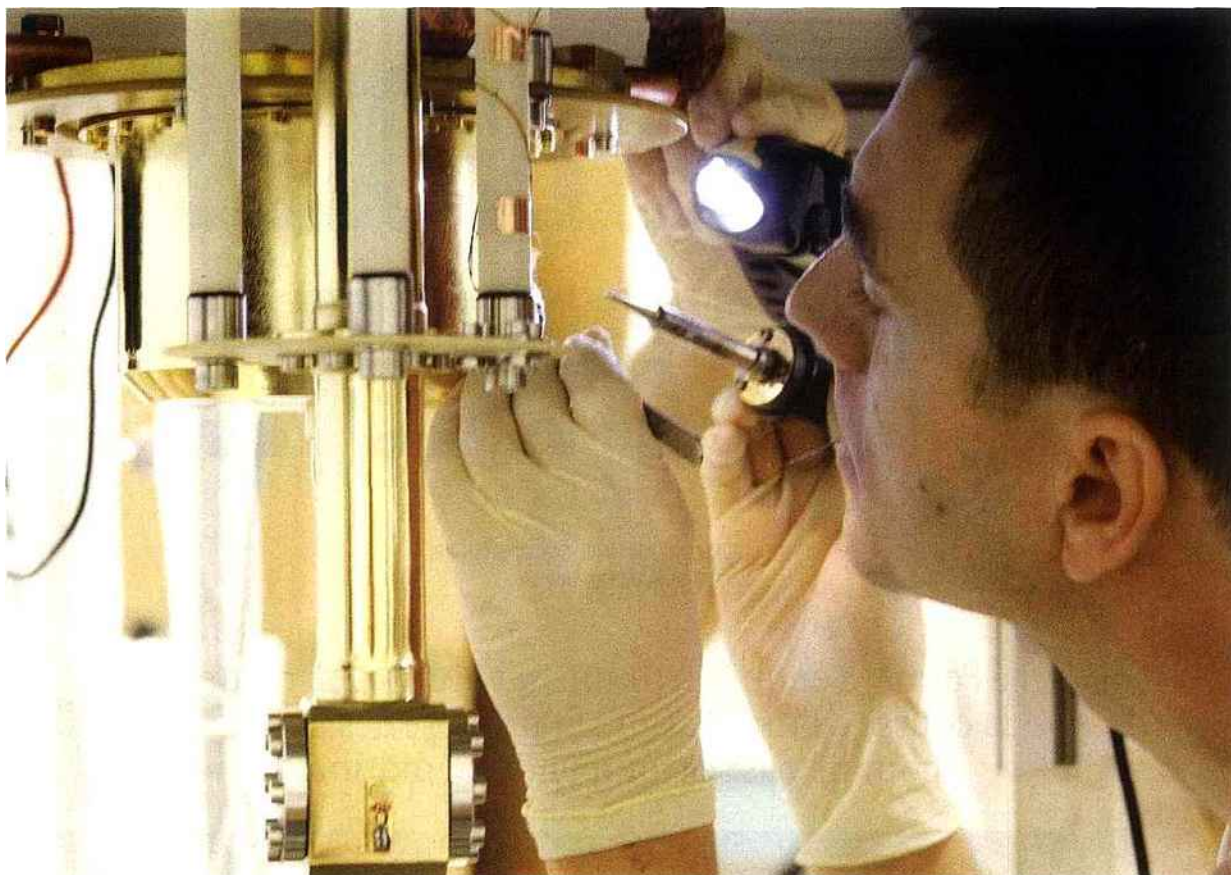


SPÉCIAL ÉCOLES D'INGÉNIEURS



Avoir des idées, ça s'apprend

Révolution. Les initiatives pour apprendre à innover pullulent.

PAR ANNE-NOÉMIE DORION

Rien de plus immuable qu'une présentation du drapeau de Polytechnique. Rituel ancestral, étapes millimétrées pour introniser la nouvelle promotion dans la prestigieuse école. En ce 17 octobre, la tradition ne varie pas d'un iota. A un détail près : François Fillon est là, venu en personne présider la cérémonie. Il n'en fallait pas moins pour confier

une mission de taille à la crème des élèves ingénieurs et à leurs formateurs : « Faire de la nation l'une des plus rayonnantes en matière de recherche et d'innovation. »

Innovation. Le sacro-saint concept est lâché. « Il est dans toutes les bouches, on n'entend parler que de ça », confirme Gérard Duwat, vice-président du CNISF, fédération d'associations d'anciens élèves et de sociétés d'ingénieurs. Ecoles, entreprises, pouvoirs publics, tous s'accordent sur un point. Pour assurer la vitalité économique de la France en ces temps de délocalisations, une seule solution : innover. « On n'arrivera à maintenir une activité industrielle sur notre territoire qu'en misant sur notre valeur ajoutée :

le développement de hautes technologies et de start-up pour les mettre en application », estime Benoît Legait, directeur des Mines de Paris.

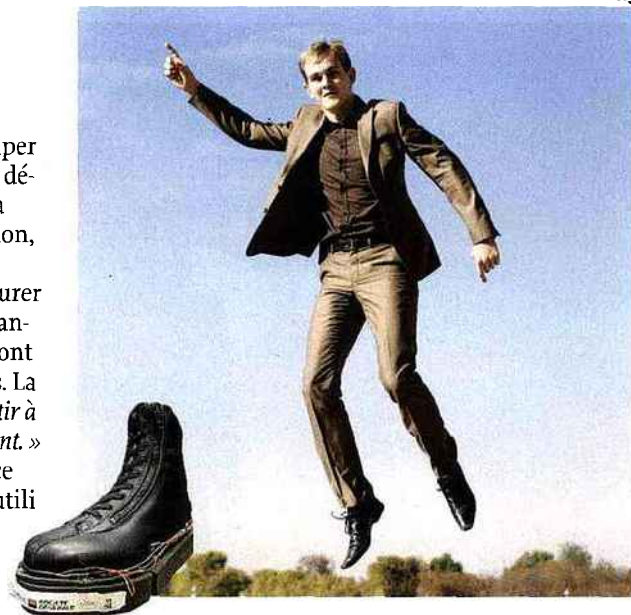
Une évolution d'autant plus nécessaire que les entreprises ne cessent de réclamer des profils innovants. Plusieurs écoles se sont attelées à une veille attentive des besoins des entreprises. Récemment, l'Ensam a effectué une enquête auprès de 150 DRH pour adapter sa formation. Pendant un an, l'UTC a lancé un grand chantier sur « l'ingénieur contemporain ». La réponse ne varie pas : il doit être une boîte à idées ou il ne sera pas. La preuve : en cinquante ans, la part d'ingénieurs en lien avec l'in-

Projet. Le projet Cryo au laboratoire de solides irradiés, à l'Ecole polytechnique

Jonathan Nussbaumer Polytechnique Les chaussures de l'espace

Jonathan Nussbaumer n'est pas un rêveur. Il est polytechnicien. Pourtant, lorsque l'élève a été chargé de développer un projet scientifique collectif, lui et ses camarades ont visé la lune. Informés que le CNES cherchait des innovations utiles aux expériences de vol en apesanteur de l'A 300 Zero-G, les cinq fans de Tintin ont trouvé une idée de génie : « Concevoir des chaussures intelligentes. » Plutôt que de se contenter de simples aimants fixés aux semelles, les élèves ont créé un système de capteurs ca-

pables de détecter et d'anticiper le mouvement du pied pour désactiver l'aimant et aider à la marche. Au delà de l'invention, l'aventure a aussi permis au groupe d'apprendre à structurer un projet et à monter un financement. Quatre mille euros ont été réunis par les inventeurs. La morale de l'histoire ? « Aboutir à un objet concret est très motivant. » D'autant qu'à terme les Space Walk pourraient aussi être utilisées en kinésithérapie, pour aider à la rééducation à la marche ■



novation est passée de 16 à 44,5% selon l'enquête 2009 du CNISF réalisée auprès de 50 000 ingénieurs. Cerise sur le gâteau, ces ingénieurs là progressent plus vite et mieux que les autres et ils touchent en moyenne 12 000 euros de plus que leurs homologues. CQFD. Innovons!

A priori, le défi devrait être un jeu d'enfant pour les diplômés des écoles d'ingénieurs. Cracks incontestés de la formation scientifique, les établissements français sont unanimement loués par les professionnels. Seulement voilà : au tableau d'honneur de l'Ompi (Organisation mondiale de la propriété intellectuelle) recensant le nombre de brevets déposés par chaque pays, la France n'arrivait en 2008 qu'en 5^e position... derrière la Corée du Sud ! Et le tissu des PME, importantes sources d'innovation, est six fois plus étendu en Allemagne que dans l'Hexagone.

Mais que manque-t-il aux cerveaux de notre élite scientifique ? Nos écoles n'insufflèrent-elles pas suffisamment à leurs élèves la capacité d'innover ? « Pendant longtemps, les écoles se sont surtout appliquées à former de parfaits scientifiques, reconnaît Christian Lermينياux, premier vice président de la CDEFI, la Conférence des directeurs des écoles françaises d'ingénieurs, et président de l'Uni-

versité de technologie de Troyes (UTT). Linéaires, les pédagogies visaient à développer chez les étudiants l'idée que chaque problème doit trouver sa solution. Il a fallu sortir de cette méthode façon recette de cuisine. Un ingénieur ne peut plus se contenter

d'être un bon expert. Nous le formons à acquérir davantage d'autonomie. Pour les écoles, cela a constitué une révolution. »

Fin, donc, le temps où les établissements attendaient seulement de ces têtes bien faites

EN CINQUANTE ANS, LA PART D'INGÉNIEURS EN LIEN AVEC L'INNOVATION EST PASSÉE DE 16 À 44,5 %.



qu'elles soient capables de résoudre un problème complexe. L'ingénieur doit être inventif.

Les pédagogies s'orientent désormais vers cet objectif. Avec un credo : « La plupart des étudiants ont quatre à cinq idées par jour. Simple-ment, ils n'en ont pas conscience, affirme Christian Lermieux. Il faut les aider à les détecter. » Récemment, l'UTTA émaillait son cursus de séances régulières dites de diagnostic pour révéler à eux-mêmes les inventeurs qui s'ignorent. Cette année, l'école a aussi prévu de stimuler les créatifs en herbe en faisant participer pour la première fois ses étudiants à l'opération « Plug & Start Campus », organisée du 18 au 20 novembre par la Technopole de l'Aube en Champagne. En un temps limité, les participants s'affrontent autour de projets concrets. Une pratique de plus en plus courante. Le week-end dernier se sont ainsi déroulées à l'Estia, à Bidart, les « 24 heures de l'innovation ». Des équipes composées d'étudiants, de chercheurs et de développeurs ont dû plancher vingt

quatre heures d'affilée sur des projets proposés par une vingtaine d'entreprises. De même, à l'Insa de Lyon, les étudiants se destinant à la filière Entreprendre commentent par participer à un concours entre les membres du programme. Six cents minutes de marathon pour trouver des idées autour de thématiques ludiques tirées au sort. Un brainstorming interrompu par des séquences méthodologiques pour apprendre à faire mûrir son idée.

Derrière ces différents procédés se cache une conviction de plus en plus répandue : innover, ça s'apprend. « Les élèves doivent comprendre que l'innovation n'est pas forcément une fulgurance, mais aussi un processus méthodique et laborieux. C'est ce à quoi s'appliquent des pédagogies comme la nôtre », explique Jack-Pierre Pigué, directeur des Mines de Nancy.

« Il faut des profils plus agiles, renchérit Gilles Gleize, directeur des études à Centrale Paris. Les étudiants ne doivent pas se contenter de répondre à une demande mais ap-

Futur. Le Move, Modular Virtual Environment, appareil d'immersion virtuelle, a l'Ensam de Chalon-sur-Saône.

prendre à remettre en question un système spontanément, à s'interroger systématiquement sur la façon de l'améliorer. Pour ce faire, ils doivent comprendre qu'un problème ne se résout pas d'une seule façon. »

Depuis deux ans, Centrale Paris a donc introduit dès la première année un programme de coaching comportemental. Chaque semaine, pendant des sessions de deux jours et demi, les étudiants sont rassemblés en petits groupes puis confrontés à des cas pratiques complexes : hypothèses incertaines, sujets flous, temps réduit... L'idée : placer les élèves en situation d'insécurité, pour leur faire perdre leurs certitudes et leur apprendre à réfléchir autrement.

Stages en labo. Partout, les écoles favorisent les échanges entre leurs chercheurs et leurs élèves. Et pas seulement par le biais de cours. Place aux travaux pratiques. Les stages en labo deviennent obligatoires dans le cursus, et la poursuite en thèse est valorisée. Aux Mines de Paris, 15% des diplômés continuent en thèse, un score bien supérieur aux 8% réalisés par la moyenne des écoles. L'école a également ouvert une nouvelle option ingénierie de la conception. Fondé sur la théorie CK (conception et knowledge) imaginée par des professeurs de l'école, le programme est composé de cinq modules répartis en deuxième et troisième année. La pédagogie, à la fois pratique et théorique, doit enseigner de nouvelles méthodes de conception. Objectif annoncé par Benoît Legait : « Que les élèves arrêtent de se ruer sur une solution pour utiliser tout le champ de réponses possibles. »

C'est depuis longtemps le credo de l'Université de technologie de Compiègne. On s'emploie à cultiver chez l'élève l'interdisciplinarité en introduisant des sciences humaines dans l'enseignement. Aboutissement de cette pédagogie, le Centre d'innovation de l'école, amorcé en 2007. Regroupés au sein d'ateliers, professionnels, chercheurs et étudiants de différentes spécialités mettent au point en-

« IL FAUT DES PROFILS AGILES. LES ÉTUDIANTS DOIVENT COMPRENDRE QU'UN PROBLÈME NE SE RÉSOUT PAS D'UNE SEULE FAÇON. »

Aloun Vangkeosay Insa Lyon Un dirigeable solaire

Pour Aloun Vangkeosay, 23 ans, le métier d'ingénieur n'a qu'un but, « devenir un pionnier » : « Je n'ai intégré une école d'ingénieurs que pour marcher sur les traces de mes modèles. Mon rêve était d'inventer des machines à l'instar de Léonard de Vinci. Mais beaucoup de formations sont éloignées de mon imagerie d'Epinal. » Quoi de plus logique pour l'ancien élève que d'intégrer la filière Entreprendre de l'Insa de Lyon ? « J'y ai appris à donner corps à mes envies. » En d'autres termes, à mener à bien le projet Sol'R, destiné à mettre au point le premier ballon

dirigeable à énergie solaire. L'intérêt : fabriquer un moyen de transport à la fois manœuvrable, silencieux, peu consommateur d'énergie et capable de supporter des charges très lourdes. Après deux ans de travail et 230 000 euros de financement, Nephelios, 22 mètres de long, vient de voir le jour. Le résultat d'un travail d'équipe. « Hormis une trentaine de bénévoles, nous sommes trois associés, dont l'un vient d'une école de commerce. Sans nos cultures et nos compétences complémentaires, nous n'y serions pas arrivés. » ■



semble des projets innovants. Le principe : décroisonner les disciplines, pour chercher à aborder un problème sous l'angle d'une thématique générale. « Traiter les nouvelles problématiques sociétales, comme les problèmes environnementaux, suppose de rassembler des compétences différentes autour d'une même question. On ne peut plus laisser chacun travailler dans son coin », juge Louis Côté, président de l'école.

En d'autres termes, tout est fait pour franchir le pas qui sépare

**« IL FAUT EXPLI-
QUER AUX ÉLÈVES
QUE LEURS IDÉES
GÉNIALES DOIVENT
RÉPONDRE À
UN BESOIN
DU MARCHÉ. »**

l'invention de l'innovation. « Les élèves arrivent pleins de naïveté et d'imagination. Il faut leur expliquer qu'on n'entre dans l'innovation qu'à partir du moment où leurs idées géniales répondent à un besoin du marché », insiste Hervé Kleczewski, professeur à la filière Entreprendre de l'Insa de Lyon et directeur d'un cabinet de conseil spécialisé dans la conception d'innovations pour les entreprises.

Frank Weiser peut en témoigner. Secrétaire général du Comité Richelieu, association de PME inno-

vantes, il est aussi PDG du cabinet de conseil en maîtrise des risques LGM. La dernière trouvaille de son équipe est, dit-il, une prouesse technologique exceptionnelle. Difficile de faire plus performant en matière de vérification de calculateurs automobiles. Seul problème de cette géniale invention : son prix. « 1,5 million d'euros pour tester un seul modèle de voiture ! Le moins qu'on puisse dire est que le modèle économique n'est pas rentable », ironise le dirigeant.

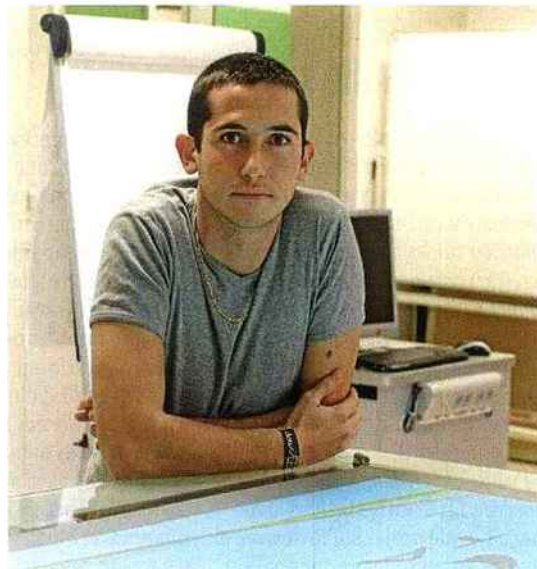
L'histoire pourrait être

Fabien Chateau UTC Compiègne Des écrans ultrasensibles

Les écrans tactiles, Fabien Chateau en manipule depuis sa plus tendre enfance. Et pour cause : sa famille travaille depuis des années dans le multimédia. Rien d'étonnant, donc, à ce que cet élève de l'UTC ait intégré l'UV qui consistait à développer une table tactile. Pas surprenant non plus qu'il ait remporté la première étape du concours innovation de l'école en tant que chef d'un projet inédit : créer de nouvelles interfaces entre l'homme et la machine. *« Concrètement, il s'agit de donner*

plusieurs ordres simultanément en utilisant plusieurs doigts sur l'écran. Un peu comme si on se servait de plusieurs souris en même temps », résume Fabien. Les applications possibles ? Chut... Il ne peut en dire plus pour l'instant : confidentialité oblige.

S'il fait partie des deux gagnants, Fabien obtiendra les financements nécessaires à la réalisation de son idée. Et se verra attribuer une équipe d'étudiants et de professeurs pour concrétiser son invention et créer sa start-up. On croise les doigts ■



anecdotique. A en croire Frank Weiser, elle est symptomatique d'un mal bien français. *« Je passe mon temps à frustrer mes équipes en leur expliquant qu'une idée géniale sans débouché ne sert à rien dans une entreprise. Elles ne me comprennent pas : du moment que tous les fils se connectent et que cela cli-gnote, elles sont satisfaites. Nos écoles d'ingénieurs, les meilleures d'Europe, forment des experts scientifiquement irréprochables, mais qui manquent cruellement de pragmatisme économique. »*

Al'origineuniquementconcen-

Inventeurs. L'Ecole des mines gère un portefeuille de 100 brevets

tréesurlesperformancetechnologiques, les écoles commencent à corriger le tir pour apporter à leurs élèves une formation économique. De Polytechnique et HEC à Centrale et l'Essec, en passant par Centrale Lyon et l'EM Lyon, pas une école d'ingénieurs qui ne s'associe désormais à son homologue managérial pour créer des programmes communs. Exemple par excellence, Artem, alliance de l'Ecole des mines de Nancy, de l'ICN et de l'Ecole supérieure d'art de Nancy. Les élèves y préparent ensemble quarante projets communs ausein

de vingt ateliers thématiques. Fondé il y a une dizaine d'années, le rapprochement s'intensifie ce mois-ci grâce à la création d'un campus unique.

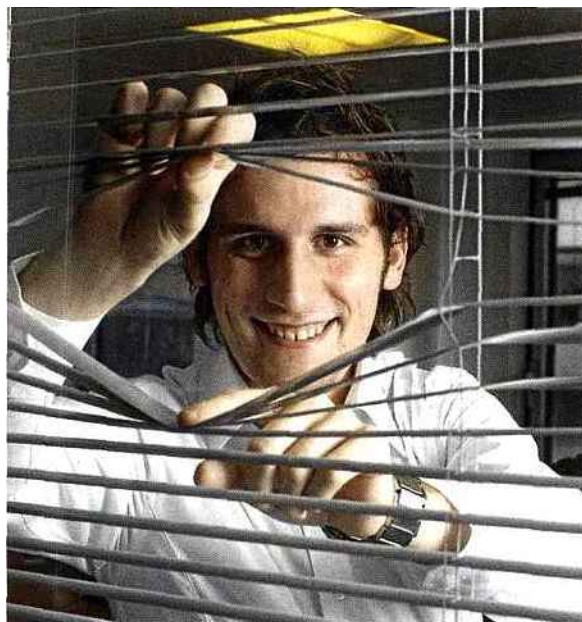
Mais les écoles se sont surtout employées à se rapprocher des entreprises, notamment en favorisant la recherche appliquée, destinée à développer des technologies censées résoudre un problème ponctuel. Toutes tentent de combiner les savoir faire des professionnels et élèves ingénieurs en une réflexion commune. Toutes mettent en avant le nombre d'élèves qui poursuivent en thèse, de plus en plus élevé. Toutes tentent de sortir les doctorants de leurs laboratoires pour les faire participer aux projets. Dotée d'une Direction des relations industrielles et des partenariats (DRIP), Polytechnique est passée maîtresse dans l'art de développer ces nouvelles alliances. *« De spectatrices les entreprises sont devenues actrices, voire prescriptrices »,* se réjouit François Plais, chargé d'affaires à la DRIP. Depuis 2004, 19 chaires ont vu le jour dans l'école. Et 400 contrats ont été passés entre l'établissement et les groupes industriels, générant 14 millions de recettes par an. Avec 29,5 millions d'euros d'activités contractuelles de recherche, l'Ecole des mines n'est pas en reste. De quoi développer une politique de gestion des



Pierre Duchesne ECE Des logiciels écolos

Pierre Duchesne est tombé dans la marmite de l'informatique quand il était petit. A 11 ans, l'autoproclamé «geek» détournait le système de refroidissement du réfrigérateur familial pour augmenter la puissance de son PC! L'as de l'ordinateur est toujours animé par la même passion. Ce qui l'intéresse désormais? Réduire la consommation énergétique des machines, en n'utilisant que la puissance dont elles ont besoin en temps réel. Une idée qui a germé pendant un cours de l'ECE. Pierre intègre la

mineure management de projet et élabore plusieurs logiciels. Avec deux associés, il vient de créer la société Alternative Vision of Business (Avob). Aussi écolos qu'économiques, ses produits ont l'intérêt de faire baisser les factures et ont permis de réduire de 75 % la consommation énergétique du parc informatique de son premier client: le ministère de la Culture. Sans surprise, Intel, Cisco et Microsoft se sont associés au petit génie. Après un trimestre d'activité, Avob a réalisé 500 000 euros de chiffre d'affaires ■



brevets plus ambitieuse. L'école gère désormais un portefeuille de 100 brevets. L'X revendique 75 familles de brevets.

Cette formation à l'innovation ne se place pas uniquement au service des grands groupes. Plu-

sieurs écoles développent des filières entrepreneuriales pour favoriser la création de start-up. Comme l'Insa Lyon, dont la filière Entreprendre est destinée à créer des vocations chez ses élèves. Fondés sur une pédagogie «sur mesure»,

le cursus et les enseignements s'adaptent aux projets imaginés par les élèves. L'UTC a, elle aussi, misé sur les start-up. Pari réussi: depuis son ouverture, le programme a permis la création de 170 PME! ■