

# La formation de l'ingénieur Icam d'hier à demain

*Nous vous présentons, dans ce numéro, un aspect important de ce qu'est l'ingénieur depuis sa formation jusqu'à sa vie en entreprise. Pour cela nous partons d'un dossier " Révolution digitale, mutation managériale ", c'est-à-dire l'étude des nouveaux modèles d'organisation dans les entreprises. Pour établir l'adéquation entre l'entreprise et la formation des ingénieurs Icam, un deuxième texte " Repenser l'éducation pour épouser le numérique " établit la définition de ce que doit être la formation.*

*(Les 2 textes mentionnés ci-dessus ont été publiés, récemment, dans Les Echos)*

*Puis nous publions la lettre du Père Jean-Yves Grenet, provincial*

*des Jésuites de France, lequel a eu la bienveillance de nous adresser un courrier donnant la dimension spirituelle de la formation Icam. Carole Marsella, Directrice du Pôle Enseignement Supérieur de l'Icam, dresse le profil de l'ingénieur de demain, un entrepreneur avec deux compétences clés : créativité et innovation, avant de laisser la parole à ses responsables de domaine qui nous livrent leur témoignage de la pédagogie interactive. (N.D.L.R.)*



## Révolution digitale, mutation managériale

De nouveaux modèles d'organisation, davantage fondés sur la collaboration, sont en train d'émerger dans les entreprises, induits et facilités par le développement du numérique.

Au-delà de la relation client, la révolution numérique bouleverse positivement l'entreprise dans son organisation et son système managérial, et ne provoquera pas sa disparition, tout au contraire.

L'organisation classique de l'entreprise, avec son circuit d'information descendant, son processus de décision centralisé et ses relations très hiérarchisées, a longtemps fait la preuve de son efficacité. Le besoin d'innovation et d'agilité, combiné à l'influence du digital sur les comportements, remet en question ce schéma. Lequel s'avère désormais trop contraignant pour s'adapter rapidement aux évolutions des clients, du marché et des salariés eux-mêmes.

De nouveaux modèles d'organisation, davantage fondés sur la collaboration, sont en train d'émerger, induits et facilités par le développement du numérique. Place au mode plus « horizontalisé » qui privilégie le travail en mode projet, les relations latérales directes entre collabora-

teurs, sans passer systématiquement par le haut de la pyramide. Le manager n'assoit plus son pouvoir sur la détention de l'information, celle-ci circule librement. Sa mission consiste dorénavant à convaincre et à fédérer une communauté d'acteurs, plus demandeurs d'autonomie, autour de sujets pertinents pour l'entreprise. Sa fonction n'est plus d'être derrière les collaborateurs pour les superviser, mais devant, pour orchestrer et dynamiser les équipes. Ces évolutions sont favorables, tant aux salariés pour leur intérêt et leur plaisir au travail, qu'aux entreprises pour assurer une meilleure réactivité et adaptabilité dans un monde plus changeant et incertain.

Mais certains vont plus loin. Ils imaginent que l'entreprise passera intégralement, grâce au digital, à une forme de coopé-

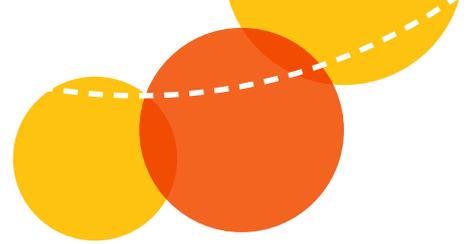
**Le manager n'assoit plus son pouvoir sur la détention de l'information, celle-ci circule librement.**

**Sa fonction n'est plus d'être derrière les collaborateurs pour les superviser, mais devant, pour orchestrer et dynamiser les équipes.**

ration communautaire. Ce qui revient à construire un modèle

relationnel ouvert à une foule de contributeurs, en interne comme en externe. A l'évidence, on travaille de plus en plus en mobilité, de chez soi, dans des espaces de « co-working » en tant qu'indépendant ou à l'extérieur, par exemple lors d'événements tels qu'un hackathon. Certains modèles, plus purs encore, apparaissent déjà, ou sont coordonnés à distance par des indépendants. Une forme d'ubérisation de l'organisation du travail. Le modèle dominant, en concluent les mêmes, ne sera plus demain le salariat. L'entreprise telle qu'on la connaît céderait la place à une nébuleuse, associant temporairement des individus libres de liens de subordination, au gré des projets à construire.

Cette vision-là ne me semble pas refléter la réalité. L'avenir, à mon sens, ne devrait pas rendre minoritaire la forme d'organisation que représente l'entreprise pour au moins trois raisons. La première est que le développement de l'entreprise virtuelle se heurte au besoin de socialisation que permet le travail. Chacun de nous ressent la nécessité d'appartenir à une communauté humaine, à une équipe dans laquelle on occupe une place spécifique pour réaliser un projet collectif. Les formes de travail purement collaboratives répondent mal ou pas du tout à ce besoin de socialisation. La deuxième raison est



que « l'ubérisation » ne peut prospérer que lorsque le sujet s'y prête. Nombre d'activités nécessitent une structure plus forte, des infrastructures matérielles et techniques, un encadrement, une division et une articulation des tâches qui sont incompatibles avec les seules associations provisoires. Dernière raison: le besoin accru d'autonomie des individus lié au développement du digital nécessite néanmoins une formation tout au long de la vie professionnelle. L'entreprise peut l'assurer. Il est douteux que les formes virtuelles d'organisation le permettent. Pour toutes ces raisons, l'entreprise ne perdra pas sa place préminente.

Si tel est bien le cas, l'avenir de l'entreprise va se jouer sur sa capacité à modifier l'équilibre entre ses deux principes. Premier principe : les nécessaires ordres et articulation entre ses différentes parties pour assurer sa continuité, par le respect des normes et des règles et le fonctionnement sans faille de ses routines de gestion. Le second : l'autonomie de ses parties, leur responsabilisation et leur capacité entrepreneuriale nécessaires pour survivre à de fortes perturbations. Elles assurent l'adaptabilité nécessaire de l'organisation. La bonne combinaison de ces deux éléments permet à l'entreprise de n'être ni autodissipative comme la fumée, ni cassable comme du cristal à l'occasion de chocs importants, ainsi que le dit Henri Atlan des organismes vivants. La bonne gestion de ces deux principes doit, dans le monde digital, faire bouger le curseur vers plus d'autonomie, de fonctionnement en réseau - plutôt qu'en mode vertical -, et de responsabilisation. Si elle mène bien sa mutation organisationnelle et managériale, l'entreprise, ainsi questionnée et mise en mouvement par le digital, a certainement encore de beaux jours devant elle. Plus motivante pour ses salariés, plus résiliente face aux chocs.

Olivier Klein, Directeur Général de la Bred et professeur d'économie à HEC



## Repenser l'éducation pour épouser l'ère numérique

S'il veut survivre, le monde de l'éducation a grand besoin d'intégrer l'ubérisation de la société dans ses modes de pensée. L'Education Nationale n'évoluera que si elle ouvre ses portes, au lieu de s'opposer à tout changement. Plus elle s'isolera, plus

elle risquera de se voir « ubérisée ». Car notre système éducatif est basé sur des principes qui s'accommodent mal du monde nouveau. Trop à sens unique. Le professeur sait. Il dispense. Vous écoutez. Le discours est répété, inlassablement et, souvent, sans aucune remise en question, par des professeurs prisonniers d'une méthode imposée. La structure administrative fige leur volonté de changement.

L'ubérisation adore ces situations. Elle libère la créativité et remet en cause la pensée unique. La rente. Ce système basé sur la répétition des habitudes tue la créativité et l'esprit d'adaptation désormais indispensable. Le changement n'est pas nouveau, mais sa vitesse est folle. L'éducation devrait y préparer les élèves et leur permettre de l'affronter à plusieurs. Apprendre par cœur, se contraindre à l'uniformité peut fabriquer des bêtes à concours, utiles pour alimenter le flot de nos futures élites, mais insuffisant pour combler les trous de la raquette sociétale. Pendant très longtemps, l'Education Nationale a assumé le rôle qu'on lui avait affecté et l'a fait avec succès. Mais elle est désarmée face aux bouleversements actuels.

Dans un monde dans lequel le collaboratif l'emporte, le mode de formation descendant est disqualifié. Le savoir étant disponible, il n'est plus distinctif. C'est l'utilité qu'on lui confère, l'objectif qu'on lui fixe, qui fait la différence. Nous devons donc donner à nos enfants les armes pour affronter ce nouveau monde et les baskets pour courir à son rythme. En France, la sélection de « l'espèce » se fait par le haut. Les maths constituent les galons qui distinguent les meilleurs. Or, l'Ecole 42 a justement fait exploser ces critères. Une très large proportion de ses meilleurs élèves était considérée comme perdue pour l'Education Nationale.

Ainsi, nous pensons que la formation du XXI<sup>ème</sup> siècle se justifiera par le projet qu'elle sous-

**Dans un monde où le collaboratif l'emporte, le mode de formation descendant est disqualifié.**

### L'école doit développer des êtres distingués par d'autres qualités que leur faculté à apprendre

tend. Dans un monde dans lequel le fait d'étudier était la certitude d'une carrière tracée, apprendre sans en comprendre le sens pouvait se concevoir. Cet aveuglement avait une contrepartie. Mais, dans un monde dans lequel le diplôme ne garantit plus le succès, la formation doit se réinventer. L'élève doit savoir pourquoi il se forme et ce à quoi cela le mène. Il donne un sens à chaque chose apprise. Son objectif, c'est son avenir, et il veut se montrer digne de son titre. Le diplôme devient une conséquence et non un objectif.

C'est le rôle de l'école que de rendre lucide. L'éducation doit aussi produire des êtres responsables, capables de vivre en société. Elle doit répondre aux défis de l'évolution darwinienne du monde, celle du digital. Développer des êtres capables d'adaptation, distingués par d'autres qualités que la seule capacité à apprendre. Fabriquer des êtres autonomes, mais conscients de la nécessité du collectif. Donner la même valeur et les mêmes chances à ceux qui souhaitent exceller. L'école de la République, elle, est devenue un outil d'inégalité sociale. La reproduction des élites n'a d'équivalent que le déclassement du reste de la population de nos écoles.

Le numérique peut aider les professeurs à transformer leur univers. Dispensateurs des savoirs du monde, ils doivent devenir des coordinateurs, des révélateurs de talents, des accompagnateurs de projets emplis de sens. La quête de l'excellence doit animer chacun, de l'apprenti boulanger à l'élève programmeur. Le respect de la notion de travail, au service d'un projet, ne doit plus être vu comme une contrainte mais comme un outil. Celui qui forme n'est légitime que s'il prouve sa plus-value et non du simple fait de son statut.

Ubérisons la formation, le changement n'est pas une insulte au passé, mais à la médiocrité.

Thierry Marx est chef cuisinier

Nicolas Sadirec est Directeur de l'Ecole 42

Denis Jacquet est cofondateur de l'observatoire de l'ubérisation

## Message de Jean-Yves Grenet, sj, Provincial de France à tous les Icam



Père Jean-Yves Grenet, sj

Chers amis,

Ce numéro aborde la formation d'un ingénieur Icam d'aujourd'hui et il m'est demandé quelques mots sur son lien à la Compagnie de Jésus.

Les générations plus anciennes qui ont fréquenté le site de Lille y ont rencontré plusieurs jésuites à l'œuvre. C'est moins flagrant aujourd'hui, le nombre des jésuites s'étant singulièrement réduit – même si quelques Icam sont entrés dans la Compagnie... mais oui, c'est possible et heureux ! – alors même que le nombre de sites du Groupe s'élargissait. Notons cependant que l'Afrique de l'Ouest ou l'Inde permettent aujourd'hui de découvrir d'autres visages jésuites. Les formes de la participation de la Compagnie de Jésus à l'Icam ne cessent donc de bouger : quelques jésuites en charge éducative ou pastorale sur des sites, d'autres dans les CA travaillant aux orientations globales du groupe avec ses responsables, d'autres auprès des ingénieurs Icam, d'autres encore intervenant ponctuellement à partir du centre de formation qu'est le Centre d'Etudes Pédagogiques Ignatien (CEP) ou de centres spirituels ou de structures d'aide au volontariat international ou plus local, etc.

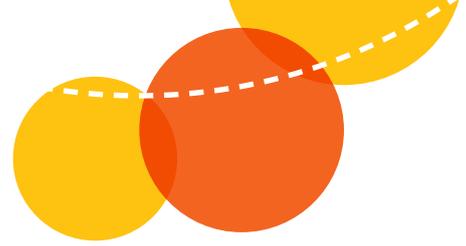
Comme Provincial, je loue l'ensemble de ces modalités de relation entre la Compagnie de Jésus et l'Icam. La première ci-dessus nommée a contribué, et peut encore contribuer, à développer une inventivité inscrite dans le réel éducatif et pédagogique, vécue en relation étroite avec les formateurs dont les jésuites partagent le quotidien. Inventivité nourrie aux fondements ignatiens de notre pédagogie, désireuse de proposer des chemins qui permettent à qui les emprunte de chercher à grandir dans une liberté qui se reçoit, se bâtit dans la rencontre de l'autre, dans le service de la personne et du corps social, dans la volonté de faire avancer la paix et la justice. Liberté qui, pour celles et ceux qui ont le désir de s'en réclamer, se nourrit d'une relation personnelle au Seigneur qui nous sauve, ne cesse de sauver notre monde et suscite notre participation à son œuvre. Liberté pour que, toutes et tous, puissent aussi découvrir que la Tradition de l'Eglise a quelques trésors qui les aident à se fonder et à se risquer dans le monde. A propos de l'inventivité, pensons à l'expériment, à des expériences d'ouverture sociale, aux créations – sur les mêmes sites – de formations pour des publics autres qu'ingénieurs (cf. la richesse des Ecoles de Production), aux retraites variées de dernière année, à certaines propositions de formation humaine, la pédagogie de la décision, l'ouverture internationale etc. Toutes initiatives qui demandent toujours à être retravaillées, évaluées, adaptées pour toucher les personnes de manière plus profonde et régulière (pourquoi, par exemple, ne pas chercher à inventer des retraites plus tôt qu'en dernière année ?) ou retirées pour répondre autrement au contexte actuel ou qui se fait jour.

Aujourd'hui, les jésuites sont moins nombreux sur le terrain. Cependant des ressources existent pour ne pas le désertier totalement, mais surtout pour faire en sorte que des formateurs, des responsables institutionnels, des administrateurs, des ingénieurs Icam... qui trouvent goût à ces réalisations touchent à quelque chose de ce qui les fonde : non seulement la pédagogie mais l'expérience spirituelle ignatienne. Les propositions du CEP ignatien, de centres spirituels jésuites ou ignatiens, les pratiques de la Communauté de Vie Chrétienne (CVX), de réseaux de l'apostolat social ignatien, du Mouvement des Cadres et dirigeants Chrétiens (MCC)... peuvent aider à cela. Du neuf peut être créé avec eux.

Ces ressources et d'autres encore comme Inigo (Service Jésuite de Volontariat International), des formations du Centre Sèvres – Facultés jésuites de Paris, des réflexions proposées par le Centre de Recherche et d'Action Sociales (CERAS), les revues Etudes, Christus ou Projet, les organisations d'anciens élèves de jésuites au plan international... sont aussi largement à la disposition des Ingénieurs Icam de tous âges.

Car la reconnaissance du fait qu'avoir, pendant votre formation, trouvé du goût à une proposition marquée d'une spiritualité donnée peut vous conduire ensuite, plus ou moins tôt selon les personnes, à désirer boire de nouveau à certaines sources, y trouver une énergie nouvelle pour les besoins d'aujourd'hui : établir une vie de famille posée et ouverte, vivre un changement d'orientation personnelle ou familiale, aider vos enfants à se situer dans la vie, mieux comprendre les enjeux d'une question, s'affronter à des fondamentalismes qui interrogent, trouver une place renouvelée dans la communauté des croyants, vivre un engagement politique avec et à la recherche de notre Créateur...

Ces ressources peuvent, elles aussi, tirer profit, au service de tous, de disponibilités et compétences d'ingénieurs Icam quand cela se présente ! Parce que s'éprouver d'une même « famille » ouvre parfois de nouvelles disponibilités. Se fonde alors une « famille » qui ne se reconnaîtra pas seulement dans l'évocation de souvenirs spécifiques à certaines époques mais dans la perception de quelque chose de ce qui fait son identité profonde : une attention à la personne et une confiance accordée et renouvelée ; un désir non d'abord d'excellence – accès à un summum mais bien d'avancer toujours plus loin à partir du lieu où on est arrivé, où on reconnaît avoir été amené ; une soif de justice et de paix à commencer à réaliser dans la beauté et la complexité de notre monde ; un « être-reçu » et « se-recevoir » qui appelle à donner et se donner.



*Vous voyez que, pour moi, la relation du Groupe Icam ou des ingénieurs Icam à la Compagnie n'est pas une question à sens unique. Etudiants d'aujourd'hui et d'hier, ingénieurs d'aujourd'hui et de demain, acteurs du Groupe Icam, hommes et femmes qui cherchez à donner sens à votre engagement dans la vie économique, dans les circuits de production, dans le développement intégral de l'humanité et de la création... vous nourrissez aussi notre vocation de jésuites ! Nous ne cessons de recevoir les uns des autres même si, parfois, nous avons à traverser des difficultés, marqués que nous sommes tous et toutes de nos richesses et potentialités au bien mais aussi de nos limites et capacités à laisser le mal agir par nous... réalités que nous connaissons bien et qui pourtant ne peuvent l'emporter dans la durée, nous le croyons et le savons.*

Alors, penserez-vous, au vu de ces richesses la présence de jésuites dans notre Groupe n'est pas menacée ! Sur ce point,

soyons clairs, je n'ai pas la possibilité de m'engager ni d'engager mes successeurs. Mais une chose est certaine, la « famille » qu'ensemble et avec d'autres nous pouvons faire vivre, devrait longtemps, si nous le voulons les uns et les autres, profiter d'actes de reconnaissance et de rencontres, de relations, interpellations et de nourritures mutuelles. Ce chemin est un chemin où les jésuites sont engagés et où je ne peux qu'inviter celles et ceux qui le souhaitent à s'engager à l'heure et pour la durée qui leur conviennent. Que sera ce chemin ? Comme celui qui s'est déjà dessiné, sans doute un chemin d'inventions nouvelles et d'ouverture aux fleurs et arbres qui surgissent des bétons de nos résistances ou des champs qu'ensemble nous entretenons. Un chemin qui, ouvert au monde, devrait chercher à s'enraciner dans l'Amour qui fait dès ici-bas la Vérité, la Justice et la Paix (Ps 84).

Jean-Yves Grenet, sj

## Vers un ingénieur "entrepreneur"

La mission pédagogique de l'Icam s'appuie, aujourd'hui, sur les fondamentaux qui fondent toute son identité, avec une nouvelle dimension : permettre aux étudiants de devenir des professionnels agiles, acteurs de leurs choix et de leurs projets, profondément conscients des enjeux auxquels ils devront faire face. En un mot, des ingénieurs « entrepreneurs » de leur vie, tant professionnelle que personnelle.

L'Icam a toujours su saisir les opportunités de développement, dans le respect des fondements ignaciens. Les évolutions du marché, marquées par une compétitivité accrue et de profondes mutations économiques, sociales et sociétales, lui imposent de continuer à innover, tout en conservant son identité forte, qui en fait sa richesse et sa réussite depuis maintenant plus de 120 ans.

### L'ingénieur Icam, aujourd'hui et demain

L'ingénieur Icam d'aujourd'hui est un ingénieur généraliste ayant une compréhension globale des enjeux de l'entreprise, qui va lui permettre d'en être un acteur. C'est un professionnel réfléchi, humaniste, capable de discernement dans ses choix personnels. Il aborde l'autre avec confiance, dans un contexte international. L'ingénieur Icam de demain en tant qu'acteur du XXI<sup>ème</sup> siècle, fidèle à ses valeurs, à son histoire et à sa culture, doit s'imposer comme un ingénieur entrepreneur, expert ingénieux et influent, sachant faire preuve d'agilité et de responsabilité dans sa prise de décision.

### Créativité et innovation

Ces deux notions deviennent des compétences clés, indissociables du métier d'ingénieur. Pour répondre à ce défi collectif, passionnant mais exigeant, de grandes orientations pédagogiques ont été décidées, conformément au plan stratégique 2015-2020 :

#### ■ Développer l'esprit d'entreprendre

Être entrepreneur est un état d'esprit qui s'acquiert, se travaille et se développe, en parallèle des compétences scientifiques et techniques de l'ingénieur. Cela passe par des moyens tels que la gestion de projet, la création d'entreprise, le management d'équipe, la gestion des conflits, etc.

#### ■ Susciter leur créativité

Il s'agit de mettre l'élève ingénieur en situation d'être original, autonome, flexible et agile. En développant sa confiance en lui-même, en lui permettant de faire montre d'optimisme et de non conformisme.

Cela passe par l'établissement d'une culture de la créativité au sein même de nos programmes, accompagnée d'une pédagogie active.

#### ■ Innover par une pédagogie interactive

En fonction des objectifs et de la nature des enseignements, différentes approches pédagogiques peuvent être testées telles la classe inversée, la classe renversée, les Mooc, le peer teaching... Avec, au cœur de cette nouvelle approche, le développement des learning lab, des espaces de co-working, des campus numériques, des Fablab, des TechShop...

#### ■ Développer l'ouverture à l'international

Les semestres d'étude à l'international, l'accueil d'étudiants étrangers (des campus Icam d'Inde et Afrique Centrale notamment) ou encore la forte sensibilisation à une diversité culturelle, sont autant de moyens ouverts à nos élèves pour atteindre cet objectif.



par Carole Marsella,  
Directrice du Pôle  
Enseignement Supérieur



Cécilia Vatus  
Enseignante Icam Toulouse

## Témoignage de Cécilia Vatus Animatrice du domaine Génie électrique Des TICE aux neurosciences

*L'apprentissage des fondamentaux en Génie Electrique s'ouvre aujourd'hui à des techniques pédagogiques nouvelles, parfois étonnantes. Utiliser une carte mentale pour comprendre le fonctionnement d'un transistor est désormais possible !*



On imagine mal la société actuelle sans électricité, source d'énergie devenue vitale pour bon nombre d'entre nous. Or le génie électrique regroupe tout ce qui est directement lié à l'électricité. Toutes les branches de l'activité humaine en sont dépendantes.

Qu'advierait-il des transports, de l'éclairage de nos villes et de nos maisons, de l'ordinateur, des communications ?

Qu'advierait-il de nos chers étudiants sans leur téléphone et leurs réseaux sociaux sans génie électrique ?

C'est un domaine vaste allant de l'étude d'une éolienne jusqu'au déplacement

des électrons dans un capteur intégré dans une puce, en passant par l'asservissement des mouvements d'un bras-robot. Alors, comment initier nos étudiants au génie électrique ?

### Mathématiques et Physique d'abord

Les deux premières années à l'Icam permettent de mettre en place un certain nombre de fondamentaux basés sur, essentiellement, les mathématiques et la physique. Les sciences industrielles permettent, elles, de ramener la théorie à la réalité de la pratique.

La troisième année introduit des matières comme l'électrotechnique, l'électronique et l'automatique. Les années suivantes voient ces cours traités plus transversalement.

Les matières « numériques » sont de plus présentes mais pas forcément au détriment des matières originelles (électrotechnique, électronique analogique) mais plutôt en complément, en enrichissement... Les simulations de circuits et de systèmes côtoient maintenant les maquettes sans toutefois les faire disparaître totalement car l'aspect pratique reste toujours un fondement de la formation à l'Icam.

Tout comme le génie électrique est en constante évolution, les manières de l'enseigner le sont tout autant.

C'est un domaine qui se prête autant à l'utilisation des TICE (Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement) qu'à des techniques plus basées sur les neurosciences comme les cartes mentales...il est toujours étonnant de voir des étudiants s'étonner de l'utilisation de cartes mentales pour comprendre le fonctionnement d'un transistor...

### Savoirs techniques et travail en équipe

Les cours magistraux n'ont, certes, pas disparu, mais ils peuvent aussi être consacrés à l'étude de points précis (par exemple commande à transistor) ou à la valida-

tion des acquis des étudiants suite à des classes inversées (utilisations de « clics » ou de téléphones portables).

L'aspect projet apparaît assez rapidement dans la formation. Dès la deuxième année, l'étudiant est initié au travail en équipe (projet I2.4 S11\*). Le savoir technique n'est plus le seul élément évalué. L'aptitude à travailler avec d'autres, à partager, à créer une réflexion commune, collaborative devient indispensable (I3.5 GE\*, I4.7 GE\*). Le semestre professionnalisant I4.8 et ses modules thématiques permettent aux étudiants d'interagir avec des entreprises et de pouvoir ainsi appliquer directement ce qu'ils ont acquis sur les années précédentes.

La mise en place des modules et des cré-



ditions ECTS a conduit à une différenciation du domaine génie électrique entre la formation intégrée (I) et la formation par apprentissage (A). En effet, les différents cours ne sont plus placés au même moment dans la formation, ce qui a impliqué l'utilisation de pédagogies parfois différentes.

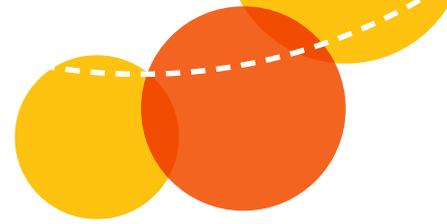
La dernière année, véritable antichambre au marché du travail, met l'étudiant face à l'entreprise via le stage et le mémoire.

\* Nomenclature des domaines

I2.4 S11 : Intégrés 2ème année, 4ème Semestre, Sciences Industrielles 1

I3.5 GE : Intégrés 3ème année 5ème Semestre Génie électrique

I4.7 GE : Intégrés 4ème année 7ème Semestre Génie électrique



Marie-Pierre Gras  
Enseignante Icam Lille

## Témoignage de Marie-Pierre Gras

### Animatrice du domaine Management des hommes et des Organisations

*Le domaine management des hommes et des organisations est l'un des 6 domaines d'enseignement de la nouvelle organisation. Ce domaine est le regroupement de certains enseignements de l'ancienne FH (Formation Humaine) et des enseignements du Génie Industriel ; la visée y est de permettre à l'étudiant d'avoir une compréhension globale du fonctionnement de l'entreprise, et d'y évoluer en tant qu'ingénieur responsable et entreprenant.*

*Je gère le projet création d'entreprise (PCE) depuis 5 ans à Lille pour nos étudiants de 4ème année dans le cycle intégré, en I4.7. Ce projet est une illustration de la pédagogie projet que nous mettons en œuvre.*

### Le PCE répond à 2 enjeux :

- Toucher la fibre entrepreneuriale de nos étudiants.
- Permettre aux étudiants d'aborder les grands domaines de la gestion d'entreprise par la pédagogie projet ; les domaines traités sont la gestion financière, le marketing, une approche commerciale et stratégique, et les bases du droit des affaires.

### Travail en équipe et gestion de projet

Ce projet dure tout un semestre. Les équipes sont constituées avec 4 ou 5 étudiants. Cette année, nous leur avons proposé une séance de teambuilding par la construction de la tour en spaghettis la plus haute. Ou encore création d'un blason à présenter à toute la promo.

Un planning est proposé avec des objectifs et des livrables explicites et formalisés. Des points conseils avec des experts marketing ou finance, sont balisés dans l'emploi du temps. Les équipes projet expérimentent ainsi une gestion de projet en réel avec des étapes clés : savoir transformer l'idée



en projet, élaborer une recherche documentaire, réaliser une étude de marché, construire un business plan et convaincre un jury d'investisseurs. Ils sont autonomes et responsables de leur avancement.

Après 4 à 6 semaines, les équipes sont amenées à réfléchir sur leur fonctionnement d'équipe, sur leur mode de travail, et sur l'investissement de chacun dans le projet. Un point de relecture particulier est mené dans les équipes qui accueillent un étudiant étranger.



en herbe apprend ainsi à « pivoter », par une méthode agile.

La visée du BMC est de savoir expliciter la proposition de valeur du projet. C'est, de ce fait, aussi un bel outil de présentation du projet.



### Créativité et entrepreneuriat

Début octobre, les 4ème années rentrent de l'expérience. C'est une période propice à la créativité. Les 1ères heures lui sont dédiées. Tout est permis ! Puisant dans leurs expériences et sensibilités, les étudiants sont amenés à identifier des sujets qui les motivent. Pour les moins inspirés, des témoignages ou des vidéos sont des apports sur des tendances actuelles d'innovation.

Un enjeu important est de les amener à transformer leurs idées en projet. Nous travaillons avec le Business Model Canvas (BMC). Ce modèle est un outil pour l'entrepreneur qui lui permet d'articuler son idée, de « jouer avec », et de faire émerger les différentes possibilités de modèles économiques. L'entrepreneur

### A la découverte de l'entreprise par une pédagogie projet

En parallèle du PCE, nous mettons en place les apports nécessaires à la connaissance de l'entreprise : marketing, gestion financière, et droit des affaires, selon les volumes d'heures du programme des études. Les étudiants sont mis en exercice sur la base de leur projet de création avant de recevoir des contenus (cf cycle de Kolb). C'est un lieu où nous pouvons conduire des expérimentations de pédagogie active. En gestion financière, « l'apprentissage par les pairs » (peer instruction) se montre très efficace, lors de travail sur des exercices, ou sur des QCM qui reprennent les fondamentaux du cours.

Afin d'aller plus loin sur le cycle de Kolb et la pédagogie projet, nous testons les enseignements de gestion financière avec une approche uniquement prévisionnelle. Les étudiants travaillent le plan de financement et compte de résultat prévisionnel, conformément aux exigences d'un Business Plan. La mise en exercice pré-

lable est systématique. Les contenus sur les points techniques sont fournis lorsque les questionnements émergent. Les étudiants travaillent en équipe projet, sur leur création d'entreprise. Ceci leur permet de s'appropriier les enjeux de leurs acquisitions, et d'y trouver la motivation nécessaire aux apprentissages.

## Une approche du monde professionnel

Les équipes PCE sont accompagnées par un coach tout au long de leur projet. Ce coach est un professionnel de l'accompagnement d'entrepreneurs (par exemple de chez Réseau Entreprendre Nord), ou entrepreneur lui-même. La mise en rela-

tion coach-équipe se fait à l'extérieur de l'école. L'équipe doit fournir les livrables dans les délais, et être proactive dans ses demandes de conseils, ainsi que dans l'organisation de réunion (point coach) avec son propre coach. Le coach joue l'accompagnement par un effet miroir de renvoi de questions. Les étudiants appréhendent ici une posture professionnelle (très différente de leur habituelle relation prof-élève).

Enfin, le PCE se termine par un « jury d'investisseurs ». Nous invitons une vingtaine d'entrepreneurs ou dirigeants d'entreprise intéressés par l'entrepreneuriat. Ils participent bénévolement à 3 ou 4 soutenances, en formant un jury de 3 membres (2 extérieurs et 1 président de jury perma-

nent de l'ICAM). Les étudiants investissent considérablement ce moment, et « jouent le jeu » de l'entrepreneur qui cherche un financement. Après avoir travaillé le fond, ils prennent conscience de la forme. Ils amènent arguments, et conviction, et expérimentent l'enjeu de savoir communiquer.

Les membres de jury jouent le jeu de l'exigence du monde professionnel, ce qui provoque une très grande fierté chez les étudiants. La posture d'exigence rime avec bienveillance. Ainsi les étudiants prennent confiance dans leur créativité, dans leur aptitude à convaincre avec sérieux et enthousiasme, et pour certains, ils se sentent appartenir au monde des entrepreneurs. Le champ des possibles leur est ouvert !

## Témoignage de Pascal Vinot Animateur du domaine Génie mécanique Une mise en scène des théories

*En génie mécanique, l'enseignant est devenu un véritable acteur, qui ne doit plus seulement énoncer des théories mais bien contextualiser en permanence les idées ou hypothèses qu'il présente. Des méthodes pédagogiques dynamiques et originales permettent de retenir l'attention des étudiants.*

Au début de la mécanique, on trouve... un fruit ! Mais pas un fruit de pacotille « OG-Misé » ou traité 37 fois avant d'arriver dans notre assiette. Un de ces fruits sains, qui fait grandir l'esprit... et éventuellement rebute quelques étudiants. Ce fruit c'est... la pomme. Pourquoi tombe-t-elle ? Depuis les premières réponses à cette question (XVII<sup>ème</sup> siècle), l'Homme n'a cessé de chercher à modéliser les phénomènes qui nous entourent et tenter de répondre à la question qui suit : pourquoi une flèche traverse une pomme lorsque cette dernière est posée sur une tête ?

Depuis des siècles, donc, tout un tas de théories, théorèmes, lois, équations, lemmes, trucs et astuces ont été rédigés et ardemment défendus devant les pairs pour validation. Certaines expériences sont en cours de nos jours pour démontrer des phénomènes ou hypothèses avancés deux siècles auparavant.



Pascal Vinot  
Enseignant Icam Nantes

### La manière d'enseigner ces théories a bien changé

Souvenez-vous : un ingénieur Icam en 1898 a vu le théorème de l'énergie cinétique en pensant à une bille. Imaginez aujourd'hui : pendant quatre heures, 100 étudiants devant un tableau noir sur lequel on écrit à la craie « blanche » uniquement, avec les équations d'une bille qui roule, ou les équations des contraintes dans un solide soumis à un chargement donné...

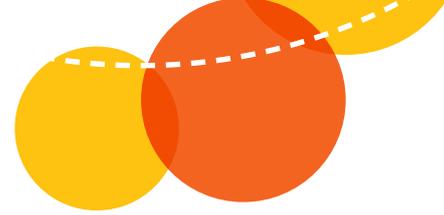
Si la craie n'a pas disparu complètement, on lui préfère des présentations colorées (quelquefois avec des animations) et surtout l'enseignant est devenu un acteur qui

ne fait pas que dispenser un savoir, mais doit contextualiser en permanence les idées ou hypothèses énoncées.

Et les modules sont apparus avec les crédits ECTS et crédits Icam, pour toutes les formations Intégré (modules en I...), apprentissage (modules en A...). Ils ont apporté un découpage du programme de formation en génie mécanique, sûrement plus clair pour les étudiants.

Illustrons avec notre bille qui tourne et qui avance... Aujourd'hui, la bille n'est plus une bille mais un ballon de foot qui va se loger dans la lucarne adverse après un superbe retourné acrobatique (il faut contextualiser). On débute le cours par un petit film de 5 minutes pour analyser la trajectoire de la balle (avec les ralentis), on calcule les efforts nécessaires pour obtenir cette trajectoire en I1 et I2, on détermine les déformations et les contraintes dans le ballon dans les module élasticité (I3.5.GM\* et I3.6.GM\*, A3.5.GME\* et A3.6.GME\*), et on finit par déterminer le nombre de doigts cassés au gardien adverse dans les modules résistance des structures (aussi nommée résistance des matériaux) et éléments finis.

Imaginez le dimensionnement d'un avion en 1898 : on essaie, il tombe (photo), on ré-essaie en changeant quelques para-

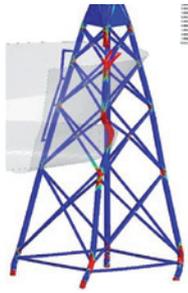


mètres, il tombe encore... jusqu'à ce qu'il reste en l'air. Les méthodes de dimensionnement ont évolué (bien qu'une limite élastique reste une limite élastique), mais aujourd'hui, le calcul des contraintes et déformations se fait à l'aide d'un ordinateur et la définition des chargements est beaucoup mieux connue. Les matériaux sont plus complexes à modéliser : la toile tendue sur du bois a été remplacée par des composites multicouches, dont les orientations de fibres sont optimisées (I4.8\*).

## Le projet, ça n'existait pas ! Chacun sa feuille et que le meilleur gagne !

Aujourd'hui, les idées de chacun au sein d'un groupe sont assemblées pour définir une carte heuristique (en 1898, c'était un terme barbare). Puis viennent les schémas (« bête à corne »), diagrammes (FAST, PERT, GANTT,...) et les étapes de réflexion, mise en commun, réalisation et mise au point. Le travail est le fruit d'une collaboration et non d'un esprit isolé (Rover Martien multi sites en projet I2.4 SI1\*, puis les projets Conception Produit I3.5 GI\* et Industrialisation en I3.6 GI\*).

Les cours magistraux existent toujours : leurs durées sont beaucoup plus courtes et la diversité des méthodes pédagogiques est essentielle pour garder l'étudiant éveillé. Pour cela, la dynamique des



structures (I4.7 GM\*, A4.8 GME\*) s'y prête bien, histoire de mettre un petit peu de mouvement !

Pour conclure, si vous demandez à un étudiant d'aujourd'hui ce que représente pour lui une pomme qui tombe. Il se jette sur son i-PaD en se demandant si Apple fait faillite. La mécanique du cerveau a bien changé... Et pourtant, ce sont les mêmes étudiants, quelques années plus tard, qui sont capables de déterminer le meilleur agencement des renforts d'un jacket d'éolienne Offshore lorsqu'un navire de maintenance manque sa manœuvre et l'impacte (Mastère et thèse de doctorat) ou à inventer un moyen de recyclage des composites (thèse de doctorat).

Ce sont aussi les membres d'une belle équipe qui se renou-

velle - l'association Gold of Bengal - qui cherchent des matériaux low-cost dégradant moins la planète (jute, lin, chanvre,...) tout en assurant une rigidité suffisante aux structures.

Demain, nous parlerons du Génie mécanique incluant la mécanique du point, du solide, des structures, la mécanique quantique et la mécanique des fluides, domaine dans lequel l'Icam ne manque pas d'idée...

\*Codes modules : I = Intégré, A = Apprentissage, 1 à 5 = numéro de l'année, suivi du numéro de semestre (I3.5 : filière intégré, 3ème année, 5ème semestre de formation), PC = Physique/Chimie, SI = Sciences Industrielles, GM = Génie Mécanique, EN = Energétique

|                   |   |                |
|-------------------|---|----------------|
| I1.1 PC2          | Mécanique   |                |
| I1.1 SI1          | Communication technique et fabrication, Statique plane et cinématique | GME (A1 et A2) |
| I1.2 SI1          | Statique et cinématique 3D  |                |
| I1.2 SI2          | Etude des constructions et fabrications                               |                |
| I2.3 SI1          | Fonctionnalités et dimensionnement des mécanismes                     |                |
| I2.3 SI2          | Ormes et comportements des mécanismes                                 |                |
| I2.4 SI1          | Conception et réalisation de systèmes                                 |                |
| I2.4 SI2          | Prévision des comportements des systèmes                              |                |
| I3.5 GM           | Résistance des structures et élasticité                               | A3.5 et A3.6   |
| I3.6 GM           | Elasticité et Eléments Finis  | GME            |
| I4.7 GM           | Vibration des structures  | A4.8 GME-VIB   |
| I35 GI            | CAO et Conception Produit   | A4.7 GME-CONC  |
| I3.6 GI           | Industrialisation   |                |
| I3.5 EN et I3.6EN | Mécanique des Fluides   | A4.8 GME-MFLU  |



Bénédicte Gentin  
Enseignante Icam Vendée

*L'icam souhaite former des ingénieurs conscients du monde et de ses enjeux, cultivant une intelligence sensible et une réelle ouverture aux autres. La formation humaine aide les jeunes à mûrir, de façon à la fois libre et raisonnée, avec ce qu'il faut de créativité pour s'adapter et prendre les bonnes décisions. Le programme des études intègre cette dimension humaine et des modules particuliers ont été imaginés :*

## Témoignage de Bénédicte Gentin Animatrice du domaine Humanités Une formation humaine adaptée aux évolutions de notre société

### Côté formation ingénieur Icam intégré

Les étudiants sont sensibilisés à la philosophie des individus, mais aussi des sciences et techniques, afin de mesurer l'impact des grandes découvertes sur la société. Afin de libérer la parole et les esprits, un module nommé « Prendre position » en 2ème année, offre aussi l'occasion de multiples approches créatives :

écriture, théâtre, vidéo, arts... Une autre manière de développer la conscience de soi et du monde. En 3ème année, les élèves abordent la pluralité des systèmes culturels, le droit social, l'économie, la sociologie des organisations. Des disciplines leur permettant de développer une intelligence des situations et des enjeux. Un module d'éthique complète ensuite l'ensemble et les amène petit à petit à intégrer la Responsabilité Sociale des Entreprises (RSE).

## Formation ingénieur Icam apprentissage

L'approche est plus pragmatique, à l'image des méthodes d'enseignement globales pour ces étudiants ancrés dans le concret. Les deux premières années sont consacrées à l'ouverture aux autres et au monde. En 3<sup>ème</sup> année, un module de Créativité met à l'œuvre la sensibilité et l'intuition des élèves dans la réalisation de projets créatifs. En dernière année les élèves ingénieurs élargissent leur culture éthique permettant de comprendre les débats du monde



contemporain et de s'y situer. Une particularité propre à l'Icam. Dans les prochaines années le processus

d'évolution des formations d'ingénieur (PEFI) laissera une part plus large à l'ouverture sur l'innovation, au développement de compétences multiculturelles et à l'approfondissement de questions éthiques, avec une plus forte transversalité des enseignements. Former l'ingénieur Icam de demain, c'est aussi lui permettre d'acquérir les compétences pour appréhender les profondes mutations économiques, sociales et sociétales de notre monde, et s'y engager dans le sens d'un plus grand bien commun.

## Témoignage de Jérôme Rocheteau Animateur du domaine Mathématiques et informatique Quand l'étudiant devient enseignant

*Voici une expérience originale menée par le département Informatique de l'Icam, site de Nantes: placer l'étudiant dans la position de l'enseignant, pour lui permettre de prendre du recul, et de la hauteur, sur ses acquis et, ainsi, mieux les assimiler. Une expérimentation très positive, tant pour les étudiants que pour les enseignants, qui encourage les équipes à renouveler l'exercice.*

Placer les élèves en position d'enseignant peut-il permettre de mieux apprendre ? C'est ce que de nombreuses études prétendent : nous apprendrions mieux dès lors que nous sommes nous-mêmes en position de faire apprendre. Malheureusement, l'enseignant est souvent plus actif que les élèves dans le monde de l'éducation en France. Serait-il plus judicieux que ce soit l'inverse ?

C'est ce que des enseignants en informatique ont tenté de vérifier lors du cours de bases de données dispensé dans le cadre du module de I3.6 IN\* sur le site de Nantes. Les élèves-ingénieurs de 3<sup>ème</sup> année se sont vu confiés la mission d'élaborer et d'animer le cours magistral et les travaux pratiques du cours d'initiation aux bases de données aux élèves de 1<sup>ère</sup> année dans le cadre du module I1.2 IN\*. Cette mission s'est déroulée à l'issue de leur propre

cours en bases de données, cours relevant d'une pédagogie académique où les travaux pratiques suivaient des travaux dirigés qui succédaient eux-mêmes au cours magistral. Chacun des huit dodécannômes d'élèves de 3<sup>ème</sup> année s'occupait d'une séance de deux heures, ou bien auprès d'une des deux classes préparatoires d'une cinquantaine d'élèves de 1<sup>ère</sup> année, ou bien auprès d'un des trois groupes de ces deux classes. Les élèves de 3<sup>ème</sup> année ont bénéficié de huit heures de préparation qu'ils ont, de fait, effectuées en toute autonomie, bien qu'ils aient pu compter sur le support de leurs propres enseignants. Leur « cahier des charges » leur imposait, d'une part, de respecter autant que possible dans le temps imparti le programme de l'Éducation Nationale pour les classes préparatoires ainsi que le PEFI\* et, d'autre part, de mettre en œuvre des moyens pédagogiques « innovants » dont ils auraient peut-être aimé bénéficier pour eux-mêmes.

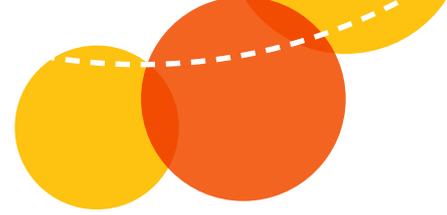
### Une meilleure compréhension des concepts techniques

Le résultat de cette expérimentation pédagogique est globalement positive et ce, à plus d'un titre. Tout d'abord, le cahier des



Jérôme Rocheteau  
Enseignant Icam Nantes

charges a été respecté et les élèves de 1<sup>ère</sup> année sont repartis avec des connaissances et compétences toutes aussi développées que les étudiants des années précédentes, voire même plus étoffées à en croire les élèves de 3<sup>ème</sup> année eux-mêmes. Un élément non négligeable dans l'impact de ces séances auprès des élèves de 1<sup>ère</sup> année réside également dans le changement de mode pédagogique. Ces séances présentaient, en effet, un aspect non conventionnel par rapport à la plupart de leurs séances, à savoir le fait que les enseignants soient également leurs propres camarades ; ce qui augmente l'attention qu'ils ont pu porter lors de ces séances. Par ailleurs, l'élément très positif a été que la très grande majorité des élèves de 3<sup>ème</sup> année qui se sont investis tout au long de cette expérimentation a été admise au module de I3.6 IN : le nombre d'élèves ayant besoin de requalifier ce module a été divisé par deux par rapport à l'année précédente, bien que la barre d'admissibilité ait été relevée d'un demi-point. Cela ne prouve en rien qu'une telle pédagogie soit



plus efficace qu'une pédagogie plus traditionnelle, voire qu'elle doive s'y substituer. Au fond, cette promotion était peut-être meilleure que la précédente et l'expérimentation n'avait pas de but scientifique qui aurait consisté à isoler au sein de cette promotion une population effectuant les cours aux élèves de 1<sup>ère</sup> année et une population ne l'effectuant pas. Néanmoins, de nombreux témoignages d'élèves de 3<sup>ème</sup> année ont souligné leur meilleure compréhension de concepts techniques en bases de données.

## Des enseignants qui apprennent aussi !

L'élément le plus positif réside peut-être dans ce que les enseignants en informatique ont eux-mêmes appris. En effet, cette expérimentation les a conduits à modifier profondément leur propre cours, à l'aune

des éléments « innovants » introduits par les élèves de 3<sup>ème</sup> année lors de leurs séances. L'approche didactique traditionnelle va être abandonnée pour laisser place à une approche dite de « classe inversée » suivie par une approche dite de « classe renversée ». L'approche de classe inversée consiste à faire émerger les concepts de bases de données à partir d'exercices au cours des séances de travaux pratiques, et non l'inverse, à savoir s'exercer après avoir eu connaissances de ces concepts comme c'est le cas avec une approche didactique. Cette approche de classe inversée est ensuite complétée par une approche de classe renversée, au cours de laquelle chacun des dodécansomes élabore un support pédagogique. Celui-ci prend la forme d'une capsule vidéo, sur une thématique précise, qui prolonge les connaissances et compétences acquises aux cours des séances de travaux pratiques.

## En pratique

L'enseignement des mathématiques s'effectue en classes préparatoires, sous forme de cours et travaux dirigés d'algèbre et d'analyse.

L'enseignement de l'informatique s'effectue en partie en classes préparatoires et en 3<sup>ème</sup> année. Il s'agit essentiellement d'initiation à la programmation, aux bases de données, à l'ingénierie des logiciels et à la modélisation de systèmes.

\*Lexique

I3.6 IN : formation des Intégrées au 2<sup>ème</sup> semestre de la 3<sup>ème</sup> année (d'où le I3.6) en informatique (d'où le IN)

I1.2 IN : de coup le 2<sup>ème</sup> semestre de la, 1<sup>ère</sup> année de classes préparatoires en informatique

PEFI : plan d'enseignement et de formation des ingénieurs Icam

## Témoignage de Sophie Canac Animatrice du domaine Énergie, Environnement et Matériaux

*Ce domaine couvre des thématiques qui, à ce jour, sont bien distinctes, à savoir l'énergétique et les matériaux mais, aussi, les sciences du vivant et l'environnement. Le sujet environnement n'est pas vu comme une matière à part, aujourd'hui, mais est une préoccupation sous-jacente de tous les domaines que l'on retrouve à l'Icam. A la base, ces thématiques font appel à des connaissances communes qui se trouvent dans l'étude de la physique, plus précisément la thermodynamique et la thermique ainsi que de la chimie, ce qui permet de lier dans le nouveau domaine les « anciens modules » qui vont être énoncés ci-dessous !*

### Commençons par l'énergétique

Le domaine des énergies, qu'elles soient fossiles, durables, renouvelables est au cœur de nos préoccupations quotidiennes. Le confort thermique de nos habitations, de nos lieux de travail, de nos véhicules... est sans cesse étudié, amélioré de maintes façons. La consommation énergétique des appareils que nous utilisons quotidiennement fait, également, l'objet de nombreuses recherches afin de prolonger leurs

autonomies au moindre coût. Tous ces domaines d'étude font appel aux transferts d'énergie et plus particulièrement aux transferts thermiques, que ce soit par conduction, par convection ou par rayonnement.

Ces différents modes de transfert de la chaleur sont étudiés dans les modules I3.6, A4.7 et C3.6 à travers de nombreux exemples : dans les domaines de la réduction de la consommation énergétique de bâtiment, de l'évacuation des calories de composants électroniques, de l'isolation de conduites transportant des fluides ...

Les équations de la chaleur étant assez complexes à résoudre, puisque la température dépend de 4 variables, les 3 dimensions de l'espace et le temps, la résolution analytique des problèmes ne peut être réalisée qu'à l'aide de simplifications. On va, par exemple, privilégier une direction du flux de chaleur et considérer le problème comme stationnaire. Pour des études plus complexes, on doit utiliser des logiciels adaptés tels que STAR CCM+ en mécanique des fluides ou ArchiWIZARD pour la thermique du bâtiment. Les élèves de l'Icam apprennent à utiliser ces logiciels

au travers de différents projets.

Enfin, de nombreux projets I4.8, A4.8 et C5 font appel à l'énergétique et sont combinés à d'autres enseignements comme le projet GME en apprentissage et formation continue, les thématiques bâtiment et génie civil économiste à Toulouse, énergie et procédés automatisés à Nantes ou énergie à Lille.

### Puis les matériaux

Les matériaux font partie intégrante de notre environnement, ils sont partout autour de nous (même sur nous !) et tout être ou tout objet est fait de matière. Il est donc indispensable de comprendre comment tout cela est fait pour ensuite comprendre comment tout agit et réagit, pour optimiser et trouver de nouveaux matériaux. C'est dans cet esprit-là que l'enseignement est découpé dans la formation intégrée. Tout d'abord l'approche microscopique des matériaux (I3.5) est détaillée puis l'approche macroscopique (I3.6) est appré-



Sophie Canac  
Enseignante Icam Toulouse

hendée. Ainsi tous les types de matériaux existants (à savoir les métalliques, les polymères, les céramiques et enfin les composites qui associent différents matériaux) sont étudiés : structure, propriétés générales, mise en forme. Une corrélation entre ces 3 éléments est alors proposée dans nos formations.

Dans la formation par apprentissage et en formation continue, l'approche est un peu différente même si, au final, les mêmes notions sont vues. Ici, le découpage se fait par types de matériaux : d'abord les métalliques (A3.5) puis les autres matériaux, à savoir les polymères, les céramiques et les composites (A3.6).

Par la suite, il est question de matériaux lors de différents projets I4.8, A4.8 ou C5 qui diffèrent selon les sites : « composites et BTP » à Nantes, « recherche » à Toulouse,

« aménagement et construction » à Lille. Mais il ne faut pas oublier tous les projets tels que la conception ou la création d'entreprise dans lesquels les matériaux peuvent intervenir et où, à l'insu des étudiants, de nombreuses questions matériaux, auxquelles des réponses doivent être apportées, apparaissent ...

## Et les sciences du vivant et l'environnement

C'est aussi à travers les projets I4.8 que les questions de sciences du vivant et d'environnement sont abordées tels que le « bâtiment et ville durables » (Sénart) et « ingénierie du vivant » (Sénart et Lille).

Comme annoncé au départ, les bases communes aux thématiques présentées sont étudiées lors des années préparatoires :

en I1 en thermodynamique et chimie et I2 thermodynamique appliquée et thermo-chimie. Par ailleurs, la formation apprentissage étudie les matériaux en A1.

Demain, le regroupement des différentes thématiques dans le domaine énergétique, environnement et matériaux va permettre d'imaginer d'autres projets interdisciplinaires permettant d'élargir la vision que nous avons aujourd'hui des différents thèmes abordés et de recouper les connaissances. N'est-ce pas là l'intérêt d'être un ingénieur généraliste ?

NB concernant les sigles utilisés : I pour formation intégrée, A pour formation par apprentissage et C pour la formation continue, 1 pour la 1ère année, 2 la seconde ... et I3.5 pour formation intégrée 3ème année semestre 5 etc...

# Un nouveau-né à l'Icam : la chaire d'enseignement et de recherche « Sens et Travail »

par Laurent Falque, titulaire de la chaire

Enfin, qu'est-ce de plus naturel que la naissance de ce projet ? C'est tellement dans les gènes de l'Icam. Plus de deux ans de gestation.

■ Mai 2014 : la direction de l'Icam, à Lille, réunit quelques dirigeants pour savoir ce que la pédagogie ignatienne apporterait au monde de l'entreprise. Un jésuite rappelle « l'art et la manière » d'Ignace de Loyola pour aider à la croissance

de la liberté. Nos interlocuteurs disent que la décision collective les préoccupe : « Nous savons faire prendre une décision à nos équipes, mais à l'arrivée nous sommes souvent déçus ». Rien d'étonnant. La plus grande recherche sur 400 décisions d'entreprises, réalisée aux Etats-Unis, démontre que plus de 50 % des décisions échouent. Mais pas de quoi pour autant envisager une Chaire.

■ Mars 2015 : l'Uniapac propose de réaliser une étude de cas pour les étudiants de l'enseignement supérieur. Leur souhait : disposer de supports pédagogiques pour

promouvoir une approche chrétienne du management. Mais quelles différences dans les pratiques de management d'un dirigeant chrétien et d'un dirigeant non chrétien habité par des valeurs ? Pourquoi ne pas situer l'approche chrétienne dans une dimension plus large, celle des dirigeants humanistes ? Comprendre la volonté de donner du sens suppose alors d'interroger l'histoire du dirigeant, parfois très personnelle, pour répondre à la question

grique, les interviews entièrement retranscrits puis analysés donnent lieu à un récit de vie, sorte d'effet miroir que chaque dirigeant valide.

■ Mars 2016 : La fondation des Entrepreneurs et Dirigeants Chrétiens (EDC) nous invite à présenter les premiers résultats de la recherche au cours d'une table ronde, durant leurs assises nationales, à Lille. Plus de 2000 dirigeants garderont en mémoire ces trois témoignages d'une grande sincérité.

- Un chrétien qui, après son expérience professionnelle de « mort et résurrection », décida de créer une entreprise industrielle tournée vers les handicapés. Avec son associé ils affichent clairement leurs convictions chrétiennes à toutes les parties prenantes (collaborateurs, clients, fournisseurs...), priant régulièrement ensemble.

- Un chrétien très discret qui répondit à l'appel de « quitter son pays », c'est-à-dire une carrière dorée dans un grand groupe international, pour redresser une PME au sein d'une cité devenue « zone interdite » dans sa ville natale.

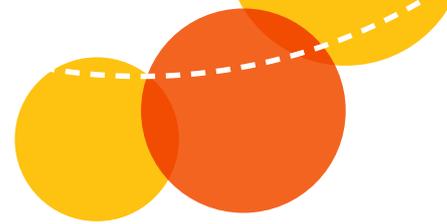
- Un athée qui se bat comme dirigeant pour davantage de fraternité, une valeur qui l'a conduit à des combats presque



Laurent Falque



principale de la recherche : quelles ressources mobilisent les dirigeants humanistes, pour eux-mêmes et avec les autres, dans la perspective d'un Bien Commun à partager ? Du point de vue méthodolo-



acharnés, quels que soient ses interlocuteurs : collègues, actionnaires, acteurs régionaux, délégués syndicaux, inspecteurs du travail ...

■ Juillet 2016 : sur la base de ces premières expériences de recherche en lien avec les entreprises et au service de la pédagogie,

l'Icam de Lille décide de lancer la chaire, «**Sens et Travail**», car les soutiens financiers devraient se confirmer.

Maintenant qu'est né ce projet, n'hésitez pas à nous rejoindre pour l'aventure : [www.soutenir.icam.fr/lille](http://www.soutenir.icam.fr/lille). Nous avons pour ambition de réunir une fois par an, di-

rigeants, managers, universitaires, consultants et étudiants.

**L'inauguration se déroulera le jeudi 9 février à Lille de 14h00 à 20h00.**

Laurent Falque est l'auteur, avec Bernard Bougon, sj, de «*Pratiques de la décision*» puis «*Discerner pour décider*», éditions Dunod

## L'ingénieur face aux défis de la complexité

*Dominique Genelot a participé à la rédaction de deux chapitres du Livre Blanc que l'IESF (Ingénieurs et Scientifiques de France) va publier fin 2016 : un chapitre consacré à la responsabilité éthique de l'ingénieur dans les systèmes complexes, l'autre à la nécessité de repenser la formation des ingénieurs pour répondre au défi de la complexité\*.*

*Nous lui avons demandé une synthèse de ces réflexions. (N.D.L.R.)*

L'humanité entre dans une période à hauts risques. L'accélération et la combinaison d'avancées scientifiques et technologiques stupéfiantes dans tous les domaines engendrent des mutations complexes qui n'impactent plus seulement nos modes de vie, mais engagent le futur de notre humanité dans son ensemble.

L'ingénieur est non seulement un acteur de cet écosystème mondial, il en est aussi l'auteur et le concepteur. Le monde d'aujourd'hui n'attend pas seulement de l'ingénieur qu'il sache appliquer des méthodes apprises. On attend de lui surtout qu'il soit «*concepteur*» : qu'il sache imaginer et mettre au point des objets, des systèmes, des organisations, des processus, avec la conscience que ceux-ci vont modeler la vie et orienter le futur des hommes qui les utiliseront. Sa responsabilité éthique et citoyenne est engagée : l'ingénieur ne peut plus se contenter de réaliser ce qui est techniquement possible et légalement autorisé, il doit aussi mettre en œuvre dans sa réflexion un questionnement sur les intentions, l'utilité et les conséquences des progrès techniques auxquels il travaille. S'il ne le fait pas, qui le fera ?

Trois types de compétences se conjuguent maintenant dans les responsabilités de l'ingénieur :

■ Il doit maîtriser des compétences scientifiques et techniques de plus en plus spécialisées.

■ Il doit travailler en étroite coordination avec une grande diversité d'autres spécialités (technique, économique, sociale, commerciale, écologique, juridique, politique). En permanence immergé dans des «*écosystèmes interdisciplinaires*», il doit avoir une conscience aigüe des interactions systémiques.

■ Enfin, l'ingénieur est confronté à une complexité croissante qui se manifeste par une combinaison de phénomènes non maîtrisables : incertitudes grandissantes, infinie diversité de points de vue et d'interactions impossibles à contrôler, contradictions et antagonismes de toutes sortes, effets pervers, ambiguïtés, erreurs, etc.

Ces défis de la complexité méritent une attention particulière. En effet, les ingénieurs sont très bien formés sur les plans scientifique et technique, et de mieux en mieux sur le plan humain et relationnel, mais sont mal préparés à la compréhension des phénomènes complexes et se trouvent démunis quand ils y sont impliqués. L'ingénieur doit aussi apprendre à, non pas «*maîtriser la complexité*», car la complexité est précisément tout ce qu'on n'arrive pas à comprendre complètement et encore moins à maîtriser frontalement, mais à conduire ses projets «*dans et avec*» la complexité.

Le défi de la complexité est d'abord dans nos têtes. C'est un défi «*épistémologique*» : ce n'est pas la réalité «*en soi*» qui est complexe, mais notre relation à la réalité. Nos limites cognitives ne nous permettent pas de percevoir et de comprendre toute la réalité avec laquelle nous interagissons.

Pour assumer leurs responsabilités dans la conception et le pilotage des

systèmes complexes, les ingénieurs ont besoin d'acquérir des connaissances nouvelles et «*actionnables*» facilitant leur compréhension des phénomènes complexes, qui peuvent être résumées en trois points principaux :

■ Acquérir une base épistémologique solide (selon la définition qu'en donne Jean Piaget, l'épistémologie est, en philosophie des sciences, «*l'étude de la constitution des connaissances valables*») afin de comprendre comment se construisent leurs connaissances et leur représentation du monde, et prendre du recul sur leur façon de conduire leur pensée, de faire leurs choix.

■ Se former aux sciences de la modélisation (comment se construisent nos représentations du réel), de la conception (comment élaborer nos projets, comment produire nos innovations), et de la systémique.

■ Apprendre à affronter les contradictions et les logiques antagonistes, inhérentes à tous les systèmes vivants, en les reliant, sans les nier ni les dissoudre dans des consensus mous.

En quelque sorte, pour exercer leur «*science avec conscience*», les ingénieurs sont invités à faire leur ce principe énoncé par Pascal : «*Travaillons donc à bien penser. Voilà le principe de la morale*».

\* Dominique Genelot est par ailleurs l'auteur d'un ouvrage intitulé «*Manager dans (et avec) la complexité*» (5ème édition, Eyrolles, fév 2017) qui fait référence sur la question du management en univers complexe.



Dominique Genelot (64 IL)