

LIVRE BLANC

Tech, le monde d'après

Un défi pour l'enseignement supérieur



DE VINCI
HIGHER
EDUCATION

ÉDITO

Les technologies font aujourd'hui partie intégrante de nos vies personnelles et professionnelles. Dans tous les métiers, tous les secteurs, les techs se sont imposées dans nos quotidiens, nous amenant à maîtriser de nouveaux outils et à acquérir de nouvelles compétences. Et aussi à nous ouvrir à un large champ des possibles que sont les données massives (les fameuses big data), l'intelligence artificielle, la blockchain, la robotique... L'enjeu : comprendre le monde qui nous entoure mais aussi mieux appréhender les enjeux sociétaux et technologiques.

Des exigences qui n'ont pas échappé aux établissements d'enseignement supérieur. Pour former les managers, les ingénieurs, les entrepreneurs, les leaders de demain, un socle de compétences et de connaissances dans les techs est aujourd'hui intégré aux formations. Un socle qui ne fait pas l'économie des questions éthiques et surtout des soft skills. Plus les techs prennent de l'importance, plus nous avons besoin de citoyens éclairés, autonomes, capables de s'adapter, de travailler en groupe avec d'autres profils et d'autres compétences... Des profils que les entreprises s'attachent aujourd'hui.

Et c'est bien l'objet de ce livre blanc que de tracer un fil entre des parcours singuliers et des cursus en constante évolution, des compétences apprises et celles déployées dans un cadre professionnel. Pour y parvenir, une dizaine de journalistes ont interrogé étudiants, alumni, professeurs, chercheurs, entrepreneurs, ingénieurs pédagogiques, DRH, acteurs associatifs... De quoi rendre compte de la richesse et de la complexité du sujet. Et des enjeux majeurs qu'il recèle pour l'avenir de l'humanité.

Anne Dhoquois & Olivier Rollot
Rédaction en chef



SOMMAIRE

2 • Avant-propos

PARTIE 1

Se former aux techs

- 8 • Quand l'un des plus grands experts mondiaux de l'IA se confie : entretien avec Yoshua Bengio
- 11 • Les différentes facettes de l'intelligence artificielle
- 14 • De l'importance de la culture scientifique
- 18 • Demain, tous programmeurs ?
- 20 • Les techs sauveront-elles la planète ?
- 22 • L'entrée en force des soft skills
- 24 • De nouvelles pédagogies
- 28 • Portraits d'étudiants

PARTIE 2

Des entreprises en mutation(s) tech(s)

- 32 • Innovation : la grande révolution numérique
- 38 • Ce qu'attendent les entreprises des jeunes diplômés : entretien avec Bruno Guillemet, directeur délégué RH de Valeo
- 40 • Quand les entreprises prennent les enjeux de RSE à bras le corps
- 44 • Quand une entreprise se transforme, le recrutement évolue... : entretien avec Karima Silvent, DRH du groupe AXA
- 47 • Portraits d'alumni

PARTIE 3

De la théorie à la pratique

- 52 • Un processus d'innovation à la loupe
- 54 • Le SCAI : quand La Sorbonne développe l'IA
- 56 • Les learnings labs, apprendre par le projet
- 60 • Du MIT au DVIC : entretien avec Clément Duhart, directeur du DVIC
- 62 • L'accompagnement à la création d'entreprise : une fusée à plusieurs étages
- 64 • Comment l'innovation technologique vient aux armées : entretien avec Emmanuel Chiva, directeur de l'Agence de l'innovation de Défense
- 67 • Entrepreneurs du XXI^e siècle

70 • Épilogue

Une publication du groupe HEADway Advisory, SAS au capital de 30 000 €, RCS 53298990200046 Paris, CPPAP 0920W93756, 33, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

Directeur de la publication : Sébastien Vivier-Lirimont.

Rédacteur en chef : Olivier Rollot

Rédactrice en chef déléguée : Anne Dhoquois

Conception graphique et mise en pages : Élise Godmuse / olo.éditions

Avant-propos

« LA PRISE EN COMPTE DE GRANDS FONDAMENTAUX SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES EST NÉCESSAIRE »

PASCAL BROUAYE, PRÉSIDENT DU PÔLE LÉONARD DE VINCI

SÉBASTIEN TRAN, DIRECTEUR GÉNÉRAL DU PÔLE LÉONARD DE VINCI

Mais qu'est-ce que nous devons absolument comprendre des techs ? Comment vivre dans un monde où elles sont omni présentes sans en maîtriser un minimum les tenants et les aboutissants ? C'est dans cet esprit que Pascal Brouaye et Sébastien Tran, respectivement président et directeur général du Pôle Léonard de Vinci, ont réfléchi à ce livre blanc. Leurs explications.

Pourquoi avoir voulu publier un livre blanc consacré aux techs ?

Pascal Brouaye : Nous pensons avoir des choses à dire de par notre positionnement très transversal avec deux écoles à haute intensité tech (ESILV et IIM), qui irrigue l'ensemble de nos formations, et parce qu'on voit bien qu'il y a aujourd'hui des débats de société très importants autour des sciences et des techs. De nombreuses questions se posent par exemple sur l'enseignement des mathématiques et, d'une façon plus générale, sur la question de la formation scientifique. Concernant la prise en compte du réchauffement climatique ou d'un grand nombre de sujets, on a parfois tendance à constater que les sciences et les technologies, qui sont pourtant sous-jacentes, sont un peu les parents pauvres de la connaissance. Pour prendre des exemples d'actualité, on peut citer la question de l'énergie nucléaire, la compréhension de ce qu'est un algorithme, de la précision des sondages, etc. Et on ne peut pas tout résoudre par des discussions, des incantations. La prise en compte de grands fondamentaux scientifiques et technologiques est nécessaire pour faire passer des idées et des politiques. Le citoyen doit absolument bénéficier de ces fondamentaux. L'exemple de ce que représente l'énergie dans nos sociétés est symptomatique. Elle est à la base de nombreux soubresauts géopolitiques mais c'est avant tout une question de physique, de matière...

Et il ne faut pas non plus oublier que, sans un bon niveau en sciences des concitoyens, les innovations qui sont souvent fondées sur la tech vont émerger dans d'autres pays. Mais les élites politiques ont-elles le minimum de formation scientifique pour le comprendre ? Le fait que la France s'est beaucoup plus désindustrialisée que la Suisse, l'Allemagne ou l'Autriche montre

que la conscience de l'importance de l'industrie n'était pas partagée par la classe politique française.

Sébastien Tran : Nous voulions d'abord ouvrir la « boîte noire » qu'est la tech. Beaucoup parlent de la tech sans forcément avoir même une connaissance a minima de ses fondamentaux. Prenons l'exemple de l'intelligence artificielle. Ne serait-ce déjà que de savoir qu'il y a plusieurs courants dans l'intelligence artificielle, que c'est quelque chose qui n'est pas nouveau, qu'en fait c'est revenu dans les débats suite au progrès technologique que l'on a fait dans le traitement des data, c'est important.

Ce livre blanc s'adresse d'ailleurs à tous les publics. Dans une société technologique comme la nôtre, même un juriste, même un sociologue doit comprendre les fondamentaux de la tech. Plus généralement, nous devons remettre en perspective la culture scientifique. Quand on regarde la crise sanitaire au travers du prisme de la vaccination, on voit bien qu'il y a un vrai besoin de donner à chacun les clés pour comprendre ce que cela signifie. L'ARN messenger est une innovation que tout le monde ignorait, mais peu connaissent vraiment ce que sont les protéines ou les cellules. Et nous avons oublié les réticences qu'il y a toujours eu chez certains à se faire vacciner dans l'histoire des sciences.

La seconde problématique qui nous anime est de donner à nos étudiants l'ensemble des outils et des clés de compréhension qui vont leur être nécessaires pour inventer les solutions aux défis qui les attendent. Autour de la tech, des sciences et du numérique nous voyons bien que nous allons nous trouver face à de nouveaux sujets et que ce sera à nos étudiants, qui seront demain dans les entreprises, de faire face à toutes ces problématiques. Nous devons également sensibiliser les entreprises à cette dimension éducative qui va intégrer cette culture scientifique et numérique. Les entreprises vont devoir se réinventer, que ce soit dans leur organisation, dans leur propre culture et même dans leur modèle économique. Nous, établissements d'enseignement supérieur, sommes un maillon intermédiaire : nous formons des étudiants qui vont arriver sur le marché de l'emploi avec des attentes différentes auxquelles les entreprises doivent se préparer. Les entreprises n'en ont pas forcément conscience.

Pascal Brouaye



© Pôle Léonard de Vinci

Quand nous les interrogeons sur ce que nous devons apporter aujourd'hui à nos étudiants, elles nous répondent des cours sur la transition environnementale. Mais ça, nous le faisons déjà depuis plusieurs années.

En ce moment on parle beaucoup du socle commun de connaissances au lycée en mathématiques. Si vous deviez définir un socle de connaissances scientifique nécessaire aujourd'hui à tout étudiant, quel serait-il ?

P. B. : Parfois on évoque, avec provocation, la seule règle de trois. Ce qui permet justement de justifier l'arrêt de l'enseignement des mathématiques en 4^{ème} ou en 3^{ème}. Un peu comme si on réduisait l'enseignement de l'histoire ou de la géographie à ce qui sera forcément indispensable à un individu pendant sa vie dans l'entreprise ou encore si l'on réduisait l'apprentissage du français au fait d'écrire un mail professionnel. Avec un argument d'utilité immédiate comme celui-là on supprime tout enseignement de littérature et de philosophie !

C'est évidemment très insuffisant. Pendant la crise du Covid, nous avons constamment vu des courbes pour décrire le phénomène dans le temps. Mais pour bien les comprendre il faut savoir ce qu'est une dérivée, un point d'inflexion, des choses qui sont au programme de mathématiques de première ou de terminale. Celui qui arrête les mathématiques en seconde n'aura jamais fait d'étude de courbes, ni étudié la fonction exponentielle.

Le bac est censé valider les connaissances et compétences du citoyen. L'abandon possible des mathématiques après la

classe de seconde était un mauvais signal. D'abord parce que les maths, c'est d'abord apprendre à démontrer et à prouver. On peut l'apprendre dans d'autres disciplines bien sûr mais les maths sont le terrain privilégié de la démonstration et de la preuve. En mathématiques, les faits sont exacts ou faux. On est dans le oui ou le non.

Bien sûr, il n'y a pas que dans les mathématiques que chacun d'entre nous doit posséder des fondamentaux. Avec la pandémie, la maîtrise des Sciences de la vie et de la Terre (SVT) est devenue cruciale. Qui est à l'aise avec les questions de cellules, de protéines, etc. ? Avec l'enjeu de la transition climatique et énergétique, la physique occupe également une place toute particulière. Mais à force de réduire le niveau en maths on finit par enseigner la physique comme une leçon de choses.

Prenons l'exemple d'un marteau piqueur. C'est une technologie qui n'a guère évolué depuis cinquante ans. Tout simplement parce que casser de la matière, c'est de la physique et que les lois de la physique font qu'on a besoin d'énergie. Il n'y a pas de substitution possible. Certes une politique bien menée peut amener des économies d'énergie, par exemple le e-commerce optimise les déplacements et est finalement vertueux, mais il faudra toujours produire de l'énergie de base.

S. T. : Les mathématiques sont utiles également en finance, en économie comme en marketing. C'est très paradoxal dans notre société d'entendre constamment dire que la France doit devenir une grande nation scientifique et réindustrialiser son territoire sans faire en sorte que de plus en plus d'individus maîtrisent les sciences. De ce point de vue, la baisse constante du nombre de



Sébastien Tran

© Pôle Léonard de Vinci

doctorants en France doit aussi nous interpeller.

P. B. : Nous avons d'ailleurs construit un parcours recherche au sein de l'ESILV pour intéresser certains de nos diplômés à poursuivre en thèse. Ils sont aujourd'hui 6 % à le faire et nous aimerions passer un jour à 15 %.

En fait, ce que vous exprimez, c'est que les sciences donnent des clés de compréhension indispensables pour appréhender le monde dans lequel nous vivons.

S. T. : Même s'ils ne font pas tous une école d'ingénieurs, tous les jeunes doivent comprendre ce qu'est la science. D'autant que notre enjeu est également de nous situer dans une compétition internationale. En Asie, la place qu'ont les sciences et les mathématiques est sans commune mesure avec ce que nous connaissons aujourd'hui en France.

C'est d'autant plus important que les matières scientifiques conduisent également à élaborer des raisonnements complexes face à une simplification du raisonnement qui tend à amener des positions extrêmes. C'est donc également un vrai enjeu sociétal. De ce point de vue, la crise du Covid a montré comment la mondialisation et les modes de vie ont conduit à une propagation ultra rapide de la pandémie.

P. B. : L'ignorance technologique amène à considérer le monde comme « magique » et à adhérer à n'importe quelle croyance. On a même cru qu'on pouvait oublier la nature. Dans l'opposition qui a toujours plus ou moins existé entre la nature et la culture, les maths expriment en fait le langage de la nature. Mais au lieu de

respecter cet équilibre nature-culture nous avons fait basculer le système vers la culture. Ce qui est obligatoire en terminale, c'est l'histoire-géographie et la philosophie. Mais aujourd'hui, la nature nous rappelle à l'ordre, notamment avec le changement climatique, comme elle ne nous a jamais rappelé à l'ordre. Alors, si nous souhaitons faire autre chose que de converser pour expliquer notre impuissance, il faut reconnaître que les sciences et les techniques représentent le moteur principal de l'évolution du monde et que les humanités sont indispensables pour le conduire dans les bonnes directions. L'un ne va pas sans l'autre.

Avec ses trois écoles, l'EMLV en management, l'ESILV pour les ingénieurs et l'IIM pour le digital, le Pôle Léonard de Vinci incarne l'hybridation des savoirs. Quels fondamentaux des sciences doivent-ils tous posséder ?

S. T. : Nous devons donner un vernis homogène à tous nos étudiants. Il y a trois ans, peu de personnes voyaient l'intérêt de délivrer un cours de transition climatique à l'EMLV. Nous avons mis en place en 2^{ème} année un module de culture scientifique, ne serait-ce que dans une perspective historique pour comprendre les grandes innovations et leurs impacts. C'est très important car cela permet d'avoir moins d'appréhension à aller vers l'autre.

Cela fait le lien avec les soft skills, qui représentent également une partie importante de ce livre blanc. Avoir un peu plus de compréhension de la manière dont pense l'autre fait que c'est beaucoup plus facile de travailler, ou ne serait-ce qu'échanger, avec lui.

P. B. : La tech fondée sur les sciences est un « driver » puissant pour

l'évolution de nos sociétés. Nos diplômés doivent en être imprégnés, en maîtriser les enjeux, le potentiel, mais en même temps en comprendre l'impact dans toutes les dimensions y compris écologique. Et pour cela, il faut qu'ils connaissent ce qu'il y a derrière un « clic » par exemple en allant jusqu'aux mines de lithium et de cobalt, en passant par les gigantesques datacenters exigés par l'IA, etc. La responsabilité sociétale ne s'accommode pas bien avec l'ignorance.

S. T. : Quand on comprend les propriétés de chaque objet, on comprend vraiment comment tout fonctionne. Nos étudiants doivent avoir ces aspects en tête. Je rêverais que tous nos

étudiants suivent un cours de soudure. Il faut lire ce livre de Gil Bartholeyns & Manuel Charpy, appelé « L'étrange et folle aventure du grille-pain, de la machine à coudre et de ceux qui s'en servent », pour mesurer comment tous les objets du quotidien sont le résultat d'évolutions technologiques majeures.

C'est aussi pour cela que nous avons créé le De Vinci Innovation Center. Pour que nos étudiants comprennent qu'un objet est un assemblage de composants quand le tout numérique nous fait croire que seul compte le code.

Propos recueillis par Olivier Rollot

À propos du Pôle Léonard de Vinci

Le Pôle Léonard de Vinci est composé de trois établissements d'enseignement supérieur délivrant des diplômes reconnus qui couvrent des champs disciplinaires complémentaires, notamment dans le secteur du numérique : une école de commerce, l'EMLV ; une école d'ingénieurs, l'ESILV, et une école du digital, l'IIM. Avec son activité de formation continue (ILV), il compte 8600 étudiants (dont plus de 1500 en alternance), plus de 12000 diplômés et 171 professeurs permanents.

Le Pôle Léonard de Vinci dispose également d'un laboratoire de recherche commun aux trois écoles : De Vinci Research Center (DVRC) et d'un centre d'innovation : De Vinci Innovation Center (DVIC).

L'EMLV compte 2600 élèves. Ses formations généralistes (PGE, Bachelors, MSc et MBA) ouvrent vers de nombreuses spécialités. Parmi les points forts de l'école figurent le digital, le marketing, les RH, la finance, l'innovation et l'entrepreneuriat dans le contexte actuel de transformation digitale des entreprises.

L'ESILV, quant à elle, forme 3300 élèves (programme ingénieur, ingénieur-manager avec l'EMLV, Bachelors et MS) et propose des spécialisations qui portent sur la finance (ingénierie financière, actuariat et fintech), l'informatique (Data & IA, Objets connectés, Cybersécurité), la mécanique (mécanique numérique, Industrie 4.0), l'énergie, la santé-biotech et l'innovation (creative technology). Elle ouvre un nouveau campus à Nantes en septembre 2022.

Enfin, **l'IIM** forme 2000 étudiants répartis dans cinq axes métiers : Communication digitale et e-business, Coding et Digital innovation, Création et Design, Jeux vidéo et enfin Animation 3D. Elle propose 5 Bachelors, 15 Mastères, 1 MBA et 4 formations en double-diplôme avec l'EMLV et l'ESILV.

Créées en 1995, les écoles sont rassemblées sur deux campus situés à Paris-La Défense. Les campus s'organisent autour de valeurs communes que sont l'hybridation, la professionnalisation, l'internationalisation, l'ouverture sociale, le sport et la culture d'entreprise. L'hybridation est le résultat de la transversalité qui existe entre les écoles : cours & projets en commun, développement progressif et intensif des soft skills, incubateur, FabLab, vie associative, activités sportives, double-diplômes... Ingénieurs, managers, designers et développeurs apprennent à vivre et à travailler ensemble au-delà des frontières de leur propre cursus.

Les entreprises sont également au cœur des formations dispensées au Pôle Léonard de Vinci. Au-delà des stages et de l'alternance, elles contribuent à l'évolution stratégique des écoles et des programmes, développent des projets de recherche partenariale... Les formations et les écoles évoluent continuellement pour rester en adéquation avec les compétences demandées par les entreprises.

www.devinci.fr



PARTIE I

Se former aux techs

• 8 •

Quand l'un des plus grands experts mondiaux de l'IA se confie : entretien avec Yoshua Bengio

• 11 •

Les différentes facettes de l'intelligence artificielle

• 14 •

De l'importance de la culture scientifique

• 18 •

Demain, tous programmeurs ?

• 20 •

Les techs sauveront-elles la planète ?

• 22 •

L'entrée en force des soft skills

• 24 •

De nouvelles pédagogies

• 28 •

Portraits d'étudiants

Quand l'un des plus grands experts mondiaux de l'IA se confie...

Yoshua Bengio

FONDATEUR DU MILA ET CO-LAUREAT DU TURING AWARD 2019

Son institut, le Mila, est parmi les plus réputés dans le monde en matière d'Intelligence artificielle (IA). Yoshua Bengio, qui l'a fondé en 1992, est à la tête d'un écosystème d'innovation qui n'a guère d'équivalent sur la planète. Retour avec lui sur les raisons d'un succès et les enjeux actuels.

Vous avez créé en 1994 le Mila : un vrai catalyseur dans le développement du deep learning et de l'IA. Pourriez-vous nous décrire son fonctionnement ? Sa ou ses singularités ? Ses objectifs vis-à-vis des enjeux éducatifs et scientifiques ? Et surtout en quoi son modèle est-il si pertinent qu'il fait rêver tout le monde de la recherche ?

Yoshua Bengio : Quand nous avons lancé l'Institut, personne ne s'intéressait vraiment au sujet. Quelques 830 chercheur.e.s étudiant.e.s (maîtrise et maîtrise professionnelle, doctorat, D.E.S.S. post-doctorat, stagiaire, visiteur) et plus de 90 professeurs forment la communauté active de Mila. Cela nous permet d'atteindre une sorte de masse critique. Avec un effet « boule de neige » : avoir beaucoup plus de professeurs dans nos domaines que partout ailleurs en attire forcément d'autres. Parmi les facteurs importants de succès, je citerai en premier une organisation multi universitaire. Nous ne nous sommes pas limités juste à Montréal. Ce que nous avons cherché à regrouper, ce sont les meilleurs de différentes universités dans un même lieu. Et autour de ce lieu s'est construit un écosystème. Dans notre bâtiment, il n'y a pas que Mila mais aussi de nombreuses start-ups et de grandes entreprises. Le gouvernement québécois est même en train de réfléchir à bâtir autour de nous tout un quartier dédié à l'innovation.

Le gouvernement québécois a-t-il été très investi dans votre projet ?

Y.B. : Le Mila n'aurait pas existé sans les financements des gouvernements du Québec et du Canada. L'un comme l'autre ont cru dans notre projet et y ont largement investi. Au départ c'était un risque et ils l'ont pris.

Au-delà de l'effet de masse, qu'est-ce qui attire les chercheurs au Mila ?

Y.B. : La philosophie morale de notre projet est également importante. Nous ne sommes pas seulement là pour être les meilleurs dans les sciences. Nous avons également conscience des impacts sociaux de ce que nous faisons en collaborant avec des chercheurs en sciences humaines et en sciences sociales. Nous mettons également en avant des domaines importants pour la société. En particulier ceux pour lesquels l'industrie n'est pas nécessairement au rendez-vous. Des sujets qui touchent par exemple la santé, l'environnement, l'éducation. Des sujets dans lesquels

« La pandémie nous a montré à quel point il était crucial que les gouvernements aient investi dans la recherche fondamentale pendant toutes ces années. »

il n'y a pas assez d'innovations au sein des entreprises parce que ce n'est pas assez rentable financièrement. La pandémie nous a montré à quel point il était crucial que les gouvernements aient investi dans la recherche fondamentale pendant toutes ces années. Sans cette recherche, il n'y aurait pas eu de vaccin. Il faut investir

Yoshua Bengio

© Yoshua Bengio



dans l'innovation. Et quand je dis innovation je ne veux pas parler uniquement de ce qui se fait dans les laboratoires.

En France on oppose encore souvent la recherche appliquée, celle des écoles d'ingénieurs, et fondamentale, celle des universités. Est-ce une division qu'on rencontre également au Canada ?

Y.B. : Il n'y a pas cette division au Canada. Les universités font les deux. Il y a également des centres de recherche spécialisés, généralement associés à des universités, qui vont se spécialiser à la fois dans la recherche fondamentale dans leur domaine et collaborer avec les entreprises. Pour notre part, nous jouons également un rôle de moteur de l'écosystème en encourageant nos étudiants à créer leurs propres entreprises. Dans notre bâtiment, il y a ainsi tout un espace qui permet d'accueillir des start-ups. Les étudiants qui viennent ici faire de la recherche fondamentale ne vont pas tous devenir des chercheurs universitaires, après leur master ou leur PhD. Beaucoup s'orientent vers l'industrie.

Vos diplômés doivent être très recherchés par les grandes entreprises de la tech. Notamment américaines. Comment leur donner envie de rester au Canada ?

Y.B. : Dès le lancement du Mila, l'un de nos objectifs a été de retenir nos diplômés. Traditionnellement, dans des domaines de pointe comme le nôtre, tous les diplômés finissaient leur doctorat à l'université de Montréal et s'en allaient travailler chez Google, Facebook ou encore Microsoft. C'était une catastrophe pour le Canada d'avoir à la fois d'aussi bonnes universités et une telle fuite des cerveaux. Je sais que le gouvernement français se pose les mêmes questions.

Nous avons donc construit toute une infrastructure pour inciter nos diplômés à rester sur place. Dans le même bâtiment ou dans le même quartier où ils ont étudié, ils peuvent donc également trouver un emploi. C'est d'autant plus facile que nos deux gouvernements encouragent les entreprises à s'installer et à investir dans leurs propres départements de recherche et développement en IA. Plus de 250 millions de dollars canadiens sont investis sur cinq ans dans la création d'un super cluster d'innovation. C'est bien plus que ce qui a été investi dans le Mila. Il ne faut pas seulement développer une masse critique de chercheurs de pointe, mais aussi favoriser l'émergence de tout un environnement autour pour conserver les meilleurs étudiants à leur sortie. Et ça, nous y avons pensé dès le début.

Au-delà d'un environnement porteur, comment soutenez-vous le travail de vos professeurs ?

Y.B. : Un autre facteur du succès a été la création de chaires destinées à soutenir les professeurs qui peuvent ainsi faire de la recherche fondamentale sans contrainte. Selon qu'ils sont professeurs junior ou senior, les montants varient entre 500 000 et un million d'euros sur cinq ans par professeur. Ainsi, ils peuvent développer librement leur activité, s'entourer de thésards et de postdoc, sans qu'on leur demande chaque année ce qu'ils font. Le gouvernement vient justement de renouveler le financement de ce programme qui nous permet de recruter les meilleurs professeurs au monde en leur laissant beaucoup de liberté. Il faut insister sur ce point. Nous ne sommes pas une coopérative mais nous essayons de rendre notre fonctionnement le plus démocratique possible. Comme dans toutes les universités, les professeurs se réunissent en assemblée et ont beaucoup d'influence. Quant aux étudiants, ils élisent leurs propres représentants.

Avec la révolution numérique en cours, qui démocratise l'accès à la connaissance, quelle est aujourd'hui la légitimité de l'enseignant quand ses connaissances sont probablement en retard par rapport à ce que ces étudiants peuvent trouver sur Internet ?

Y.B. : L'étudiant en doctorat devient plus expert que son professeur, ou même de n'importe qui d'autre sur la planète. Nous laissons nos étudiants s'auto-organiser par groupes d'intérêt sur des sujets particuliers. Ils organisent des workshops où les professeurs peuvent ou pas se rendre. Personnellement, j'en suis deux ou trois chaque semaine. Nous organisons également des séminaires globaux où nous invitons des personnes de l'extérieur, mais la discussion est menée essentiellement par des étudiants.

Quelles modalités pédagogiques d'enseignement préconisez-vous ?

Y.B. : Avec la pandémie, beaucoup de professeurs ont enregistré leur cours. Pour les étudiants, regarder des cours préenregistrés, des vidéos, lire des livres ou des articles, tout ce qui peut être analysé à tête reposée avant le cours permet ensuite une discussion. Le professeur peut répondre aux questions des étudiants mais eux aussi peuvent participer au débat. C'est un modèle qui me semble intéressant, plus interactif qu'une grande classe où l'étudiant n'a pas vraiment la possibilité d'interagir avec son professeur. Cela fait partie de nos valeurs comme le partage du savoir. Chaque année, nous faisons ainsi venir cinq à dix stagiaires de pays en voie de développement, d'Afrique en particulier. Ils sont là en permanence pour quelques mois.

Comment, selon vous, la recherche doit-elle être financée ? Quel rôle respectif doivent jouer les gouvernements d'un côté, les entreprises, de l'autre ?

Y.B. : À moins de changer de système économique, il ne faut pas attendre des entreprises qu'elles s'orientent tout à coup vers le bien de la société plutôt que vers leur profit. Certes, grâce à la philanthropie, certaines recherches trouvent des financements, mais c'est une goutte d'eau par rapport à ce que les gouvernements peuvent et doivent faire. D'autant que s'ils le font maintenant, ce sont des sommes énormes qu'ils vont économiser à l'avenir. Je vais vous donner un exemple. Pas celui du changement climatique et de ses effets, qui sont maintenant bien connus. Ce qui m'intéresse beaucoup en ce moment, ce sont les antibiorésistances. Aujourd'hui, on entend parler des variants du Covid-19 mais, en réalité, il y a énormément de microbes qui mutent sans cesse pour devenir résistants aux médicaments. Et le problème, c'est qu'il n'y a pas assez de recherche industrielle dans l'industrie pharmaceutique pour découvrir de nouveaux antibiotiques.

Les antibiotiques nous ont sauvé la vie depuis les années 1940-1950 et nous sommes en train de perdre la partie. À moins qu'on ne trouve des solutions, les projections scientifiques nous disent que les antibiorésistances vont nous coûter globalement 1000 milliards de dollars d'ici 2050. Avec 10 millions de morts supplémentaires chaque année, alors qu'il y en a déjà deux millions. C'est presque de l'ordre de grandeur de la pandémie actuelle mais personne n'en parle, à part quelques chercheurs et quelques personnes dans des gouvernements. La plus grande partie de la population ne le sait pas. Or faire de la recherche maintenant sur le sujet coûtera beaucoup moins cher que de subir les prochaines attaques de ces « microbes ».

C'est un exemple qui démontre que le marché ne fonctionne pas. Ça s'appelle une « faillite de marché ». Créer des médicaments contre le cancer, c'est rentable pour les grands laboratoires pharmaceutiques. Trouver les médicaments pour contrer les microbes résistants aux antibiotiques, ce n'est pas rentable. Il faut donc que les gouvernements s'engagent dans ces batailles. Non seulement en finançant la recherche universitaire mais aussi l'écosystème tout autour. Les gouvernements ne sont pas encore assez conscients qu'ils ont un rôle à jouer pour créer des écosystèmes d'entreprise autour des centres de recherche. Ce qui passe par la création d'outils incitatifs fiscaux, ou de contrats publics, pour stimuler les entreprises à trouver des nouvelles solutions face au changement climatique, aux problèmes de santé, ou pour améliorer l'éducation.

Vous avez initié une série d'ateliers « climate change » dans les plus grandes conférences de recherche en Intelligence Artificielle. Comment le chercheur doit-il aujourd'hui se positionner dans la société ?

Y.B. : Nous ne pouvons pas nous contenter d'écrire les articles. Nous devons également faire du lobbying auprès des gouvernements pour qu'ils choisissent les bons investissements. La science est là pour montrer ce qui fonctionne. Les centres de recherche doivent se donner une mission de communication avec le public et les gouvernements. Pour ma part, j'accepte dans mon quotidien de faire moins de recherche pour consacrer une partie de mon temps à la communication. Ce n'est pas ma passion mais je me sentirais coupable de ne pas faire ma part. En général, les chercheurs ne sont pas des gens qui font du tapage dans les médias. Mais ils ont la crédibilité pour proposer des solutions. Il faut à la fois toucher le public et créer un canal de communication fiable entre les chercheurs, qui ont des réponses, et les gouvernements.

Propos recueillis par Clément Duhart et Olivier Rollot

Les différentes facettes de l'intelligence artificielle

Dans nos ordinateurs, nos voitures, jusque chez le médecin, l'intelligence artificielle est partout. Mais qu'est-ce au juste, et quelles en sont les limites ?

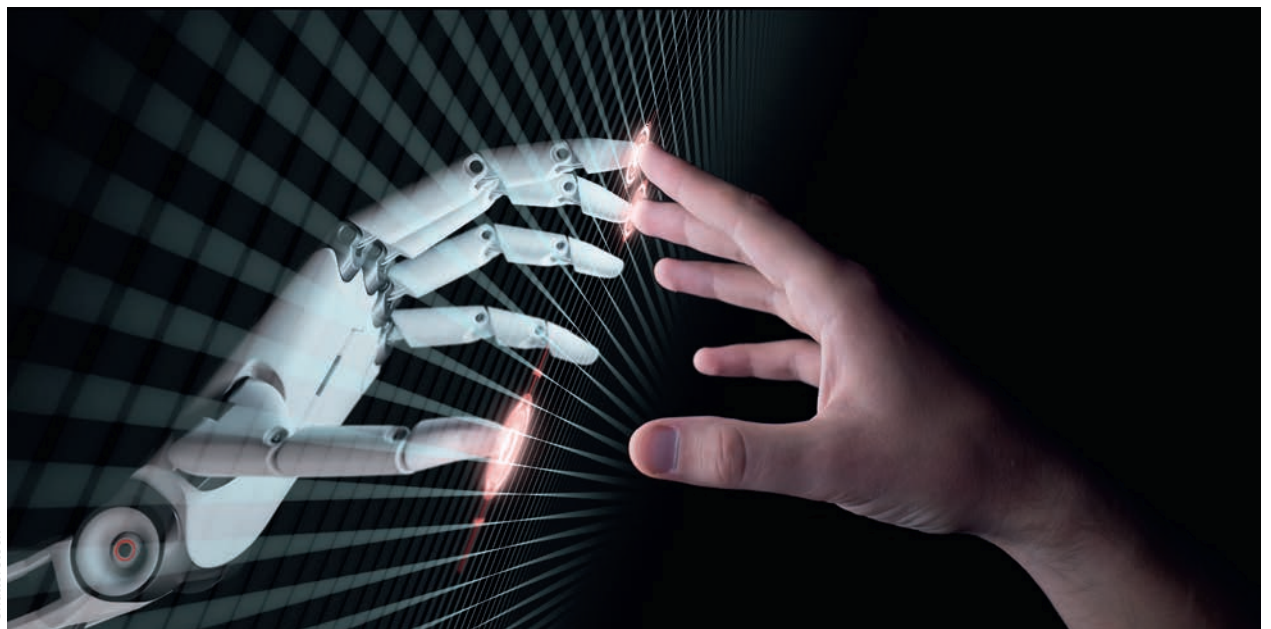
De vos achats sur Internet au logiciel de conduite assistée, en passant par les caméras de vidéosurveillance, l'intelligence artificielle (IA) s'est immiscée partout dans notre quotidien... sans qu'on en ait conscience. Au point de devenir presque indispensable. Cette explosion est fortement liée à celle du Big Data, ces milliards de données produites grâce au numérique et emmagasinées dans des serveurs. À condition d'être structurées, ces données peuvent être exploitées pour en tirer des corrélations, des statistiques, et donc des nouveaux services, mais impossible de faire ça à la main... « À partir du moment où on la paramètre un peu, l'IA nous permet de faire parcourir ces milliards de données à des machines capables de repérer des trames », décrypte Jean Magne, consultant gestion des risques et coauteur de Fascinante IA (Boleine, 2021). Le Big Data est le lac (on parle aussi de « data lake ») où sont stockées des milliards de données accessibles, l'IA est le moteur qui permet de faire du tri et qui propose une interprétation de ces

données selon des axes de recherche que l'on a prédéfinis. Même si les spécialistes s'accordent à dire qu'un traitement par de l'IA nécessite quand même une interprétation humaine. Si le rêve d'une machine capable de rivaliser, voire de surpasser le cerveau humain, remonte à plusieurs siècles, les premiers travaux scientifiques sur l'IA datent de la fin des années 1940. Le terme a été prononcé pour la première fois en 1956 lors d'un atelier à Dartmouth College aux États-Unis, par le mathématicien John McCarthy. Dès le début, tous les chercheurs n'en donnent pas la même définition. « Si McCarthy veut créer une discipline nouvelle visant l'invention d'une machine intelligente, Marvin Minsky ou Herbert Simon défendent une vision plus proche de celle en vogue aujourd'hui : à savoir "faire faire à des machines ce qui demanderait de l'intelligence, si c'était fait par des humains" », explique Pierre-Édouard Portier, enseignant-chercheur à l'INSA Lyon. Dès les origines, plusieurs approches coexistent au sein de cette discipline, qui

alterne périodes d'engouement et de désintérêt brutal. Certains chercheurs s'appuient sur la logique mathématique pour développer des systèmes informatiques qui cherchent à reproduire les raisonnements humains déductifs. Un deuxième courant met au point des programmes qui s'inspirent de la biologie et de la psychologie. Enfin, un troisième, fondé sur la statistique, tente de déduire des règles générales à partir d'un grand nombre de données.

Depuis une dizaine d'années, ce dernier s'est imposé comme le paradigme dominant. Des capacités de calcul et de stockage décuplées, combinées aux progrès de la recherche sur le "deep learning" ("apprentissage profond") et à des investissements massifs des géants du numérique ont donné lieu à des avancées considérables. « Des tâches, considérées il y a peu comme très difficiles, sont désormais accessibles, permettant un développement massif de l'IA, et de ses applications dans notre vie quotidienne », souligne Éric Moulines, professeur à l'École Polytechnique et directeur scienti-

Des robots sont aujourd'hui capables de prendre des décisions



Thomas Scialom : parcours d'un chercheur

Thomas Scialom, 30 ans, a d'abord usé les bancs de l'ESILV, l'école d'ingénieurs du Pôle Léonard de Vinci, en se spécialisant en ingénierie financière, sa matière de prédilection. « J'avais un projet d'entreprise en finance orienté recherche – la prédiction des prix du marché par des algorithmes – que j'ai pu développer en master dans le cadre d'un programme commun aux trois écoles du Pôle », explique Thomas. Mais son projet étant plus axé recherche qu'entreprise, le jeune homme finit par abandonner et une fois diplômé se tourne vers le salariat. Il devient trader de matières premières au sein de la Société Générale. Et en parallèle, il se lance dans une formation professionnelle à Polytechnique en data science. « Ça m'a donné envie d'approfondir le sujet et j'ai démarré un doctorat. L'Intelligence artificielle m'intéresse sur le plan de la recherche. Mon idée : enchaîner sur une thèse », relate Thomas. Il devient alors associé d'une entreprise, Recital, un éditeur de logiciels de traitement automatique des documents, et en 2019 démarre une thèse sur le thème du langage. « C'est le champ qui aujourd'hui porte le plus d'innovation en IA car les applications sont nombreuses (en imagerie, en finance, etc.) », commente le chercheur. Thomas partage son temps



entre la recherche et ses missions au sein de Recital : trouver des clients, dispenser des conseils, réfléchir sur des produits... « Je donne une légitimité scientifique à l'entreprise et je participe à l'amélioration de son offre », confie Thomas.

Une fois sa thèse achevée, début 2022, Thomas a souhaité quitter l'entreprise pour se consacrer uniquement à la recherche dans un labo de recherche fondamentale. Et pas n'importe lequel : ce sera le FAIR (Facebook Artificial Intelligence Research), chez Meta. Un parcours qui lui donne entière satisfaction : « faire une thèse après une expérience professionnelle, ça apporte un autre point de vue, c'est riche ».

fique du centre de recherches Hi! Paris. Ces avancées s'appuient sur les succès des travaux sur les réseaux de neurones profonds, qui imitent la structure du cerveau.

Le bond de la vision par ordinateur

Les réseaux de neurones les plus efficaces sont ceux qui imitent la partie visuelle du cerveau. La vision par ordinateur a ainsi réalisé un bond extraordinaire. C'est elle qui permet aux radars de lire les plaques minéralogiques ou d'apporter une aide au diagnostic en médecine. Ces systèmes fonctionnent grâce à la méthode du "machine learning" ("apprentissage machine") : l'algorithme, nourri par un grand nombre de données, "apprend" peu à peu.

On lui doit aussi le développement des véhicules autonomes qui devraient circuler prochainement sur nos routes. Des systèmes performants de vision sont nécessaires pour leur permettre de détecter la route, les feux tricolores, les panneaux et les obstacles potentiels – voitures, piétons, etc. Avant d'y

parvenir, la voiture doit "apprendre" grâce à d'immenses banques d'images à les reconnaître par tous les temps, et dans toutes les circonstances...

La reconnaissance de parole aussi s'est fortement démocratisée. Une technologie que l'on retrouve dans les assistants virtuels, installés sur nos téléphones portables et dans nos maisons – "Alexa : éteins la chaîne hifi!" –, les logiciels de dictée vocale ou de traduction automatique, désormais très fiables dans les langues les plus courantes.

Liste loin d'être exhaustive car l'IA a aujourd'hui bouleversé tous les secteurs. Dans des missions spatiales de plus en plus complexes et lointaines ou dans des milieux contaminés ou irradiés, des robots ou des sondes "autonomes" sont ainsi capables d'intervenir et de prendre des décisions en s'adaptant à leur environnement. Dans les entrepôts de logistique ou dans l'industrie, l'IA a permis d'automatiser une grande partie des tâches pénibles ou répétitives, augmentant la fiabilité de la production et la flexibilité de l'organisation.

Les limites de l'IA

Mais, cette technologie comporte aussi de nombreuses limites. Si les constructeurs promettent une réduction massive des accidents, il y a deux ans, un véhicule autonome qui roulait de nuit a écrasé un piéton. Il semblerait que la voiture, équipée de nombreux capteurs, qui analysaient les détections en temps réel, ait pris cette personne qui traversait dans une zone non éclairée pour "une fausse alarme", en raison de ses seuils de paramétrage.

Sans oublier qu'elle pose aussi de nouvelles questions éthiques. En cas d'accident inévitable, qui la voiture autonome décidera-t-elle de sauver : son conducteur ? La personne qui se trouve sur son chemin ? « Sera-t-il admis que l'humain ait le droit d'influencer la décision ultime dans de telles situations ? », s'interrogent Jacques Pignault, Jean Magne et Bertrand Foy dans Fascinante IA (Bollène, 2021). Selon eux, c'est une absolue nécessité.

Internet est un bon exemple de cette ambivalence. Si l'IA permet aux géants du numérique de proposer aux internautes des services gratuits (boîtes mail, réseaux sociaux, etc.) toujours plus personnalisés, c'est grâce aux données personnelles collectées sur leur profil au mépris de la vie privée.

Une question d'autant plus prégnante que demain l'IA sera présente dans des « secteurs aussi sensibles que la santé ou le social », remarque Jean-Gabriel Ganascia, enseignant-chercheur à Sorbonne Université. Déjà, les entreprises du Big Data commencent à stocker des données médicales avec l'ambition d'améliorer le diagnostic de certaines maladies comme le cancer. Mais que deviendraient-elles entre les mains d'entreprises malveillantes ou d'un État autoritaire ?

Les recherches actuelles en matière de reconnaissance faciale renforcent encore ces craintes. L'exemple de la Chine, qui s'appuie sur la vidéosurveillance pour collecter des données sur ses citoyens, les noter et les sanctionner, est souvent cité.

Des biais ethniques

Des questions d'autant plus essentielles que ces technologies ne sont pas neutres. Les data comprennent des biais sexistes, ethniques, etc. que l'IA apprend et amplifie. Un exemple parmi d'autres : l'analyse d'un algorithme d'apprentissage utilisé pour automatiser les demandes de libération conditionnelle des prisonniers américains a montré qu'il avait tendance à surévaluer le risque de récidive des afro-américains et à sous-estimer celui des blancs.

Gênant... « Pour pouvoir corriger ces biais, l'homme doit pouvoir interpréter les décisions de ces algorithmes, ce qui n'est souvent pas possible. La plupart d'entre eux fonctionnant aujourd'hui comme des boîtes noires », explique Pierre-Édouard Portier. Il poursuit : « Si, aujourd'hui, l'IA permet d'automatiser une brique de la prise de décision à partir de données existantes, elle ne sait pas établir les liens de causalité qui permettraient de l'automatiser dans son ensemble ». « Google translate peut traduire en chinois une critique de film rédigée en anglais, mais il ne peut pas vous dire si son auteur a ou non aimé le film, et encore moins regarder lui-même le film et en faire la critique », illustre avec humour la chercheuse américaine Melanie Mitchell dans *Intelligence artificielle. Triomphes et déceptions* (Dunod, 2021). C'est la différence entre « l'intelligence faible » et « l'intelligence forte » ou « l'intelligence générale », de type humaine. Les freins résident, semble-t-il, dans la difficulté à dissocier l'intelligence visuelle ou auditive du reste de l'intelligence, et notamment de la connaissance générale, et de l'implicite qui fait la spécificité du raisonnement humain.

Vers une régulation de l'IA ?

Le sujet de « l'IA forte » divise profondément la communauté scientifique. Si certains estiment qu'on est encore très loin du compte, d'autres annoncent son avènement prochain. Certains y voient la solution à tous les problèmes, d'autres une boîte de Pandore. Beaucoup de scientifiques ou de praticiens de l'IA, plus mesurés, prônent une régulation. Mais ce n'est pas une mince affaire. « Les États tentent de légiférer, mais c'est compliqué », reconnaît Jean-Gabriel Ganascia. « Il faudrait un temps fou pour réfléchir à chaque application, instaurer des règles. Et comment concilier les injonctions contradictoires que peuvent constituer par exemple la sécurité et la transparence ? »

La solution réside sans doute dans un mélange de règles, d'éthique et de formation de l'ensemble des professionnels à l'IA et ses implications. Cela passe par davantage d'interdisciplinarité et des simulations. « Même si la plupart des actions dans l'avenir sont accomplies de manière automatique, les professionnels ne doivent pas perdre la main et être en mesure de prendre le relais en cas de souci », insiste Jacques Pignault, expert en gestion des risques et facteur humain. Plus largement, ce sont tous les citoyens, dès le plus jeune âge, qui doivent être sensibilisés à cet enjeu.

Fiction et IA

Le fantasme d'une créature capable d'égaliser, voire de surpasser son créateur, précède de loin les travaux de Turing sur l'IA... Dans la mythologie déjà, le sculpteur Pygmalion tombe amoureux de sa statue qu'Aphrodite a rendu vivante. La science-fiction est pleine de machines douées d'intelligence, qui entretiennent avec l'homme des relations ambivalentes entre amour et domination. En 1950, les Robots dans la série de nouvelles d'Isaac Asimov, eux, ont été programmés pour obéir et protéger les humains. Avec les progrès de la recherche sur l'IA, l'image traditionnelle du robot a cédé la place à une représentation plus dématérialisée, mais aussi plus troublante. Dans « Her » de Spike Jonze, sorti en 2014, le héros, Theodore Twombly, tombe amoureux de « Samantha »,

un chatbot installé sur son ordinateur. Et tombe des nues lorsqu'il découvre qu'elle entretient ce type d'échanges avec des milliers d'autres utilisateurs, car Samantha n'est après tout... qu'un programme informatique. Si les agents conversationnels actuels sont très loin d'égaliser les performances de Samantha, les progrès de l'IA sont fulgurants, et la fiction se demande de plus en ce qui se passerait si comme dans la série américaine *Westworld*, les androïdes, dont les humains disposent sans complexes dans des parcs d'attraction, prenaient tout à coup conscience de leur état d'asservissement. Vivraient-ils en paix ou chercheraient-ils à prendre le contrôle sur nous ? L'avenir nous le dira peut-être.

Si les meilleures formations en IA se situent dans les grandes universités américaines, la France qui a investi le sujet depuis plus d'un demi-siècle – Sorbonne Universités disposait déjà, dans les années 1970, d'un DEA et d'un laboratoire très actif –, le sujet s'est démocratisé ces dix dernières années. À l'université, les facultés d'informatique, de mathématiques ou d'économie forment des professionnels et futurs chercheurs en IA dans des cursus qui mêlent notamment statistiques, maths et informatique. Le master de l'ENS Paris-Saclay en est l'un des fleurons. « Les écoles d'ingénieurs, grâce à leur dimension interdisciplinaire, sont très bien positionnées aussi sur ces formations... », explique Eric Moulines. L'X, par exemple, a créé un master en intelligence artificielle, vision et informatique graphique, et un autre en Data Science for Business avec HEC. Les écoles de management se sont également emparées du sujet qui bouleverse l'entreprise : « Quand les ingénieurs étudient les outils techniques dans leur finesse, nous essayons de comprendre l'impact en matière d'innovation, les nouveaux business model qui sont en train d'émerger et comment s'y adapter », remarque Félix Papier, DGA de l'ESSEC. L'Institut Polytechnique de Paris et HEC se sont alliés en 2020 pour lancer Hi! Paris, un centre de recherche interdisciplinaire dédié à l'IA. Objectif : faire émerger d'ici cinq ans, en partenariat avec des entreprises, l'un des leaders mondiaux du secteur.

Cécile Peltier

De l'importance de la culture scientifique

Dans une société en pleine évolution, à la conquête permanente d'innovations, la culture scientifique s'impose comme essentielle dans la vie personnelle et professionnelle de chacun. Disposer de connaissances dans ce domaine est même devenu une nécessité pour nombre d'étudiants. Quel que soit leur cursus.

Big Data, intelligence artificielle, blockchain, robotique, numérique... Pour comprendre le monde en pleine mutation qui nous entoure, les managers, ingénieurs, entrepreneurs et leaders de demain ont plus que jamais besoin de connaissances scientifiques. Et cela, les écoles l'ont bien compris. « Forcément, il faut que nos élèves disposent d'une culture scientifique large ! Ils vont se retrouver face à des sujets pluridisciplinaires. L'expert mono-domaine, aujourd'hui, c'est fini ! Les problématiques liées au changement climatique font par exemple intervenir de très nombreuses disciplines. Les futurs ingénieurs doivent donc être capables de mobiliser différentes notions, qui leur demandent une culture scientifique solide et interdisciplinaire », commente Claude Maranges, enseignant à l'INSA Toulouse et président de

la commission d'admission des INSA. Aux écoles de se saisir de ces enjeux, pour proposer des cursus adaptés.

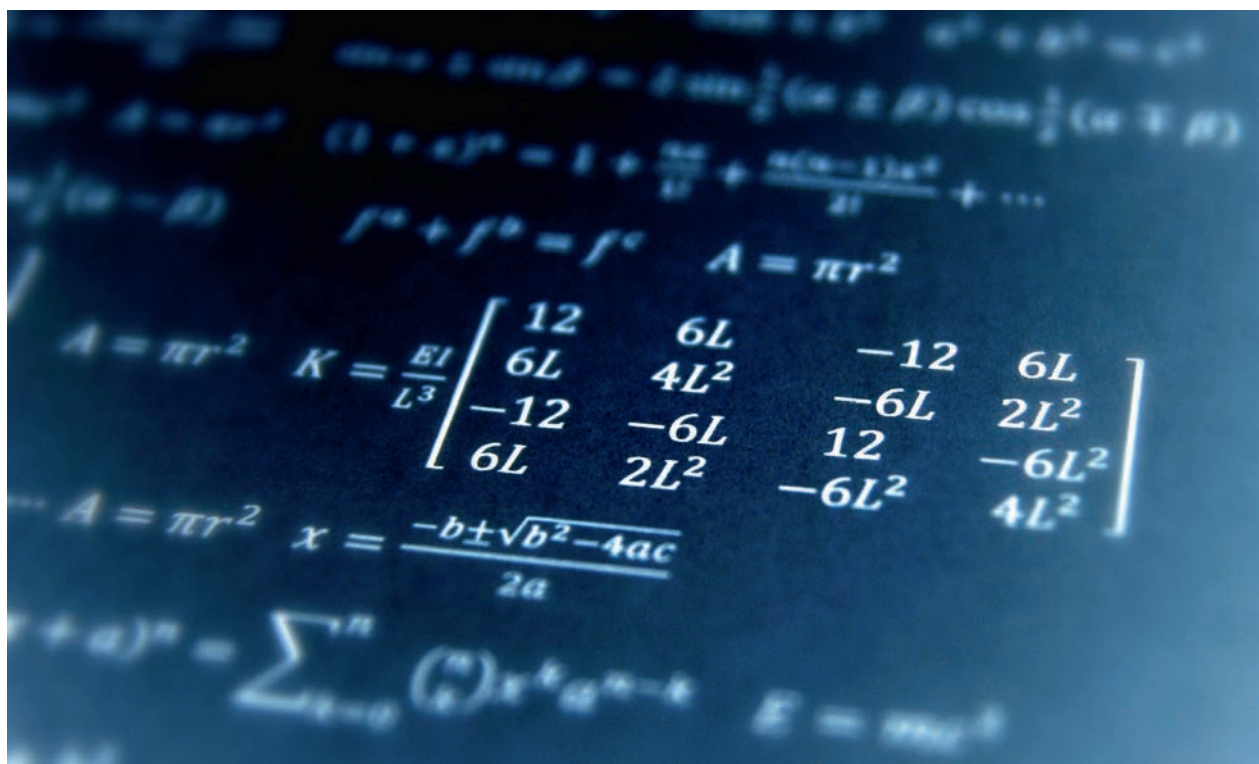
Outre cette interdisciplinarité croissante, les futurs professionnels ont également besoin de connaissances pointues, en particulier s'ils se spécialisent dans des domaines en pleine expansion. D'où la nécessité de continuer à développer la culture scientifique des étudiants. C'est le cas à Télécom Paris. « Le niveau après deux ans de CPGE est déjà solide, mais nous poursuivons les cours de mathématiques et de physique, pour aller plus loin, de la première à la troisième et dernière année. Et cela aussi bien dans les filières très théoriques, qui se fondent sur le calcul quantique, la recherche opérationnelle, les mathématiques à un haut niveau scientifique, que dans les filières expertes du numérique. Lorsque l'on voit par exemple

comment l'ordinateur quantique peut révolutionner le calcul, il faut que les ingénieurs spécialisés disposent d'un socle fort, comprenant l'algèbre et la physique quantique », détaille Bertrand David, directeur de la formation ingénieur de l'établissement. Qu'ils se spécialisent en sciences des données ou en cyber sécurité, les diplômés en auront besoin pour décrypter et comprendre réellement leur environnement.

Notions abstraites, problèmes concrets

À terme, l'objectif de ces cours plus théoriques est de permettre aux étudiants de se servir de ce socle de connaissances afin de mobiliser des notions abstraites et ainsi résoudre des problèmes concrets. « Notre première année a vocation à ouvrir le spectre

Aujourd'hui, la France se situe avant-dernière de l'OCDE en termes de performances en mathématiques en CM1





© Shutterstock

Le numérique est devenu incontournable dans les formations

des compétences, à donner des points de repère en mathématiques, en informatique et en physique. À côté, les étudiants doivent aussi apprendre à sortir des pures équations et de la seule capacité d'abstraction. Grâce à leur culture scientifique, ils doivent disposer d'une certaine intuition scientifique, physique, pour réussir à entrer dans la pratique. À l'école, cela passe par exemple par des projets proposés par des entreprises, avec une dimension industrielle, pour appliquer ce qu'ils ont appris », explique Philippe Picouet, directeur délégué des formations de l'IMT Atlantique. Au travail, la théorie seule ne suffira pas.

Le raisonnement est le même dans les écoles plus spécialisées, déjà dédiées à un secteur, comme à l'ESTP. « Durant la première année du cycle ingénieur, les étudiants suivent 280 heures liées au socle scientifique. C'est essentiel, car c'est la base théorique de toutes les matières techniques qu'ils découvriront ensuite. Un élève n'ayant pas assimilé les lois liées à l'énergie et à la mécanique des fluides ne pourra pas concevoir un bâtiment à bas carbone, par exemple. Ils doivent faire le lien entre ces théorèmes ou ces équations et leur application dans leur futur métier », précise Khedidja Allag-Ait Mokhtar, responsable du département infrastructures et environnement de l'école.

Le niveau baisse ?

Des compétences essentielles... mais loin d'être évidentes à enseigner. D'autant que de nombreuses études attestent d'une baisse de niveau des jeunes Français en sciences. La dernière enquête Timss (Trends in mathematics and science study) de 2019* dévoilait ainsi que la France se situe avant-dernière de l'OCDE en termes de performances en mathématiques, alors qu'elle figurait parmi les meilleurs d'Europe dans les années 1990. Les enquêtes PISA affichent le même constat. La réforme du lycée, elle aussi, est pointée du doigt par certains, les mathématiques figurant désormais parmi les spécialités et options au choix, susceptibles d'être abandonnées dès la première. « Mettre les mathématiques au rang de spécialité est une erreur, elles ont autant leur place en tronc commun que le français et la philosophie, car il s'agit de connaissances et de compétences fondamentales pour toutes les autres disciplines. Toutes les modélisations, c'est-à-dire les tentatives de représenter des phénomènes complexes, ou pas, et d'en tirer des éléments permettant des prédictions, des prévisions, des évaluations quantitatives, reposent sur les mathématiques », regrette ainsi Pascal Brouaye, président du Pôle Léonard de Vinci, dans une tribune publiée dans Les Échos début 2021.

Claude Maranges, de l'INSA, nuance. « C'est une question récurrente. Déjà, à l'époque de Babylone, on disait que le niveau baissait ! Sur l'aspect théorique, les lycéens sont peut-être moins armés qu'il y a vingt ou trente ans. Leur dextérité est moins grande, ils sont moins aguerris à la résolution d'équations. Ils apprennent des choses au lycée, mais il leur manque de la répétition pour qu'elles soient définitivement acquises. Néanmoins, à côté de cela, ils disposent d'une culture générale plus large, d'une perception et d'un engagement plus forts. La vraie différence avec les générations précédentes, c'est qu'ils ont besoin de savoir où ils vont, nous devons contextualiser davantage les apprentissages, pour qu'ils y adhèrent », estime-t-il. Patrice Leguesdron, directeur des études de l'INSA Rennes, abonde : « Avec cette génération d'étudiants, le contexte associatif est plus prégnant qu'auparavant, ils ont des envies différentes, des intérêts plus variés. Cela leur permet de se développer différemment ».

Ces nouvelles appétences des étudiants, les écoles les sentent. Elles les poussent alors à enrichir leurs connaissances avec d'autres sciences. Les SHS (sciences humaines et sociales) font ainsi de plus en plus partie des cursus ingénieurs, pour développer et compléter leur culture scientifique. De façon appliquées évidemment... « Ce ne sont pas des cours purement disciplinaires, nous leur

demandons plutôt d'aborder des aspects économiques, sociologiques, ou encore juridiques liés à des domaines comme la réalité virtuelle ou l'interaction homme-machine. L'objectif est que l'étudiant soit en capacité de combiner tous ces acquis par la suite », ajoute Philippe Picouet, de l'IMT Atlantique. Des projets pour continuer de développer une culture scientifique qui sera utile aux futurs diplômés toute leur vie.

Des maths pour les futurs managers

Ces réflexions et travaux sur la culture scientifique ne se limitent pas aux ingénieurs, techniciens et experts. Dans les business schools, elle fait partie intégrante de la formation des futurs managers et cadres. « La formation en mathématiques est très importante pour nos étudiants, elle leur donne notamment la capacité de structurer leur réflexion, explique Michelle Sisto, directrice du programme grande école de l'Edhec. Ils ne vont pas faire des maths pures, mais ils vont travailler des mathématiques appliquées, notamment sur les statistiques, l'analyse de données. Ceux qui voudront travailler par la suite en finance, par exemple, devront avoir un niveau plus poussé ». Du reste, les mathématiques font partie intégrante du programme de prépas écono-

miques et commerciales et sont nécessaires pour intégrer les écoles de management post-prépa.

L'Essca est un établissement recrutant dès le bac. Dans le concours Accès, qui permet d'y postuler, se trouve une épreuve de « raisonnement logique et mathématiques ». De quoi donner le ton, dès le recrutement. « Pour nous, la culture scientifique est plus que jamais une nécessité, et ce quel que soit le métier de la gestion. Sur nos trois premières années, nos étudiants suivent 150 heures de mathématiques. L'objectif est de leur faire acquérir une culture scientifique pour mobiliser, collecter des données, savoir les interpréter. Lorsqu'ils seront managers ou leaders, ils pourront alors prendre des décisions éclairées qui ne reposent pas que sur des intuitions. Cela leur permet d'exercer un esprit critique et responsable, avec une rigueur amenée par les mathématiques et la démarche de recherche », indique Franck Gavaille, directeur du programme grande école de l'Essca. Des compétences d'analyse et de compréhension, à travers les sciences.

À l'EMLV, les professeurs ont travaillé avec leurs collègues de l'ESILV pour construire un test de mathématiques pour évaluer le niveau des nouveaux bacheliers. Les primo entrants ont fait ce test à la rentrée 2021. Ceux qui avaient moins de 10 au test (50 %

de la promotion) ont suivi un module de consolidation des acquis mathématiques. « 90 % des élèves ayant suivi ce module ont émis une opinion favorable lors de l'évaluation, ce qui montre l'intérêt des élèves pour cette remise à niveau », indique Bastien Nivet, Responsable du 1er cycle du programme grande école de l'EMLV. « En 2^{ème} année, nous avons également créé un module de culture technologique et innovation qui vient compléter le module d'initiation au FabLab et celui d'initiation au codage de 1^{ère} année », ajoute Bastien Nivet.

Des décisions éclairées par des connaissances scientifiques, mais aussi par une réflexion sur ces sujets. En effet, dans les écoles d'ingénieurs et de commerce, les cours d'éthique, de responsabilité sociale, de développement durable côtoient ceux sur les sciences dures. Car comprendre les enjeux, c'est aussi comprendre leur impact sur la société. Avant d'arriver dans le grand bain et de démarrer leur carrière, réfléchir à ces questions fait partie intégrante de la formation des futurs professionnels. Certificats, modules et conférences sur ces sujets sont ainsi de plus en plus fréquents dans les établissements.

Compétences scientifiques et numériques

Au sein même de la culture scientifique, de nouvelles compétences deviennent également de plus en plus importantes : depuis plusieurs décennies, le numérique est un incontournable dans l'intégralité des formations, qu'elles soient d'ingénieurs, de management, ou de toute autre thématique. Cora Beck est directrice des pédagogies digitales du Pôle Léonard de Vinci et travaille avec toutes les écoles du Pôle. « Tous les étudiants doivent savoir se servir des outils informatiques, des logiciels de bureautique, mais aussi sécuriser leurs données, collaborer et créer des contenus en ligne, utiliser les réseaux sociaux... Ces compétences sont absolument nécessaires dans l'enseignement supérieur, pour préparer son employabilité ».

Les ingénieurs auront naturellement des contenus plus poussés, devront souvent disposer de bases en code et en algorithmes, avec des logiciels et outils dédiés à leur pratique, tel que le BIM dans le BTP, la modélisation des informations du bâtiment. « Avant, on travaillait avec des plans. Aujourd'hui, ma maquette 3D détecte tous les conflits sur la structure du bâtiment. Le numérique est ancré dans nos formations. La façon de calculer les ouvrages et d'en-

Mathématiques : le grand dilemme

C'est une équation à 14 inconnues : comment faire progresser le niveau en mathématiques des élèves qui se destinent à des carrières scientifiques alors qu'on manque cruellement de professeurs de mathématiques au lycée ? La réponse s'appelait spécialités du bac. Seulement voilà, en 2021 ce sont 64,1 % des élèves de seconde qui ont choisi la spécialité Mathématiques en première. C'est à dire plus que ceux qui entraient en bac S, un peu plus de 52 %, mais moins que la somme de ceux qui optaient pour un bac ES (33 % environ) et suivaient donc également un enseignement de mathématiques : 85 % en tout.

Après une baisse de plus de 4,5 % entre 2019 et 2021 la spécialité s'est stabilisée en 2021 en première avec une petite hausse de 0,3 %. Oui mais voilà la même année la part d'élèves conservant la spécialité Mathématiques en terminale chute à 41,2 %, soit une baisse de 3,7 % par rapport à 2020. Bien sûr la plupart optent pour l'option Mathématiques complémentaires en terminale mais quel est son véritable niveau ?

La sous-représentation des filles en Mathématiques est, par ailleurs, de plus en plus patente dans les études médicales ou paramédicales. Elles optent essentiellement pour les spécialités Sciences de la Vie et de la Terre et Physique-chimie au détriment des mathématiques. Si elles représentaient sensiblement la moitié des élèves qui optaient pour la spécialité Mathématiques en première en 2019 cette part a baissé à un peu plus de 48 % en 2021. Et en terminale elle tombe à 39,8 %.

Enfin un biais social s'est fait jour : alors que 48 % des élèves d'origine sociale « très favorisée » conservent en terminale la spécialité Mathématiques, ce taux tombe à 30 % pour les élèves d'origine sociale « défavorisée ». C'est encore plus explicite pour les doublettes de terminale. En Mathématiques et Physique-chimie le taux d'élèves d'origine « très favorisée » est de 54 % pour seulement 14 % d'origine « défavorisée ».

seigner a changé. Alors, si nos plans d'études ne suivent pas, nos ingénieurs ne pourront pas être opérationnels », souligne ainsi Khedidja Allag-Ait Mokhtar, de l'ESTP. Pour leurs collègues managers, la question des compétences numériques progresse également. Tous doivent disposer d'une culture, d'outils, sans être eux-mêmes experts ou techniciens, afin de comprendre la logique derrière les technologies. Un atout par la suite pour pouvoir communiquer avec ses collègues sur le plan de la technique et de l'ingénierie ! « C'est une question d'alphabétisation ! Nous devons éduquer les étudiants dans ce domaine, qu'ils sachent un peu coder pour les désinhiber, qu'ils aient les notions pour comprendre comment cela fonctionne », déclare Guillaume Chevillon, enseignant-chercheur et directeur du « Metalab for Data, Technology & Society » de l'Essec.

Ces bases numériques permettent également de mieux appréhender les technologies émergentes, en plein développement. « Cela fait partie de notre tronc commun : il est important que les étudiants comprennent ce qu'est le machine learning, l'intelligence artificielle, ou encore la blockchain et maîtrisent les applications business de ces innovations pour exercer leur métier à l'avenir », soutient Cyrine Ben-Hafaïedh, enseignante-chercheuse à l'leseg, notamment responsable des « projets consultant innovation », des programmes transdisciplinaires. Une compréhension essentielle, en particulier pour ceux qui souhaiteront travailler dans un écosystème tech.

La recherche : réflexion et rigueur

Dans toutes les grandes écoles, la recherche fait partie intégrante de la formation et de la constitution de cette culture scientifique, quelle que soit la discipline en question. Les écoles de commerce et d'ingénieurs font leur maximum pour mettre en lien chercheurs et étudiants. « Nos chercheurs sont aussi des enseignants. C'est essentiel, car cela permet de montrer aux étudiants que de nouveaux modèles sont en train d'être construits, que des sujets comme l'énergie ou le développement durable sont en évolution permanente. Nous ne leur inculquons pas des lois comme des vérités, nous leur montrons plutôt des problématiques qui évoluent », décrit Armelle Godener, directrice de la pédagogie à Grenoble École de Management (GEM). Mais la formation à la recherche ne s'arrête pas là. À GEM, comme dans la plupart des grandes écoles, le PGE s'achève avec un mémoire de recherche. « À l'issue de leur cursus, ils ont en effet un

La cybersécurité pour tous

Les écoles sont de plus en plus nombreuses à intégrer des modules et des sensibilisations liées à la cybersécurité. En dehors des formations dédiées au secteur, chacun doit savoir gérer à minima son ordinateur, afin de protéger ses données, mais aussi celles de son entreprise.

Pour aller dans ce sens, voici les quatre principaux conseils de la DGSI (direction générale de la sécurité intérieure) à ce sujet :

- Maîtriser son empreinte numérique, notamment sur les réseaux sociaux, « en restreignant la visibilité de son profil, en veillant à la nature des informations partagées, qu'elles soient

privées ou professionnelles, etc. ».

- Être vigilant « avant de cliquer sur des liens ou d'ouvrir des documents de source inconnue ».

- « Privilégier l'utilisation des solutions informatiques nationales ou européennes et celles bénéficiant de certifications ou qualifications étatiques, comme celles délivrées par l'ANSSI (Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information) ».

- Recourir à des technologies « respectueuses de la vie privée et permettant de protéger les données sensibles (utilisation de solutions chiffrées, exploitation des données personnelles limitées au strict nécessaire, etc.) ».



© Shutterstock

mémoire de fin d'études à écrire, avec des cours de méthodologie, cela leur permet de comprendre comment bâtir une recherche, choisir un sujet, construire une étude terrain, traiter les données, rédiger une synthèse... Même s'ils ne deviennent pas chercheurs, tous les métiers évoluent. Ils doivent avoir un esprit critique, déceler si une étude est sérieuse, si son résultat mérite d'être pris en considération », précise-t-elle. Des bases de réflexions et de connaissances indispensables à l'avenir, afin de comprendre, d'appréhender, mais surtout de participer à la construction du monde de demain.

Laura Makary

*<https://www.education.gouv.fr/timss-2019-l-etude-internationale-consacree-aux-mathematiques-et-aux-sciences-11930>

Demain, tous programmeurs ?

Que l'on parle de coding, de développement ou de programmation, derrière tous ces termes, la même activité... et un même essor. Aujourd'hui, en effet, le métier de développeur fait partie des compétences les plus recherchées par les entreprises ; des profils par ailleurs difficiles à recruter. Conséquence, les formations ont fleuri ces dernières années. Des parcours aux formats extrêmement différents selon les besoins auxquels ils devront répondre.

Connaissiez-vous la start-up montpeliéraine CodinGame ? Depuis cinq ans, cette plateforme en ligne spécialisée dans le développement informatique – ou coding – mène régulièrement une grande enquête emploi. Celle de 2022, à laquelle ont répondu 14 000 développeurs et recruteurs à travers le monde – dont un quart de Français –, est sans appel. Les besoins sont très forts, et le manque de talents est tel que de plus en plus d'entreprises (39 % cette année contre 23 % en 2021) sont prêtes à embaucher des jeunes dépourvus de diplômes. Les trois compétences les plus recherchées ? Tout d'abord les développeurs Web, ensuite les DevOps – eux aussi spécialistes du développement Web – et enfin les spécialistes de l'IA/Machine.

« Aujourd'hui, le code est partout ! »

Pas étonnant dès lors que les formations consacrées au développement informatique et Web soient apparues en nombre ces dernières années. « Disposer de compétences de base dans le développement est de plus en plus indispensable. Le numérique est partout », explique Delphine Garnier, responsable pédagogique de la Coding Factory by ESIEE Tech, la formation au code de l'ESIEE-IT. Cet établissement propose des formations de deux à cinq ans pour devenir développeur Web mobile puis lead developer. « Avoir des notions de développement, savoir maîtriser un site Web, tout ceci est très important, que l'on travaille en grande entreprise où que l'on monte une start-up », reprend Benoît Mariage, manager de programmes.

Résultat, même des acteurs « installés », comme les écoles d'ingénieurs et les écoles de management, proposent des formations au code. Parmi les business schools pionnières, l'ESCP dispose depuis 2015 d'un module obligatoire de 30 heures. Proposé dès la 1^{re} année du programme grande école, le cursus veut mettre le pied à l'étrier à des élèves souvent néophytes en matière de programmation. « Nous allons, par exemple, leur apprendre ce que sont les algorithmes et les

itérations avec des exercices et de la mise en pratique, explique Yannick Meiller, responsable de ces enseignements. Puis viendra un important projet de programmation en équipe. » Ce module, l'ESCP y tient au point de l'ajouter aussi au menu des élèves admis directement en 2^e année de son PGE. « L'objectif est clair : faire dialoguer des managers et des experts qui ne savent pas toujours communiquer. Et plus généralement, lorsque l'on veut travailler chez Google ou chez Amazon, il est bon d'avoir au moins une fois vérifié comment les technologies digitales fonctionnent. »

Les différentes formations

L'avantage du coding, c'est qu'il existe de très nombreuses façons de s'y former. Parmi les parcours les plus connus : les fameux bootcamps, qui ne durent que quelques semaines. Ouverts à de larges publics, ces cursus promettent un emploi rapide en sortie de formation – en échange de quelques milliers d'euros tout de même. Parmi les plus connus : Le Wagon. Fondé en France en 2013, cet établissement est aujourd'hui

implanté dans 43 villes et 25 pays. Avec notamment des formations de neuf semaines à temps plein en Développement Web ou en Data Science. « Chaque journée commence par un cours théorique, suivi de plusieurs heures de mise en pratique, et d'un debrief le soir venu, c'est assez intensif, explique Bertrand Bussac, general manager France du Wagon. Parmi nos points forts, un important encadrement enseignant. Nos élèves auront par ailleurs accès à une plateforme numérique pour revoir chacun de leurs cours. » Le Wagon a, par ailleurs, choisi d'enseigner à ses élèves le langage Ruby, à partir duquel il est facile d'apprendre d'autres codes comme le Python. Au terme de sa formation, chaque étudiant recevra un diplôme de niveau Bac +3/4. De quoi devenir, entre autres, développeur front-end ou back-end, ou encore product manager. « Aujourd'hui, la plupart des métiers et des activités en croissance relèvent du domaine numérique, reprend Bertrand Bussac. Comment un manager pourrait-il collaborer avec des développeurs s'il ne sait pas un peu coder ? C'est comme partir à l'étranger sans maîtriser l'anglais. »

D'autres d'écoles enfin, ont mis en place des

Les programmeurs sont très recherchés sur le marché de l'emploi





© Le Wagon

Le Wagon est aujourd'hui implanté dans 25 pays et 43 villes

cursum au long cours qui donneront à leurs étudiants une connaissance approfondie de l'entreprise. « À la Coding Factory by ESIEE Tech, nous permettons à nos étudiants d'entreprendre des projets complexes sur plusieurs mois, explique Delphine Garnier. Notre parcours en deux ans va former des développeurs Web, celui en trois ans des développeurs spécialisés d'applications mobiles et celui en cinq ans de futurs managers en développement ou encore en gaming. Nous allons former au développement full-stack, c'est-à-dire au développement front-end et back-end, mais aussi à la création d'entreprise, tout en proposant de travailler sur des projets pouvant durer jusqu'à dix-huit mois. » Parmi les particularités de la Coding Factory by Esiee Tech, une méthode d'enseignement « agile » qui consiste à responsabiliser au maximum les étudiants en les faisant travailler par équipe et en autonomie sur une foule de projets tels que lancer un site Web ou mettre en place une application. Un principe d'autonomie également très présent dans d'autres établissements reconnus comme l'école 42 ou encore Epitech, qui privilégient eux aussi au maximum l'apprentissage par projet.

Apprendre seul à coder : c'est possible

La particularité de l'environnement informatique, c'est bien sûr la possibilité offerte aux passionnés de se former sans faire d'école. Et l'enquête CodinGame le démontre : cette manière de faire peut parfaitement mener à l'emploi. De fait, toutes les ressources existent pour se former sur le Web. « Il est facile d'acquérir un verni de formation online, précise Benoit Mariage. Mais si l'on souhaite véritablement se perfectionner ou facilement valoriser ses compétences, le diplôme reste la solution la plus efficace. » Et Bertrand Bussac de compléter : « Ce qui est intéressant dans les métiers du développement, c'est qu'ils s'affranchissent de beaucoup d'éléments traditionnels. Dès lors, ils donnent leur chance à des profils que le système aurait laissé de côté. Du moment que l'on est curieux, persévérant et autonome. »

Quels sont les premiers langages à maîtriser ? Outre la nécessité de bien connaître quelques algorithmes fondamentaux, certains langages semblent incontournables tout comme le HTML, le CSS ou encore le

Javascript. Ne pas oublier le SQL bien sûr dans le domaine de la base de données. Dans le back end, il est nécessaire de parler le Ruby couramment, mais aussi le Python ou encore le php. Sans oublier beaucoup d'autres, envisageables par la suite... Tout est question de timing et de durée de formation. L'important étant la créativité et l'autonomie, les qualités indispensables de tout développeur face à un environnement qui évolue à un rythme très rapide.

Antoine Teillet

Les techs sauveront-elles la planète ?

Il y a les adeptes de la sobriété et les technophiles. Il y a les éternels « optimistes » et les résilients. Tous ont fait de l'environnement leur combat et leur sujet de recherche. Mais pour le défendre, les réponses varient.

« **E**ntre frugalité et technologies, quatre choix de société pour atteindre la neutralité carbone », titrait Le Monde, le 30 novembre dernier. Le sujet de l'article : les scénarios énergétiques 2050 de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME). L'étude, qui a nécessité deux ans de travaux et qui porte aussi bien sur les bâtiments, l'agriculture, la mobilité, l'alimentation, les forêts, l'industrie que sur l'énergie, présente quatre voies possibles « allant d'une option misant fortement sur la sobriété à une autre axée sur les innovations technologiques ». Si les chemins varient, le constat est, lui, sans appel : les émissions de gaz à effet de serre de la France n'auront pas diminué suffisamment en 2050 pour que le pays atteigne la neutralité carbone. Alors, on fait quoi ?

Du côté de l'État, la réponse a notamment pour nom « France 2030 ». Le président de la République, Emmanuel Macron, a lancé ce plan d'investissement d'un peu plus de 30 milliards d'euros – dont près de la moitié dédié à l'environnement – en octobre 2021. Il vise à faire émerger les innovations qui permettront de décarboner la production d'énergie et l'industrie et d'accroître la résilience, mais aussi de renforcer la souveraineté de la France dans des secteurs stratégiques comme l'énergie, les métaux, le bois ou les alternatives au plastique. Au programme : soutenir la R&D dans le secteur de l'aéronautique et de l'automobile, développer l'hydrogène non polluant, relocaliser la fabrication d'équipements propres aux énergies renouvelables, etc. Bref, la tech, rien que la tech... Mais, qu'en pensent les citoyens ? Car, contrairement à ce que montre le film « Don't look up » – malgré la satire réussie d'un monde qui ne veut pas voir en face la catastrophe à venir –, la société civile a une grande part à prendre dans ce combat. Des associations aux entrepreneurs en passant par la recherche et l'enseignement, les leviers sont nombreux... Même si, là encore, les points de vue varient.

Vers la sobriété et la résilience

Au Low tech lab, une association organisée en vingt collectifs locaux, qui sensibilise à la low tech (soit une tech utile, accessible et durable), le parti-pris est tranché : « On n'a pas besoin d'inventer de nouvelles technologies car beaucoup existent déjà. Notre projet : recenser les low tech à travers le monde, les partager et les expérimenter. Nous ne sommes pas dans une démarche technophobe mais technocritique », décrit Kevin Loesle, responsable du développement de la communauté. Il poursuit : « À travers le cinéma, les jeux vidéo, la publicité..., le futur nous est souvent présenté comme étant très techno et high tech, fortement lié à la notion de progrès ; il y a peu de place pour imaginer un autre futur ». L'association milite donc pour imposer les low techs dans le paysage et, concrètement, contribuer à imposer de nouveaux types de chauffage dans les habitats, des toilettes sèches en ville, la fin de l'obsolescence, etc. Et si Kevin reconnaît que des fonds publics (ADEME,

Régions notamment) commencent à se débloquer pour développer les low techs, la marge de progression est énorme. L'association y contribue en organisant des ateliers, des rencontres, en partageant des ressources, etc. Et ça fait mouche. Preuve en est le parcours de Loïck Kalioudjoglou, qui a fondé l'entreprise Enerlog, spécialisée dans le chauffage solaire à air chaud après avoir vu un tuto sur le site de Low tech lab. Une sensibilisation aux questions environnementales qu'il a développée loin des bancs de son école d'ingénieurs. Un regret. « Aujourd'hui, il ne faut plus travailler sur les innovations, mais sur l'usage que nous faisons des techs. Ça devrait notamment passer par l'éducation », affirme-t-il. Il y aurait donc urgence à former nos futures élites à changer de paradigme. C'est tout le programme du think tank associatif Shift project dont la mission est d'éclairer et d'influencer le débat sur la transition énergétique. Grâce à un partenariat avec le réseau des INSA, « nous travaillons à faire évoluer la formation des ingénieurs qui occupent une place charnière entre la tech et la société.

Au DVIC du Pôle Léonard de Vinci, on cultive le kombucha, un champignon pouvant être une alternative au cuir



Pour en faire des professionnels éclairés, les amener à questionner le monde ou le mode de fonctionnement des entreprises, il faut changer leurs enseignements », explique Damien Amichaud, chef de projet ClimatSup INSA. Tout part d'une étude réalisée par l'association en 2019 sur la place des enjeux environnementaux dans l'enseignement supérieur. Bilan catastrophique : peu de cours et aucun d'obligatoire (sauf dans des filières dédiées au sujet).

Suite à ce rapport, le groupe INSA a demandé au Shift project de les accompagner sur ce chantier. « Depuis septembre 2020, on travaille en co-construction avec l'INSA Lyon pour établir un état des lieux et construire une proposition sur le contenu de la formation (élargir le socle de connaissances, comprendre les bases du changement climatique et faire le lien avec les métiers de l'ingénieur, développer leur pensée critique, etc.) pour que l'établissement puisse se forger une vision stratégique. Nous les accompagnons ensuite dans la mise en œuvre. Mais, pour la réussite du projet et son acceptabilité, il est important que les professeurs et les étudiants soient impliqués en amont », relate Damien Amichaud.

Le chantier est en cours de finition. Mais déjà, d'autres établissements de l'enseignement supérieur s'intéressent à la démarche. C'est le cas d'Audencia, qui a commandé un diagnostic, toujours en cours à l'heure où nous écrivons. Mais la business school nantaise ne s'arrête pas là : elle vient de lancer Gaïa, la première école dédiée à la transition écologique et sociale, qui a déjà commencé à former des étudiants et des collaborateurs ; sa première promotion de master 1 fera sa rentrée en septembre 2022. La ligne de conduite, c'est le responsable de l'école, José Maillet, qui nous l'explique : « Notre posture est agnostique par rapport aux techs. Nous nous situons entre les Amish et les hyper tech. Nous observons, nous enseignons les problématiques environnementales et sociales et nous enrichissons notre réflexion sur comment rendre le futur viable et durable. Il faut penser des modèles alternatifs, proposer une nouvelle boîte à outils (autour de l'IA, du transhumanisme, etc.), former des citoyens éclairés, en avance sur leur temps et aptes à devenir acteurs... le tout sans idéologie ». Il ajoute : « Il y a un récit à construire sur ces sujets pour embarquer la population et rendre le futur désirable ».

Innovations disruptives

Au DVIC (De Vinci Innovation Center) - le laboratoire d'innovation du Pôle Léonard de Vinci -, le futur désirable passe par la résilience. C'est même le nom donné à l'un de ses pôles,



© Pôle Léonard de Vinci

Les vers à soie : bon exemple de savoir-faire du passé, amélioré grâce aux techs

the Resilient Futures group, qui travaille sur des innovations disruptives pour une société plus durable. Marc Teyssier en est le Principal Investigator (PI), en charge de la préparation, de la conduite et de l'administration de ce champ de recherche. Trois doctorants sont aujourd'hui à ses côtés. Ensemble, ils élaborent par exemple de nouveaux processus de fabrication. « Prenons l'exemple des vers à soie. On cherche à réactualiser des connaissances acquises, à éviter les erreurs passées dans le traitement des cocons et à améliorer la productivité. Ou, grâce à une imprimante 3D, on crée de nouvelles formes de pot en argile qui favorise la pousse de certains végétaux... On est à l'intersection entre de nouveaux outils à notre disposition et l'artisanat », expose Marc Teyssier. Non loin de son ordinateur en effet, on peut admirer une culture de kombucha, un champignon pouvant être une alternative au cuir, ou du bioplastique réalisé à partir d'algues vertes. Bref, le champ est vaste et selon le PI, « c'est un terrain de création et d'innovation fantastique. On est en train de totalement repenser notre rapport aux techs ».

Une démarche intellectuelle qui selon Damien Amichaud devrait concerner tous les citoyens, des écoliers aux salariés, en passant évidemment par les étudiants et les professeurs. « La tech doit permettre aux humains d'être sobres. Mais, pour y parvenir, on a tous besoin de développer des compétences. Tout le monde doit s'y mettre », conclut-il.

Anne Dhoquois

L'entrée en force des soft skills

85 % des métiers de 2030 n'existeraient pas encore, selon une étude de Dell et de l'Institut pour le futur. Autant dire que les savoir-faire d'aujourd'hui ne peuvent garantir à eux seuls la réussite professionnelle. Conscients du rôle majeur des soft skills, les établissements d'enseignement supérieur les ont intégrés dans leur cursus. Mais leur évaluation et les méthodes d'enseignement font encore débat.

« **S**oft skills », « savoirs comportementaux », « very hard skills » ou « power skills »... Les dénominations varient, tout comme les définitions que l'on en donne. Parle-t-on de travail en équipe, d'autonomie, d'innovation, de leadership... ou de tout cela à la fois ? De fait, la liste des soft skills est longue et ne fait pas consensus parmi les chercheurs en sciences humaines.

En revanche, les soft skills font l'unanimité sur un point : la maîtrise de ces compétences transversales est devenue centrale. Les étudiants en sont les premiers convaincus, comme l'a démontré l'étude Epoka / Harris Interactive, publiée en octobre 2020. Alors que la confiance dans le fait de trouver un emploi s'érode sérieusement, ils considèrent les soft skills comme les meil-

leurs atouts pour la suite de leur carrière. Même certitude du côté des recruteurs : « un talent, c'est 75 % de soft skills et 25 % de hard skills », serine Didier Desage, vice-président de l'association Jeunesse & Entreprises (AJE) aux étudiants.

Et pour cause... Le cycle des innovations s'étant accéléré, le socle des compétences techniques devient rapidement obsolète. Une étude de l'Institut du futur datant de 2017 a ainsi révélé que 85 % des métiers de 2030 n'existent pas encore ! « Les exigences accrues en termes de business et de résultats nécessitent aussi de savoir gérer ses émotions, de résister au stress », précise Laure Bertrand, directrice des soft skills au Pôle Léonard de Vinci.

Conscients de ces évolutions, les établissements les ont peu à peu intégrés dans

leur programme. Si les écoles de commerce ont été pionnières, les filières ingénieurs et les universités ont rapidement pris le train en marche. Au Pôle, les modules « soft skills » sont obligatoires dès la 1^{ère} année dans les trois établissements (EMLV, ESILV et IIM). Les étudiants qui ne se connaissent pas sont obligés de travailler ensemble. De quoi développer les compétences interpersonnelles. À l'École des Ponts Paris Tech, « les diplômés n'ont aucun problème pour trouver du travail, constate Gilles Jeannot, le directeur de recherche. Spontanément, ils pensent donc que les soft skills ne sont pas très importants. » Les cours de communication qui étaient optionnels et attireraient peu d'étudiants sont ainsi devenus obligatoires...

Savoir travailler en groupe : une des bases du savoir-être



Comment les enseigner ?

Si le caractère obligatoire a tendance à s'imposer, des interrogations demeurent sur les méthodes d'enseignement. Pour Sébastien Chantelot, directeur d'Excelia BS, « ces compétences s'acquièrent davantage par la pratique qu'elles ne s'enseignent. » Beaucoup d'établissements misent du reste davantage sur les mises en situation que sur les cours théoriques. Hackathons, stages, expériences associatives à l'étranger, activités sportives... Toutes les formules cohabitent, du plus au moins formalisées. Au Pôle Léonard de Vinci, le programme débute par l'apprentissage des compétences intrapersonnelles pour apprendre à se connaître. Puis, place à l'interpersonnel et donc au travail en équipe... Viennent ensuite les ateliers de design thinking pour développer l'innovation. Et en 5^e année, un séminaire sur le leadership permet de comprendre que « le leader n'est pas le chef maximo », déclare Laure Bertrand en souriant.

À l'université Rennes 1, la formation aux soft skills se fait plus à la carte. « En plus des « soft skills camp » où des challenges sont proposés aux étudiants, nous intervenons à la demande des enseignants, déclare Priscille Hebert, ingénieure pédagogique qui coordonne ces actions. Et, en fonction de la demande, nous scénarisons l'atelier avec l'enseignant. »

Mais, si les méthodes diffèrent, les établissements se retrouvent tous sur un point : afin de consolider les acquisitions, une phase d'analyse, de retour sur soi, de questionnement sur les raisons d'un échec ou d'une réussite s'impose. Un travail complexe à évaluer. « Il n'existe pas de grille formalisée, reconnaît Priscille Hébert de Rennes 1. Chaque professeur établit sa grille d'indicateurs. » Et la pédagogie étant surtout fondée sur l'expérientiel, le chemin parcouru compte davantage que le résultat. Cependant, l'évaluation reste un sujet de recherche pour les équipes pédagogiques car l'enjeu est majeur. Les écoles doivent être capables de démontrer qu'elles répondent aux attentes des employeurs. C'est pourquoi TBS Education a innové en délivrant le « certificat soft skills » qui atteste de l'acquisition de dix compétences clés telles que l'intelligence émotionnelle, le leadership ou encore la gestion des conflits. Par ailleurs, les étudiants ont besoin d'une sorte d'état des lieux pour pouvoir travailler leurs points faibles. Depuis la rentrée 2021, l'Essec utilise l'application COSS by 5Feedback qui permet à chaque étudiant d'évaluer le soft skill de son choix en interrogeant son entourage. Un algorithme délivre ensuite un score que le jeune peut afficher sur son CV. « Tout cela nous mène à nous

Mesurer les effets d'une expérience humanitaire

La prise de conscience de la nécessité de développer le savoir-être des étudiants a eu lieu dès 2005 chez Excelia. C'est à cette date que le programme Humacités est né : mener une action d'intérêt général dans une ONG pendant plusieurs semaines en France ou à l'étranger. Rien de tel pour porter un autre regard sur le monde et développer ces compétences comportementales ! Encore faut-il le prouver. Deux professeurs, Rémi Brehonnet et Jean-François Trinquécoste, ont donc mené l'enquête en 2021. Dans un premier temps, « il a fallu stabiliser la définition des soft skills, déclare Jean-François Trinquécoste. Ont été retenus la confiance en soi, la capacité à entreprendre et la stabilité émotionnelle ainsi que la capacité à l'engagement organisationnel et à la coopération avec

autrui. Quelque 120 étudiants ont répondu à un questionnaire avant et après leur mission humanitaire et les premiers résultats montrent qu'au retour, ils ont le sentiment que cette expérience a eu un écho considérable sur leur vie ; ils manifestent une intention d'engagement à long terme. » Au-delà de cet aspect déclaratif, sur chacune des dimensions de soft skills mesurées, les étudiants améliorent leurs performances. Objectiver l'effet d'Humacités présente plusieurs atouts. À l'issue de l'étude, chaque étudiant reçoit son score de performance. Selon Jean-François Trinquécoste, « être plus conscient de ces progrès est un élément essentiel pour modifier son comportement et pour aider l'école à imaginer des compléments pédagogiques. »



© Pôle Léonard de Vinci

Soft skills : des compétences qui s'acquièrent davantage par la pratique que par l'enseignement

interroger sur comment enseigner les soft skills, déclare Sébastien Chantelot. Tous les professeurs en sont capables, s'ils utilisent une démarche inductive mais nous devons trouver d'autres canaux de transmission. Des alumni, des conférenciers inspirants... En fait, on est plus proche du coaching. »

Bien que l'apprentissage des savoirs comportementaux soit encore en chantier, les programmes mis en place commencent à porter leurs fruits. D'après une étude du Cereq de 2021 sur « le rôle des compétences transversales dans les trajectoires des diplômés du supérieur », lorsque la capacité à travailler en équipe est mise en avant dans le CV, les recruteurs accordent en moyenne 11 points supplémentaires.

Résultat : le diplôme qui envoie essentiellement un signal de connaissances pèse moins lourd dans la balance. Selon une enquête de Pôle Emploi, publiée en 2018, dans le palmarès des informations scrutées par les recruteurs sur les CV, le diplôme arrive aujourd'hui en sixième position.

Cécile Coumau

De nouvelles pédagogies

L'enseignement supérieur connaît une mutation accélérée de ses méthodes pédagogiques. Si la crise sanitaire a fait évoluer le modèle, elle a également démontré toute l'importance du présentiel et des campus.

C'est un paradoxe : la pandémie du Covid-19 aura à la fois prouvé la pertinence d'un modèle d'enseignement largement distanciel et mis en avant la nécessité de proposer des campus pour réunir les étudiants. « Demain deux modèles vont donc cohabiter, le présentiel et le distanciel. Il ne faut pas les opposer car ils correspondent à des attentes totalement différentes. Les étudiants veulent venir sur nos campus, veulent avoir accès à des salles de cours et rencontrer leurs professeurs », note ainsi le directeur général de l'Edhec, Emmanuel Métais.

De nouveaux campus voient ainsi le jour en 2022, comme ceux de Sciences Po ou de Clichy pour l'EM Normandie, de l'ESA à Saint-Quentin-en-Yvelines, etc. D'autres sont en projet comme celui de emlyon BS, qui ouvrira ses portes en 2024, alors que l'Isae SupAero se lance dans de grands travaux pour rénover son campus toulousain. L'ESILV, l'école d'ingénieurs du Pôle Léonard de Vinci, inaugure un campus en région, à Nantes, toujours en 2022. « D'ici 2024, tout le cursus licence y sera dispensé dans un bâtiment de 1500 m² à proximité de plusieurs autres écoles d'ingénieurs dans un environnement propice au développement d'une nouvelle école d'ingénieurs », détaille son directeur, Pascal Pinot.

Hybridation et interdisciplinarité

Aujourd'hui qui dit « environnement propice » évoque tout un écosystème du savoir et de l'innovation. A Paris-Saclay naît aujourd'hui un immense campus réunissant universités, écoles d'ingénieurs comme CentraleSupélec, laboratoires de recherche, start up. Le but : faire cohabiter les disciplines et faire naître de nouveaux savoirs. Le tout nouveau bâtiment de l'ENS Paris-Saclay en est la parfaite illustration. Sur son ancien campus de Cachan, les disciplines étaient dispersées : les sciences de l'ingénieur d'un côté, les laboratoires de physique-chimie-biologie de l'autre, les sciences humaines et sociales ailleurs encore. Le tout loin des salles de cours. À Saclay, tout le monde se voit et peut travailler ensemble : le design avec les mathématiques, l'histoire avec l'informatique, etc. « Nous avons également fait évoluer

l'organisation de la scolarité pour que nos élèves puissent se former dans plusieurs disciplines au cours de leurs études. Après leurs deux premières années, ils ont accès à différents types de parcours qui peuvent ainsi répondre à des enjeux intrinsèquement interdisciplinaires », confie le président de l'ENS Paris-Saclay, Pierre-Paul Zalio.

C'est dans ce cadre que les doubles diplômes se multiplient et représentent une plus-value de plus en plus recherchée. Juriste-manager, ingénieur-manager, designer-ingénieur... la polyvalence est de mise. L'ESILV et l'EMLV ont ainsi créé en 2015, le tout premier cursus Ingénieur-Manager accessible dès le Bac. Centrale Nantes et Audencia ont, de leur côté, lancé en 2021 un bachelor Big Data et Management, avec des

cours dans les deux bâtiments, couplé à un séjour à l'international. Des métiers vont disparaître, remplacés par d'autres. Cette perspective demande une plus grande flexibilité. « L'innovation ne se trouve pas dans la discipline mais à la frontière de plusieurs disciplines, observe Tamim Elbasha, enseignant et directeur Learning Quality Development à Audencia. L'écologie est un très bon exemple. Il faut penser l'écologie et le modèle économique qui convient aux nouvelles solutions ».

Travail en mode projet

Les étudiants acceptent de moins en moins d'être passifs à suivre des cours. Les projets collectifs, générant de vraies interac-

Les cours hybrides sont de plus en plus proposés dans les grandes écoles



tions, débouchant sur de vraies réalisations, les passionnent. Au cœur du projet du Pôle Léonard de Vinci, l'interdisciplinarité s'y traduit ainsi chaque année par un travail collectif en « mode projet ». Durant une semaine, 1450 étudiants d'une même promotion de ses trois écoles (digital, ingénieur, management), réunis par groupe de 25 environ, sont ainsi formés à la gestion de projet. « Trois grandes écoles réunies dans la même gouvernance pour un dispositif de cette ampleur, cela n'existe pas ailleurs. Ces différences d'approches, de cultures, cela les habitue au monde du travail où ils devront exercer avec tous ces métiers. Cette interdisciplinarité conduit les étudiants à mieux écouter les besoins de l'utilisateur pour ensuite résoudre des problèmes complexes ensemble. En fait, nous les formons à l'intelligence collective », souligne Laure Bertrand, directrice des soft skills, du développement durable et des carrières du Pôle. Emilie Poirson, directrice adjointe de Centrale Nantes, table, elle aussi, sur le développement des « options projet » dont une, intitulée Feuille blanche : « C'est à eux de composer leur parcours projet de manière

dynamique, en fonction de leurs besoins, le tout avec un client (le CHU par exemple). C'est professionnalisant pour eux d'expérimenter tout de suite, d'apprendre en faisant, de prendre sa place en réunion transdisciplinaire ». En choisissant cette option d'un an, les étudiants bénéficieront également de nouveaux modes d'évaluation, telle l'autoévaluation et l'évaluation par les pairs. De quoi bien (mieux ?) se connaître ainsi que ses compétences.

Blended learning

La pandémie aura conduit l'enseignement supérieur, comme une grande partie de la société, à privilégier l'enseignement à distance. Une dynamique qui va perdurer dans certains cas, notamment pour dispenser leurs cours aux étudiants en apprentissage qui ne peuvent pas revenir sur les campus. « Je ne crois pas au digital pur. La règle que nous nous sommes fixés c'est le 20/40 : au moins 20 % d'enseignement numérique et au moins 40 % d'enseignement présentiel dans chaque cursus. Ce qui laisse aux professeurs une marge d'appréciation tout en sachant que la partie présentielle ne peut en aucun cas descendre sous les 40 % », analyse le directeur général de ESCP, Frank Bournois. Sans oublier les étudiants à l'étranger qui peuvent ainsi suivre leurs cours partout dans le monde. Pour que chaque étudiant puisse suivre ses cours malgré le décalage horaire, les cours d'Audencia ont lieu de 8h à 15h30 maximum.

De l'avis général, le distanciel ne peut notamment pas s'appliquer totalement aux étudiants les plus jeunes, pour lesquels c'est toute une expérience étudiante qui s'impose et dans laquelle la présence en cours est essentielle. « Nous penchons plutôt vers 30 % de contenus digitalisés. Une partie des séances en e-learning, en ligne, par Zoom, etc. Et une autre partie en classe », analyse Cora Beck, directrice des pédagogies digitales au Pôle Léonard de Vinci. Avec une attention portée au niveau des étudiants et de leurs capacités d'autonomie : « Nous privilégions le blended pour les cycles Masters car les étudiants post-bac n'ont ni l'habitude ni la méthode ».

Après quelques atermoiements, des solutions efficaces ont en tout cas vu le jour pour rendre l'enseignement à distance efficace. Avec son dispositif de captation de cours eLive (HiFlex), Rennes SB a ainsi équipé près de cinquante salles de dispositifs de captation vidéo et de barres son. Une centaine de e-modérateurs sont également présents pour aider chaque professeur à rendre son cours accessible à tous, que l'étudiant soit

devant lui ou au bout du monde. « Le mode bimodal devient la norme. Des systèmes immersifs de plus en plus intéressants se développent. Il faut cultiver son avatar ! Nos étudiants ont acquis des compétences qui leur seront utiles toute leur vie », assure le directeur de Rennes SB, Thomas Froehlicher. La capacité à travailler en distanciel, avec des équipes multiculturelles partout sur la planète, est ainsi devenue, en quelque temps, un marqueur fort de compétences pour les entreprises.

Construire différemment ses cours

Un cours de trois heures ne peut être construit de la même manière à distance. Il faut identifier les concepts que l'on souhaite transmettre, et, surtout, varier les supports et les activités. Images, audios, écrits, temps individuels et travaux de groupes, chaque séquence doit être courte, ludique et efficace. Tamim Elbasha observe une posture étudiante « plus confortable » avec tous ces outils collaboratifs, qu'ils apprennent à maîtriser.

Mais cette nécessité de repenser les cours n'est pas née avec le distanciel. Elle irrigue déjà les enseignements depuis de nombreuses années et a conduit à la création de poste dédiés pour aider les professeurs à varier les postures. Le Pôle Léonard de Vinci dispose ainsi aujourd'hui d'un chef de projet digital learning, d'un chargé de transformation digitale, d'une personne qui gère la base de données, d'un technicien audiovisuel, d'un graphiste en motion design et de deux ingénieurs pédagogiques. Ces derniers travaillent la conception des contenus et la modélisation des dispositifs de formation. Un métier constamment dans l'expérimentation et l'innovation qui amène également à réfléchir et mettre en place ces dispositifs de formation, les adapter au distanciel, tout en effectuant une veille continue sur les évolutions de la EdTech.

À Audencia, on a ainsi centralisé les cours, les travaux, les examens en ligne... sur un seul outil : la plateforme Blackboard. Qu'en pensent les principaux intéressés ? Pauline, étudiante en International Master of Management (IMM) à Audencia, a perçu d'emblée le fossé entre l'université et sa nouvelle école. Exit les feuilles de papier, bonjour l'ordinateur avec, dans chaque salle de cours, rétroprojecteur, micro et caméra. La plateforme Blackboard accueille toutes les ressources déposées par les enseignants, et propose un accès virtuel aux cours pour les étudiants bloqués à l'étranger. « On ne prend quasiment plus de notes, remarque-t-elle. Du coup, je suis plus attentive aux pro-



pos du professeur, et je participe davantage. Je retiens moins en écrivant qu'en écoutant. »

L'expérience internationale

C'est l'une des marques distinctives des grandes écoles françaises : elles sont les plus internationales qui soient. Mais, dans un contexte post Covid-19, l'époque du « tourisme académique » est bien finie.

Chaque déplacement, séjour académique ou stage à l'international doit apporter une plus-value. Dans ce que Grenoble EM appelle le « Parcours Transcontinental », il est ainsi possible pour les étudiants d'étudier, au cours de leur scolarité, dans quatre ou cinq campus emblématiques comme McGill, George Washington University (GWU), Cambridge, Pace University. Membre fondateur à Grenoble du Campus mondial d'innovation GIANT, GEM entend ainsi renforcer encore cette dimension MTI (multimédia,

technologie, informatique). « Des écosystèmes scientifiques et technologiques, comme celui de GIANT, il en existe une quinzaine dans le monde, avec qui nous sommes, par notre appartenance à GIANT, partenaires. Ils sont à Taiwan, en Corée du Sud, au Japon, sur la côte Est et Ouest des États-Unis... L'idée est de doubler le nombre de nos destinations de notre Transcontinental avec des Business schools ou Universités liées à ces mêmes écosystèmes », confie le directeur général de GEM, Loïc Roche.

Les étudiants ne prennent quasiment plus de notes sur papier, tout se passe sur écran



Aujourd'hui, les départs vers l'Europe sont privilégiés par les étudiants. Parce que les conditions d'études semblent plus rassurantes mais aussi parce que les retours au bercail sont relativement simples en cas de nouvelle pandémie. Dans les écoles, c'est toute une stratégie qu'il a donc fallu repenser pour l'envoi de ses étudiants à l'international. D'autant qu'à cette question conjoncturelle s'ajoute une question structurelle : alors que le réchauffement climatique est une évidence de plus en plus patente, l'en-



© Pôle Léonard de Vinci

C'est quoi, un learning center ?

L'appellation peut différer d'une école à l'autre. Au Pôle Léonard de Vinci, il s'agit d'un espace de travail modulable et hybride, où les étudiants disposent de tous les outils pour travailler en toute autonomie. Cet « espace collaboratif » s'apparente « à une bibliothèque sans livres », résume Cora Beck. Ordinateurs, projecteurs, mais aussi murs futuristes velleda et écrans tactiles sur lesquels on peut écrire, puis effacer... Dans ce lieu de travail et de création, ce creative space, tout se déplace et se pense selon les besoins, travail individuel ou de groupe. Besoin d'isolement ou non. Chaises, tables et cloisons se déplacent au gré des envies. Un studio d'enregistrement (sur réservation) est à disposition des étudiants, avec fond vert et prompteur inclus. Du matériel audio peut aussi être

réservé. « On peut venir y filmer des capsules pédagogiques, des présentations de cours... Ils s'y rendent aussi pour un cours en visio, après avoir eu un cours en présentiel par exemple », ajoute Cora Beck. Mais c'est également un lieu de socialisation entre étudiants. Une association étudiante passe régulièrement discuter et apporter des conseils. Les enseignants et ingénieurs pédagogiques y font aussi des apparitions, pour aider si besoin. Le learning center, par ses multiples possibilités, peut aussi être un espace de démonstration. Au Pôle Léonard de Vinci, il comprend en plus un FabLab (intégré au DVIC et géré par une association étudiante) où se côtoient lasers et imprimantes 3D. Un learning center, c'est donc ce que chacun en fait...

seignement supérieur doit revisiter ses pratiques en termes de déplacements. Un sacré dilemme alors que la dimension internationale est au cœur du projet des grandes écoles qu'analyse ainsi la directrice de TBS Education, Stéphanie Lavigne : « Nous ne souhaitons pas faire une croix sur l'expérience internationale, qui reste l'une des principales attentes de nos étudiants. La question se pose également pour savoir si des accords de cours à distance avec des universités partenaires peuvent suffire pour valider le semestre à l'étranger obligatoire dans nos écoles... Les cours ne constituent qu'une partie de cette expérience ».

Elsa Gambin et Olivier Rollot

Portraits d'étudiants

Ils sont quatre. Quatre jeunes qui n'ont pas quitté les bancs de leur école mais se projettent déjà dans l'avenir. Leur tremplin : une formation solide qui leur permet d'acquérir des compétences techniques et de se mouvoir avec aisance dans un monde en perpétuel changement.



« L'ESILV nous donne des bases en termes de compétences, mais favorise beaucoup l'autonomie via la pédagogie inversée. »

ERWAN KERBRAT, 25 ANS,

ÉTUDIANT À L'ESILV, EN 5^E ANNÉE.

Erwan Kerbrat a une mère vietnamienne et un père breton. Ils se rencontrent en Nouvelle Calédonie et c'est là que naît Erwan, il y a vingt-cinq ans. Après le bac, il intègre une prépa à Nouméa, puis opte pour l'ESILV. Il explique son choix : « Je voulais une école d'ingénieurs où les maths tiennent une place importante. J'aime cette matière et j'y suis à l'aise ». Une orientation qui lui fait quitter son île pour la région parisienne. Se pose alors la question du financement de ses études. Erwan s'installe dans un appartement, situé à Saint-Germain-en-Laye (78), et dédie une pièce à une activité qu'il connaît bien : dispenser des cours de maths à des lycéens. Il obtient un prêt pour s'équiper en matériel et mène de front son enseignement et son école dont il apprécie le mode de fonctionnement. « L'ESILV nous donne des bases en termes de compétences, mais favorise beaucoup l'autonomie via la pédagogie inversée par exemple. Le gros du travail se passe en dehors des cours », commente-t-il. De quoi satisfaire cet électron libre, qui sait ce qu'il veut. En parallèle de ses nombreuses activités, Erwan a développé une application, Néo, qui permet à des professeurs de maths d'adapter leur pédagogie à chaque élève en fonction de leurs points forts et de leurs lacunes. Un projet qu'il a intégré à nombre de ses cours quand il a dû travailler sur un service en ligne ou une architecture cloud. De quoi professionnaliser sa démarche. Du

reste, Erwan a créé une start'up, incubée à Station F, pour développer son projet, aujourd'hui en phase de betatesting. Prochaine étape : se mettre en quête d'investisseurs. En lieu et place d'un stage de six mois, obligatoire dans son cursus, le jeune calédonien a bénéficié du programme Pépité, qui donne accès au statut d'étudiant-entrepreneur et à ses nombreux avantages (crédits ECTS, cours juridiques, etc.). Programme qu'il a suivi en Nouvelle Calédonie. Là-bas, un chef d'entreprise lui a proposé de développer son application dans le cadre d'un emploi. De retour en France, une banque - Erwan a pris « finances » en majeure -, lui ouvre aussi ses portes pour rejoindre l'équipe de data scientists. Des propositions parmi d'autres. « J'ai un choix à faire, confie le jeune homme. Mais je crois que si je trouve des investisseurs, je me focaliserai sur mon application tout en prenant un emploi à côté dans un premier temps, si besoin ». Il ajoute : « Je veux également continuer à dispenser des cours. Enseigner, c'est vraiment intéressant et on peut évaluer l'impact sur les élèves. Beaucoup ont des appréhensions par rapport aux maths, il faut les rassurer, valoriser ce qu'ils savent faire, les amener vers ce qu'ils ne maîtrisent pas, s'adapter à chacun... ». Bref, les projets ne manquent pas. De quoi générer une certaine impatience. « J'ai hâte d'être diplômé », conclut-il.

ALICE DESTOMBES, 23 ANS,

ÉTUDIANTE DU PROGRAMME DMDA AU PÔLE LÉONARD DE VINCI

Son rêve d'enfant, c'était de devenir actrice. Mais, après avoir pris des cours de théâtre et passé quelques castings, « je suis revenue à la réalité et j'ai opté pour une école de commerce, une bonne base pour me réorienter plus tard si besoin », relate Alice Destombes. Son choix va se

porter sur l'EMLV. Plusieurs raisons à cela. « J'ai adoré les locaux, un peu à l'américaine, la transversalité du programme, l'ambiance, la richesse de la vie associative... », détaille-t-elle. Une fois intégrée à l'école, Alice apprécie tout particulièrement les rencontres qu'elle y fait et les échanges avec les nombreux professionnels qui viennent partager leur expérience. « Les contenus sont très concrets et les matières diverses, ça aide pour bien s'orienter. Et puis, on développe nos savoir-être, nos savoir-faire et nos savoirs faire-faire. C'est intéressant sur le plan personnel car on apprend à se connaître, à devenir des leaders, à développer notre créativité », commente la jeune femme. Alice insiste notamment sur les semaines transversales qui réunissent deux fois par an des élèves des trois écoles du Pôle Léonard de Vinci. Aidé par un coach, ils planchent ensemble sur un projet concret, lié en général à l'innovation ou à l'environnement.

Après ses trois ans à l'EMLV, dont deux semestres passés à l'étranger – six mois en échange Erasmus à Cork et six mois à Barcelone, en stage chez Spontex –, Alice souhaite faire un master en alternance. Son objectif : partir de chez ses parents. Elle va finalement opter en septembre 2020 pour un double diplôme EMLV – IIM, le Digital Marketing & Data Analytics (DMDA). « Même si le marketing m'intéresse, j'ai fait ce choix pour assurer mon intégration professionnelle. Le digital

et la data, c'est le futur ; il faut savoir les maîtriser », explique Alice. Un choix qu'elle ne regrette pas. « On a changé de niveau, on se spécialise, on se professionnalise, on travaille notre réseau », précise-t-elle. L'avenir professionnel prend forme peu à peu mais les possibles sont nombreux. La jeune femme évoque la vidéo marketing et le social media... idéalement dans le secteur de la cosmétique. « Je suis une cliente fidèle de

« Je serai une alumni active, je veux revenir à l'EMLV. Je ne veux pas qu'on m'oublie. »

ce type de produits. J'aimerais travailler sur l'image de marque d'entreprises comme Sephora. Je pourrai me démarquer car je sais de quoi je parle », confie Alice. Un projet parmi tant d'autres. Car la jeune femme ne manque pas d'idées : poursuivre ses études dans le luxe ou la communication ou encore faire un VIE... Et pourquoi pas, revenir à son rêve de gosse et devenir actrice. Depuis quelques mois en tout cas, la jeune femme est partie de chez ses parents et vit seule dans un appartement. Un pas de géant dans sa vie d'adulte... pas si simple que ça à franchir. « C'est dur de grandir et de quitter son enfance », confie-t-elle. Comme ça sera dur de quitter le Pôle. « Je serai une alumni active, je veux revenir à l'EMLV, affirme Alice. Je ne veux pas qu'on m'oublie ».



ANOUC BASSOU, 19 ANS,

ÉTUDIANTE À SCIENCES-PO

Dès le lycée, Anouk Bassou est tout autant intéressée par la philosophie, les sciences politiques, notamment les questions environnementales, que par les sciences de la vie. Il fut un temps, pas si lointain, où combiner l'ensemble aurait été compliqué. Plus maintenant. Anouk Bassou va ainsi trouver son bonheur à Sciences Po qui, depuis la rentrée 2020, propose un bachelor of sciences et arts (BASC), une double licence interdisciplinaire en sciences et en sciences humaines et sociales. Plusieurs combinaisons sont possibles. Anouk a

opté pour « environnement et société durable », en partenariat avec l'université de Reims Champagne-Ardenne. De quoi sacrifier ses loisirs – Anouk fait de l'équitation à un haut niveau – car la charge de travail est énorme. Mais la jeune femme ne regrette pas son choix. « Ce diplôme est parfait pour moi, affirme-t-elle. Il rassemble mes centres d'intérêt et mes préoccupations car je veux être utile pour la société ». La jeune fille a fait partie de la première promotion ; elle est désormais en deuxième année et dresse un premier bilan : « Ce qui m'a motivé



« Le savoir, c'est un levier d'actions. »

à poursuivre un cursus dans les sciences, ce sont les questions environnementales. De fait,

je prends plaisir à comprendre les interrelations entre les espèces, la place de l'humanité dans un écosystème plus général, etc. Peu d'hommes et de femmes politiques ont une formation scientifique. Or, c'est ce qui permet de comprendre le monde et d'agir dessus ». Elle ajoute : « Le diplôme prend tout son sens petit à petit car il devient réellement interdisciplinaire, les matières se mélangent et on aborde aussi bien les humanités scientifiques que l'invention de la nature ». En deuxième année, Anouk a eu à prendre une majeure. Elle a opté pour les humanités politiques, « un choix de cœur car j'aime beaucoup la philosophie », précise-t-elle.

Le BASC dure quatre ans, dont un à l'étranger, qu'Anouk souhaite passer à Kyoto, au Japon, pour « comprendre le rapport que développent d'autres sociétés à leur environnement, leur philosophie de la nature ». Ou comment enrichir encore davantage un bagage académique qui lui ouvrira de nombreuses portes. Pourquoi pas le journalisme pour faire de la vulgarisation scientifique – « le savoir, c'est un levier d'actions », dit-elle –, devenir chercheuse ou travailler dans un ministère... où elle saura faire fructifier ses connaissances scientifiques et son approche philosophique. Anouk conclut : « Le double diplôme nous forme à penser les paradoxes des techs – les services que cela peut nous rendre et les dégâts que cela peut faire –, notre impact sur l'environnement, notre rapport à la nature... Il m'a aussi permis de m'émerveiller de ce qui m'entoure ».

AUGUSTE LETELLIER, 21 ANS,

CURSUS TEMA À NEOMA

Son bac en poche, Auguste Letellier a une idée très précise de la suite : faire de l'ingénierie mécanique. Son choix se porte alors sur l'Université de technologie de Troyes où il se spécialise en génie mécanique. De quoi lui assurer des compétences techniques. Mais Auguste ne veut pas s'arrêter là. « On fait un peu de management et de marketing en école d'ingénieurs mais on ne peut pas le valoriser sur un CV. Je voulais étudier ces matières de façon plus poussée, me permettant d'étendre le champ de ma recherche d'emploi une fois diplômé », explique Auguste. Une stratégie qui va l'amener à intégrer au niveau Master 1 le cursus TEMA « innovation et digital management », dispensé par la business school Neoma. Un double diplôme qu'il suit en parallèle de sa dernière année en école d'ingénieurs. Auguste est un bosseur, qui sait où il va : « Je ne souhaite pas me consacrer à 100 % à l'ingénierie mécanique ou à la recherche. C'est pourquoi je veux développer mes capacités managériales et commerciales pour pouvoir gérer des équipes et des relations clients ». Des compétences – Auguste a opté pour la spécialisation « disruptive marketing » – qu'il ajoute à sa besace déjà bien remplie. Le tout dans un

cadre innovant. « À Neoma, on apprend par la pratique, c'est le « learning by doing », qui privilégie le travail en équipe et le mode projets. Il y a peu d'exams, on fait beaucoup d'études de cas. On propose des solutions techs pour optimiser les outils digitaux d'une entreprise, par exemple », décrit Auguste. Une entreprise que les étudiants ont pu visiter grâce à la réalité virtuelle, leur donnant l'occasion d'échanger avec les entrepreneurs. « C'est un peu un gadget, mais ce n'est pas inutile. Ça nous a permis d'avoir une approche plus concrète et de nous mettre vraiment à la place de l'entreprise », confie Auguste, qui, par ailleurs, enrichit sa palette de connaissances en outils digitaux : logiciels de gestion, d'analyse et de performance de sites web, etc. Il commente : « Il faut maîtriser la tech pour s'assurer une bonne intégration professionnelle ». Une intégration qui idéalement rimerait avec automobiles, digital et management : « Aujourd'hui, les tests sur les voitures se font d'abord via un logiciel 3D. Les crash tests interviennent dans un second temps pour valider les résultats transmis par le logiciel. Ce qui m'intéresserait, c'est de manager les équipes qui gèrent ces données ».

Anne Dhoquois



PARTIE II

Des entreprises en mutation(s) tech(s)

• 32 •

Innovation : la grande révolution numérique

• 38 •

Ce qu'attendent les entreprises des jeunes diplômés :
entretien avec Bruno Guillemet, directeur délégué RH de Valeo

• 40 •

**Quand les entreprises prennent les enjeux
de RSE à bras le corps**

• 44 •

Quand une entreprise se transforme, le recrutement évolue... :
entretien avec Karima Silvent, DRH du groupe AXA

• 46 •

Portraits d' alumni

Innovation : la grande révolution du numérique

Transition numérique, mais aussi écologique et sociale, globalisation... Face à une équation de plus en plus complexe, pour innover, les entreprises travaillent de plus en plus en écosystèmes. Et inventent de nouvelles formes d'organisation plus décentralisées.

Faire ses courses en ligne, trouver un covoiturage sur Blablacar entre deux réunions "Zoom"... Illustrations parmi tant d'autres d'un nouveau style de vie que le Covid n'a fait qu'amplifier. La pandémie et le développement du télétravail ont en effet renforcé la place du digital dans nos vies. Mais le phénomène n'est pas nouveau. Le développement d'Internet et du big data ces quinze dernières années se sont accompagnés dans tous les secteurs de « l'explosion de nouveaux services à base de données captées en temps réel, sous forme d'informations, d'alertes ou de recommandations personnalisées », analyse Sylvie Blanco, professeure d'innovation à Grenoble École de Management. Or noir moderne, la data est devenue le carburant d'une nouvelle économie symbolisée par les GAFAM (Google, Apple, Facebook Amazon et Microsoft) et une galaxie de start-ups numériques.

Mais, en réalité, tous les secteurs sont impactés : des transports au bâtiment, en passant par l'énergie ou l'automobile, le numérique - le cloud, mais aussi les progrès rapides de l'Internet des objets ("Internet of things" en anglais) ou de l'intelligence artificielle - ont ouvert la voie à une pléiade de produits et de services connectés : smart-building, smart-grids, fintech, etc. L'industrie aussi se "tertiarise". En gommant les frontières traditionnelles entre produits et services, le digital bouleverse les modèles économiques, moins fondés sur la vente et davantage sur la location et la mise à disposition de services. Un choc pour les entreprises qui doivent se réinventer.

D'autant que l'urgence climatique leur impose de plus en plus d'intégrer à l'ensemble de la chaîne de valeur l'impact social, environnemental, mais aussi sociétal de leur produit : les conditions d'extraction des matières premières, de fabrication des produits, la consommation énergétique finale, la réparabilité et l'exploitation des données des utilisateurs...

Pionnier, Michelin a commencé sa mue : il ne vend plus de pneus aux camions, il les loue et, grâce à un système de gestion prédic-

tive, sait à quel moment les rappeler pour les changer. Les anciens sont alors recyclés.

L'automobile aussi est en pleine métamorphose. « L'enjeu majeur, aujourd'hui, c'est comment on transforme un constructeur comme Stellantis (né de la fusion entre PSA et Fiat Chrysler Automobiles) en un éditeur de logiciels », explique Christophe Rauturier, Software Global Operations & Customer Support chez Stellantis et parrain de la promotion 2023 de l'ESILV. Le constructeur automobile se rêve en "tech company", leader de la mobilité durable. Pour y parvenir, il prévoit d'investir plus de 30 milliards d'euros d'ici à 2025 dans l'électrification et la création de nouveaux logiciels. Objectif : accélérer le développement de véhicules autonomes et proposer aux clients une gamme de nouveaux produits et de services qui devraient générer autour de 20 milliards d'euros de chiffre d'affaires d'ici 2030. Pour accompagner la digitalisation de son offre, Stellantis a créé une nouvelle direction "software" composée de 4500 personnes, chargées de développer ces logiciels, d'imaginer les nouveaux services et le renforcement de la relation client.

Des approches globales issues du design

Ce défi implique un changement de paradigme : après des stratégies d'innovation longtemps fondées sur les technologies, le point d'entrée est de plus en plus celui des usages. Une posture très présente dans les start-up. Pour mettre au point Doctolib, né en 2013 d'une difficulté en tant que patient à prendre rendez-vous chez le médecin, ses créateurs ont passé des centaines d'heures avec des professionnels de santé pour essayer de cerner leurs attentes. « En discutant avec eux, on s'est rendu compte qu'ils disposaient d'une multitude d'outils, mais d'aucun véritablement adapté à leurs besoins », raconte le diplômé de EMLV, Steve Abou Rjeily, cofondateur et directeur commercial de la plateforme de rendez-vous

médicaux aujourd'hui valorisée à plus d'un milliard d'euros. « Pour faciliter la prise de rendez-vous, on s'est appuyé sur les technologies existantes qu'on a simplifiées au maximum », précise-t-il. Une démarche emblématique. En entreprise, des équipes pluridisciplinaires utilisent des méthodes globales inspirées du design - le design thinking, notamment - pour comprendre les besoins de l'utilisateur et concevoir de nouvelles solutions. « Il ne s'agit plus de concevoir le produit parfait, mais d'innover de manière incrémentale [ajout par palier], par petites touches », explique Julien Pierre, enseignant-chercheur en innovation à Audencia. Très tôt, grâce à des méthodes dites "agiles", les équipes testent des solutions qu'elles vont améliorer au fil du temps. C'est l'exemple de Google Trad... De même, chez Doctolib, chacun des 2500 employés, quelle que soit sa mission, contribue à son échelle à faire évoluer le service en étant à l'écoute de la communauté d'utilisateurs. « On est au quotidien en lien avec eux pour avoir leurs retours sur l'outil et voir comment l'améliorer ensemble », indique Steve Abou Rjeily.

Des écosystèmes publics-privés

Dans une innovation centrée sur l'usage, et face à la nécessité d'intégrer autant de nouvelles inconnues à l'équation, l'entreprise doit s'entourer pour innover. Concurrents directs, les géants du numérique constituent aussi des partenaires presque incontournables. Stellantis, dans le cadre de sa politique de digitalisation, a signé un nouvel accord avec le fournisseur de microprocesseurs taiwanais Foxconn, qui doit permettre de couvrir une grande partie de ses besoins et fluidifier sa chaîne d'approvisionnement et poursuit ses projets dans le domaine commercial avec Waymo, la solution de conduite autonome de Google. Mais surtout, l'entreprise vient d'annoncer une série d'accords importants avec Amazon, qui comprennent notamment l'achat d'un système d'exploitation destiné à développer des nouveaux ser-

vices d'information et de divertissement sur ses véhicules (recommandation, contenus, des lieux, de restaurants sur le trajet...) et la formation de ses ingénieurs dans le cadre de sa future université du logiciel.

Dans le même esprit, TotalEnergies, en pleine reconversion dans les énergies renouvelables, s'est allié en 2020 avec Google Cloud pour développer Solar Mapper. Une solution qui vise à accélérer le déploiement d'installations photovoltaïques pour les particuliers (B2C) en fournissant une estimation précise et rapide du potentiel d'énergie solaire de leurs logements.

La complexité des enjeux, l'hybridation des technologies et l'accélération des processus conduisent les entreprises à travailler en innovation ouverte dans une logique d'écosystème. « Un acteur comme Renault, que nous accompagnons dans sa transformation pour la mobilité du futur (plan Renault), va avoir besoin de collaborer non plus seulement avec sa chaîne de sous-traitance, mais avec l'ensemble de la chaîne de valeur : la ville, les start-ups, les centres de recherche et bien sûr ses utilisateurs sur de nouvelles formes de services. C'est du reste le sens du consortium Software République que nous avons formé

ensemble », détaille Valérie Ferret, vice-présidente en charge des programmes d'éducation chez Dassault Systèmes et spécialiste des solutions d'innovation. « Le financement par l'État des enjeux de souveraineté technologique et de durabilité favorise la création d'écosystèmes d'innovation publics-privés pérennes où se développe la confiance entre des acteurs nombreux et divers », ajoute Sylvie Blanco. À Grenoble par exemple, au sein de l'Institut de Recherche Technologique Nanoelec, l'innovation en faveur du bâtiment intelligent réunit des acteurs comme STMicroelectronics, Schneider Electric, Lynred ou encore le CEA, des établissements d'enseignement supérieur comme Grenoble INP et Grenoble École de Management.

Le lab d'innovation, l'incontournable

Dans beaucoup d'entreprises, le lab d'innovation, point de rencontre entre ces différents partenaires est devenu un "must". C'est le cas chez Vinci. Le géant mondial de la concession - autoroutière et aéroportuaire notamment -, de la construction et des énergies, a créé Leonard en 2017 pour accélérer

sa transition numérique et environnementale. La plateforme de prospective et d'innovation, qui fédère des experts internes et externes, identifie, grâce à son analyse du marché, des innovations utiles à Vinci. Actuellement, un groupe de travail planche sur la manière d'adapter le bâtiment au changement climatique ; un autre sur l'utilisation des données issues de la modélisation des informations du bâtiment dans la conception et la gestion du smart-building. Deux enjeux-clés. « On sait concevoir un ouvrage grâce au BIM (building information modeling). Il s'agit désormais de faire remonter les informations collectées par le bâtiment pour effectuer de la maintenance prédictive ou développer de nouveaux services », illustre Matthieu Lerondeau, directeur de la communication et des communautés de Leonard. Le lab, rattaché à la direction groupe, lui soumet des projets concrets. Un exemple parmi d'autres. « Suite aux travaux sur le véhicule autonome, Eurovia, filiale de Vinci Construction, a décidé de participer, en partenariat avec la région Rhône-Alpes, au déploiement d'une ligne de navettes autonomes, connectées à des capteurs qui les renseignent sur l'état de la chaussée et du trafic », cite Matthieu Lerondeau.

Grâce à des outils de conception 3D collaboratifs, les équipes peuvent travailler à distance sur un même projet.



“Start-upmania”

Pour assurer leur transition, les entreprises cherchent également à capitaliser sur le potentiel des start-ups. Leonard a dévoilé en début d'année le palmarès des 44 projets entrepreneuriaux soutenus dans le cadre de ses quatre programmes d'accompagnement. Comme beaucoup d'autres, Vinci favorise aussi l'intrapreneuriat. Depuis 2018, Leonard a ainsi accompagné 64 projets innovants, portés par des salariés du groupe. Issu de la première promotion du parcours, SunMind est aujourd'hui une filiale de Vinci Concessions qui assure le développement, le financement, la construction et la maintenance de centrales solaires en autoconsommation, sur les surfaces non utilisées de ses clients (ombrières, toitures, ou surfaces au sol).

Le programme Catalyst met en relation des start-up mûres qui cherchent des débouchés avec des collaborateurs “maison”, en quête de solutions innovantes. La start-up EP Tender, qui développe un système de batterie roulante pour véhicules électriques, est par exemple, passée par l'accélérateur du groupe. Un service qui intéresse grandement Vinci Autoroutes alors que la fin des véhicules à énergies fossiles est prévue pour 2050... « L'objectif n'est pas de prendre le contrôle de ces sociétés, mais si un jour une licorne émergeait, on saurait rester au tour de table », note Matthieu Lerondeau.

Dans le cadre de son “3D Expérience lab”, Dassault Systèmes incube également chaque année une vingtaine de start-ups à un fort impact social, à qui elle offre un mentorat technologique, mais aussi scientifique et juridique. L'idée ? « Accompagner la naissance des champions de demain, qui sont aussi nos futurs clients ou partenaires. Nous avons par exemple accompagné Solar Impulse, premier avion à avoir effectué un tour du monde sans carburant ni émission polluante pendant le vol », souligne Valérie Ferret.

L'innovation technologique, un défi

L'innovation “produit” passe inévitablement aujourd'hui pour l'entreprise par la digitalisation de ses processus. Une entreprise, en effet, qui voudrait offrir des recommandations à ses clients pour optimiser leur utilisation du produit ou du service, doit être en mesure de recueillir des données sur leurs comportements, et disposer des outils et des compétences en interne pour les traiter.

Exemple dans la finance : pendant longtemps, les sociétés de gestion d'actifs qui gèrent des placements pour le compte de tiers, ont effectué leur travail d'analyse à la

main. Avec l'explosion des données, notamment dans le domaine de la responsabilité sociale et environnementale, où la réglementation est de plus en plus drastique, c'est devenu impossible. « Aujourd'hui, si elles veulent rester rentables, elles doivent se digitaliser », explique Paul Bezault. Pour les y aider, cet ingénieur spécialisé dans la création de logiciels boursiers, a fondé en 2014, Asset Sagacity, une plateforme de gestion d'actifs qui les aide à collecter, centraliser et réutiliser ces données. Ces solutions ont

un impact sur les métiers du back office : « les tâches d'exécution et de saisie des données disparaissent progressivement au profit de missions d'analyse », ajoute Paul Bezault. Et quand l'IA sera vraiment opérationnelle, il ne pourrait bien rester à l'homme que les cas vraiment critiques...

Cap sur l'industrie 4.0

Dans l'industrie, l'introduction, à toutes les étapes de la chaîne de valeur, de nouvelles





briques de technologies ouvre également des perspectives. C'est la réalité augmentée, qui permet de simuler des crash tests, d'anticiper des pannes, et de faciliter la prise de décision ; la fabrication additive ("impression 3D") permet dans l'automobile, par exemple, d'imprimer des pièces complexes en un temps record, avec à la clef des véhicules plus légers donc moins polluants... « Dans une usine 4.0, toutes les technologies numériques transmettent désormais sur la plateforme cloud de l'usine des don-

nées qui vont être utilisées pour piloter l'ensemble du processus industriel », explique Romain-Bernard Mignot, enseignant-chercheur responsable de l'option Industrie 4.0 de l'ESEO. « Cela permet d'augmenter la performance des lignes de production et d'être rentable, même sur une niche. » C'est le pari d'Advanced Shoe Factory 4.0. Cette usine lancée au milieu de la campagne ardéchoise par le groupe Chamatex, spécialisé dans le textile technique, et plusieurs partenaires, produit depuis quelques

semaines des chaussures de sport "made in France". Jusqu'ici, l'entreprise envoyait ses bobines de textile en Asie du Sud-Est où ses chaussures étaient assemblées manuellement. Un modèle peu satisfaisant au regard des nouveaux enjeux environnementaux. « Construire une usine qui produit nos chaussures de A à Z est plus vertueux sur le plan écologique, facilite le suivi de la production et nous permet de développer de nouveaux services en direction de nos clients », explique Lucie André, directrice générale de Chamatex et directrice opérationnelle de ASF 4.0.

Un partenariat avec Siemens, et la maîtrise de nouvelles méthodes d'assemblage automatique, ont débouché sur un processus de fabrication 100 % automatisée. Une condition sine qua non pour être compétitif en France. Plusieurs clients historiques comme Salomon, Babola et Millet ont accepté de suivre le fabriquant dans cette aventure. Le client arrive avec un design qu'il adapte avec l'équipe de développement de l'usine, qui crée des patronages. Ces derniers sont envoyés via un système de supervision, qui permet de programmer automatiquement les machines à la ligne de production. « Le fait que les données soient pré-enregistrées offre une grande flexibilité à l'usine, qui peut adapter sa production à la demande du client », poursuit Lucie André. Pour accompagner son déploiement, ASF 4.0 a constitué une équipe pluridisciplinaire de vingt-cinq personnes, sur des postes qualifiés ou d'encadrement, spécialisés dans la programmation ou la maintenance des robots, et vise le double d'ici l'année prochaine. « Dans tous les secteurs, l'industrie 4.0 doit permettre de gagner en compétitivité, en flexibilité et de répondre aux nouvelles exigences environnementales en décarbonant l'appareil productif », assure Jean-Marie Danjou, directeur général de l'Alliance pour l'industrie du futur, qui accompagne les PME et ETI dans cette transition. Pourtant, à ce jour, faute de moyens - ces technologies sont chères - et des compétences en interne, peu d'entreprises ont fait la bascule totale.

Pour Olivier Guézet, responsable de l'innovation manufacturing chez Stellantis, l'usine 4.0 est un enjeu clé pour « améliorer la performance et maintenir la compétitivité des usines du groupe ». Mais pas n'importe comment. Il mise sur une digitalisation « bien dosée, dans une logique d'investissement équilibré ». Par exemple, depuis quelques années, dans les usines, les chariots logistiques, qui transportent les pièces jusqu'au bord de la ligne de montage, sont pilotés par des robots mobiles autonomes relativement simples. Une "innovation frugale" qui a per-

mis de gagner en efficacité et de soulager les opérateurs des tâches pénibles, à moindre valeur ajoutée. Grâce à la robotique collaborative, le numérique facilite le travail des hommes sur les chaînes de montage. Tout comme leur formation, via la réalité virtuelle ou augmentée.

Des processus de travail plus collaboratifs

La digitalisation dans tous les secteurs a également un impact sur l'organisation du travail. « L'industrie du futur offre une organisation du travail plus efficace avec un management plus participatif », affirme Jean-Marie Danjou. En effet, en connectant le centre de décision stratégique à la ligne de production, l'industrie 4.0 s'accompagne d'une décentralisation du processus décisionnel et d'un aplatissage des organigrammes. « Quand les données arrivent sur le cloud, tous les services de l'entreprise, de la comptabilité à la maintenance en passant par le directeur de la ligne de production, vont pouvoir récupérer une partie des informations qui les intéressent sans passer par les managers intermédiaires ou être présents physiquement dans l'entreprise », explique Romain-Bernard Mignot.

Par ailleurs, dans tous les secteurs, le développement des réseaux sociaux d'entreprise et des plateformes cloud a permis la généralisation du travail en mode projet et de formes de collaborations plus transversales. « Une entreprise agile, aujourd'hui, est une entreprise qui se structure par projets, et qui réussit à faire collaborer l'ensemble des fonctions de l'entreprise en inventant des formes d'organisation plus transverses », insiste Valérie Ferret, vice-présidente Éducation de Dassault Systèmes. La plateforme 3DEXpérience commercialisée depuis 2012 par l'éditeur de logiciels, permet au client d'utiliser des outils de modélisation, de simulation ou de gestion des données, de manière collaborative avec un grand nombre de partenaires, de l'ingénierie aux opérateurs de terrain. « Ainsi, dans le cadre de notre partenariat avec Bouygues Construction, l'utilisation du jumeau numérique de la construction dans le cloud par tous les acteurs de la chaîne de valeur permettra d'accroître la productivité, la conformité et la prévisibilité des projets », se félicite Valérie Ferret. Depuis 2012, le groupe utilise en interne les mêmes outils que ses clients. « Cela nous donne un cockpit qui nous permet de comprendre en temps réel où on en est du développement d'un projet interne, d'anticiper et de mieux planifier les décisions », poursuit la vice-présidente. En bouleversant l'accès à l'information, et

donc à la connaissance, la digitalisation a remis en cause les organisations très descendantes. Dans l'entreprise digitalisée, le manager n'a plus le monopole de l'information, désormais largement partagée, mais va devoir accompagner sa bonne utilisation. Si en théorie, tout le monde ou presque est d'accord sur le sujet, dans la réalité, c'est plus compliqué... « Beaucoup de patrons sont encore dans des cultures d'expertise, de verticalité, d'exécution et peinent à intégrer ces notions d'agilité, de flexibilité », analyse Arnaud Lacan, enseignant-chercheur à Kedge BS.

C'est pourtant une nécessité si elles veulent relever les défis de la transition écologique et numérique. Mais aussi satisfaire un besoin grandissant d'autonomie et de sens d'une partie de leurs collaborateurs, en particulier les plus jeunes. « Ils sont prêts à s'engager, mais aussi à se désengager très vite », résume Damien Richard, enseignant-chercheur à l'Insee BS.

Holacracy, gouvernance cellulaire... De nouveaux modèles organisationnels voient le jour, fondés sur un management très horizontal et des modes décisionnels plus collaboratifs. Nicomak, cabinet de conseil et de formation aux entreprises « a adapté à sa sauce les principes de l'entreprise libérée », explique sa fondatrice Myriam Boniface. « Chez nous, les managers ne sont pas là pour contrôler, mais pour soutenir les collaborateurs et les accompagner dans une logique de co-évaluation. » Avec des collaborateurs répartis dans toute la France et une bonne dose de télétravail, l'entreprise a mis en place des rendez-vous réguliers pour garder le lien.

Tous les matins, l'équipe au grand complet se retrouve cinq minutes pour faire le point sur la journée. La transparence aussi est de rigueur : toutes les informations, stockées sur Dropbox, sont accessibles à tous les salariés. Au quotidien, des espaces de discussion permettent de lever d'éventuels freins. « En général, le problème n'est pas que les personnes prennent trop de décisions, c'est qu'elles n'osent pas, confie Myriam Boniface. Beaucoup de gens sont attirés par le fait d'intégrer une organisation libérée, mais ce n'est pas si simple car, qui dit liberté dit aussi responsabilité. »

Des jeunes diplômés avec une vision "360°"

Pour relever ces défis, les entreprises ont besoin de nouveaux profils technophiles, mais aussi et surtout de collaborateurs créatifs, avec une vision à 360°, capables de travailler en équipes pluridisciplinaires. Même si « le projet reste trop peu enseigné dans

un système éducatif hexagonal encore très disciplinaire », regrette Valérie Ferret, les choses bougent. Les établissements d'enseignement supérieur, qui tentent de casser les silos, misent de plus en plus sur l'interdisciplinarité et l'apprentissage par le concret. Les grandes écoles de commerce et d'ingénieurs sont en première ligne sur le sujet.

Au-delà des doubles diplômes désormais bien installés, l'heure est à l'hybridation des savoirs à travers des ateliers, des modules, voire des formations co-construites.

Les établissements cultivent la fibre entrepreneuriale de leurs étudiants, avec la possibilité pour ceux qui le souhaitent, d'être incubés. Le nouveau pôle "exploration" d'Audencia les incite aussi à prendre conscience de leurs capacités cognitives. Car dans un monde complexe, l'enjeu est désormais d'abord d'apprendre à apprendre pour être capable de se former tout au long de la vie.

Cécile Peltier

Entretien avec Jérôme Miara, fondateur de Obea et Kanbios

Jérôme Miara dirige deux entreprises de conseil, Obea et Kanbios. La première œuvre dans le domaine du management et des ressources humaines, la seconde dans la transformation digitale. Deux entreprises et une vision sur l'articulation entre ces différentes compétences.

Quels sont aujourd'hui les enjeux majeurs pour les entreprises sur le plan managérial ?

Jérôme Miara : De nombreuses entreprises appliquent des stratégies top/down, qui trouvent leurs limites car, d'une part, elles sont de plus en plus challengées par des start-ups en termes d'activités, et, d'autre part, ces processus ne misent pas assez sur la valeur intrinsèque de leur capital humain. Combiner les processus stratégiques classiques avec une approche bottom/up permet de s'appuyer de manière plus importante sur les compétences détenues par ses salariés. Ces compétences sont souvent mal connues, c'est pourtant elles qui, bien articulées, rendent possibles les innovations de demain. Cela suppose également d'avoir la capacité de favoriser l'intelligence collective et la transversalité. Autre enjeu majeur : l'apprentissage. L'entreprise aujourd'hui doit être une organisation apprenante qui fait en sorte que ses collaborateurs s'inscrivent dans un processus d'apprentissage permanent.

Que recouvre les termes « innovations managériales » ?

J.M. : Les innovations managériales couvrent toutes les dimensions de la gestion d'une entreprise. Plus spécifiquement, c'est la façon dont on invente de nouveaux modes de fonctionnement pour créer de la valeur pour toutes les parties prenantes d'une entreprise. Créer de la valeur uniquement pour les actionnaires, ce n'est pas ce qui va donner du sens à son travail. C'est particulièrement important pour les jeunes collaborateurs, qui veulent avoir de l'impact et contribuer à la construction du monde de demain. Ils ne sont pas là uniquement pour exécuter une tâche.

D'où l'importance des méthodes agiles et de l'organisation en squad, c'est-à-dire en petites équipes projet transversales. Un changement de management qui n'est pas simple à appliquer pour les grandes entreprises. Elles tendent vers ça car elles n'ont pas d'autres choix si elles veulent rester compétitives – les start-ups sont dès le début créées pour être agiles – et recruter de jeunes talents. C'est particulièrement important à une époque où il y a une telle pénurie de compétences pour mettre en œuvre les transitions digitale et écologique. Le problème, c'est que ces entreprises ont pris l'habitude de fonctionner en silo. Et casser les silos, c'est lent et compliqué.

On parle de plus en plus de management algorithmique. Qu'en pensez-vous ?

J.M. : Certaines décisions managériales ne sont pas bonnes car elles ont été prises sans au préalable avoir réalisé des analyses de données. En France, nous sommes en retard sur ces sujets, notamment en matière de recrutement ou

d'anticipation des turn over. Aux États-Unis, les équipes de Data Scientists qui travaillent sur les ressources humaines sont bien plus répandues. Grâce aux données récoltées, on peut par exemple mieux analyser pourquoi une équipe fonctionne mieux qu'une autre. Pourquoi se priver de tels indicateurs ?

Vous avez créé avec le Pôle Léonard de Vinci une chaire sur le futur du travail. Qu'est-ce qui a motivé ce choix ?

J.M. : En tant que consultants, nous fournissons à nos clients des recommandations pour les faire évoluer. Celles-ci sont basées sur notre expérience, nos observations, notre connaissance du terrain. C'est bien si on y ajoute des travaux de recherche. Une façon de vérifier que notre expérience de terrain concorde (ou pas) avec des données récoltées via ces travaux. On croise ainsi la valeur ajoutée du conseil et le recul que permet la recherche.

Propos recueillis par Anne Dhoquois



Ce qu'attendent les entreprises des jeunes diplômés...

Bruno Guillemet

DIRECTEUR DÉLÉGUÉ RESSOURCES HUMAINES

DU GROUPE VALEO

Entreprise technologique, Valeo développe des technologies permettant une mobilité « plus propre, plus sûre et plus intelligente, avec toujours la même ambition de les rendre accessibles au plus grand nombre ». Le Groupe emploie plus de 110 000 personnes dans le monde pour un chiffre d'affaires de plus de 17,3 milliards d'euros en 2021. Mais qu'attend-il aujourd'hui des jeunes diplômés ? Les réponses de Bruno Guillemet, directeur délégué ressources humaines du groupe Valeo.

Quelques chiffres d'abord. Combien de jeunes diplômés Valeo recrute-t-elle chaque année ? Ingénieurs, managers, bac+2/3, alternants ? Dans quelles spécialités ?

Bruno Guillemet : En 2021, Valeo a recruté dans le monde 4 500 ingénieurs dont la moitié avaient moins de 30 ans. Pour la France seule, cela représente 600 ingénieurs dont 150 à 200 jeunes diplômés. Nous employons également 700 alternants et stagiaires. Nos recrutements se font essentiellement dans les écoles d'ingénieurs et dans les formations scientifiques, moins dans les écoles de commerce ou Sciences Po qui ne concernent que les fonctions support.

Nos managers préféreraient souvent recruter des profils déjà expérimentés mais ils se rendent bien compte qu'il vaut mieux aujourd'hui embaucher un débutant et prendre le temps de le former.

Y a-t-il un profil particulier que vous recherchez en fonction de vos activités ? Et une voie d'accès privilégiée ?

B. G. : Nous n'avons pas de formation de prédilection. Notamment pour les ingénieurs dont le marché de l'emploi est si compétitif qu'il est indispensable de se diversifier. En termes de spécialités, nous recrutons aujourd'hui beaucoup dans l'électronique et les softwares, moins qu'auparavant dans la mécanique.

Le volontariat international en entreprise (VIE) est une excellente filière d'embauche pour nous rejoindre. Depuis dix ans, nous sommes parmi les entreprises françaises qui y ont le plus recours avec la possibilité de partir en Europe comme en Asie ou en Amérique du Nord.

La dimension internationale des candidats est-elle au cœur de vos recrutements ?

B. G. : Nous accordons une importance toute particulière à la capacité de nos nouveaux arrivants d'évoluer à l'international. Tous les postes que nous proposons peuvent conduire à travailler à l'étranger. Ils sont quasiment tous en interaction avec l'international. Même nos directeurs d'usine passent l'essentiel de leur temps à travailler avec l'Europe et l'Asie plutôt qu'avec leur propre territoire.

« Ce que nous recherchons ce sont des jeunes femmes et hommes qui démontrent un intérêt pour l'innovation. »

Qu'est-ce qui définit finalement aujourd'hui Valeo ?

B. G. : Nous sommes un équipementier automobile porté sur l'innovation. Il y a maintenant dix ans que nous travaillons au développement de la voiture électrique, autonome et connectée.

Valeo est une entreprise en forte transformation où l'innovation est essentielle. Nous sommes leader mondial de l'électrification des véhicules et de l'assistance à la conduite, les deux secteurs qui vont connaître la plus forte croissance dans les années qui viennent. Une entreprise qui s'est tournée vers l'électronique et les softwares pour construire par exemple des systèmes de confort et d'aide à la conduite comme des phares de voiture qui détectent les objets en mouvement et s'adaptent.



Bruno Guillemet

Dans vos recrutements, pouvez-vous analyser la capacité d'innovation ?

B. G. : Ce que nous recherchons, c'est avant tout des jeunes femmes et hommes qui démontrent, soit par leur premier parcours, soit par leur premier stage, un intérêt pour l'innovation et l'adaptation à des milieux différents.

Il faut comprendre que, depuis quatre ou cinq ans, l'automobile connaît de vraies révolutions après des années relativement calmes. Sans parler des difficultés à se procurer certains composants électroniques. Nous portons donc une attention particulière dans nos recrutements aux capacités d'innovation, d'adaptation mais aussi de communication.

Pour autant, nous ne faisons pas passer de tests particuliers. La décision est laissée à l'appréciation de chaque recruteur. L'enquête Choose My Company nous classe du reste à la troisième place pour la qualité de nos équipes de recrutements, toutes dédiées où que nous soyons dans le monde. De la même façon que nous produisons des milliers d'indicateurs pour valider la qualité des composants que nous fabriquons, nous estimons de manière très fine la réussite de nos recrutements. Eh bien dans 97 % des cas les candidats que nous recrutons vont au-delà de leur période d'essai.

Être passé par une start-up est-il un atout pour intégrer Valeo ?

B. G. : Valeo est très impliquée dans l'environnement automobile des start-ups. Tout simplement parce que nous nous devons d'être à l'affût de toutes les évolutions d'un écosystème en profonde transformation. Et pas seulement dans l'automobile classique mais dans tous les systèmes de mobilité. Valeo produit par exemple des moteurs électriques de 48 volts qui équipent des vélos, des motos, des drones ou encore des engins destinés à la livraison du dernier kilomètre.

Avoir travaillé ou monté une start-up peut également être une filière de recrutement mais être innovant n'est pas suffisant. Il faut aussi être capable de travailler dans des unités plus larges où le travail collaboratif est très important.

Une fois dans l'entreprise, quels processus particuliers mettez-vous en œuvre pour favoriser l'innovation ?

B. G. : Nous distinguons plusieurs stades d'innovation qui vont de la recherche expérimentale à la pré-industrialisation. Entre les projets proches de la commercialisation et d'autres plus lointains, ce ne sont pas du tout les mêmes moyens qui sont affectés.

Il faut comprendre que les axes stratégiques que nous développons nécessitent beaucoup d'investissements en recherche et développement pour que nous restions les leaders dans nos domaines d'excellence.

Nous ne pouvons pas être partout. Par exemple, nous ne produisons pas de batteries mais, en revanche, nous produisons des refroidisseurs de batteries. De même, nous produisons par millions des caméras embarquées et maintenant de petits essuies glaces pour les nettoyer. La valeur des technologies de Valeo augmente car nous avons su faire évoluer l'industrie.

Propos recueillis par Olivier Rollot

Quand les entreprises prennent les enjeux de RSE à bras le corps

Les sujets sociaux, sociétaux et environnementaux font désormais partie intégrante du quotidien de nombreuses entreprises.

À elles de façonner ces nouveaux objectifs, selon leur secteur et leur propre stratégie...

Depuis quelques décennies, et encore plus avec la crise sanitaire, ces trois lettres deviennent progressivement incontournables dans le monde de l'entreprise : RSE. Du bien-être des salariés à la réduction de l'empreinte environnementale (un enjeu qui s'est imposé en plus de la RSE classique), du recyclage à la rénovation énergétique d'un bâtiment, du souci d'un approvisionnement plus local à une volonté de plus de diversité dans le recrutement, la responsabilité sociétale des entreprises couvre un spectre de plus en plus large. Ce faisant, elle s'éloigne du simple mécénat ou de la philanthropie et touche au cœur de l'activité quotidienne des sociétés qui la mettent en pratique. Conséquence : les entités, qu'elles soient petites ou grandes, affichent de nouveaux objectifs, totalement intégrés à leur stratégie.

Évidemment, entre le groupe du CAC40 et la start-up, ceux-ci peuvent varier, tout comme les moyens déployés. « Je dirais qu'il y a trois grandes catégories d'entreprises. La première recouvre les très grosses structures, les groupes, les ETI (entreprises de taille intermédiaire), qui ne sont pas nées avec ces questions et qui ont dû composer avec les réglementations successives. Pour elles, ce n'est pas toujours simple, mais certaines ont compris l'intérêt de se pencher dessus et y voient des opportunités et des leviers de croissance. La deuxième, ce sont les PME, qui se retrouvent entre le marteau et l'enclume. Pour les entreprises familiales, industrielles, la RSE peut être prise sous un angle marketing qui n'est pas dans leur ADN. Mais, beaucoup ont compris qu'il va falloir s'en saisir pour la suite. La troisième et dernière catégorie contient toutes les jeunes boîtes, celles qui sont nées et se développent autour de la thématique RSE, de l'alimentaire à la tech », décrypte Isabelle Saladin, présidente du réseau I&S Adviser, qui accompagne entrepreneurs et chefs d'entreprises dans leur développement et dans leurs engagements RSE. Dans cette

variété de cas, certains se saisissent de façon volontaire et enthousiaste de ces sujets, d'autres attendent en revanche d'être contraints pour agir.

De la contrainte à l'innovation

En effet, dans de nombreux secteurs et services, l'évolution se fait d'abord à travers la réglementation, française ou européenne. Les entreprises n'ont plus le choix, elles doivent trouver de nouvelles solutions pour avancer dans le bon sens, sur des sujets environnementaux, sociaux et/ou sociétaux. « La loi y fait beaucoup ! J'applaudis à chaque fois l'évolution des réglementations, car la contrainte permet énormément d'innovation. Par exemple, la directive européenne sur le plastique génère une créativité autour des emballages qui est tout simplement sensationnelle. Toutes ces lois participent à l'ouverture des consciences et à un engagement fort de la part des entreprises, qui donnent ainsi une feuille de route claire à leurs acheteurs », estime Sandrine Grumberg, fondatrice du cabinet Viasourcing, spécialisé dans les achats durables et la stratégie environnementale. Parfois, il faut donc attendre la loi pour que les enjeux liés à la RSE soient réellement pris à bras le corps.

Et si cela ne vient pas de l'État, cette demande peut aussi émerger d'autres acteurs. « Les entreprises ressentent en effet une pression à la fois des clients, des consommateurs, plus attentifs à ces sujets, des entreprises partenaires, qui peuvent demander des comptes à leurs fournisseurs. S'ajoutent à la liste, les RH qui s'attachent à développer une marque employeur importante pour attirer les candidats lors des recrutements. Ce que je constate, c'est que de nombreuses entreprises démarrent sur le sujet à travers la contrainte, puis se rendent compte de tout ce que cela leur apporte », analyse Caroline Renoux, CEO du

cabinet de recrutement Birdeo, dédié au développement durable et à la RSE. Dans la finance, le BTP, l'agroalimentaire, et bien d'autres, l'aspect réglementaire et partenarial participe à la prise de conscience.

S'y ajoute la pression des consommateurs, qui s'accroît au fil des années. De plus en plus, la majorité des Français ne se contente plus de regarder simplement le prix. La preuve avec un sondage Ifop publié en septembre 2019 : 74 % des répondants se déclaraient « davantage disposés à acheter un produit proposé par une entreprise mettant en avant sa démarche RSE ». 70 % s'estiment plus fidèles à ce produit. Et la moitié est même prête à payer plus cher pour celui-ci. Cette tendance n'a fait que s'accroître avec la crise sanitaire. Une étude de l'Observatoire de la consommation responsable le montre : ce dernier a demandé à des Français en quoi leurs habitudes ont changé de façon durable avec la crise. Deux tiers déclarent privilégier les produits locaux pour leurs achats alimentaires. 62 % s'estiment plus attentifs à l'impact environnemental de ce qu'ils achètent. La moitié a décidé de moins consommer. Et 45 % se jugent « plus attentifs aux engagements sociétaux des marques et des enseignes ».

Outils et pilotage

Nous l'avons compris, la RSE est désormais l'affaire de toutes les entreprises. Mais concrètement, comment cela se met-il en place en interne, dans une société déjà existante, aux process et modes de fonctionnement bien ancrés ? Première étape : structurer et créer des outils pour suivre les évolutions de cette nouvelle politique. « Une entreprise dotée d'une vision, d'une politique RSE qui s'inscrit pleinement dans la gouvernance et la stratégie, doit disposer de ressources et d'outils. Pour mobiliser ses équipes et donner du sens à l'ensemble de ses parties prenantes, elle doit mener une démarche inclusive et se fixer des objectifs,

qu'elle évaluera notamment à travers des indicateurs définis en concertation », souligne Pascale Thumerelle, fondatrice du cabinet de conseil Respethica, spécialiste de la RSE.

Elle-même a dirigé la RSE chez Vivendi, de 2001 à 2016 : « Dans le secteur des industries culturelles et créatives, nous étions parmi les premiers à nous doter d'indicateurs sociétaux. Par exemple, nous avons demandé aux dirigeants d'Universal Music Group (UMG) de nous fournir les investissements pour accompagner les talents locaux, le nombre de langues promues dans chaque pays, ou encore le chiffre d'affaires par répertoire... Dans les présentations financières d'UMG au début des années 2000, on parlait des meilleures ventes, généralement

réalisées par des rappeurs américains. Cela ne reflétait pas la richesse et la diversité de nos artistes signés. Grâce à ces indicateurs, nous avons constaté qu'en moyenne 65 % du chiffre d'affaires d'Universal dans 59 pays provenaient justement des talents locaux. C'était bien la preuve que la diversité des contenus répondait à une demande des consommateurs dans le monde entier ! Et créait de la valeur pour le groupe. »

Autre exemple de la première catégorie d'entreprises citée plus haut : Allianz est une compagnie d'assurances créée à la fin du XIX^e siècle. Autant dire que le terme RSE n'existait pas à l'époque ! Marie-Doha Besancenot est directrice de la communication, de la marque et de la RSE chez Allianz France. Pour structurer ce sujet au sein de

l'entreprise, elle a débuté par une étude des reportings internes. « Nous avons commencé par mettre en avant les indicateurs qui n'allaient pas dans le bon sens ou qui stagnaient, en nous demandant sur quels sujets nous avons besoin de politiques volontaristes », explique-t-elle. Ce qui lui a permis, avec le soutien de la direction, de mettre en place plusieurs grandes mesures. À commencer par choisir avec attention où investir l'argent de la compagnie d'assurances. « Ceux qui disposent de grosses sommes d'argent ont la liberté incroyable de les fléchir, vers une économie réelle et durable, tout en respectant les exigences réglementaires de transparence. Allianz Group compte par exemple sept milliards de dollars investis dans les énergies renouve-



lables, au niveau mondial. Nous nous désinvestissons également si l'entreprise ne respecte pas nos exigences sur nos critères environnementaux, sociaux et de gouvernance », détaille Marie-Doha Besancenot, précisant que la RSE représente désormais un quart du plan stratégique de sa société.

Diagnostic à réaliser

Se lancer dans une démarche RSE, c'est aussi pour de nombreuses entreprises prendre acte de toutes les mesures déjà mises en place par le passé. Souvent, certains dirigeants font beaucoup, sans se rendre compte que cela peut être davantage valorisé. C'est le cas de Zoomalia, société de e-commerce dédiée aux produits pour animaux de compagnie, qui illustre parfaitement la deuxième catégorie d'entreprises évoquée plus haut par Isabelle Saladin. « Lorsque je me suis penché sur le sujet, j'ai vu en effet que nous faisons déjà pas mal de choses liées à la RSE sans le formaliser en tant que tel. Lorsque cela était possible, nous sourçions en local les packagings de nos marques distributeurs, avec des matériaux recyclables et biodégradables. Le carton a toujours été un point clef pour nous,

sachant que nous envoyons un million de colis par an, il est 100 % recyclé, certifié FCE avec des encres à l'eau, fourni par des entreprises locales. Depuis un an et demi, nous offrons également un repas à une association pour chaque commande, ce qui représente 350 000 euros par an pour l'entreprise... Le terme RSE me semble un peu un fourre-tout pour réunir tout cela, mais toutes ces mesures ont été mises en place au fur et à mesure, de façon naturelle pour nous », décrit Pierre-Adrien Thollet, fondateur et gérant de l'animalerie en ligne.

La grande majorité des PME se lançant dans l'aventure se retrouvent dans cette situation. À l'image d'Allianz et de Zoomalia, il leur faut d'abord réaliser un diagnostic de leurs pratiques permettant de faire le point sur leurs forces et leurs faiblesses à un instant T.

Pour y parvenir, une procédure d'audit est souvent indispensable. Chez Naos, société dédiée à la cosmétique, propriétaire notamment de la marque Bioderma, la première étape a en effet été de faire le point, avec un bilan carbone complet, dit de scope 3. Traduction : dans ce bilan, l'audit inclut les émissions directement émises par l'entreprise, mais aussi les émissions indirectes :

Où sont les femmes ?

Dans l'univers de la tech, la question est posée ! Selon les chiffres de la Grande école du numérique, à peine un tiers des salariés du secteur, tous métiers confondus, sont des femmes. Le rapport DESI 2020, quant à lui, relève qu'à peine un spécialiste en TIC (technologies de l'information et de la communication) sur six est une femme. Dans tous ces nouveaux métiers en plein essor, les jeunes diplômées se font rares. Pourtant, de nombreuses entreprises recherchent ces profils et peinent à les recruter.

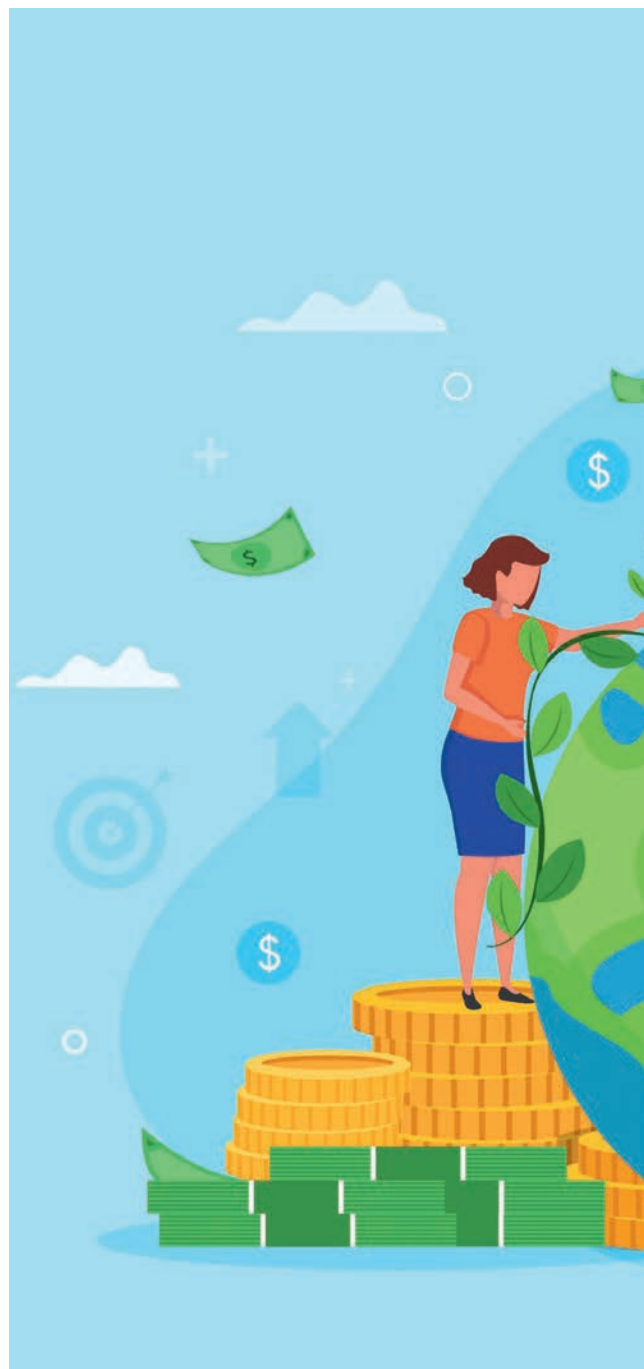
Alors, d'où vient le problème ? Il remonte malheureusement dès l'école, avant même les études supérieures. L'Observatoire sur la féminisation des métiers du numérique, réalisé par Epitech et Ipsos en 2021, montre en effet que si 56 % des lycéennes interrogées se déclarent intéressées par l'informatique et le numérique, seules 37 % envisagent de s'orienter vers une école d'informatique ou d'ingénieurs. Contre 66 % des garçons. Les jeunes filles se déprécient de plus très largement : même si elles ont plus de 14 de moyenne en

matières scientifiques, seules 43 % d'entre elles estiment avoir le niveau pour suivre une formation en école d'informatique. Côté garçons, ils sont 78 % !

Comment y remédier ? L'Observatoire propose plusieurs solutions. Les plus privilégiées par les lycéens sondés et leurs parents : « inviter des femmes qui travaillent dans le secteur du numérique dans les classes pour présenter leurs métiers », « faire mieux connaître la variété des métiers du numérique » et « engager des femmes professeuses dans les écoles d'informatique ».

Faire témoigner des marraines auprès des lycéennes et collégiennes, leur apprendre à « oser les métiers de la Tech », c'est ce que fait l'Association Elles bougent depuis plus de quinze ans avec ses 260 partenaires et 7200 marraines.

De façon plus générale, la réponse passera par une évolution sociale et sociétale, par l'éducation et l'école, pour donner aux jeunes filles davantage confiance en elles... afin qu'elles s'engagent dans les études et la carrière de leur rêve.



les déchets, les investissements, les achats, l'utilisation des produits vendus, les déplacements domicile-travail... De quoi avoir une vision globale et générale de ses impacts sur l'environnement.

C'est là que le groupe s'est rendu compte que plus de la moitié de son empreinte provenait des achats. Stéphane Faustin-Leybach, directeur des achats, a décidé d'agir, avec des mesures concrètes : « Auparavant, nos produits fabriqués à Aix-en-Provence remontaient jusqu'au Loiret pour être stockés. Sauf que nous exportons vers la Méditerranée, c'était un non-sens d'envoyer tous ces camions faire ces allées



et venues ! Nous sommes partis à la recherche d'un nouveau partenaire logistique, pour créer un entrepôt dernière génération à Fos-Sur-Mer. Résultat, en une année, uniquement sur les transports nationaux, nous avons économisé 2400 tonnes de CO₂ ». Une action logistique concrète, utile pour la planète, et in fine pour l'entreprise.

Le directeur des achats vise donc à réduire les distances, mais aussi à favoriser les chaînes courtes et l'achat local et à limiter le nombre d'intermédiaires. Deux tiers de ses achats sont aujourd'hui fabriqués en France et 90 % en Europe. Il est aussi atten-

tif aux produits polluants et controversés. « Je n'achète pas d'huile de palme directement. En revanche, les ingrédients liquides livrés par nos fournisseurs en contiennent. Nous les avons incités à passer par des filières durables, tracées, en payant le prix juste aux producteurs et en assurant une reforestation, afin de ne pas nuire à la biodiversité », cite-t-il, satisfait des progrès obtenus, mais conscient de tout ce qui reste à accomplir.

Il y a en effet un domaine sur lequel la quasi-totalité des entreprises devraient travailler - elles commencent à peine à l'aborder -, c'est la pollution liée au numérique. Selon

The Shift Project, le secteur pèse 2 à 4 % des émissions mondiales de CO₂. En comparaison, l'ensemble de l'impact lié à l'aviation s'élève à 2,5 %. La pollution du numérique est notamment liée à la production de terminaux (le téléphone ou la tablette), mais aussi aux données échangées et stockées. Naos a commencé à agir, en repoussant d'une année ses appels d'offre sur la téléphonie, pour remplacer ses appareils tous les trois ans au lieu de deux. Mais dans une période de télétravail massif, difficile de limiter les échanges numériques dans le milieu professionnel...

Les start-ups, moteurs elles aussi

Nous avons cité des exemples dans les deux premières catégories d'entreprises, les grands groupes, puis les PME. Dans la troisième catégorie, les jeunes pousses nées avec l'émergence de la RSE et la volonté d'avoir un impact positif sur la société n'ont pas non plus fait le tour du sujet. Ekwater est une start-up créée en 2015, un fournisseur d'énergie renouvelable et d'électricité verte. C'est un très bon début. Pour autant, salariés et direction ne s'en contentent pas. À côté d'un système de prêt de tupperwares le midi pour éviter les emballages, de gourdes et de fontaines à eau, et de la mise en place d'un référent vélo, pour s'assurer que les salariés cyclistes puissent faire leur "vélotaf" dans de bonnes conditions, la société a réalisé une charte pour encadrer sa politique d'achats, il y a un an et demi. « Sur l'achat de fournitures de bureau, notre charte demande si nous en avons vraiment besoin, si nous pouvons emprunter un substitut, et si nous sommes forcés d'acheter neuf. Lorsque la réponse à cette dernière question est oui, nous le faisons avec un fournisseur qui satisfait nos critères environnementaux », indique Marine Le Bihan, responsable communication d'Ekwater. Prochain objectif : travailler sur un usage plus raisonné et attentif des outils numériques. Un enjeu désormais majeur pour toutes les entreprises, quelle que soit leur catégorie, leur taille ou leur secteur. Une nouvelle étape, peut-être, dans l'expansion de la RSE ?

© Freepik

Laura Makary

Quand une entreprise se transforme, le recrutement évolue...

Karima Silvent

DIRECTRICE DES RESSOURCES HUMAINES

DU GROUPE AXA

Les métiers de l'assurance ont toujours été impactés par les technologies. La gestion des risques naturels est aujourd'hui au cœur des préoccupations du Groupe AXA. Sa directrice des ressources humaines, Karima Silvent, revient sur les évolutions d'un recrutement de plus en plus axé sur les techs.

Quelques chiffres d'abord. Combien de jeunes diplômés Axa recrute-t-elle chaque année ? Ingénieurs, managers, Bac+2/3, alternants ? Dans quelles spécialités ?

Globalement tous métiers confondus, nous recrutons en France 5 000 personnes chaque année. Nous faisons face à des départs en retraite assez importants, d'où le dynamisme dans nos recrutements, malgré la crise sanitaire de ces deux dernières années. En France AXA compte 20 000 salariés - 110 000 dans le monde - sans compter son réseau d'agences dans lesquelles les personnels ne sont pas nos salariés mais nous pouvons apporter une aide ponctuelle au recrutement. Sur ces 6 000 recrutements réalisés en 2021, environ 3 000 sont des jeunes, dont 1 800 en contrat d'apprentissage ou en stage. Leur progression est forte : nous n'en signons que 1 000 il y a trois ans. Une voie d'accès privilégiée puisque beaucoup d'entre eux sont embauchés à la fin de leur contrat.

En termes de métiers, nous recrutons d'abord des commerciaux mais aussi dans des métiers plus techniques comme les actuaires. Comme toutes les entreprises, nous avons un besoin accru d'expertise technologique compte tenu de la forte digitalisation de nos opérations et des services que nous offrons à nos clients.

La dimension internationale des candidats est-elle au cœur de vos recrutements ?

Sur nos 5 000 recrutements en France, il y en a entre 200 et 300 pour lesquels la dimension internationale est

déterminante car leurs fonctions sont très exposées à l'international. Il s'agit essentiellement des fonctions centrales - notre siège compte 800 personnes à Paris - ou des activités internationales comme l'assurance grands risques ou les assurances santé pour les entreprises, ou encore les métiers de gestion d'actif où il est important de bien parler anglais car ces collaborateurs interagissent au quotidien avec des clients ou des collègues qui peuvent être à l'autre bout du monde. Pour réussir à ces postes, avoir une expérience à l'international ou avoir réalisé un stage à l'étranger peut être déterminant. Avoir une connaissance des modèles étrangers d'assurance peut également être un atout. Pour nos métiers de base en France, il n'est pas forcément indispensable d'avoir une expérience internationale.

Être une entreprise internationale fait partie des plus-values du groupe. Avant la pandémie, nous proposons ainsi à 200 jeunes diplômés dans le monde chaque année de passer par un graduate program. Cela leur donnait la possibilité, par exemple, de séjourner les 18 premiers mois en France puis 12 mois à l'étranger à un autre poste, avant de revenir en France. Nous prenions l'engagement de leur proposer au moins deux expériences différentes dans le monde dans leurs cinq premières années.

Comment présentez-vous aujourd'hui AXA à vos futurs embauchés ? Tout le monde sait que vous êtes l'un des principaux assureurs dans le monde, mais encore ?

Aujourd'hui notre métier, c'est le service et la protection. Avant, nous ne faisons que de l'assurance. Aujourd'hui, peu savent que nous sommes également l'un des premiers opérateurs de services et en particulier de services santé au monde. Quand nous vendons une assurance santé, nous vendons aussi des services comme de la télémédecine pour réaliser une consul-

Karima Silvent



© AXA

tation médicale avec un médecin généraliste à partir de son téléphone portable. Quand nous proposons une assurance, nous proposons également des conseils et des services annexes. Dans certains pays du monde, en Espagne, en Belgique, en Italie ou au Mexique, nous sommes même partenaires ou actionnaires d'hôpitaux et de réseaux de soin.

Aujourd'hui, AXA est une entreprise composite dont le cœur de métier est l'assurance mais avec une vocation plus grande qui est la protection et le service autour des métiers de l'assurance et de la gestion d'actif. C'est la même chose pour la gestion des grands risques des grandes entreprises. En plus de les couvrir nous leur offrons de plus en plus des services de conseil risque. Par exemple sur la géolocalisation des risques pour savoir où opérer des forages ou même choisir un

fournisseur. Tout simplement parce que notre métier consiste à aider nos clients à gérer des risques et pour cela, nous nous basons sur des modèles mathématiques et des données complexes qui s'incarnent in fine dans des produits d'assurance et de protection.

Un assureur comme AXA doit-il être particulièrement attentif aux risques naturels ?

En analysant les catastrophes naturelles récurrentes et leurs évolutions, AXA est devenu un spécialiste du climat. Notre filiale AXA Climate a pour vocation de proposer de l'assurance paramétrique pour protéger nos clients, agriculteurs, entreprises, organisations internationales contre les pertes liées aux risques climatiques. Certains de nos produits d'assurances sont indexés sur des données climatiques, comme la tombée de précipitations ou la sécheresse. Ainsi, des mécanismes d'alerte se mettent en place. Nous pouvons par exemple les prévenir de gelées matinales au mois d'avril. Ils peuvent ainsi se protéger et, si le risque est advenu, les rembourser plus vite pour qu'ils puissent reprendre leur activité.

Les technologies jouent un rôle majeur dans ces développements. Et donc dans vos recrutements ?

Notre métier s'est beaucoup diversifié en utilisant les technologies. Nous gérons une multitude de données qui nous permettent de proposer des produits ou des services associés que nous gérons seuls ou en partenariat. Nous avons par exemple conclu des partenariats avec des entreprises qui travaillent dans le domaine de l'immobilier et de l'énergie pour que l'assurance habitation soit liée à des services qui aident à maîtriser sa consommation d'énergie.

Cela fait maintenant dix ans que nous nous transformons. Les personnes que nous recrutons sont nécessairement différentes. Nous recrutons par exemple de plus en plus de médecins et de spécialistes de la santé. Et bien sûr beaucoup de data-scientists et de spécialistes de la gestion des données complexes.

Dans vos recrutements, pouvez-vous analyser la capacité d'innovation de vos futurs cadres ? Quelles soft skills vous paraissent les plus essentielles ?

Nous recourons de plus en plus aux études de cas pour discerner les capacités de raisonnement, à sortir du cadre et donc à être innovants de nos candidat. En plus de ses capacités techniques, c'est sa capacité à s'ouvrir qui permet de progresser dans l'entreprise. Apprendre au fur et à mesure et vous nourrir de plusieurs horizons différents va leur permettre de se développer.

Quant aux soft skills que vous évoquez, elles ont d'abord été compliquées à définir. Lorsque je dirigeais les ressources humaines d'AXA France, nous avons produit un exercice de projection des besoins de nos métiers. Nous nous étions alors rendu compte qu'effectivement, si la dimension technique était évidemment la plus importante, d'autres l'étaient également comme le leadership. Nous avons donc essayé de caractériser, métier par métier, les éléments de compétences comportementales ou relationnelles qui comptent le plus. Dans des métiers de service, la capacité d'écoute, l'écoute active, ce qu'on appelle le problem solving, était forcément très importante.

Pour nous, il est fondamental de prendre en compte à la fois les compétences techniques mais aussi ce que nous avons appelé des compétences comportementales. La capacité à faire travailler des personnes différentes ou à travailler en interaction avec des personnes différentes est aussi très importante. Mais, il faut éviter qu'une partie de l'évaluation des salariés se fasse sur des critères non objectifs. Nous avons donc abouti à des définitions de comportements clés que nous avons détaillées dans ce qui pouvait être observable de manière à ce que chacun sache comment progresser.

Vous avez évoqué l'expertise qu'a acquise peu à peu AXA sur les questions climatiques. On sait que beaucoup d'étudiants sont aujourd'hui passionnés par ces questions. Recherchez-vous des professionnels particulièrement au fait de la transition environnementale ?

Nous sommes effectivement à la recherche de compétences sur l'ESG (environnement, social et gouvernance). Aujourd'hui, le défi pour les entreprises est de former leurs salariés à la compréhension fine des de ces sujets. Nous avons lancé au mois de novembre l'AXA Climate Academy avec pour ambition de former le plus grand nombre de collaborateurs aux enjeux climatiques et à l'impact que cela peut avoir sur notre métier. Aujourd'hui, l'ESG est présente dans toutes les dimensions de l'entreprise et les entreprises manquent de professionnels capables de les aider à faire leur transformation en profondeur. Des ressources humaines à la comptabilité en passant par la finance ou les analyses juridiques, nous assistons à une transformation des business models.

Mais si les étudiants sont passionnés, ni les universités ni les Grande écoles n'en forment aujourd'hui suffisamment qui soient compétents dans ces dimensions. Pour transformer le business model d'une entreprise, nous avons besoin de passion mais surtout de professionnels compétents ayant la capacité à engager les

autres. Il faut qu'ils aient la capacité à impacter leur environnement sans se décourager, sans se frustrer. Il est possible de comparer la situation sur ces sujets avec ce qui s'est passé sur le digital il y a dix ans quand les entreprises ont commencé à recruter des personnes passionnées mais qui n'arrivaient pas à transformer leur environnement. Pour l'ESG, nous sommes un peu à un tournant comparable. Il faut que les universités et les grandes écoles parviennent à former des étudiants ayant conscience que la transformation des entreprises est multidimensionnelle.

Plus largement, êtes-vous satisfaits des jeunes diplômés que vous recrutez ? Leur proposez-vous ensuite de se former tout au long de leur carrière chez AXA ?

En général, nous arrivons à trouver les profils que nous recherchons et nous en sommes plutôt satisfaits. Nous sommes également une entreprise qui investit beaucoup en formation, 77 millions d'euros en 2021. Ce qui est d'ailleurs un argument important auprès des jeunes diplômés.

Avec le Covid, les formations à distance ont pris une part décisive et ce n'est pas toujours une très bonne chose car tout le monde ne peut pas suivre. L'enjeu va être maintenant de trouver un modèle pérenne qui ne soit pas dans le tout digital mais qui fasse la connection entre le digital et le physique.

« Notre métier s'est beaucoup diversifié en utilisant les technologies. »

Ces formations peuvent être dispensées en interne ou en externe. Les formations sur l'assurance de la vente sont par exemple dispensées par nos équipes sur un campus à 60 km de Paris. Toujours en interne, nous proposons également beaucoup de programmes de transmission. À l'entrée dans beaucoup d'entités, chaque nouveau recruté bénéficie d'un mentor pendant plusieurs mois.

Nous faisons appel à des opérateurs externes pour des formations métiers experts, au leadership, au management, etc. Certaines sont diplômantes. En ce moment, nous expérimentons par exemple avec des opérateurs externes, des reconversions dans certains métiers. Dans la mesure où nous avons des difficultés à recruter en informatique nous proposons à des collaborateurs, qui ne sont pas des informaticiens à la base, de s'y former.

Propos recueillis par Olivier Rollot

Portraits d'album

Ils ont quitté leur école depuis quelques années ou sont fraîchement diplômés. Trois alumni relatent leur parcours depuis qu'ils ne sont plus étudiants. L'occasion de cheminer à leurs côtés entre passion et ambition, questionnements et quête de sens.

ABIR HATAFI, 26 ANS,

INGÉNIEURE D'AFFAIRES GRANDS COMPTES CHEZ SOPRA STERIA

Abir, cela signifie « parfum de rose », en arabe. Un prénom qui va comme un gant à cette jeune femme de 26 ans au sourire contagieux. Mais que l'on ne s'y trompe pas. Abir Hatafi est aussi une femme volontaire, au caractère bien trempé. Même si le début de son parcours académique est un peu chaotique – Abir ne se plait pas en fac de droit et décroche –, elle retombe vite sur ses pieds grâce au programme Restart du Pôle Léonard de Vinci, qui permet de suivre la première année de cours en accéléré, de février à juillet. Abir a opté pour l'EMLV non sans avoir une idée derrière la tête. « Je suis passionnée de cuisine, la cuisine du monde notamment qui invite au voyage, et à l'époque j'ai le projet d'ouvrir un restaurant et de compléter ma formation avec un CAP cuisine », relate-t-elle.

Pour gagner un peu sa vie – Abir vit chez sa grande sœur –, elle décroche un CDI étudiant à la Poste; elle est factrice tous les samedis matin à Neuilly-sur-Seine. Abir a de l'énergie à revendre et des idées plein la tête. Du reste, son projet professionnel évolue au fil des ans. « Je me suis tournée vers la vente car cela correspond à mon tempérament; j'aime parler, je suis sociable, naturelle... La négociation, le management des affaires, ça me plaît », décrit-elle.

Après une première expérience en alternance peu concluante au sein d'une entreprise familiale qui fabrique des robots de cuisine, la jeune femme s'intéresse à un tout autre univers: le digital. En 2018, elle est embauchée par la division banque et finances de Sopra Steria – toujours en alternance –, une entreprise de services du numérique et de conseil en transformation numérique, et y évolue comme un poisson dans l'eau. Elle signe un CDI en juillet 2019. D'abord positionnée sur la transformation digitale de la Banque de France, elle est nommée Ingénieure grands comptes en 2021

et travaille pour le Crédit Agricole. « J'apprécie ces missions car elles comprennent une partie RH importante – il faut placer les consultants – mais aussi du commercial – les relations clients –, de la gestion de projet... J'ai du reste ressorti mes cours car si en classe, ça paraît un peu fictif, une fois en poste, ça prend tout son sens. Tout comme les soft skills. C'est vraiment ce qui vous différencie des autres et facilite votre intégration », affirme Abir.

Un début de carrière épanouissant mais pas de quoi lui faire totalement oublier la cuisine. Car, sur son temps libre, Abir est instagrammeuse. « Je me filme en train de cuisiner, je donne mes bons plans, je partage du Lifestyle avec ma communauté. J'ai aujourd'hui 11 000 followers », annonce-t-elle, non sans fierté. Un loisir qui génère également du business: Abir fait du placement de produit, teste des restaurants, poste des vidéos dans lesquelles elle utilise un robot cuisine (d'une autre marque!)... pour mieux le vendre, etc. La passion est donc toujours là, prête à resurgir: « Devenir entrepreneuse dans la cuisine? J'y pense encore. Un jour peut-être ».



« Je me suis tournée vers la vente car cela correspond à mon tempérament; j'aime parler, je suis sociable, naturelle. »

**HANNA BENDJADOR, 27 ANS,
EN POST-DOCTORAL RESEARCH**



Classique. C'est le terme qu'emploie Hanna Bendjador pour qualifier son parcours. De fait, la jeune femme de 27 ans va d'abord intégrer une prépa scientifique puis passer les concours et intégrer ESPCI, l'École supérieure de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris. « C'est l'école que je voulais faire car on nous y forme aux sciences - chimie, bio, physique - sans avoir de choix plus précis à faire en début de cursus, et les cours, surtout des TP, sont dispensés par des chercheurs. C'est une école unique - les promotions n'excèdent pas 80 élèves -, qui permet d'acquérir un solide socle de connaissances », décrit Hanna, qui mène de front un double diplôme à Mines Paris, (cycle Ingénieur Civil), qui lui permet d'ajouter des cordes à son arc (droit civil, comptabilité, etc.).

Si, en début de cursus, elle n'a pas de matière de prédilection, l'étudiante va peu à peu jeter son dévolu sur la physique et, après avoir testé différentes spécialités, opte pour la physique des ultrasons. La recherche commence alors à la titiller mais sauter le pas n'a rien d'évident et Hanna accepte finalement un poste de salarié chez IBM à San Francisco où elle fait de la physique quantique. « On se situait très en amont de l'application de nos travaux, sans savoir si ça serait utile un jour. J'ai réalisé que j'avais envie de mettre la science au service de la médecine, de la société », explique Hanna, qui quitte l'entreprise au bout de six mois. Elle se lance alors dans une thèse, qu'elle fait à ESPCI, et choisit pour thème : la propagation des ondes en milieu complexe.

Fin 2020, après trois ans de recherche, Hanna a rendu sa thèse... et, un mois plus tard, poussé la porte d'un laboratoire américain spécialisé en imagerie ultra-sonore (utile dans le domaine médical notamment). Elle y a le statut de post doctorante jusqu'en janvier 2023. L'avenir ? Hanna ne le visualise pas encore clairement. Des choix seront à faire, entre le public et le privé, la France et l'étranger... Sa seule certitude : poursuivre son parcours dans les sciences. Un parcours déjà remarqué : en 2020, Hanna a reçu le prix Jeune talent de la fondation L'Oréal-Unesco, qui récompense les jeunes chercheuses pour leurs travaux scientifiques. Même si pour Hanna, être une femme dans ce secteur n'a jamais été un problème, elle mesure l'importance de valoriser ce type de profil... pour donner envie à d'autres femmes.

« J'avais envie de mettre la science au service de la médecine, de la société. »

GUILLAUME BŒUF, 30 ANS,**D'ONG EN ONG****Devenir ingénieur dans l'automobile. C'est, après un bac scientifique, l'objectif de Guillaume Bœuf, qui met tout en œuvre pour y parvenir.**

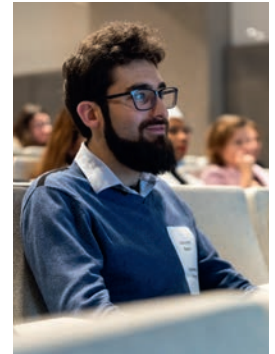
Mais après un BTS « Moteurs à combustion interne » et une licence professionnelle, qu'il suit en alternance, il décide de changer de voie. « J'étais au centre de recherche d'un grand groupe automobile et je n'ai pas du tout aimé le milieu, froid et austère. J'ai réalisé que ce n'était pas fait pour moi », relate Guillaume, qui vit alors ce qu'il nomme « une crise existentielle ». Pas pour très longtemps. Rappeur, le jeune homme enregistre un album dans un studio, qui l'engage pour en assurer la communication, notamment sur les réseaux sociaux. C'est le déclic : « Je suis un communicant, j'ai besoin d'avoir un métier où je puisse exprimer ma créativité, mon imagination et être en relation avec les autres ». Guillaume intègre alors la licence professionnelle « Chargé de communication culturelle et multimédia » à CY Cergy Paris Université. L'entreprise qui l'accueille a pour nom : l'Agence des espaces verts de la Région Ile-de-France. Il y reste trois ans car entre temps Guillaume a intégré l'IIM, la Digital School du Pôle Léonard de Vinci, niveau master. « J'apprenais beaucoup à l'Agence : j'étais le seul sur le digital et j'ai rapidement pris des responsabilités. Mais, j'avais besoin de connaissances théoriques. Et en me spécialisant en marketing digital, je devenais polyvalent car on y fait aussi bien de la stratégie que du e-business, du community management... J'ai aussi beaucoup apprécié la grande qualité des intervenants. Certains m'ont vraiment marqué », décrit Guillaume.

Quelques mois après avoir obtenu son diplôme, le jeune homme signe un premier CDI à l'Ordre de Malte. « M'engager dans une ONG, c'était une aspiration personnelle, qui donnait du sens à mon travail », dit-il. Guillaume occupe le poste de webmaster. Il gère le site, son contenu, prend des photos (un de ses hobbies)... Un poste au contenu varié mais dont il fait rapidement le tour. Il s'en va au bout de deux ans et demi. Une autre ONG lui ouvre alors ses portes : Food watch France.

« J'avais envie d'une structure plus petite, plus agile, plus flexible, plus militante aussi. Celle-ci est autant dans l'action que dans l'interpellation », explique Guillaume, devenu chargé de communication digitale. Il ajoute : « J'étais vraiment intégré à une équipe. Mon travail était plus transversal et je partageais les mêmes convictions que mes collègues. Cela donnait encore plus de sens à mon travail ».

Mais après deux ans de bons et loyaux services, Guillaume quitte l'association. Une décision prise au moment où sa femme attend un bébé. Devenu papa en octobre dernier, Guillaume décide de prendre un congé paternité. « Je prends mon temps pour affiner mon projet professionnel, admet-il. Je voudrai me recentrer sur le community management, une matière que j'enseigne aujourd'hui à CY Cergy, dans la licence pro que j'ai suivie ». Guillaume se cherche aujourd'hui une formation pour devenir social media manager. Son objectif : travailler dans une ONG ou une entreprise spécialisée dans les questions environnementales.

Anne Dhoquois



« M'engager dans une ONG, c'était une aspiration personnelle, qui donnait du sens à mon travail. »

PARTIE III

De la théorie à la pratique

• 52 •

Un processus d'innovation à la loupe

• 54 •

Le SCAI : quand La Sorbonne développe l'IA

• 56 •

Les learnings labs, apprendre par le projet

• 60 •

Du MIT au DVIC : entretien avec Clément Duhart,
directeur du DVIC

• 62 •

L'accompagnement à la création d'entreprise :
une fusée à plusieurs étages

• 64 •

Comment l'innovation technologique vient aux armées :
entretien avec Emmanuel Chiva, directeur de l'Agence
de l'innovation de Défense

• 67 •

Entrepreneurs du XXI^e siècle

Un processus d'innovation à la loupe

Créer une innovation, à la fois technologique, marketing, de service et/ou de produit, demande du temps, de l'énergie et une bonne compréhension des besoins du futur utilisateur. La preuve avec la création de l'offre de la jeune société Retrofleet, spécialisée dans l'électrification de véhicules thermiques.

L'innovation, Emmanuel Flahaut l'a travaillée durant toute sa vie professionnelle. D'abord chercheur au CNRS, puis au CEATech, où il grimpe les échelons jusqu'à devenir directeur de laboratoire, il se retrouve confronté à créer de l'innovation... sans oublier la rentabilité. Après une expérience de directeur des projets technologiques dans l'univers de la mobilité, il décide de créer sa propre société dans le domaine de l'énergie et de la mobilité. « J'ai commencé à cibler le retrofit : la capacité à convertir des véhicules thermiques en électriques. Je me suis rendu compte que c'était

un marché colossal, avec comme objectif d'accélérer la transition énergétique à moindre coût », explique-t-il. Dans ce marché en pleine expansion, il est clair qu'il va falloir innover pour se démarquer.

Partir du terrain

Avant toute chose, l'entrepreneur prend le temps d'étudier son marché, pour le comprendre avec un regard pragmatique : « Un processus d'innovation a certes un contenu technique et technologique, surtout dans ces domaines, mais il faut d'abord faire un

état des lieux, comprendre de quoi l'on a besoin, sans se mentir à soi-même sur les différentes structures de coûts. Un prototype peut être mal conçu et ne pas fonctionner sur la phase d'industrialisation, par exemple. Un processus d'innovation cohérent doit l'intégrer. Souvent, les entreprises ne réussissent pas à passer ce cap, qui nécessite beaucoup d'investissements ». Une bonne technologie ne se vend pas toujours. Il faut comprendre son marché et intégrer toutes ces contraintes, afin que l'innovation ne reste pas au stade de la bonne idée.

Il y a 70000 cars en France, quasiment tous éligibles pour être convertis en véhicules électriques



Première étape : définir clairement sa cible. Selon le ministère de la Transition écologique, en 2021, le parc automobile français comptait 38 millions de voitures particulières, près de six millions de véhicules utilitaires légers, 600 000 poids lourds et 94 000 autobus et autocars. Des chiffres qui peuvent faire tourner la tête, mais sur lesquels il faut raison garder. Pour innover, il faut déjà choisir son segment parmi ces dizaines de millions de véhicules. La jeune pousse d'Emmanuel Flahaut est nommée Retrofleet. Et notre entrepreneur décide de se concentrer sur une partie du parc, laissant de côté les trop nombreuses et variées voitures individuelles. Sa cible, ce sera plutôt les autocars et utilitaires. « Nous avons commencé par cibler les véhicules circulant peu à la journée. Il faut savoir que 80 % des cars en France sont des cars scolaires qui ne roulent que 100 kilomètres par jour, ce qui correspond aux capacités d'autonomie d'un véhicule électrique. Nous avons eu la même approche avec les fourgons hayon en milieu urbain et péri-urbain, qui roulent 70 km à la journée en moyenne. Je suis convaincu que l'innovation et le business plan ne se créent pas sur un tableur, mais sur le terrain, en se confrontant au réel », estime Emmanuel Flahaut. Sa cible est fixée, reste à créer ses process et trouver ses partenaires.

Trouver les bons partenaires

En effet, le fondateur de Retrofleet réalise assez vite que monter ses propres usines exigerait trop de fonds. Il privilégie une autre piste : établir des partenariats industriels et créer des joint-ventures, des filiales partagées à 50-50, avec ses entreprises partenaires. « Nous partageons ainsi le gâteau, tout en ayant un accès immédiat à une plateforme de production certifiée. Beaucoup de start-ups ne se rendent pas compte du coût que représente une usine, les contrats pour gérer les déchets, les certifications... À mon sens, cela est très compliqué dans le cycle de vie d'une start-up. D'où la décision de travailler avec des partenaires industriels », précise-t-il, s'entourant notamment de carrossiers constructeurs.

Ces partenaires, qui pour certains sont des sociétés plus anciennes et réputées, permettent aussi d'asseoir la crédibilité et la légitimité de la start-up. Et d'avoir accès à un réseau de distribution et de service après-vente, des points souvent oubliés ou mis de côté, mais qui ont leur importance dans la construction d'une entreprise.

Pour être efficace dans son process, la jeune pousse prend le temps d'étudier et d'investir sur un véhicule donné, afin de l'électrifier

rapidement une fois la commande passée. Pour cela, elle réalise un scanner complet d'un modèle de véhicule bien précis. Le logiciel utilisé permet de reconstruire en 3D tous les plans, de visualiser précisément comment le véhicule est conçu et où se trouve chaque pièce. Puis, les équipes d'ingénieurs et de mécaniciens de Retrofleet s'attellent à préparer les process d'électrification. « Il faut enlever le moteur thermique, le pot d'échappement, le réservoir, le calculateur moteur, l'ordinateur de bord qui pilote le moteur thermique... On garde tout le reste, on va substituer ces composants de façon précise, tout en veillant à garder l'équilibre du véhicule en termes de masse. Puis, on pose le moteur, le système de batterie central, les auxiliaires, et l'on installe les solutions digitales pour piloter tout cela. Tous les composants sont prêts à être installés, sous forme de kit. Cela nous demande donc des investissements, pour maîtriser et préparer l'électrification d'un modèle donné, avant de pouvoir le faire », détaille le CEO. Actuellement, il travaille sur quatre types de véhicules différents.

Construire un process

Toute cette étape est essentielle dans l'élaboration des process de l'entreprise. En effet, le secteur étant encadré, tout doit être homologué. La création de ce kit d'électrification doit donc être réalisée avec soin. « Si je change la pompe de freinage, par exemple, je dois refaire tous les tests de freinage. Il faut aussi être attentif au sourcing de nos pièces : si ma pompe n'est plus vendue dans un an, c'est un vrai problème, cela va être une source de coûts et de délais. Les acheteurs sont donc clefs dans ce travail », explique Emmanuel, qui voit d'ailleurs avec inquiétude les ruptures actuelles d'approvisionnement, liées aux désorganisations à la suite de la crise sanitaire. La plupart des secteurs sont touchés, dont l'automobile : sur certaines pièces, les délais ne sont plus garantis. De quoi mettre en difficulté une société comme Retrofleet, qui, elle, a des délais fixés avec ses clients et des pénalités de retard. « L'innovation, c'est aussi inconfortable, avec des risques », souligne l'entrepreneur.

Soigner le parcours client

L'innovation est aussi celle du parcours client, facilitée le plus possible par les jeunes pousses. Là aussi, Retrofleet a travaillé afin de le simplifier. Prenons l'exemple d'une société possédant des fourgons et souhaitant les électrifier : « Nous réalisons d'abord un audit, afin de vérifier la qualité du four-

gon, il ne doit pas être trop détérioré. Si le modèle du véhicule est maîtrisé de notre côté, nous avons déjà des kits d'électrification prêts, le fourgon part sur nos plateformes, dans le cadre de nos filiales. Il faut une semaine pour installer le kit, le véhicule est testé, nous réalisons aussi les démarches administratives pour changer la carte grise et la vignette CritAir, puis nous le rendons à son propriétaire. C'est désormais un véhicule électrique ! » Un enjeu pour les entreprises, sachant que de plus en plus de grandes villes limitent l'accès en journée des véhicules les plus polluants, notamment à Paris. Une fois électrifiés, les fourgons feront partie des CritAir 1.

Résultat de toutes ces innovations, aussi bien de process que commerciales : la jeune société affiche un chiffre d'affaires d'un million d'euros dès sa première année. Et elle ne compte pas s'arrêter là. « Il y a par exemple 70 000 cars en France, quasiment tous éligibles pour être convertis en électriques. Même si l'on en touche la moitié, cela représente des milliards d'euros de marché à aller chercher », relève Emmanuel Flahaut. De quoi assurer un bel avenir à Retrofleet.

Laura Makary

Le SCAI : quand La Sorbonne développe l'IA

Le SCAI (Sorbonne center for artificial intelligence) a ouvert ses portes en 2019. Niché au rez-de-chaussée d'un des bâtiments du campus Pierre et Marie Curie de Sorbonne université (Paris), le lieu a vocation à soutenir la recherche et à créer des rencontres entre différents publics. Reportage.

« **T**iens, la télé arrive », s'exclame Xavier Fresquet, directeur adjoint du SCAI (prononcez « sky »), encore en cours d'aménagement. Nous sommes fin 2021 et le lieu de 1000 m² environ (une ancienne bibliothèque de physique), qui comprend des bureaux, des salles de cours hybrides ou de réunion, des espaces collaboratifs... sent encore le neuf ; de fait, tous les meubles n'ont pas été déballés. Mais, à la machine à café ou devant leur poste de travail, on y croise des chercheurs, des data-scientists, une créatrice de start-up en résidence... Et c'est bien l'une des missions de ce centre dédié à l'intelligence artificielle sous toutes ses formes que de rendre possible des rencontres entre personnes d'horizons variés. Le SCAI est une structure de Sorbonne université et de ses trois entités - facultés de sciences et ingénierie, de médecine et de lettres/histoire-géographie - alliée à ses partenaires (Université de technologie de Compiègne, Museum national d'histoire naturelle, INSEAD). Sa ligne de conduite : contribuer à l'excellence de la recherche interdisciplinaire et à l'éducation en IA en promouvant les échanges entre des chercheurs, des étudiants et le monde industriel. « Les chercheurs assistent rarement à des conférences et se rencontrent peu. Notre rôle d'institut, c'est d'être des entremetteurs, de créer des synergies et de faciliter la constitution d'équipes interdisciplinaires et intersectorielles », résume Xavier Fresquet. Un rôle d'autant plus utile quand on parle de l'IA dont les champs d'exploration sont très vastes et les profils de chercheurs variés (informaticiens, roboticiens, mathématiciens...). Au SCAI, ces derniers travaillent sur des axes aussi divers que les maths/l'informatique/la robotique, la santé-médecine, le climat et l'environnement ou les sciences humaines numériques. « Notre philosophie : faire monter en compétences la communauté. L'un de nos leviers, c'est de trouver des financements - européens, privés ou municipaux - pour une dizaine de thèses par an sur des sujets émergents et interdisciplinaires », précise le directeur adjoint. Des

travaux qui portent par exemple sur l'analyse de signaux acoustiques (le monitoring de sons en forêt), des algorithmes d'Instagram, la détection de fake news sur les réseaux sociaux ou encore la création de nouveaux sons en musique. Mélina Verger est doctorante, affiliée au SCAI et au Laboratoire d'Informatique de Paris 6, depuis novembre 2021. Son sujet de recherche : évaluer l'équité de l'IA appliquée à l'éducation. Elle commente : « l'IA peut être très performante, mais peut aussi perpétuer des discriminations, voire les amplifier ». Un thème qu'elle partage, grâce au SCAI, avec d'autres doctorants, qui travaillent par exemple sur l'éthique de l'IA. « Les doctorants sont souvent isolés de par la spécificité de leur sujet. Le SCAI nous incite à monter des projets en commun sur des axes transverses, à partager nos sources, à participer à des événements auxquels sont invités différents acteurs du monde de l'IA qui seraient difficiles d'accès hors de ce lieu. On peut ainsi nouer des contacts avec des experts. C'est une communauté en développement qui nous pousse

à élargir notre champ de vision », affirme la jeune femme.

Une communauté qui intègre également des élèves en master et des enseignants. L'institut dispense, en effet, des formations professionnelles à des professeurs et, en cursus initial, à 300 étudiants par an. « On adapte la pédagogie selon les profils et les besoins. Mais on les forme de façon créative avec des supports en ligne. Des étudiants en lettres ou médecine ont des cours introductifs à l'IA ; en biologie, les cours sont plus avancés et donnent accès à une certification. Notre objectif, c'est leur employabilité », expose Xavier Fresquet.

L'humain et l'informatique

Bref, l'IA est partout, sert à tout... et le SCAI est aussi là pour la rendre accessible au plus grand nombre. Lieu ouvert, l'endroit a été conçu pour favoriser les échanges et faire naître des projets, le tout sous l'œil des flamants roses du jardin des Plantes. « C'est bien un peu de nature dans un univers minéral », commente Xavier Fresquet. Minéral

Le SCAI, un lieu ouvert qui permet aux doctorants de sortir de leur isolement





© Sorbonne Université - Pierre Kitmacher

locaux dans un cadre stimulant. Les membres peuvent s'y poser et échanger sur leurs travaux, leurs problématiques, leurs outils, etc. En contrepartie, ils animent des ateliers (en cybersécurité par exemple) ou des soirées thématiques pour des managers d'équipes data. Elle peut aussi mettre en lien des entreprises et des projets de recherche ayant besoin de financements privés ou des étudiants en quête de stage. « On a de la chance d'avoir un lieu comme celui-là, conclut Xavier Fresquet. Maintenant, il faut en être digne ».

Anne Dhoquois

« Notre rôle d'institut, c'est d'être des entremetteurs, de créer des synergies »

mais pas austère. À l'entrée, un immense tableau noir - la craie reste une tradition chez les mathématiciens - fait face à des gradins garnis de coussins de couleur. Non loin de là, une salle de ciné permettant des projections en 3D, une petite cuisine et un babyfoot.

C'est là que l'on croise Yoann Dupont, post-doctorant en informatique qui travaille en sciences humaines numériques, avec d'autres chercheurs, sur un projet un peu fou : « on scanne des textes historiques ou littéraires, on reconnaît la structuration du contenu, on l'analyse et on le présente de façon simple pour les utilisateurs, des chercheurs qui étudient ces textes. Exemple : ils pourront facilement extraire des informations comme les entités nommées, des personnes ou des lieux, ou encore les interactions entre les personnages, l'évolution de leurs sentiments, etc. ». Il ajoute : « Je me plais bien au SCAI, j'assiste à des événements, on va également en organiser un sur la reconnaissance optique des caractères ou celle des entités nommées. L'idée, c'est de montrer les aspects techniques et le lien entre l'humain et l'informatique ».

Le lien entre l'humain et l'informatique, l'expression résume bien la mission du SCAI. En témoigne Isabelle Hilali, CEO de Datacraft, une start-up dont la vocation est de réunir un club de data-scientists afin qu'ils échangent sur leurs bonnes pratiques. « Dans ces métiers, le besoin en formation est permanent ; le compagnonnage m'a semblé être le plus intelligent des modèles car

en data science, il n'y a ni maître ni élèves, ça va trop vite. Un débutant saura des choses qu'un senior ignore, par exemple », énonce Isabelle.

Sa start-up, qui compte une douzaine d'entreprises membres et un réseau de 600 data-scientists ayant chacun une expertise intéressant la communauté, est en résidence au SCAI. L'entreprise bénéficie ainsi de

De Paris... à Abu Dhabi

Un SCAI Abu Dhabi, aux Émirats arabes unis, a été ouvert sur le campus de Sorbonne Université en janvier 2019. Dans des locaux ultra modernes, le Sorbonne center for artificial intelligence (SCAI) local est dédié à la recherche, à la formation initiale et continue pour des étudiants et des salariés émiratis et expatriés. « Dans le cadre d'un accord entre la France et les Émirats sur l'IA, l'Institut visa à faire l'intermédiaire entre la recherche fondamentale et académique et l'industrie. L'une de nos composantes, ce sont des chaires de recherche industrielle avec Thalès et TotalEnergie - la première sur l'IA en reconnaissance d'images pour des radars et la deuxième sur des modélisations de phénomènes géologiques - qui mobilisent chacune un principal investigator et deux doctorants », détaille Valérie Hawley, directrice des partenariats industriels. Le SCAI est, par ailleurs, en

cours de recrutements d'étudiants en master qui travailleront pour le compte d'entreprises locales. Des programmes individuels sur des techniques de l'IA sont également proposés. « Notre mission, résume la directrice, c'est d'éduquer, de faire monter en compétences la population émiratie et de développer la recherche en bénéficiant de l'apport du SCAI de Paris ».



© GEM

Les *learning labs*, apprendre par le projet

Qu'il est loin le temps où une salle de cours suffisait pour travailler ! Depuis quelques années, bon nombre d'établissements se sont dotés de centres d'innovations, appelés « labs », qui prônent le principe du *learning by doing*. Démonstration avec le De Vinci Innovation Center du Pôle Léonard de Vinci et le GEM Labs de Grenoble école de management, deux sites emblématiques de cette nouvelle forme d'apprentissage.

Grenoble École de Management (GEM) dispose depuis deux ans d'une installation dédiée à des méthodes d'apprentissages en total décalage avec la salle de cours traditionnelle. Il s'agit de GEM Labs. Inaugurée tout début 2020 sur la Presqu'île de Grenoble, GEM Labs est selon sa directrice Agnès Braize une « école du futur ». Son objectif : proposer aux étudiants de nouvelles expériences d'apprentissage, sachant que l'installation implique aussi des partenaires entreprises et universitaires. « Notre finalité, c'est la création d'expériences pour l'apprentissage, mais aussi la co-innovation et la co-création avec nos partenaires et nos parties prenantes », complète Agnès Braize, qui souligne là un principe cher à tous ces nouveaux espaces que sont les labs : leur ouverture aux étudiants, mais aussi aux entreprises, voire à d'autres publics extérieurs.

Aujourd'hui, GEM Labs représente presque 5 000 m² de locaux. Un investissement de 15 millions d'euros, avec tout d'abord plusieurs « hyflex rooms », primées fin 2021 aux Cas d'Or du Digital. Ces salles permettent aux étudiants de suivre chaque cours en présentiel mais aussi à distance, de la manière la plus réaliste possible. Écrans en nombre, caméras au plafond, orientables et déplaçables dans la pièce en fonction des besoins, système de sonorisation dernier cri... Tout pour permettre une transmission optimale du savoir entre un enseignant présent dans la salle ou à distance et des élèves qui, eux-mêmes, seront physiquement présents ou en visio-conférence. GEM Labs profite même depuis peu du robot autonome de Wyca Robotics. « Nous avons réalisé plusieurs tests pendant lesquels le robot écoute le prof et le suit dans ses déplacements à travers la salle. C'est très novateur. On suit le cours depuis les yeux du robot ! On est bien plus immergé qu'avec Teams derrière son bureau », s'enthousiasme Agnès Braize.

L'expérimentation par l'immersion

Le GEM Labs propose par ailleurs plusieurs plateformes immersives qui vont permettre aux étudiants et aux partenaires de l'école grenobloise de découvrir différentes notions de manière très innovante et efficace. Parmi elles : le TIM Lab. « Il s'agit d'un lieu divisé en plusieurs espaces où l'on va notamment scénariser le parcours d'un porteur de projet innovant », décrit la directrice. Dans l'installation, plusieurs espaces de réflexion, de débat, de travail, et la possibilité de mettre en œuvre différentes expériences sensorielles – couleurs, sons, affichage sur des panneaux numériques – qui aidera les utilisateurs à mieux se représenter chacune des étapes du cheminement du porteur de projet. Tout en se souvenant bien mieux de ce qu'ils auront vécu.

La seconde plateforme, appelée Playground, est un site d'innovation pédagogique dédié au serious game et à la gamification. « Il s'agit d'un lieu où l'on va créer des serious games ou identifier ceux qui, parmi l'offre existante, pourront aider à l'apprentissage en termes de contenus ou de mécanismes de jeu », explique Isabelle Patroix, manager du Playground. De quoi, via le jeu, aider les étudiants à acquérir de nouveaux apprentissages ou de nouvelles modalités de prise de décision.

Les Biz Labs ou le parcours connecté du consommateur

Enfin, GEM Labs dispose de « Biz labs ». À savoir quatre espaces simulant un appartement, une rue commerçante, un magasin d'équipements de ski et une supérette. À chaque fois, des lieux hyper connectés, bardés de caméras et autres capteurs qui vont observer et analyser la prise de décision comme l'ensemble des comportements d'achat des consommateurs.

« Au sein de ces différents espaces, reprend Agnès Braize, nous allons observer le parcours de l'étudiant-consommateur et sa réaction à diverses stimulations lumineuses, olfactives, et bien sûr des simulations publicitaires. La première étape sera la prise de conscience du besoin, dans l'appartement connecté, puis viendra la recherche d'informations sur smartphone, puis le passage dans la rue connectée et l'arrivée dans un magasin d'équipements de ski où le consommateur pourra, là encore, opérer des choix tout en étant de nouveau inondé de messages publicitaires. Dans une



cabine d'essayage apparaîtra par exemple une ambiance différente, ou encore un panneau montrant le nombre de likes recueillis sur les réseaux sociaux par le vêtement choisi. » Quant à la supérette connectée, elle servira, entre autres, à illustrer des cours de merchandising. « Nous pouvons utiliser des lunettes eye tracking pour étudier les mouvements des yeux des consommateurs, et par exemple, l'impact des informations de nutriscore sur l'acte d'achat. Ces données enrichiront nos cours tout comme elles enrichiront aussi la réflexion des partenaires entreprises », poursuit Agnès Braize.

Par le biais de ces divers environnements connectés, GEM va apprendre à ses étudiants par quels moyens il sera possible d'influencer un comportement consommateur, tout en les aidant à prendre conscience de certaines notions éthiques. « Il s'agit de les aider dans leur futur rôle de manager, conclut Agnès Braize. Avec ce parcours, chacun découvre l'enjeu du big data, le fait que partout, nos données sont collectées à des fins publicitaires, on se rend compte que l'on peut utiliser de la reconnaissance faciale et de l'IA. Pour aborder toutes ces notions et pour apprendre de manière plus générale, l'expérimentation est bien plus marquante qu'un cours théorique. »

Inspiré du MIT

Autre école, autre ambiance... Au De Vinci Innovation Center - ou DVIC -, ce qui frappe d'abord, c'est le foisonnement. On y trouve, entre autres, un billard numérique, un miroir connecté aux étranges reflets, des bureaux couverts d'instruments de mesure et de fabrication, un atelier de foodtech, un autre où l'on fabrique des vêtements d'un genre entièrement nouveau... Mais, surtout, dans cet espace dédié à la tech, les étudiants évoluent de pôle en pôle, discutent, débattent, échangent entre eux ou avec leur Principal Investigator... Rien à voir avec une école classique.

Et pour cause, le DVIC, lancé en septembre 2019 par le Pôle Léonard de Vinci, est représentatif de ce que sont aujourd'hui les labs et fablabs qui depuis dix ans ont essaimé un peu partout en France et dans le monde, en droite provenance du MediaLab du MIT (Massachusetts Institute of Technology). C'est-à-dire des espaces où priment l'apprentissage par l'action et par le projet, le travail collectif, et un autre rapport à l'enseignement. Le lieu ? Environ 500 m² d'ateliers répartis en plusieurs laboratoires où les étudiants pourront utiliser toute une gamme de technologies. Depuis notre fameux miroir magique utilisant

l'IA pour recréer une image en réalité augmentée jusqu'à un espace dédié à la réalité virtuelle, en passant par un autre lieu consacré à la bio-ingénierie, ou encore un billard utilisant lui aussi l'IA pour analyser et retranscrire visuellement toutes les règles mathématiques à l'œuvre lorsque l'on calcule une trajectoire. Ne pas oublier bien sûr un fablab rempli de tables d'atelier ou encore d'imprimantes 3D. Clément Duhart, Directeur de l'Innovation et de l'Entrepreneuriat du DVIC du Pôle Léonard de Vinci est lui-même passé par le MediaLab au milieu des années 2010. À l'origine du DVIC, il nous resitue le principe : « Le DVIC veut former des personnalités aptes à faire le pivot entre monde académique, création de valeur innovante et production à l'échelle industrielle. Il s'agit pour nous de former des personnalités atypiques, sortes de moutons à cinq pattes, capables de faire à peu près tout au sein de leur boîte, qu'elle soit start-up ou grande entreprise. Aujourd'hui, le DVIC accueille notamment 60 étudiants du master Creative Technology, un programme commun à l'école d'ingénieurs ESILV et à l'IIM Digital School. En septembre prochain, nous accueillerons aussi des étudiants d'un nouveau master of sciences en un an. »

Entre réflexion, échange et débat

Pendant deux ans, les étudiants du master Creative Technology vont donc passer le plus clair de leur temps au DVIC. Au programme, pas de cours magistraux, pas de prof distant et injoignable, mais des travaux de groupes, des débats, et, au final, un véritable échange de points de vue. Seule concession au principe hiérarchique, la présence de trois Principal investigators (PI), parmi lesquels Clément Duhart, chargés de conduire l'ensemble du programme. « Chacun de ces PI dirige un groupe de travail et de réflexion composé d'une vingtaine d'élèves de master 1 et 2, plus trois à quatre doctorants. Nous comptons trois groupes : Resilient Futures qui veut transformer la société pour la rendre plus pérenne, Human Learning, qui travaille à la manière dont la technologie peut accompagner l'être humain, et enfin Artificial Lives, centré sur l'interaction entre l'humain et la technologie. »

Au cœur du DVIC priment plusieurs principes, parmi lesquels une approche très pratique et concrète de chaque notion étudiée. Autre maître-mot, le travail en équipe et l'intelligence collective. C'est-à-dire la possibilité laissée à chaque groupe d'étudiants de s'autogérer sur les projets qui lui seront confiés. « Si un cours porte par exemple sur les ponts, explique Clément Duhart, nous allons d'abord demander aux élèves de concevoir des ponts. Une

Objectif de GEM : proposer aux étudiants de nouvelles expériences d'apprentissage





Ce "miroir magique" permet de recréer une image « augmentée » de la personne qui s'y regarde, et notamment de son squelette

fois initiés à cette problématique, viendra l'heure du cours théorique, avant de nouveaux projets pratiques, par petits groupes. » Tout au long du programme, les étudiants devront enfin mener à bien trois grands ensembles d'activités. Tout d'abord le projet « Quickstarter », qui consiste à concevoir, fabriquer ou faire fabriquer, et ensuite commercialiser au moins 100 unités d'un produit. Ensuite le projet « Expédition technologique », qui correspond à une activité de recherche sur un sujet laissé au choix des élèves. Enfin les « Projets d'innovation » par lesquels les étudiants vont rejoindre un ou plusieurs travaux en cours au sein du DVIC.

Un ensemble en constante évolution

Conformément au principe du FabLab, la disposition du DVIC et ses ressources évoluent

en fonction des besoins des étudiants. « S'ils nous disent avoir besoin d'un laboratoire dans le domaine textile, l'IA ou la réalité virtuelle, il nous reviendra de leur proposer rapidement ces installations. », explique Clément Duhart. Ce faisant, le lieu leur permet de s'impliquer d'une manière tout à fait unique dans leur projet et leur environnement de travail. « Au fil du temps, nous nous sommes ainsi équipés de 11 laboratoires dont la disposition change régulièrement. Nous sommes à une époque où l'on ne peut plus mettre les étudiants dans des cases. Nous accordons une place essentielle à leurs envies et leur personnalité, pour former des jeunes intrinsèquement disruptifs. »

Autre originalité de ce pôle, les étudiants, une fois arrivés à la fin du master Creative Technology, verront leur travail évalué de manière tout à fait originale. De fait, chacun

sera libre de rendre sa thèse quand bon lui semblera... Un travail noté que l'étudiant pourra ensuite reprendre, améliorer, et rendre de nouveau, plusieurs fois si nécessaire, jusqu'à la dead line finale où il faudra impérativement remettre sa copie. « Ces évaluations successives doivent aider les élèves à progresser. Au final, cela permet une pédagogie très personnalisée », commente Clément Duhart.

Antoine Teillet



©Pôle Léonard de Vinci

MediaLab : Cap sur le futur !

Directeur du groupe Responsive Environments au sein du MediaLab (MIT-Massachusetts Institute of Technology), Joseph Paradiso est un expert reconnu pour ses recherches dans le domaine des interactions homme-machine, notamment sur la réalité croisée. Il revient sur le lancement du MediaLab, dont le mode de fonctionnement a ensuite largement essaimé à travers le monde.

Sur quels principes le MediaLab a-t-il été mis en place ?

J. P. : Le MediaLab a été lancé au MIT en 1985 à l'initiative de Nicholas Negroponte. L'époque était alors très excitante du point de vue technologique, notamment de par l'évolution très rapide alors de l'informatique. Le MediaLab est né de cette idée d'envisager l'évolution technologique d'une autre façon. Il s'agissait de sortir des sentiers battus et des idées toutes faites pour imaginer sans cesse des solutions nouvelles, surtout ne pas se conformer aux dogmes, mais travailler d'une manière différente.

Je suis arrivé au MediaLab quelques années après son lancement. Et mon séjour, qui ne devait durer qu'une année, s'est peu à peu allongé pour devenir un travail permanent de recherche et d'enseignement jusqu'à mettre en place le groupe Responsive Environments qui a contribué à l'émergence de l'Internet des objets et à ses ramifications. Même si nous avons bien d'autres centres d'intérêts !

Comment caractériser le MediaLab ?

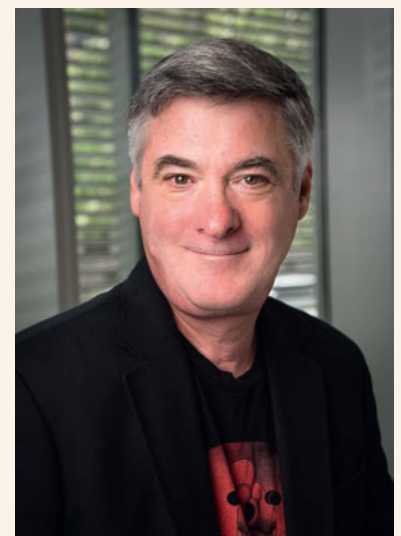
J. P. : En fait, il n'est pas évident de définir qui nous sommes et ce que nous faisons au MediaLab ! Nous avons nommé chacun de nos groupes de travail de telle ou telle manière – mon groupe est ainsi perçu comme travaillant sur des capteurs et leur interaction avec l'humain. – mais en fait, notre champ de recherche est bien plus large ! Ainsi, beaucoup d'autres projets peuvent impliquer des capteurs et la manière dont ils interagissent avec nous. Je garde donc l'esprit ouvert sur beaucoup d'autres domaines. Surtout lorsque l'on voit qu'aujourd'hui, notre pensée est de plus en plus apte à sortir de notre tête et de notre corps grâce aux réalités virtuelles ou encore aux vêtements connectés.

Ce mode de pensée très ouvert, out of the box, prédomine au MediaLab. Nous

accueillons avant tout des « rebelles », un point important pour qu'il y ait toujours un courant de pensées alternatif au modèle prédominant. Nous sommes un endroit où l'on veut envisager le futur et la recherche de manière différente. Mais, l'organisation du lab fait que les projets sur lesquels nous travaillons ne deviennent lisibles, dans leurs caractères convergents, qu'au bout de plusieurs années.

Comment le MediaLab va-t-il gérer des défis tels que le changement climatique, la montée en puissance des fake news ou encore le métavers (monde virtuel fictif) ?

J. P. : Nous sommes au milieu du gué. En fait, le MediaLab n'a jamais vraiment été pensé comme devant résoudre des problèmes de ce genre. Nous voulons juste inventer le futur, et ne jamais le laisser nous prendre de court. Ce qui veut dire travailler à changer le monde, mais sans plan précisément établi. Cela dit, à bien des égards, nous pourrions faire office de lanceur d'alerte et nous réfléchissons de plus en plus à cet aspect. Certains des groupes qui composent le MediaLab sont même grandement dédiés à cet enjeu. Lorsque l'on mène des recherches dans le domaine des biotechnologies, il est important de savoir comment elles pourront aider à sauver la planète ou inversement l'endommager. Et c'est ce à quoi nous travaillons tout en gardant le cap, direction le futur, et en conservant cette volonté de briser les frontières entre les disciplines.



Du MIT au DVIC

Clément Duhart

DIRECTEUR DU DVIC

Une plante qui peut se plaindre d'avoir soif, un robot qui se balade dans les couloirs, un écran pour scanner vos réactions, des vers à soie, bienvenue au De Vinci Innovation Center (DVIC) du Pôle Léonard de Vinci. Inspiré du Media Lab du MIT (Massachusetts Institute of Technology), le DVIC est dirigé par un ancien chercheur de ce même Media Lab, Clément Duhart, qui l'a lancé en 2019.

Vous êtes le fondateur du De Vinci Innovation Center (DVIC) du Pôle Léonard de Vinci, inspiré de votre propre expérience au sein du Media Lab du MIT à Boston. Comment êtes-vous entré dans ce laboratoire qui fait rêver toute la planète ?

Clément Duhart : C'était assez inespéré effectivement. Le Media Lab recherchait un doctorant spécialisé dans l'ingénierie des systèmes embarqués et l'intelligence artificielle pour rejoindre un projet dans les marécages. Il s'agissait d'installer des capteurs pour optimiser la restauration d'une ancienne ferme industrielle de canneberge pour réaliser de la séquestration carbone et restaurer un écosystème naturel. Un milieu donc particulièrement hostile à toute installation de capteurs, avec des insectes qui viennent y nicher ou des animaux qui mangent les câbles. Dans ce cadre, mon rôle était d'aider au déploiement des capteurs et de concevoir une intelligence artificielle capable d'identifier en temps réel les différentes faunes présentes. Je me suis retrouvé en quelque sorte en situation de pivot entre les Sciences de la vie et de la Terre (SVT), l'Intelligence artificielle (IA) et l'ingénierie en environnement hostile.

Quels grands enseignements retenez-vous des cinq années que vous avez passées au Media Lab ?

C.D. : Le Media Lab du MIT est un écosystème incroyable, qui bénéficie de moyens démesurés. Dès que vous arrivez là-bas, vous êtes entouré de personnes câblées différemment qui pensent toutes à révolutionner le monde. Des personnalités hyper positives qui n'ont

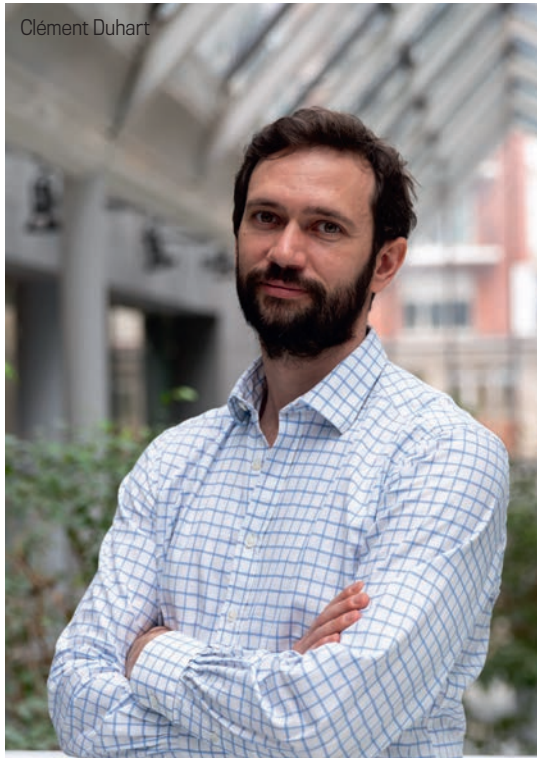
absolument pas peur de partager leurs travaux. Ceux qu'on appelle les « principal investigator » (PI) sont des quasi-dieux sur Terre, des prix Nobel que l'on côtoie à la machine à café et qui s'intéressent à vous parce qu'ils vous voient comme eux demain.

On se sent accompagné, aidé dans un esprit de responsabilité. Personne ne vous dit ce que vous devez faire. On travaille dans l'autonomie avec la confiance de ses pairs. C'est un esprit très bienveillant. Il n'y a jamais de dénigrement mais toujours des encouragements. Encore aujourd'hui, je sais que je peux compter sur les personnes rencontrées au MIT pour décrocher des contacts pour le DVIC. Je fais en quelque sorte partie d'un monde de don à l'autre universel. Mais attention, cela n'empêche pas ce monde d'être hyper compétitif. On collabore, on partage, on joue tous ensemble mais il y a aussi un moment où il faut savoir se démarquer. J'ai par exemple été proche de ceux qui ont monté FormLabs qui est maintenant une licorne.

« À l'issue de leur passage au DVIC, environ la moitié de nos étudiants poursuit son cursus en doctorat et un quart crée une start-up. »

Comment se constituent et comment sont gérées les équipes de recherche ?

C.D. : Les PI cultivent la diversité. Chaque équipe est constituée de façon à réunir de nombreuses nationalités, des hommes, des femmes, un vrai melting pot culturel. C'est une démarche d'inclusion à laquelle nous ne sommes pas du tout habitués en France. Ensuite, le PI a une démarche de coach, c'est un philosophe de groupe qui porte une vision sur le monde et anime le groupe dans un environnement propice. Tous les vendredis, nous avons par exemple des réunions avec de la « free food » pour discuter de tous les projets en cours pendant deux à trois heures.



© Pôle Léonard de Vinci

Aider les autres, partager est fondamental. C'est ce que ne comprennent pas toujours les start-ups françaises dont les fondateurs essaient toujours de garder leurs idées secrètes plutôt que de les partager pour attirer ainsi des talents. En France, une start-up est fondée en moyenne par deux personnes quand elles sont cinq ou six aux États-Unis.

Fin 2019, vous revenez en France pour créer le DVIC. Comment est née l'idée? Comment l'avez-vous mise en œuvre?

C.D. : Nous en avons parlé avec la direction du Pôle Léonard de Vinci, Pascal Brouaye et Nelly Rouyrès, dès 2016. Ils voulaient proposer un enseignement supérieur expérimental. La difficulté ensuite a été d'installer une sorte de « bateau pirate » en dehors des écoles avec une pédagogie différente. Aux États-Unis, tout ce qui est différent est vu avec enthousiasme. En France, c'est un peu l'inverse. Le DVIC est un institut de recherche et d'innovation sur un modèle d'enseignement supérieur alternatif.

Quel est le profil des étudiants qui rejoignent le DVIC pendant dix-huit mois de leurs deux années de master?

C.D. : Le DVIC passionne particulièrement des étudiants qui veulent rapidement passer au concret. Beaucoup sont d'ailleurs issus de classes préparatoires et ne veulent plus faire de la restitution de connaissances. Ce sont des jeunes qui veulent impacter la vie et ne

pas être passifs. Nous en avons reçu douze dans la première promotion, 25 aujourd'hui et 45 (au minimum) demain. Les trois quarts sont issus de l'école d'ingénieurs du Pôle, l'ESILV, un quart de la Digital School, l'IIM. Ponctuellement, ils peuvent également venir de l'école de management, l'EMLV. Et nous ouvrons un recrutement international pour qu'un quart de nos étudiants soient étrangers.

À l'issue de leur passage au DVIC, environ la moitié de nos étudiants poursuit son cursus en doctorat et un quart crée une start-up. Les autres peuvent se mettre à leur compte ou entrer dans des laboratoires de recherche et développement.

Comment les étudiants s'intègrent-ils dans les projets de recherche? Peuvent-ils proposer tout de suite leur propre projet?

C.D. : Pendant le premier semestre, ils apprennent à contribuer aux projets existants. Ils doivent comprendre comment se transmet le savoir. Puis, en décembre, les trois-quarts d'entre eux décident de continuer à travailler sur les projets existants. Un autre quart se donne un semestre pour constituer une équipe.

Ce sont deux années qui font intégralement partie de leur scolarité avec des cours classiques également. Ils doivent y réaliser trois types de projets. D'abord, défricher un sujet pour apprendre la méthode scientifique. Ensuite, fabriquer un produit, réaliser une campagne de financement participative et finalement vendre au minimum 100 unités à 100 clients différents. Enfin, travailler sur un projet d'innovation qui peut avoir un impact scientifique, médiatique ou encore artistique.

Des exemples de ces projets?

C.D. : Nous avons produit un miroir que nous disons magique parce qu'une caméra intégrée est capable de reconnaître un corps et de projeter des informations sur ses différentes parties. Un étudiant a eu l'idée de mettre une sonde dans le pot d'une plante pour analyser sa teneur en eau. Si on touche ses feuilles et que la plante manque d'eau elle produit un son spécifique. Nous avons également produit un processus de gamification pour enseigner le langage des signes à des parents entendant dont les enfants sont malentendants.

Dans le cadre de notre groupe « Resilient Futures », nous testons comment les résidus de crevettes peuvent devenir des bio plastiques ou comment utiliser le marc de café. Nous formons des étudiants qui ne se contentent pas d'apprendre à construire une maison mais savent pourquoi on le fait. Des étudiants qui veulent aller plus loin dans leur réflexion sur leur impact.

Propos recueillis par Olivier Rollot

L'accompagnement à la création d'entreprise : une fusée à plusieurs étages

D'après un sondage* publié au printemps 2021, 42 % des étudiants déclarent vouloir un jour créer une entreprise. De leur côté, les entreprises valorisent de plus en plus les qualités entrepreneuriales. Résultat, une majorité d'établissements d'enseignement supérieur a créé son incubateur et peaufine des programmes sur mesure de pré-incubation.

Un étudiant de l'enseignement supérieur sur six pourrait bien devenir chef d'entreprise. Même si aujourd'hui, ils sont à peine plus de 5 % à choisir cette voie, la Conférence des grandes écoles (CGE) fait le pari qu'ils devraient être 15 % dans quelques années, à l'image des étudiants américains qui sont déjà 14 % dans ce cas. À emlyon BS, les chiffres sont éloquentes : les candidats à l'entrepreneuriat ont triplé en cinq ans. « Et aujourd'hui, bon nombre d'entre eux s'engagent dans cette voie dès la 1^{ère} année, souligne Alexander Bell, directeur des incubateurs. En outre, la volonté d'entreprendre est présente dans toute nos filières, même en finances et en droit. » L'envie d'être son propre patron, de se créer son « job » dès la fin de ses études, mais aussi « d'exercer un métier qui a du sens, qui rendra le monde meilleur », sont des motivations fortes, indique Maylis Gross, responsable de DeVinci Start up, la structure dédiée à l'accompagnement des étudiants porteurs de projets au Pôle Léonard de Vinci. Le mouvement naturellement perceptible en école de commerce n'épargne pas les écoles d'ingénieurs, où les projets de fin d'études donnent envie aux étudiants de poursuivre l'aventure.

Des incubateurs pour tous les goûts

Pour accompagner les envies d'entreprendre, voire de les susciter, les établissements d'enseignement supérieur ont développé différents dispositifs. Les plus visibles sont les incubateurs. D'après une étude menée en 2018, 56 % des écoles membres de la CGE ont au moins un incubateur. Dans les écoles de management, ce taux grimpe jusqu'à 79 %. Quant aux universités, elles peuvent s'appuyer sur le réseau des 33 Pépites (Pôles Étudiants pour l'innovation,

le transfert et l'entrepreneuriat) répartis sur l'Hexagone qui jouent le rôle de « pré-incubateur » (voir encadré). Ouverts à tous les porteurs de projet ou réservés aux étudiants de l'école, généralistes ou thématiques, propres à un établissement ou partagés avec d'autres, l'éventail des incubateurs est large. À Arts et Métiers Sciences et Technologies, « l'industrie du futur, c'est notre job, lance Ivan Iordanoff, directeur général adjoint recherche et innovation d'Arts et Métiers. Nous sélectionnons donc uniquement les projets à caractère technologique, tels que « Pangolin », un système de blindage de véhicules et de bâtiments low cost. » L'université Paris Nanterre a quant à elle choisi la thématique de l'économie sociale et solidaire pour son incubateur I-Engage afin de « se distinguer ».

Par ailleurs, comme la création d'entreprise requiert souvent une longue gestation, les établissements ont mis au point des fusées à plusieurs étages. Ainsi, au Pôle, les programmes « Learn », « Launch » and « Grow » ont été conçus pour accompagner cette montée en puissance. Tout commence donc par des modules de sensibilisation à l'entrepreneuriat, avec des alumni qui témoignent de leur parcours de créateurs d'entreprise, des MasterClass, des concours de pitch... « D'abord, il faut déconstruire les a priori, comme le fait de croire qu'une bonne idée suffit pour réussir », indique Julien Meykerque, chargé de coordination pour l'entrepreneuriat à l'université Paris-Nanterre. À emlyon BS, la 1^{ère} école de commerce à avoir créé un incubateur il y a trente-cinq ans, le module de sensibilisation est obligatoire. L'apprentissage des connaissances théoriques et méthodologiques laisse peu à peu la place à la pratique. « Cependant, comme les étudiants sont meilleurs dans le doing que dans le thinking, nous les forçons à faire de la stratégie, à se projeter dans

l'avenir », prévient Alexander Bell. À Arts et Métiers Sciences et Technologies, le socle académique donne même droit à des ECTS (European Credits Transfer System). Les établissements ont conscience des connaissances qui nécessitent d'être renforcées. « Les aspects juridiques et la fiscalité sont souvent leur talon d'Achille », indique Maylis Gross. Cependant, comme chaque projet est unique, les écoles adaptent de plus en plus leur parcours. « Nous faisons quasiment du sur-mesure, indique le responsable à emlyon BS. Plus ils avancent dans leur projet, plus ils se rapprochent du mentoring. Les portes de l'incubateur leur sont ensuite ouvertes. »

Maxence Ghintran, fondateur de Trustoo, start-up qui sécurise l'achat de véhicules d'occasion, en témoigne : « Mes parents sont entrepreneurs, j'ai donc toujours voulu être mon propre patron. Après une licence à Dauphine, j'ai choisi emlyon BS pour son ouverture sur l'entrepreneuriat. Quand je suis entré à l'école, j'avais déjà créé Trustoo mais j'y ai trouvé un cadre, une émulation, des personnes qui ont validé mon projet. Dans l'incubateur, j'ai même travaillé à des stratégies de potentiel rachat de mon entreprise avant d'avoir le 1^{er} client. En revanche, le mentorat a ses limites. Aiguiller un porteur de projet si vous n'avez pas vous-même créé une boîte, c'est un leurre. »

Pour offrir un accompagnement le plus complet possible, l'heure est aussi au partenariat inter-écoles. Aux Arts & Métiers, des séminaires croisés avec les écoles de commerce comme Kedge sont organisés. « Au-delà de les sensibiliser aux problématiques "business", c'est un moyen de favoriser des équipes mixtes ingénieur/commerce », explique Ivan Iordanoff. Près de la moitié des incubateurs (43 %) sont aujourd'hui partagés.



Emlyon BS est la 1ère école de commerce à avoir créé un incubateur il y a trente-cinq ans

Un équilibre à trouver

Dégager du temps pour se consacrer pleinement à la création de son entreprise, sans renoncer au cursus scolaire, représente aussi une gageure. Les étudiants ont donc souvent la possibilité de réaliser leur stage obligatoire dans leur start-up naissante.

Bien sûr, cet accompagnement ne garantit pas le succès à 100 %. En 2018, l'étude de la CGE révélait que 80 % des entreprises créées existaient toujours trois ans plus tard, et 72 % à 5 ans. Un taux encourageant qui s'explique sans doute par le fait que tous les candidats à l'entrepreneuriat ne transforment pas l'essai. À emlyon BS, sur les 150 étudiants porteurs de projet qui se manifestent chaque année, la moitié va réellement passer le pas. Même ratio à Nanterre : sur 44 projets, une vingtaine crée une structure juridique. « 90 % de ceux qui ont fait leur stage dans leur start-up continuent l'aventure », précise la responsable de l'incubateur du Pôle Léonard de Vinci. Un chiffre en trompe l'œil. « Si en période de pré-incubation, un étudiant décide de ne pas se lancer, c'est aussi une bonne nouvelle. Sans l'accompagnement, il se serait sans doute mis en danger », déclare Alexander Bell. Et quoiqu'il arrive, les étudiants en ont profité

pour apprendre les fondamentaux comme évaluer le besoin d'un client, constituer une équipe, ou intégrer le concept de résistance à l'innovation... « En France, valoriser un échec reste difficile, reconnaît le responsable de emlyon BS, mais nous insistons sur le fait que ces compétences favorisent leur employabilité. » Pour enfoncer le clou, certains établissements valident même ces acquisitions par des diplômes, tels que le

Cherchez la Pépite

L'Hexagone compte 33 Pépite (Pôles Étudiants pour l'Innovation, le Transfert et l'Entrepreneuriat). Créé en 2014, ce dispositif de pré-incubation a deux grandes missions : sensibiliser à l'esprit d'entreprendre et accompagner les porteurs de projet. En cinq ans, sur les 120 000 étudiants sensibilisés chaque année, 8 000 ont vraiment enclenché la démarche et ont bénéficié du statut d'étudiant-entrepreneur... Sur 2,7 millions d'étudiants en France ! En 2019, un rapport remis au ministère de l'Enseignement supérieur regrettait que « la notoriété

certificat de compétences professionnelles « Concevoir et développer un projet entrepreneurial », qui valide l'acquisition de compétences techniques et comportementales chez les jeunes ayant le statut d'étudiants entrepreneurs.

Incubateurs et pré-incubateurs se sont donc considérablement développés mais certains peinent encore à se pérenniser. L'incubateur de l'Université Paris Nanterre n'a par exemple pas trouvé les moyens pour recruter son nouvel animateur, « même si on nous dit que l'incubateur fait partie des axes stratégiques, souffle Maria Pérez, directrice de l'incubateur. À Nanterre, entreprendre, c'est encore un gros mot. » La Conférence des grandes écoles insiste pourtant : « Il est urgent de trouver un modèle de financement » pour ces dispositifs.

Cécile Coumau

*Sondage OpinionWay/Moovjee/CIC réalisé auprès 1048 jeunes en mai 2021

des Pépite reste faible » et que certains publics soient peu touchés ». « Nous avons beaucoup d'étudiants en écoles de commerce, reconnaît Julien Meykerque, du Pépite Paris-Ouest-Nanterre. Trois fois par an, nous menons des campagnes de communication pour toucher des publics plus éloignés. » Pour mobiliser un maximum d'établissements, le ministère a lancé un nouvel appel à projets, doté de 5 millions d'euros jusqu'en 2022, afin de soutenir les projets « les plus ambitieux et les mieux maîtrisés ».

Comment l'innovation technologique vient aux armées

Emmanuel Chiva

DIRECTEUR DE L'AGENCE DE L'INNOVATION DE DÉFENSE

L'Agence de l'innovation de défense (AID) a été créée en 2018 pour « mettre en œuvre la politique du ministère des Armées en matière d'innovation et de recherche scientifique et technique ». Son directeur, Emmanuel Chiva, revient sur les enjeux de l'innovation dans le domaine de la défense et comment ils dépassent le cercle restreint de quelques entreprises emblématiques.

L'Agence de l'innovation de défense (AID) a été créée en 2018 pour « mettre en œuvre la politique du ministère des Armées en matière d'innovation et de recherche scientifique et technique ». Quelles en sont les missions exactes ?

Emmanuel Chiva : Le but de la création de l'Agence de l'innovation de défense était effectivement de disposer d'un « chef d'orchestre » de l'innovation de défense qui puisse également jouer le rôle d'accélérateur de projets, notamment en s'ouvrant à l'innovation civile. L'AID poursuit aujourd'hui trois objectifs : assurer la supériorité opérationnelle de nos forces, renforcer l'autonomie stratégique et améliorer la performance du ministère des Armées. Ses missions consistent à assurer l'orientation, la détection, la captation et le pilotage de l'innovation pour le ministère des Armées, notamment vers nos opérationnels, le plus rapidement possible. Nous travaillons donc au profit de l'ensemble des États-majors, directions et services du ministère des Armées.

Votre agence s'inspire-t-elle de la Darpa (Defense Advanced Research Projects Agency) américaine à laquelle on doit des monceaux d'innovation ?

E.C. : De manière générale, il est inutile d'essayer de transposer en France un modèle américain, nous n'avons pas les mêmes réalités. L'Agence de l'innovation de défense n'est pas la DARPA. La première différence est le périmètre d'action puisque celui de l'AID est bien plus vaste, allant de la recherche fondamentale aux projets d'accélération de l'innovation à haut TRL (niveau de maturité technologique). La deuxième différence, paradoxalement eu égard au premier point,

est le budget qui s'élève à environ 3,5 milliards de dollars contre 1 milliard d'euros pour l'AID. La troisième différence est la prise de risque, facilitée à la DARPA par une aisance budgétaire et une culture de tolérance vis-à-vis du risque. C'est un chantier pour le ministère des Armées que nous avons identifié et sur lequel nous travaillons. C'est aussi un enjeu de culture de notre organisation qui doit être recherché sur le temps long pour avoir des résultats d'ampleur. Enfin, c'est un enjeu qui dépasse l'administration. La frilosité au risque que l'on constate aujourd'hui de la part des acteurs du financement, banques et fonds français (sans doute aujourd'hui en passe d'évoluer compte tenu de la situation géopolitique actuelle – et c'est un constat assez saisissant), est délétère pour la consolidation de champions nationaux et ouvre un champ libre aux prédatations internationales. Toutefois, l'agilité, la souplesse et la rapidité dont fait preuve la DARPA est un modèle dont nous nous inspirons également. Ces nouveaux défis expliquent en partie la création de l'AID.

Comment se conçoit l'innovation dans les armées ?

E.C. : La politique d'innovation du ministère des Armées repose sur le travail d'orientation porté par l'AID en étroite collaboration avec les armées, directions et services du ministère. Il est mis à jour annuellement via le DrOID (Document de référence de l'Orientation de l'Innovation de Défense) qui décrit les axes prioritaires de cette politique. Cette dernière s'inscrit notamment dans la continuité de la Revue stratégique et dans le cadre de la mise en œuvre de la Loi de programmation militaire. Ces axes prioritaires permettent ainsi à l'AID de conduire plusieurs grandes stratégies structurantes autour d'enjeux technologiques transverses à fort intérêt : l'intelligence artificielle, le quantique, le cyber, la lutte anti-drones, les armes à énergies dirigées, l'espace, l'hypervélocité, l'énergie, la maîtrise des grands fonds marins, le NRBC¹, ou encore la guerre cognitive.

¹ T. Menace Nucléaire, Radiologique, Biologique et Chimique.



Emmanuel Chiva

Sur le plan interne, l'AID dispose d'outils distincts et complémentaires qui permettent de relever tous les défis de la chaîne innovation. Celle-ci s'organise en quatre pôles : Stratégie et Technologies de Défense ; Innovation Ouverte ; Financement et Acquisition de l'innovation et Valorisation de l'innovation et des innovateurs. L'AID fonctionne en « mode projet ». Ces projets se répartissent entre : des projets de technologies de défense (PTD) permettant de « dérisquer » les briques technologiques nécessaires à nos futures capacités ; des projets d'accélération de l'innovation (PAI) pour que le passage des innovations civiles au monde de la défense soit plus rapide ; des projets d'innovation participative (PIP) portés par les personnels du ministère ; et des projets de recherche (PR) pour se projeter dans le temps long. Cette structuration permet de garantir, via un processus clair et lisible, la bonne finalisation des projets.

« Tous innovateurs ». Même un particulier ?

E.C. : L'innovation ouverte a pour but de se tourner vers de nouveaux écosystèmes et de dépasser le cadre de l'innovation dite planifiée (celle qui consiste à innover en fonction d'objectifs déjà connus et préalablement définis). Son objectif est de détecter des innovations qui ne s'adressent pas nécessairement initialement à la défense pour les amener sur des cas d'usage du ministère des Armées.

La création de l'Agence de l'innovation de défense a justement permis d'accélérer le processus d'innovation ouverte et d'améliorer le système de veille et captation, des accélérations indispensables pour suivre les évolutions technologiques issues du monde civil notamment.

Les entreprises que vous financez sont-elles toutes spécialisées dans la défense ?

E.C. : Hors projets militaires stricto sensu, l'Agence de l'innovation de défense ne finance que des projets qui ont prouvé leur intérêt défense. Ces projets ont des

origines très diverses : militaire, civile, académique, etc. C'est ce que l'on appelle la dualité.

C'est le travail de la cellule détection et captation de l'AID que de capter les technologies issues du monde civil. Beaucoup d'entreprises civiles font ainsi la démarche de se rapprocher du ministère des Armées car elles identifient une opportunité de financement de leur technologie duale.

Plus concrètement, en matière d'innovation ouverte, l'AID conduit des projets qui répondent à différents besoins : la réalisation de projets permettant de satisfaire des besoins court terme des forces que la granularité de la loi de programmation militaire ne peut adresser ; la production de démonstrateurs afin de favoriser l'intégration de l'innovation ouverte dans les opérations d'armement à moyen terme ; ou encore la conception de maquettes au profit des acteurs en charge de la préparation sur le long terme en explorant des cas d'usage à fort potentiel.

L'enjeu est alors de repérer les acteurs émergents qui ne sont pas connus du ministère des Armées mais qui sont susceptibles de proposer des solutions présentant une grande plus-value sur le plan opérationnel. Pour le ministère, il s'agit également de s'insérer dans la feuille de route du partenaire économique innovant sans le rendre exclusivement dépendant du marché défense.

Vous financez également des thèses de recherche ?

E.C. : Les objectifs principaux du ministère des Armées vis-à-vis de la recherche scientifique sont divers. Il s'agit de mener des travaux exploratoires à niveau de maturité très bas sur des sujets porteurs de ruptures pour préparer le futur au-delà du besoin militaire prévisible, dans des domaines suscitant peu d'intérêt de la recherche civile. Il s'agit également de favoriser la captation, l'accélération de la maturation (du point de vue de l'innovation, comme du point de vue de l'utilisateur), et la valorisation des travaux de recherche d'intérêt, financés ou non par le ministère.

En l'occurrence, le soutien des thèses fait partie des leviers employés par l'AID pour le soutien de la recherche au profit du ministère des Armées sur des thématiques militaires et duales.

Les thèses de doctorat sont des projets de recherche qui s'inscrivent dans des thématiques scientifiques définies préalablement par l'AID comme prioritaires, dans un domaine intéressant la défense. L'AID attribue annuellement entre 100 et 130 allocations de thèses nouvelles en organisant trois appels à projets : l'appel à projets thèses AID Cifre-Défense ; l'appel à projets thèses AID IDEES ; et l'appel à projets thèses AID classiques. Il existe également un dispositif de soutien des projets d'établissements publics de recherche sous tutelle DGA

(Direction générale de l'armement)/AID, notamment avec l'ONERA (Office national d'études et de recherches aérospatiales), l'ISL (l'Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis), qui effectue des recherches et études scientifiques et techniques fondamentales pour les domaines de défense et sécurité, le CNES (Centre national d'études spatiales), le CEA (commissariat à l'énergie atomique) et certaines écoles. En s'appuyant sur ces établissements, le ministère contribue à développer des pôles d'excellence et à pérenniser des compétences et des moyens jugés indispensables à la préparation des futurs systèmes de défense.

L'Agence de l'innovation de la défense peut financer tous types de thèmes de recherche... même en sciences humaines et sociales (SHS) ?

E.C. : Il faut évidemment se singulariser et avoir un intérêt particulier pour que nous apportions un financement. Mais le champ des recherches d'intérêt défense est très large. Nous finançons par exemple des recherches sur l'emploi de plasmas froids pour les grands brûlés. La proportion de grands brûlés parmi les blessés de guerre est en effet beaucoup plus importante que dans la moyenne nationale : 10 % des blessés de guerre sont des grands brûlés.

Quant aux SHS, elles ont tout à fait leur place, qu'il s'agisse de s'intéresser aux travaux de Christian Clot, cet explorateur qui est resté quarante jours enfermé dans une grotte avec une équipe privée de repères temporels, ou qu'il s'agisse de comprendre les réponses cognitives à des situations de charge mentale excessive ou de conditions de vie extrêmes.

Dans les défis auxquels les armées sont confrontées, vous avez évoqué la « guerre cognitive ». De quoi s'agit-il ?

E.C. : Nous nous plaçons là dans le champ des perceptions. Les tentatives adverses de manipuler le comportement humain représenteront un défi permanent pour la défense et la sécurité des nations alliées. Cette menace émergente de la guerre moderne va au-delà du simple contrôle du flux d'informations. La guerre cognitive cherche à changer non seulement ce que les gens pensent, mais aussi comment ils agissent. Les attaques contre le domaine cognitif impliquent l'intégration de capacités cyber, de désinformation, de manipulations psychologiques et d'ingénierie sociale. Le nouvel environnement opérationnel pour les décideurs engage leur capacité à détecter et à répondre aux attaques sur le domaine cognitif. La guerre cognitive positionne l'esprit comme un espace de combat et un domaine contesté. Son objectif est de semer la dissonance, de perturber ou de fragmenter une société.

Une agence comme la vôtre est également confrontée à des questions éthiques, par exemple sur la problématique des armes autonomes. Comment gérez-vous ce type de question ?

E.C. : Le ministère des Armées attache une grande importance au développement d'innovations reposant non seulement sur une maîtrise technique, mais aussi éthique, des enjeux. C'est la raison d'être du comité d'éthique de défense ministériel installé en 2020 qui est étroitement associé aux travaux d'innovation de défense.

Parlons plus largement des processus d'innovation. Comment devient-on un innovateur ?

E.C. : C'est avant tout un état d'esprit. Innover, c'est voir au-delà de son champ de vision et c'est aussi prendre des risques.

Pour ma part, j'ai créé plus de dix entreprises avant de prendre la direction de l'AID. Il faut, pour innover, oser, accepter l'échec, mais aussi parfois être un pirate, ou plutôt un corsaire. Accepter l'échec, reconnaître la tentative, ce n'est pas véritablement dans la mentalité française. Or, comme le disait Nelson Mandela : « Parfois je gagne, parfois j'apprends » ! Il convient donc de « changer de logiciel » et d'acculturer notre environnement à la prise de risque, car il faut avoir tenté avant d'avoir échoué, et cela, c'est indissociable de l'innovation.

Quand on parle de recherche en France on fait souvent allusion à la fuite des cerveaux. Comment recrute-t-on des chercheurs qui vont travailler sur les questions de défense ?

E.C. : Nous commençons à avoir les moyens de nos ambitions. Mais effectivement quand on parle, par exemple, d'Intelligence artificielle (IA) de défense, nous sommes en concurrence avec les grands acteurs internationaux qui proposent des rémunérations sans commune mesure avec ce que l'État peut proposer. Ce que nous proposons, c'est un environnement exaltant, une mission unique, et du sens, au service de la protection des Français.

Personne n'a jamais dit que lorsque l'on rentrait au service de l'État, il fallait rester au moins dix ou vingt ans. Il faut passer d'une logique de stock à une logique de flux : nos jeunes talents resteront peut-être deux, trois, cinq ans au sein du ministère des Armées. Mais ils vivront une expérience incroyable, seront au service du pays, et pourront mettre ces nouvelles compétences au service de leurs futurs employeurs qui sauront, j'en suis convaincu, les valoriser. C'est cela, l'avenir de l'innovation de défense.

Propos recueillis par Olivier Rollot

Entrepreneurs du XXI^e siècle

Chacun dans leur domaine, Loïck Kalioudjoglou, Stéphanie Gateau et Solon Angel sont des chefs d'entreprise ancrés dans leur époque. Leur parcours, leur choix de spécialisation, leur regard sur le monde sont riches d'enseignement pour les étudiants d'aujourd'hui et les entrepreneurs de demain.

LOÏCK KALIOUDJOGLOU, 28 ANS,

FONDATEUR DE ENERLOG

Au début de son parcours académique, rien ne prédestine Loïck Kalioudjoglou à consacrer sa vie professionnelle à la défense de l'environnement. La prise de conscience et l'envie de travailler sur cette thématique lui viennent peu à peu, au fil des années passées dans des écoles d'ingénieur. « Ce n'est pas un sujet abordé dans les cours, mais j'ai été sensibilisé par certains professeurs, et via des actions personnelles en tant que bénévole dans des associations telles que le mouvement Colibri – j'ai animé l'antenne nantaise – ou Alternatiba », confie Loïck. D'abord étudiant à Polytech Nantes, où il se spécialise en thermique énergétique, il intègre ensuite Centrale Nantes au niveau master puis s'engage dans une thèse. Doctorant CIFRE (Convention industrielle de formation par la recherche), il est rattaché au laboratoire de thermique énergétique de Nantes dans le domaine de la modélisation thermohydraulique et salarié au sein de Naval Group, leader européen du naval de défense. « À la fin de ma thèse, je ne me voyais pas continuer dans le même cadre professionnel. C'est à ce moment-là que j'ai commencé à travailler sur mon idée d'entreprise. Mon envie : mettre mon énergie et mes compétences d'ingénieur dans le développement de projets qui s'inscrivent dans une démarche de sobriété et de décroissance énergétique », décrit Loïck. C'est en suivant des tutoriels du Low tech lab, un programme de recherche et de documentation Open-Source visant à valoriser l'innovation low-tech, qu'il commence à s'intéresser aux chauffages solaires, technique qui fait écho à son souhait de travailler sur l'énergie de l'habitat. « C'est intéressant et pragmatique ; c'est de plus un sujet que je maîtrise et que j'avais envie d'explorer dans toutes ses dimensions », commente le jeune homme. Enerlog est créée en novembre 2019. Spécialisée dans l'accompagnement de projets citoyens vers plus d'autonomie et de résilience énergétique, la structure est spécialisée dans le chauffage solaire à air chaud. « Cela permet aux habitants de se chauffer via une technique facile à construire », explique Loïck. Entrons

un peu dans le détail : posés à l'extérieur de l'habitat, les panneaux captent les rayons du soleil, les ardoises font monter la température qui entre dans une pièce et en ressort. Un panneau de 2 m² permet d'économiser près d'un quart de l'énergie consacré au chauffage d'une pièce de 40 m². La conception est réalisée avec des matériaux simples et robustes (vitres, ardoises, etc.) afin de proposer un produit écologique pensé pour durer dans le temps et réparable. À ce jour, Enerlog propose deux types de service : des stages de cinq jours sur le chauffage solaire à air chaud et un chauffage clé-en-main soit l'accompagnement, la fabrication et l'installation sur-mesure de cette technique. À terme, l'entreprise pourrait également vendre les panneaux.

D'abord portée par l'association Apala, qui soutient et développe des projets low-tech sur Nantes, Enerlog est transformée en SAS en mars 2021 et compte six associés. 60 personnes (majoritairement des particuliers) ont été formées depuis septembre 2020 ; 15 panneaux ont été construits. « Ça ne permet pas encore de faire tourner l'entreprise, mais c'est une première étape satisfaisante. Notre objectif : produire trente panneaux par an et développer la formation », précise Loïck. Il ajoute : « Les personnes que nous accompagnons sont satisfaites de se sentir en capacité d'apprendre et de devenir autonome sur des sujets ou des techniques que normalement elles ne comprennent pas ».

Enerlog, qui se développe surtout sur la région nantaise et la Bretagne via le bouche-à-oreille, les réseaux sociaux, etc., est en cours de mutation en SCOP, un statut encore plus en phase avec les valeurs des six associés, qui ont chacun leur compétence (graphisme, commercial, électronique et électricité, etc.). De quoi regarder l'avenir avec confiance et détermination. « Cela m'apporte beaucoup de satisfaction car je suis en phase avec ma quête de sens, expose Loïck. Quant au modèle économique, on prend notre temps pour le trouver et se développer. On investit peu, on y va progressivement. On n'est pas pressé. Mais on donne le maximum de nous-mêmes ! ».



SOLON ANGEL, 39 ANS,

FONDATEUR DE PLUSIEURS ENTREPRISES



Solon Angel est né au Brésil, a grandi entre Paris et les Antilles et vit aujourd'hui au Canada. Un parcours qui lui permet de maîtriser parfaitement quatre langues. La Terre est donc son jardin mais aussi son terrain de chasse. Installé dans la capitale au moment de ses études supérieures, il intègre EMLV. Un choix qu'il résume en une phrase : « Pour moi, c'était un passeport pour le monde des affaires à l'échelle internationale ». Il ajoute : « J'ai été attiré par leur approche innovante de l'enseignement, la qualité des professeurs, souvent des professionnels avec des expériences de terrain à partager, un équipement moderne et leur tatami de judo, le sport que je pratiquais à l'époque ». Et la greffe prend. Il faut dire que Solon boursicote depuis l'âge de 16 ans et, en parallèle de ses études, a déjà monté une entreprise. Sauf que le jeune homme est du genre individualiste, appréciant peu le cadre scolaire. Il va être agréablement surpris par la diversité des étudiants, la vie du campus, la richesse des propositions en termes d'activités, etc. Sur le plan intellectuel aussi, le charme opère. Un souvenir parmi d'autres : « Les cours de culture générale m'ont plusieurs fois sorti d'un mauvais pas au cours de ma carrière. Dans certains repas d'affaire, on est jugé sur sa tenue à table ou ses connaissances en vin. Heureusement que l'on avait eu un cours sur le sujet ». Après son diplôme, obtenu en 2004, Solon va travailler au sein de plusieurs entreprises durant dix ans en France et aux États-Unis en tant que salarié ou volontaire. En 2006, il décroche un VIE (volontariat international en entreprise) au sein de de la French american chamber of commerce de San Francisco puis participe à la création de Neocase software. « Une expérience forte car la tech entamait un renouveau à l'époque, mais les investisseurs étaient encore rares. J'ai appris à monter des entreprises avec les codes américains, à lever des fonds. Ce fut ma deuxième école après le Pôle », relate Solon, qui s'installe ensuite au Canada pour suivre sa femme, également alumni du Pôle Léonard de Vinci. « Je suis un pur produit du Pôle aussi bien sur le plan personnel que professionnel », confie Solon en souriant. Il poursuit : « après mon diplôme, mon but, c'était d'abord de développer une expertise dans un domaine (la création de sociétés et l'analyse de données) puis de devenir entrepreneur ».

Une trajectoire impactée par la crise financière de 2008. « A l'époque, j'ai aidé des auditeurs à recouvrir des fonds suite aux fraudes. Et j'ai été très choqué par ce que j'ai découvert que ces fraudeurs ne sont jamais inquiétés. Les auditeurs sont les garants de la confiance, mais ils n'ont pas la capacité de tout voir », relate Solon. Après une nouvelle expérience dans une société canadienne, il fonde Mindbridge AI en 2015, le premier audit basé sur l'intelligence artificielle. Autant dire que l'outil a été conçu pour ne rien laisser passer. « C'est l'anti-virus pour les données financières », résume Solon.

Mindbridge AI compte plus de 120 salariés aujourd'hui. Solon en est devenu le Chief impact officer. Car, en parallèle, il a développé d'autres activités : business angel pour des sociétés relevant de son domaine d'expertise (la comptabilité, l'IA, l'analyse financière) – il a investi dans plus de vingt entités à ce jour – et gestionnaire de fonds via Fresh founders qui accompagne la croissance d'entreprises de high tech. Il est, par ailleurs, conseiller en stratégie et réfléchit à la création d'une société de robotique.

Bref, le CV est déjà bien rempli pour un trentenaire. De quoi lui inspirer plusieurs réflexions. Sur sa fibre entrepreneuriale, il confie : « ma mère est entrepreneuse, mon père est travailleur indépendant. Ils m'ont transmis la liberté de penser, le goût pour la mobilité. Être entrepreneur, c'est beaucoup lié au caractère. Moi, je suis un aventurier. C'était difficile de suivre une autre voie ».

« Être entrepreneur, c'est beaucoup lié au caractère. Moi, je suis un aventurier. C'était difficile de suivre une autre voie. »

STÉPHANIE GATEAU, 53 ANS,

FONDATRICE DE PLUSIEURS ENTREPRISES

En 2020, Stéphanie Gateau a reçu la médaille d'argent du Women tech global awards, un prix qui distingue des parcours de femmes dans la tech. Une consécration pour cette multi-entrepreneuse qui a dédié une partie de sa carrière aux techs. Mais pas à n'importe quelle fin. Petit retour en arrière. En 1991, toute jeune diplômée d'Audencia (niveau master), Stéphanie trouve rapidement un travail chez un importateur de solutions informatiques. Sa mission : développer le réseau de distributeurs en Europe, nécessitant d'élaborer des stratégies propres à chaque pays. Elle enchaîne sur un autre emploi au bout de deux ans et demi au sein d'une société éditrice de logiciels. Elle a alors en charge l'analyse de la performance des process dans le monde entier et l'élaboration de stratégies d'innovation, qui devient son cœur de métier.

Quelques temps plus tard, elle intègre un cabinet de conseil en stratégie internationale. Mais, Stéphanie s'ennuie vite et surtout, la vision de ce que doit être son parcours professionnel s'éclaircit peu à peu. « Toutes ces expériences m'ont formée. Tout comme ma découverte du Consumer Electronics Show (CES), le plus important salon consacré à l'innovation technologique et électronique grand public, qui se tient chaque année aux États-Unis. Ça rend exigeant et ça donne de l'audace pour atteindre l'excellence », commente Stéphanie. Déçue par son dernier emploi consistant à élaborer des rapports dont les clients ne s'emparaient pas, faute de travail collaboratif, elle crée son propre cabinet de conseil en stratégie et développement international en avril 2009. « Mon objectif, c'est d'accompagner et de faire monter en compétences les dirigeants pour qu'ils s'approprient les projets », résume-t-elle.

Une première entreprise qui va en appeler d'autres. Car Stéphanie a la fibre entrepreneuriale. Il lui a juste fallu un peu de temps pour se sentir légitime à sauter le pas. « L'aventure ne me faisait pas peur car dans mon domaine, il y a des besoins auxquels je savais pouvoir répondre. Le plus dur et le seul frein, c'est le syndrome de l'imposteur, l'impression d'être prétentieuse... alors que je suis faite pour ça », confie-t-elle. Un obstacle psychologique qui ne l'arrête pas pour autant, car Stéphanie s'épanouit dans son travail et développe son expertise. « Quand l'écosystème tech a commencé à se construire, j'ai réalisé que beaucoup de start-ups n'étaient pas bien préparées ou pas légitimes à s'exposer sur le marché international. J'ai créé une offre spécifiquement pour elles, un prolongement de mon cabinet de conseil », expose Stéphanie. Atteinte d'une maladie dégénérative qui provoque des paralysies ponctuelles,

qui ne font que s'aggraver, elle doit adapter sa vie professionnelle... et lance un incubateur, Exportunity, qui accompagne les start-ups à distance pour les aider à inventer de nouveaux modèles économiques.

La troisième entreprise qu'elle crée prend sa source dans sa propre expérience de personne à mobilité réduite. « J'ai cherché des solutions techs pour me déplacer plus facilement et je n'ai pas trouvé d'outils adaptés. Alors, soit je continuais à galérer soit je créais une appli répondant à mes besoins... partagés par de nombreuses personnes. En France, nous sommes 25 millions dans ce cas (incluant les seniors, les personnes âgées dans leur mouvement, etc.) », affirme Stéphanie. Handiroad voit le jour en février 2018 pour faciliter et sécuriser le déplacement des personnes à mobilité réduite et de leurs aidants à travers le monde ! « Le sujet, c'est comment les techs peuvent répondre aux enjeux médicaux et sociaux et avoir un impact positif sur le quotidien des gens », affirme Stéphanie, qui fait de l'inclusion numérique un combat. Elle argumente : « il existe 250 formes d'altérations possibles à l'usage d'un outil. Il est urgent de les rendre accessibles à tous. Si on ne le fait pas, on crée une société de privilèges. La diversité doit devenir la norme et pour que tout le monde l'intègre, on doit légiférer afin de la définir et de lui donner un cadre légal ». Une diversité dont Stéphanie fait également l'apologie dans les équipes. « Il n'y a pas de profil tech type. Plus on sera divers à travailler sur ces sujets plus les solutions apportées seront innovantes », ajoute-t-elle.

« Il n'y a pas de profil tech type. Plus on sera divers à travailler sur ces sujets plus les solutions apportées seront innovantes. »

En 2020, Handiroad a reçu le trophée Let's go France de PwC qui récompense des « projets innovants qui proposent des solutions concrètes et participent d'une reprise durable et porteuse de sens » ; en 2021, la start-up a également été consacrée « PME de l'année » par RMC. Et Stéphanie de conclure : « Je pousse l'entrepreneuriat au féminin, notamment dans la tech, car on a de vraies valeurs à apporter. Or, dans ce secteur, il n'y a qu'1 % d'entrepreneuses. Et les hommes lèvent beaucoup plus d'argent que nous. Si on n'oblige pas les fonds à soutenir les femmes, on n'y arrivera pas. Et pourtant, il y a des pépites en France... ».

Anne Dhoquois



ÉPILOGUE

Ce livre blanc croise le regard d'un grand nombre d'acteurs, établissements d'enseignement supérieur, chercheurs, professionnels qui partagent tous un même constat : la formation aux sciences et aux technologies permet d'accompagner la compréhension des enjeux contemporains et d'œuvrer à un futur désirable.

La technologie au-delà de la technique

Ce livre blanc interroge le rapport à la tech et les défis qu'ils présentent pour l'enseignement supérieur. Un grand nombre de concepts ont été posés, illustrés à l'image de l'innovation, l'intelligence artificielle, la cybersécurité ou encore la RSE. Pour autant, ce que certains présentent comme la révolution industrielle de demain n'a pas été discuté : les métavers.

Le croisement des technologies d'intelligence artificielle, NFT et blockchain favorisent l'émergence de ces nouveaux territoires immersifs empruntant autant au domaine des cryptomonnaies qu'à celui du jeu vidéo. Les premiers métiers du métavers en sont le témoignage : game artists, designers 3D, chefs de projets et développeurs blockchain sont parmi les métiers les plus recherchés par les acteurs de ces univers. Pour autant, qui comprend les métavers et le Web 3 qui les sous-tend (le web « open » deviendrait « décentralisé ») ? Qui s'interroge sur la consommation énergétique associée à ces univers immersifs (nombre d'utilisateurs x technologie de preuve reposant sur la blockchain x univers « calculé en temps réel ») ? Qui s'interroge sur les effets potentiellement addictifs d'une vie 100% connectée à un univers « parallèle » ? L'enjeu de cet épilogue n'est pas de dénoncer les dérives potentielles de cet univers - Steven Spielberg dans son adaptation cinématographique de Ready player one (2018), s'en charge très bien - mais plutôt de rappeler que nos écoles ambitionnent de former plus que des professionnels aux compétences techniques pointues, elles visent à former des citoyens éclairés. À titre d'exemple, dès leur première année au sein de l'IIM Digital School, les étudiants assistent à des conférences sur le thème de l'hyper-connexion et des addictions, des dark patterns en UX, ou encore de la cybersécurité et des libertés individuelles.

Ethique, développement durable et responsabilité sociétale des entreprises ont intégré nos maquettes pédagogiques et nos hackathons. Il ne s'agit pas uniquement de répondre à la quête de sens des plus jeunes générations, mais bien de leur donner des outils, des cadres d'analyse pour intégrer ces approches de façon naturelle au quotidien. L'éventail

des compétences s'enrichit à la fois par les enseignements et par les mises en situation professionnelles au sein d'équipes hybrides (quand les étudiants EMLV, ESILV et IIM collaborent à des problématiques d'inclusion, de low tech, ou prospective RH par exemple). Cette hybridation développe la vision stratégique des étudiants formés au Pôle Léonard de Vinci qui n'aborderont pas le problème uniquement sous l'angle de leur formation (management, ingénieur ou digital) mais sous un angle « commun ».

La technologie est humaine

L'homme est au cœur des développements technologiques : il en est le moteur. La machine ne va pas remplacer l'homme. Pour accompagner la transformation des modèles ou des organisations des entreprises - accélérée par la crise sanitaire - attirer & conserver les talents, les départements des ressources humaines se mobilisent pour favoriser la montée en compétences des collaborateurs. L'entreprise doit leur donner les clés de compréhension des enjeux technologiques actuels sur ses activités : le DVIC s'ouvre ainsi aux entreprises pour leur faire toucher du doigt les technologies liées au FabLab et changer l'état d'esprit des managers formés il y a dix ou vingt ans, quand les imprimantes 3D n'étaient pas aussi faciles d'accès qu'aujourd'hui ; le département *d'executive education* forme tous les managers à la cybersécurité ou encore à l'intelligence artificielle car ces sujets ne sont plus réservés aux CTO ou DSI des entreprises.

Les établissements d'enseignement supérieur ne sont plus seulement le lieu de la formation initiale, mais également des maisons « ouvertes » à leurs parties prenantes : étudiants d'aujourd'hui, alumni bien sûr, mais aussi entreprises (dans toutes les fonctions : ressources humaines, recherche et développement, production, marketing, finance...), acteurs du territoire... Conférences sur les cryptomonnaies, sur le Web 3 ou encore la cybersécurité, workshop scientifiques, hackathons, conseils de perfectionnement, complètent les activités de formation et sont autant d'occasions de croiser les regards, les expériences et de placer l'homme au cœur de la réflexion.



Thierry Delécolle

© Pôle Léonard de Vinci

Démarche scientifique et pensée critique

Il serait illusoire de réduire la technologie au digital et aux start-ups. Deeptech, quantique (à la fois physique et informatique), santé biotech, transition énergétique : les domaines d'application sont nombreux et pour un grand nombre restent encore exploratoires.

Et puisqu'il s'agit d'apprendre en marchant, nous sommes convaincus qu'une démarche scientifique associée à une pensée critique sont les deux jambes sur lesquelles avancer. Il ne s'agit pas de faire de tous les jeunes des mathématiciens ou encore des physiciens, mais bien de leur permettre d'exercer leur libre arbitre en étant en capacité de questionner le monde.

Nos entreprises ont besoin d'ingénieurs, de managers, de communicants, de directeurs artistiques, de développeurs informatiques, de designers. Chacun de ces métiers présente des spécificités propres, mais tous gagnent à une certaine maîtrise des fondamentaux statistiques (la taille de l'échantillon dans un sondage influe sur la marge d'erreur qui elle-même éclaire sur sa fiabilité), et une appétence dans l'interprétation des data (qu'elles soient insights en étude de marché, ou encore smart data dans l'univers de la mobilité et des objets connectés).

Enfin, parce que les avancées scientifiques ne peuvent pas rester dans nos établissements, il semble important que ces avancées scientifiques et les débats qu'elles génèrent fassent l'objet de rappels plus nombreux, notamment dans les médias. Prenons l'exemple de l'automobile électrique : si la promesse de l'absence d'émission de CO2 lors de l'utilisation de la voiture séduit un grand nombre d'automobilistes, qu'en est-il de la production des batteries et de leur recyclage ? Début janvier 2022, Carlos Tavares, directeur général du groupe Stellantis, rappelait « avec le mix énergétique européen, un véhicule électrique doit rouler 70 000 km pour compenser la mauvaise empreinte carbone de fabrication de la batterie et commencer à creuser l'écart avec un véhicule hybride léger ». Les utilisateurs doivent avoir besoin de comprendre toute la chaîne de valeur de l'industrie pour en mesurer les impacts. L'apport des technologies à un futur désirable ne doit pas être réservé aux seuls industriels ou aux élites politiques.

Thierry Delécolle - Directeur du Développement des programmes au Pôle Léonard de Vinci

REMERCIEMENTS

Ce livre blanc a été réalisé sous l'égide d'Anne-Marie Patard, Directrice communication et marque du Pôle Léonard de Vinci, et d'Alexia Coudene, Responsable des Relations Médias.

Nous remercions pour leur participation à ce livre blanc :

- Steve Abou Rjeily, cofondateur de Doctolib et directeur des équipes commerciales
- Khedidja Allag-Ait Mokhtar, responsable du département infrastructures et environnement à l'ESTP
- Damien Amichaud, chef de projet ClimatSup INSA au Shift project
- Lucie André, directrice opérationnelle d'ASF 4.0 et directrice générale du groupe Chamatex
- Solon Angel, entrepreneur
- Anouk Bassou, étudiante à Sciences-Po
- Cora Beck, directrice des pédagogies digitales au Pôle Léonard de Vinci
- Alexander Bell, directeur des incubateurs à emlyon BS
- Cyrine Ben-Hafaïedh, enseignante-chercheuse l'leseg
- Hanna Bendjador, en post-doctoral research
- Joshua Bengio, fondateur du Mila
- Laure Bertrand, directrice Soft Skills, Développement Durable et Carrières du Pôle Léonard de Vinci
- Marie-Doha Besancenot, directrice de la communication, de la marque et de la RSE chez Allianz France
- Paul Bezault, fondateur et directeur général de AssetSagacity
- Sylvie Blanco, professeure experte de l'innovation, responsable de la TIM Live Academy à GEM
- Guillaume Bœuf, alumni IIM
- Myriam Boniface, gérante associée et co-fondatrice de Nicomak
- Frank Bournois, directeur général de ESCP
- Agnès Braize, directrice de GEM Labs
- Pascal Brouaye, président du Pôle Léonard de Vinci
- Stéphanie Buisine, directrice de recherche au Cesi
- Bertrand Bussac, general manager France Le wagon
- Pascal Cantenot, pdg fondateur de la Pânière
- Laetitia Casimir, directrice adjointe de l'université Rennes 1
- Denis Cavallucci, professor in Engineering of Innovation Head of CSIP research team @ ICube à INSA Strasbourg
- Sébastien Chantelot, directeur d'Excelia BS
- Vincent Cheutet, directeur du laboratoire DISP à l'INSA Lyon
- Guillaume Chevillon, enseignant-chercheur et directeur du Metalab for Data, Technology & Society de l'Essec
- Emmanuel Chiva, directeur de l'Agence de l'innovation de Défense
- Anthony Custodio, CEO de Pharmabox
- Jean-Marie Danjou, directeur général d'Alliance Industrie du Futur
- Olivier Daniel-Thomas, coordinateur qualité pour le groupe ARaymond,
- Bertrand David, directeur de la formation ingénieur à Télécoms Paris
- Thierry Delécolle, directeur du développement des programmes au Pôle Léonard de Vinci
- Didier Desage, vice-président de l'association Jeunesse & Entreprises
- Alice Destombes, étudiante du programme DMDA
- Clément Duhart, directeur du DVIC
- Tamim Elbasha, enseignant et directeur Learning Quality Development à Audencia
- Stéphane Faustin-Leybach, directeur des achats chez Bioderma
- Valérie Ferret, vice-présidente 3DEXPERIENCE Edu chez Dassault Systèmes
- Emmanuel Flahaut, fondateur de Retrofleet
- Xavier Fresquet, directeur adjoint du SCAI
- Thomas Froehlicher, directeur de Rennes SB
- Jean-Gabriel Ganascia, chercheur en IA et professeur à Sorbonne Université
- Delphine Garnier, responsable pédagogique Coding Factory by esiee-it
- Stéphanie Gateau, entrepreneuse
- Franck Gavaille, directeur du programme grande école de l'Essca
- Armelle Godener, directrice de la pédagogie à GEM
- David Gotteland, professeur à GEM et co-pilote de la TIM Live Academy
- Julien Granata, enseignant-chercheur à Montpellier Business School
- Maylis Gross, responsable de DeVinci Start-up
- Sandrine Grumberg, fondatrice du cabinet Viasourcing
- Olivier Guézet, responsable de l'innovation manufacturing chez Stellantis
- Bruno Guillemet, directeur délégué ressources humaines du groupe Valeo
- Abir Hatafi, ingénieure d'affaires grands comptes chez Sopra Steria
- Valérie Hawley, directrice des partenariats industriels au SCAI Abu Dhabi
- Priscille Hebert, ingénieure pédagogique à l'université Rennes 1
- Isabelle Hilali, CEO de Datacraft
- Ivan Iordano, directeur général adjoint recherche et innovation à Arts et Métiers ParisTech
- Gilles Jeannot, directeur de recherche à l'École des Ponts ParisTech
- Loïck Kalioudjoglou, fondateur de Enerlog
- Erwan Kerbrat, étudiant à l'ESILV
- Arnaud Lacan, professeur de management et entreprises responsables
- Marine Le Bihan, responsable communication d'Ekwater
- Marie-Anne Le Dain, enseignante-chercheuse à Grenoble INP
- Patrice Leguesdron, directeur des études de l'INSA Rennes
- Matthieu Lerondeau, directeur de la communication de Léonard
- Stéphanie Lavigne, directrice de TBS Education
- Auguste Letellier, étudiant à Neoma
- Kevin Loesle, responsable du développement de la communauté au Low tech lab
- Jean Magne, co-auteur de « Fascinante IA »
- José Maillet, responsable de Gaia (Audencia)
- Claude Maranges, enseignant à l'INSA Toulouse
- Yannick Meiller, responsable module programmation à l'ESCP
- Emmanuel Métais, directeur général de l'Edhec
- Julien Meykerque, chargé de coordination pour l'entrepreneuriat à l'université Paris-Nanterre
- Jérôme Miara, fondateur de Obea et Kanbios
- Romain Mignot, enseignant-chercheur en génie électrique, responsable de l'option Industrie 4.0 à l'ESEO Dijon
- Eric Moulines, co-directeur scientifique de Hi ! Paris
- Bastien Nivet, Responsable du 1er cycle du programme grande école de l'EMLV
- Joseph Paradiso, directeur du groupe « Responsive Environments » au sein du MediaLab (MIT)
- Maria Pérez, directrice de l'incubateur à l'université Paris-Nanterre
- Philippe Picouet, directeur délégué des formations de l'IMT Atlantique
- Julien Pierre, professeur d'innovation à Audencia
- Pascal Pinot, directeur de l'ESILV
- Emilie Poirson, directrice adjointe de Centrale Nantes
- Aline Polipowski, ingénieure pédagogique à Audencia
- Pierre-Edouard Portier, maître de conférences en informatique à l'INSA Lyon
- Christophe Rauturier, Software Global Operations & Customer Support chez Stellantis
- Caroline Renoux, CEO du cabinet de recrutement Birdeo
- Damien Richard, enseignant-chercheur à l'Inseec Grande école
- Loïck Roche, directeur général de GEM
- Sébastien Ronteau, professeur d'entrepreneuriat et co-responsable du Pôle Exploration & Entrepreneuriat chez Audencia
- Isabelle Saladin, présidente du réseau I&S Adviser
- Thomas Scialom, chercheur en IA
- Karima Silvent, directrice des ressources humaines du groupe AXA
- Michelle Sisto, directrice du programme grande école de l'Edhec
- Guy Sturtzer, enseignant-chercheur en génie électrique à INSA Strasbourg
- Marc Teyssier, principal investigator au DVIC
- Pierre-Adrien Thollet, fondateur et gérant de Zoomalia
- Pascale Thumerelle, fondatrice du cabinet de conseil Respethica
- Sébastien Tran, directeur général du Pôle Léonard de Vinci
- Jean-François Trinquocoste, professeur à Excelia BS
- Mélina Verger, doctorante, affiliée au SCAI
- Pierre-Paul Zalio, président de l'ENS Paris-Saclay