



POLYTECH.NEWS

Le journal de la Faculté Polytechnique de Mons



DOSSIER
La pédagogie
par projet

Christophe Caucheteur,
lauréat du BAEF Alumni Award

**Témoignage de deux étudiants
à l'École Centrale Paris**



**POLYTECH
MONS**

Éditeur Responsable

Pierre Dehombreux
Doyen de la FPMS

Comité de Rédaction

Georges Kouroussis
Rédacteur en chef

François Vallée
Secrétaire de rédaction

Philippe Fortemps
Editeur invité

Zacharie De Grève, Fanny Descamps,
François Ducobu, Maxime Duménil,
Eric Dumont, Mathilde Goemaere,
Saïd Mahmoudi, Christine Martens,
Marie-Aude Rousseau, Sébastien
Svensek, Dominique Wynsberghe
Comité de Rédaction

Philippe Ancia, Coralie Avez, Jean-Marc
Baele, Mohammed Benjelloun, Sébastien
Bette, Lola Botman, Emilien Bredael,
Martin Brugmans, Marion Coquelet,
Pascal Couneson, Olivier Deblecker,
Fanny Descamps, Guy De Weireld,
Fortunato Dualibe, François Ducobu,
Maxime Duménil, Nicolas Dupont, Thierry
Dutoit, Sébastien Frémal, Nicolas Gillis,
Pascal Goderniaux, Mathilde Goemaere,
Jean-François Hermes, Olivier Kaufmann,
Georges Kouroussis, Fabian Lecron,
Fabien Leroy, Gaëtan Libert, Delphine
Lupant, Saïd Mahmoudi, Gaincarlo
Picariello, Guilherme Araujo Pimentel,
Alain Sabbe, Inès De Jesus Saraiva,
Charline Stevanoni, Diane Thomas,
Pierre Tihon, Jean-Pierre Tshibangu,
Daniel Tuytens, Sara Vanduycke, Michel
Vankerkem, Olivier Verlinden, Véronique
Vitry, Hugues Wilquin
Rédacteurs invités

SOMMAIRE

**FICHE
PÉDAGOGIQUE N°5 :
LA MAISON PASSIVE**
à détacher au centre
de votre magazine



- 3 **ÉDITORIAL**
- 3 **LE MOT DU DOYEN**
- 4 **DOSSIER | La pédagogie par projet**
 - 4 Devenir ingénieur : des compétences stimulées par des projets
 - 7 Introduction à l'Art de l'Ingénieur et Initiation aux métiers de l'ingénieur, des projets dès le Bachelier
 - 11 Le concours Star-Tech 2015
 - 12 Le projet, élément clé de l'apprentissage en architecture
 - 13 Dans la peau d'un ingénieur Architecte
 - 13 Master class... (et le corps académique s'efface)
 - 14 Une Chaire Académique comme opportunité dans la formation de nos ingénieurs
 - 15 Un projet « historique » : la réduction des oxydes de fer au bas fourneau
 - 16 De l'étude géomécanique à la conception et la planification des travaux de génie minier : une démarche intégrée
 - 17 Projets et stages de terrain en géologie fondamentale et appliquée
 - 18 Un petit air de Tintin en Mécanique
 - 19 L'Etude industrielle en deuxième année de Master Ingénieur Civil Electricien, filière Energie
 - 20 Les projets IG : innovation permanente, réalisations diverses, un travail en équipe et des clients réels
 - 22 Nos techniciens ont du talent, mais que font-ils concrètement ?
 - 24 Les projets de l'étudiant mécanicien
 - 26 La créativité est contagieuse, faites-la tourner...
 - 27 Young Engineers Polytech Mons
- 28 **POLYTECH DOCT' NEWS**
 - 28 Contributions à l'amélioration des performances des machines virtuelles en termes de transfert de données : application aux architectures GPU
 - 28 Design and Realization of a 50-W DC/DC Converter Switching at 50 MHz
 - 28 Cultures de cellules animales : modélisation macroscopique, estimation et commande
 - 29 Study of the Out-of-Plane Behaviour of Unreinforced Masonry Walls
 - 29 Parameter Identification and Robust State Estimation of Microalgae Cultures
 - 29 Nonlinear Modeling, Identification and Control of Membrane Bioreactors
 - 30 Mechanical-Optical Study of Optical Fibers in Order to Design an Accelerometer Based on Polarization Modulation
 - 30 Valorisation d'un remblai aurifère par la technique gravimétrique centrifuge – Cas du remblai 007 de Ruwe-Mutoshi (R.D. Congo)
 - 30 Effets des phénomènes d'altération sur les rochers calcaires
 - 30 Designing Interaction for Browsing Media Collections (by Similarity)
- 31 **FPMS À L'INTERNATIONAL**
- 32 **NOS CHERCHEURS SE DISTINGUENT**
- 33 **DIFFUSION DES SCIENCES**
- 34 **PÊLE-MÊLE**

ÉDITORIAL



Cinq années effectives comme rédactrice en chef du Polytech News et dix numéros édités, un bilan constitué de deux bons chiffres m'amenant à céder la place, avec grande confiance, à Georges et son comité de rédaction. Je le remercie d'avoir accepté cette fonction, lui souhaite le meilleur, mais j'adresse également ma reconnaissance à tous ceux qui ont contribué à ces numéros et avec qui il a été souvent si agréable de collaborer. Je garderai ainsi un chouette souvenir de cette riche « aventure ».

Je demeurerai aussi, comme il se doit, une fidèle lectrice du journal pour rester au courant de tout ce qui se trame dans les murs de notre Faculté...

Diane Thomas

Passage de flambeau oblige, il y a eu du changement dans l'équipe rédactionnelle : François Vallée, que je remercie au passage d'avoir accepté de m'épauler, devient le secrétaire de rédaction du Polytech News. C'est une tâche essentielle (et je sais de quoi je parle) et je ne doute pas qu'il assumera son rôle de manière très performante. Le comité de rédaction a aussi subi un petit lifting : un grand merci aux différentes personnes pour leur implication.

Très vite, il a néanmoins fallu préparer ce nouveau numéro que vous tenez entre les mains (ou regardez sur votre écran). Le choix du nouveau dossier s'est

imposé de manière assez évidente : **la pédagogie par projet**. Certes, le PN50, qui traitait de la formation des ingénieurs FPMs, en parlait déjà, mais celui-ci n'en montrait que quelques facettes. Il était donc normal de dédier un numéro entier à cette particularité de notre enseignement, surtout depuis la mise en place des projets en équipe dès la première année. De par son implication dans ce nouveau dispositif, c'est tout naturellement que notre collègue Philippe Fortemps a accepté de coordonner ce dossier, et ce, avec efficacité et engagement !

La rubrique Doct'News est toujours d'actualité, avec pas moins de 10 thèses soutenues entre nos murs ces six derniers mois. Une formule plus simple et directe est ainsi proposée, à vous de juger !

La rubrique « Nos chercheurs se distinguent » met particulièrement à l'honneur notre collègue Christophe Caucheteur pour son prix de la Belgian American Educational Foundation, tandis que la rubrique « FPMs à l'international » présente un article rédigé par deux de nos étudiants séjournant à l'École Centrale Paris. Enfin, une nouvelle fiche pédagogique nous décrit ce qu'est une maison passive.

Dernier point, mais non le moindre, je te remercie, Diane, pour ton dévouement envers le Polytech News : rassure-toi, il reste entre de bonnes mains ! Bonne lecture agréable et enrichissante...

Georges Kouroussis

LE MOT DU DOYEN

LE MOT DU DOYEN

✉ Prof. Pierre Dehombreux



Chacun de nous qui a lu le Lotus Bleu se souviendra de cette citation prêtée à Lao Tseu : « Il faut trouver la voie ! ».

La mission de formation de la Faculté Polytechnique de Mons est de faire progresser ses étudiants sur la voie qui les conduira à s'épanouir personnellement durant leur apprentissage universitaire et l'exercice de leur futur métier d'ingénieur civil. Il s'agit donc de révéler et de développer leurs talents. Dès la première semaine de cours, les voici mis en situation de réaliser un projet concret, d'exercer leur créativité, d'identifier les points forts de leur personnalité et de réfléchir sur leur future vie professionnelle grâce aux contacts qui leur sont proposés avec les ingénieurs diplômés.

La vision éducative de la Faculté Polytechnique ne se limite certainement pas à inculquer et à vérifier des savoirs, elle veille à un développement continu et à une validation progressive des compétences de l'ingénieur civil tout au long du cursus. Les projets proposés au long des 5 années du programme d'études, menés tantôt en groupes, tantôt individuellement,

en constituent le fil conducteur. La progression dans les réalisations de plus en plus ambitieuses auxquels ces projets aboutissent leur permet de mieux intégrer les enseignements et leur donne confiance et motivation.

Ceci exige, pour le personnel académique, scientifique et technique qui les encadre, une disponibilité, un engagement et une concertation pédagogique que favorise la dimension humaine de la Faculté Polytechnique de Mons. La Faculté peut de plus bénéficier de nombreux relais auprès des entreprises et industries, ne fût-ce que par les nombreuses collaborations scientifiques qu'elle entretient avec elles et son réseau actif de diplômés.

Ce numéro de Polytech News illustre l'abondance des projets proposés aux étudiants. En Architecture comme en Mines-Géologie, vous en apprécierez la variété et remarquerez la cohérence pédagogique du dispositif de projets, instauré à la Faculté depuis plusieurs années et généralisé plus récemment aux cinq années de formation.

DEVENIR INGÉNIEUR : DES COMPÉTENCES STIMULÉES PAR DES PROJETS



✉ Prof. Philippe Fortemps

La dynamique du « projet » constitue toujours davantage la réalité professionnelle des ingénieurs. Ce constat est corroboré par le référentiel de compétences de l'Ingénieur civil Polytech Mons. Il est donc aussi au cœur du programme de formation proposé à la Faculté Polytechnique de Mons. Pour ce faire, un nouveau dispositif de formation a été élaboré et mis en œuvre en Bachelier, articulant projets, éléments de sensibilisation aux dimensions non techniques de l'Art de l'Ingénieur et auto-questionnement sur le devenir professionnel. Cette réforme du premier cycle vient en support de la formation du second cycle, où une pédagogie active et implicative fait la place belle à des projets toujours plus réels et plus conséquents.

FIGURE 1



Lorsqu'on interroge des jeunes entrant en Polytechnique, on constate chez eux la même méconnaissance de la réalité de l'Ingénieur qui nous habitait lorsque nous entamions, à notre tour, ces 5 années d'études et de formation. Si certaines professions sont aujourd'hui mieux connues que par le passé, grâce à la visibilité – certes parfois altérée – qu'en ont donné certaines séries télévisées (Dr House, Boston Justice, ...), il faut avouer que l'Ingénieur reste un inconnu, même pour ceux ou celles qui envisagent d'en devenir un ou une.

Paradoxalement, le programme de formation, qui fait naturellement droit durant les premières années à une belle proportion de bases mathématiques et scientifiques, ne permet pas d'affiner correctement la représentation que les jeunes peuvent se faire de leur métier. Abreuvés de symboles et d'équations, ils peuvent avoir l'impression erronée que ce métier se résume à des calculs toujours plus rapides et plus complexes.

Certes, les aspects scientifiques constituent un socle crucial pour le métier, mais la beauté de l'Art de l'Ingénieur réside bien ailleurs. Nous connaissons d'ailleurs la citation de Pierre-Georges Latécoère¹ : *les calculs de mes ingénieurs sont formels : le projet est irréalisable ; il ne nous reste donc plus qu'à le réaliser.*

UN RÉFÉRENTIEL DE 7 COMPÉTENCES

Cette réflexion de notre Faculté s'est cristallisée dans une nouvelle formulation de son « Référentiel de Compétences des Ingénieurs civils Polytech Mons ». Cette rédaction a d'ailleurs largement profité de nombreuses sollicitations extérieures, qu'il faut ici remercier : les experts de l'AEQES (Agence pour l'Évaluation de la Qualité de l'Enseignement Supérieur, Communauté française de Belgique) et de la CTI (Commission des Titres d'Ingénieur, France) lors de leur visite en 2012-2013 ainsi que dans les différents rapports qui ont suivi, les représentants des entreprises participant aux JDE (Journées des Entreprises), sans oublier nos étudiants tant de Bachelier que de Master.

¹ Ingénieur français (1883-1943), diplômé de l'École Centrale Paris, Pierre-Georges Latécoère est surtout connu pour avoir fait de Toulouse un site industriel aéronautique et avoir créé l'Aéro-postale, qui a employé les pilotes célèbres Mermoz, Saint-Exupéry et Guillaumet. La citation reprise dans le texte est attribuée à Pierre-Georges Latécoère par Didier Daurat, dans « Dans le vent des hélices » (éd. Le Seuil, 1956, p. 38).

À bien y regarder (figure 1), ce référentiel cible précisément l'ingénieur projet, en élisant comme compétence principale la « résolution de problèmes complexes et multidisciplinaires » au cœur d'une constellation de 6 autres compétences qui viennent comme pour décliner ou préciser la mise en œuvre de celle qui est au centre.

En effet, la mission de l'Ingénieur s'ancre dans la compétence centrale d'**imaginer, concevoir, réaliser et mettre en œuvre des systèmes répondant efficacement à des problèmes complexes**, tout en prenant compte des besoins, contextes et contraintes variés (techniques, économiques, sociétaux, éthiques et environnementaux). En appui, vient l'indispensable **mobilisation de nombreuses connaissances et de divers savoir-faire scientifiques et techniques**, qui définissent l'expertise et l'adaptabilité de l'Ingénieur civil dans son domaine de spécialisation. Le savoir déjà acquis est un point de départ pour **innover et créer de nouvelles connaissances**, pour déterminer des solutions innovations face à des problématiques toujours en évolution.

La **gestion du projet** en elle-même constitue une tâche cruciale pour la réussite de la mission : planification, répartition des tâches, ... pour satisfaire les objectifs, les exigences de qualité et les délais, au vu des ressources disponibles et des contraintes présentes. Au vu de l'ampleur et de la complexité des problématiques, le projet se réalise le plus souvent en **équipes multidisciplinaires, multiculturelles et internationales** ; des équipes qu'il faut dynamiser et piloter !

Tout au long de l'histoire du projet, et souvent au-delà de la livraison de la solution, il faut pouvoir **communiquer et échanger des informations pertinentes et structurées**, en s'adaptant aux différentes parties prenantes et dans une ou plusieurs langues. Enfin, l'ingénieur est au service de ses contemporains et des générations à venir : il se doit d'agir en **professionnel responsable**, tout en veillant à un développement professionnel autonome.

DES COMPÉTENCES QUI APPELLENT DES PROJETS

La lecture de ce référentiel de compétences met en évidence le caractère incontournable des projets dans la formation des ingénieurs civils. En effet, en plus du contenu technique et scientifique lié à la problématique énoncée par le client et à la solution proposée par l'équipe d'étudiants, un projet va servir de support pour apprendre et assimiler concrètement de nombreuses notions et méthodologies, en terme de travail en équipe, de gestion de projet, de communication et d'analyse critique.

Parmi les différentes activités d'apprentissage, on peut facilement distinguer le projet des exercices ou des travaux pratiques de laboratoire par l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes : il est énoncé comme une situation concrète dans laquelle un besoin se fait sentir, et le travail commence souvent par clarifier ce donné initial ; il est ouvert car il ne s'agit pas d'identifier une éventuelle solution unique, mais bien de concevoir une solution parmi d'autres et de justifier les choix réalisés ; il est multidisciplinaire de par la complexité de la situation, du besoin ou de la solution, ce qui conditionne fortement le travail en équipe.

Notons encore que parmi les compétences stimulées dans le cadre des projets, nombreuses nécessitent d'être affinées tout au long du parcours académique, voire tout au long de la carrière professionnelle. Aussi, nous invitons nos étudiants à garder trace de leur progression dans ces soft skills au sein d'un portfolio de compétences.

UN DISPOSITIF STRUCTURANT LA RÉFORME DU CYCLE DE BACHELIER GÉNÉRAL

L'année 2014-2015 a constitué le point de départ d'une réforme profonde du cycle de Bachelier, davantage encore tourné vers l'Art de l'Ingénieur que par le passé. Cette évolution du programme de formation s'est naturellement structurée autour d'un

“ Un projet part d'une situation concrète dans laquelle un besoin se fait sentir. ”

dispositif « projets » étalé sur les 3 années du cycle de Bachelier (voir figure 2), avec l'apparition de deux nouvelles Unités d'Enseignement en BA1 et BA2.

Au long des 3 années, les contenus et les exigences méthodologiques sont évidemment croissants ; les défis gagnent en complexification et se rapprochent de plus en plus du contexte professionnel. Et puisqu'en BA3, les étudiants ont déjà choisi leur dominante, le projet leur sera proposé en fonction de cette dominante.

Le dispositif ne repose pas seulement sur le projet. On voit en effet en parallèle se développer une réflexion sur le projet professionnel de l'étudiant, à partir de séminaires sur des sujets non techniques et des rencontres avec des ingénieurs en activité. Sur le cycle de Bachelier, cette réflexion aboutit naturellement au choix de la dominante, préfigurant le choix de l'orientation pour les années de Master.

De même, les aspects méthodologiques sont soutenus par l'apport d'outils en vue de fonctionner efficacement dans le cadre d'un projet : démarche CDIO et travail en équipe ; communication et planification ; et en BA3, des aspects plus pointus liés à la dominante.

DES PROJETS POUR NOS ÉTUDIANTS INGÉNIEURS CIVILS ARCHITECTES

Si les activités professionnelles de tout ingénieur s'articulent ainsi naturellement autour de projets,

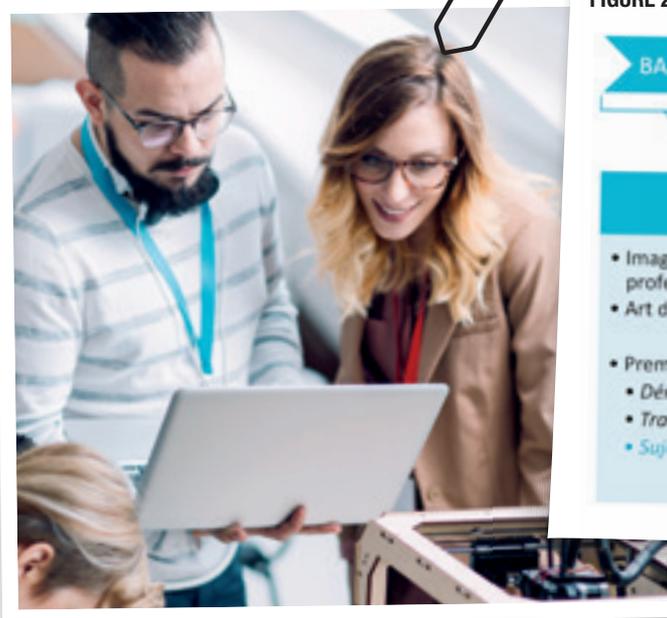
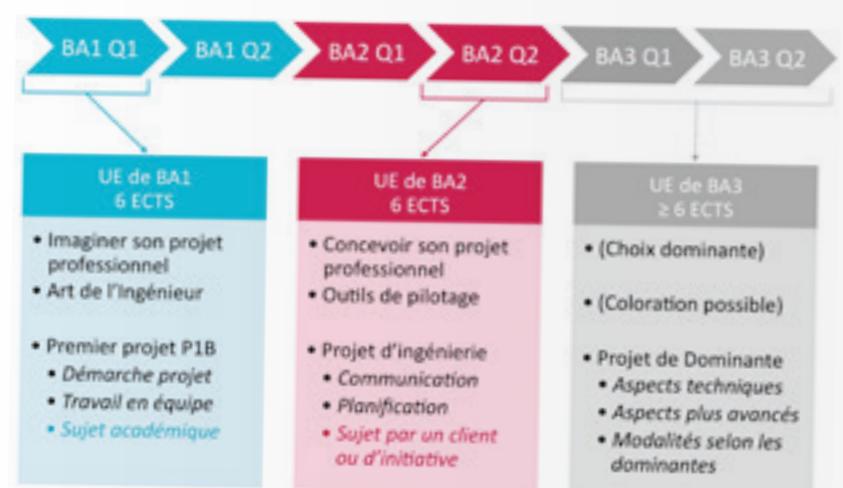


FIGURE 2



cette réalité est vraisemblablement encore plus prégnante pour les ingénieurs civils architectes. Chaque construction à neuf ou extension, chaque restauration, rénovation ou réhabilitation constitue un projet en soi, qu'il s'agisse d'un seul bâtiment ou d'un ensemble urbanistique. Commenant à la première rencontre avec le maître d'ouvrage (le client), le projet accompagne de plus en plus souvent tout le cycle de vie du bâtiment ou de l'ensemble, sur plusieurs dizaines d'années.

Cette importance professionnelle du projet se reflète logiquement au sein du parcours de formation. À Polytech Mons, des projets sont donc échelonnés tout au long des 5 années de formation, à raison d'au moins un projet par quadrimestre. Au-delà d'une complexification évidemment croissante, ces projets successifs connaissent des colorations différentes, mais additives : les compétences ou savoir-faire qui auront été mis en œuvre dans un projet devront l'être aussi dans ceux qui surviendront. Il s'agit donc réellement d'une compilation organique et structurée de compétences multidisciplinaires, dans les domaines variés de l'architecture et de l'urbanisme, du génie civil et des structures ou des autres techniques dites « spéciales ».

L'art de l'Ingénieur civil architecte consiste en effet en l'expression jaillie de la rencontre d'une passion et d'un besoin : la passion résulte en quelque sorte de la vision du monde tant de l'architecte que de son client ; quant au besoin, il est le plus souvent multiple et s'accompagne d'un espace de contraintes. Le projet se nourrit alors au sein d'un dialogue entre l'imaginaire de l'architecte (l'ensemble des images et représentations dont il a été enrichi) et celui de son maître d'ouvrage voire celui de la société, mais aussi du génie propre du lieu (lieu naturel, lotissement, bâtiment existant, ...) pour rencontrer les besoins explicites et implicites énoncés par le client, en tenant compte des contraintes techniques et scientifiques, urbanistiques, environnementales, ...

Dans le dossier qui suit, deux articles fort intéressants viennent étoffer la réflexion au sujet des projets en architecture.

DES PROJETS TOUT AU LONG DE LA FORMATION EN SPÉCIALITÉ (HORS ARCHITECTURE)

Le dispositif de Bachelier général, décrit ci-dessus, vient en support au développement du projet en Master, à la fois comme outil de formation et comme compétence à approfondir. Ainsi, selon les différentes spécialités, les projets occupent une place de plus en plus importante, en se développant et en se multipliant. La variété des dispositifs, adaptés à chaque formation, empêche (heureusement !) de tout décrire ici. Composé à la fois d'articles et d'interviews d'étudiants, le dossier vous permettra de percevoir plus finement les objectifs et les modalités de ces différentes propositions faites dans nos programmes de formation. Sans chercher à atteindre l'exhaustivité, il nous semble toutefois utile de relever ici quelques éléments particulièrement intéressants ou innovants. Notons qu'une caractéristique illustrée par un

projet donné dans une spécialité peut tout aussi bien être réalisée dans un autre projet d'une autre spécialité ; la contrainte de la longueur de cet article nous a conduit à faire des choix.

Dès la BA3, la plupart des projets trouvent leur origine dans des besoins exprimés par des entreprises. Une configuration très intéressante est celle des projets initiés en collaboration avec une des chaires académiques de recherche de la Faculté Polytechnique. Ainsi, impliqués de plain-pied dans ce partenariat fort, les étudiants ingénieurs sont confrontés aux aspects appliqués de recherche de pointe. À titre d'exemple, on peut retenir les projets réalisés dans le cadre de la chaire ECRA dans le domaine spécifique de la capture du dioxyde de carbone dans la production cimentière et sa réutilisation.

De nombreux concours, nationaux ou internationaux, proposent des défis de toutes sortes aux étudiants-ingénieurs. La dynamique de saine émulation qu'ils installent favorisent la volonté de réussir, en l'appuyant sur la fierté de défendre l'honneur de leur institution. Depuis plus de dix ans, des équipes d'étudiants se sont constituées année après année pour relever les défis d'Eurobot, le championnat européen de robotique, ou d'Écomarathon Shell, la compétition automobile annuelle mondiale. Pour mener à bien de tels projets, les aspects techniques doivent s'incorporer dans une méthodologie de projet rigoureuse, car les exigences et les délais sont scrupuleusement vérifiés.

Outre les compétences scientifiques, techniques et méthodologiques, les projets permettent aussi aux étudiants d'exercer des dimensions moins habituelles dans le cursus des ingénieurs civils. L'exemple le plus remarquable est certainement constitué par les projets Créactifs où, après quelques formations techniques indispensables, les étudiants peuvent déployer toute leur créativité en arts numériques. Et puisque la réalité dépasse la fiction, parions qu'au moins une de leurs propositions trouvera bientôt une concrétisation dans notre quotidien : expérience musicale basée sur la capture des mouvements, interaction gestuelle pour la commande d'appareils domotiques, ...

Dans le cheminement chronologique d'un projet, vient un moment crucial où tout se noue : un supplément d'effort et d'implication est nécessaire de la part des membres de l'équipe projet. Il est alors utile de sortir du cadre habituel pour provoquer comme un électrochoc, un saut quantique dans la progression du projet. C'est ce que les étudiants-ingénieurs ont pu expérimenter depuis deux ans dans le cadre du projet de Génie logiciel, sous la forme d'un séjour résidentiel mais intensif de 2 à 3 jours avec la participation du client. Outre une amélioration sensible de la dynamique d'équipe, ils constatent surtout une efficacité accrue qui se poursuit dans les semaines suivantes.

Enfin, le stage de terrain en Géologie offre une modalité très particulière pour un projet. Certes, la région des Alpes de Haute-Provence vaut le voyage. Mais, c'est surtout la complexité et l'étendue

de la tâche qui retiennent l'attention : durant une semaine, en équipes, les étudiants vont réaliser un relevé cartographique complet. La planification des différentes tâches à réaliser doit alors se moduler en tenant compte de la surface concernée. Par ailleurs, même si le dépaysement est limité, il permet déjà de percevoir certains contours d'un métier d'ingénieur qui ne peut plus se contenter de l'échelle locale mais qui doit se jouer à l'échelle mondiale.

ET POUR L'AVENIR ?

Un dispositif pédagogique basé sur les projets pose toujours de grands défis. Pour terminer cet article, nous voudrions en relever ici trois.

Le premier défi est naturellement celui de la pérennisation des nouveaux dispositifs pédagogiques. Les équipes d'enseignants qui pilotent ces projets doivent davantage se remettre en question que pour des cours classiques. Pour pouvoir aller de l'avant, ils ont besoin de sentir soutenus et encouragés par les autorités académiques qui leur marquent leur confiance. Et nous reconnaissons volontiers que c'est bien heureusement le cas à la Polytech Mons.

Un deuxième défi est de permettre qu'au terme du temps prévu dans le cadre académique, les étudiants puissent poursuivre leur projet, en relation avec le client, ou développer une démarche entrepreneuriale. C'est l'une des perspectives de la Junior-Entreprise récemment créée par des étudiants de la Polytech Mons. Dans certaines circonstances, en effet, YEP'Tech Mons constitue un cadre potentiellement intéressant tant pour les étudiants que pour les entreprises, en vue de reprendre un projet et de le mener plus loin.

Enfin, le troisième défi sera, à moyen terme, d'oser davantage encore dans la démarche projet, en mettant en œuvre de nouvelles configurations, toujours plus réalistes et plus stimulantes pour nos futurs ingénieurs : projet en équipe verticale regroupant des étudiants d'années successives, projet interdisciplinaire associant en équipe des étudiants d'orientations différentes, ou encore projet international avec des étudiants d'universités étrangères... et peut-être – rêvons un peu ! – une combinaison des trois, qui sait ?

“ T.E.A.M.
TOGETHER
EVERYONE
ACHIEVES
MORE ”

Introduction à l'Art de l'Ingénieur et Initiation aux métiers de l'Ingénieur, des projets dès le Bachelier

Le dispositif : la démarche, les moyens et l'évaluation

☒ Prof. Philippe Ancia, Prof. Sébastien Bette, Prof. Fortunato Dualibe, Dr Fabian Lecron et Dr Delphine Lupant

Le « dispositif projet » mis en place sur les deux premières années est composé de deux unités d'enseignement de 6 crédits ECTS chacune : « Premier projet d'ingénieur » (premier quadrimestre de BA1, donc dès l'entame de la formation) et « Projet technologique » (deuxième quadrimestre de BA2). Ces projets sont réalisés en équipes de 6 à 8 étudiants, chacun ayant un rôle bien défini. Alors que l'activité de BA1 a pour objectif de faire découvrir le métier d'« Ingénieur Projet » dans la globalité, au travers d'un sujet plus académique et bien cadré, l'activité de BA2 permet aux étudiants d'être confrontés à un problème concret posé par un vrai client et comportant un réel enjeu. Ces deux activités sont encadrées par un Comité de Pilotage composé d'enseignants de la Polytech de différentes spécialités, dont le rôle est de définir, suivre et évaluer les projets.

Pour les deux projets, les étudiants sont tenus de mettre en application la **démarche CDIO**, développée par le MIT (Massachusetts Institute of Technology) et qui est maintenant classique dans la réalisation d'un projet d'ingénieur. Elle se compose de quatre étapes bien définies qui imposent au projet sa structure au travers de *Points de contrôle* pendant lesquels chaque équipe présente l'état d'avancement de son projet au Comité de Pilotage. L'équipe doit préparer la réunion en définissant un ordre du jour, en réalisant une présentation qui aborde les différents aspects du projet ainsi qu'un

planning pour les tâches à venir, en particulier celles de la période suivante. Ils ont la possibilité de poser des questions aux membres du Comité de pilotage et sont tenus de rédiger un rapport de réunion qu'ils devront annexer à leur rapport de projet. Ces points de contrôle permettent au Comité de Pilotage de suivre les aspects organisationnels et techniques du projet ainsi que d'évaluer le fonctionnement en équipe et la progressivité du travail fourni.

Les moyens dont disposent les étudiants sont différents selon le projet. Le projet de BA1 ne demande pas de compétences techniques particulières, c'est pourquoi les étudiants ont à leur disposition une base commune pour faciliter la réalisation d'un prototype. Il s'agit d'un kit Multiplo (<http://multiplo.org>), qui comprend entre autres des éléments de construction mécanique et un contrôleur programmable grâce à une architecture par bloc permettant de contrôler facilement différents capteurs et actionneurs. Le kit sert au développement

d'un dispositif de base auquel viennent s'ajouter certaines fonctionnalités particulières qui doivent donc être imaginées, conçues et mises en œuvre avec d'autres moyens, grâce à un budget limité de l'ordre de 25 euros. Ce budget constitue une première expérience pour appréhender les dimensions économiques d'un projet.

Pour le deuxième projet, une première différence par rapport au premier est l'introduction d'un client qui vient en personne confier une lettre de mission aux étudiants. Durant cette entrevue, le client décrit le contexte de son entreprise et esquisse le besoin qu'il rencontre. Il appartient alors aux étudiants de poser des questions pertinentes pour affiner leur perception de ce besoin. L'essentiel des informations descriptives est repris dans un document dénommé BOSCARD : il contient le contexte (Background), les buts (Objectives), le champ du projet (Scope), les hypothèses (Assumptions), les difficultés potentielles (Risks) et les livrables (Deliverables).



Robot pour ramasser des confettis sur une zone délimitée mais avec un obstacle



Unité autonome et portable de potabilisation d'eau pour une famille d'Afrique sub-saharienne (Ingénieurs Sans Frontières), utilisant des technologies appropriables



Dispositif ludique et interactive pour recycler une bouteille d'eau (Pairi Daiza)

Tout au long du projet, les étudiants doivent tenir compte de contraintes spécifiques. Ainsi pour répondre à une problématique de recyclage de bouteilles PET posée par *Pairi Daiza*, il leur fallait rester conformes à l'image de marque et à la stratégie de communication du Parc. Quant à *Ingénieurs Sans Frontières*, la recherche d'un dispositif autonome et mobile de potabilisation d'eau pour une famille d'Afrique sub-saharienne devait recourir à des « technologies appropriables », c'est-à-dire qui peuvent se mettre en œuvre localement. Le problème proposé par le client possède donc un véritable enjeu et requiert des compétences techniques que les étudiants n'ont pas forcément encore acquises. C'est pourquoi chaque équipe dispose d'un budget « expertise » sous la forme d'entretiens d'une durée limitée avec des experts techniques, en plus d'un budget d'achat plus conséquent qui varie en fonction du sujet proposé (de l'ordre de la centaine d'euros).

« **La responsabilité de l'équipe revient à son chef, allant de la distribution des rôles à la résolution de conflits, en passant par le pilotage efficace du projet.** »

À l'issue des 12 semaines de projet, chaque équipe doit délivrer un rapport et un prototype fonctionnel répondant au cahier des charges. Pour le premier projet, les prototypes sont mis en compétition, ce qui permet de vérifier les performances et de clôturer de façon ludique le projet. Pour le deuxième projet, la présentation du prototype et la défense de la solution se fait devant le comité de pilotage et le client, en portant une attention particulière aux aspects marketing (mise en place d'une stratégie de communication/commerciale pour la solution proposée ou recherche de sponsors). Les différentes compétences sont évaluées à l'aide d'une grille critériée portant sur l'efficacité et la performance de la solution, la qualité de la solution, son esthétique et le respect du budget d'une part, et le fonctionnement de l'équipe ou le marketing et la communication selon qu'il s'agisse du projet de BA1 ou de BA2, d'autre part.

UN TRAVAIL D'ÉQUIPE OÙ CHACUN A UN RÔLE À JOUER

Pour les étudiants de BA1, le projet débute dès la première semaine de cours ! Le Comité de Pilotage établit

les équipes sur une base aléatoire et les membres d'une même équipe ne se connaissent pas nécessairement. Pour aider à la formation de l'équipe, une **activité de team-building** est organisée. L'année académique passée, chaque équipe a reçu du matériel basique (pailles, papier-collant, élastiques, ficelles, ...) et devait réaliser un lanceur de confettis en respectant les 4 étapes de la démarche CDIO.

Une fois l'équipe installée, elle définit les rôles qui seront nécessaires en fonction de la mission reçue et les répartit en son sein. Outre des rôles scientifiques et techniques (e.g. ingénieur électromécanicien, ingénieur chimiste, ...), on retiendra ceux d'ingénieur chef de projet et d'ingénieur adjoint au chef de projet. Ces deux rôles visent à commencer à stimuler une compétence de leadership indispensable dans le milieu professionnel. Un rôle plus particulier apparaît dans le projet de BA2 : celui d'ingénieur responsable du marketing et de la communication. Il répond à une volonté de développer des acquis complémentaires de relation avec le client, de marketing, et de communication scientifique et professionnelle.

La responsabilité de l'équipe revient à son chef, allant de la distribution des rôles à la résolution de conflits, en passant par le pilotage efficace du projet. Nous avons résumé comme suit les 5 caractéristiques essentielles d'un bon chef d'équipe :

- Il est au service du fonctionnement de l'équipe.
- Il crée une situation d'entraide, par une atmosphère de communication.
- Il sait déléguer avec confiance et implication.
- Il veille au bien-être et au moral de ses équipiers.
- Il assure le pilotage du projet.

Pour aider les chefs d'équipe dans leur démarche, chaque équipe se voit attribuer un coach, en la personne d'un membre du personnel scientifique ou académique de la Faculté. Au minimum sur le même rythme que les points de contrôle, le coach rencontre l'équipe et la guide sur son fonctionnement, en assurant une attention particulière auprès du chef d'équipe. Il s'agit donc ici d'un accompagnement sur la forme de la mission, sans intervenir sur les aspects techniques du projet.

Ainsi, ce sont 25 coaches pour le projet de BA1 et 10 coaches pour le projet de BA2 qui ont donné de leur temps pour contribuer à l'avancement efficace de leur équipe. Nous imaginons, à moyen terme, de solliciter des étudiants « expérimentés » de Master. En s'appuyant sur les expériences qu'ils auront eues durant les premières années de leur formation, ils seront invités à accompagner des équipes de Bachelier. En limitant leur intervention au mode de fonctionnement de l'équipe, ils pourront ainsi affiner et approfondir leurs propres compétences à la fois en gestion de projet et en gestion d'équipe.

À l'issue des deux projets du dispositif, les étudiants nous ont fait part d'un avis plus que positif sur l'intérêt de s'exercer au travail en équipe. Bien qu'ils aient longtemps cru qu'en arithmétique, 1+1 était égal à 2, ils apprennent très vite au cours de leurs projets en équipe que, lorsqu'il s'agit de gérer des ressources humaines, 1+1 peut aussi être égal à 3 mais peut vite devenir égal à ... 0 !

QU'EN PENSENT LES ÉTUDIANTS ?

- L'an dernier j'ai suivi une première sans projet, c'était comme mettre le petit orteil dans le métier, alors que cette année, avec le projet on y met le pied en entier.
→ UN ÉTUDIANT DOUBLEUR DE BA1
- Le projet apprend à travailler en équipe, en conservant chacun son rôle, mais aussi à travailler pour un client, en gardant toujours conscience des deadlines et en n'oubliant pas les aspects de design. Je suis très heureux d'avoir pu lier des liens d'amitiés avec les membres de mon équipe et d'avoir eu, à travers le projet, plus de contacts avec les assistants.
→ UN ÉTUDIANT DE BA2
- Le projet de première nous a apporté beaucoup du point de vue technique : découvrir du matériel, apprendre à le manipuler et à l'adapter à nos besoins. Nous sommes aussi plus conscients du métier d'ingénieur, nous en avons une idée plus concrète. Nous avons appris beaucoup sur le travail en équipe et la gestion du temps. Et nous avons dépassé notre peur initiale d'empiéter sur notre temps d'étude. Surtout, nous avons apprécié le parallèle entre le projet et les témoignages d'ingénieurs.
→ DES ÉTUDIANTS DE BA1 À CHARLEROI
- Le projet m'a permis de développer l'organisation de mon temps, pour ne pas déborder sur les cours, et à me fixer des objectifs, sans compter que j'ai pu améliorer mes capacités de programmation. J'ai beaucoup apprécié l'encadrement Créactifs.
→ UNE ÉTUDIANTE DE BA2 EN PROJET CRÉACTIFS

CDIO : une démarche projet formative

✉ Prof. Olivier Verlinden

La démarche CDIO est couramment utilisée dans le monde de l'ingénierie lorsqu'on s'attaque à la résolution d'un problème consistant à fournir un produit, ou un service, destiné à remplir une fonction donnée. En pratique, la description de la fonction, accompagnée d'objectifs et de contraintes sont consignées dans un cahier des charges élaboré par le client, parfois en concertation avec le prestataire. La démarche n'est toutefois pas cantonnée à l'ingénierie et peut être appliquée à toute forme de projet : l'ingénieur, inconsciemment, organise souvent ses fêtes selon la démarche CDIO...

Cette démarche consiste à aborder le problème à résoudre en suivant 4 étapes correspondant aux lettres de l'acronyme CDIO (ICRE en français) :

- L'étape **Conceive** (*Imaginer* en français) consiste d'abord à s'imprégner du problème en identifiant soigneusement les besoins et exigences du client, ainsi que les contraintes économiques, techniques et réglementaires associées au projet. On pourra ainsi imaginer diverses solutions conceptuelles, qui seront évaluées quant aux critères susmentionnés et à la stratégie d'entreprise (figure 1).
- Dans l'étape **Design** (*Concevoir*), l'équipe établit comment la solution conceptuelle retenue à la précédente étape sera concrétisée. Là aussi, des choix devront être opérés entre plusieurs alternatives, à un niveau de plus en plus détaillé, en regard des caractéristiques du client et de l'entreprise. Selon les disciplines, l'étape D se traduira par un plan, un diagramme, un organigramme qui définit en détail le dispositif ou le service (figure 2).
- L'étape **Implement** (*Créer*) correspond à la réalisation du produit. A la fin de celle-ci, la machine ou le produit existe, ou tout au moins un prototype.
- L'étape **Operate** (*Exploiter*) revient à suivre le produit en fonctionnement. D'une part, il s'agit d'évaluer les performances vis-à-vis des exigences du cahier des charges pour proposer des améliorations. D'autre part, il faut en organiser la maintenance pour qu'il puisse continuer à remplir sa tâche. Dans une vision moderne, cette étape inclut aussi le recyclage du produit.

Dans les projets de BA1 et BA2, on exige des étudiants de suivre cette démarche, dont les étapes rythment les points de contrôle. Les figures 1 et 2 illustrent les étapes C et D d'un groupe ayant mené le projet de BA1 2014-2015 qui consistait à réaliser un robot ramasseur de confettis. Une des principales difficultés pédagogiques est de réfréner l'envie des étudiants de passer rapidement à l'étape I et de bien leur faire comprendre l'importance, dans l'étape C, de mettre sur la table des alternatives et de les évaluer sérieusement, sur base d'une réflexion abstraite et non de prototypes. Pour paraphraser Boileau, *ce qui se conçoit bien se monte facilement et les pièces pour le faire s'emboîtent aisément*.

Mais CDIO est devenu plus qu'une démarche de résolution de problème. Si on examine l'évolution de la formation des ingénieurs, elle a été essentiellement dispensée jusque dans les années 50 par des praticiens. Au fil des années, les facultés d'ingénieurs ont, comme les autres, donné une importance de plus en plus importante à la recherche et le contact avec le métier de l'ingénieur s'est étioilé. Cela malgré l'existence d'organismes certifiant les formations d'ingénieurs comme la CTI (Commission des Titres d'Ingénieur), fondée en France en 1934 et l'ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology), qui a vu le jour aux Etats-Unis en 1932. Conscientes de ce problème, quelques universités dont le MIT, et l'Université Chalmers de Göteborg, ont lancé la réflexion CDIO. Cela s'est traduit par le syllabus CDIO, édité pour la première fois en 2001, qui définit un référentiel de compétences qui recouvre assez bien l'ensemble des référentiels existants. Il faut bien comprendre que ces référentiels ne donnent aucune spécification de contenu, mais bien des recommandations quant à l'organisation des formations d'ingénieur pour garantir qu'ils acquièrent au cours de leurs études les compétences qui leur seront nécessaires pour exercer leur futur métier.

Ainsi, les projets de BA1 et BA2 ne se résument pas à la simple réalisation d'un prototype. Les prestations sont organisées pour que les étudiants développent aussi des compétences transversales :

- le travail en équipe, la gestion de projet, le marketing en BA1 ;
- la communication, la relation avec le client, en BA2.

En résumé, la philosophie CDIO, en formalisant la démarche de l'ingénieur, se révèle très efficace pour l'apprentissage de nos étudiants à diverses facettes de leur futur métier.

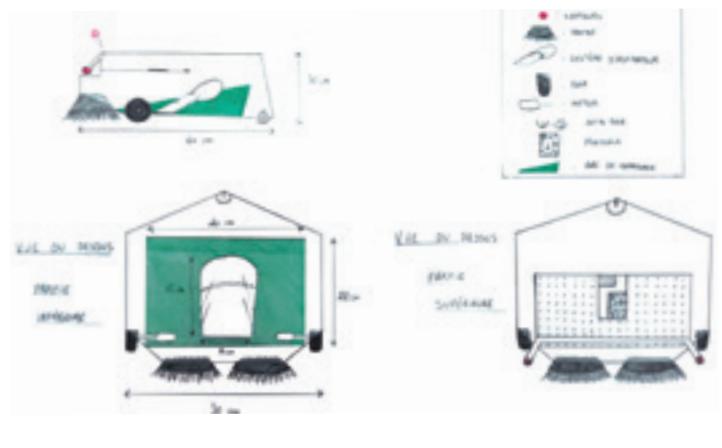
FIGURE 1

Les diverses solutions imaginées par les étudiants pour ramasser des confettis sont évaluées sur base d'un tableau.

TYPE DE RAMASSAGE	EFFICACITÉ	MATÉRIEL À AJOUTER	COÛT	LES + OU - APPORTÉS
Rouleau humide	90% du sol nettoyé au 1 ^{er} passage	Facile à trouver, torchon, bac à eau, rouleaux	Très faible (pas plus d'1€)	+ : Sol nettoyé à l'eau - : Système de nettoyage du torchon très complexe => Agacement complexe
Soufflerie avec bac	Problème : la soufflerie renvoie le contenu du bac en dehors... Très bon pour éparpiller	Système de soufflerie	Moyen, réalisable avec de la récupération	+ : Original - : Ne fonctionne pas...
Aspiration	100% efficace	Système d'aspiration	Moyen-élevé	+ : Efficacité maximum - : Alimentation, délai de commande...
Brosse	Correcte (80% environs)	Brosses rotatives	Faible-moyen, voir même création artisanale	+ : Technique moins complexe - : Efficacité moins grande

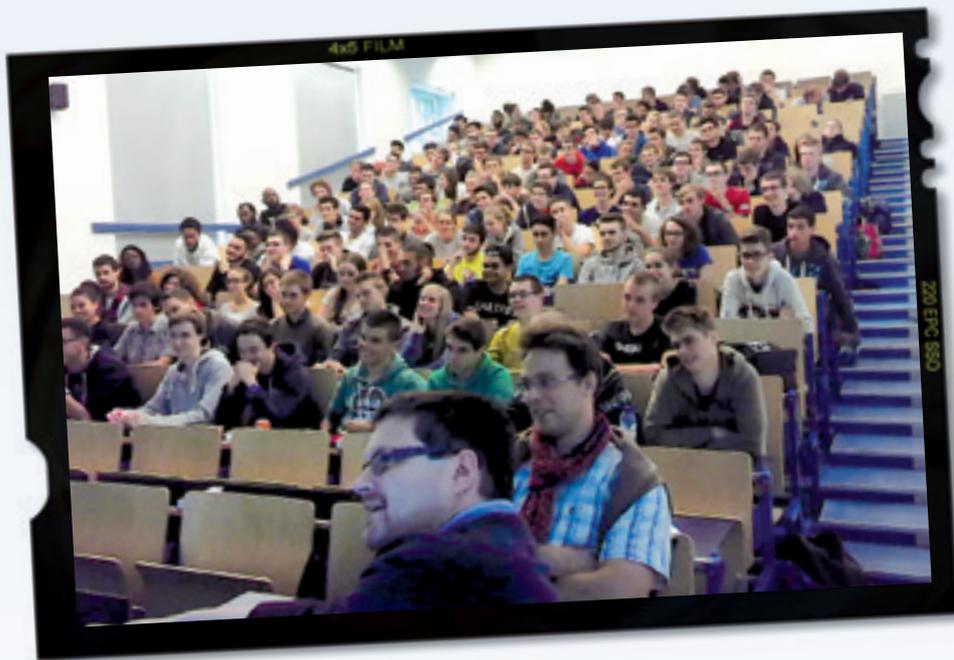
FIGURE 2

Étape D : l'agencement de la machine à ramasser des confettis est défini



Le projet professionnel, un projet personnel

✉ Prof. Guy De Weireld



« Qu'est-ce qu'un ingénieur ? », une question souvent posée par les étudiants avant d'entamer leurs études et à laquelle peu de réponses sont apportées. Les réponses sont souvent vagues, générales, encyclopédiques « Personne que ses connaissances rendent apte à occuper des fonctions scientifiques ou techniques actives en vue de prévoir, créer, organiser, diriger, contrôler les travaux qui en découlent, ainsi qu'à y tenir un rôle de cadre » (Larousse), ou étymologiques « engigneur, vieux français, constructeur d'engins de guerre », ... Vu la diversité des métiers exercés, des fonctions occupées par l'ingénieur, la réponse est personnelle. L'étudiant ingénieur doit y répondre afin de savoir pourquoi il fait ce type d'études, d'orienter ses choix au fur et à mesure de sa formation et de connaître ses aspirations professionnelles. Il doit répondre par lui-même à cette question et ce au cours de tout son cursus en fonction des enseignements qu'il a suivis, des projets personnels, des stages en entreprises, des séminaires, des rencontres, ...

Avec la nouvelle organisation de l'enseignement en Bachelier depuis la rentrée 2014, deux activités d'apprentissage sont proposées aux étudiants en parallèle à l'introduction d'un projet en 1^{ère} année du cycle de Bachelier : « L'Art de l'ingénieur » et « Imaginer son projet professionnel personnel ». Ces deux activités d'apprentissage (12h chacune) sont organisées sous forme de séminaires de 2h dès le début de la formation (1^{er} quadrimestre de la BA1), pour aider l'étudiant dans sa réflexion et appréhender ce qu'est le métier d'ingénieur et comment il se projette à la fin de ses études.

La première activité d'apprentissage, organisée par le Comité de Pilotage, a permis d'aborder quelques facettes importantes du métier d'ingé-

nier ainsi que son positionnement au sein de l'entreprise et de la société. On peut citer parmi celles-ci : l'ingénieur fournisseur de compétences au service de l'entreprise et de la société ; « l'ingénieur, un problem solver », les démarches que l'ingénieur doit suivre pour bien résoudre un problème et plus particulièrement la démarche CDIO ; « Ingénieur et Ethique », l'ingénieur face aux enjeux sociétaux majeurs ; « L'ingénieur : un art tissé des paradoxes créatifs », l'innovation technologique, la créativité et le développement d'industries créatives à travers l'expérience de l'Institut NUMEDIART de l'UMONS.

Le séminaire de Monsieur Benoit Noel, AIMS 1991, Industeel (Groupe Arcelor-Mittal) a permis d'aborder le volet relatif à la construction de son portefeuille de compétences à travers son parcours professionnel et son expérience de DRH du groupe Industeel. Dès la rentrée 2015, la dimension historique sera ajoutée via un séminaire interactif en anglais sur le thème de l'ingénieur au fil du temps : éléments d'histoire, grandes réalisations et défis contemporains.

Pour la seconde activité d'apprentissage, 10 témoins, ingénieurs civils sortis de la FPMs, sont venus partager leurs expériences, tant en relation avec leur discipline de spécialisation (Chimie-SDM, Électricité, Informatique et Gestion, Mécanique, Mines et Géologie) que leur profil de carrière ou de situation professionnelle actuelle (par exemples : production, recherche et développement, maintenance et fiabilité, direction d'entreprise, entrepreneuriat, investissement, ...), leurs expériences à l'internationale même leur choix d'études, l'organisation de leurs études, et la com-

patibilité de celles-ci avec d'autres activités comme celles de sportif de haut niveau ou l'associatif.

Qu'en retirent finalement les étudiants ? A l'issue des séminaires, l'étudiant doit matérialiser sa réflexion en rédigeant quelques pages, qui feront l'objet d'une discussion avec un membre du Comité de Pilotage sous forme d'interview.

Les étudiants y étaient invités à répondre à quelques-uns de leurs questionnements : En quoi le métier d'ingénieur civil correspond à leurs aspirations ? Quels défis techniques, technologiques ou sociétaux voudraient-ils relever au cours de leur carrière ? Quel parcours professionnel des différents témoins leur correspond le mieux ? Que retenir de l'ensemble des témoignages ? Certains étudiants ont découvert, par rapport à ce qu'ils avaient imaginé en commençant leurs études, certaines compétences importantes telles que savoir travailler en équipe ou maîtriser l'anglais ainsi que l'importance de l'éthique dans le métier d'ingénieur.

Cette dissertation est le point de départ de la constitution d'un portfolio qu'ils continueront à alimenter au cours de leurs études, ce qui leur permettra d'avoir une critique réflexive portant sur les acquis de leur formation et leurs expériences, sur le développement de leurs compétences propres, sur l'identification de points d'amélioration, ainsi que sur leur insertion au sein de l'équipe de travail et de l'entreprise, et finalement sur leurs aspirations professionnelles.

Quelques citations choisies dans les dissertations :

- La créativité de l'ingénieur fait face à l'esprit analytique qu'il possède simultanément; le juste milieu est donc à trouver pour lui : il doit être capable de rêver dans le domaine du possible.
- (...) la dimension humaine et les défis environnementaux sont de plus en plus intégrés par la société comme une exigence dans le cadre du métier de l'ingénieur. (...) L'ingénieur doit (...) se maintenir dans un processus d'amélioration continue de ses compétences, de son expertise.
- J'avais l'image de l'ingénieur qui travaille seul, mais pas du tout, le métier d'ingénieur consiste essentiellement en un travail d'équipe.
- En conclusion, je sais maintenant qu'être ingénieur est ce que je veux pour mon futur. Pour y arriver, la route sera longue et difficile mais la destination en vaut largement la peine.

LE CONCOURS STAR-TECH 2015

✉ Prof. Gaëtan Libert, Service d'Informatique



En 2012, l'incubateur wallon des sciences de l'ingénieur WSL lançait le programme Star-Tech en collaboration avec l'AIMs et la FPMs. Son objectif était d'aider les étudiants à développer une idée de création d'entreprise. Le succès a d'emblée été au rendez-vous de la première édition. Il a donc été décidé de pérenniser l'initiative à Mons et, grâce à WSL, de convaincre une série de partenaires d'apporter également leur soutien à l'initiative. Dans le même temps, Star-Tech était intégré au cursus optionnel des étudiants de BA2 du côté de la Faculté et aux activités du Club Entreprendre du côté de l'AIMs. Fort de ce succès montois, WSL a par ailleurs mené, depuis lors, l'expérience dans d'autres Facultés.

Le programme Star-Tech permet aux étudiants de BA2 de se confronter aux entreprises en lançant des projets technologiques dont ils ont déjà l'idée. Au-delà de la technique, il s'agit de faire évoluer les projets en relation régulière avec le client en suivant des méthodes « agiles » et en se rapprochant d'un modèle économique (Business Model Canvas).

Le programme Star-Tech s'étale sur une durée d'environ dix semaines, de février à mai, et se termine par un concours qui récompense les meilleurs projets.

Le mode d'encadrement privilégie de brefs exposés théoriques sur des thématiques liées à l'entrepreneuriat (effectuation, propriété industrielle, Business Model Canvas, lean startup intégrant les méthodologies agiles de développement, ...). Il est aussi basé sur des mises en action qui consiste en des listes de tâches à faire, dans un mode kanban, très visuel et qui pousse à l'action. Le 'peer learning' dans lequel les groupes commentent leur avancement face aux autres avec le feedback nourri des animateurs est également utilisé.

L'encadrement est fourni par deux coaches professionnels de WSL, qui ont à la fois un background technique, une expérience entrepreneuriale de plusieurs entreprises, et l'habitude d'encadrer des projets en développement. Pour ce qui est de l'opérationnel (points techniques et logistiques), les étudiants peuvent recourir à l'aide des services de la Faculté

et disposer d'une salle de travail qui leur est réservée durant toute la période du projet de février à début mai. Un espace de fichiers et de documents partagés est mis en place pour fonctionner en mode « d'intelligence collective » sur les projets. Cette année, la quatrième édition a réuni cinq équipes de 2 ou 3 étudiants devant un jury composé d'Agnès Flémal (Directeur Général de WSL), de Gaëtan Libert (coordinateur Star-Tech pour la FPMs), de Guillaume Dewispelaere (Président du Club Entreprendre de l'AIMs) et de représentants de l'AEI, de l'AWEX, de l'IMBC, de LME et de l'AVRE. La remise des prix a eu lieu le 11 mai dernier à la Faculté.

Les étudiantes Marion Coquelet et Lola Botman ont remporté le premier prix (un séjour à l'Université A&M du Texas) avec le développement de « Nail it! », une machine qui scanne n'importe quelle couleur, prépare le vernis de cette couleur, l'applique sur les ongles et sèche le tout rapidement. Par ailleurs, elles ont obtenu quatre prix au concours STEP Challenge de LME. L'étudiant Giancarlo Picariello arrive en seconde position avec la mise au point de sa passerelle pour échafaudage qui se met à niveau automatiquement.

Projet NAIL IT

✉ Marion Coquelet et Lola Botman, étudiantes FPMs

À l'heure où nous écrivons, quatre milliards de flacons de vernis à ongle ont été vendus dans le monde depuis le premier janvier 2015. Malgré son succès incontestable, cet accessoire de mode présente cependant un grand inconvénient : son application est loin d'être facile. Du choix de la couleur à l'interminable séchage en passant par la pose du vernis, nombreuses sont les étapes pièges qui rebutent certaines femmes.

Étudiantes en deuxième Bachelier et passionnées par les cosmétiques, nous nous sommes dit qu'il était temps de mettre fin à tous ces problèmes. C'est comme ça qu'est né le projet Nail it ! Plus concrètement, il s'agit d'une machine all-in-one répondant à quatre objectifs. Elle scanne, d'abord, une couleur au moyen d'un capteur de couleur RGB. Elle prépare, ensuite, le vernis de la couleur scannée à partir d'une base blanche et de pigments colorés. Ce mélange est effectué grâce à la technique du vortexage et le vernis est, par après, appliqué sur les ongles au moyen d'un aérographe. Finalement, la machine combine trois systèmes (lampes UV, ventilation froide et topcoat accélérateur de séchage) afin d'assurer un séchage ultra rapide. Les recherches techniques se sont bien entendues basées sur les connaissances acquises durant nos trois premiers quadrimestres à la Faculté Polytechnique.

Ce projet a été développé dans le cadre du programme Star-Tech, qui présente la richesse d'allier



entrepreneuriat et ingénierie. Nous avons travaillé avec le Business Model Canvas pour l'aspect marketing. L'étude commerciale nous a permis de déterminer la manière de vendre le produit. Le concept est comparable à celui des photomaton. Les machines sont intégrées dans des cabines disposées dans les centres commerciaux, les cinémas, les aéroports et autres lieux publics. En échange d'une dizaine d'euros, les utilisatrices ressortent avec des ongles colorés à leur guise et secs en quelques minutes.

Ce projet nous a permis de remporter quatre prix sur les sept mis en jeu lors de la finale du STEP Challenge, concours organisé par la Maison de l'Entreprise. Nous avons également gagné le prix Star-Tech, à savoir un voyage d'une semaine dans l'université de Texas A&M. Ce voyage mettra un point final à l'aventure Star-Tech... mais seulement une virgule à notre aventure. Nous avons hâte de faire passer *Nail it !* du statut de projet à celui de produit fini.

« *Nails are the period at the end of the sentence. They complete the look* » – Prabal GURUNG

Projet SCAFTEC

✉ Giancarlo Picariello, étudiant FPMs

Étant baigné depuis toujours dans le domaine de la construction, j'en suis donc particulièrement passionné. Au cours des années, j'ai pu me forger ma propre opinion sur ce domaine. Les points qui m'ont toujours fortement intrigué étaient la sécurité et le gain de temps. Néanmoins, de nombreuses entreprises veulent effectuer des économies et ce au détriment de la sécurité de leurs ouvriers. J'ai pu remarquer que les éléments forts dans le domaine de la construction étaient les éléments d'échafaudage. Ma réflexion repose donc sur cette problématique de sécurité et de gain de temps et celle-ci est de rigueur lors de l'élaboration d'un échafaudage. Au cours des diverses entrevues avec ouvriers et patrons et grâce aux observations que j'ai effectuées, j'ai pu aboutir à la conclusion que le problème reposait sur l'élaboration de la partie inférieure d'un échafaudage, c'est-à-dire toute la mise à niveau de l'échafaudage avant la construction proprement dite de celui-ci. Peu de terrains sont parfaitement horizontaux, c'est pourquoi cette question de mise à niveau est primordiale.

J'ai donc voulu résoudre ce problème et suis donc arrivé à la solution suivante : une plateforme réglable automatiquement quelque soit le dénivelé et le type de terrain présent. Cette plateforme est révolutionnaire dans le sens où elle nécessite moins de main d'œuvre et assure la stabilité de l'ensemble, d'où un gain de sécurité et d'argent.

LE PROJET, ÉLÉMENT CLÉ DE L'APPRENTISSAGE EN ARCHITECTURE

☒ Mathilde Goemaere, Prof. Alain Sabbe, Prof. Hugues Wilquin, Service de Génie Architectural et Urbain

Alors que de nombreux cours présentent les traits d'une pédagogie passive, l'enseignement de l'architecture, et plus particulièrement de la conception d'un projet, relève plus de la pédagogie active.

Lors de leur formation, les étudiants de la section architecture sont amenés à réaliser des projets de différente nature. Parmi tous ces travaux, nous pouvons par exemple citer le projet d'urbanisme (MA2) au travers duquel, plongés dans un contexte urbain présentant un problème majeur, les étudiants doivent fournir une solution d'aménagement réaliste et viable à partir d'interactions avec le professeur et de l'analyse de documents divers. Le projet de design industriel (MA1) constitue un autre exemple de démarche. Sur base d'un minimum d'informations, les étudiants se voient confier la tâche de créer un nouveau produit en travaillant tant sur la conception de l'objet en lui-même (couleur, matérialité, dimensionnement, ...) que sur l'aspect commercial associé à la vente (nom, logo, packaging, ...). Ces travaux de groupe, avant tout basés sur la créativité, permettent donc aux étudiants de se confronter à diverses situations critiques telles que, par exemple, le choix commun parmi les apports personnels, le compromis ou encore l'organisation des tâches.

Mis à part ces divers travaux, le projet « fil conducteur » de nos futurs ingénieurs civils architectes reste sans nul doute le projet d'architecture, présent du début à la fin de leur formation. Véritable challenge personnel dans lequel se confrontent créativité et rigueur scientifique, ce travail aborde diverses thématiques d'année en année telles que le logement individuel (design soutenable), l'immeuble de bureaux (conception de façades) ou encore l'intervention dans l'existant. A partir d'un cahier des charges reprenant entre autres le sujet principal du projet, des éléments de contextualisation et des éléments de fonctionnalité, la première phase du travail consiste à faire la synthèse d'une quantité non négligeable d'informations afin de définir les priorités mais également les contraintes que l'étudiant s'impose. Cette étape est cruciale car elle constituera la base du projet. En effet, sans limites, il est aisé de comprendre que, dans un processus créatif, le nombre de possibilités est infini et même si, tout au long du processus de conception, envisager de nombreuses pistes de réflexion et de remises en question est vivement recommandé, il est nécessaire de limiter globalement le champ d'investigation.

Une fois les priorités et contraintes définies ainsi que l'analyse du site et du programme complète, l'étudiant peut commencer à concevoir en alliant, de manière transversale, le concept, les aspects



structurels, la composition de façades, ... Par la suite, le semestre est ponctué de rencontres avec les professeurs et assistants. Ces rencontres sont fondamentales pour l'évolution du projet. L'étudiant y expose son idée forte, véritable fil rouge, et la développe pour expliquer son processus de conception. Sur base de cette idée, les encadrants lui soumettent certaines questions ou réflexions permettant son avancement. D'un point de vue pédagogique, la contribution « directe » de l'enseignant diminue au fur et à mesure de la progression de l'étudiant dans son cursus, le but étant in fine de le rendre apte à gérer seul tant les phases de conception que celle d'autocritique, compétence essentielle de l'architecte.

La pédagogie du projet d'architecture peut être considérée comme singulière. Alors que la plupart des enseignements font référence à une transmission de savoirs théoriques, en architecture, celui du projet peut être comparé à un apprentissage avec une relation « maître - apprenti ». En effet, sur base de ses connaissances mais également de son expérience personnelle, l'encadrant transmet une manière de concevoir, de réfléchir et d'analyser. Chacun ayant également ses propres préférences parmi les thématiques que l'on retrouve dans ce vaste domaine, les encadrants mettent l'accent sur divers aspects, ce qui enrichit la culture architecturale des étudiants. Cette dernière se crée sur une base enseignée dans les différents cours dispensés à la Faculté et se doit d'être étoffée de manière individuelle par chacun des étudiants au travers des lectures de revues ou encore de la consultation des sites internet de grands bureaux.

Bien que souvent perçue par l'étudiant comme étant difficile, la rencontre enseignant(s)-étudiant présente à la fois une dynamique particulière et une évolution dans le cursus. Alors qu'en première année, l'encadrant fait preuve d'une participation conséquente dans les idées et principes du projet, en dernière année, ce dernier écoute l'étudiant lui exposer complètement ses réflexions à chaque séance avant de répondre à ses questions. Ce mode de fonctionnement permet au futur ingénieur architecte d'acquérir une autonomie de plus en plus importante et de profiter pleinement de la rencontre hebdomadaire avec les membres encadrants grâce à une préparation individuelle la plus complète possible.

DANS LA PEAU D'UN INGÉNIEUR ARCHITECTE



✉ Coralie Avez, Service de Génie Civil et Mécanique des structures

Si le processus créatif est en ligne de mire lors d'un projet intégré d'architecture, les aspects technologiques et scientifiques tels que la stabilité et le calcul de structure, propres à l'ingénieur civil architecte, ne sont pas en reste. Dans ce contexte, ces ingénieurs architectes en devenir sont amenés à étudier en BA3 (unité d'enseignement « Stabilité » - Thierry Descamps et Laurent Van Parys) un bâtiment existant depuis la compréhension de son concept architectural et technique jusqu'à son dimensionnement complet. Cet exercice allie à la fois la rigueur des calculs à la maîtrise et l'appropriation du langage architectural du projet étudié de manière à ce que les solutions techniques proposées respectent l'architecture et s'y intègrent harmonieusement.

Les projets étudiés par groupes de deux sont des exemples d'architecture contemporaine construits avec des matériaux tels que l'acier ou le béton. En 2014-2015, les projets proposés étaient une maison à charpente métallique « Element House » de l'Architecte Sami Rintala construite à Séoul en Corée du Sud et un parking à 6 étages en béton armé situé à Miami (USA) et dessiné par les architectes Herzog et de Meuron.

A partir de photos, plans et de coupes de ces projets, les étudiants sont invités à reproduire le même processus que celui suivi par les ingénieurs qui ont conçu et dimensionné ces bâtiments, depuis la détermination des charges (neige, vent, exploitation du bâtiment, ...) jusqu'au calcul des fondations en passant par le dimensionnement des poutres, colonnes et assemblages. Leurs prescriptions et recommandations se doivent, d'une part, de respecter les normes européennes en vigueur et, d'autre part, ne peuvent pas dénaturer le projet. Pour les aider dans leur tâche et les familiariser aux outils de l'ingénieur, ils sont également amenés à travailler avec les logiciels de calcul par éléments finis, couramment utilisés dans les bureaux d'études et indispensables au travail de l'ingénieur (dimensionnement de dalles en béton armé, assemblages métalliques, ...)

Compte tenu de l'ampleur de la tâche, chaque groupe étudie un seul des deux projets, soit celui en acier, soit celui en béton et fournit une note de calcul complète et détaillée contenant toutes les étapes développées au cours du travail. De manière à intégrer dans ce projet les deux matériaux, il est demandé à chacun des groupes de se pencher sur l'exemple réalisé avec le deuxième matériau, en étudiant et commentant la note de calcul réalisée par un autre groupe. Ainsi, l'esprit critique des étudiants, non seulement vis-à-vis de leur propre travail mais aussi de celui des autres, est également mis à contribution.

Ce travail continu, qui se développe sur 6 semaines, est ponctué de rencontres avec les enseignants et assistants en charge du projet au cours desquelles les éventuelles erreurs sont corrigées, les prochaines étapes à réaliser abordées, et les étudiants ré-aiguillés si besoin est. Le but est de les amener à appréhender et expérimenter le travail de dimensionnement indispensable à la réalisation de tout projet, tout en les aidant à naviguer entre ces différentes étapes.



MASTER CLASS... (et le corps académique s'efface)

✉ Coralie Avez, Service de Génie Civil et Mécanique des structures

Apprendre à apprendre... Si certains étudiants de Master 2 Ingénieur Civil Architecte en doutaient, les voilà fixés car, cette année encore, ils ont pu relever le défi de la Master Class en « ingénierie du bâtiment » (Thierry Descamps et Laurent Van Parys). Cette unité d'enseignement se développe sur 4 mois. Au travers de ce travail, trois facettes des métiers de l'ingénieur architecte (dont certaines ne sont pas abordées dans le cursus des ingénieurs civils architectes) y sont abordées.

La formule est simple: learning-by-doing au contact d'un ingénieur expert. Celui-ci intervient dès la définition du sujet d'étude (lequel est issu de son expérience professionnelle personnelle) et assure tout au long du travail un rôle de chef de projet et de guide méthodologique. Tant la prise de contact que le suivi de projet sont contextualisés lors de rendez-vous interpersonnels pris sur le site même de l'entreprise de l'expert référent.

En 2014-2015, la sécurité incendie d'un centre culturel et d'un complexe de logements, le retrofit architectural et structural d'une salle de sport ainsi que la délicate gestion des détails et de l'étanchéité à l'air dans un dossier mêlant nouvelle construction et réhabilitation industrielle ont été animées respectivement par Ir Vincent Mouthuy (Major au service incendie de La Louvière), Ir Erik Debel (Directeur au département infrastructure de l'Université de Mons) et Ir Clarisse Mees (Expert au Centre Scientifique et Technique de la Construction).

En parallèle avec la finalisation de leur TFE, les futurs ingénieurs architectes alliés en binôme organisent au mieux leur planning. Le lancement des dossiers (contexte et objectifs à atteindre) et la première assimilation des connaissances (kick-off thématique et étude des références suggérées) s'échelonnent sur les 4 premières semaines. Chaque binôme peut ensuite s'attaquer au cœur des 3 problèmes posés en activant, s'il le souhaite, jusqu'à 2 périodes de consultation avec chaque expert référent. Les points « Conceive » et « Design » de l'approche CDIO sont ici mobilisés et donnent potentiellement naissance à autant de solutions argumentées que de binômes. La remise des solutions sous la forme spécifiée dans le cahier des charges (rapport avec notes de calcul, planches, ...) a lieu mi-mai et la défense des solutions retenues a lieu dans la foulée. Le jury, constitué par les experts référents et complété par des membres académiques et des professionnels compétents dans les domaines visés, oriente alors la discussion vers les points « Implement » et « Operate » de la démarche CDIO.

Au-delà du côté ludique d'un jeu immersif valorisé à hauteur de 5 crédits ECTS, de l'implication que le travail requiert ou des connaissances nouvelles liées à trois sujets pointus d'ingénierie du bâtiment, l'apport-clé de cette organisation est une prise de confiance des étudiants en leurs compétences et capacités au terme de 5 années passées à préparer une vie professionnelle qui débutera quelques semaines plus tard.

Une Chaire Académique comme opportunité dans la formation de nos ingénieurs



☒ Prof. Diane Thomas et Prof. Guy De Weireld

Service de Génie des Procédés Chimiques et Biochimiques & Service de Thermodynamique et Physique mathématique

Dès le lancement de la Chaire Académique ECRA, les étudiants ingénieurs en Chimie-Science des Matériaux y ont été associés au travers de projets appliqués, répondant parfaitement aux exigences d'apprentissage de la formation.

L'existence de la Chaire Académique ECRA à la FPMs a déjà été évoquée précédemment (PN49 et PN51). La thématique abordée en est la capture du dioxyde de carbone dans l'industrie cimentière et sa réutilisation. Cette Chaire constitue une plateforme d'importance où, outre le post-doctorat et les thèses de doctorat qui sous-tendent la recherche et l'innovation dans le domaine, ainsi que des travaux de fin d'études liés plus ou moins directement à ces thèses, il a été décidé, dès son lancement en septembre 2013, de promouvoir des projets appliqués. Des étudiants en Chimie - Science des Matériaux, en cours de cursus, ont ainsi été associés aux activités scientifiques de la Chaire ECRA.

C'est notamment le cas dans le cadre des Projets intégrés de maîtrise de la matière de BA3 en Chimie-SDM (d'une ampleur de 6 crédits ECTS). Les objectifs de ces projets par rapport aux acquis d'apprentissage du programme en sont *primo* de mettre en œuvre une démarche d'ingénieur face à un problème aux contours définis, compte tenu de contraintes techniques, économiques et environnementales en :

- identifiant et acquérant les connaissances et compétences fondamentales nécessaires à la résolution du problème ;
- percevant concrètement diverses approches théoriques et expérimentales abordées dans le cadre des enseignements inclus dans le programme de Bachelier de dominante Chimie - Science des Matériaux ;
- concevant, évaluant et optimisant la solution ;
- communiquant la démarche, les résultats et les perspectives à un jury, oralement et par écrit, de manière structurée avec des informations claires, précises et argumentées.

Secundo, il s'agit de maîtriser les connaissances fondamentales théoriques et méthodologiques pour résoudre le problème.

Ce type de projet favorise la curiosité scientifique et l'ouverture d'esprit de l'étudiant, qui doit faire

preuve de rigueur et d'autonomie dans son parcours de formation. Il doit développer les capacités d'observation, de déduction, d'analyse, d'interprétation et de synthèse des résultats.

Les deux exemples de tels projets réalisés dans le contexte de la Chaire ECRA touchent à la purification des fumées provenant de fours d'oxycombustion en vue de réutiliser le CO₂, thématique développée dans les thèses au sein de la Chaire.

L'oxycombustion (combustion réalisée en présence d'oxygène pur ou d'air enrichi en oxygène) constitue une méthode prometteuse permettant de produire des fumées de combustion très concentrées en CO₂ et facilitant ainsi sa récupération. La mise en œuvre technique de l'oxycombustion en industrie cimentière fait l'objet, au sein de l'ECRA même, de diverses réflexions technologiques, de simulations numériques et bientôt d'une validation à l'échelle pilote. Le travail, dans le cadre de la Chaire ECRA, porte, de façon complémentaire, sur la chaîne de traitements à appliquer en aval afin de récupérer un flux de CO₂ aux caractéristiques adéquates pour pouvoir le convertir en composé d'intérêt (par exemple, en méthanol après conversion catalytique).

Nicolas Debaisieux et Alexandre Mégret ont, entre février et mai 2014, étudié les colonnes de dénitrification et désulfuration par voie humide (technique d'absorption) ainsi qu'une unité de distillation cryogénique. L'unité de déshydratation par adsorption a été investiguée cette année par Pol Blanchard et Ilyas Zarioh. Ces deux travaux ont consisté, via la simulation des différentes unités sur un logiciel de design et d'optimisation de procédés chimiques (Aspen Plus®), à une réflexion technologique (dimensionnement, paramètres opératoires optimaux, ...) et de consommation énergétique.

Le deuxième exemple touche aux Projets pour les étudiants de deuxième Master en Chimie - Science des Matériaux, ayant opté pour la Finalité Procédés de l'Industrie Chimique.

En promouvant une étude portant sur un problème posé par un partenaire industriel ou une

problématique étudiée au sein du service de Génie chimique (ou plus largement dans le département Chimie-Science des matériaux), s'intégrant dans des travaux de recherche, ce projet d'une ampleur de 8 crédits ECTS vise à élargir le champ de compétences, susciter l'autonomie, développer la recherche et les initiatives personnelles, intégrer de façon pertinente les compétences acquises lors de la formation (procédés, thermique, thermodynamique, cinétique, économie, sécurité, environnement, ...)

Son déroulement, réparti sur 30 demi-journées, passe par la compréhension du contexte, une étude bibliographique et sa « maturation », la recherche de données, ... Suivent alors une ébauche de solutions, le développement de méthodologie(s), de codes de calcul, les simulations, l'extraction de paramètres... Enfin, une synthèse consignée dans un rapport, un exposé oral et une « défense » devant jury closent le projet.

“ **Les objectifs de ces projets sont de mettre en œuvre une démarche d'ingénieur face à un problème aux contours définis, compte tenu de contraintes techniques, économiques et environnementales.** ”

Dans le cadre de la Chaire Académique ECRA, deux projets ont été menés à bien à ce jour. Ils concernent les technologies post-combustion, applicables à plus court terme (notamment dans les unités de production d'énergie électrique) car apportant des solutions aux unités déjà existantes, qui consistent à capter le CO₂ des fumées de combustion constituées majoritairement d'azote, d'oxygène et de dioxyde de carbone en plus faible concentration (5 à 20%), mais aussi d'oxydes d'azote et de soufre.

La première étude a porté sur la capture du CO₂, en industrie cimentière, par des procédés membranaires, avec une revue des technologies disponibles, une synthèse critique sur les paramètres opératoires clés ainsi que divers calculs économiques. Ceci a permis d'aboutir à une quantification de l'intensification attendue pour l'utilisation des techniques par membranes. Le rapport de projet, rédigé en anglais par Marvin Boulanger (juin 2014), a pu, en outre, être directement soumis à l'ECRA.

La seconde a été réalisée par Sophie Maerten (juin 2014), sur les configurations alternatives du procédé de capture du CO₂ en post-combustion par absorption-régénération dans les solvants aminés (voir PN49) afin de réduire les demandes énergétiques de l'installation. Cette étude était basée sur

une série de résultats de simulations numériques. Les principaux résultats de ces différents projets ont par ailleurs été intégrés dans les rapports annuels adressés à l'ECRA.

Enfin, cerise sur le gâteau, un prix ECRA est décerné depuis l'année académique 2013-2014 pour récompenser le meilleur projet de seconde Master ou le meilleur travail de fin d'études sur une thématique liée à la capture ou à la réutilisation du CO₂, ou sur toute amélioration applicable à l'industrie cimentière. Sophie Maerten et Marvin Boulanger se sont partagé le premier prix remis en septembre 2014 au cours du Polytech Mons Day.

Deux thèses démarrant cet automne permettront certainement d'aborder de nouvelles thématiques



dans les projets, avec une volonté d'ouverture en dehors de la spécialité Chimie-Science des matériaux afin d'apporter plus de transdisciplinarité au sein de la Chaire...

UN PROJET « HISTORIQUE » : LA RÉDUCTION DES OXYDES DE FER AU BAS FOURNEAU



✉ Dr Véronique Vitry, Service de Métallurgie

De l'Âge de Fer à la fin du Moyen-Âge, la seule méthode permettant de produire du fer et de l'acier était la réduction en phase solide au bas fourneau. Abandonné depuis plusieurs siècles pour des raisons de productivité, ce procédé possède, sur ceux qui sont utilisés actuellement, tels que la réduction au haut fourneau, plusieurs avantages d'un point de vue pédagogique : il fonctionne très bien pour des installations à petite échelle, il peut être mis en œuvre de manière simple avec des matériaux et équipements peu onéreux, et il permet d'observer au plus près les phénomènes mis en jeu.

Pour mettre à profit tous ces avantages, un projet de BA3 Chimie - Science des matériaux a été lancé en 2013-2014 visant au dimensionnement, à la fabrication, et à l'utilisation d'un bas fourneau. Les étapes de la démarche CDIO ont été suivies lors de la réalisation de ce projet.

Les étudiants, Juliette Louche et Valère Van Roost, ont commencé par une étude thermodynamique du procédé ainsi qu'une étude bibliographique concernant sa mise en œuvre au cours du temps. Un réacteur utilisant des matériaux modernes et équipé de mesures de température a ensuite été conçu. La dernière phase du projet s'est déroulée à Pâques 2014 et a permis, durant les congés, la construction et le fonctionnement du bas fourneau sur le site du Joncquois, avec l'aide précieuse des techniciens des services de Métallurgie et de Génie Civil et Mécanique des Structures. Les sept kilogrammes de métal récupérés ont ensuite été

analysés par les étudiants et se sont révélés être de relativement bonne qualité.

Les étudiants ont réellement apprécié travailler sur ce projet, tout à fait dans l'air temps, ainsi qu'en témoigne une initiative récente de TMS (The Minerals, Metals and Materials Society, USA) : un concours de production d'épées par

des méthodes ancestrales ouvert aux étudiants universitaires (www.tms.org/meetings/annual-15/AM15bladesmithing.aspx). A l'avenir, un projet similaire, mais consacré à un autre métal – probablement le cuivre – est en préparation, et une participation à une éventuelle nouvelle édition du 'bladesmithing contest' est, par ailleurs, envisagée.



DE L'ÉTUDE GÉOMÉCANIQUE À LA CONCEPTION ET LA PLANIFICATION DES TRAVAUX DE GÉNIE MINIER : UNE DÉMARCHE INTÉGRÉE



✉ Dr Fanny Descamps, Dr Sara Vandycke et Prof. Jean-Pierre Tshibangu, Service de Génie minier

Un parking sous la Grand-Place de Mons, un tunnel pour y accéder depuis l'autoroute, une mine à Bernissart pour extraire des fossiles d'Iguanodons, la production de gaz de schiste ou de méthane dans le Hainaut, la stabilité des carrières souterraines de la Malogne, ... Autant de projets, parfois liés à l'actualité, que nous avons proposés à nos étudiants dès la BA3 et qui les accompagnent tout au long de leur cursus.

Depuis la BA3 jusqu'en MA2, les projets proposés par le service de Génie Minier visent une démarche intégrée des disciplines enseignées : géologie, caractérisation géomécanique, modélisations analytique et numérique, conception-construction des ouvrages et planification des travaux. Ces projets reposent sur deux éléments essentiels : un cadre, d'abord, qui se veut assez large et se rattache à un problème concret posé à l'Ingénieur des Mines ; un site, ensuite, auquel le projet peut se rattacher.

Dès le projet de géomécanique (BA3), les étudiants fonctionnent en équipe. Ils se renseignent, d'abord, de manière générale sur la thématique proposée et les académiques abordent ensuite avec eux les différents aspects du problème, en commençant par la géologie du site envisagé. L'accent est mis sur la géologie structurale qui est directement connectée au comportement mécanique du massif : levés des discontinuités, détermination des indices de qualité du massif. Le travail in situ comprend aussi le prélèvement d'échantillons à partir desquels les étudiants

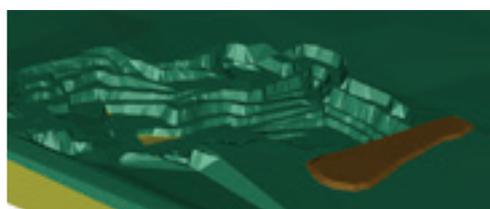
prépareront, avec l'aide des techniciens, les différentes éprouvettes nécessaires à la caractérisation géomécanique. Un objectif essentiel poursuivi en BA3 est de déterminer la loi de comportement de la roche qu'ils étudient. Essais de compression avec ou sans confinement, essais de traction, essais de cisaillement, essais non destructifs, tous les bancs d'essai du laboratoire de géomécanique sont à leur disposition. Les encadrants insistent, cependant, beaucoup sur l'importance pour les étudiants de justifier leur démarche.

Les résultats obtenus dans le projet de géomécanique sont utilisés en début de MA1. Dans le cadre du cours de modélisation analytique et numérique en mécanique des roches, les étudiants poursuivent leur démarche en construisant un modèle géomécanique de l'ouvrage. Un point important concerne le passage de l'échelle du laboratoire à celle du massif, lequel repose sur les mesures in situ prises en BA3. Toujours en MA1, les étudiants suivant l'option ressources et infrastructures ont

l'occasion d'analyser les aspects plus techniques de l'application via l'étude de la conception et des moyens de construction de l'ouvrage.

Enfin, dans le cadre du projet de MA2 (option ressources et infrastructures), la démarche spécifique des projets de génie minier est développée. C'est le moment de dresser le bilan des travaux menés depuis la BA3 à l'aide des outils modernes de planification des travaux en génie minier (GEMS de Geovia Dassault Systèmes). Les étudiants y intègrent les éléments de géologie, la géométrie tridimensionnelle des travaux et leur planification.

Ainsi, tout au long de leur cursus en génie minier, les étudiants ont l'occasion de traiter différents thèmes en relation avec un problème concret posé à l'Ingénieur des Mines. Le développement d'un sujet sur plusieurs années leur permet de se l'approprier et de l'étudier sous différents angles et à différents niveaux en fonction de l'avancement de leur formation.



Planification tridimensionnelle d'un merton en carrière à l'aide des outils modernes de planification des travaux en génie minier (GEMS de Geovia Dassault Systèmes)



Effondrement d'avril 2015 sur le site de la Malogne, un sujet d'actualité



Mesures à la carrière d'Harmignes pour déterminer la qualité à l'échelle du massif rocheux

Projets et stages de terrain en géologie fondamentale et appliquée

☒ Nicolas Dupont, Prof. Jean-Marc Baele, Prof. Pascal Goderniaux, Prof. Olivier Kaufmann,
Service de Géologie fondamentale et appliquée



Plusieurs activités de type « projet » en géologie fondamentale et appliquée sont proposées aux étudiants en Master Ingénieur civil des Mines et Géologue : deux stages de terrain en MA1 (le premier en géologie et le second en géophysique) et un projet en environnement en MA2 pour les étudiants qui ont choisi l'option Environnement et Risques Naturels.

STAGE DE GÉOLOGIE (MA1)



Le stage de Géologie a pour objectif d'illustrer de manière concrète les notions vues dans différents enseignements (géologie générale, paléontologie, géologie structurale et cartographie géologique) au travers de l'analyse de la géologie d'une région inédite pour les étudiants. Le stage a lieu dans la région de Castellane (Alpes de Haute-Provence – France). Durant 7 jours, les étudiants répartis en groupes réalisent une campagne de cartographie géologique. Ils réalisent de nombreux levés géologiques en s'appliquant à collecter méthodiquement des informations géologiques de terrain. Les affleurements rencontrés doivent être localisés précisément, faire l'objet d'observations pertinentes, et les structures géologiques correctement relevées. De plus, les étudiants doivent planifier au mieux le travail de terrain en fonction des contraintes pratiques telles que le temps disponible, la surface à couvrir et l'avancement du travail.

Au terme de ce stage, les étudiants sont amenés à fournir une cartographie des formations géologiques affleurantes de la zone étudiée et à construire un

modèle conceptuel en 3D des structures géologiques rencontrées. Les étudiants sont évalués individuellement et quotidiennement à l'aide d'une grille critériée qui permet d'estimer leur activité, leur implication, leur aptitude à l'observation et à l'interprétation des données, leur aptitude à formuler des hypothèses et à planifier le travail. Enfin, une évaluation par équipe est également réalisée sur base du rapport de synthèse rédigé au terme du stage.

STAGE DE GÉOPHYSIQUE (MA1)



Le stage de Géophysique permet aux étudiants d'appliquer les notions vues au cours de géophysique à travers la mise en œuvre de prospections sur site. Ce stage favorise le développement de l'autonomie des étudiants, que cela soit au niveau technique, scientifique, organisationnel, ou du travail en équipe. Les opérations sur site se déroulent généralement dans la région de Couvin (Belgique) durant 5 jours. Pendant ce séjour, les étudiants sont amenés à utiliser du matériel d'acquisition géophysique de pointe et à mettre en œuvre un large spectre de techniques : tomographie électrique, cartographie de la conductivité électrique, spectrométrie gamma, gradiométrie magnétique, radar géologique, ...

Les prospections sont menées sur des cibles variées, en lien avec d'autres activités d'apprentissage comme l'exploration minière et la reconnaissance de la géologie et de l'hydrogéologie locale. Parmi les cibles à investiguer, citons les nombreux filons minéralisés (sulfate de baryum, sulfures de plomb, fer, ...) présents dans la zone d'étude. D'autres opérations telles que la caractérisation géotechnique des sols et la prospection archéologique sont fréquemment proposées.

Le traitement et l'interprétation des données recueillies durant les opérations sur site débutent durant le séjour à Couvin et se poursuivent à Mons

dans le cadre de séances de travaux pratiques dédiées. L'évaluation porte à la fois sur le travail quotidien et sur les rapports remis en fin de séjour ainsi qu'au terme du traitement et de l'interprétation des résultats.

PROJET EN ENVIRONNEMENT (MA2) - OPTION ENVIRONNEMENT ET RISQUES NATURELS

Le projet en Environnement consiste en l'étude d'un problème de géologie appliquée lié à des aspects environnementaux. Le projet se déroule de la même manière que s'il s'agissait d'une expertise menée par un bureau d'étude, c'est-à-dire en abordant le problème dans sa globalité.



Le projet 2013-2014 portait, par exemple, sur l'établissement de zones de protection autour d'un captage d'eau potable à Ghlin. Pour répondre au problème posé, les étudiants ont suivi une méthodologie en trois étapes successives : la conceptualisation du problème, la collecte de données, et la modélisation du système étudié. La conceptualisation permet de traduire le problème en un ensemble de questions précises auxquelles il faut répondre. Cette étape comprend l'analyse du contexte environnemental (géologique, hydrogéologique, industriel, ...), l'identification des processus à étudier et les méthodes et moyens à utiliser. Durant la seconde étape, les données existantes sont collectées et synthétisées. Ces données existantes sont complétées par des mesures et essais réalisés in situ par les étudiants. Au cours de la troisième étape, les données recueillies et les processus identifiés sont implémentés dans un modèle numérique. Des simulations sont réalisées afin de résoudre le problème posé.

L'évaluation du projet est effectuée au sein de groupes de 3 ou 4 étudiants. Chaque étudiant y est évalué individuellement sur base de son implication dans les différentes étapes du projet tandis que chaque groupe d'étudiants est noté sur base des résultats obtenus et de leur présentation dans un rapport écrit et oral.

UN PETIT AIR DE TINTIN EN MÉCANIQUE

Lionel et Pierre Dupont, intervenants extérieurs pour les projets de Construction des Machines, participent activement à l'enca-drement des étudiants au cours des séances tenues dans la salle informatique Design Lab. François Ducobu, je dirais même plus, Tintin, les y a rencontrés...



POUVEZ-VOUS DIRE QUELQUES MOTS DE VOTRE SITUATION PROFESSIONNELLE ?

Lionel : Je suis sorti Ir Mécanicien de la Faculté en 1995 et suis, depuis 2008, R&D Manager chez «Biebuyck». Je suis principalement spécialisé dans la conception et la fabrication de machines dédiées aux verreries.

Pierre : Diplômé en 1995 Ir Mécanicien de la FPMs, je suis maintenant Responsable de la partie industrielle OEM (Constructeurs de Machines) pour le BeLux francophone et germanophone chez Schaeffler, fabricant allemand d'éléments de machines.

POURQUOI AVOIR CHOISI D'ÊTRE INTERVENANT EXTÉRIEUR ?

Lionel : La société Biebuyck a toujours eu des liens étroits avec la FPMs. Moi-même, j'ai gardé des contacts privilégiés avec la Faculté ; notamment, via une participation régulière aux jurys de TFE.

Pierre : L'idée d'une interaction intime entre industrie et université dans le cadre des «Projets de CdM» me paraissait particulièrement judicieuse si bien que je ne pouvais que répondre par la positive à la demande du Prof. Pierre Dehombreux. Les questions de conception de machines et/ou d'équipements sont d'une telle complexité de par la multiplicité des disciplines concernées que le jeu d'interactions entre différents acteurs m'apparaît être très important. D'autre part, étant resté proche de la Faculté par le biais de bon nombre d'activités de l'AIMs, le contact a été direct et facile et le partage avec les différents acteurs du Service de Génie Mécanique et les étudiants est vraiment très agréable.

QUE POUVEZ-VOUS DIRE DE LA PLUS-VALUE APPORTÉE PAR L'INTERVENANT EXTÉRIEUR ?

Lionel : L'intervenant extérieur a pour rôle de suggérer, orienter et conseiller l'étudiant durant toute la démarche de conception. Il apporte à l'étudiant son expérience de terrain, ce qui constitue un complément de valeur ajoutée aux connaissances du monde académique. A l'avenir, pour s'adapter à l'actualité économique, nous pourrions aborder

d'autres aspects de la conception moins présents dans le projet, mais tout aussi importants, comme la sécurité ou le rapport à l'environnement.

Pierre : Feu le Prof. André De Haan citait dans son cours Louis de Broglie au sujet de la dualité onde et particules : «Ce ne sont que les 2 reflets d'une même et seule réalité». Je pense que nous sommes dans le même cas entre industrie et université et que nous avons énormément à gagner de notre ... «fonction d'onde commune» !

VOTRE RELATION AVEC LES ÉTUDIANTS EST-ELLE DIFFÉRENTE PAR RAPPORT AUX ENCADRANTS ACADÉMIQUES ?

Lionel : Notre relation avec les étudiants est forcément différente, plus décontractée parce qu'il n'existe pas un rapport hiérarchique ou de distance professorale. Souvent, au début, les étudiants ont peur de nous solliciter mais très vite la relation se transforme ; c'est aussi notre responsabilité mutuelle d'entretenir une relation de confiance sur un projet précis, proche de la relation de travail en entreprise.

Pierre : Oui. Là aussi, je pense que la Faculté Polytechnique au travers de cette implication extérieure d'industriels et de cette démarche de projets responsabilise très fortement les étudiants face à ce qui les attend. Nous ne sommes pas que des encadrants, nous sommes aussi les clients des projets qu'ils mettent en œuvre. D'autre part, nos sociétés sont très certainement des employeurs potentiels, ce que je signale toujours aux étudiants...

QUEL EST VOTRE AVIS SUR L'APPORT ET L'IMPORTANCE DE LA DÉMARCHE PROJET DANS LA FORMATION IR MÉCANICIEN ?

Lionel : Elle est fondamentale pour l'ingénieur qui devra analyser des situations et déterminer des problèmes, proposer des solutions et les mettre en œuvre. La démarche projet enseigne et utilise une méthodologie efficace pour qu'il puisse mener à bien sa mission.

Pierre : Elle est essentielle dans la vie professionnelle du mécanicien. Il vit tous les jours du projet et de sa

gestion, des choix pertinents ou non qu'il mènera. La partie la plus ardue est très certainement pour moi celle du «Machine Design» où nombre de disciplines et de contraintes antagonistes se mêlent. La démarche de conception est largement itérative et la résolution du «problème inverse» est loin d'être atteinte ! Plus tôt le futur Ingénieur sera confronté au cours de sa formation à cette démarche, plus efficace il sera sur le terrain. Le facteur temps étant un paramètre essentiel du futur, on voit alors directement l'intérêt d'une telle démarche par la Faculté.

AVEZ-VOUS UNE ANECDOTE PARTICULIÈRE EN SUIVI DE PROJET EN TANT QU'INTERVENANT EXTÉRIEUR ?

Pierre : Un projet n'est jamais fini, et je suis très réceptif au fait qu'il n'y a pas d'heure ou de protocole particulier pour faire du bon travail... si bien qu'il m'arrive de continuer avec eux après 20h, si nécessaire (l'ingénieur a-t-il un horaire d'ailleurs ?!). Un jour, je les avais taquinés sur le fait qu'ils devraient étudier un distributeur automatique de pizzas pour leurs «longues soirées» au Design Lab. Quelle ne fût pas ma surprise quand, à la séance suivante, l'un d'eux vint me trouver avec une pizza en me disant «Monsieur, notre distributeur automatique vous a servi votre hawaïenne» !



L'ETUDE INDUSTRIELLE EN DEUXIÈME ANNÉE DE MASTER INGÉNIEUR CIVIL ELECTRICIEN, FILIÈRE ENERGIE

✉ Prof. Olivier Deblecker, Charline Stevanoni, Pascal Couneson

Ou comment répondre à un problème concret posé par un industriel. La parole est donnée ci-dessous aux trois parties impliquées : l'académique, l'étudiant et l'industriel.

PROF. OLIVIER DEBLECKER L'académique, Service de Génie Électrique



Lors de sa dernière année, chaque étudiant de la finalité Énergie du Master Ingénieur Civil Électricien est amené à réaliser une étude industrielle de 10 crédits. Celle-ci se distingue du TFE car elle vise à fournir des résultats directement exploitables par les entreprises associées. Les étudiants choisissent leur sujet à partir d'une liste de propositions émanant d'industriels en relation avec des applications liées à l'énergie. Les projets sont de nature expérimentale et/ou axés sur des simulations avec études de cas. On peut, par exemple, citer le dimensionnement d'une installation de panneaux photovoltaïques ou l'optimisation électromécanique de la commande de portes rapides à enroulement. Les moyens à disposition sont du matériel et infrastructure chez le promoteur industriel, du matériel du service de Génie électrique, de la documentation scientifique ainsi que des logiciels. La démarche projet inclut des visites fréquentes au sein de l'entreprise et des analyses de terrain. Des réunions intermédiaires avec les promoteurs académique et industriel sont programmées afin d'évaluer l'état d'avancement de l'étude. A son terme, l'étudiant rédige un rapport reprenant le contexte du problème, l'intérêt de l'étude pour l'industriel et une description du travail réalisé et des résultats. Il lui est également demandé d'exposer son travail devant un jury d'académiques et d'industriels. Le retour d'expérience auprès des étudiants et industriels est généralement très positif : l'étude industrielle de Mlle Charline Stevanoni (ICE2015), proposée par Pascal Couneson du bureau d'études Decube Consult, a par exemple débouché sur une bourse de thèse de doctorat qui sera co-financée par l'UMONS, Decube Consult et l'IDEA dès septembre 2015.

CHARLINE STEVANONI L'étudiante, ICE2015



Mon étude industrielle, réalisée avec le bureau d'étude Decube Consult basé à Strépy-Bracquegnies dans la continuité de mon stage, avait pour objectif d'analyser l'intérêt du stockage partagé d'électricité d'origine photovoltaïque au sein d'un zoning industriel. Il s'agissait d'effectuer une comparaison technique et économique entre le stockage d'électricité de type décentralisé (une unité de stockage individuelle par entreprise) et le stockage d'électricité de type partagé (un groupe d'entreprises possède une seule et unique unité de stockage). L'étude industrielle était très intéressante car elle m'a permis de côtoyer le quotidien de l'entreprise Decube Consult. J'ai également dû effectuer la démarche de trouver et contacter des entreprises extérieures qui pouvaient nous fournir des renseignements techniques et économiques concernant les systèmes de stockage. De plus, j'ai été amenée à présenter mon projet à une entreprise extérieure (IDEA) afin de répondre à leur intérêt pour le sujet. Il s'agit d'expériences très enrichissantes qui m'ont permis de mieux approcher le monde de l'entreprise dans le cadre de mon cursus universitaire. L'étude m'a en outre donné l'envie d'approfondir ce sujet d'actualité via la préparation d'une thèse de doctorat dès septembre 2015.



PASCAL COUNESON / DECUBE CONSULT L'industriel



Le groupe Decube comprend plusieurs sociétés dont Monnaie, active notamment dans les travaux de peinture anticorrosion sur sites (e.g. sur pylônes haute tension) et en atelier à Strépy-Bracquegnies, ainsi que la société Decube Consult, bureau d'engineering spécialisé dans les énergies renouvelables (photovoltaïque et éolien) et les réseaux à haute et moyenne tension. Pour appliquer correctement les couches de peinture sur une pièce métallique, l'état de surface est d'une importance primordiale. La préparation selon le degré de rugosité nécessaire se fait par grenailage ou sablage. Dans les deux cas, il y a utilisation massive de compresseurs, qui représentent plus de 80% de la consommation du site (d'environ 600 MWh/an). Pour atteindre une autonomie partielle en matière d'alimentation électrique, Monnaie s'est dotée d'une installation photovoltaïque de grande puissance (250 kWc) qui produit environ 240 MWh/an. Malheureusement, environ 30% de l'énergie électrique produite est rejetée sur le réseau. La question s'est donc posée de savoir s'il n'existait pas un système de stockage qui permettrait de stocker l'énergie excédentaire (production > consommation du site) pour pouvoir l'utiliser ultérieurement lors d'une situation inverse. Potentiellement, dans le cas de notre société sœur, il y a une valorisation financière possible d'environ 8 k€/an. De précédents stages d'étudiants Polytech, nous savions que le stockage sur batteries au niveau de l'entreprise elle-même (stockage décentralisé) n'est pas (encore) une solution financièrement rentable. Charline Stevanoni a alors conçu le principe du stockage partagé que l'on peut décrire comme une intégration à un niveau intra-zoning industriel d'unités de stockage individuel, et a commencé à en explorer les caractéristiques. De son travail, il est maintenant établi que le stockage partagé est économiquement bien plus pertinent que le stockage décentralisé : dans ce cas, la quantité d'énergie à stocker est nettement moindre (effet de foisonnement). L'étude de Charline n'est cependant encore qu'une première approche tant les aspects à examiner sont nombreux, les aspects légaux et réglementaires n'étant pas les moindres. Aussi, sur la base de ce constat, il a été proposé à Charline de poursuivre ses investigations dans le cadre d'un doctorat cosponsorisé par l'IDEA et Decube Consult avec le parrainage d'ORES.

LES PROJETS IG :

innovation permanente, réalisations diverses,

☒ Prof. Saïd Mahmoudi, Prof. Mohammed Benjelloun, Prof. Michel Vankerkem, Prof. Gaëtan Libert, Prof. Nicolas Gillis, Prof. Daniel Tuytens



Le département Informatique et Gestion intègre la pédagogie par projet dans la plupart de ses enseignements. En effet, au cours de leur BA3, les étudiants IG réalisent, en équipe, principalement deux projets. Le **projet d'informatique** qui permet aux étudiants de se confronter à un problème de taille conséquente, de pouvoir l'analyser et de lui trouver une solution informatique créative, innovante et interactive. Le deuxième projet, **Modélisation des données**, a pour but de familiariser les étudiants aux techniques de gestion des bases de données. Il leur permet d'adopter une démarche scientifique appliquée et de savoir analyser de façon critique un problème de bases de données relationnelles. Pratiquement, les étudiants sont encouragés à chercher eux-mêmes un projet avec un client du monde industriel.

Pour familiariser les étudiants aux enjeux du métier d'ingénieur, une approche CDIO est implémentée. Celle-ci permet de diviser et planifier le projet en différentes étapes. À la fin de chaque étape, un point de contrôle est organisé. Ainsi, l'équipe doit imaginer la meilleure solution, se partager le travail, concevoir et réaliser l'application. Pour les deux projets, l'équipe choisit et justifie le choix de ses outils de développement. L'évaluation du projet d'informatique porte sur le fond du travail et l'application réalisée. Elle inclut la qualité technique de la solution ainsi que l'esprit d'initiative et d'innovation.

Les projets de modélisation de données sont aussi défendus devant un jury. Les étudiants doivent montrer que l'application respecte les critères de fiabilité, d'évolutivité et de maintenabilité. Aussi, ils doivent montrer qu'ils maîtrisent les techniques de bases de données relationnelles. À l'issue du projet d'informatique, l'étudiant sera capable de formuler, d'analyser et de mettre en œuvre des solutions à des problèmes complexes. Par ailleurs, il aura appris à être autonome et à faire preuve de polyvalence. Le projet de modélisation de données, quant à lui, permet à l'étudiant d'adopter une démarche scientifique appliquée, de maîtriser les concepts, les modélisations, et les fonctionnalités d'un système de gestion de base de données.

Les réalisations sont diverses. Pour le projet d'informatique nous pouvons citer le **Sudoku 3D** qui remplace la grille par un cube ; la reconstitution et l'animation de la colonne vertébrale en 3D ; ou encore la simulation graphique 3D en temps-réel d'un moteur thermique. L'interactivité de l'utilisateur est retrouvée dans le projet **«Votre ordinateur vous observe»** dont le but est de contrôler à distance un

robot par les mouvements du corps à l'aide d'une Kinect ou d'une tablette; ou, encore, le projet **«Et si on ne communiquait rien qu'avec les yeux»** qui offre la possibilité d'écrire et parler par le simple mouvement des yeux.

Pour les projets de modélisation de données, nous pouvons citer des applications de bases de données pour la société **Etech sprl** qui réalise des études et projets de tuyauteries industrielles, ou le logiciel de veille automatique adapté aux besoins du **Mundaneum** à Mons. D'autres bases de données ont été développées comme la gestion des étudiants, d'équipes de sport, d'une clinique, ...

Pendant leur MA1 les étudiants IG doivent réaliser un projet de grande envergure destiné à un client réel issu du monde de l'entreprise. Ce projet est dispensé dans le cadre de deux cours, qui sont le projet d'expertises digitale et logicielle et l'atelier de modélisation et de recherche opérationnelle. Il est aussi étroitement encadré par les deux services d'Informatique et de Mathématique et Recherche opérationnelle. Ce travail a la particularité de s'effectuer par un grand groupe (4 à 8 étudiants) afin de permettre aux étudiants un apprentissage grandeur nature du travail en équipe combiné à l'acquisition des connaissances théoriques et techniques durant le projet. L'objectif pédagogique de ce projet est de permettre aux étudiants d'expérimenter les méthodologies de développement logiciel, d'une part, et d'apprendre la résolution de problèmes concrets, par les méthodes de recherche opérationnelle, d'autre part.

Le suivi de ce projet est également assuré par un comité de pilotage dont le client fait partie. Ce comité fixe des points de contrôles réguliers pour la revue de l'avancement du projet. L'accent est mis sur la mise en pratique d'une méthodologie de gestion de projet tel que Prince2. Les étudiants sont également sensibilisés aux méthodes d'estimation du prix de revient des applications. Ils doivent, en effet, évaluer le prix de leur logiciel au début du développement et vérifier leur estimation à la fin du projet.

L'utilisation des outils de gestion de projets est recommandée afin d'augmenter l'efficacité du travail en équipe. Parmi ces outils, des portails de travail collaboratif tel que **redmine** ou **Agora project** permettent de visualiser et de planifier d'une manière claire les différentes tâches et leur état d'avancement, et aussi de partager les documents de travail. Des outils de suivi de versions comme SVN et GIT sont également utilisés.

un travail en équipe et des clients réels



Lors des deux dernières années, nous avons également expérimenté une activité de type voyage « team building » dans le cadre de ce projet. Pendant ce voyage, les étudiants travaillent en résidentiel pour le projet pendant deux jours. Un point de contrôle est d'ailleurs organisé lors du séjour avec la présence du client. Le but de cette activité est d'améliorer la cohésion du groupe et de permettre aux étudiants de travailler en totale immersion dans un cadre dépayssant. Cette expérience fut à chaque fois très enrichissante pour les étudiants. Leurs retours étaient, d'ailleurs, toujours très positifs. En effet, l'ambiance du voyage leur avait plu et, surtout, ils étaient très satisfaits de leur rendement, beaucoup plus élevé, pour le projet.

Comme productions concrètes, à titre d'exemple, ce projet a été réalisé, cette année, pour l'ONEM (office national de l'emploi), et avait comme but le développement d'une application permettant la résolution d'un problème d'affectation dans le cadre du contrôle de paiement d'allocations sociales. Cette application baptisée LARA (Logiciel d'Aide au Renouvellement des Affectations) est en production actuellement au site de l'ONEM à Bruxelles. Un autre exemple est le projet « GeoSale » réalisé en collaboration avec la société Géo-consulting, et dont but était d'optimiser un réseau existant de points de vente sur l'ensemble d'un pays (restaurants d'une chaîne de fast-food et super/hypermarchés).

Notons aussi qu'au deuxième quadrimestre de leur MA1, l'initiation à l'entrepreneuriat est renforcée chez les étudiants IG par le biais du Projet de Technologie Innovant. En effet, pendant ce projet des professionnels de soutien à la création d'entreprise animent 8 séances de présentation et de discussion autour des thèmes tels que le financement bancaire, les subventions publiques de projets, l'aide à l'exportation et à la création d'entreprises. Ces professionnels sont alors sollicités pour évaluer les aspects innovants des projets proposés et développés par les étudiants ainsi que la crédibilité et la faisabilité de leur entreprise.

En dernière année, les futurs ingénieurs IG réalisent un projet d'un autre genre : le Business game de l'innovation. Il s'agit d'un projet qui consiste à diriger une entreprise innovante : chercher un nouveau produit, un nouveau « business model », une nouvelle marque, ... La méthode pédagogique utilisée est : « apprendre en faisant ». Dans ce cadre pédagogique, les étudiants se retrouvent ainsi plongés en tant que dirigeants d'une entreprise fictive en situation réelle. Ils doivent faire face à la gestion d'une entreprise et subir les

différentes pressions qui incombent à ses cadres dirigeants. Voici un exemple détaillé d'une mise en situation d'étudiants :

« Il y a quelques années, trois étudiants Polytech reprirent la direction d'une usine en difficulté : 5 mois de production invendue s'entassaient en stock. Ils décidèrent de baisser le prix de vente de 10% et de licencier du personnel – faisant passer les effectifs de 180 personnes à 147. Les débits de licenciements leur coûtèrent 1.3 million €, par rapport à un chiffre d'affaires de 17 millions €. Le résultat de cette stratégie fut mitigé. Les ventes repartirent à la hausse et le stock tomba à 3 mois. Mais, d'un autre côté, la perte annuelle fut de 2 millions €, soit pour les actionnaires 15,7% de leurs fonds propres envolés en un an.

Les étudiants avaient aussi remplacé des machines nécessitant beaucoup de main d'œuvre, par des nouvelles, automatiques, ce qui leur avait permis de réduire encore le nombre des ouvriers. Les produits finis ne devinrent pas plus innovants pendant cette année à cause du conflit social qui n'incitait guère à la créativité.

L'année suivante, au lieu de remonter le prix de vente pour engranger de la marge bénéficiaire et de la rentabilité, les nouveaux dirigeants maintinrent le prix de vente au même niveau. Ils renforcèrent l'équipe commerciale de 4 personnes et augmentèrent le budget publicitaire de 33%. Après la restructuration et l'automatisation qui avaient fait chuter le prix de revient du produit fini, l'équipe dirigeante agissait désormais sur le marketing. En cumulant le prix de vente le plus bas, le plus grand nombre de commerciaux et la plus grande communication publicitaire, ils gagnèrent des parts de marché. Leur volume de vente augmenta de 20%. Le problème de sur-stockage était définitivement résolu. Mais le bénéfice était nul – le prix de vente étant trop proche du prix de revient.

Au cours de leur troisième année de gestion, la conjoncture devint néfaste : le prix des matières premières flamba. Ils gardèrent malgré tout leur prix de vente inchangé. Le prix de revient poussé par la hausse des matières premières, passa au-dessus du prix de vente. La perte fut sévère : 1,2 millions €, soit une rentabilité des fonds propres de -11,7%. En revanche, les résultats sur le marché étaient impressionnants : leur part de marché était montée en flèche. Ils amenuisaient leurs concurrents qui subissaient de plus lourdes pertes qu'eux.

Au cours des années ultérieures, ils conservèrent un prix de vente nettement inférieur à celui de leurs concurrents et entrèrent dans la zone des bénéficiaires. Leur position était durablement installée : une usine automatisée, des produits premier prix (à partir du bas), une bonne image de marque et beaucoup d'animateurs commerciaux. Ils avaient adopté le business model 'low cost'.

Cette stratégie fut appliquée par une équipe d'étudiants lors du « Business game de l'innovation » de cette année académique. En dirigeant eux-mêmes leur entreprise, ils ont atteint l'objectif : apprendre la gestion d'entreprise innovante par l'expérimentation. Etant propulsés, dès la première heure de cours, à la direction d'une entreprise à redresser, les étudiants se sont jetés à l'eau. L'action est forcée, la démarche pédagogique est inversée par comparaison avec l'habituelle chronologie qui veut que « de la réflexion naisse l'action », voire que « de la réflexion naisse la réflexion ».

Les objectifs poursuivis par les projets IG sont différents d'une année à une autre. En effet, ils permettent l'acquisition des compétences techniques à travers des réalisations concrètes lors des projets BA3. En MA1, ils donnent aux étudiants l'occasion de se familiariser avec les projets de grande envergure en lien direct avec les entreprises ainsi qu'avec l'entrepreneuriat et, en dernière année, le projet « Business Game » leur fait découvrir la gestion innovante des entreprises.

Nos techniciens ont du talent, mais

☒ Prof. Saïd Mahmoudi, Prof. Georges Kouroussis

Chaque projet, quel que soit sa nature, nécessite un suivi pédagogique régulier ainsi qu'une assistance technique permanente. Cet appui est assuré par les enseignants responsables des projets mais aussi par les techniciens de chaque département. Ces derniers réalisent un travail exceptionnel, et, grâce à leur appui technique, la plupart des projets étudiants ou de recherche voient le jour.

Nous avons, dès lors, décidé de vous présenter dans cet article le travail de certains techniciens impliqués dans les projets et, par la même occasion, de leur donner la parole.

Au sein du département de Mécanique travaillent deux techniciens. Régis Berton, technicien en mécanique, et Kevin Nis, technicien en électronique. Pour mener à bien leurs tâches, ils disposent d'un atelier mécanique et d'un laboratoire électronique.

Que du conventionnel ?... Peut-être un peu plus... Leur force, au-delà de leurs compétences respectives, réside dans leur collaboration et leur esprit d'équipe. Ils ont leurs domaines de compétences propres, bien sûr, mais aussi une très bonne complémentarité.

Alors que Régis Berton s'attellera plus particulièrement à la partie électromécanique, sa capacité d'expertise due à une expérience professionnelle conséquente lui permettra d'apporter les solutions techniques les plus pertinentes. Kevin Nis, quant à lui, s'occupera plus particulièrement de la partie électronique, qu'elle soit analogique ou programmée, ainsi que des phases de test avant validation... Ils nous ont ainsi fait part d'un exemple pratique de réalisation qu'ils ont menée par le passé...

« Dans le cadre d'un TFE, nous avons conçu un « Segway – Skateboard » et l'avons réalisé après validation, bien sûr, de notre chef de service.

Nous avons adopté une stratégie rodée par l'expérience :

- Nous débutons par une petite réunion afin de déterminer un cahier des charges et la voie à suivre.
- Après réflexions et recherches individuelles, nous procédons à une seconde mise en commun. Celle-ci a pour but de déterminer correctement les composants utiles, aussi bien mécaniques, électriques et électroniques. Nous répartissons alors les tâches, selon nos compétences et spécialisations, afin de finaliser la conception du projet.
- Nous en arrivons ensuite à la réalisation proprement dite. Celle-ci est optimisée en phasant nos réalisations respectives, et ceci en accord avec la ligne d'action décidée précédemment. Lorsque les commandes des divers composants sont réceptionnées, l'usinage et l'assemblage peuvent commencer.
- L'assemblage et les derniers réglages étant réalisés, la phase de tests peut alors commencer. Nous validons ensuite le bon fonctionnement de l'ensemble. »

En conclusion, la collaboration est étroite et permanente. Elle permet de devancer les éventuels écueils et de se réorienter à tout moment. Cette manière de travailler nous permet d'être rapide et efficace. Bref... un bon équilibre entre la fougue de la jeunesse et la sagesse de l'expérience.

Au sein du département d'Électricité, Pierre Lecomte agit dans l'ombre depuis de longues années en tant que ressource technique en électronique. Nous lui avons posé quelques questions afin de mieux comprendre son rôle de technicien.

POUVEZ-VOUS PRÉSENTER BRIÈVEMENT VOTRE FONCTION AU SEIN DU DÉPARTEMENT D'ÉLECTRICITÉ ?

Pierre Lecomte : En tant que technicien agent spécialisé en chef au sein du département d'électricité, je suis en charge de la réalisation des travaux techniques liés à la fabrication, à l'entretien, et à l'amélioration de pièces, des équipements et d'appareils de laboratoires pour des fins d'enseignement et de recherche. Je collabore aussi aux tâches générales du département telles que l'élaboration des programmes informatiques et l'organisation matérielle des séances de laboratoire et en assure une partie de leur encadrement. Je participe également aux expertises, aux consultances et aux compagnes de mesure à l'extérieur de la Faculté et aux journées d'études relatives aux activités du service de Physique générale.

DÉCRIVEZ-NOUS VOTRE PARTICIPATION À L'ENCADREMENT ET AU SUIVI DES PROJETS D'ÉTUDIANTS EN ÉLECTRICITÉ ?

PL : J'ai commencé à encadrer les projets en participant au suivi des projets de robotique réalisés par les étudiants MA2 en spécialité mécanique, de 2002 à 2007. Mon rôle consistait à apporter une expertise dans le choix des composants électroniques adéquats tels que les capteurs. Et, comme je suis spécialisé en électronique et en régulation, je pouvais apporter aux étudiants une aide plus pratique et technique, ce qui présente un plus pour eux. J'ai ensuite participé à l'encadrement des projets StarTech. J'ai eu, en effet, l'occasion de suivre de près et d'orienter le projet Watch-Kids qui a remporté le concours en 2012-2013. Concrètement, j'ai guidé les étudiants lors de la conception et la réalisation de la partie électronique de leur prototype. Cette année j'ai aussi eu l'occasion d'encadrer le projet Scaftec dont le but était de réaliser un système de mise à niveau automatique d'un échafaudage. Mon rôle dans ce projet consistait à apporter des conseils en ce qui concerne le type de capteurs qu'il fallait utiliser. Finalement, nous avons utilisé un accéléromètre trois axes et, en fonction des résultats obtenus, deux vérins remettaient le système en route.



que font-ils concrètement ?



EN QUOI CONSISTE VOTRE PARTICIPATION AUX SÉANCES DE LABORATOIRE DES ÉTUDIANTS ?

PL : Ma fonction principale dans ce cadre est la préparation de séances de laboratoire ainsi que la fabrication du matériel didactique. J'ai mis également au point un système complet qui permet les mesures de vitesses de chariots par la méthode Doppler. Ce système a été mis en route il y a deux ans et est utilisé dans les travaux pratiques.

EST-CE QUE VOUS AVEZ ÉGALEMENT PARTICIPÉ AUX PROJETS DE RECHERCHE OU PÉDAGOGIQUES DANS VOTRE DÉPARTEMENT ?

PL : Je participe régulièrement à l'animation des stages FPMs-jeunes. Par exemple, j'ai pu apporter mon aide lors du stage de 2011 sur le thème « Comprendre en construisant », ainsi que lors du stage de 2012 qui portait sur le projet « mobiLED ».

Aussi, dans le cadre d'un laboratoire géant organisé lors de la journée Espace et Physique au parc d'attraction Walibi, le 14 octobre 2014, j'ai développé des outils de mesure basés sur un accéléromètre et un altimètre. Grâce à ces équipements, des élèves du secondaire ont pu prendre les mesures en temps réel durant la montée et la chute de la Dalton Terror (cf. PN51). J'ai aussi assuré l'assistance technique et aidé à la réalisation de deux émissions télévisées qui sont : « les colères de la terre » diffusée sur France2, et « On n'est pas des Cobayes » diffusée sur France5.

En même temps j'ai développé pour le département d'électricité quelques logiciels informatiques à des fins pédagogiques. Je peux citer une première application qui est un générateur de séries de Fourier et qui a, d'ailleurs, été acheté par la société PIERRON, spécialisée dans la fabrication du matériel didactique. Un deuxième programme, que j'ai réalisé avec la collaboration de l'ancien recteur Prof. Christian Bouquegneau, permet l'analyse de risque de la foudre.

« Comme je suis spécialisé en électronique et en régulation, je pouvais apporter aux étudiants une aide plus pratique et technique. »

Au sein du département Informatique et Gestion, Adriano Guttadauria assure en tant que technicien un soutien technique très précieux destiné non seulement aux étudiants, mais aussi aux différents membres du département. Nous lui avons également donné la parole dans cet entretien.

POUVEZ-VOUS PRÉSENTER BRIÈVEMENT VOTRE FONCTION AU SEIN DU DÉPARTEMENT IG ?

Adriano Guttadauria : Je suis en charge de la configuration et de la maintenance du matériel et des services informatiques du département (ordinateurs, imprimantes, cluster de calcul, ...). Je m'occupe aussi de la gestion logicielle de la salle IGLab pour les séances de travaux pratiques. En période d'examen, je prépare les comptes utilisateurs pour les épreuves sur ordinateur et je récupère les codes des étudiants à la fin.

PN : POUVEZ-NOUS DÉCRIRE VOTRE PARTICIPATION À L'ENCADREMENT ET AU SUIVI DES PROJETS D'ÉTUDIANTS IG ?

AG : J'ai surtout un rôle de support. Il peut s'agir de l'octroi d'accès aux ressources du cluster IG ou des ordinateurs du département, ou d'une aide lors de problèmes informatiques.

Parmi les projets que j'ai pu encadrer et qui m'ont marqué, je citerais BattleKart qui est un karting en réalité augmentée et aussi Shareif, une solution sécurisée de sauvegarde et de synchronisation de fichiers dans le cloud comme Dropbox et Google Drive.

EN QUOI CONSISTE VOTRE PARTICIPATION AUX LABORATOIRES D'ÉTUDIANTS ?

AG : Cela commence par l'installation des logiciels utilisés, s'ils ne sont pas déjà déployés, avant la première séance. Lors des laboratoires de programmation, j'explique aux étudiants les messages d'erreurs du compilateur qui ne sont pas toujours évidents à comprendre pour des débutants. J'essaie de leur montrer les bonnes pratiques : l'indentation du code, l'utilisation du débogueur... autant de petites choses à savoir et qui leur permettront de ne pas rester bloqués sur une erreur lors de l'examen.

EST-CE QUE VOUS AVEZ ÉGALEMENT PARTICIPÉ AUX PROJETS DE RECHERCHE DE VOTRE DÉPARTEMENT ?

AG : Effectivement, j'aide mes collègues au quotidien lorsqu'ils ont besoin d'outils de développement ou lorsqu'ils ont des soucis de configuration, par exemple. En même temps, j'apporte mon expérience de développeur et d'administrateur système à mes collègues ou aux étudiants en cas de besoin. Par ailleurs, depuis mon arrivée dans le département,

j'ai beaucoup appris et je continue à apprendre. Il y a toujours de nouvelles versions de Linux à installer, de nouveaux langages et outils à apprendre et de nouveaux services à mettre en place.



Kevin Nis et Régis Berton
Département Mécanique



Pierre Lecomte
Département Électricité



Adriano Guttadauria
Département IG

LES PROJETS DE L'ÉTUDIANT MÉCA

✉ Dr François Ducobu, Service de Génie Mécanique

Depuis près de 60 ans, la pédagogie par projet est profondément ancrée dans le cursus de l'étudiant mécanicien. Le contenu et les objectifs des projets ont su (et continuent à) évoluer pour rester d'actualité. La colonne vertébrale de la démarche projet en mécanique repose sur la maîtrise des savoirs, le développement d'un savoir-faire et de compétences personnelles mais également la mise en contact de l'étudiant avec sa future vie professionnelle. Les projets constituent l'occasion unique de rendre l'étudiant actif dans sa démarche d'apprentissage.

Le mécanicien se voit proposer trois projets d'envergure croissante. Il passe de projets relativement fermés et à caractère académique à des projets plus ouverts, inédits, répondant à des problématiques posées par des industriels. Pour certains, les projets individuels des premières années se transforment en projets en équipes pluridisciplinaires en dernière année. Les compétences développées à travers les projets sont diverses et variées, techniques et non techniques (Ndlr : le PN50 décrit la démarche projet en mécanique).

Le projet de technologie en BA3 (témoignages d'Arnaud et Quentin), le premier projet du mécanicien, consiste en l'étude approfondie (dessin et procédé de fabrication) d'une pièce mécanique choisie par l'étudiant. Il s'agit d'un intégrateur de connaissance mettant en pratique les enseignements vus dans ce domaine. Chaque étudiant effectue la visite de l'entreprise ayant fabriqué sa pièce et confronte sa démarche à l'expérience de l'industriel. Le projet est individuel mais il est jalonné de séminaires thématiques pour lesquels les étudiants sont regroupés par procédé de fabrication et durant lesquels ils échangent sur leurs problèmes communs.

En MA1, le projet de construction des machines s'attache à la conception d'un système mécanique constitué d'un assemblage d'éléments dont le nombre ne dépasse généralement pas la centaine. Le cahier des charges de chaque étudiant est différent et les systèmes à concevoir variés. Le projet aboutit à la production de plans d'ensemble et de coupes d'étude. Certains projets, liés au FabLab Mons, donnent lieu à la fabrication concrète de la conception (témoignages de Martin, Nicolas et Joseph). Au niveau du suivi, en plus du service de Génie Mécanique, deux industriels (dont on retrouve l'interview dans les pages précédentes) apportent leur expertise en conception.

« La colonne vertébrale de la démarche projet en mécanique repose sur la maîtrise des savoirs, le développement d'un savoir-faire et de compétences personnelles mais également la mise en contact de l'étudiant avec sa future vie professionnelle. »



Le projet de mécanique en MA2 est un projet de grande ampleur proposé par un industriel. Il prend de nombreuses formes et correspond à la mission que se voit confier un ingénieur fraîchement diplômé, avec toute la diversité de problématiques et de domaines que cela implique. Deux formules coexistent : la formule « classique » qui couple le stage long en entreprise (8 à 12 semaines) au projet industriel et la filière « concours » qui autorise un stage de plus courte durée (4 semaines) pour réaliser ensuite un projet de type concours (Eurobot, Shell Eco Marathon), réalisé en équipe pluridisciplinaire de 4 à 6 étudiants. Nicolas Poulet (JTEKT Torsen) nous donne son regard industriel sur le stage long couplé au projet, tandis que Maxime évoque sa participation au concours Eurobot.

Tous ces projets donnent lieu à la production d'un rapport écrit et sont évalués à la suite d'une défense orale devant un jury qui, dans le cas du projet de MA2, inclut les promoteurs industriels et l'ensemble du département Mécanique.



Martin Brugmans,
MA1 Mécanique

Projet de construction des machines :
chariot de travelling

Dans le cadre du projet de MA1, j'ai réalisé un chariot de travelling pour appareil photo au FabLab Mons. Un ensemble de machines dédiées au prototypage rapide y sont regroupées. L'objectif du projet ? La mise en œuvre complète de la démarche de conception d'un futur ingénieur. Pour répondre au cahier des charges, j'ai été amené à dimensionner, réaliser la vue 3D et dessiner les plans du chariot. Toutefois, contrairement à la plupart des étudiants, mon projet est passé du virtuel au réel et, avec l'aide des encadrants, j'ai pu créer, de mes propres mains, mon chariot. Cette phase fut très enrichissante car elle conclut de belle manière ma réflexion par la pratique. C'est une réelle plus-value : la fabrication permet d'infirmer ou confirmer les concepts. Les erreurs de design sont mises en évidence et donnent directement lieu à un feedback. Par ailleurs, j'ai pu prendre « goût » aux futures contraintes professionnelles : le budget à respecter, les limites technologiques ou encore les délais des fournisseurs.



Quentin D'Hondt,
BA3 Mécanique

Projet de technologie, fraisage

Le projet de technologie de BA3 m'a permis de développer de nombreuses aptitudes. Il m'a aidé à concrétiser les enseignements reçus lors du cursus de bachelier comme le cours de dessin technique et métrologie dimensionnelle. Au travers du projet, j'ai acquis de nouvelles compétences aussi bien techniques que non techniques : notamment, la communication qui est un élément à ne pas négliger afin d'avancer efficacement mais aussi, la justification des choix techniques, fondamentale selon moi pour un ingénieur. Le projet m'a permis d'améliorer mes connaissances dans des domaines très variés : la CFAO (Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur) pour la simulation du parcours des outils de coupe, la recherche documentaire et l'utilisation de guides techniques. La visite industrielle effectuée durant le projet m'a aussi permis de me rendre compte des réalités industrielles ; notamment, en ce qui concerne les choix techniques. Bref, ce projet permet une ouverture d'esprit et encourage le développement de la polyvalence et de l'autonomie.

NICIEN

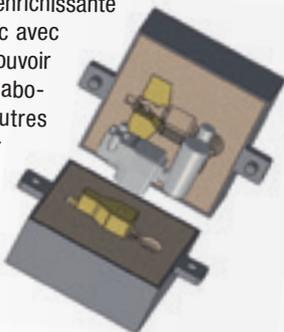


Arnaud Lepine, BA3 Mécanique

Projet de technologie, fonderie au sable

Quand on regarde une pièce mécanique, on est loin d'imaginer tout le travail de recherche qui se cache derrière sa fabrication. L'objectif du projet, selon moi, était de comprendre que la conception d'une pièce mécanique n'est pas simple et que les choix conduisant à sa fabrication se basent essentiellement sur l'expérience et le savoir-faire. Le projet m'a permis de découvrir et d'appliquer une démarche d'ingénieur. J'ai appris à rechercher de l'information sur un sujet technique et à développer un esprit critique sur les informations trouvées. J'ai également appris à modéliser une pièce et ses outillages avec le logiciel de dessin assisté par ordinateur SolidWorks. En appliquant la théorie à un cas concret, le projet m'a permis de m'ouvrir au monde industriel, d'avoir des contacts et discussions très intéressantes avec un promoteur et un responsable de production. Ce fut une expérience enrichissante et j'attends donc avec impatience de pouvoir travailler en collaboration avec d'autres personnes sur d'autres projets.

Vue CAO du moule et du brut de fonderie conçus au cours du projet



Maxime Thuin, MA2 Mécanique

Projet de Mécanique : Eurobot

Mon projet de MA2 avait pour objectif de monter une équipe de 5 étudiants dans l'objectif de concevoir, construire et programmer des robots destinés à participer à Eurobot. Ce projet rassemblait nombre de défis techniques mais aussi non techniques auxquels nous n'avions jamais été confrontés. Tout d'abord, nous n'étions que peu préparés au travail en équipe pour une tâche d'une telle ampleur. Cela se révèle vite fort délicat : accorder les idées et les mentalités des différentes personnes du groupe n'étant pas toujours aisé voire possible. Néanmoins, un projet de groupe permet d'apprendre énormément de choses, principalement sur les méthodes de travail et le développement d'idées nouvelles. De plus, il était lié aux réalités du monde industriel par un ensemble de tâches non techniques ce qui représente un excellent reflet de la vie professionnelle de l'ingénieur. Au final, au-delà de la dimension mécanique de ce projet, c'est surtout, et avant tout, une aventure humaine incroyable imprégnée de contraintes réelles lesquelles sont parfois trop mises au second plan dans des projets plus classiques.



Nicolas Potier et Joseph Tsongo, MA1 Mécanique

Projet de construction des machines :
prototypage d'un jouet lance-projectiles
en papier

Notre aventure commence dans le bureau de notre doyen. Après présentation de notre initiative, il nous a donné le feu vert pour développer cette idée dans le cadre du projet de MA1. Mais, quelle idée ? Deux étudiants, deux projets, le même objectif : proposer de nouveaux jouets ; des jouets en bois qui tirent des boulettes en papier que l'on peut fabriquer soi-même. Nicolas travaille sur le jouet tandis que Joseph s'occupe de la machine qui fabrique les munitions à partir de vieux journaux. L'objectif est de proposer une alternative aux projectiles en mousse, chers et polluants. Nous nous sommes ainsi distingués lors du concours STEP Challenge 2015 dont nous sommes l'une des équipes lauréates. Notre nom de scène : Paper Gun. À ce stade, nous avons construit un prototype au FabLab Mons (l'endroit idéal pour concrétiser ses idées). Par ailleurs, nous avons pu profiter de nos vacances afin d'améliorer ce prototype et continuer à travailler sur notre Paper Gun.



Nicolas Poulet, JTEKT Torsen, Promoteur de stage long

Né à Mons et, parti en 1993 dans le sud de la France, mon parcours est quelque peu atypique mais il me permet de comparer le système d'études actuel à ce que j'ai vécu.

Baccalauréat en poche, j'ai opté pour des études d'ingénieur. Au cours de mes 5 années à l'École Nationale d'Ingénieurs de Tarbes, j'ai eu la chance de découvrir 4 sociétés pour un total de 14 mois de stage. Ceci m'a indéniablement bien préparé au monde du travail et, si c'était à refaire, je signerais des 2 mains !

Je travaille chez JTEKT depuis 10 ans : designer, ingénieur projet et maintenant responsable de l'équipe de développement des produits. JTEKT conçoit, fabrique et commercialise des différentiels et fait partie des plus grands équipementiers automobiles.

Nous faisons régulièrement appel à des étudiants. Cela nous permet d'étudier différentes problématiques en profondeur mais également d'avoir un regard nouveau sur notre manière de travailler. Le stage long est, à nos yeux, une bonne solution : il permet de combiner stage d'observation et projet court, impossibles à réaliser en 4 semaines. Nous avons l'habitude d'inviter l'étudiant dans tous nos départements, pour avoir une vue globale du fonctionnement d'une entreprise. En parallèle, nous le formons aux outils utiles pour mener à bien son stage. Cela nous permet ainsi de consacrer au minimum 8 semaines pour le projet, notre objectif étant que l'étudiant puisse avoir des résultats en mains à l'issue de celui-ci.

Cette formule est bénéfique pour tous : l'étudiant se rend compte du travail d'ingénieur au travers

d'un projet intéressant et l'industriel a un retour direct sur le temps qu'il a investi car il reçoit des résultats exploitables.

Active dans l'encadrement de projets industriels, de stages et de TFE, il est certain que la société JTEKT continuera à offrir de bonnes solutions aux étudiants car nous sommes convaincus qu'elles sont des étapes cruciales dans le cursus d'ingénieur.

LA CRÉATIVITÉ EST CONTAGIEUSE, FAITES-LA TOURNER... [A. Einstein]

☒ L'équipe des formateurs créatifs : N. D'Alessandro, T. Dutoit, P. H. De Deken, D. Hauweele, G. Huysmans, B. Malengrau, N. Pilatte, B. Quoïtin, L. Reboursière, F. Rocca, C. Valderrama, O. Verlinden, M. Waroux, F. Zajega

Cette année encore, un groupe d'enseignants et d'étudiants passionnés se sont retrouvés pour les ateliers Créatifs! (www.numediart.org/creative), qui ont occupé de nombreuses soirées entre octobre et décembre, et pour les projets (BA2, BA3, MA1) qui en sont la suite logique. De quoi permettre à nos étudiants d'acquérir un savoir-faire leur ouvrant les portes de la créativité numérique.

Organisés depuis quatre ans, les ateliers Créatifs! ont pour objectif de développer le savoir-faire créatif de nos étudiants dans le domaine des technologies créatives. Vu le succès grandissant de ces formations, chaque année apporte son lot de nouveautés. Ainsi, nous avons cette fois organisé 5 ateliers en soirée, à raison de 10 soirées par atelier. Ces formations ont attiré au total plus de 100 inscrits, dont 5 provenant du secondaire (qui ont suivi 3 soirées par semaine !), 5 issus de l'Université de Valenciennes, une grande majorité venant de la FPMs (BA1 10%, BA2 60%, BA3 30%) et quelques étudiants de l'UMONS hors FPMs.

Les ateliers Processing sont basés sur la mallette pédagogique CyberPack (<http://cyberpack.numediart.org/>), spécialement conçue pour l'initiation au codage créatif (public de niveau BA1 ou Rhéto). Ils étaient cette année ouverts au grand public également, via le soutien du Hub Créatif Creative Valley (www.creativevalley.be) dont l'UMONS est partenaire. Les étudiants

ont appris à construire un monstre virtuel et à interagir avec lui via une caméra Kinect.

La formation Arduino a permis aux étudiants de comprendre comment programmer une carte à microcontrôleur dotée d'entrées-sorties analo-

giques et numériques. Les séances consacrées aux moteurs ont donné les clés pour commander des servomoteurs de modélisme, ou des moteurs à courant continu. Les moteurs apportent la puissance nécessaire pour mettre en mouvement des structures mécaniques et ouvrent la porte à des applications robotiques particulièrement amusantes : petits robots mobiles, robots marcheurs, mains bioniques, systèmes « self-balanced » (segway, robot bicycle, ...). Nouveauté cette année : trois séances dédiées à la carte Raspberry Pi ont été proposées en clôture.

Dans le cadre des ateliers Android, les étudiants ont appris tout ce qu'il est nécessaire de savoir pour, par exemple, piloter un drone depuis une application Android, faire de la musique avec des bouteilles et un bras robot piloté par Android, ou encore commander les périphériques d'une maison (domotique) via un téléphone Android.

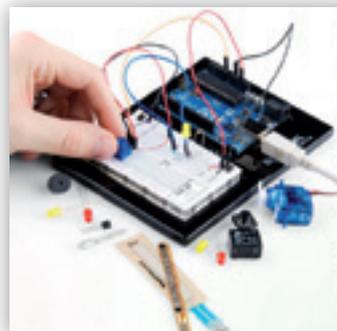
Cette année, le cours « openFrameworks et Interaction » a consisté à développer un petit jeu basé sur le mouvement de planètes. L'ensemble des aspects rencontrés dans l'élaboration du jeu – des équations du mouvement des corps aux couleurs du jeu, en passant par le « gameplay » – ont été discutés puis implémentés pendant le cours. Ainsi, les étudiants ont pu, par le biais d'une approche exploratoire bénéficiant d'un retour visuel très rapide, se familiariser avec les concepts et les détails d'un langage qui fait figure de standard dans l'industrie : C++ via openFrameworks. Ce cours est préparatoire à une série de projets que les étudiants prennent en cours du jour : réalisation de nouveaux

instruments de musique, création d'environnements immersifs, outils d'aide à la créativité.

Une formation au logiciel de programmation graphique et temps réel PureData (conçu par « notre » docteur honoris causa, Miller Puckette, UCSD) permet d'apprendre à programmer rapidement des systèmes sonores complexes, mais peut également se montrer très utile pour la programmation de systèmes interactifs en général, raison pour laquelle cette formation se terminait par des soirées en commun avec la formation « openFrameworks et interaction ». Un groupe d'étudiants polytechniciens a profité de cette formation pour son projet sur les multi-effets guitare contrôlables par un iPhone.

Comme tous les ans, les projets Créatifs! étaient, pour certains, proposés par l'équipe de formateurs, et, pour d'autres, proposés par les groupes d'étudiants eux-mêmes. Un concours vidéo a été organisé, au terme duquel 3 prix ont été décernés aux trois meilleurs projets Créatifs! Ces prix ont été remis par MM. Dehombreux et Michaux, doyens de la Faculté Polytechnique et de la Faculté des Sciences, lors de la proclamation des résultats annuels. Cinq groupes d'étudiants avaient renvoyé des vidéos pour le prix BA2, deux groupes pour le prix BA3 et un groupe pour le prix MA1 (www.numediart.org/creative/prix-creatif-2015/). Le jury, constitué des membres du comité de direction de l'institut NUMEDIART, des enseignants Créatifs!, des responsables de projets en BA2, et de représentants du Hub Créatif Creative Valley, a sélectionné les lauréats 2015 : le projet **OrMotion**, de Véronique Géorlette et François Marelli (Prix FPMs/BA2), le projet **SketchTogether**, de Benoît Masson et Noé Tits (Prix FPMs/BA3), et le projet **Domotinct**, de Simon Parmentier (Prix FS/MA1).

Félicitations à tous les étudiants qui se sont investis dans ces projets ! Et, merci à tous les enseignants et chercheurs qui ont donné de leur temps pour transmettre leur savoir-faire !



Young Engineers Polytech Mons

✉ Prof. Gaëtan Libert



Ce 27 avril 2015, Lola Botman, Landelin Delcoucq, Nathan Derave, Michel Henry, Volkan Herekoglu, Anthony Leonardo, François Marelli, Daphney-Chloé Ngassa, Giuliano Picariello, Nicolas Potier, étudiants de la Faculté Polytechnique de l'UMONS, ont constitué l'asbl « YEP'Tech Mons » dont le but social est : **la réalisation de travaux de consultation ou de recherche et toutes études liées aux métiers de l'ingénieur pour les entreprises privées ou publiques. YEP'Tech Mons vise à favoriser l'accomplissement de la formation intellectuelle de ses membres, de faciliter leur entrée dans la vie active et de promouvoir les valeurs d'entrepreneuriat, de professionnalisme et d'innovation.**

Les statuts peuvent être consultés sur le site du Moniteur belge à l'adresse www.ejustice.just.fgov.be/tsv/tsvf.htm avec le numéro d'entreprise 0628919393 (Recherche, Liste). A terme, YEP'Tech Mons proposera de compléter sa liste de membres par deux membres d'honneur, l'un du Club Entreprendre de l'AIMs (l'Association des Ingénieurs de la Faculté Polytechnique de Mons), l'autre du service de Management de l'Innovation Technologique de la Faculté Polytechnique.

YEP'Tech Mons visera également, par la suite, à acquérir le statut de Junior-Entreprise. Les Junior-Entreprises sont des associations à vocations économique et pédagogique, complètement gérées par des étudiants. Implantées au sein des universités et hautes écoles belges, les Junior-Entreprises permettent aux étudiants de mettre en pratique les enseignements théoriques qu'ils reçoivent, en réalisant des études/projets pour des clients très variés : entrepreneurs, PME, grands groupes, associations, institutions, ... Chaque Junior-Entreprise reflète alors les compétences et le savoir-faire développés dans l'école où elle est implantée.

Pratiquement, les administrateurs s'occupent de gérer la Junior-Entreprise, par la gestion de l'association, la prospection de clients, le suivi des études, le recrutement d'autres étudiants qui vont réaliser la mission, ... Les consultants sont des étudiants qui interviennent directement sur les missions. Ils sont recrutés par la Junior-Entreprise selon un processus sélectif basé sur les compétences des étudiants ainsi que sur leur motivation, afin que les consultants finalement engagés correspondent au mieux aux besoins du client. Ces étudiants sont toujours rémunérés en échange du travail fourni.

MAIS, QUELS SONT LES AVANTAGES D'UNE TELLE ASSOCIATION ?

Pour leurs administrateurs, les Junior-Entreprises assurent une formation pratique, avant l'heure,



YEPtech
Young Engineers Polytech Mons

POUR NOUS CONTACTER :
www.yeptechmons.be



aux mécanismes de la gestion d'entreprise et de management d'équipe et, pour leurs consultants, une première expérience professionnelle concrète.

Leurs clients bénéficient, quant à eux, des capacités d'innovation des étudiants, de leur dynamisme, de leur aptitude à mettre en œuvre des projets d'ampleur en mobilisant un grand nombre d'intervenants, du soutien pédagogique des enseignants des écoles... Ils sont, en outre, assurés de bénéficier d'études de qualité, les Junior-Entreprises étant auditées chaque année par la Fédération belge des Junior-Entreprises, JADE Belgium (www.jadebelgium.eu). Fort de 20.000 étudiants répartis dans 280 Junior-Entreprises issues de 15 pays européens, le mouvement des Junior-Entreprises est fédéré au niveau européen par la Confédération européenne des Junior-Entreprises, JADE (pour Junior Associations for Development in Europe). Chaque année, JADE contribue à la diffu-

sion du concept en soutenant le développement de nouvelles fédérations nationales et en favorisant l'échange des connaissances entre ses membres. En outre, JADE a également pour mission de soutenir le développement international des Junior-Entreprises en fournissant, par exemple, des possibilités de coopération transfrontalière pour la réalisation d'études internationales. JADE organise, chaque année, plusieurs manifestations internationales comme des week-ends de travail entre fédérations nationales, des congrès biennuels et, tous les deux ans, un congrès mondial rassemblant les Junior-Entrepreneurs européens et brésiliens.

Pour nous contacter, notre site Web www.yeptechmons.be ou president@yeptechmons.be (Nathan Derave) ou contact@yeptechmons.be. Nous serons ravis de répondre au mieux à vos demandes !



Contributions à l'amélioration des performances des machines virtuelles en termes de transfert de données : application aux architectures GPU

Optimisation des transferts de données inter-domaines au sein de Xen

☒ NOM : Dr Sébastien Frémal
 SERVICE : Informatique
 PROMOTEUR : Prof. Pierre Manneback

Les processeurs possèdent de plus en plus de cœurs, et nécessitent donc un acheminement efficace des données pour être pleinement exploités. L'utilisation des processeurs graphiques au sein des machines virtuelles non privilégiées, nommées domaines U au sein de la solution de virtualisation Xen, nécessite l'emploi d'appels à distance afin de communiquer les requêtes d'exécution à la machine virtuelle privilégiée, nommée domaine 0. Pour accélérer les communications engendrées par ce mécanisme, nous avons développé deux nouveaux outils optimisant les transferts de données : GNTRING, un tampon circulaire à accès direct qui évite les copies de données, et GNTADDR, un module qui récupère les identifiants des pages contenant les données utilisateurs afin de diminuer le volume de données transférées. Lors de l'exécution d'applications sur les processeurs graphiques depuis des domaines U, nos outils offrent une accélération d'un facteur de 1,5 à 4,5 par rapport à l'existant.

Design and Realization of a 50-W DC/DC Converter Switching at 50 MHz



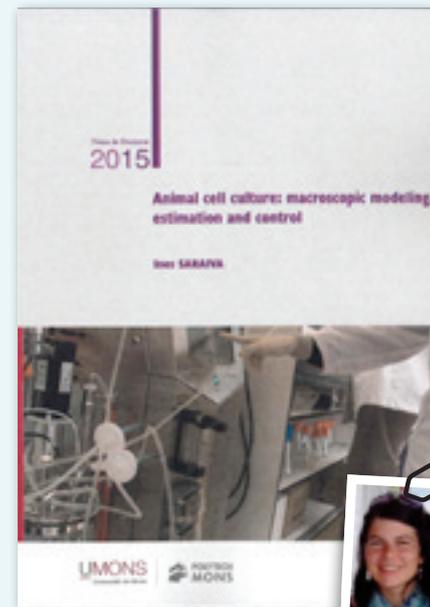
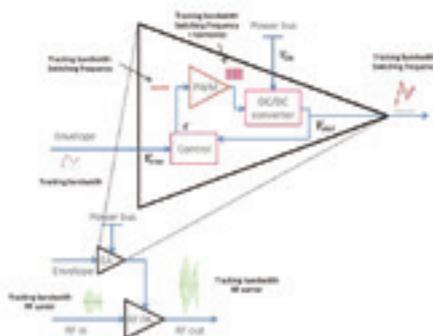
Application to spaceborne envelope-tracking radio frequency transmitters

☒ NOM : Dr Fabien Leroy
 SERVICE : Génie électrique / Electronique et Micro-électronique
 PROMOTEUR : Prof. O. Deblecker
 EN COLLABORATION AVEC : ESTEC-ESA et TAS Belgium

La technique Envelope Tracking permet d'améliorer le compromis entre l'efficacité et la linéarité des amplificateurs radiofréquence utilisés à bord de satellites de télécommunication. Ces amplificateurs nécessitent des alimentations de puissance qui doivent être très performantes en termes de rendement, de bande passante et vitesse de balayage. Le recours aux convertisseurs continu-continu constitue une solution pour augmenter l'efficacité du système d'amplification.

Au cours de ce travail de thèse, nous nous sommes concentrés principalement sur la conception et la réalisation d'un convertisseur continu-continu d'une puissance de sortie de 50 W, opérant à une très haute fréquence de commutation (plusieurs dizaines de MHz), et compatible avec la tension de bus continu d'un satellite de télécommunication. L'utilisation de nouveaux composants de puissance à large bande interdite, à base de nitrure de gallium, a permis d'atteindre un rendement de 90%, remarquable pour le niveau de fréquence considéré. Outre une étude de réalisation de plusieurs maquettes de convertisseur continu-continu, nous avons réalisé la conception d'un nouveau modulateur de largeur d'impulsion capable de piloter la grille du transistor de commutation à très haute fréquence. L'aspect contrôle en boucle fermée a également été traité de façon à garantir la précision de la tension de polarisation fournie à l'amplificateur radiofréquence.

Cette thèse a fait l'objet d'un séjour de longue durée au European Space Research and Technology Centre (ESTEC) de l'ESA aux Pays-Bas.

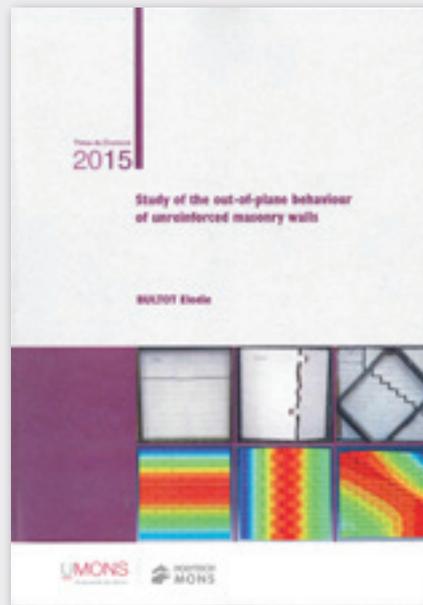


Cultures de cellules animales : estimation et commande

☒ NOM : Dr Ines Saraiva
 SERVICE : Automatique
 PROMOTEUR : Prof. Alain Vande Wouwer

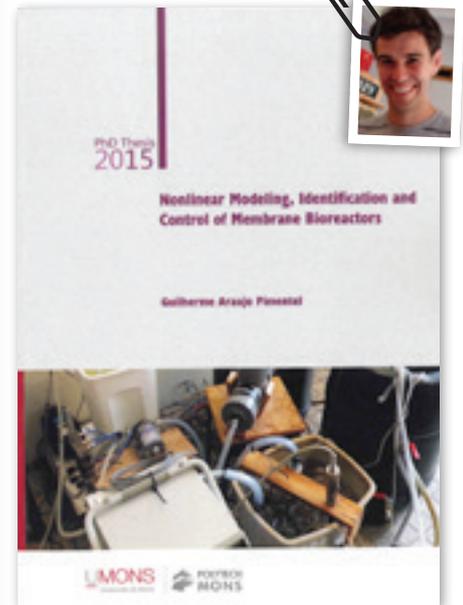
Les cultures de cellules animales visent notamment la production de produits biopharmaceutiques à cible spécifique tels que les vaccins, protéines recombinantes et anticorps. Leur production industrielle est relativement récente et plusieurs aspects pourraient encore être améliorés. Une utilisation plus rationnelle du milieu de culture est un point qui pourrait contribuer à une production moins coûteuse et à un plus grand accès au marché.

Pour ce faire, l'élaboration de modèles de culture est nécessaire. Dans cette thèse, nous avons proposé une démarche pratique d'identification des valeurs des paramètres de ces modèles avec deux études de cas expérimentales (cultures en suspension de CHO-S et de CHO-320 produisant l'interféron-gamma faites dans le nouveau laboratoire de culture cellulaire de la Faculté Polytechnique). Cette procédure étape-par-étape considère des modèles progressivement plus complexes et s'inspire d'une analyse des fonctions de sensibilité.



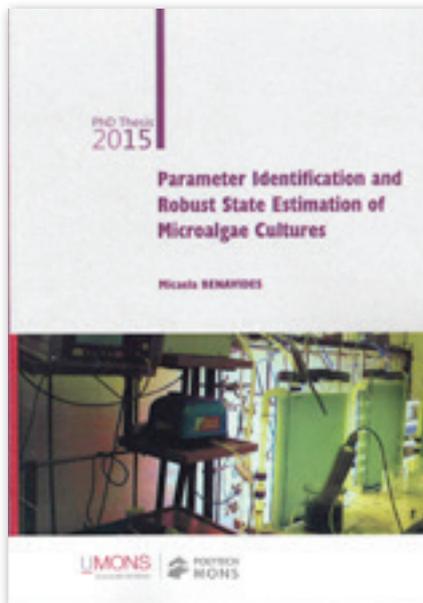
Study of the Out-of-Plane Behaviour of Unreinforced Masonry Walls

☒ NOM : Dr Elodie Bultot
 SERVICE : Génie civil et Mécanique des structures
 PROMOTEUR : Prof. Laurent Van Parys



Nonlinear Modeling, Identification and Control of Membrane Bioreactors

☒ NOM : Dr Guilherme Araujo Pimentel
 SERVICE : Automatique
 PROMOTEUR : Prof. Alain Vande Wouwer et Dr Alain Rapaport
 EN COTUTELLE AVEC : l'INRA/INRIA (Institut National de Recherche Agronomique, France/Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique, France) et l'Université de Montpellier (France)



Parameter identification and robust state estimation of microalgae cultures

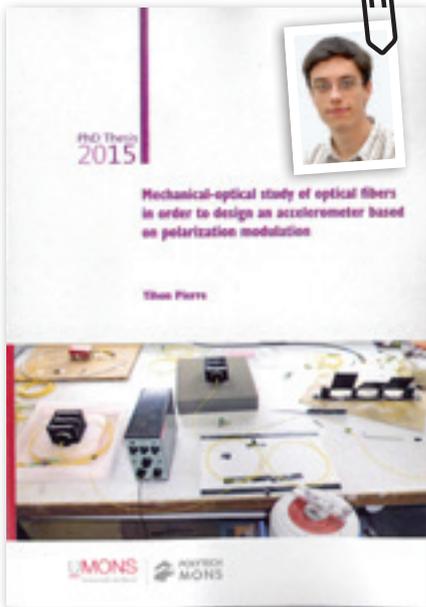
☒ NOM : Dr Micaela Benavides
 SERVICE : Automatique
 PROMOTEUR : Prof. Alain Vande Wouwer

This thesis proposes a simple submerged membrane bioreactor (sMBR) dynamic model that comprises physical and biological process behaviors. Filtration (physical aspect) is represented by a resistance-in-series model composed of a reversible resistance, linked to the sludge cake formation (that can be detached by air scouring) and an irreversible fouling resistance. The biological process is described by a simple chemostat model. The model asymptotic behavior, observability, controllability and fast and slow dynamics are analyzed. The latter analysis, based on Tikhonov's theorem, reveals the possibility decouple the dynamics in three time-scales, i.e. long-term fouling evolution (slow dynamic), biological degradation (fast dynamic) and fouling cake formation (ultrafast dynamic). Therefore, a parameter identification is organized in three steps corresponding to the three time-scales obtained from the analytical analysis. The parameter identification using a weighted least-squares cost function is implemented and the covariance matrix of the parameter estimates is computed. The model capacity to predict trans-membrane pressure and biological degradation is proved by model identification and cross-validation results. Concerning the process control theoretical study of two different approaches are presented: a nonlinear model predictive control is implemented and a partial-linearizing feedback Lyapunov controller is designed.

Ce modèle est ensuite utile dans le cadre de la commande du bioréacteur. L'accent a été mis sur le régime de production continu perfusé qui rend possible la culture sur un volume plus petit et une durée plus longue, permettant un traitement de purification en aval plus rapide de la biomolécule. Un contrôleur peut générer une manipulation de débits de façon à ce que les concentrations de certains composants puissent être proches des valeurs de consigne.

Ce travail de recherche a traité ensuite la possibilité mathématique d'estimer certaines concentrations qui ne peuvent pas être mesurées dans un cadre réel, à partir de la connaissance des concentrations mesurables avec des sondes en ligne actuellement sur le marché. Une illustration a été fournie via un algorithme de calcul basé sur le filtre de Kalman étendu.

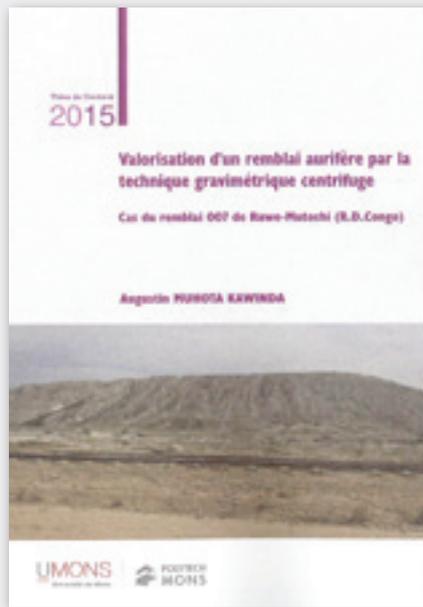
Finalement, la commande automatique sur base de modèle a été étudiée et l'utilité de la commande prédictive non-linéaire a été mise en évidence. Une étude de cas des erreurs de modélisation a servi à souligner l'importance d'une bonne capture de la cinétique biochimique par le modèle, de façon à prévenir un gaspillage persistant du milieu de culture.



Mechanical-Optical Study of Optical Fibers in Order to Design an Accelerometer Based on Polarization Modulation

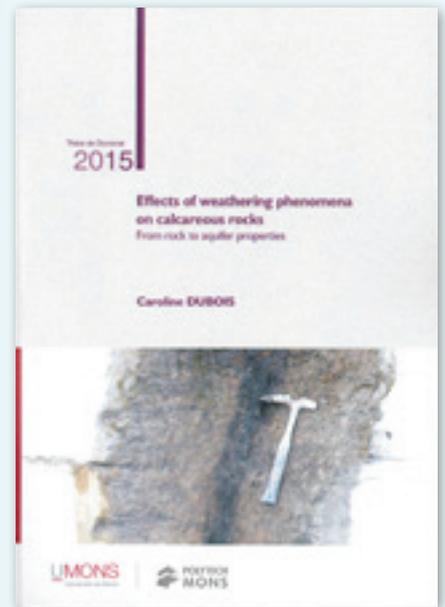
☒ NOM : Dr Pierre Tihon
 SERVICE : Mécanique Rationnelle, Dynamique et Vibrations
 PROMOTEUR : Prof. Olivier Verlinden

The aim of this thesis is to investigate the feasibility of developing optical fiber accelerometers using the modulation of the state of polarization within the fiber. Optical fibers are interesting as they are small, can be deployed in harsh environments and allow distributed measurements. In this thesis, the polarization state is used to measure the acceleration. Polarized light is launched into a fiber which is deformed by a mechanical transducer responding to vibration; the deformation modifies the polarization. A polarizer is placed at the fiber output and the light power variation is measured. A first investigated topic is the design of mechanical transducers and the study of their performances (sensitivities and resonance frequencies). A difficulty with polarization-based sensors is that the measurement depends on the intrinsic birefringence present within the fiber, which is unknown and time-varying. Therefore, a second contribution of this thesis consists in the development of a measurement method that performs a complete polarization analysis and determines the fiber Mueller matrix. We demonstrated theoretically and experimentally that with our technique, the sensor sensitivity becomes independent of the intrinsic birefringence. The method was also extended to the measurement of vibrations at several locations along a single optical fiber. The vibration at a specific position can be measured without influence from the vibrations applied elsewhere along the fiber.



Valorisation d'un remblai aurifère par la technique gravimétrique centrifuge – Cas du remblai 007 de Ruwe-Mutoshi (R.D. Congo)

☒ NOM : Dr Augustin Muhota Kawinda
 SERVICE : Génie minier
 PROMOTEUR : Prof. Philippe Ancia



Effets des phénomènes d'altération sur les rochers calcaires Des propriétés de la roche à celles de l'aquifère

☒ NOM : Dr Caroline Dubois
 SERVICE : Géologie fondamentale et appliquée
 PROMOTEUR : Prof. Olivier Kaufmann

Designing Interaction for Browsing Media Collections (by Similarity)

☒ NOM : Dr Christian Frisson
 SERVICE : Théorie des circuits et Traitement du signal
 PROMOTEUR : Prof. Thierry Dutoit



LES RÉSUMÉS OFFICIELS SONT DISPONIBLES SUR

<https://portail.umons.ac.be/fr/universite/facultes/fpms/recherche/doctorat/pages/thesesdedoctorat.aspx>

DEUX BELGES À CENTRALE PARIS

✉ Emilien Bredael et Jean-François Hermes, MA1 Mécanique



Après trois années d'études à la Faculté, nous avons décidé de vivre une expérience internationale bénéfique tant du point de vue professionnel que personnel. Nous sommes donc partis à l'aventure dans la ville lumière en vue de décrocher un double diplôme*.

Partir... quelle ambition ! Tout quitter pour se lancer dans l'expérience internationale... quel changement ! La France ? Pourquoi donc ? Certains traversent les océans pour chercher ce dépaysement. Qui aurait pu croire que traverser la frontière belge était déjà un énorme changement ? Certainement pas nous... Et pourtant !

Avant de partir, on s'attendait à être confronté à une population armée de ses clichés, toisant leurs voisins du haut de cet hexagone qui leur est si cher. On s'attendait à vivre chaque instant dans un sketch de Coluche imitant le Belge aussi peu parfaitement que ne le feraient les français qu'on s'apprêtait à rencontrer. C'est pourquoi, il a été difficile d'oublier nos « valeurs » montoises et de s'adapter. Et pourtant, notre pensée, bercée d'amalgames et d'idées reçues, a vite été contredite par un simple sentiment, plus fort qu'une armée de clichés : l'amitié.

Partir à l'International, en France ou ailleurs, c'est goûter à cette incroyable sensation de la rencontre de l'autre, c'est découvrir et apprendre à connaître d'autres cultures. Aujourd'hui, nos amis sont brésiliens, espagnols, italiens, allemands, français, ... Aujourd'hui, le monde qui nous paraissait si grand se matérialise en une communauté de gens avec qui nous avons vécu et partagé. Ces gens sont entrés dans nos vies et y resteront pendant très longtemps. Ils nous rappellent chaque jour que des ponts interculturels peuvent se construire facilement lorsque leurs fondations sont faites d'amitié et de respect de l'autre. Ils sont la preuve vivante que la fraternité ne connaît pas les frontières physiques, politiques ou culturelles.

Nous avons fait beaucoup de découvertes, souvent drôles, parfois agaçantes mais toujours instructives. Des Français qui remarquaient nos différences langagières et considéraient le « belge » comme une langue à part aux expressions teintées d'exotisme, nous en avons rencontrés. Après un an à les côtoyer, ils ont la gentillesse de ne pas agrémente leur phrase d'un « une fois » moqueur mais affectueux à chaque fois qu'ils nous rencontrent. Il faut cependant savoir qu'en ce moment, être belge, c'est « trendy » en France. Il ne faut donc pas s'étonner qu'un camarade du Nord tombé du mauvais côté de la frontière se revendique aussi belge que nous car après tout, il a

lui aussi une arrière grand-mère flamande. On est cependant rapidement pris d'une tendre affection pour nos voisins, tant ils sont proches de ce que nous sommes au quotidien. Et on leur pardonne volontiers leur fierté quelque peu déplacée, quitte à les remettre parfois sur le droit chemin. Ainsi, à des Français qui avaient l'immense satisfaction de nous rappeler qu'ils avaient gagné la coupe du monde en « quatre-vingt dix-huit », nous avons répondu que ce n'est pas en nous le rappelant tous les jours qu'ils allaient la gagner à nouveau.

Mais notre horizon ne se limitait pas à nos camarades français. Des espagnols de Valence, Madrid, Barcelone ou encore Séville qui s'inquiétaient de notre équilibre physique nous ont introduit le concept de la « siesta ». Avec des Italiens qui venaient de Padoue, Milan, Rome ou Venise, nous avons partagé la véritable « Pasta » italienne, même si elle était agrémentée d'une sauce en boîte achetée en douce au supermarché du coin. A des Brésiliens qui nous vantaient la chaleur des plages de Rio, nous avons décrit la douceur de notre mer du Nord. Ils y ont difficilement cru. Mais nous ne désespérons pas de les y emmener un jour.

De plus, une telle expérience permet de confronter diverses formes d'enseignements : celui que nous avons reçu à Mons, celui que nous recevons à l'École Centrale Paris et celui que tous les Internationaux ont reçu dans leur pays respectif. En cela, nous nous sommes rapidement rendu compte que la FPMS nous prépare particulièrement bien et que la Belgique, de façon plus générale, n'a pas à rougir du niveau d'enseignement qu'elle fournit à ses étudiants.

Vivre avec des internationaux, c'est apprendre à connaître l'autre et, in fine, apprendre à se connaître soi-même. Car ces anecdotes ne représentent qu'une infime partie de la richesse d'un lien interculturel. D'autant plus que ces amitiés se sont construites dans un contexte de découverte de l'inconnu, sur un parcours scolaire et personnel semé d'embûches, où le travail n'est souvent pas suffisant pour perdurer. Encore faut-il être entourés de gens qui peuvent nous aider lorsque l'obstacle qu'on s'apprête à affronter semble trop grand. Cela a été vrai dans cette école, il n'y a pas de raison que cela ne le soit pas pour le reste de nos existences. Nous savons que nous pourrions toujours compter sur ces amis, rencontrés en France. Nous sommes tous liés par le chemin que nous avons parcouru ensemble. Pas parce que le hasard nous a réunis pendant deux ans. Pas parce que nous avons été obligés de vivre ensemble. Mais avant tout parce que nous avons eu, de notre propre chef, la volonté de tenter cette aventure ensemble. Une amitié durable ne se construit pas au hasard des rencontres, mais sur base de la volonté de chacun d'accepter l'autre et d'affronter avec lui ce que l'avenir nous réserve. Peut-être, est-ce là la leçon d'une telle aventure internationale.

* Dans le cadre du réseau TIME (Top Industrial Managers for Europe), la Faculté Polytechnique a établi des accords de double diplôme avec plusieurs institutions européennes de haut niveau dans la formation d'ingénieurs universitaires, dont l'École Centrale Paris. L'objectif fondamental de ces accords est de permettre à certains étudiants dûment sélectionnés d'obtenir simultanément deux diplômes d'ingénieur : celui de la FPMS et celui de l'institution étrangère choisie.



CHRISTOPHE CAUCHETEUR, LAURÉAT DU BAEF ALUMNI AWARD 2015



BAEF est l'acronyme de *Belgian American Educational Foundation*. Cette fondation, basée à Bruxelles, demeure le principal support d'échanges scientifiques entre la Belgique et les États-Unis. Chaque année, la fondation offre des bourses de voyage à des doctorants ou chercheurs postdoctoraux de nationalité belge qui font preuve d'un parcours scientifique remarquable et de bonnes connaissances de l'anglais. Ces bourses leur permettent alors de séjourner un an dans une université américaine de renommée internationale.

En plus de ces bourses, la fondation décerne annuellement l'Alumni Award à un jeune chercheur brillant. Le prix couvre une thématique scientifique différente chaque année sur une période de 5 ans.

En 2015, il s'adressait justement aux sciences appliquées... Et comme je n'étais pas encore atteint par la limite d'âge (fixée à 36 ans), j'avais au moins deux bonnes raisons de tenter ma chance !

Depuis sa création en 1932, c'est la première fois que ce prix est attribué à un chercheur montois. Il récompense mes travaux de recherche sur l'étude et la mise au point de capteurs physiques et (bio) chimiques utilisant des réseaux de Bragg fibrés. Ces recherches sont réalisées dans le Service d'Électromagnétisme et de Télécommunications depuis 2003 et sont financièrement supportées par le F.R.S.-FNRS.

Lors de la remise du prix le 5 juin, le président du jury – le Professeur Pierre Wolper de l'Université de

Liège – a informé qu'il y avait eu 46 candidatures reçues. Un élément particulièrement déterminant de mon dossier est de pouvoir concilier des recherches très fondamentales (notamment celles dans le cadre de la bourse ERC Starting Grant Prosper) avec la création de la start-up B-SENS dont l'objectif sera de développer et de commercialiser des solutions avancées de capteurs à fibres optiques.



MdC 2015 : un magicien polytechnicien gagne le Premier Prix Show Your PhD

☑ Interview réalisée par Dr Fanny Descamps et Dr François Ducobu

Dans le cadre de Mons 2015 - Capitale Européenne de la Culture, le concours *Show Your PhD* a été organisé lors de la dernière *Matinée des Chercheurs*. Le principe ? Combiner culture et recherche en utilisant l'art comme vecteur d'un message scientifique. En présentant sa thèse avec un spectacle de magie, Anthonin Demarbaix a remporté le Premier Prix. Rencontre avec ce magicien polytechnicien qui vous transporte en quelques coups de baguette magique au pays des merveilles...



À QUEL ÂGE AS-TU COMMENCÉ LA MAGIE ET D'OÙ VIENT CETTE PASSION ?

J'ai d'abord suivi les pas de mon père, lui-même magicien, et fait une première apparition sur scène à 4 ans. Mais j'ai exécuté mon véritable premier numéro vers 12 ans. Je suis, à présent, notamment le magicien d'Halloween à Walibi depuis 5 ans.

POURQUOI AVOIR CHOISI LES ÉTUDES D'INGÉNIEUR ? NE RÊVAIS-TU PAS DE TRAVAILLER DANS LE MONDE DU SPECTACLE ?

C'est un peu comme un enfant qui serait doué pour le football... mais n'y fait pas carrière. Le monde du spectacle est très rude. J'ai préféré garder un esprit cartésien et faire des études pour assurer mon avenir.

À LA MDC, TU AS PRÉSENTÉ UN SHOW OÙ MAGIE ET RECHERCHE S'ENTREMÊLAIENT. À QUOI RESSEMBLENT TES SPECTACLES ?

Ma conception de la magie est plutôt théâtrale : une histoire comme fil conducteur et des tours pour la ponctuer, un peu comme à la MdC où la thèse constituait la trame. C'est aussi le cas de mon dernier spectacle « Le pays du temps perdu » qui explore l'univers d'Alice au Pays des Merveilles vu du côté du chapelier.

LE POLYTECHNICIEN AIDE-T-IL LE MAGICIEN ?

Oui. Ma formation de mécanicien m'aide à concevoir des illusions, à les mettre en plan et à les réaliser techniquement.

INVERSEMENT, TA PASSION POUR LA MAGIE T'APPORTE-T-ELLE QUELQUE CHOSE DANS TES RECHERCHES À LA FPMS ?

Oui, bien sûr. La magie fait appel à l'esprit de créativité. C'est important pour un ingénieur, en particulier dans le domaine de la recherche.

“ Ma formation de mécanicien m'aide à concevoir des illusions, à les mettre en plan et à les réaliser techniquement. ”



DÉCOUVERTE DES MÉTIERS ET DES ÉTUDES D'INGÉNIEUR CIVIL : DEUX ACTIVITÉS POUR Y VOIR PLUS CLAIR !

☑ Maxime Duménil, Sciences et Techniques au Carré



Il n'est pas évident pour les élèves du secondaire de comprendre en quoi consistent les études et le métier d'ingénieur civil. Il est donc primordial de les aider à découvrir concrètement cette formation, et surtout répondre à la question : « que peut-on envisager avec un tel diplôme en poche ? ».

Afin d'atteindre cet objectif, la Faculté Polytechnique de Mons et SciTech², le centre de diffusion des Sciences et des Techniques de l'Université de Mons, ont proposé deux actions : **une journée « étudiant d'un jour »** sur le thème du génie civil et de la mécanique des structures, et **neuf stages d'initiation** aux différentes disciplines de l'ingénieur. Ces initiatives ont permis aux élèves d'échanger avec des ingénieurs enseignant à la Faculté et avec des ingénieurs travaillant sur le terrain.

ÉTUDIANT D'UN JOUR – ET POURTANT, ÇA TIENT ! PATRIMOINE ET GÉNIE CIVIL, LES DÉFIS INSOUÇONNÉS DES INGÉNIEURS

Au cours de la matinée, les élèves ont été en contact avec trois intervenants :

- Le **Professeur Thierry Dutoit** leur a présenté un espace de projection monumentale ouvert à la participation citoyenne. L'objectif était de leur montrer que le génie civil ne se limite pas uniquement à la construction mais aussi à la valorisation d'un patrimoine par les nouvelles technologies.
- Dans le même ordre d'idée, **Maxime Duménil** leur a détaillé le projet « Hypergothique transparent ». L'idée était de leur montrer le rôle d'un ingénieur dans un projet transdisciplinaire où histoire, génie civil, technologies de pointe et jeu vidéo se rejoignent.
- Ensuite, **Vincent De Ville**, administrateur du célèbre bureau Greish, leur a présenté les grandes réalisations de ce bureau d'architecture ainsi que les méthodes innovantes qui ont dû être utilisées pour construire ces édifices. Véritable tour d'horizon du génie civil et architectural, cet exposé a permis aux jeunes de mieux comprendre le rôle et la place de l'ingénieur civil dans ce domaine aussi riche que varié.

L'après-midi a été consacrée à la visite de plusieurs entreprises du secteur. Objectifs : illustrer les propos de la matinée, rencontrer les ingénieurs sur le terrain, et découvrir leur métier au quotidien. Les élèves, accompagnés de guides-ingénieurs Polytech, se sont rendus aux carrières du Hainaut à Soignies. L'entreprise CFE a ainsi accueilli des groupes d'élèves sur deux de leurs chantiers. Le premier groupe a visité la station de pompage (encore en construction) de Jemeppe-Sur-Meuse. Le second s'est rendu, quant à lui, au centre hospitalier interrégional en construction à Auderghem. Toutes ces visites ont pu être possibles grâce à la collaboration d'ingénieurs de la Faculté. Qu'ils en soient chaleureusement remerciés !

STAGES POLYTECH JEUNES 2015

L'édition 2015 des stages Polytech Jeunes a encore rencontré un vif succès. En effet, durant les vacances de Printemps, plus de 120 jeunes ont poussé les portes de plusieurs laboratoires de la Faculté Polytechnique de l'UMONS afin de participer à neufs stages thématiques conçus et encadrés par les professeurs, chercheurs et assistants de la Faculté. Ces stages sont de plus conçus dans l'optique de la pédagogie par projet. L'idée est de permettre aux élèves de mener à bien, en deux ou trois jours, un projet cohérent, en les initiant à la démarche de l'ingénieur qui, chaque jour, doit relever des défis et résoudre des problèmes !

En plus des stages déjà proposés en 2014, cette édition 2015 a été marquée par l'introduction de trois nouveaux stages.

Un **stage FabLab** a ainsi été imaginé pour les élèves des première et deuxième années du secondaire. Ce stage proposait aux participants de découvrir la modélisation 3D, d'apprendre à fabriquer un objet composé de plusieurs pièces et de l'imprimer en 3D : une activité de découverte d'une technologie de pointe qui est appelée à révolutionner notre monde et nos habitudes !

Numediart l'a déjà démontré de nombreuses fois : les ingénieurs et l'art numérique font très bon ménage. L'Institut a, dès lors, proposé un **stage de programmation et de créativité numérique**. Les participants ont pu créer un monstre en deux dimensions, capable de jouer de la musique, qu'ils ont animé via la technologie Kinect. L'objectif était de leur apprendre les bases de la programmation, de l'interactivité, du traitement temps réel, dans un esprit créatif et un peu déjanté !

Autre innovation : le **stage d'initiation à la robotique**, qui s'est déroulé à la fois à Mons et à Charleroi ! Après une découverte des concepts de base de la programmation, les jeunes ont commencé à modifier, développer et programmer un robot afin de le faire bouger simplement. Ensuite, ils ont appris à exploiter des capteurs et à gérer les informations reçues. L'objectif final était que les robots puissent réaliser une mission de sauvetage !

Ici aussi, ces activités ne pourraient avoir lieu sans la participation des professeurs et des techniciens de la Faculté. Nous tenons donc à les remercier tout particulièrement pour leur investissement en énergie et en temps !

La participation de ces jeunes à ce type d'activité est un beau message d'espoir pour la Wallonie et, en particulier, pour le Hainaut plus que jamais en demande de nouveaux ingénieurs civils !

PHOTO-REPORTAGES

LA RED BALL À LA RUE DE HOUDAIN (MAI 2015)



LA MISE À LA RETRAITE DU PROF. HUGUES WILQUIN (AOÛT 2015)



SUMMER ENGINEERING COURSES (JUILLET 2015)



CÉRÉMONIE DE PROCLAMATION (JUILLET 2015) ET POLYTECH MONS DAY (SEPTEMBRE 2015)



INGÉNIEUR CIVIL, CRÉATEUR D'AVENIR

UMONS
Université de Mons

POLYTECH
MONS

SE PRÉPARER

- Tout au long de l'année, des cours complémentaires de mathématiques portant sur l'ensemble des bases requises pour les études d'ingénieur civil, sont donnés par des étudiants de la Polytech aux étudiants du secondaire (6^e) à Charleroi, Mons et Tournai.

INFOS : fpmaths@gmail.com

■ JOURNÉES PORTES OUVERTES 2015-2016 DE L'UMONS

Mercredi 3 février de 13 à 17h (campus de Mons)

Samedi 19 mars de 9 à 12h30 (campus de Mons)

Samedi 23 avril de 9 à 12h30 (campus de Mons)

Mercredi 18 mai de 14 à 18h (campus de Charleroi)

Samedi 25 juin de 9 à 12h30 (campus de Mons)

■ PARTICIPATION DE L'UMONS AUX SALONS SUR LES ETUDES 2015-2016

SALON DE LUXEMBOURG

12 et 13 novembre 2015

SALON SIEP DE BRUXELLES

27 et 28 novembre 2015

SALONS DE LILLE

21 au 23 janvier 2016

SALON SIEP DE NAMUR

19 et 20 février 2016

SALON SIEP DE TOURNAI

26 et 27 février 2016

SALON SIEP DE CHARLEROI

11 et 12 mars 2016

SALON SIEP DE LIÈGE

du 17 au 19 mars 2016

DÉCOUVRIR

■ ÉTUDIANT D'UN JOUR EN POLYTECH

DURANT LE CONGÉ D'AUTOMNE 2015

Mardi 3 novembre (Charleroi)

Jeudi 5 novembre (Mons)

DURANT LE CONGÉ DE DÉTENTE 2016

Mardi 9 février (Charleroi)

Jeudi 11 février (Mons)

■ STAGES POLYTECH-JEUNES

Stages pratiques de 2 à 3 jours sur des thématiques les sciences de l'ingénieur

DURANT LES VACANCES DE PRINTEMPS

Du 5 au 7 avril 2016

INFOS VIA



Infos au Secrétariat des Études

+32(0)65 37 40 30 à 33 | info.polytech@umons.ac.be | www.umons.ac.be/polytech