader mondial) à Bascharage au Luxembourg.



L'objectif général, outre d'acquérir les bases quant aux principes fondamentaux des dispositifs de propulsion (bilan d'enthalpie, chaîne d'énergie dans un véhicule automobile, couplage des énergies de stockage : hydrogène, batterie lithium / ion, moteur biocombustible), est pour ce qui nous intéresse, de familiariser les étudiants avec la transition énergétique imposée à nos véhicules dans le domaine du transport (aérien, ferroviaire, automobile, maritime et bientôt aérien). La finalité demeure la réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre avec pour ligne de mire, d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050, tout en conservant des performances et un confort de hauts niveaux dans nos véhicules

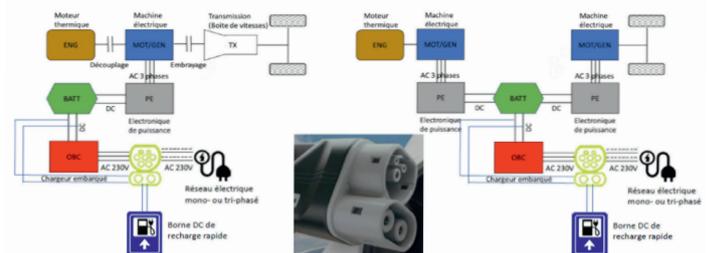


Figure 5 : C POUILL - Hybridation série et parallèle appliquée à l'automobile

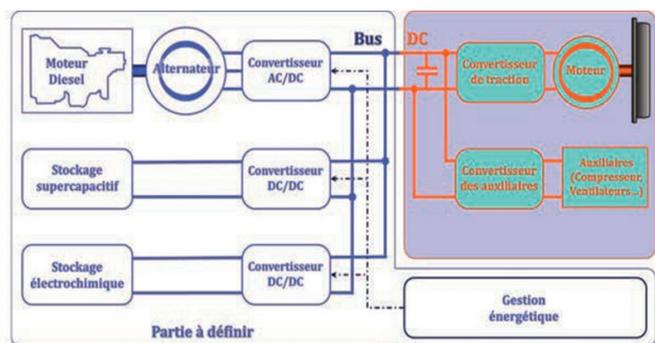


Figure 6 : Architecture fonctionnelle d'une locomotive hybride

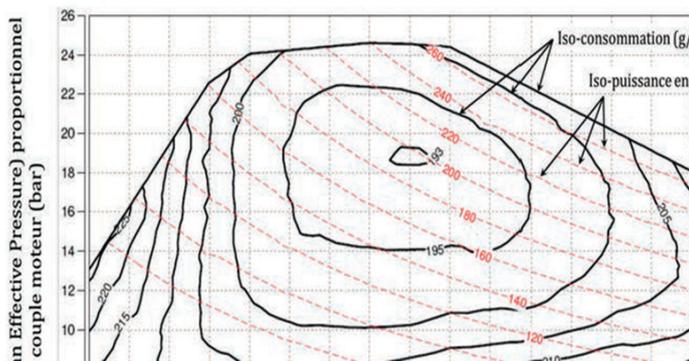


Figure 7 : Cartographie de consommation d'un groupe Diesel

• Mots clés de la mobilité soutenable :

Hybridation – Performances – efficacité énergétique – Bilan carbone des gaz propulsés

« Énergie renouvelable – Production et stockage » : les activités pédagogiques proposées à l'IUT Henri Poincaré de Longwy

1. Modalités /Contenu Général du module « Énergie renouvelable – Production et stockage ».

L'objectif principal de ce module est de présenter les différents moyens de produire et de stocker de l'énergie électrique ainsi que de sensibiliser nos étudiants sur leurs impacts environnementaux (Production de Gaz à Effet de Serre, Bilan Carbone, disponibilités des ressources, relocalisation des flux financiers). Ainsi seront présentées les différentes technologies de production (fossiles et renouvelables) et les moyens de stockage (batteries, condensateurs, hydrogène).

2. Contenu/idées pédagogiques proposées à l'IUT Henri Poincaré de Longwy.

-> Production d'énergie électrique :

Notre enseignement s'appuie sur le thème « centrale biogaz de BECKERICH au Luxembourg » : cette ville, représentant un regroupement de 9 communes Luxembourgeoises (2500 habitants), vise l'autonomie énergétique totale (réseau électrique et chauffage urbain) d'ici 2035, car elle investit et exploite des installations de production d'énergie durable et renouvelable en valorisant les déchets de l'activité économique locale : l'agriculture.

Quelques équipements :

- Centrale biogaz de Beckerich : 850 kW électrique et 850 kW thermique,
- Micro centrale photovoltaïque : 45 kW,
- 2 éoliennes à axe horizontal : 2 × 1 MW



Figure 8 : Caserne de Pompier de BECKERICH
Puissance de 29,52 KW, 164 Panneaux photovoltaïques Polycristallin, 5 Onduleurs. Source : Auteurs



Figure 9 : Centrale bio gaz de BECKERICH
Puissance de 850 KW électrique et 850 kW thermique
Source : Auteurs

Cette mise en situation (réaliste), dans la continuité du module « Ener3 », nous permet d'introduire très concrètement deux applications de l'utilisation de la machine asynchrone en fonctionnement génératrice à travers l'éolien et la cogénération, deux moyens, présents, sur le site de Beckerich.

En cours, nous présentons les différents moyens de production en nous appuyant sur ce même thème. Enfin, nous abordons le contexte énergétique mondial (production 13511 Mtep, dont 11 % de renouvelable) et national (production 244,3 Mtep, dont 10 % de renouvelable), consécutivement, lors des moments alloués aux travaux dirigés, nous posons et résolvons la problématique suivante :

- À partir des besoins de production de la centrale de bio-méthanisation de Beckerich (850 kW électrique), le but est de comparer ce type de production avec l'énergie solaire, en argumentant les points suivants :

- 1- Dimensionnement de la centrale solaire avec le logiciel PV Syst,
- 2- Coût d'investissement et retour sur investissement avec le logiciel PV syst,
- 3- Interprétations de l'étude.

Afin de pouvoir assurer une indépendance expérimentale au niveau de l'IUT, notre établissement est équipé d'une installation photovoltaïque d'une puissance globale de 1.2 Kw (Polycristallin et Amorphe), ainsi que deux éoliennes d'une puissance globale de 6 Kw (1 à axe horizontal : 5Kw et 1 à axe vertical : 1Kw). Pour le futur proche et en concertation avec les collectivités territoriales ainsi que l'université, la direction de l'IUT étudie le projet d'installation d'une future centrale expérimentale de bio-méthanisation.

• Exemple d'exploitations pédagogiques :

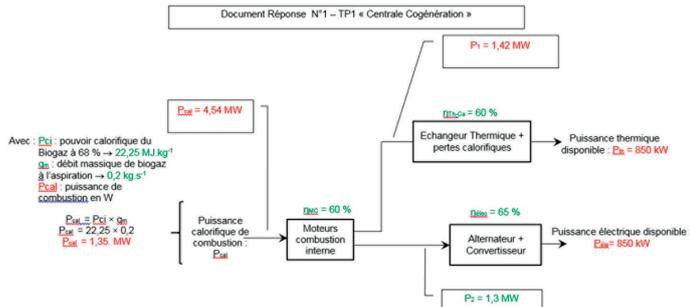


Figure 10 : Document de travail "centrale cogénération"

Étude du dossier technique relatif à la centrale de biogaz de Beckerich :

Liste des éléments mis à disposition :
 Exploitation des données de la centrale – schémas électriques : génératrice asynchrone – onduleur, Bilan des puissances de la chaîne d'énergie : en vert, les données et en rouge les grandeurs demandées.

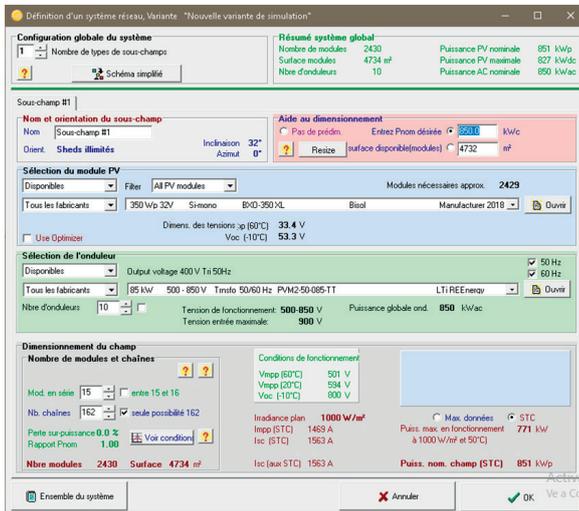


Figure 11 : Extrait données opérationnelles "centrale de Beckerich"

Dimensionnement du champ photovoltaïque nécessaire via PVsyst :

2430 modules dont 15 en série et 132 en parallèle - 4734 m2 d'installation – Puissance PV nominale : 851 kW10 onduleurs de puissance unitaire 85 kW – Tension bus continu : 500 à 850V

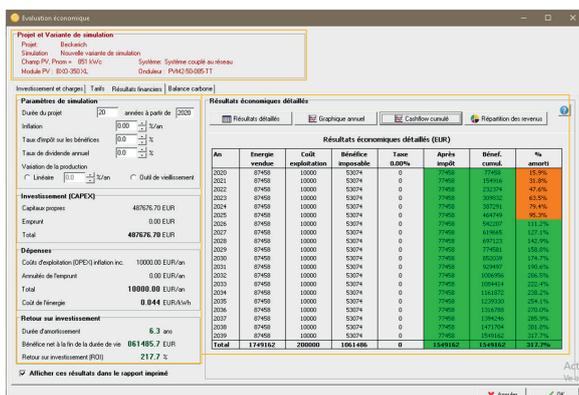


Figure 12 : Extrait données opérationnelles photovoltaïques

Bilan économique via PVsyst :

Durée du projet : 20 ans – Investissement : 487676,7 Euros – Coût d'exploitation (maintenance site PV) : 10000 Euros/an - Retour sur investissement : 6,3 ans – Bénéfice imposable au bout de 20 ans : 61485 Euros

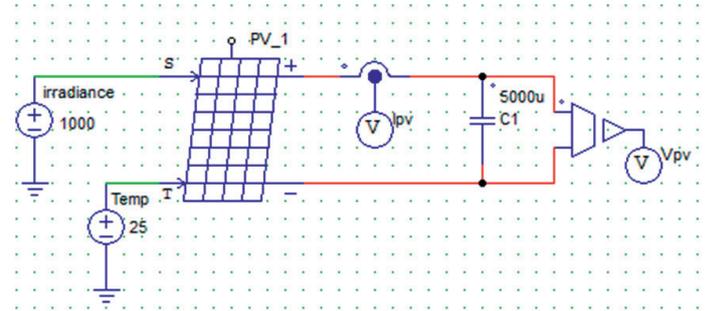


Figure 13 : Macro - modèle de simulation champs PV

Simulation et caractérisation du panneau MSX 60 via PSIM :

- Réalisation du schéma de simulation
 - Génération des courbes $ip_v = f(vp_v)$ et $P = f(vp_v)$, puis comparaison des points caractéristiques, simulation aux valeurs (Datasheet) du panneau MSX 60 pour deux points de fonctionnement différents : Irradiance de 1000 W.m-2 / Température de 25 °C et Irradiance de 500 W.m-2 / Température de 25 °C.

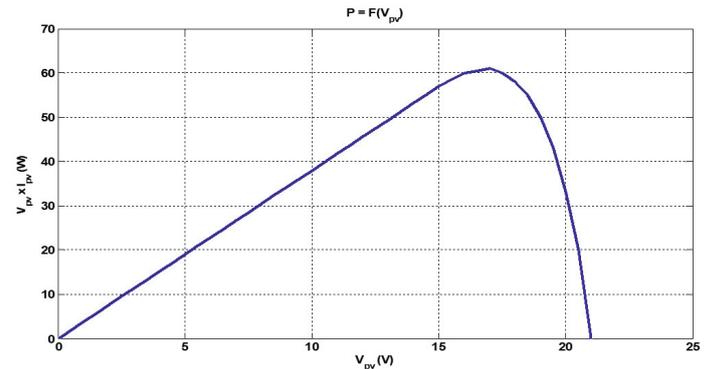


Figure 14 Courbe $P = f(vp_{pv})$ pour 1000 W. m-2 à 25 °C

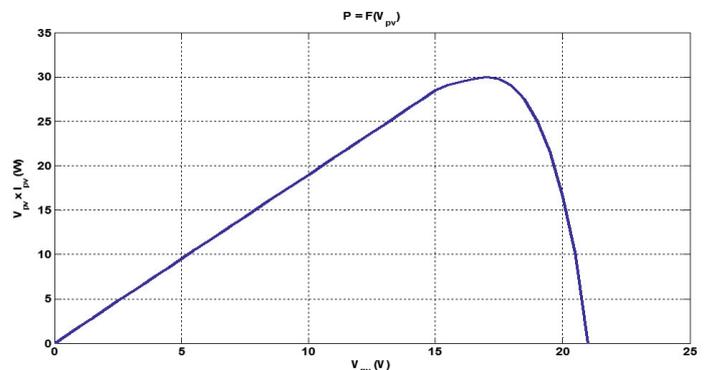


Figure 15 Courbe $P = f(vp_{pv})$ pour 500 W. m-2 à 25 °C

• Mots clés du module « Énergie renouvelable – Production et stockage » :

Eolien – Photovoltaïque – Génératrice Asynchrone – Pile à combustible – Production – Stockage.

Production d'hydrogène par électrolyse de l'eau : son stockage et sa valorisation à travers une pile à combustible

De nos jours, l'intégration des sources d'énergies renouvelables (éolien, photovoltaïque) dans le réseau électrique est compromise en raison du fort caractère intermittent de ces sources d'énergie. Afin de faire face à cette importante problématique, l'utilisation de technologies de stockage de l'énergie électrique est fortement recommandée. La fonction principale des technologies de stockage est de collecter le surplus d'énergie produite par les énergies renouvelables et de restituer l'énergie stockée lorsque l'énergie produite à partir d'énergies renouvelables n'est pas suffisante pour répondre aux besoins énergétiques du réseau. Par conséquent, la stabilité du réseau peut être assurée. Plusieurs types de stockage peuvent être trouvés dans la littérature, et sont généralement classifiés en deux catégories : stockage court-terme et stockage long-terme. Certaines technologies de stockage peuvent fournir une puissance très élevée à la charge pendant une courte période, tandis que d'autres peuvent fournir une puissance nominale inférieure pendant une période plus longue. Les technologies de stockage les plus couramment utilisées sont les batteries (plomb-acide, nickel-cadmium, nickel-hydrure métallique, lithium-ion, lithium-polymère, lithium-air, sodium-soufre, chlorure de sodium (zebra), etc.) et supercondensateurs. Ces deux grandes familles technologiques font partie de la catégorie du stockage dit de "court-terme".

Au sein du département GEII de l'IUT de Longwy, les activités pédagogiques (DUT GEII, LP BDMS) et de recherche (laboratoire GREEN) se concentrent essentiellement sur le stockage de l'énergie sous forme d'hydrogène. En effet, le stockage de l'énergie via l'hydrogène (stockage long-terme) combiné à l'utilisation d'un électrolyseur et d'une pile à combustible est une solution attractive et prometteuse pour faire face aux caractères intermittents des sources d'énergie renouvelables. En utilisant le principe de l'électrolyse de l'eau pour la production d'hydrogène à partir de sources d'énergie renouvelables, les effets néfastes sur l'environnement peuvent être drastiquement minimisés. Une fois que l'hydrogène est produit et stocké dans des réservoirs, ce dernier peut être converti en énergie électrique par l'utilisation d'une pile à combustible. L'avantage principal de l'hydrogène comparé aux technologies de stockage classique (batteries, supercondensateurs) est qu'il possède une densité énergétique massique très élevée (120 MJ/kg). Toutefois, sa densité énergétique volumique très faible (10.8 MJ/m³) rend son stockage moins favorable, en particulier pour les applications automobiles. Différentes solutions ont été adoptées, comme par exemple, le stockage gazeux comprimé (entre 350 et 700 bars). Toutefois, un stockage haute pression pose des problèmes en termes de sécurité. Pour pallier ce problème, le stockage basse pression (environ 10 bar) est actuellement en phase de recherche et de développement et est basé sur un stockage solide basé sur des matériaux (hydrures métalliques).

Pour les besoins pédagogiques, le département GEII de l'IUT possède ces différentes technologies d'hydrogène :

1. Un électrolyseur à membrane échangeuse de protons (fonctionnant à basse température) d'une puissance électrique nominale de 400 W pouvant produire 1 litre d'hydrogène par minute.
2. Trois réservoirs de stockage basse pression (10 bar) basés sur un stockage solide à hydrures métalliques. Chaque réservoir

peut contenir jusqu'à 60 g d'hydrogène.

3. Une pile à combustible à membrane échangeuse de protons d'une puissance électrique nominale de 1.2 kW et un débit d'hydrogène maximal de 18.5 litres par minute.

Ci-dessous, une vue d'ensemble de la chaîne d'énergie pour la production d'hydrogène et sa valorisation à travers une pile à combustible.

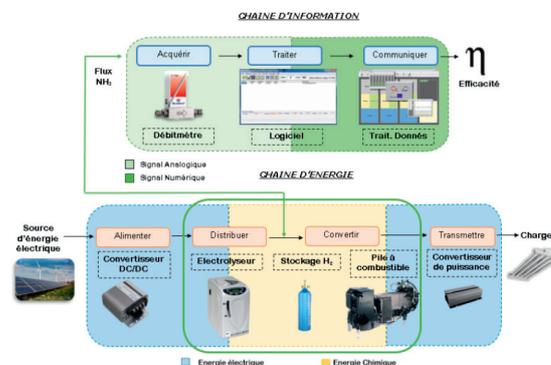


Figure 16 : vue d'ensemble de la chaîne d'énergie pour la production d'hydrogène et sa valorisation

Dans cette chaîne, les convertisseurs d'énergie jouent un rôle primordial afin d'adapter les niveaux d'énergie requis par l'électrolyseur et la pile à combustible. En effet, l'électrolyseur (considéré comme une charge) a besoin d'être alimenté avec une très faible tension (environ 8 V) ; tandis que la pile à combustible (considérée comme une source) délivre une tension faible (<100 V). C'est pourquoi, l'électrolyseur est souvent associé à un convertisseur d'énergie abaisseur de tension, tandis que la pile à combustible requiert un convertisseur d'énergie éleveur de tension.

Voici quelques exemples de travaux pratiques et de projets tutorés réalisés avec les étudiants :

1. Modélisation de l'électrolyseur sous logiciel (performances, efficacité énergétique, débit d'hydrogène).
2. Étude de l'association d'un convertisseur de puissance/ électrolyseur (caractérisation des performances de l'électrolyseur, étude de l'efficacité énergétique du système, production d'hydrogène, modélisation, recherche d'un point de fonctionnement optimal pour des objectifs de contrôle).
3. Étude de la chaîne d'information (récupération des mesures de débit d'hydrogène, analyse des données, valorisation des mesures).

Pour conclure, quelques résultats obtenus avec les étudiants sont reportés ci-dessous.

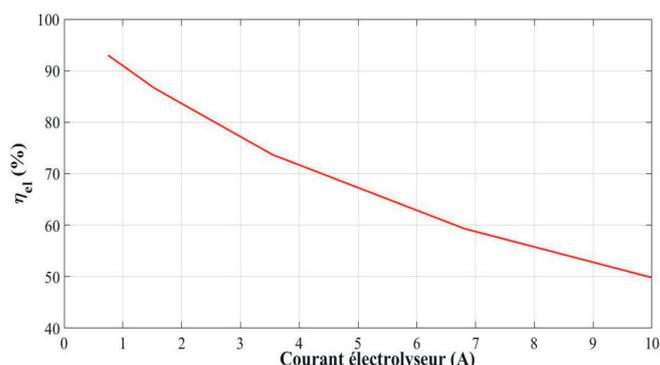


Figure 17 : efficacité énergétique de l'électrolyseur en fonction du courant d'entrée

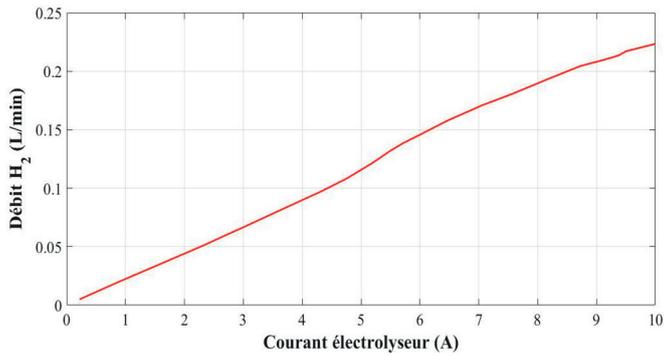
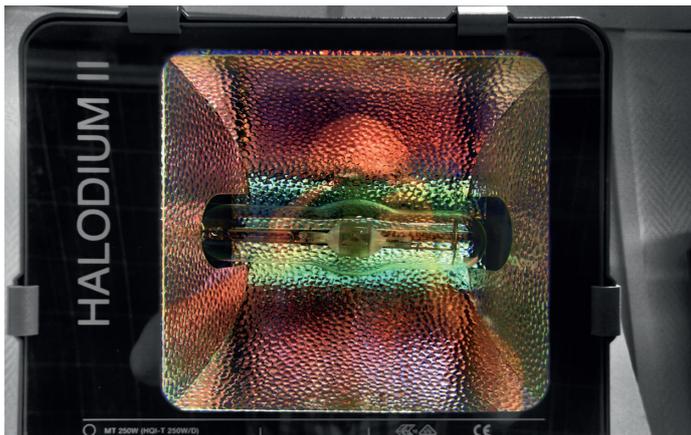


Figure 18 : débit d'hydrogène de l'électrolyseur en fonction du courant d'entrée

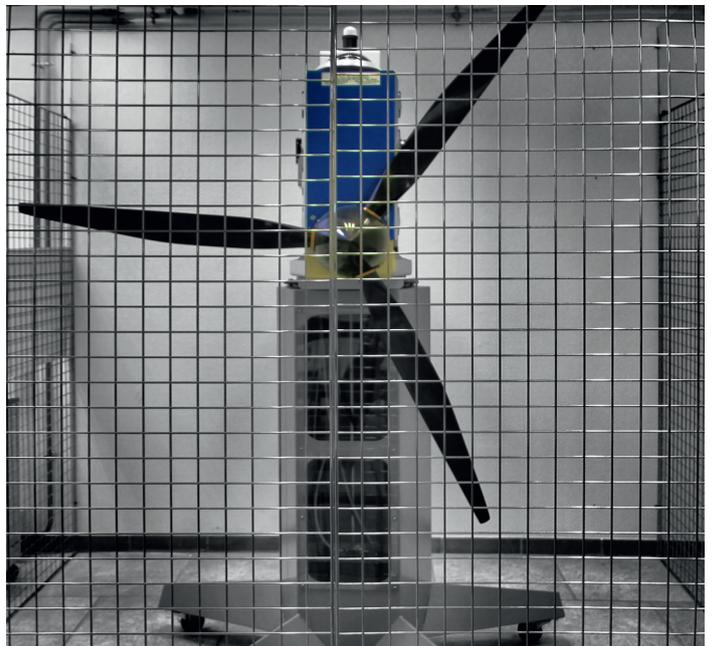
Comme il peut être observé sur les figures 17 et 18, l'efficacité énergétique de l'électrolyseur et son débit d'hydrogène sont fortement liés au courant d'alimentation de ce dernier. En effet, plus l'énergie apportée à l'entrée est importante, et plus l'efficacité énergétique est faible, tandis que le débit d'hydrogène augmente. De là, des compromis doivent être mis en place dans l'objectif d'optimiser l'efficacité énergétique de l'électrolyseur et de son débit d'hydrogène. Les projets tutorés ainsi que les activités de recherche conduites à l'IUT de Longwy permettent de répondre à ces problématiques et au développement de nouvelles solutions.



Panneaux photovoltaïques en étude (Source : auteurs)



Un projecteur parmi les 30 disposés pour produire un soleil artificiel (Source : auteurs)



Eolienne didactique pour la commande de la machine asynchrone (Source : auteurs)



Installation de Panneaux PV sur le toit du département GElI (Source : auteurs)

HORIZON SCIENCES HUMAINES

Enseignement de l'anglais en GEII à l'IUT A de Villeneuve d'Ascq



Pierre LAPLACE (*professeur d'anglais*
Département GEII, IUT A Université de Lille)

À l'IUT A de Villeneuve-d'Ascq, composante de l'Université de Lille, nos étudiants GEII disposent, pour ce qui est de l'anglais, de conditions de travail très favorables ; les groupes TD ont généralement des effectifs raisonnables (le plus souvent autour de 20 étudiants).

Nous avons à notre disposition 3 salles TD équipées d'ordinateurs et de vidéo-projecteurs, 2 laboratoires audio (dont l'un fonctionne avec des tablettes, ce qui permet aussi d'envoyer des vidéos aux étudiants) et 2 salles multimédias fonctionnant en réseau, avec un ordinateur par étudiant. Les salles multimédias ont été configurées par les techniciens de telle sorte que chaque enseignant dispose d'un "dossier salle" dans lequel il/elle peut stocker tous types de documents (fichiers Word, audio, vidéo ...). Une fois connectés avec leurs identifiants universitaires, les étudiants peuvent accéder au dossier de l'enseignant, et également enregistrer leur travail dans un dossier personnel. Nous avons aussi des licences pour les logiciels Voicebook (travail sur la compréhension orale en autonomie), Gramster, Vocabster etc

En résumé, nous possédons tous les outils nécessaires pour travailler la compréhension orale, et nous constatons bien souvent des progrès pour de nombreux étudiants. Bien évidemment, nous travaillons également la compréhension écrite à partir de divers documents et articles.

Cependant, la question qui se pose est la place accordée à l'expression orale (en continu ou en interaction), au vu des contraintes horaires, du nombre d'étudiants, de leur hétérogénéité et de l'absence de séances de TP.

Depuis 3 ans, il ressort des CPP (commissions pédagogiques paritaires) un besoin croissant des étudiants de s'exprimer davantage et de progresser à l'oral, ce qui est une très bonne chose. Nous avons donc mis en place des activités pour travailler plus en profondeur l'expression orale, en gardant à l'esprit qu'en fin de S4 les étudiants doivent faire une colle orale/présentation en anglais de 10 minutes sur un sujet scientifique ou technique de leur choix - une épreuve qui, il faut bien le dire, fait parfois peur aux étudiants!

Nous avons donc décidé de consacrer un peu plus de temps aux compétences suivantes : s'exprimer oralement en continu, et prendre part à une conversation. Cela se fait par le biais de mini-présentations orales en binômes dès le S3, d'activité de job interview (tous les étudiants participent, en organisant un roulement de recruteurs et candidats à partir de plusieurs véritables offres d'emploi aux États-Unis dans le domaine du génie électrique), et enfin par le biais de pairworks portant sur des domaines tels que science et technologie, internet et réseaux sociaux, transports ... Chacun des 2 étudiants a des questions différentes, qu'il ne montre pas à son binôme. La consigne est d'utiliser ces questions comme point de départ de la conversation, afin d'échanger en anglais, en continu, pendant 10 à 15 minutes.

Activités à l'international du département GEII de l'IUT A-Université de Lille année 2019



Arnaud CAILLIER (*Professeur d'anglais IUT A et Adjoint au Directeur en charge des Relations Internationales*)
Patricia GARAU (*Professeur d'anglais au Département GEII*)

Cette année comme à son habitude, le département GEII a envoyé 10 étudiants en mobilité internationale, dont un au Japon. Le département a accueilli 4 étudiants (2 Italiens au S3, 1 Japonais et 1 Belge au S4).

Cette activité compte parmi les nombreuses mobilités organisées par l'IUT A, composante de l'Université de Lille, très active à l'international.

Au fil des années, nous avons également développé un réseau de partenaires avec des kosen japonais (équivalent des IUT) qui est d'un très grand intérêt pour les étudiants de notre établissement. Pour ce faire nous avons mis en place une politique d'enseignement des langues (japonais, italien, allemand, espagnol et néerlandais) pour faciliter l'intégration des étudiants sortants dans leur université d'accueil. De la même manière, des cours de français langue étrangère (FLE) sont dispensés aux étudiants entrants désirant améliorer leur niveau de français.

L'IUT A a toujours favorisé une politique d'aide à la mobilité internationale, par l'octroi de bourses universitaires et le service des Relations internationales utilise son expertise dans la préparation et le suivi des 136 dossiers de candidature (31 hors Europe, 105 en Europe). Notre expérience de plus de 25 ans dans ce domaine nous permet de justifier d'une réelle attractivité, ressentie particulièrement lors de la Journée annuelle portes ouvertes.

Cette ouverture à l'international constitue un atout majeur sur le CV de nos étudiants, qu'ils peuvent ensuite valoriser lors d'une poursuite d'études ou d'une recherche d'emploi dans l'Euro-Région. Cette expérience leur offre la possibilité d'obtenir le Label International, ajout au diplôme, mis en place par l'Université de Lille.

Nous travaillons actuellement à la possibilité d'envoyer des

étudiants en semestre d'études en Cégep anglophone à Gatineau (Québec), ce qui leur permettra de conjuguer leur pratique linguistique et leur enrichissement technologique, sans oublier l'ouverture culturelle. Parallèlement, des étudiants québécois seront accueillis au semestre 3 pour y suivre des enseignements en français.

Cette activité s'inscrit dans un cadre plus vaste qui reflète le goût croissant de la jeune génération européenne pour une expérience et une ouverture à l'international.



Retour vers le futur



Francis WALLET (IUT A de Lille)

Dans le n°1 de GeSi (1981), Francis Wallet soulignait les promesses de l'enseignement de l'anglais dans nos départements. Près de 40 ans plus tard, promesses tenues : inventivité pédagogique et ouverture internationale sont toujours à l'ordre du jour. Nous publions à nouveau cet article.

● MAIS POURQUOI ENSEIGNER L'ANGLAIS?

Les quelques remarques qui suivent ne sont pas destinées aux professeurs de langues qui, naturellement, connaissent les problèmes soulevés par l'enseignement des langues en IUT, d'autant que le Bulletin Pédagogique des IUT (langues) publié depuis 1968 - d'abord sous le patronage de l'INFA puis sous la responsabilité de l'Equipe de Recherches Pédagogiques (*) - fournit nombre de données. Je voudrais simplement essayer de dégager quelques points qui me semblent fondamentaux afin de répondre à la question « Pourquoi enseigner l'anglais en Génie Electrique ? » c'est-à-dire insister sur la finalité et les objectifs de l'enseignement des langues. Il n'est pas question, dans ce bref article, de traiter de didactique des langues et de méthodologie ou de signaler les diverses solutions qui ont pu être trouvées dans les différents départements de Génie Electrique.

Si l'on consulte le programme élaboré par la CPN, on relève les points suivants : enseignement obligatoire de l'anglais, exposer oralement en français le contenu d'une notice ou documentation technique rédigée en anglais, conversation courante, lecture de journaux et revues d'actualité tendant à rattacher l'étude de la langue à la vie quotidienne, enseignement d'initiation pour les étudiants n'ayant pas étudié antérieurement l'anglais. Cette énumération couvre donc de nombreux aspects et insiste sur quelques éléments spécifiques relevant du domaine technologique. Lors de sa réunion de décembre 1979 consacrée à l'enseignement des langues, la CPN n'a pas jugé utile de modifier le programme et il est intéressant de reprendre les arguments développés par les participants.

La majorité des documents concernant l'électronique étant en langue anglaise il apparaît que l'étude de l'anglais est nécessaire. Certains départements géographiquement proches d'un pays non-anglophone pourraient poser le problème d'une autre langue (Est de la France, par exemple). Un Chef de Département concerné par cette question a remarqué que les étudiants se tiraient d'affaire avec l'allemand qu'ils connaissaient déjà... et qu'il était préférable d'étudier l'anglais. Si l'on considère le plan strictement professionnel, il est bien évident que 99 % de la documentation est en anglo-américain, ce qui ne signifie pas que les autres langues - adaptation locale - soient à bannir. Mais un minimum d'anglais est nécessaire, d'où la recherche de solutions originales telles que : apprentissage en semi-autonomie (expériences du CRAPEL, Nancy), création de self-service, etc... sans oublier les cours pour débutants.

La finalité des études étant professionnelle il n'est guère étonnant d'insister sur l'aspect « utilitaire », mais, en précisant

les objectifs, on s'aperçoit vite que les divers aspects sont liés. On retrouve les quatre compétences qu'il est traditionnel de mentionner en enseignement des langues. Ces « four skills » sont, rappelons le, la compréhension et l'expression écrites, la compréhension et l'expression orales. Comme l'objectif global est de permettre l'accès à l'information sous toutes ses formes, de fournir à l'étudiant un outil convenable pour l'acquisition « d'autre chose » - et cela peut ne pas être que professionnel - ces quatre compétences représentent un champ suffisamment vaste. La finalité professionnelle des IUT, interviendra dans la modulation des compétences à développer. La compréhension écrite sera sans doute à privilégier (recherche rapide de l'information, techniques de lecture) par rapport à l'expression écrite qui pourrait se limiter à la rédaction de lettres, brefs rapports ou résumés. Par contre, la compréhension orale ne peut être dissociée de l'expression orale. Remarquons que les statistiques montrent que 25 % des techniciens supérieurs auront besoin de comprendre - et donc de maîtriser - l'anglais parlé. Il est impossible de savoir qui en aura besoin - et quand... D'autre part, on s'aperçoit rapidement qu'une langue constitue un tout et que l'oral facilite l'écrit. La conversation courante et la lecture de journaux ou revues rattachant la langue à la vie quotidienne sont liées à ce problème. De plus cette ouverture sur l'extérieur est bénéfique pour l'étudiant qui devra s'intégrer rapidement au monde du travail. Des connaissances « extra-scolaires » facilitent les contacts avec l'entreprise. Les sondages auprès d'anciens étudiants en stage confirment cette opinion.

La compréhension d'une documentation technique nécessite un certain vocabulaire plus spécifique mais l'acquisition de « l'anglais de spécialité » ne semble pas présenter des difficultés insurmontables. Dans « anglais de spécialité » il y a d'abord « anglais », comme dans « électronique de puissance » il y a « électronique ». Le vocabulaire technologique - même restreint - est à apprendre car ce domaine n'appartient pas, en général, aux connaissances déjà acquises et ne s'invente pas... Partie la plus facile de la langue de spécialité, c'est aussi l'élément qui risque d'être le plus lassant. Si pour des ingénieurs, il semble relativement facile d'acquérir rapidement ce lexique dans la vie professionnelle, nos étudiants ne seront pour la plupart que des techniciens formés à bac. plus 2 et au passé linguistique parfois incertain ce qui nous impose un effort particulier. Beaucoup de nos étudiants réalisent des performances honorables et ont des connaissances convenables mais l'hétérogénéité pose cependant un

problème (recrutement dans des séries différentes de bac, interruption d'étude en langue, manque de motivation). Les groupes de niveau, expérimentés depuis longtemps peuvent se relever utiles mais restent liés à la collaboration des autres disciplines et aux horaires. Il faut donc insister sur certains traits caractérisant le domaine scientifique (exemples formation des noms composés, comparaisons, mesures, sigles, etc...) mais il n'est pas question de transformer le TD d'anglais en TD d'électronique tout comme on ne peut changer un cours d'électronique, même dit en anglais, en cours de langue... Cela dit, l'enseignement de la langue de spécialité demande naturellement quelques connaissances que les Collègues d'autres disciplines peuvent fournir (pluridisciplinarité).

Il convient enfin, d'ajouter aux quatre compétences, une cinquième, qui est primordiale : l'auto-apprentissage, permettant le perfectionnement ultérieur dont l'importance n'est plus à souligner. En effet - et cela concerne toutes les matières - dans notre civilisation où les connaissances technologiques en électronique doublent tous les cinq ans, on ne peut négliger cet aspect.

Stratégie d'apprentissage, méthode etc, doivent être sous-jacentes à l'enseignement de la langue, d'autant que celle-ci servira à l'acquisition d'autre chose. Là, comme ailleurs, le but ultime du professeur est de se rendre inutile. Les recherches sur l'autodidaxie effectuées à Nancy par le CRAPEL sont, à ce propos, très intéressantes.

Il apparaît donc que les objectifs à faire atteindre aux étudiants sont assez importants pour nécessiter des moyens convenables et adaptés. Il faut le souligner car la tentation pourrait être de renforcer l'horaire consacré aux techniques nouvelles, au détriment de la formation générale. On peut, par exemple, désirer accentuer l'étude de la micro-informatique sans pour autant amputer les horaires d'anglais ou ne pas renouveler le matériel didactique nécessaire aux langues. L'apparition et le développement d'une nouvelle technologie vont de pair avec l'anglais.

F. WALLET
Professeur certifié à l'IUT «A» de Lille I
Département Génie Electrique

(*) Equipe de Recherches Pédagogiques des IUT - IUT 8, avenue Cauchy - 92330 Sceaux - Tél : 350-40-58

Expérience pédagogique partagée : prendre du recul avec le retour d'expérience

Mots-clés : *anticiper, construire, agir, améliorer, rédiger*



Florence HÉNON (GEII Chartres)

Introduction

Au semestre 4, dans le module Projet Professionnel et Personnel, le thème principal est intégrer l'expérience professionnelle, en prenant comme point d'appui le stage et le-s projet-s post-DUT de l'étudiant. L'objectif est d'amener ce dernier à réfléchir, à analyser et à rédiger son vécu en entreprise et à venir. Pour le post-DUT, aucun problème, tous les étudiants GEII Chartres sont concernés, mais pour le stage, seuls les apprentis peuvent parler de leur vécu en entreprise en tant que GEII. Même si les emplois saisonniers sont utilisés à défaut pour les initiaux, j'ai voulu aller un peu plus loin tout en restant dans l'esprit du PPN GEII 2013. J'ai ainsi mis en place un enseignement « le retour d'expérience » (sans demander plus d'heures) qui allie à la fois une démarche développée, des méthodes employées dans l'industrie, une production écrite et rédigée selon des normes imposées et une mise en exergue du niveau d'implication de l'étudiant, bref de la communication organisationnelle. Pour cela, j'ai rencontré des industriels du domaine GEII et je leur ai expliqué ma démarche pour savoir comment se déroulait en entreprise le retour d'expérience. Puis, je me suis plongée, sans me noyer, dans la littérature pédagogique et managériale, ce qui m'a permis d'élaborer une grille pour aider les étudiants dans cette démarche. J'ai voulu sensibiliser les étudiants à l'évaluation et à la qualité, mais aussi leur montrer l'importance de l'anticipation, de la construction, de l'action et de la rétroaction. Le retour d'expérience est un processus de réflexion qui permet de tirer les enseignements positifs et négatifs de tel ou tel projet, en cours ou terminé. Il contribue ainsi à l'amélioration des pratiques par une réflexion portée sur une action. Il se réalise à partir de l'identification du projet, d'une grille qui intègre des critères précis et de la rédaction d'un dossier. Cet exercice surprend au début l'étudiant, mais au final, cela lui plaît et surtout il a compris l'intérêt de ce travail et son apport pour s'améliorer. Je sélectionne pour cela les sujets de projets tutorés, les projets réalisés dans les modules du cœur de compétences

(UE1) et des ensembles pluri-technologiques (UE2). De cette manière, les étudiants restent dans un monde GEII pur et dur, qu'ils connaissent et ils découvrent progressivement de quelle manière ils peuvent réfléchir, analyser, rédiger pour s'améliorer, en respectant des normes, un vocabulaire précis, technique et compréhensible par tous. Méthode, rigueur, analyse et synthèse sont au rendez-vous, c'est donc un très bon exercice de communication organisationnelle.

Le déroulement

1.1 Les étapes du retour d'expérience

Il y a 4 étapes : l'identification, la grille, le tableau des capacités et le texte de synthèse à rédiger

1.1.1 La première concerne l'identification même du projet dans laquelle on doit trouver les éléments suivants :

- Le nom et prénom de chaque personne investi dans ce projet, son statut et l'intitulé exact du projet.
- Le contexte et les enjeux pour connaître l'origine du projet et ses objectifs.
- Le commanditaire avec la date de début et de fin du projet.
- Les résultats attendus.

1.1.2 La grille à remplir contient 5 colonnes : critères, indicateurs, oui, non, observations-analyse causes. Elle est facile à remplir une fois que les étudiants ont compris chaque critère. Il ne faut pas hésiter à passer un peu de temps ici avec des exemples de leur travail des semestres passés car cet exercice est un peu abstrait pour eux et change de ce qu'on peut leur demander dans le module de PPP ou autre.

Les critères choisis sont au nombre de huit : pertinence, cohérence, synergie, efficacité, efficience, durabilité, impact et flexibilité. Ils ont été sélectionnés à partir de la littérature pédagogique et professionnelle liée au projet et à la démarche qualité éprouvée en entreprise, mais aussi suite à des conseils

d'industriels qui prennent en stage et en alternance les étudiants GEII Chartres. Ces critères sont expliqués et guidés par des indicateurs qui ne sont pas exhaustifs et peuvent changer, évoluer. Cependant, ils permettent de dégager rapidement les points forts et faibles d'un projet du côté des étudiants comme de celui du commanditaire.

Critères	Indicateurs	Oui	Non	Observation Analyse Cause
Pertinence	Le sujet est-il suffisamment clair ? Les besoins ont-ils été identifiés dès le départ ? Avec qui ? Les contraintes ont-elles été identifiées dès le départ ? Avec qui ? Le sujet proposé répond-il à un réel besoin ? Bonne prise en compte du contexte ? Conformité des objectifs/ aux besoins énoncés ?			

La pertinence se concentre sur les besoins, les objectifs, les finalités du projet et la compatibilité entre les exigences du commanditaire et les contraintes du contexte. On pose ainsi comme indicateurs des questions sur la clarté, la problématique de départ, l'identification des besoins, la réalité du besoin, la conformité des objectifs, la disponibilité des acteurs, etc...

La cohérence porte sur les moyens humains et matériels. Les questions concernent la compatibilité et la complémentarité des moyens, des savoirs des étudiants, la co-construction de la démarche...

La synergie met en relief la coordination des actions entre les acteurs et les éventuels dysfonctionnements dans leurs relations (implication suffisante, régularité des échanges, tensions, suivi efficace des actions...).

L'efficacité permet de mettre en adéquation les résultats et les objectifs (conformité, atteinte, niveau d'atteinte...).

L'efficience se demande si les moyens mobilisés par rapport aux objectifs sont adaptés ou non voire surdimensionnés (solutions alternatives, organisation des actions, respect des délais, adéquation mission-moyens-résultats...).

La durabilité s'interroge sur l'après-projet, à savoir la diffusion des résultats, la possible évolution du projet dans les années à venir, la reproductibilité...

L'impact se questionne sur les effets prévus ou non (motivation renforcée, effets prévisibles et non, amélioration des contacts et du dialogue...).

La flexibilité met en exergue les modifications intervenues au cours du projet (rôle des acteurs, moyens, mis en œuvre, adaptation...).

1.1.3 **Le tableau** à 2 entrées récapitule l'ensemble des capacités utilisées pour la réalisation du projet ; les capacités en sciences humaines, incluant le savoir-être et les capacités techniques. À partir du semestre 1, dans le cadre du PPP1, je leur présente ce qu'est une compétence et ce qu'un diplômé DUT GEII doit en deux ans avoir comme compétences techniques et humaines. Aussi, je profite régulièrement des exercices que je leur donne, en plus de ceux du PPP, en communication et connaissance des entreprises pour leur faire trouver les capacités qu'ils utilisent pour réussir le travail demandé et comprendre qu'une compétence regroupe un ensemble de capacités plurielles, pas uniquement techniques et qu'il y a différentes étapes pour accéder à l'acquisition complète d'une compétence.

D'une manière générale, ils trouvent plus facilement ce qui concerne les sciences et techniques, moins spontanément celles des sciences humaines. Au final, ils sont surpris de voir toutes les capacités nécessaires et comprennent l'importance de la transversalité des modules. D'un projet à l'autre, les capacités changent.

Capacités en SIC	Capacités Sciences et Techniques
<ul style="list-style-type: none"> • Etre capable de rédiger un mail. • Savoir communiquer avec les professeurs dans la recherche de l'aide. • Savoir réaliser une affiche induisant une communication brève mais efficace du projet effectué. • Savoir présenter un projet. • Communiquer entre collègues. • Savoir rendre compte de son travail. • Rédiger un rapport. • Réaliser un powerpoint. • Réussir à prendre progressivement du recul/à son travail. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en œuvre les composants (fonctions) électroniques de base (analogique, numérique) pour constituer un sous-ensemble : les choisir, les associer entre eux des sous-ensembles (électriques, électroniques) aussi bien sur le plan fonctionnel que sur le plan électrique. • Valider le bon fonctionnement d'un sous-ensemble, d'un ensemble (mesure). • Utiliser un outil de CAO électronique (schématique, placement, routage). • Choisir et mettre en œuvre une technique de production liée à mon projet. • Respecter la documentation des constructeurs. • Diagnostiquer un dysfonctionnement. • Identifier les ressources nécessaires à la résolution du dysfonctionnement. • Résoudre un dysfonctionnement. • Etre capable de faire des propositions d'amélioration.

1.1.4 Le texte de synthèse à rédiger met en valeur les propositions de capitalisation. Les étudiants ont souvent besoin d'être guidés pour comprendre comment émettre ces propositions.

Conclusion

Cet exercice est agréable à enseigner et participe vraiment à la prise de recul et l'amélioration continue du travail et de l'investissement des étudiants que nous recherchons. En général, je poursuis dans cette voie avec une initiation à la capitalisation de l'expérience et je change tous les ans le sujet. Cette année, il s'agissait de la réaliser sur l'ensemble des modules GEII des 3 unités d'enseignements au cours des 4 semestres. Je leur fournis les outils et les guides bien sûr. C'est un exercice plus délicat et difficile, mais on arrive à un résultat positif. Mon objectif n'est pas le résultat en lui-même, mais le raisonnement, la réflexion, la démarche avec la rédaction et la sensibilisation à la qualité.

Bibliographie

Aubert-Lotarski Angeline, Nkizamacumu Désiré et Kozlowski Dorothee. Agir en situation complexe, note de synthèse 5. « La gestion de la qualité ». INAS, Université de Mont-Hainaut Bruxelles (UMH), p 1-11.

Bouchard Chantal Plante Jacques. (2002). Cahiers du Service de Pédagogie expérimentale. « La qualité : mieux la définir pour mieux la mesurer ». Université de Liège. N° 11-12, pp 219-236.

Blocs de compétences : work in progress !

Résumé :

Avec la description en blocs de compétences, la formation en GEII se prépare à prendre un tournant majeur. Est-ce comparable à ce qui s'est passé lors des changements de PPN, ou bien faut-il, avec cette évolution, voir plus loin ? C'est ce que cet article explore en auscultant l'avancée du projet et comment la communauté GEII se l'approprié.

Source des images : Rémy GOURDON



Rémy GOURDON (IUT de Nantes)

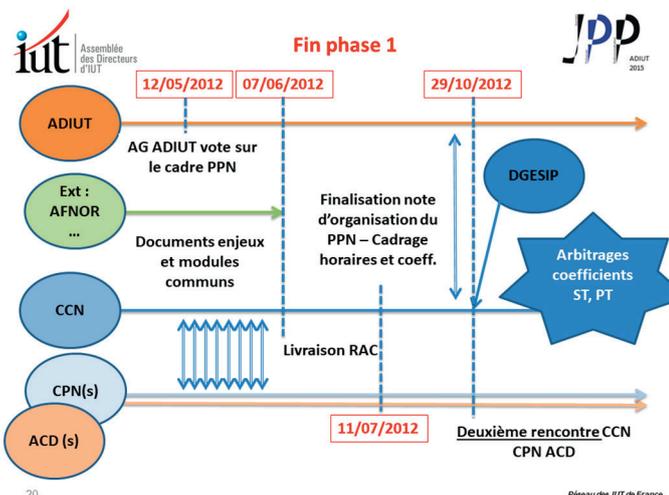
Introduction

En 2015, Jean-François Mazoin avait présenté le chantier "PPN-2013" à la lumière des concepts mobilisés dans une démarche projet. C'était lors des JPP de Limoges consacrées au Projet, et Jean-François, ancien président de l'ADIUT, était alors membre de la CCN-IUT. Le départ de son analyse était la définition proposée par l'AFITEP (Association Francophone de Management de Projet) : "Le projet est un ensemble d'actions à réaliser avec des ressources données, pour satisfaire un objectif défini, dans le cadre d'une mission précise, et pour la réalisation desquelles on a identifié non seulement un début, mais aussi une fin". Ainsi initiée, la présentation mettait en évidence en premier le besoin auquel le chantier devait répondre, son échéance, les actions à entreprendre (dont la mission de coordination dévolue à la CCN), son caractère innovant ainsi que la complexité liée à la multitude des acteurs : institutionnels d'abord (ministère et ses différentes Directions, CCN, CPN, ADIUT), acteurs de terrain ensuite soit collectifs (ACD, associations thématiques comme l'APLIUT ou l'AEIUT), soit individuels. Avec le travail en cours sur la description de nos formations en blocs de compétences, on peut s'interroger sur la convergence, ou pas, entre les deux démarches. Si celle-ci est avérée, il est utile de réinvestir ce qui a été appris lors du précédent chantier.

PPN2013 - Blocs de compétence : même combat ?

De prime abord, la convergence ne saute pas aux yeux. En 2011-2013, la commande ministérielle est explicite, elle fixe des objectifs et des échéances. Pour l'heure, le chantier "compétences" avance dans un flux d'incertitudes : quid du DUT180 ? Quid de l'évolution de la formation professionnelle et du rôle de France Compétences ? Quid des IUT dans la grande lessive macronienne de l'enseignement supérieur ? Puisque le paysage au-dessus de nos têtes est si mélangé, nous allons, partant de ce qui se passe sur le terrain, essayer d'en comprendre les ressorts, puis les enjeux afin d'en extraire quelques enseignements pour notre métier d'enseignant en IUT. Le point de départ sera étroit, puisque circonscrit à la seule communauté GEII : peut-être d'autres spécialités s'y reconnaîtront et pourront ajouter leur écot au point de vue.

L'affaire dont nous parlons a démarré un peu après la parution des PPN 2013, vers 2015 disons. Une fois la mise en œuvre engagée, un ressenti est assez vite apparu : le travail entrepris avec le nouveau programme avait ébauché quelque chose, sans le faire aboutir. Ce quelque chose se logeait dans la discontinuité qui, malgré les efforts de rédaction, continuait d'exister entre le « chapeau » du PPN et les fiches modules. La présentation des objectifs de la formation dessinait bien le portrait-robot de notre diplômé idéal (référentiel des activités et des compétences), et la description des modalités concrètes, dont les tableaux d'heures, de coefficients et le détail des modules d'enseignement cadreraient, avec autant de rigueur que de souplesse, la manière de procéder. Pourquoi ça ne coulait pas fluidement entre ces deux pôles ? Beaucoup sentaient que cette discontinuité venait d'un manque d'engagement des modules, bien rangés par discipline, au service des compétences identifiées. Pour aller vite, on peut dire que les enseignants, recrutés au nom d'une ou deux thématiques disciplinaires, se focalisent sur celles-ci, et perdent de vue le portrait d'ensemble auquel ils contribuent. Dans leur majorité, ils se préoccupent de connaissances à transférer pour la formation générale, et des technologies en évolution pour la formation technologique, ceci sous la férule de moyens disponibles (les heures face aux étudiants) en érosion constante vis-à-vis des capacités réelles du public en formation. Or, pour accéder à la compétence, il faut plus que des connaissances accumulées,



(extrait de l'intervention de JF MAZOIN à Limoges en Mars 2015)

il faut que l'étudiant sache faire, avec toute la palette aujourd'hui requise : savoir communiquer, savoir travailler en équipe et en mode projet, etc. Donc l'étudiant ne peut plus être une outre qu'on remplit, et on a besoin de lui, sommé de s'investir pour avancer vers cette palette.

Un process qui se met en marche

La première mèche a été allumée avec les formations à la pédagogie active, avec l'Université Libre de Louvain (Belgique). Quelques collègues ont eu l'intelligence d'être ouverts sur leur environnement, pour entraîner leurs pairs vers des experts capables de les accompagner. À partir de 2015, des sessions de formation à l'apprentissage par problèmes et autres techniques pédagogiques innovantes ont été mises en place, grâce aux moyens du GESI et de l'ADIUT. Ces actions ont permis d'essaimer, dans la communauté GEII, un vocabulaire commun et un enthousiasme créatif autour du souci de mettre l'étudiant au cœur de sa formation. Peu à peu, on n'enseigne plus des savoirs à des étudiants, on ne les forme plus à des techniques, c'est l'étudiant lui-même qui apprend à se former. Bon, soyons réalistes : c'est la trajectoire sur laquelle on avance, et la réalité n'est pas toujours à la hauteur des ambitions, mais qu'importe, le dispositif s'infléchit.

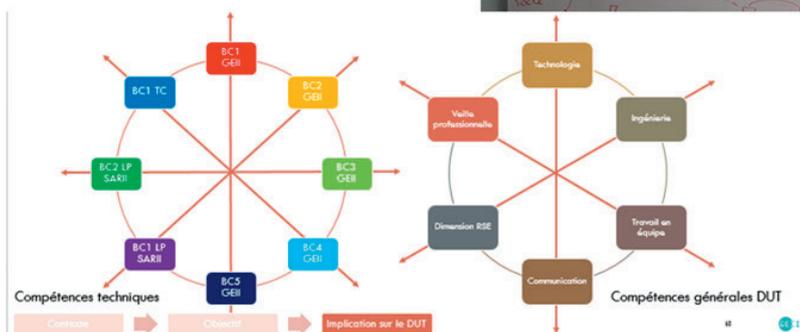
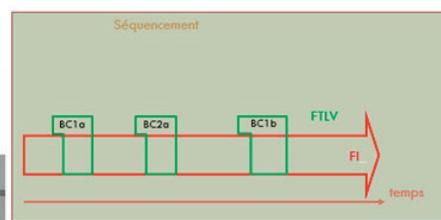
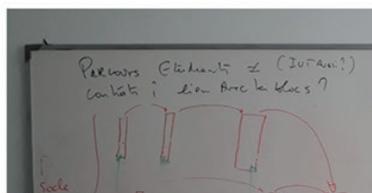


Patrice GUILLERM (Cherbourg) - Philippe LAVALLÉE (Le Havre) - Jean-Yves CHAMBRIN (Tarbes) (Au Colloque de Nancy - Juin 2016)

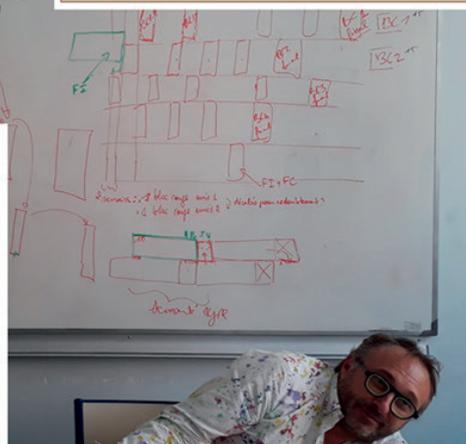
L'étape d'après, c'est résoudre la discontinuité évoquée plus haut, en travaillant à une nouvelle formulation du PPN, apte à induire des

démarches d'apprentissage cohérentes visant le développement de compétences opératoires en milieu professionnel. Le chantier est lancé : en Mars 2016, l'ACD planche sur "Comment aller vers le PPN 2019?", en le liant intimement à la nécessité pédagogique : "dispenser, ventiler, éparpiller... le triptyque CM, TD et TP", "Permettre de nouvelles pratiques". Un peu plus tard, un groupe de travail, piloté par l'ACD et ouvert à d'autres contributeurs qui ne sont pas chefs de département, se met en place. Il va essayer de dégager les compétences principales attendues d'un DUT. L'interrogation sous-jacente, c'est "piloter, ou suivre le mouvement ?". L'ACD, au moins son bureau, a clairement choisi de piloter !

À partir de là, un double discours va se construire : d'une part, en direction des collègues pour les convaincre qu'il faut se mettre en mouvement : « quel sens donner à un DUT délivré avec des moyennes dans certains modules inférieures à 5 ? Les entreprises sont satisfaites de nos étudiants... parfois à notre grand étonnement ! Nos étudiants ont besoin de pratiques pédagogiques mieux adaptées à ce qu'ils sont devenus ». D'autre part, il s'agit de mettre en mots ces compétences vers lesquelles on souhaite avancer. Et ce, en surmontant une difficulté non négligeable : comment concilier les attendus liés à des comportements généraux et ceux liés aux besoins du métier ? Il serait fastidieux et pas forcément pertinent d'ausculter les différentes versions échafaudées puis abandonnées puis reprises pendant 2 ans. Aujourd'hui, ce qui est acquis, outre le dépassement de l'échéance 2019, c'est le vocabulaire, en particulier ce que l'on doit mettre sous le terme "compétence" : quand on parle de compétence, on parle d'actions, dans un contexte donné, qui intègrent plusieurs éléments comme des connaissances, de l'expérience, mais aussi des modes de coopération, tout un ensemble transférable à d'autres situations, autrement dit il n'y a pas de compétence "en général". À partir de là, on peut commencer à véritablement construire l'architecture des blocs de compétences, avec 5 grandes compétences génériques (Concevoir, Réaliser, Vérifier, Mettre en œuvre et installer, Maintenir en condition opérationnelle - applicables aux métiers du GEII, mais également aisément applicables à bon nombre de spécialités de DUT), qu'il reste à découper en compétences élémentaires. Vient ensuite le temps de la formation, pendant lequel l'étudiant va se confronter à des acquis d'apprentissage, lesquels devront être évalués en vue d'une validation, puis d'une certification. C'est le travail en cours, qui peu à peu s'élargit à l'ADIUT, aux autres ACD, aux partenaires institutionnels.



(le travail et sa progression)



Fabien NEBEL (Tours)

Ce n'est pas ici le lieu de discuter des directions prises : les JPP de Grenoble (2018) furent un moment d'intenses débats et partages sur les compétences. S'y exprimèrent aussi des craintes quant à une instrumentalisation de l'individu, formaté en portions de force de travail, pour le plus grand profit de la machine libérale à haut degré d'intégration industrielle. À chacun, en conscience, d'écouter ou pas ces craintes. En revanche, il est intéressant d'examiner ce que ce travail nous enseigne.

En tirer des enseignements (!)

Pour en revenir au début de l'article, et identifier les ressorts qui font avancer le projet, on voit bien que nous sommes ici dans un process tout à fait différent de celui qui produit les PPN en 2013. Il n'y a pas de commande, ni de délai, seulement une autoproduction d'une nouvelle "raison d'être" de la formation en GEII. L'expression "raison d'être" ne vient pas par hasard : elle émerge aujourd'hui dans les entreprises, après la prise en compte de leur responsabilité sociétale et environnementale, certaines (dont ATOS Ingénierie) commencent à mettre l'accent, dans leurs statuts même, sur la recherche du sens de leurs activités pour l'ensemble de la société. Si une activité n'a pas de sens pour l'ensemble, pour quelle raison devrait-elle continuer ?

Il n'y a pas non plus d'acteurs aux rôles bien identifiés : il y a une avant-garde, très enthousiaste et motivée pour le changement, et des enseignants à convaincre plus les institutionnels dont il faut emporter l'adhésion. Nous sommes dans un processus qui ressemble plus à une insurrection qu'à une programmation : une minorité agissante travaille sur le terrain, elle propose et fait bouger les lignes sans attendre l'autorisation d'innover.

Quant aux actions à entreprendre, eh bien, elles sont à inventer, à découvrir en avançant. Ce qui est certain, c'est que l'ensemble est le produit d'une élaboration collective. Celle-ci avance par à-coups : bien que nous en connaissions tous la nécessité impérieuse, le travail en équipe est difficile, il tâtonne dès que les contributeurs sont nombreux. La construction d'un consensus entre points de vue progressistes, mais divergents ne va pas de soi chez les enseignants, un milieu naturellement porté à croire qu'il détient la connaissance donc la vérité. La marche en avant, faute d'une réelle pratique d'outils de créativité, s'accroche à des petits dessins ou à des slogans qui ramassent l'esprit du travail à l'œuvre ; ainsi du fameux "Ce n'est pas en améliorant la bougie qu'on a inventé l'ampoule", dont la paternité se perd du côté de Patrice (Guillerm).



(l'heure de la transmission et de la diffusion – ACD du Havre, Mars 2019)

Pourquoi ? Pourquoi ?

Et les enjeux de tout ce travail, où en sont-ils ? Regardons du côté du terrain. La réflexion la plus entendue quand on travaille sur une évolution des programmes est souvent "Pourquoi voulez-vous changer un système qui fonctionne? Nous avons des candidats à

l'entrée, en stage les professionnels sont très contents de nos jeunes, et à la sortie, aucun n'a de souci pour trouver du travail ou poursuivre des études". Le couperet de l'apparent bon sens tombe, et il faut commencer par y répondre. En interrogeant quelques collègues, on constate que le statu quo n'est plus guère de mise devant l'évidence d'une certaine inévitabilité. "Je suis convaincu que c'est nécessaire, et même impératif, car le monde professionnel nous le demande, et l'évolution des étudiants nous y oblige", dit Pascal. "On n'a pas le choix devant le développement de l'approche compétence", renchérit Marc, Chef de département "On est poussé par ce qui se passe pour les jeunes avant l'IUT : à l'école maternelle et primaire, ce sont les compétences de mes petits-enfants qui sont évaluées", ajoute Isabelle. Donc, un jour ou l'autre, il faudra bien s'y mettre.

Et pour s'y mettre, rien de tel que la contagion, et l'émulation est à l'ordre du jour. Dans l'enseignement supérieur, les départements d'IUT sont des bulles de liberté, qui offrent aux enseignants une très grande marge de manœuvre. Pour l'essentiel, cette marge est employée à rechercher des voies nouvelles pour aider les étudiants à réussir. Lors des colloques, des ACD élargies, on rencontre beaucoup de passionnés de la transmission et de l'apprentissage : à ces enthousiastes, il suffit d'un petit coup de pouce pour se mettre en route ; ça a été le rôle des formations FA2L, qui, selon Isabelle, "ont été un déclencheur, et ont permis de rompre avec la reproduction des anciens fonctionnements qu'on a tous subi comme étudiants". Le travail en équipe, devenu incontournable ces dernières années entre enseignants, a favorisé la créativité : "le PPN a été redécoupé pour que, quand un thème est abordé, tous les contributeurs soient en phase; le même thème est alors travaillé sous différentes approches" explique Pascal. Marc constate dans son équipe que les lignes sont en train de bouger : "ça permet de développer une approche moins scolaire, ce qui déstabilise les étudiants, en les obligeant à prendre du recul par rapport à l'enseignement et à saisir le sens de ce qu'ils font". Au-delà du département, chacun comprend l'intérêt d'un développement qui se construit au travers de la communauté GEII dans son ensemble : Pascal participe depuis 2 ans aux ACD élargies et aux Colloques : "c'est très important de suivre toutes les évolutions en cours (DUT180, apprentissage)". Le rôle de l'ACD dans l'animation globale est souligné par Marc "je salue le travail qui a été fait, et qui a mobilisé énormément d'heures et d'énergie".

Chacun est bien conscient que le processus est toujours "in progress" et que la maturation prend du temps. Il reste beaucoup à faire, alors qu'il faut, avec des collègues souvent surbookés, continuer à assumer le quotidien, réaliser les entretiens de recrutement ou trouver un nouveau chef de département par exemple ! Parmi les points durs à dissoudre, celui qui revient le plus fréquemment, c'est l'évaluation ; pour Pascal, "c'est ce qui doit diriger l'écriture du nouveau PPN". Mais, s'interroge Isabelle, "comment faire pour que chaque étudiant y trouve son compte ? Ça doit nous amener à être très précis sur les compétences de base requises, sans trop découper en tranches les acquis, ce qui ferait perdre de vue la globalité de la personne". Marc, pour sa part, émet des réserves sur "la qualité du travail que je vais produire, car je ne suis pas sur mon domaine d'expertise". Il estime qu'un apport décisif serait la mise à disposition d'exemples, avec une partie du référentiel rédigé. Une des lignes de crête sur lesquelles il nous faut avancer en équilibre, c'est "que chaque intervenant y trouve un intérêt pédagogique, et que l'ensemble reste simple d'accès aussi bien pour les étudiants que pour les enseignants, il faut à tout prix éviter l'usine à gaz !"



(la communauté GEII en plein travail, ACD du Havre – Mars 2019)

Ce n'est qu'un début... (air connu)

Que retenir de tout ce mouvement, encore sur sa lancée ? En premier, il faut constater qu'il a produit, petit à petit, une acculturation de la communauté, à un ensemble de concepts qui font bouger les pratiques pédagogiques. Nous sommes au point où un nombre important, sans doute suffisant, de personnes est en mesure de parler le même vocabulaire, condition indispensable pour changer en profondeur nos dispositifs.

En second, ce qui s'annonce, c'est une évolution majeure des pratiques actuelles, avec un renversement des rôles dans le processus de formation : l'enseignant et son rôle de sachant dans un domaine s'effacent au profit de l'étudiant chargé d'une nouvelle responsabilité, celle de se former, au sein d'un dispositif où les ressources (supports de connaissance et d'expérimentation, espaces et temps) se diversifient. Les nouvelles missions des intervenants, qui ne sont plus des dispensateurs de savoirs, relèvent de la mise en situation et de l'accompagnement. Toute une époque s'ouvre, à coloniser. Certains ont fait le pari que c'est en allant de l'avant que nous avons une chance de survivre, c'est l'heure maintenant.

Pour conclure, reprenons un peu de hauteur. Après une évolution telle que la mise en place d'un PPN, il faut du temps aux équipes pour s'approprier ce qui change et repartir dans un nouvel équilibre. Parfois, l'ordre ancien reprend place, mais globalement le système bouge, comme si son existence devait se résumer à une alternance de travail en rond (on approfondit un existant, après se l'être approprié, on peaufine, on fige les pédagogies) et de travail en ligne au cours duquel le système se déplace, fait bouger les lignes dans les objectifs et dans les pratiques. Nous sommes dans ce moment où notre système sort de son orbite pour atteindre un nouvel horizon. Dans un tel moment se mélangent les pertes qu'il faut accepter, et les bénéfices attendus sur lesquels il faut parier. À chacun d'estimer ce que ça lui coûte et ce que ça lui rapporte, mais soyons assurés que la vie de nos formations, comme la vie en général, est appelée vers l'avant.

Les compétences en management de projet

Résumé :

Le management par projet a fait l'objet, en plus de trois décennies, d'une abondante littérature méthodologique. Les enjeux industriels liés à l'innovation, à la maîtrise des processus de conception, à la gestion des risques, à la gestion des conflits, à la compétitivité, imposent la mise en œuvre de savoirs, de savoir-faire, de savoir-être précisément construits pour assurer la coordination, l'intégration de spécialités hétérogènes, autrement dit la mise en action, au profit du projet, de compétences principalement centrées sur l'anticipation concertée des enjeux, des objectifs, des succès, mais également des risques.



Sandrine PAYAN (IUT de Bordeaux)
Gino GRAMACCIA (IUT de Bordeaux)

Introduction

Pour le management par projet, la notion de compétence fait référence aux savoirs, aux savoir-faire et aux savoir-être que doit maîtriser un chef de projet chargé d'une mission majeure puisqu'il doit garantir la faisabilité du projet dans un cadre contractuel. À propos du savoir-être¹, les théories récentes du management accordent une place importante à l'individu, à son autonomie, à sa responsabilité ou, dans une terminologie plus moderniste, à sa flexibilité, à son « agilité », autrement dit à ses capacités à piloter, dans un environnement incertain

et sur des temporalités courtes, les processus projet dont il a la charge. Une telle évolution s'explique par le développement des réseaux numériques et des formes organisationnelles dites « adhocratiques² », ces organisations souples et flexibles, spécifiquement conçues pour le management d'un projet. En somme le management par projet « exhorte les capacités d'un individu hyperconnecté à être autonome, responsable, agile et créatif. Aux mouvements collectifs de la tradition salariale, plus politisés, se substituent des trajectoires individuelles motivées par la performance communicationnelle sur le modèle de la relation client/fournisseur³ ».

¹ MADERS Henri-Pierre, GAUTHIER Elizabeth, LE GALLAIS Cyrille, 1998, *Conduire un projet d'organisation – Guide méthodologique*, Editions d'Organisation, p. 12.

² Notion empruntée à Henry Mintzberg (1982 et Alvin Toffler (1984).

³ GRAMACCIA Gino, *La coprésence sociale : un objet émergent en communication des organisations*, in *Revue Communiquer*, n°13, 2015, p. 33-43.

Les types de compétences en management de projet

La notion de compétence peut être opposée à celle de qualification, principalement axée sur un référentiel de connaissances à la base d'une formation diplômante⁴. La qualification et son référentiel s'inscrivent dans un corps disciplinaire de connaissances ou, comme le précise Mireille Dadoy, « une grille de niveaux de formation, sanctionnée par un diplôme et reconnue dans les conventions collectives et les grilles de salaire⁵ ». La qualification s'applique aux activités types d'un métier dans le contexte d'une organisation fonctionnelle et hiérarchique.

Les tâches requises pour le management d'un projet échappent aux référentiels de la qualification en raison de leur caractère à la fois spécifique et interférent. Elles sont spécifiques dans la mesure où elles répondent aux objectifs d'un cahier des charges fonctionnel, lui-même établi en réponse aux attentes du client⁶. L'interférence s'explique par le rapprochement, le croisement de plusieurs tâches mises en œuvre pour l'exécution et le contrôle de processus de projet, dont la planification, même rigoureuse, ne permet pas toujours de garantir la prévisibilité des processus. Par exemple, la gestion d'un risque « en temps réel », autrement dit d'un aléa dont on ne mesure pas a priori la gravité, peut justifier le choix de solutions d'actions « croisées » par définition correctives (cf. Fig. 2, étape Gestion corrective des risques). L'enchaînement, et donc le management des phases transversales d'un projet (Fig. 2), obéit à ce principe.

On peut en déduire que la compétence est un corps interdisciplinaire de savoirs, de savoir-faire, de savoir être qu'un acteur de projet doit s'approprier et utilement faire évoluer en fonction des contextes et des temporalités d'un projet. La notion de référentiel de compétences s'applique aux spécialités professionnelles de la conduite de projet. Sur ce point, nous distinguerons quatre types de compétences de management de projet :

- Les compétences transversales
- Les compétences temporelles
- Les compétences relationnelles
- Les compétences organisationnelles

Les compétences transversales

Les compétences transversales regroupent les savoirs, savoir-faire, savoir-être croisés et partagés qui permettent d'assurer la gestion des actions d'organisation et de pilotage, la maîtrise des coûts, la gestion des risques et des conflits (Fig. 2). La transversalité suppose la nécessaire coordination et coopération des acteurs engagés dans les différentes missions d'un projet. La coordination est liée la conception du système d'information ad hoc spécifiquement conçu pour optimiser les conditions d'avancement du projet. Ce qui impose l'évaluation constante et concertée des enjeux, des objectifs et des risques toujours liés, dans un projet, à des impératifs contractuels majeurs. Dans un projet, le système d'information, nécessairement complexe, permet la mise en relation, voire en dialogue, des partenaires multiples, externes et internes, d'un projet : client, commanditaires, sous-traitants, responsables de lots de travaux

et bien évidemment le chef de projet. Le système d'information, tel qu'il doit être conçu, est ce modèle qui doit rendre visible et prévisible tout ce qui peut, dans un projet, faire événement.

Les compétences temporelles

La notion de compétence temporelle, ici empruntée à Meyriem Le Saget⁷, renvoie, dit l'auteur, « à la capacité de voir loin, d'imaginer un futur mobilisateur et positif : c'est la vision partagée⁸ ». L'anticipation concertée, ou « vision partagée », intervient dans la construction des plannings en fonction des objectifs d'étape. La compétence temporelle joue un rôle déterminant dans l'estimation des temporalités longues, la gestion des risques et la réduction des incertitudes critiques. L'objectif, pour l'équipe du projet, est de convenir d'une estimation globale résultant du croisement des estimations par tâches. Sont spécifiés ainsi, pour chaque étape, les indicateurs temporels du planning (Fig.2). Soulignons qu'une telle logique s'applique en priorité aux phases exploratoires d'un projet, notamment pour ce qui concerne le test de l'idée, la veille technologique, le plan de recrutement, l'étude de financement... (Fig.1).

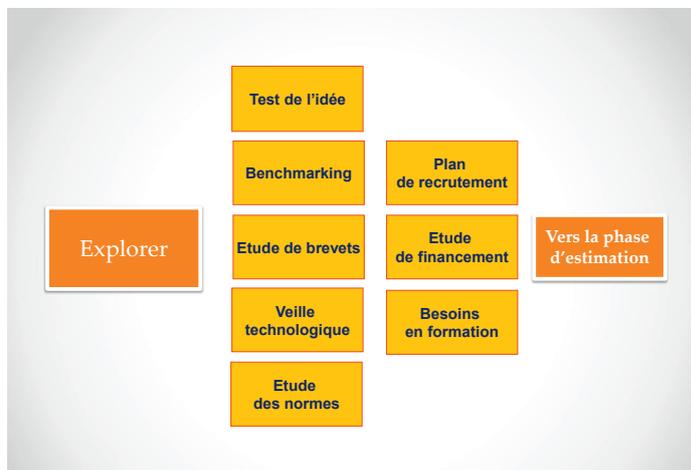


Fig. 1. Phases exploratoires d'un projet (auteur : Gino Gramaccia)

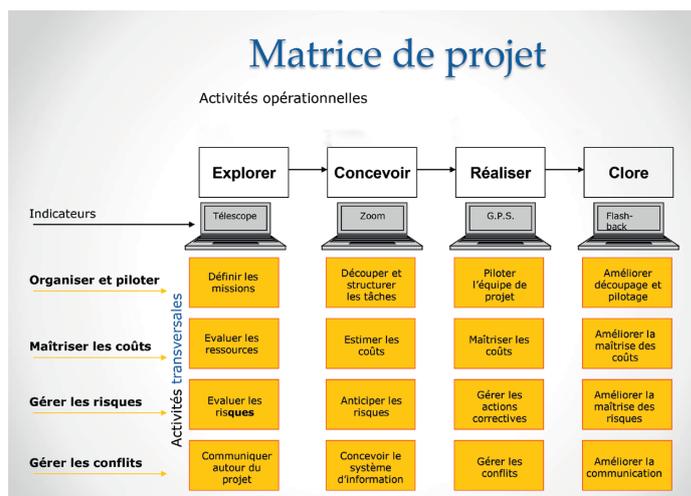


Fig. 2. La matrice processuelle d'un projet (auteur : Gino Gramaccia)

⁴DADOY Mireille, Article « Compétence », in Dictionnaire de la sociologie, André Akoun, Pierre Ansart (Dir), Le Robert –Seuil, 1999, p. 96

⁶La norme NF X 50-150 (1990) définit la fonction dite de service comme l'« action attendue d'un produit (ou réalisée par lui) pour répondre à un élément du besoin d'un utilisateur donné ». Toujours selon cette norme, l'analyse fonctionnelle « consiste à rechercher, ordonner, caractériser, hiérarchiser et/ou valoriser les fonctions ». Cette méthode s'applique à la création ou à l'amélioration d'un produit (voir encadré ci-dessus). Les fonctions sont ensuite caractérisées et hiérarchisées dans le cahier des charges fonctionnel (CdCF).

Les compétences relationnelles

L'ajustement mutuel, dans une organisation de type ad hoc, relève d'une exigence managériale forte. La compétence relationnelle, dans le management d'un projet, est fonction des règles, des normes, des méthodes et des enjeux de la communication. La règle d'empathie est première et essentielle dans le management de la communication d'un projet. Citant C. Rogers⁹, Meryem Le Saget rappelle que l'empathie « consiste à entrer dans l'univers de l'autre pour le comprendre et ressentir ainsi les choses de son point de vue¹⁰ ». Une telle pratique revient à « communiquer sur la communication », sur les facteurs qui en expliquent le trouble, les échecs, les conflits... Cette « métacommunication¹¹ » permet d'instaurer les conditions les plus favorables à la médiation, à l'entente, à la coopération.

Les compétences organisationnelles

La définition, l'affectation et les liens de coopération des activités au sein d'un projet font l'objet d'un modèle d'organisation spécifiquement dédié au projet et à son management. Cette organisation prend la forme d'un modèle arborescent, appelé organigramme technique de projet (OTP), conçu selon deux modes de structuration : par livrables ou par fonctions (Fig. 3, 4 et 5). Cette compétence organisationnelle, qu'incarne le manager de projet, a pour finalité d'assurer le fonctionnement optimal de l'équipe de projet et de l'ensemble des partenaires du projet selon ce modèle et selon des temporalités programmées.

Conclusion

La compétence, en mode projet, résulte du croisement, ou encore de l'hybridation des connaissances requises pour la réalisation des objectifs dans un cadre contractuel principalement explicité dans les termes du cahier des charges fonctionnel (CdCF). Dans ce contexte, la communication est d'autant plus importante, comme nous le précisons en 2004, « que le projet est réalisé par une équipe pluridisciplinaire, de plus en plus souvent internationale, avec la contribution d'entreprises différentes aux intérêts souvent divergents¹² ». La compétence, dans les contextes réputés incertains de l'ad hoc comme forme organisationnelle-type du projet, est donc cette aptitude à créer les conditions d'une écoute interactive au sein du projet.

Bibliographie

DADOY Mireille, 1999, Article « Compétence », in Dictionnaire de la sociologie, André Akoun, Pierre Ansart (Dir), Le Robert – Seuil, 1999

GRAMACCIA Gino, MINY Martine, VEZIE Gérard, 2004, La communication dans les projets, AFNOR

CAZAUBON Christian, GRAMACCIA Gino, MASSARD Gérard, 2004 (seconde édition), Management de projet technique, Ellipses.

LE SAGET Meyriem, 1992, Le manager intuitif, Dunod

MADERS Henri-Pierre, GAUTHIER Elizabeth, LE GALLAIS Cyrille, 1998, Conduire un projet d'organisation – Guide méthodologique, Editions d'Organisation

ROGERS Carl, 1988, Le développement de la personne, Dunod.

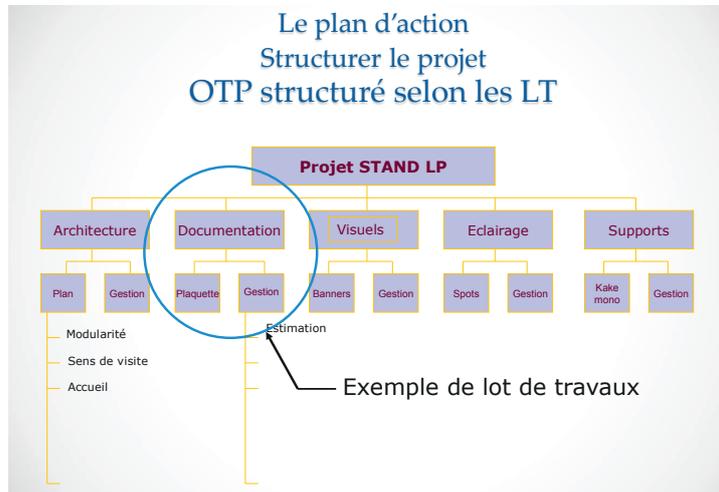


Figure 3 : Structuration selon les lots de travaux.
Exemple d'un projet de stand pour un salon (idem)

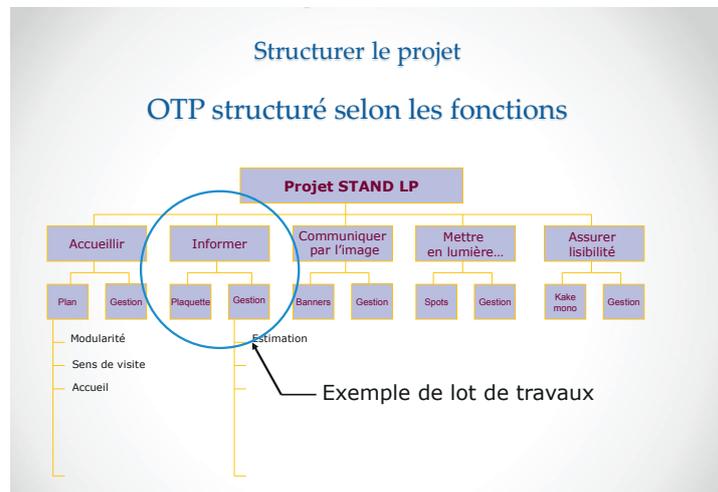


Figure 4 : Structuration selon les fonctions (idem)

⁷LE SAGET Meyriem, *Le manager intuitif*, Dunod, 1992, p. 264-266.

⁸P. 264. Erratum pour la version GeSi papier : La notion de compétence temporelle, ici empruntée à Meyriem Le Saget⁷, renvoie, dit l'auteur, « à la capacité de voir loin, d'imaginer un futur mobilisateur et positif : c'est la vision partagée⁸ ».

⁹ROGERS Carl, 1988, *Le développement de la personne*, Dunod.

¹⁰Op. cit., p. 111.

¹¹Id., p. 120.

¹²GRAMACCIA Gino, MINY Martine, VEZIE Gérard, 2004, *La communication dans les projets*, AFNOR, p. 31.

¹³Id., p. 35.

Parution

SCIENCES SUP

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Énergie électrique

Électricité – Magnétisme – Machines – Réseaux

Aujourd'hui, l'énergie électrique représente environ 45 % des énergies utilisées sur la planète. Elle est produite à partir de sources multiples, transportées sur de grands réseaux, et distribuée à une grande variété de consommateurs, sous des formes diverses.

Ce livre, destiné aux étudiants des Licences en Sciences physiques et Sciences de l'ingénieur, des IUT (GEI, GIM) ou des écoles d'ingénieurs, présente un cours complet sur l'énergie électriques et ses diverses formes. Il fait le lien entre les notions théoriques et les applications industrielles et son but principal est d'accompagner le lecteur depuis l'apprentissage des notions de base jusqu'à la maîtrise des notions avancées utilisées dans les domaines professionnels et décisives dans les évolutions à court terme du paysage énergétique.

Chaque chapitre se termine par des exercices d'application corrigés, de manière à valider les acquis.

Cette troisième édition s'enrichit d'un nouveau chapitre sur les batteries et les générateurs photovoltaïques et traite de façon complémentaire des modèles généraux des couplages magnétiques, du dimensionnement des circuits magnétiques, des liaisons à courant continu HVDC, etc.

LES PLUS

- Un cours complet d'énergie électrique et de magnétisme.
- Des exercices et problèmes avec des corrigés détaillés.

LE PUBLIC

- Licences en Sciences physiques
- IUT GEI et GIM
- Étèves ingénieurs

SOMMAIRE

- Grandeurs sinusoïdales, puissances, systèmes triphasés
- Magnétisme, circuits et énergies magnétiques, aimants permanents, transformateurs
- Machines CC, synchrones, asynchrones, modèles matriciels d.q
- Harmoniques, Réseaux HVAC et HVDC, Batteries et énergie photovoltaïque



7444889
ISBN 978-2-10-077883-6



3^e éd.

IUT | LICENCES | ÉCOLES D'INGÉNIEURS

SCIENCES SUP

Cours
avec exercices
corrigés

Luc Lasne

Énergie électrique

Électricité – Magnétisme – Machines – Réseaux

3^e ÉDITION

DUNOD

Luc LASNE, Professeur agrégé à l'université de Bordeaux.

Invitation au voyage...



Rivière Moselle - Luxembourg