UNE SOCIETÉ EN MÉTAMORPHOSE

DE QUEL.LE.S INGÉNIEUR.E.S A-T-ON BESOIN ?

M'HAMED DRISSI
ABDELLATIF MIRAOUI

Nous avons fait le choix de l'écriture inclusive pour le terme ingénieur.e afin de ne pas reproduire les stéréotypes qui pèsent sur cette fonction. Nous voulons aussi marquer notre engagement en faveur de la diversité et de la mixité des talents, notamment dans les établissements d'enseignement supérieur et les entreprises industrielles, les secteurs scientifiques et technologiques. Nous n'avons pas étendu le principe de l'écriture inclusive pour l'ensemble du texte dans un souci de facilité de lecture.

Directeur de la publication :
M'Hamed DRISSI

Auteurs :
Prof. M'Hamed DRISSI
Prof. Abdellatif MIRAOUI

Réalisation graphique :
Service communication INSA Rennes

ISBN : 978-2-9582042-1-1
EAN : 9782958204211
Février 2022
Impression : Media Graphic
Imprimé sur du papier 100 % recyclé
par un imprimeur certifié « imprim'vert »

Crédits photographiques :
©Alexis Chézière / ©Frédérique Touitou / ©Adobe Stock

> **DEMAIN EST MOINS À DÉCOUVRIR QU'À INVENTER**
>
> Gaston BERGER

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier chaleureusement tous les acteurs qui nous ont aidés à composer cet ouvrage. En premier lieu Béatrice Decoop de l'agence So Youth ! qui nous a assistés dès le démarrage du projet. Nous remercions également le service communication de l'INSA Rennes pour la relecture et la réalisation graphique.

Au-delà de nos expériences, nous avons souhaité élargir l'angle d'observation au travers du témoignage de grandes personnalités. Leur retour ainsi que leur vision ont contribué à éclairer l'ensemble des dimensions de l'équation complexe et systémique qui s'invite dans la formation de l'ingénieur.e 5.0. Qu'ils trouvent toute notre reconnaissance et nos chaleureux remerciements.

AVANT-PROPOS

Accélération ou réorientation, les crises sont bien souvent des catalyseurs de changement et celle-ci n'échappera pas à la règle. L'urgence climatique, les grands défis sociétaux, la révolution numérique, la remise en question de la globalisation, l'avènement de l'industrie 4.0, impliquent une métamorphose de nos manières de produire, de consommer, de travailler, de "vivre ensemble"… Mais aussi de former nos étudiants, futurs ingénieur.e.s de ce monde qui nous apparaît, tout à coup, bien en chantier.

Nous savions, avant la crise sanitaire, tout ce qu'il nous semble aujourd'hui devoir être repensé et impulsé sans délais. Entrer pleinement dans cette nouvelle ère numérique et écologique nécessitera des efforts considérables pour changer de perspective, évoluer d'un système relativement cloisonné et hiérarchisé vers l'hybridation, l'ouverture et l'horizontalité. Ce sont des défis que nous avions déjà imaginés, au regard de nos expériences respectives, ayant l'un et l'autre occupé des postes à responsabilité en France et à l'international.

La crise de la Covid-19 nous a incités à prendre le dossier à bras le corps. Et c'est ainsi que nous avons pris le parti de nous réunir tous les samedis matin de l'année 2021, pour exprimer, ensemble, notre vision d'une grande école et de son modèle pédagogique et scientifique.

Notre réflexion et nos débats nous ont ainsi amenés à repenser le modèle et élaborer les éléments fondamentaux pour réussir la métamorphose de la grande école de demain.

Le rôle des ingénieur.e.s, tel que nous le connaissions, va muter. Les entreprises attendent des profils "augmentés", à la fois scientifiques experts, technologues, stratèges et philosophes en action, capables de penser et de prendre des risques, d'agir digital et de gérer des systèmes complexes, de piloter le changement et les processus avec agilité, mais aussi de mobiliser l'intelligence collective ; des ingénieur.e.s curieux, créatifs, ouverts et résolument optimistes ; des bâtisseurs responsables du monde de demain, et de fait, des éclaireurs et entrepreneurs à fortes responsabilités sociétales qui feront entendre leur voix.

Cette contribution est une ouverture sur ce que pourrait être l'ingénieur.e 5.0 dans le contexte des grandes transitions mais aussi une réflexion sur ce monde qui est en train de se défaire et de se recomposer, dans lequel le numérique devient omniprésent. La crise sanitaire nous questionne également ! Nous sommes tous témoins de cette accélération, surtout à une époque où les baby-boomers quittent le marché de l'emploi avec leur expertise, le plus souvent tacite et pas toujours transmise aux générations suivantes.

Loin de ne faire référence qu'au numérique, le qualificatif "5.0" que nous accolons à l'ingénieur. e et au modèle d'école englobe une vision beaucoup plus large, une rupture, un état d'esprit. Nous savons combien le numérique dépasse sa propre existence en tant qu'outil d'aide pour recomposer la nôtre, nos manières d'être, de sentir et d'agir pour et avec les autres.

En tant qu'acteurs de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique, nous avons notre responsabilité. Nous formons ces ingénieur.e.s, acteurs en première ligne des transitions, qui vont construire, par leurs inventions, le nouveau monde qui se profile. Il en va de notre responsabilité collective et de notre vision, de leur donner les clés de compréhension de ce monde complexe et de leur transmettre les valeurs qui feront de notre planète un monde habitable de manière durable, humaniste et juste.

Abdellatif MIRAOUI

M'Hamed DRISSI

SOMMAIRE

04 AVANT-PROPOS

07 SORTIR DU GRAND PARADOXE

UN PRÉALABLE POUR PENSER ET RÉINVENTER LA SOCIÉTÉ

« PENSER » LA SOCIÉTÉ

INTELLECTUELS DE L'AGIR TECHNOLOGIQUE

13 UNE SOCIÉTÉ EN TRANSITIONS

LE NUMÉRIQUE S'IMPOSE PARTOUT

PRÉSERVER NOTRE PLANÈTE

MANAGEMENT : ADOPTER UNE NOUVELLE POSTURE

LES ENTREPRISES ATTENDUES SUR LE TERRAIN SOCIAL

35 HYBRIDER

NOUS VIVONS DANS UN MONDE PLUS HYBRIDE QUE JAMAIS

CONSTRUIRE UNE ÉCOLOGIE DE LA CONNAISSANCE

DES EXEMPLES INSPIRANTS PAS FORCÉMENT LES PLUS ATTENDUS !

45 L'ÉCOLE D'INGENIEUR.E.S 5.0

POUR METTRE LES ÉTUDIANTS EN CAPACITÉ D'AGIR, DE FAIRE ET DE S'ENGAGER

POURQUOI LES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES ONT-ELLES UN RÔLE CENTRAL DANS LA FORMATION DE L'INGÉNIEUR.E 5.0 ?

MAÎTRISER LES SCIENCES FONDAMENTALES

S'APPROPRIER LA DÉMARCHE SCIENTIFIQUE

INCLURE LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DANS CHAQUE DISCIPLINE, CHAQUE PROJET, CHAQUE DÉFI

UN ENVIRONNEMENT PROPICE À L'EMPOWERMENT

IDENTIFIER ET DÉVELOPPER SON POTENTIEL HUMAIN

ENTRER PLEINEMENT DANS L'ÈRE NUMÉRIQUE

ADOPTER LA CULTURE DES TIERS-LIEUX INCLUSIFS ET PROPICES À L'INNOVATION

DES ESPACES D'APPRENTISSAGE, DE PARTAGES ET D'INNOVATION

75 UNE DOUBLE PERSPECTIVE

CHAPITRE 1

SORTIR DU GRAND PARADOXE

UN PRÉALABLE POUR PENSER ET RÉINVENTER LA SOCIÉTÉ

De la machine à vapeur à l'ordinateur, les ingénieur.e.s, par leurs inventions, ont toujours été acteurs des principaux changements sociétaux, de l'industrialisation des États modernes à la diffusion des nouvelles technologies, en passant par les métamorphoses de la société de consommation.

Sous l'impulsion de la révolution digitale, les ingénieur.e.s sont encore, et plus que jamais, acteurs de la mobilité du futur, avec l'Interloop ou les voitures autonomes ; des progrès de la qualité des services urbains avec les smart cities ; de l'amélioration des réseaux de communication mobile à très haut débit avec la 5G et les générations à venir ; la protection des données et l'internet quantique.

Leurs inventions nous laissent entrevoir un avenir où les technologies sont dominantes. Elles sont au cœur de tous les espoirs mais aussi de tous les fantasmes, que ce soit dans les domaines du travail, de la santé, de l'énergie, du transport, du logement, etc. Il n'y a pas un jour sans qu'il soit fait référence aux avancées effectives, imminentes ou imaginaires, de l'intelligence artificielle, de l'internet des objets, du Cloud, des biotechnologies, etc.

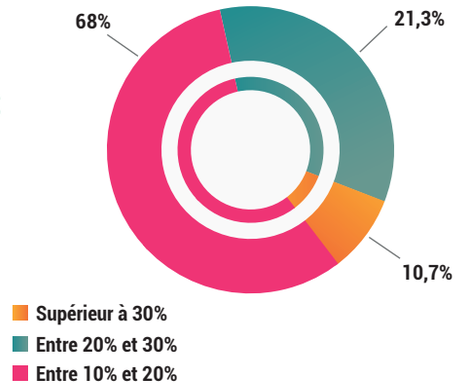
Chacun d'entre nous peut constater que ces innovations ont un impact fondamental sur l'organisation de la vie professionnelle et personnelle ; qu'elles structurent notre rapport au monde, au temps et à l'espace ; qu'elles recomposent nos relations à autrui, nos manières de communiquer et d'interagir. Cet impact substantiel sur notre quotidien nous renvoie aux usages et aux questions éthiques qui doivent accompagner tout nouveau projet technologique ou scientifique. La société est bien une affaire d'ingénieur.e.s !

" PENSER " LA SOCIÉTÉ, UN PRÉALABLE POUR LA RÉINVENTER

De fait, il est assez paradoxal de constater que les ingénieur.e.s sont aussi peu formés pour "penser" la société. Certes, les écoles intègrent dans leurs maquettes pédagogiques, outre les fondamentaux, de plus en plus de Sciences Humaines et Sociales (SHS). Cependant, les cours se limitent en général à une finalité pratique. Ils sont axés sur l'économie, la comptabilité, l'organisation du travail, le management, la conduite de projets,... Il convient de rappeler que les humanités - terme encore en usage dans les écoles d'ingénieur.e.s aujourd'hui - sont intégrées au XIXe siècle dans les cursus pour fournir une "langue de culture" commune aux élites de la nation. Le colloque organisé en 2019 par la Conférence des Grandes Écoles a tenté de faire le point sur les pratiques en cours. Lors de ce colloque, Eric Godelier, directeur du département des Humanités et Sciences Sociales à l'École Polytechnique, souligne qu'il existe une difficulté récurrente à définir les SHS dans les Grandes Écoles, tant en termes de périmètre, de statut que de contenus.

VOLUME DES ENSEIGNEMENTS EN SHS DANS LES ÉCOLES D'INGÉNIEURS

Source : enquête de la CGE « Les sciences humaines et sociales dans les Grandes Écoles » juin 2019



Avec les nouveaux défis qui se posent à la société, technologiques, environnementaux, sociaux, on voit bien aujourd'hui que les ingénieur.e.s ont besoin d'un éclairage beaucoup plus conséquent sur les liens entre sciences, techniques et projets de société.

Si les SHS sont bien présentes dans les écoles d'ingénieur.e.s, il devient urgent de s'interroger sur leur place, leur rôle et leur articulation pédagogique et organisationnelle avec les autres disciplines. La question se pose également pour le développement durable où les écoles d'ingénieur.es sont appelées à opérer leur transition écologique.

INTELLECTUELS DE L'AGIR TECHNOLOGIQUE[1]

Capables d'envisager les innovations en termes de risques et d'opportunités, d'un point de vue technique et technologique, les ingénieur.es doivent également en cerner les enjeux humains et environnementaux pour arbitrer leur choix avec discernement. Ils ont besoin, pour cela, d'avoir en main les clés de compréhension du monde qui les entoure, d'être en capacité d'analyser les interactions sociales et les dynamiques organisationnelles, d'aborder avec conscience un projet scientifique pour mettre les technologies au service de l'humain et non le contraire.

L'ingénieur.e de demain doit être, comme le concevait Gaston Berger[1], fondateur du modèle INSA, un "philosophe en action" ou selon l'expression d'Etienne Klein[2], et comme nous allons le voir, un "intellectuel de l'agir technologique" !

[1] Gaston Berger, philosophe inventeur de la prospective et créateur du modèle INSA

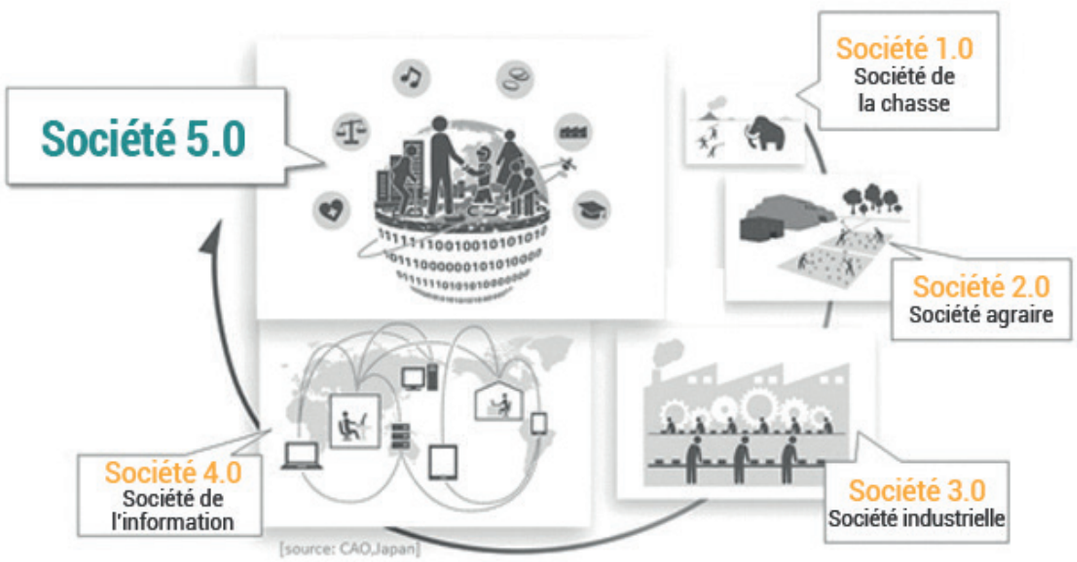
[2] Etienne Klein, physicien et philosophe des sciences

L'EXEMPLE DU JAPON : LA SOCIÉTÉ 5.0 PLACE L'HUMAIN AU CENTRE

La société 5.0 est une "société centrée sur l'humain qui équilibre le progrès économique avec la résolution des problèmes sociaux par un système qui intègre fortement le cyberespace et l'espace physique[3]".

En 2016, le Japon a lancé le projet Société 5.0 dont l'objectif est de mener une réflexion sur l'utilisation des avancées technologiques émergentes au service de problématiques qui le concernent comme le vieillissement de la population, l'épuisement de la main d'œuvre, les inégalités régionales en matière de niveau de vie, la durabilité énergétique et des ressources, la prévention des catastrophes, etc.
Ce projet a fait l'objet d'une exposition en juillet 2021, organisée par le Bureau du Cabinet japonais et l'Agence japonaise des sciences et technologies marines et terrestres (JAMSTEC) au sein de laquelle ont été présentés plus de 200 produits, recherches technologiques et scientifiques : véhicule de recherche en haute mer, voiture volante, cyborg d'assistance aux muscles, systèmes de prévision des fortes pluies et tornades, etc.

[3] Le Japon lance une exposition dédiée à la Société 5.0, Siècle Digital, 29 juillet 2021



Pourquoi cette dichotomie entre l'humain et la technique ?

Aux Etats-Unis comme en Europe, aux XVIIIe et XIXe siècles, le terme "technologie", étymologiquement issu de techno-logos, désigne une discipline qui a pour objet l'étude des arts et des techniques en action ainsi que les manières d'agir et de penser cette action parmi les humains. C'est vers la fin du XIXe siècle que le terme technologie change de sens. La technique n'est plus appréhendée en termes d'interactions mais de science appliquée à l'industrie. Cette nouvelle conception s'impose. C'est ainsi qu'en 150 ans, nos sociétés se sont mises à penser de manière séparée, et parfois même opposée, l'humain et la technique, donnant naissance au déterminisme technologique. À cette séparation, il convient d'ajouter le cloisonnement des disciplines. Dans notre société contemporaine, ce courant de pensée par lequel "on suppose que le changement technique est un facteur indépendant de la société" n'a plus de place dans nos schémas. Il y a nécessité de sortir de la dichotomie technique/société pour relever les défis inédits qui s'imposent à nous et penser les transformations.

L'ingénieur.e "philosophe en action", tel que l'a imaginé Gaston Berger, incarne ce professionnel dont on a plus que jamais besoin pour relever les défis qui s'imposent : guidé à la fois par un amour de la connaissance - technologique - et par la sagesse, il oriente son action vers la construction d'un monde plus inclusif. Une fois en responsabilité, il devra intégrer les enjeux des transitions énergétique, numérique, environnementale et sociétale.

CHAPITRE 2

UNE SOCIÉTÉ EN TRANSITIONS

On les appelle "ingénieur.e.s des transitions" tant leur rôle est central dans les métamorphoses en cours qui semblent s'accélérer sous l'impulsion de la crise sanitaire et qui vont renouveler nos sociétés en profondeur.

Les métiers de l'ingénieur.e recouvrent une multitude de fonctions qui se réinventent pour mieux répondre aux besoins en compétences de la société et des entreprises, confrontées aux enjeux écologiques et sociaux. Les fondamentaux scientifiques et technologiques demeurent les marqueurs de ce qui constitue l'ADN du métier. Mais les ingénieur.e.s doivent aussi disposer des clés de compréhension économique et sociétale pour naviguer dans ce nouveau contexte ; et de compétences transversales pour dialoguer avec les différents métiers de l'entreprise, travailler en équipes multiculturelles et internationales, montrer au quotidien de l'agilité et faire preuve d'adaptation dans un environnement mouvant.

LE NUMÉRIQUE S'IMPOSE PARTOUT

La transition numérique est celle qui impacte le plus fortement les entreprises et la société parce qu'elle a un double effet, sur les outils et l'organisation du travail, ainsi que sur son modèle économique et social. A plus grande échelle, la transition numérique bouleverse l'organisation économique mondiale. En témoignent tout particulièrement les GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft) dont les capitalisations

boursières sont supérieures aux PIB de nombreux pays. On voit comment l'arrivée d'AirBnB a révolutionné le marché de l'hôtellerie, Netflix celui de la location vidéos, Uber ou Blablacar, la manière de vivre notre mobilité, …

UNE RÉVOLUTION DU MANAGEMENT ET DES RESSOURCES HUMAINES

Dans les entreprises, les répercussions sont fortes en termes de Ressources Humaines (RH) et de management avec l'automatisation des processus de production, le développement d'environnements de travail digitaux mais aussi, depuis la crise sanitaire, le nouvel élan donné au télétravail dont il faut définir le périmètre et les conditions de mise en place.

Le numérique nous invite à réformer les fondements d'un système qui impactera l'organisation du travail, le management, l'usage des bureaux, … Si nous n'y prenons garde, la transformation numérique pourrait nous conduire vers une dématérialisation des relations humaines et amoindrir les dynamiques collectives, nous couper de l'altérité et de la contradiction, vitales à un dialogue fécond ; de l'opportunité de créer des ponts entre les gens, entre les idées pour en faire émerger de nouvelles… Penser la place et le rôle du numérique dans nos vies est une tâche qui incombe aux ingénieur.e.s parce qu'ils sont au cœur des ruptures qui irriguent l'ensemble de la société.

Le numérique transforme déjà de nombreux métiers et donne naissance à d'autres. Mais dans la plupart des cas, il renouvelle les fonctions existantes, nous obligeant à penser en termes de compétences, ce qui nous met dans une dynamique d'apprentissage tout au long de la vie. Rester à la page nécessite d'être curieux et passionné, de savoir aussi se remettre en question.

Le numérique libère les humains des tâches physiques et mentales à faible valeur ajoutée, des tâches fatigantes, aliénantes ou répétitives, pouvant justement être prises en charge par des robots. Chez BMW, par

exemple, les ouvriers utilisent des exosquelettes et Google glass pour les assister dans leurs tâches qui nécessitent de la force et de la précision.

Ainsi, le travail devient de plus en plus créatif. S'adapter, inventer, coordonner, fédérer occupe plus de temps dans la journée d'un salarié. Les services de l'entreprise particulièrement concernés par la transition numérique sont l'informatique en charge du développement de nouveaux logiciels et applications, du stockage et de la sécurisation des données ; et le marketing avec les métiers de la Data qui recourent à l'intelligence artificielle (IA) pour atteindre un nombre massif de clients tout en s'adaptant, de manière de plus en plus pointue, à leurs besoins individuels. Mais l'IA s'étend aujourd'hui à tous les départements de l'entreprise, de la R&D à la production, la vente, les RH, … Ce qui laisse entrevoir une évolution du rôle de la Direction Numérique et Système d'Information et de son organisation, chaque salarié devant être au moins doté d'une solide culture numérique.

LA DONNÉE, UN NOUVEL ELDORADO

Parmi les différents enjeux auxquels les entreprises doivent faire face dans cette transition numérique, il y a celui de l'exploitation et de la valorisation des données massives. Elles connaissent un développement exponentiel, en volume et en rapidité, de l'intelligence artificielle grâce au Big Data, aux nouveaux algorithmes et à la puissance de calcul. La donnée apparaît comme un nouvel eldorado permettant aux entreprises d'innover et de s'imposer sur leur marché, de maitriser la qualité, d'améliorer l'engagement clients par une meilleure connaissance de leurs goûts et de leurs pratiques.

EN AVANT POUR L'INDUSTRIE 4.0

La transition numérique impacte aussi fortement l'industrie qui devient 4.0, caractérisée par l'intégration des technologies numériques notamment dans les processus de fabrication et d'assemblage. L'usine connectée doit permettre à l'industrie d'être plus agile et flexible, de gagner en productivité et de répondre aux nouvelles exigences environnementales en optimisant les consommations d'énergie. Avec la cobiotique, la réalité virtuelle et augmentée, les réseaux de capteurs, le Big Data, l'IoT, l'usine 4.0 est désormais en mesure de régler la production au regard du coût énergétique et de sa disponibilité aux différents moments de la journée. Cela demande de maîtriser les données et de savoir en faire bon usage pour optimiser les procédés de fabrication.

Plusieurs pays notamment européens accusent un retard à rattraper dans le domaine de l'Industrie 4.0 qui bénéficie actuellement d'un plan d'action gouvernemental pour soutenir les investissements des PME industrielles et accélérer leur transformation numérique.

[4] Livre blanc - Industrie 4.0 : Transformer sa production et son business model

LES 7 POINTS CLÉS DE L'INDUSTRIE DU FUTUR[4]
REXROTH BY BOSCH COMPANY

1

L'humain comme acteur clé

L'homme est renforcé dans son rôle de prise de décision et d'amélioration des procédés

2

Sécurité de la création de valeur en réseau

La création de valeur devient digitale et doit être protégée

3

Intelligence distribuée

Indispensable pour des machines et installations modulaires, flexibles et évolutives

4

Intégration rapide et configuration flexible

Pour adapter rapidement l'outil industriel aux changements de production

5

Standards ouverts

L'Industrie 4.0 signe la fin des standards propriétaires

6

Représentation virtuelle en temps réel

Base de l'analyse et de la prise de décision assistées par le digital

7

Gestion numérique du cycle de vie

Pour améliorer les produits existants et accélérer l'innovation

L'INDUSTRIE DU FUTUR ET LE RETOUR DE L'HUMAIN

Nous n'avons jamais eu autant besoin d'ingénieurs et d'ingénieures qu'aujourd'hui. Et nous en aurons plus encore besoin demain. Pour maîtriser les défis du monde, pour assurer à tous l'accès aux richesses de la nature, pour rendre disponibles les services que les hommes et les femmes peuvent se rendre, pour effacer les dégâts d'une industrialisation manquée dans le passé, il faut de plus en plus d'ingénieur.es.

Ils devront être au service de l'économie de la vie, (santé, éducation, agriculture durable, énergies renouvelables, génétique, etc.), de l'organisation de nos sociétés (transformation digitale, logistique, robotisation, sécurité, etc.) mais aussi nous ouvrir de nouveaux territoires à travers la conquête de l'espace. Ils sont attendus également pour réformer en profondeur de nombreux secteurs, liés par exemple aux énergies fossiles, aux poisons que nous ingérons comme les sucres artificiels.

Les ingénieurs seront désormais omniprésents y compris dans de nouveaux secteurs pour eux, comme l'éducation, la culture, la santé avec les biotechnologies.

Concepteurs de ce nouveau monde, les ingénieur.es devront plus que jamais éprouver leur responsabilité et être donc à l'avant-garde de l'éthique ; parce que d'eux dépendront la survie des valeurs de liberté, de vérité et de justice sans lesquelles aucune société ne peut durablement fonctionner.

Jacques Attali, économiste et sociologue

LE NUMÉRIQUE DEVIENT UNE CULTURE CLÉ !

Le numérique ne doit pas être appréhendé comme une valeur ajoutée à un projet ou comme un simple outil mais comme une nouvelle manière de penser les transformations, d'envisager le monde et le travail. Avec le Big Data et les nouveaux algorithmes, le développement de l'intelligence artificielle bouleverse les métiers de l'ingénierie. Tout problème complexe est désormais formulé dans la perspective d'être soumis à un ordinateur ou à un système intelligent. Tout nouveau concept doit intégrer du numérique et de l'intelligence artificielle. Le numérique doit être intériorisé comme une culture fondamentale, avec ses codes, son éthique, ses normes, son langage et ses valeurs. Les innovations se multiplient et impactent tous les domaines. Tout pays, toute institution qui n'en prendra pas la mesure risque d'être dépassé !

C'est pourquoi chaque diplômé doit être formé pour être en capacité de formuler des problèmes qui seront soumis à des ordinateurs ou à des systèmes intelligents. C'est ce que fait notamment l'EPFL en Suisse, depuis 2018. L'école a reconstruit ses formations sur un socle de fondamentaux en mathématiques et en physique et tous les étudiants sont formés au raisonnement computationnel dès la première année.

6 GRANDES COMPÉTENCES À MAÎTRISER POUR LES INGÉNIEUR.E.S DANS LE CONTEXTE DE LA TRANSITION NUMÉRIQUE

1
Réfléchir en mode « résolution de problèmes »

2
Gérer la complexité

3
Maîtriser l'informatique

4
Développer le travail en équipes pluridisciplinaires

5
Présenter et vendre une solution à une équipe ou un client

6
Évaluer l'impact sociétal de leurs actions : transformation du lien social, empreinte écologique du numérique, protection de la vie privée, etc.

PRÉSERVER NOTRE PLANÈTE

La transition sociale et environnementale concerne pleinement les entreprises qui doivent transformer leurs manières de travailler, de produire et de consommer l'énergie. Cela suppose de repenser leur modèle économique et social menacé à court ou moyen terme. Contribuer à construire un monde plus équitable, respectueux de la santé humaine et de l'environnement, devient un impératif pour l'entreprise et la société.
La transition sociale et environnementale trouve sa source dans les 17 Objectifs de Développement Durable établis en septembre 2015 par les États membres des Nations Unies pour 2030, qui eux-mêmes s'appuient sur trois piliers définis en 1992 lors du Sommet de la Terre à Rio :

- l'efficacité économique par une gestion saine et durable, sans préjudice pour l'environnement et pour l'Homme ;
- l'équité sociale : satisfaire les besoins essentiels de l'humanité tout en réduisant les inégalités entre les individus et dans le respect de leurs cultures ;
- la qualité environnementale par la préservation des ressources naturelles à long terme, le maintien des équilibres écologiques et la limitation des impacts environnementaux.

Au niveau européen, le Green Deal est un ensemble de mesures destinées aux entreprises comme aux citoyens visant la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) et formalisant l'investissement dans la recherche et l'innovation, pour développer des filières à bas carbone s'appuyant sur des technologies vertes.

Un travail conséquent a été engagé en France par à la fois la Commission des titres d'ingénieur – Cti et les conférences CDEFI et CGE pour une plus grande intégration des enjeux de la Responsabilité Sociétale et Environnementale dans les critères d'accréditation.

La nouvelle version du référentiel R&O est au programme du prochain colloque Cti 2022. En plus des enjeux environnementaux, une attention spécifique est également portée à l'égalité des chances, la diversité et l'inclusion.

LES INGÉNIEUR.E.S EN PREMIÈRE LIGNE

De par leur fonction, les ingénieur.e.s ont une grande responsabilité dans la préservation de la planète. Ils sont en mesure d'innover et d'orienter les technologies pour mieux utiliser les ressources naturelles, transformer la matière, consommer de l'énergie, assurer la gestion des déchets, améliorer la qualité de vie de la population, ... Disposant de compétences scientifiques et technologiques, ils sont présents dans de très nombreux domaines, projets et organisations. Ils sont de plus en plus dans une approche circulaire et holistique qui cible une gestion sobre et efficiente des ressources naturelles.

Cette responsabilité ne leur donne pas, pour autant, le pouvoir de changer le monde. Mais ils sont plus présents dans la vie de la cité et nourrissent les débats politiques. Ils sont par conséquent bien placés pour être acteurs de la transition vers un développement durable, interfaces entre la technique, la société et ses défis socio-écologiques. La condition est qu'ils soient acculturés très tôt à ces enjeux et qu'ils soient porteurs de nouveaux modèles dans les entreprises, au demeurant soumises à de nouvelles contraintes. L'école doit donc s'engager à leur fournir les compétences nécessaires pour œuvrer à la sobriété du gisement des ressources naturelles et réduire l'usage des énergies fossiles.

Au-delà des compétences à acquérir pour travailler dans ce nouveau contexte, la société a besoin d'ingénieur.e.s aux compétences hybrides capables de travailler dans le cadre de collaborations interdisciplinaires et internationales pour développer des innovations relevant les défis des grandes transitions transversales.

LE TRAVAIL À L'ÉPREUVE DU SENS

Toutes les études indiquent que la quête de sens est un phénomène montant, en particulier chez les jeunes. Comment comprendre cette enquête de sens ?

À l'image de la parabole du tailleur de pierre éprouvant le sens de son travail dans l'édification d'une cathédrale, chacun aspire à préciser son rôle et sa place dans la chaîne de valeur de l'entreprise tout en ayant une vision de ce qui se fait. C'est le plaisir éprouvé à participer à un ouvrage collectif, à une communauté de valeurs.

> “ AUJOURD'HUI, LES JEUNES PEUVENT REFUSER D'ALLER TRAVAILLER DANS DES INDUSTRIES NON PROPRES. ON PEUT DIRE QU'ILS SONT IMPRÉGNÉS DE TRANSITION ÉCOLOGIQUE, QU'ILS L'ONT INCORPORÉE

La démocratisation des études a, par ailleurs, ouvert la voie au choix et à l'idée que le travail devait contribuer au bien-être individuel, dont le sens est l'un des piliers fondamentaux.

Enfin, le sens du travail s'exprime également à travers le sens du projet défini par l'entreprise, au-delà de sa vocation économique. La jeunesse attend que les entreprises s'engagent sur des sujets sociaux et environnementaux et surtout qu'elles passent des paroles aux actes ! C'est ce que demande le Collectif Pour un Réveil Écologique, lancé en 2018 en France, qui réunit notamment 30 000 étudiants provenant de plus de 400 établissements d'enseignement supérieur.

EN CHIFFRES !

Selon l'enquête #moijeune réalisée par 20 Minutes et OpinionWay pour l'UDES (union des employeurs de l'économie sociale et solidaire) : 70% des 18-30 ans placent "le sens" du métier exercé parmi les quatre critères principaux de décision, devant :

» la rémunération (62%)
» l'équilibre vie pro – vie perso (58%)
» la situation géographique du poste (42%)

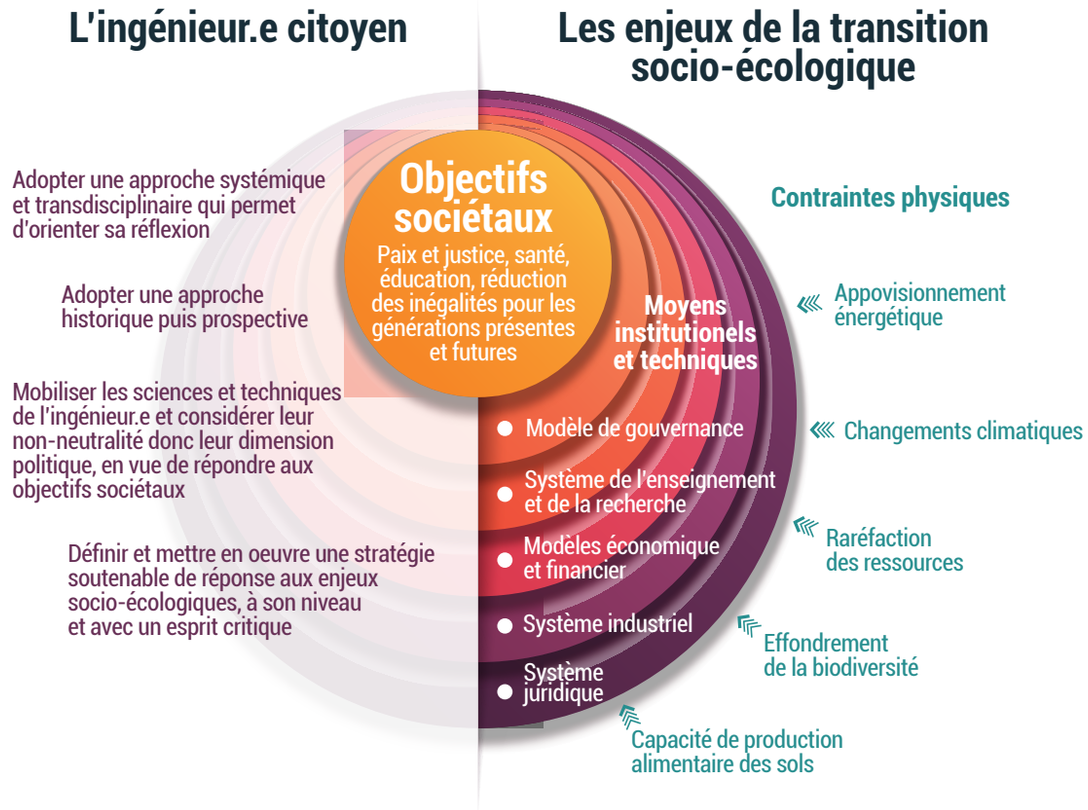
Une autre enquête, menée par la Conférence des Grandes Écoles indique que 76% des jeunes diplômés considèrent que leur poste doit être en phase avec leurs valeurs.

QUELLES ATTENTES CONCERNANT L'ENGAGEMENT DES ÉCOLES D'INGÉNIEUR.E.S ?

Les grandes écoles d'ingénieur.e.s sont plus que jamais mobilisées pour préparer les nouvelles générations d'Ingénieur.e.s 5.0, et sont pleinement conscientes du rôle qu'elles peuvent ainsi jouer dans les transformations sociétales. Challengées par leurs propres communautés étudiantes qui font entendre leur voix et poussent la société à penser et agir plus vite et plus fort face aux transitions, les écoles doivent transformer leur cursus pour donner les clés à cette jeunesse qui sera en situation de responsabilité demain dans tous les secteurs socio-économiques. Forte de leur gouvernance agile et resserrée, de leur ouverture internationale, et de leur lien très fort à la recherche et à l'entreprise, les grandes écoles sont particulièrement bien outillées pour relever ces défis. Elles ont la chance d'avoir des communautés étudiantes engagées et motivées, nées avec le digital, et ouvertes à l'international. Très engagées dans des dynamiques d'ouverture sociale et d'inclusion, les écoles d'ingenieur.e.s doivent cependant encore réussir à attirer plus de femmes, pour faire de la diversité la force motrice de ces évolutions.

Anne-Lucie WACK
Directrice Générale de l'Institut Agro
et Présidente honoraire de la Conférence
des Grandes Écoles, France

COMPETENCES ET ENJEUX SOCIO-ECOLOGIQUES
DE L'INGENIEUR.E DU 21E SIECLE[5]



L'enseignement supérieur et la recherche scientifique ont déployé beaucoup efforts pour soutenir le développement durable. Plusieurs initiatives, partout dans le monde, sont à saluer aujourd'hui.

Au-delà de l'acculturation et du verni vert, il reste beaucoup à faire pour accélérer l'intégration des enjeux socio-écologiques dans les schémas de formation. Le cloisonnement des disciplines continue de faire obstacle à l'élargissement des espaces des solutions et empêche les apprenants d'acquérir les compétences nécessaires à la gestion de la complexité.

Davantage de clarté est nécessaire dans l'élaboration des capacités et des compétences dont les métiers "verts" et le développement durable ont besoin.

5 Former l'ingénieur.e du XXIe siècle Intégrer les enjeux socio-écologiques dans les formations du Groupe INSA. The shift project. Projet dirigé par Damien Amichaud, avec Sam Allier et Anne-Laure Tournier. Février 2021

MANAGEMENT : ADOPTER UNE NOUVELLE POSTURE

La transition managériale est une demande de la jeunesse mais aussi un impératif économique et social dans un contexte de plus en plus complexe, changeant et concurrentiel. On est entré dans une phase où les interactions sociales et la coopération sont devenues centrales dans ce qui nous lie au travail, au-delà même du salaire. La faiblesse reprochée au management de proximité, dans de nombreuses entreprises et institutions, pourrait devenir criante si on y ajoute le travail à distance et le risque auquel il expose de voir l'individu prendre l'ascendant sur toute forme de collectif.

> “ LA TRANSITION MANAGÉRIALE EST UN SUJET DE FOND QUI SE POSE À LA GOUVERNANCE ET À L'ORGANISATION DU TRAVAIL

Dans l'entreprise, la jeunesse apparaît comme porteuse d'un nouveau rapport à l'autorité et au temps, mais aussi de nouvelles manières de communiquer et d'interagir avec la hiérarchie et les collègues. Loin d'être détentrice exclusive de ces nouveaux modes de relations sociales, la jeunesse est un miroir grossissant de notre société qui bascule, de manière plus ou moins significative, en fonction des contextes culturels, d'un modèle de management vertical, fondé sur l'autorité statutaire, vers un modèle de management plus transversal, qui repose sur des principes d'adhésion, de coopération, de motivation.

La demande est forte du côté des jeunes (et n'oublions pas que les milleniums représenteront 75 % des actifs en 2025) en particulier depuis l'arrivée de la génération Y marquée par l'avènement d'Internet et des réseaux numériques. En élargissant l'espace public, Internet a participé à reconfigurer nos rapports sociaux, mettant chacun sur un pied d'égalité en termes de prise de parole. Le rapport à l'autorité a évolué de concert avec la démocratisation de la société qui s'est étendue à tous les champs, dont celui de la famille mais aussi avec l'affaiblissement des institutions.

La transition managériale est, de toutes façons, et plus encore dans un contexte concurrentiel tendu, un impératif pour les entreprises. Une étude conduite par Harvard/MIT en 2019 révèle qu'être heureux au travail rend 31 % plus productif ; que les salariés heureux sont deux fois moins malades et 55 % plus créatifs !

Le bien-être a un impact sur la productivité, il est aussi partie prenante de la RSE à travers la Qualité de Vie au Travail (QVT) qui vise à garantir et respecter le bien-être individuel et collectif de tous dans l'entreprise.

RÉPONDRE AUX EXIGENCES DES ÉQUIPES

Les ingénieur.e.s, qui sont naturellement appelés à occuper des postes de cadres et de dirigeants, sont encore acteurs de cette transition ! Diriger sans s'appuyer exclusivement sur la légitimité d'un statut et répondre aux nouvelles exigences des équipes, nécessite un état d'esprit et des compétences de savoir-être particulières qui ne sont pas des plus faciles à acquérir. Les compétences managériales ne sont pas innées, même si elles requièrent des capacités relationnelles.

L'empathie, l'assertivité, l'humilité, la capacité à inspirer et à entraîner les autres, à déceler les potentiels, avoir une vision, prendre des risques, … Les équipes attendent beaucoup de celles et ceux qui sont en charge de l'encadrement aujourd'hui. Au-delà des compétences techniques, ce sont les power skills qui seront demain décisives dans les parcours des leadeurs, etc.

L'IA, UN OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION

L'IA et le big data sont des piliers fondamentaux de la transformation numérique mais aussi de la prise de décision managériale.

On ne peut plus penser le management sans la transformation numérique et les outils associés que sont l'intelligence artificielle et la data. Le machine learning, le traitement automatique du langage naturel, les chabots, par exemple, nous aident à modifier en profondeur notre approche décisionnelle. Comment ? En passant de l'intuition liée à l'expérience à l'analyse de données massives, nous dit-on. C'est juste, les machines nous permettront de calculer des probabilités dans des temps record, d'échapper aux préjugés et aux erreurs humaines. Mais c'est bien notre capacité à faire des choix pour combiner ces données de manière originale et intelligente qui produira de la performance et de l'innovation.

> « LE VIRTUEL NE REMPLACERA PAS LE RÉEL. IL Y A SURTOUT UNE COMPLÉMENTARITÉ À TROUVER POUR EXPLOITER LE MEILLEUR DES DEUX MONDES. CELA PASSE PAR L'HYBRIDATION ET S'ANCRE DANS L'IDÉE DE TOUJOURS PLACER L'HUMAIN AU CENTRE

L'Intelligence Artificielle doit être utilisée comme un outil d'aide à la décision qui permet de se concentrer sur les tâches à hautes valeurs ajoutées. Si on laisse les algorithmes décider, nous serons pilotés par l'IA. La chaine de commandement deviendra alors ambiguë et diffuse, amenant chacun à se déresponsabiliser.

Une multitude de domaines sont concernés, comme le marketing, les processus de recrutement, la maintenance, les politiques de prix, les risques industriels… D'après une étude de McKinsey Global Institute[6], l'IA pourrait ainsi générer une production supplémentaire de 13 billions de dollars d'ici 2030, soit une augmentation du PIB mondial d'environ 1,2% par an.

6 McKinsey Global Institute

Votre organisation est-elle *data-driven* ?	Utilisation limitée des données 1	Utilisation en Silo 2	Utilisation avancée 3	Utilisation systématique 4	Entreprise Data Driven 5
Stratégie données	Problèmes métiers non identifiés comme venant des données	Cas d'utilisation identifié, généralement dans un service important	Défis à résoudre dans plusieurs services grâce au Data & Analytics	Décision stratégiques basées sur les données et faits	Les données sont la seule source des décisions stratégiques
Gouvernance Organisation et processus	Pas de gouvernance ni de process	Les visionnaires / leaders favorisent le changement au sein d'un service	Les leaders favorisent la transformation en interne	Les leaders poussent la vision « Data Driven » dans l'Organisation	La vision « orientée données » partagée par tous
Architecture et Solutions	Pas de manière structurée de récupérer / d'utiliser les données	Service unique de collecte et pour l'utilisation de la donnée	Technologies de données adaptées et utilisées en silos pour les autres services	Technologies mises en place dans tous les services	Démocratisation dans les entreprises et avec les partenaires (plateformes ouvertes)
Polotiques et règles	Pas de méthodologies « données »	Directives locales en silos	Règles restrictives sur l'accès et l'utilisation des données	Règles centralisées pour accéder à des données documentées et propres	Politique claire permettant un développement agile de nouvelles Apps
Leadership, compétences et Culture	Prises de décision basées sur l'expérience	Peu de salariés pionniers de l'approche « Orientée données »	Déploiement d'une culture Analytics dans plusieurs divisions	Les effectifs terrains sont formés et prennent des décisions plus rapides	Data & Analytics omniprésents dans la culture d'entreprise pour prendre de meilleures décisions
Catalogue de service	Pas de Data & Analytics	Data & Analytics utilisé localement	Approche Data & Analytics centralisée / décentralisée	Capitalisation sur les capacités Data & Analytics	Données partagées et monétisée vis-à-vis des autres parties prenantes

Source : PwC France, Data & Analytics Technologies.

CHANGER DE REGARD SUR LA JEUNESSE

ILS REFUSENT L'AUTORITÉ !

61% des 18-30 ans interrogés dans le cadre d'une Étude ManpowerGroup/Viavoice menée en 2017 répondent qu'ils attendent de leur manager "qu'il soit un chef". Ils ne refusent pas l'autorité mais c'est le rapport à l'autorité qui a changé. Et cela ne concerne pas que les jeunes ! Aujourd'hui, l'autorité ne repose plus sur le statut mais sur le dialogue, la négociation, la compétence et la confiance. Ainsi, les jeunes attendent de leur supérieur hiérarchique qu'il soit inspirant plutôt qu'axé sur l'organisation et le contrôle.

ILS N'ENTRENT DANS AUCUN CADRE !

Faux, au contraire. Ils ont besoin de liberté mais aussi de repères, de règles claires, d'interlocuteurs disponibles. Les règles doivent leur être souvent rappelées car ils ont tendance à "zapper" et à ne retenir que l'ambition commune qui donne le sens à l'action. Ils apprécient que la communication soit directe, transparente et en temps réel, que les problèmes soient traités rapidement.

ILS NE RESPECTENT PAS LES HORAIRES !

Les jeunes sont demandeurs d'horaires flexibles. Incités à poser des questions depuis leur plus jeune âge, ils s'interrogent souvent sur le bien-fondé de ce qui leur est demandé. Si leur présence n'est pas impérative à l'entreprise à 8h pétantes, ils trouvent parfois avantage à travailler en horaires décalés, ce qui facilite leur organisation au quotidien. Avec Internet, ils n'hésitent pas d'ailleurs à travailler depuis chez eux, d'un café ou d'un espace de coworking.

ILS NE SONT PAS FIDÈLES À L'ENTREPRISE !

Pourquoi le seraient-ils ? Notre société ne cesse de valoriser la mobilité et la diversité des expériences, et le marché de l'emploi est en faveur des jeunes diplômés. Une entreprise qui cultive le bien-être au travail crée un climat propice au sentiment d'appartenance... Plusieurs études montrent que c'est le premier critère de fidélité des milléniaux envers leur employeur. Ils ne sont pas si différents de leurs aînés !

ILS DEMANDENT DE L'AUTONOMIE MAIS ONT TOUT LE TEMPS BESOIN QU'ON LEUR TIENNE LA MAIN...

Ils aspirent à grandir, à progresser différemment, à se forger rapidement une identité professionnelle mais les rites de passage intervenant plus tardivement, ils sont souvent moins disposés que l'étaient leurs aînés au moment où ils entrent dans l'entreprise. Dans cette quête du sens, ils ont besoin de repères et de guides.

> **CE N'EST PLUS LE TITRE QUI FAIT LE CHEF MAIS SA LÉGITIMITÉ AU PLAN PROFESSIONNEL ET SA CAPACITÉ À FAIRE PREUVE D'EMPATHIE**

ASPIRATIONS AU TRAVAIL ET FACTEURS D'ENGAGEMENT DE LA GÉNÉRATION DES MILLENIUMS... ET DE LEURS AÎNÉS !

ÊTRE RECONNU

- Se sentir compétent, avoir confiance en soi, perception de son efficacité et sentiment d'être reconnu
- Évaluer les actions notamment par feed-back, test and learn, apprentissage inversé
- Être attentif aux idées des jeunes (Shadow Cornex)
- Évoluer dans ses métiers et responsabilités (changer de poste, mobilité)

DONNER DU SENS À CE QUE L'ON FAIT, SE SENTIR UTILE

- Avoir la maîtrise sur sa propre activité
  - Sentiment d'être à l'origine de son rythme de travail, des méthodes à appliquer et des efforts à réaliser
- Faire équipe avec son supérieur hiérarchique
  - Management par la confiance
  - Assertivité, droit à l'erreur
  - Communication informelle
  - Assertivité du manager
  - Un mentor et un collaborateur
- Bonne ambiance et qualité des relations
  - Célébrations, team building
- Lieu de travail et lieu de vie
  - Aménagement des lieux, convivialité
  - Services extra-professionnels
- Harmonie vie professionnelle, vie privée
  - Horaires flexibles, télétravail
  - Droit à la déconnexion

CONJUGUER AUTONOMIE, QUALITÉ DE LA RELATION ET ÉQUILIBRE DE VIE

- Des valeurs humaines : utilité sociale, raison d'être de l'entreprise
- Une stratégie claire et partagée
- Un projet commun, un collectif stimulant
  - Le projet s'appuie sur une vision et une ambition, penser le changement, relever le défi collectif
  - Décloisonner l'entreprise, développer la culture projet : travail collaboratif, méthode agiles, management participatif s'appuyant sur des outils et plates formes collaboratives
- Grandir dans l'entreprise et se projeter
  - Management de proximité
  - Sentiment d'influer sur les données stratégiques et opérationnelles relatives à sa position
  - Se projeter dans une évolution de carrière (pas forcément que dans son entreprise)
  - Se former en autonomie tout au long de la vie

LES ENTREPRISES ATTENDUES SUR LE TERRAIN SOCIAL

Les attentes citoyennes à l'égard des entreprises ont considérablement évolué ces dernières années, s'étendant du terrain économique, avec la création de richesses et d'emplois, au terrain social. Contribuer positivement à l'intérêt général, se doter d'une "raison d'être" - un objectif qui dépasse la recherche de rentabilité financière à court terme - s'engager en faveur de l'inclusion, de l'égalité femmes/hommes, du bien-être au travail ou de la préservation du lien social et de la qualité de l'environnement… sont autant d'actions qui nourrissent l'image des entreprises ainsi que leur "marque employeur".

APPLIQUER LA RSE DANS LES ENTREPRISES

C'est dans ce contexte que la Responsabilité Sociale (ou Sociétale) des Entreprises s'inscrit. La RSE, incarnée depuis 2010 par la norme ISO 26000, donne un cadre de réflexion et d'action autour de 7 grandes questions, dont celles des Droits de l'Homme, des conditions et des relations de travail. Les ingénieur.e.s, bâtisseurs de la société de demain sont, bien évidemment, parties prenantes de l'application de la RSE dans les entreprises.

Dans un monde internationalisé et digitalisé, qui appelle à innover pour faire face aux grands défis, les questions de l'inclusion des diversités et du développement durable, deviennent centrales.

En favorisant la diversité des profils accueillis, que ce soit dans les écoles, les universités, les entreprises ou tous autres modèles d'organisation, l'enjeu est d'encourager l'ouverture d'esprit, la connaissance et le respect de l'autre, la solidarité mais aussi de développer les capacités d'écoute de chacun, d'adaptation et de compréhension. Multiplier les rencontres, se frotter à l'altérité et à la nouveauté, sortir des routines, favorise l'émulation et la créativité.

LA DIVERSITÉ, UN IMPÉRATIF POUR PRODUIRE L'IA

La diversité est aussi un impératif dans le contexte de la production de l'intelligence artificielle. On sait bien que si les équipes sont composées de personnes de même sexe, de même origine, issus des mêmes écoles, etc., le risque est de produire une IA biaisée par leur point de vue et leurs préjugés. Les solutions produites peuvent alors désavantager des populations, voire les exclure et enrayer leur adoptabilité et réduire ainsi les champs des possibles.

LE RÔLE DES MANAGERS

Le rôle des managers est d'encourager cette mixité dans les équipes mais aussi de relever le défi de faire travailler ensemble des collaborateurs et des collaboratrices issus d'horizons divers pour les inviter à croiser les regards et stimuler leur créativité et innovation.

Les managers doivent être formés pour cela, dotés des compétences comportementales, cognitives et émotionnelles qui vont leur permettre de faire tomber les barrières culturelles qui s'immiscent parfois dans les relations, par manque de connaissance de l'autre.

Les acteurs de l'enseignements supérieur cherchent de plus en plus, de fait, à transmettre ces compétences à leurs étudiants– on en revient aux fameuses power skills ! - intégrant la nécessité de "faire coexister toutes les diversités au sein d'une même communauté apprenante". C'est un volet identitaire fort des écoles du Groupe INSA qui vient de publier un Livre blanc sur le sujet[7].

[7] Tome 1 : état des lieux Production de l'observatoire de l'IGB Groupe INSA

DES ENTREPRISES ENGAGÉES

Pour aller plus loin, de plus en plus d'entreprises s'engagent dans la lutte contre les discriminations. L'objectif est que les choix en matière de Ressources Humaines ne se fassent plus sur des critères de genre, de sexe, d'origine sociale ou autre, mais sur des critères strictement professionnels.

De manière générale, une meilleure prise en comptes des besoins et des attentes des salariés, la qualité de vie au travail, le dialogue social, sont désormais considérés comme des sujets très sensibles et déterminants pour la motivation et l'engagement des équipes. Autant de sources qui alimentent le capital inestimable "confiance collective".

CHAPITRE 3

HYBRIDER

NOUS VIVONS DANS UN MONDE PLUS HYBRIDE QUE JAMAIS

Comme le dit la philosophe Gabrielle Halpern[8], dont les travaux de recherche[9] portent depuis des années sur le sujet de l'hybridation, le monde dans lequel nous vivons est plus hybride que jamais. C'est l'une des manifestations de la complexité de nos sociétés. Tout se chevauche, s'imbrique et devient interdépendant.

Dans son livre "Tous centaures ! Éloge de l'hybridation" (Le Pommier, 2020), Gabrielle Halpern explique que cette hybridation s'étend à tous les domaines. Les services s'industrialisent, l'industrie se numérise, le numérique réinvente la création artistique, le travail envahit la sphère privée, slasher devient la norme, les appartements se transforment en locations hôtelières ou en espaces de coworking, les piscines en musées, etc.

De fait, pour avoir les clés de compréhension du monde qui nous entoure, pour s'adapter et faire face à cette complexité, il faut sortir de l'ornière. Le modèle INSA, avant-gardiste dans le domaine, contribue à préparer une nouvelle génération d'ingénieur-es hybrides engagés dans la métamorphose de notre société.

L'hybridation apparaît, pour la philosophe, comme une réponse à cette complexité qu'il devient vital d'apprivoiser pour relever les défis qui exigent de réorienter les stratégies, qu'ils soient économiques, sociaux, environnementaux - emploi, écologie, inclusion sociale, décentralisation, égalité femme/homme, compétition avec les pays émergents, ...

8 Docteure en philosophie, chercheure associée et diplômée de l'École Mormale Supérieure

9 Halpern Gabrielle, Penser l'Hybride, Thèse de doctorat en philosophie, 2019

> L'hybridation, ce n'est ni la fusion, ni la juxtaposition, ni l'assimilation ou l'annihilation de l'autre, mais la métamorphose de chacun. Elle n'est possible que si chacun accepte de sortir de son identité pour faire un pas vers l'autre. L'hybridation sociale, économique, professionnelle, territoriale, générationnelle constitue le grand enjeu politique des années à venir pour détruire les fractures actuelles et elle est une chance pour l'être humain, parce qu'elle constitue une pulsion de vie !
>
> Gabrielle Halpern, philosophe

L'INGÉNIEUR.E HYBRIDE

Ingénieur.e-designer, ingénieur.e-architecte, ingénieur.e-entrepreneur.e, ingénieur.e-data scientist, ingénieur.e-artiste... L'ingénieur.e hybride sort d'un mode de pensée cloisonnée. Il multiplie les angles de vue. Formé à différentes disciplines des sciences de l'ingénierie, aux Sciences Humaines et Sociales, à l'écologie et aux sciences politiques, il a l'agilité nécessaire pour dialoguer avec son environnement, s'adapter à des situations inédites, faire face à la complexité et gérer l'incertain. Il nous aide à nous projeter dans un monde à inventer.

Le contexte dans lequel il évolue exige de coopérer avec d'autres personnes, de se frotter à l'altérité. Pour que cela "matche", l'ingénieur.e doit avoir les clés et les codes de l'ouverture aux autres, appréhender leurs besoins, partager avec bienveillance leur point de vue. La formation des apprenants doit être adaptée à ces exigences ; la pédagogie et les formes d'apprentissage doivent également évoluer.

En devenant hybride, l'ingénieur.e apprend à assembler et à rassembler. Rappelons-nous Edgar Morin et sa vision de la complexité !

Appréhender la complexité, c'est explorer et comprendre les problèmes avant de proposer des solutions, tenir compte de leurs diverses dimensions et imbrications, les contextualiser, dépasser ses propres préjugés... Tout cela relève d'un apprentissage méthodologique propre aux Sciences Humaines et Sociales. Avec le temps, ce mode de pensée incorporé devient un réflexe, qui plus est une culture de la pensée.

Enfin, l'ingénieur.e hybride nous aide à surmonter les paradoxes, à trouver de nouvelles voies pour concilier performance économique et transition écologique, à accorder l'impact et le sens de l'action, pour développer des modes circulaires et plus éthiques. L'hybridation est l'une des clés de la métamorphose avec un système arrivé à bout de souffle !

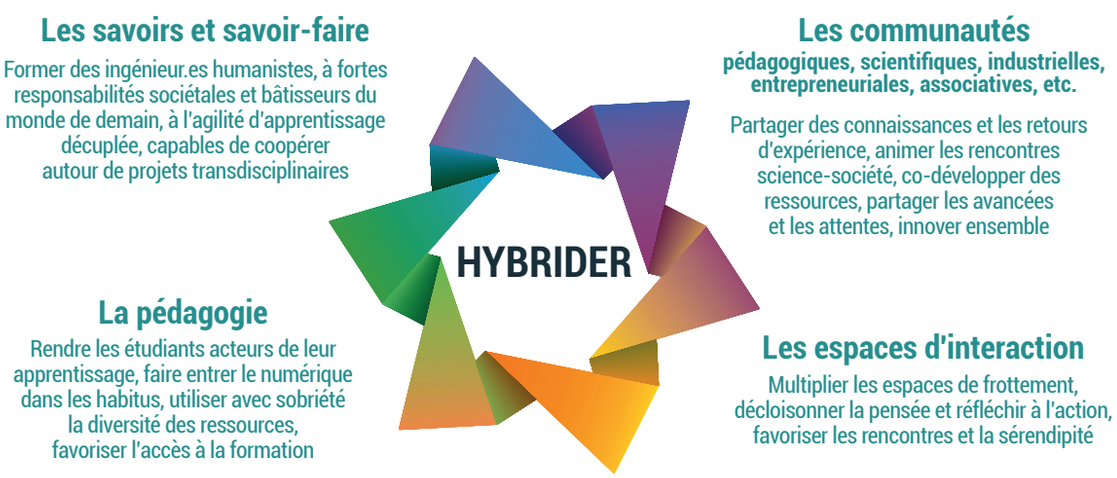
Ce dont nous avons besoin aujourd'hui, dans les écoles d'ingénieur.e.s, pour relever les grands défis du XXIe siècle, c'est de sortir du cloisonnement des disciplines et de la segmentation des filières qui ne produisent que barrières et limitations à l'heure où il s'agit de libérer l'intelligence humaine et de la mettre au service de la science et de la créativité.

Nous devons former des esprits ouverts à la coopération, affranchis de toutes barrières culturelles, quelles qu'elles soient, capables de questionner et de se remettre en question.

CONSTRUIRE UNE ÉCOLOGIE DE LA CONNAISSANCE

Nous sommes dans un monde où personne ne peut réussir seul ! La tâche est abyssale. Hybrider, c'est aller vers une gestion écologique de la connaissance, refuser qu'elle se perdre, la partager et la démultiplier. C'est faire le choix de l'innovation ouverte, facilitée par les technologies de l'ère numérique.

VERS UNE ÉCOLOGIE DE LA CONNAISSANCE



Vers une culture profonde de l'hybridation

Hybrider les formations n'est pas une idée nouvelle. Des expériences ont été menées, il faut le dire, souvent avec un modeste succès. Certes, la 5e année en "management" dans le cursus d'un.e étudiant.e ingénieur.e apparait bien sur son CV. Mais cela n'en procure pas pour autant à tous et toutes cette double culture préparant une nouvelle génération "ingénieur.e-manager".

Les enseignements intégrés trop tardivement dans les cursus ne sont que coloration, il n'y a pas d'imprégnation. L'hybridation ne peut fonctionner que si elle est profonde, engagée très en amont, dès le début du cursus d'ingénieur.e. L'une nourrit l'autre, l'une fait progresser l'autre, et l'ensemble, afin que nous puissions assister à la métamorphose attendue. C'est-à-dire former un.e ingénieur.e capable de dépasser sa propre logique, basée sur la rationalité, qui ose explorer la subjectivité et élargir l'espace des possibles.

FILIÈRES HYBRIDES ! DES EXEMPLES INSA

L'un des objectifs de l'INSA est de former une nouvelle génération d'ingénieur.e.s capables de maitriser toutes les phases d'un projet allant de l'étude à sa réalisation et où les enjeux des transitions énergétique, climatique, numérique et sociale sont au cœur des préoccupations. La nouvelle offre de l'INSA en prise avec ces enjeux tente de répondre à ses nouvelles attentes en proposant des parcours à double compétence et des filières hybrides accessibles dès la première année post-baccalauréat.

Filière hybride INSA - Sciences Po Rennes : un nouveau profil en phase avec les enjeux

Cette filière d'excellence, unique en France, est le fruit d'un partenariat entre deux institutions rennaises à très fort rayonnement : l'Institut national des sciences appliquées (INSA) Rennes et Sciences Po Rennes. L'objectif est de former des cadres de haut niveau, capables d'exercer aussi bien dans l'ingénierie que dans la gouvernance des politiques publiques.

Durant les deux premières années, les étudiants suivent une formation généraliste et pluridisciplinaire : mathématiques, informatique, mécanique, sciences industrielles, énergétique, EPS, droit, économie, histoire, science politique, etc., pour une affectation dans les filières de spécialité INSA et un parcours de l'une des écoles de Sciences Po. Deux langues vivantes dès la première année et un minimum de 6 mois à l'international font également partie du cursus.

Les quatre années suivantes sont consacrées à une spécialisation et une professionnalisation grâce à un parcours aménagé à :

» l'INSA Rennes dans l'une des filières de spécialité d'ingénieur.e INSA ;
» Sciences Po Rennes au sein de l'école des Politiques publiques (pour les parcours : sécurité, défense et intelligence stratégique, gouverner les mutations territoriales, concertation et territoires en transition et services urbains en réseaux : ville en devenir), de l'école du management des organisations ou de l'école des relations internationales (pour les parcours Europe et affaires mondiales et stratégies innovantes des territoires urbains : anticiper les transitions).

La forme d'intelligence la plus valorisée en école d'ingénieur.e.s, et dans notre monde occidental, est l'intelligence rationnelle cognitive qui nous sert à découvrir, créer ou résoudre des problèmes complexes. Mais elle est de plus en plus perçue comme insuffisante pour former des ingénieur.e.s autonomes, responsables et compétents.

Robert Sternberg a décomposé l'intelligence en 3 grandes catégories. Il faut maintenant les hybrider !

» l'intelligence cognitive qui permet de raisonner de manière inductive ou déductive en s'appuyant sur son expérience et sa mémoire ;
» l'intelligence émotionnelle ou relationnelle qui repose sur les aptitudes à connaître et comprendre ses émotions et celles des autres ;
» et enfin l'intelligence créative, qui montre ses capacités à inventer et à construire une vision personnelle.

L'intelligence émotionnelle est indispensable pour bien gérer les femmes et les hommes. L'hybridation se ressource également de l'approche globale Formation-Recherche-Entreprise qui laisse peu de place à la segmentation des disciplines et repense les rythmes et les modes d'apprentissage. Le schéma de l'INSA Rennes, proposé dans sa stratégie de développement, est l'une des déclinaisons possibles de cette vision globale.

DES EXEMPLES INSPIRANTS !

LE TECHNION À HAÏFA, ISRAËL
La start-up nation des chercheurs-inventeurs

Considéré comme le MIT israélien, l'Institut technologique de Haïfa a formé la plupart des ingénieur.e.s du pays. Son modèle de réussite repose sur son excellence académique (trois lauréats prix Nobel de Chimie) et l'hybridation entre recherche et entrepreneuriat. De nombreuses inventions ont été produites au Technion, comme la clé USB, l'Azilect, (médicament contre la maladie de Parkinson), l'irrigation goutte-à-goutte, le système de défense anti-missile "Iron Dome"... Le Technion a été parmi les premiers instituts au monde à se doter d'un bureau de transfert de technologies en 1959, attirant les campus de nombreuses entreprises internationales. Ce qui a encouragé les dépôts de brevets et la recherche finalisée. Décloisonner les mondes académiques, scientifiques, technologiques, économiques produit incontestablement de l'innovation et de la richesse.

L'UNIVERSITÉ PUBLIQUE DU FUTUR À HAKODATE, JAPON
« Open space, open mind »

À Hokkaido, au Japon, l'Université du Futur à Hakodate, fondée en 2000, offre à ses étudiants un environnement éducatif futuriste unique où s'hybrident recherche scientifique, technologie, art et culture. La philosophie des lieux "Open space, open mind" s'incarne dans un bâtiment principal, salué pour son excellence architecturale et emblématique d'une vision nouvelle d'envisager l'éducation. Ici, pas de cloisons, pas d'estrades, mais des "jeux d'équipes", une approche d'apprentissage par projet qui supprime les barrières entre les matières, des compétences encouragées comme la conception, la recherche, l'expérimentation, la simulation, la modélisation et la résolution créative de problèmes. Connectée et conçue pour favoriser les interactions, l'Université du Futur à Hakodate offre un environnement de travail dynamique, stimulant et engageant, ouvert vers l'extérieur. Les habitants de la région sont invités à venir s'y former au numérique et à la physique, tout au long de la vie, sans limite d'âge !

KAIST, CORÉE DE SUD
Croire de nouveau que la science contribue au progrès de l'humanité.

Un modèle que l'on rencontre de plus en plus dans des universités et instituts technologiques européens positionnés sur l'impact et l'innovation.

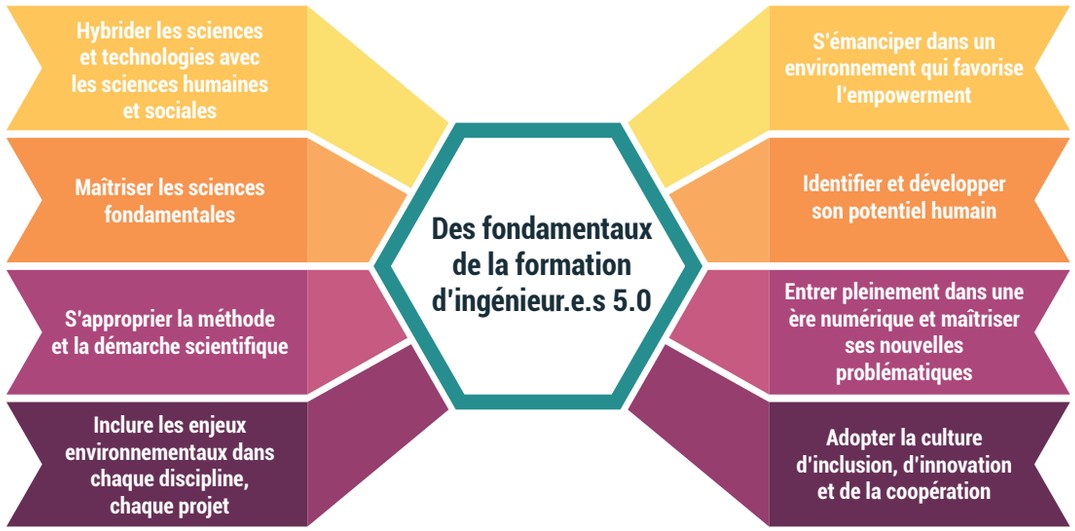
L'Institut supérieur coréen des sciences et technologies, KAIST, est l'une des plus grandes universités sud-coréennes. Sa vision pour 2031 : contribuer au bonheur et à la prospérité de l'humanité grâce à l'innovation scientifique et technologique. L'institut affirme sa volonté de devenir une université entrepreneuriale qui crée de la valeur en commercialisant la technologie pensée pour répondre aux besoins de nos sociétés en transition. Elle forme des ingénieur.e.s mais surtout des leaders dont la mission première est d'améliorer la valeur sociale de la science et de la technologie. On sort du produire "plus" pour aller vers le produire "mieux".

CHAPITRE 4

L'ÉCOLE D'INGÉNIEUR.E.S 5.0

POUR METTRE LES ÉTUDIANTS EN CAPACITÉ D'AGIR, DE FAIRE ET DE S'ENGAGER

Tout l'enjeu, pour les écoles d'ingénieur.e.s aujourd'hui, dans le contexte des grandes transitions et l'universalisation, est de former des femmes et des hommes agiles, entrepreneurs dans l'âme, capables d'articuler recherche scientifique, innovation sociale et environnementale.



POURQUOI LES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES ONT-ELLES UN RÔLE CENTRAL DANS LA FORMATION DE L'INGÉNIEUR.E 5.0 ?

Parce que ce sont elles qui sont à même de transmettre aux étudiants, futurs professionnels, les clés de compréhension du monde qui les entoure, d'analyser les interactions sociales et les dynamiques organisationnelles, d'aborder avec conscience, un projet scientifique ou de mettre les technologies au service de l'humain et des problématiques sociétales.

Dans un contexte où nous nous interrogeons sur le type de société que l'on veut construire pour nous et pour les générations à venir, il est essentiel que les Sciences Humaines et Sociales (SHS), au même titre que les enseignements scientifiques et technologiques, fassent partie des fondamentaux d'un cursus ingénieur.e. De nombreuses grandes écoles ont déjà effectué un grand pas dans ce sens !

Le développement des compétences humaines ne peut cependant se concevoir que de manière imbriquée, et non juxtaposée, avec le développement des savoirs scientifiques et techniques. C'est l'une des conditions de la métamorphose de l'ingénieur.e 5.0. Il est essentiel, de fait, que les enseignants des différentes disciplines travaillent de concert pour rendre effectif et fertile le décloisonnement et l'hybridation des sciences. C'est cette approche interdisciplinaire et systémique qui donnera tout son sens aux enseignements relevant des humanités dans le parcours d'ingénieur.e. Il en va de même du développement durable !

ÉCLAIRER LES USAGES

Les Sciences Humaines et Sociales disposent d'approches et d'outils pour comprendre l'humain et la société. L'ethnologue ou le sociologue, par exemple, opèrent par entretiens ou observation participative, pour identifier les attentes et les besoins des individus, expliquer les pratiques et les usages, décrypter les discours autour d'un produit, d'une marque, d'une innovation. Ils sont à même de cerner quels peuvent être les freins et les leviers d'appropriation d'une nouvelle technologie, son impact sur une organisation ou sur les personnes, les critères de choix d'un véhicule, les représentations sociales des pratiques environnementales, etc.

"Nulle technique de communication, du téléphone à Internet, n'apporte d'elle-même la compréhension. La compréhension ne saurait être numérisée" (Edgar Morin, 2000).

Comprendre les conditions de l'appropriation des technologies, l'acceptabilité ou la résistance à intégrer de nouveaux procédés dans le quotidien des sociétés fait partie de "l'étude des usages" qui nécessite cette culture des sciences humaines et sociales.

INNOVER, INITIER DES RUPTURES

L'approche méthodologique des Sciences Humaines et Sociales a également beaucoup à apporter au processus d'innovation. Formés pour atteindre un objectif, respecter des coûts, des délais, des critères et des normes de qualité, les ingénieur.e.s ont pour challenge de dépasser la logique incrémentale dans laquelle leur formation les enferme parfois.

Le designer ou l'ethnologue inversent la démarche de recherche en adoptant une approche inductive. Pas d'objectif précis, le défi à relever n'est pas prédéfini ! Ils interrogent les usagers, identifient des besoins, analysent les discours, observent les pratiques et décryptent les significations inconscientes que les usagers leur donnent ; ils posent un cadre qui permet d'explorer, d'expérimenter, de tâtonner, de se tromper, etc.

Ce cadre favorise la richesse des contenus et la production d'idées en rupture avec l'existant.

Or, l'innovation de rupture est un enjeu de compétitivité. Elle se différencie de l'incrémentale en donnant aux entreprises un avantage concurrentiel déterminant sur leur marché. Lorsque l'innovation de rupture ne se fait pas par le bas (c'est-à-dire par le coût, à l'image, par exemple, de Free face aux autres opérateurs), elle rend accessible ce qui paraissait hors de portée et en prise avec les attentes de la société.

MAINTENIR L'ÉQUILIBRE DES SOCIÉTÉS

Ces dernières années, de plus en plus de sociétés ont pris conscience de la nécessité d'étudier l'acceptabilité des nouvelles technologies à l'aide d'outils et de méthodes fournis par les sciences humaines, et d'en déduire des modèles capables de prédire leur utilisation, avant, pendant et après leur appropriation.

L'enjeu pour ces sciences n'est pas seulement de garantir les ventes mais au-delà, le maintien de l'équilibre des sociétés et l'accompagnement des mutations.

Le numérique constitue à lui seul un modèle. Il peut être à l'origine d'une fracture sociale lorsque certaines catégories sociales ne parviennent pas à absorber les mutations. Utiliser un GPS, un smartphone ou passer une commande dans un restaurant en un clic peuvent s'avérer des exercices insurmontables à cause de résistances culturelles ou liées à la méconnaissance. D'où la nécessité de sensibiliser les pouvoirs publics pour intégrer les communautés les plus fragiles et isolées de la société – c'est ce que font les sociologues - et éclairer les décideurs afin qu'ils créent les conditions d'accès à ce nouveau monde régi par la technologie. Les sciences humaines et sociales sont ainsi interpelées pour changer les mentalités, aider à asseoir l'acceptabilité des nouveaux paradigmes et intégrer des comportements nouveaux.

NOURRIR LES POWER SKILLS

Les Sciences Humaines et Sociales permettent également de développer certaines power skills comme l'écoute, l'empathie, l'esprit critique favorisés par l'usage systématique et professionnel du questionnement ; les capacités à collecter de l'information, à analyser, raisonner, synthétiser, communiquer, etc.

Les SHS sont également propices à développer l'ouverture d'esprit grâce à l'apprentissage d'une culture de pensée plus éclairée. La philosophie des sciences, par exemple, permet aux élèves ingénieur.e.s de prendre du recul sur la production des connaissances scientifiques. En élargissant la vision au-delà des perspectives occidentales, en se confrontant à l'altérité, les étudiants développent cette ouverture essentielle pour vivre et se projeter dans un contexte inclusif qui hybride les diversités.

“ La culture de l'ingénieur.e devrait, à mon avis, comporter la connaissance des œuvres et travaux des penseurs-mathématiciens du XXe siècle qui sont essentiellement à l'origine des progrès techniques sur les machines jusqu'à l'intelligence artificielle depuis un siècle : Norbert Wiener, évidemment, fondateur de la cybernétique, John von Neumann, Heinz von. Foerster, Alan Turing. Ils ont élaboré les théories qui montrent les différences entre machines artificielles, machines naturelles, machines vivantes et sont les fondateurs essentiels pour une théorie de la machine.

À cette culture de l'ingénieur.e, j'ajouterais les travaux de Ilya Prigogine et Isabelle Stengers dans « La Nouvelle alliance – Métamorphose de la Sciences » qui propose à la fois une histoire des sciences et une réflexion philosophique au sujet de cette histoire.

Et enfin, la pensée complexe, essentielle pour remettre en question ses propres certitudes, sortir des déterminismes, penser les problèmes plutôt que se focaliser sur les solutions techniques et technologiques.

Edgar Morin, sociologue et philosophe

MAÎTRISER LES SCIENCES FONDAMENTALES

Les formations post-bac préparant à la formation d'ingénieur.e ne devraient rien lâcher sur la maitrise des sciences et l'acquisition des méthodes fondamentales. Cette maîtrise est, en effet, essentielle pour le développement technologique et socio-économique de notre société. D'une part, parce que les problèmes rencontrés dans de nombreux secteurs, que ce soit l'énergie, l'ingénierie, l'économie, l'écologie, la santé, etc. sont décrits par des modèles mathématiques et physiques ; d'autre part, parce que la réalisation de prototypes coûteux dans l'industrie a été remplacée par des simulations menées sur des ordinateurs et grands calculateurs à l'aide d'équations mathématiques et d'algorithmes. Il est observé, de fait, que la maîtrise des sciences fondamentales est essentielle pour innover, tant au niveau des processus que des produits voire des services. Cette maitrise facilite l'entretien et l'évolution des compétences techniques dans le cadre de la formation tout le long de la vie. C'est pourquoi elles doivent faire partie des fondamentaux en école d'ingénieur.es, comme elles le sont aujourd'hui en Chine, en Inde ou en Corée.

S'APPROPRIER LA DÉMARCHE SCIENTIFIQUE

En école d'ingénieur.es, on a tendance à segmenter la formation, la recherche et l'innovation que nous devrions au contraire hybrider pour créer de la valeur dans un monde où particulièrement la connaissance, le savoir-faire et l'audace sont les principales clés de la compétitivité !

On notera que malgré sa reconnaissance au niveau scientifique et technique, le Doctorat n'est pas considéré à sa juste valeur ni par les étudiants, ni par les entreprises, contrairement à ce que l'on peut observer avec le PhD aux Etats-Unis, au Japon, en Corée ou en Allemagne. L'image de la recherche colle à la culture des laboratoires. Le doctorat n'est pas un rempart au chômage mais une véritable expérience à la fois scientifique et entrepreneuriale.

À l'opposé, l'ingénieur.e diplômé apparaît souvent comme un technicien au moins en début de carrière. Faire de la recherche et s'investir dans le développement de l'entreprise ne sont pourtant pas des postures incompatibles, bien au contraire ! Des passages par l'industrie, la recherche, la formation permettent d'avoir une vision complète de la chaine vertueuse de l'innovation. Le double parcours ingénieur-docteur constitue une formation d'excellence à et par la recherche et une expérience professionnelle à forte innovation scientifique. Cette opportunité serait davantage saisie par les élèves-ingénieur.e.s dès lors qu'ils se sont ouverts à la culture de la recherche scientifique très tôt dans leur formation. Cette sensibilisation devrait s'opérer en amont en amenant les élèves du secondaire dans les laboratoires de recherche du supérieur.

« FORMER DES TÊTES BIEN FAITES »

L'étudiant doit être formé à la recherche très tôt, dès son entrée à l'école, pour développer des compétences transversales essentielles. Innover, analyser, questionner, avoir une vision critique et prospective, sont plus que jamais décisifs pour naviguer dans des sociétés complexes et faire face aux nouveaux enjeux technologiques, politiques, environnementaux, etc.

Dans la formation des ingénieur.es du futur, l'accent ne doit pas être mis non seulement sur comment devenir un ingénieur.e, mais plutôt qu'est-ce que c'est que l'ingénierie et qui est l'ingénieur.e que nous formons ? Car au-delà de la créativité et de l'inspiration dans la conception technique en ingénierie, l'éthique, la communication, les implications sociétales et l'environnement demeurent des connaissances importantes à acquérir pour la pratique du génie.

Aussi, l'intégration de la simulation a pris une place prédominante dans l'enseignement de l'ingénierie à cause de l'important apport de compréhension et d'indépendance qu'offre cette technologie aux élèves pour une acquisition en temps minimal des connaissances. Ajouté à cela, la puissance de la simulation temps réel qui a permis d'hybrider les matériels industriels avec la simulation numérique dans la boucle de prototypage rapide, fait son chemin de plus en plus dans la formation par projet et par défi.

Par ailleurs, l'impressionnant avancement réalisé la dernière décennie dans le domaine du développement de l'intelligence artificielle et de son intégration avec l'interface tactile personne-machine a permis non seulement de créer une convivialité et un lien de confiance entre la machine et l'humain, mais aussi a réduit considérablement le temps d'apprentissage investi pour l'opération et l'utilisation de ces outils. À cet effet, quelqu'un doit s'attendre à une plus grande pression sur le curriculum actuel d'ingénieur pour céder plus de place à la combinaison intelligence-logiciel dans le futur proche.

Toutefois, les développements récents de l'industrie démontrent plus que jamais que la compréhension technique des phénomènes physiques dans les systèmes par une expérience pratique en laboratoire est encore plus importante que certains auraient pu penser auparavant.
Hors de tout doute, l'intégration de la technologie de l'internet des choses -IoT dans presque tous les matériels d'ingénierie a augmenté considérablement le niveau de confort, de simplicité d'opération et de capacité de diagnostic. Le concept d'IoT fera partie intégrante de la formation en ingénierie « augmentée » !

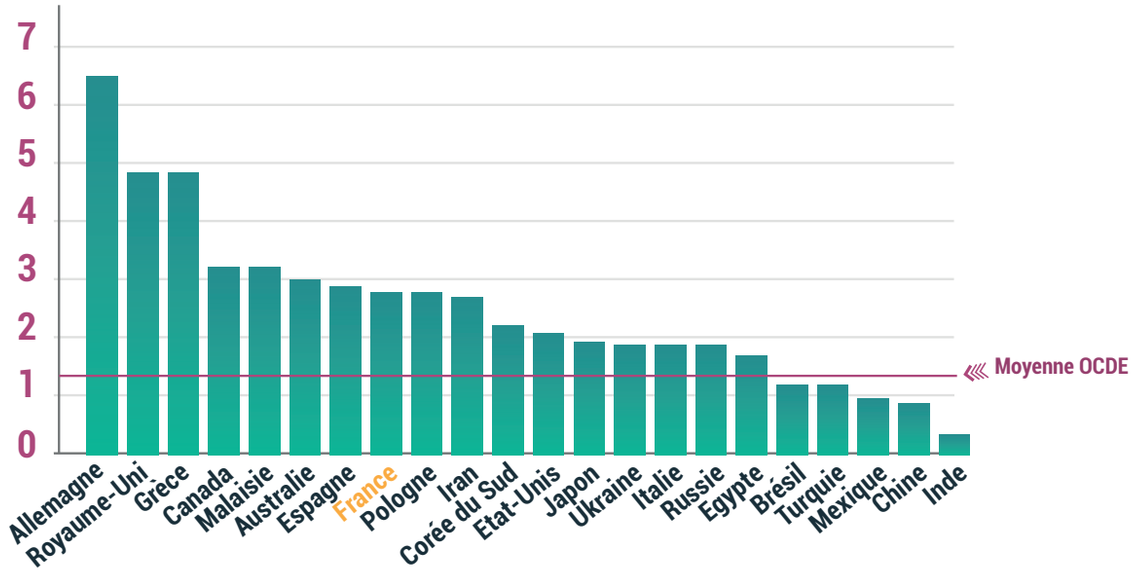
Kamal Al-Haddad,
LFIEEE, FRSC, membre de l'Académie des Sciences,
Professeur à l'ÉTS de Montréal, Québec, Canada

ENGAGER L'ÉTUDIANT GRÂCE À UNE PÉDAGOGIE ACTIVE

Regardons comment se déroule le travail du chercheur : il identifie une problématique, des hypothèses, met en place les moyens de les valider. L'éducation, telle qu'elle est conçue aujourd'hui, s'appuie sur des enseignements déjà établis, coupant l'apprenant de la part la plus motivante de l'activité d'apprentissage qui consiste à chercher et à découvrir par soi-même. L'apprentissage passif débouche sur le désengagement.

Dans l'école d'ingénieur.e.s 5.0, l'étudiant est considéré comme un "apprenant-chercheur". Il a un rôle actif dans les apprentissages. L'école fait de lui un "faiseur de théories" plutôt qu'un simple "preneur". Elle lui apprend à analyser ses erreurs au lieu de les sanctionner, pour l'aider à progresser. Le personnel enseignant fait alors figure de guide, d'accompagnant qui se mêle aux activités des étudiants.

PROPORTION D'ÉTUDIANTES ET D'ÉTUDIANTS EN DOCTORAT (%)



Source : Institut Statistique de l'UNESCO (ISU), juin 2019.
Ne sont pris en compte que les pays représentant au moins 1% du nombre total des doctorants dans le monde.

Dans l'école d'ingénieur.e.s 5.0

» les étudiants sont informés sur les multiples compétences transversales que le doctorat permet de développer, transférables au monde professionnel. Ce qui donne un surplus de sens à la Recherche. Elle n'enferme pas dans un laboratoire mais offre une multitude de carrières possibles ;
» la recherche et l'innovation, qui font partie des fondamentaux de la formation d'ingénieur.e comme le numérique, marchent de concert et constituent un terreau favorable pour l'entrepreneuriat auquel les jeunes sont formés très tôt, dès qu'ils mettent un pied dans l'école ;
» l'ingénieur.e docteur.e développe une vision internationale grâce notamment à la mobilité et/ou les doubles tutelles.

INCLURE LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DANS CHAQUE DISCIPLINE, CHAQUE PROJET

À l'image de la société qui donne un coup d'accélérateur à la transition écologique, les écoles d'ingénieur.e.s engagent leur propre mutation. Face à l'urgence, les questions écologiques doivent être systématiquement introduites dans chaque discipline, chaque cours, chaque projet. L'écologie doit infuser à tous les niveaux, recherche académique, projets scientifiques, technologiques, entrepreneuriaux ou relevant de la vie étudiante et associative… jusqu'au campus écoresponsable et aux standards internationaux.

En 2020, 78% des écoles d'ingénieur.e.s françaises avaient mis en place une démarche d'auto-évaluation DDRS, via le label DD&RS ou le Plan Vert[10]. Les étudiants doivent également être informés sur l'impact que l'écologie aura sur leur futur métier ou fonction et aux applications de la RSE. Cela nécessite des moyens humains et financiers ainsi qu'un effort de coordination, donc l'inscription des enjeux de transition écologique dans la stratégie. Fruit d'un travail participatif, sous forme d'ateliers autour de la fresque du climat et/ou des projets de développement durable, les stratégies des établissements intègrent ces enjeux au plus haut niveau. C'était le cas en 2020 pour 57% des écoles avec des degrés d'engagement plus ou moins ambitieux. 21% des écoles indiquaient un objectif de former 100% de leurs étudiants au développement durable.

10 Grand Baromètre de la transition écologique dans l'enseignement supérieur, Février 2021. Rapport L'écologie aux rattrapages.

On peut signaler l'initiative du Groupe INSA qui s'associe au think tank The Shift Project pour intégrer dans ses enseignements la problématique climat-énergie. Le travail de ce projet ClimatSup entamé depuis la rentrée 2020 progresse sur les transformations du schéma de formation et voit sa mise en œuvre progressive depuis septembre 2021. Les points d'étape et les délivrables peuvent-être consultés sur le web[11].

Le Rapport sur le développement durable 2021 suit les performances des 193 États membres de l'ONU sur les 17 objectifs de développement durable. Une course au classement des établissements d'enseignement supérieur est déjà lancée.

[11] https://theshiftproject.org/former-les-ingenieurs-a-la-transition

UN ENVIRONNEMENT PROPICE À L'EMPOWERMENT

Un professeur qui transfère ses connaissances à des apprenants, un manuel et un tableau noir. Pendant des siècles, on a enseigné de la même façon. Malgré les efforts pour moderniser la pédagogie, le cerveau de l'étudiant reste encore trop considéré comme un réceptacle de savoir à emmagasiner et l'étude comme un travail individuel. La relation enseignant/apprenant s'inscrit dans un cadre normatif et hiérarchisé.

Or, la société a évolué. L'informatique nous libère de l'impératif de connaître un sujet de manière exhaustive et nous offre la possibilité de nous focaliser sur le savoir-faire. La société attend des individus qu'ils construisent leur propre identité et soient acteurs de leur vie.

L'empowerment est une réponse à ce nouvel enjeu dans un environnement technologique qui modifie notre relation au savoir. Il met l'accent sur l'engagement personnel, l'autodétermination, la responsabilisation et le libre choix. L'atteindre nécessite, au moins en partie, une pédagogie adaptée qui privilégie l'expérimentation et s'adresse à toutes les parties du cerveau !

EXPÉRIMENTER, COOPÉRER, DÉVELOPPER UNE VISION SYSTÉMIQUE

Il y a un décalage entre ce qui se fait en cours et la vie réelle. Au quotidien, on apprend de multiples manières, en recueillant des informations sur Internet, en variant les expériences, en nourrissant des réflexions communes, des initiatives collectives. Bref, en interagissant à 360 degrés avec son environnement !

L'école d'ingénieur.e.s 5.0 s'inspire de la réalité, c'est-à-dire qu'elle renoue avec la nature et qu'elle respecte les rythmes d'apprentissage...

» elle privilégie la pédagogie par l'expérimentation, les projets et les challenges qui permettent de développer une vision systémique, de croiser différentes disciplines et compétences et de les travailler simultanément ;
» elle encourage la simulation et la modélisation, bénéfiques pour la compréhension et l'appropriation des phénomènes ;
» elle développe l'apprentissage coopératif pour faciliter les habiletés sociales et montrer qu'à plusieurs on ne va pas forcément plus vite, mais qu'on va plus loin ;
» elle permet de développer une culture internationale grâce à la mobilité et l'internationalisation à domicile.

C'est en comblant cette différenciation entre la pédagogie pratiquée à l'école et les modalités d'apprentissage en cours dans la vie réelle que nous établirons un continuum.

Nous ne dirons plus que nous retournons sur les bancs de l'école. Nous apprendrons tout au long de la vie pour s'adapter notamment aux évolutions des exigences des différents métiers de notre carrière !

Si nous considérons l'étudiant comme un apprenant-chercheur et que nous le rendons acteur responsable de sa formation, que nous transformons une quotité des heures en présentiel à l'école en temps consacrés à l'expérimentation et à la coopération autour de projets transdisciplinaires, nous aurons réussi à faire de nos étudiants, dotés des compétences d'autonomie nécessaires, des apprenants pour la vie.

> “ NOUS DEVONS CRÉER CETTE DYNAMIQUE D'OUVERTURE, FAIRE GRANDIR L'ESPRIT D'INITIATIVE, FORMER NON SEULEMENT DES EXPERTS, MAIS ÉGALEMENT DES PERSONNES AUTONOMES. C'EST LÀ QUE SERONT LA CRÉATIVITÉ ET L'INNOVATION.

L'ÉVALUATION DEVIENT UN OUTIL POUR APPRENDRE

Dans la logique actuelle, les jeunes sont évalués sur leurs capacités à intégrer et restituer l'information stockée, à un instant T lors duquel il s'agit d'être performant.

Dans l'école d'ingénieur.es 5.0

- l'évaluation n'est pas là pour sanctionner mais pour apprendre ;
- ce qui devient important n'est pas ce que l'étudiant sait et ce qu'il restitue mais ce qu'il est en train de mobiliser pour apprendre ;
- ce n'est plus le relevé de notes qui importe mais le portfolio que l'étudiant construit tout au long de son parcours, à travers les multiples expériences qu'il vit. Le portfolio valorise sa progression jusqu'au mémoire de fin d'études qui constitue une synthèse et un aboutissement de son travail, aussi important que le CV.

Cette approche de l'évaluation renouvelle totalement le regard que les enseignants et les étudiants portent sur l'apprentissage.

IDENTIFIER ET DÉVELOPPER SON POTENTIEL HUMAIN

La notion de capital humain, axée sur les compétences, les expériences et le savoir, définie par Gary Becker en 1964, n'a plus court dans le monde professionnel d'aujourd'hui ; d'autant qu'elle a souvent été réduite, par les entreprises, au capital humain générique, c'est-à-dire à la seule prise en compte de connaissances transférables entre salariés.

On sait désormais que l'humain, considéré dans sa singularité et placé au centre, est le meilleur point de départ pour encourager la motivation et l'engagement d'individus réflexifs et en quête de sens. Dès lors que l'on prend en compte cet individu, que l'on considère singulier et non plus interchangeable, il devient coresponsable de son épanouissement et de ses performances en entreprise.

Il y a donc nécessité, pour lui, de bien se connaître, d'identifier ses potentiels et de mettre en œuvre les moyens pour les développer.

Ce travail personnel a en principe déjà contribué à l'orientation post-bac. Tout futur ingénieur.e, doit s'engager à poursuivre cette démarche de connaissance de lui-même et de développement personnel. Bien se connaître lui permettra également d'aligner ses choix sur son identité et ses valeurs.

DÉVELOPPER SES POWER SKILLS ET SON LEADERSHIP

Comment expliquer que des individus au QI élevé échouent là où d'autres, avec un QI bien plus modeste, réussissent brillamment ? La différence est bien souvent liée à une autre forme d'intelligence que celle des capacités logiques et intellectuelles, l'intelligence émotionnelle. C'est-à-dire la capacité à analyser et contrôler ses sentiments et ses émotions mais aussi ceux des autres[12].

Cette forme d'intelligence et la place des sentiments dans la vie mentale, ont longtemps été sous-estimées par la recherche scientifique.

[12] Daniel Goleman, L'intelligence émotionnelle, 2014

Mais les nouvelles techniques de l'imagerie cérébrale permettent aujourd'hui d'observer ce qu'il se passe dans le cerveau lorsque l'on rêve, que l'on pense, que l'on ressent une émotion, etc. Les progrès accomplis récemment dans ce domaine questionnent les méthodes d'apprentissage. Ils devraient éclairer nos pratiques pédagogiques. On sait désormais que l'intelligence émotionnelle peut se développer, au-delà du patrimoine génétique de chacun et qu'elle est extrêmement malléable. Des exercices répétés permettent d'acquérir de nouveaux réflexes.

Les entreprises accordent une place, de plus en plus, importante à la manière de penser et d'être et plus largement à toutes les power skills au moment du recrutement. Il est aussi largement reconnu que se sont ces mêmes power skills – compétences relationnelles, esprit d'entreprendre et d'innover, adaptation au changement, résilience, empathie, etc. - favorisent la réussite managériale et l'accès aux postes à responsabilités.

Dans des univers qui se complexifient et se numérisent, tandis que nos relations deviennent flexibles plutôt que durables, les power skills apparaissent aujourd'hui comme un défi pédagogique mais demeurent pourtant le parent pauvre des formations en écoles d'ingénieur.e.s.

Leur dénomination même, sous le qualificatif de "soft" (douces), les relèguent parfois au rang de compétences qu'il serait facile d'acquérir et bon d'avoir. En réalité, ce sont les compétences qui vous donnent un véritable "pouvoir" au travail. C'est pourquoi nous préférons le terme retenu par les anglo-saxons de power skills. Plusieurs études montrent, en effet, que de solides compétences non techniques augmentent la productivité et constituent près de 90 % des attributs qui distinguent les leaders les plus performants.

N'étant pas des réflexes naturels pour tous, leur développement doit démarrer très tôt et nécessite un engagement sur le long terme.

COMMENT ENSEIGNER LES POWER SKILLS ?

L'erreur communément commise est d'enseigner les power skills en marge des enseignements scientifiques et technologiques, dans le cadre de cours théoriques et pratiques. Les apprentissages complexes nécessitent d'agir en situation, en mobilisant ses connaissances et ses expériences antérieures.

Les power skills se développent dans l'action et en interaction avec les autres. Elles se travaillent à l'école à travers les actions menées dans le cadre de la vie étudiante et associative, en se confrontant à l'altérité sur un campus multiculturel, par la pratique des sports, l'ouverture à la culture, les projets entrepreneuriaux, les projets scientifiques et technologiques, les projets communs avec des étudiants issus d'autres formations (écoles de management, d'architecture, d'art, etc.).

Ce sont autant d'occasions d'expérimenter sa capacité à travailler en groupe, à exprimer sa créativité, à faire face à l'incertitude, etc.

Cette expérience doit cependant être analysée et mise en perspective pour être productive. Elle nécessite de la réflexivité, une méta compétence essentielle pour développer toutes les autres ! C'est tout l'intérêt d'utiliser l'évaluation par les pairs, de monter des communautés de pratiques, de faire appel à des formateurs ou à des coachs. Ils encadrent les étudiants et les conduisent à analyser eux-mêmes les effets de leurs actions et de leurs comportements. C'est en observant ces résultats que les jeunes ajustent leurs façons de faire ou développent de nouvelles routines.

Un portefeuille de compétences permet aux étudiants d'identifier leurs power skills, de se situer, de suivre leur progression. Un effort important doit être fait aujourd'hui par les écoles d'ingénieur.e.s pour développer efficacement ces compétences et ces outils de pilotage.

LES 25 POWER SKILLS LES PLUS RECHERCHÉES AUJOURD'HUI ET DANS LES ANNÉES À VENIR - LA BOÎTE À OUTILS DES RH

COMPÉTENCES PERSONNELLES
- Confiance en soi
- Créativité
- Curiosité
- Développement personnel
- Flexibilité
- Humilité
- Intelligence émotionnelle
- Motivation
- Optimisme

COMPÉTENCES INTERPERSONNELLES
- Aisance relationnelle
- Bienveillance
- Capacité à déléguer
- Communication
- Empathie
- Esprit d'équipe
- Leadership
- Négociation

COMPÉTENCES PROFESSIONNELLES
- Autonomie
- Compétence numérique
- Esprit critique
- Ethique professionnelle
- Gestion du stress
- Résolution de problèmes complexes
- Sens de l'initiative
- Sens de l'organisation

> **« AU-DELÀ DE L'ENTREPRISE, LA QUESTION DES POWER-SKILLS SE POSE AUX INGÉNIEUR.E.S DANS LA PERSPECTIVE D'UNE PARTICIPATION ACCRUE À LA VIE PUBLIQUE ET CITOYENNE.**

Abdellatif MIRAOUI, Directeur Général de l'INSA Rennes de décembre 2020 à octobre 2021

“Les ingénieur.e.s sont formés pour traiter la complexité et jouent un rôle clé pour relever les défis de nos sociétés. La construction d'une nouvelle économie durable, circulaire et à faible émission de carbone va profondément modifier notre façon de vivre et de consommer.

En tant qu'ingénieur.e.s, nous avons le mandat de repenser la conception et le développement des produits et des services, et de proposer des solutions acceptables et surtout utiles pour le bénéfice de tous.

Philippe Tanguy, Directeur Général Polytechnique Montréal, Canada

PENSER ET AGIR COMME UN ENTREPRENEUR

Alors que les ingénieur.e.s sont formés pour innover, peu d'entre eux entreprennent. Les écoles d'ingénieur.e.s commencent à développer l'entrepreneuriat mais cela reste timide en comparaison de ce qui se passe dans les écoles de commerce et de management. Les modules dédiés à l'entrepreneuriat se placent, bien souvent, en fin de cursus, au niveau master. Or, entreprendre est un état d'esprit qui se travaille sur la durée.

Les compétences des entrepreneurs sont aussi très recherchées par les entreprises, que ce soit au niveau des grands groupes qui développent l'innovation participative ou dans le secteur de l'IT et du numérique, en perpétuelle transformation. Le marché a besoin d'intrapreneurs agiles, audacieux, créatifs, dotés d'une vision stratégique et prospective, ayant le goût du risque.

UN ÉTAT D'ESPRIT À CONSTRUIRE

Dans le contexte d'une école d'ingénieur.es 5.0 qui donne la part belle à l'expérimentation, l'entrepreneuriat prend toute sa place et très tôt dans le cursus. Il se vit tout au long du parcours de formation. L'entrepreneuriat n'a pas seulement pour but de former des entrepreneurs mais plus largement des professionnels qui vont acquérir une vision systémique, développer leurs capacités à communiquer, leur intelligence émotionnelle ; qui vont apprendre à s'organiser. L'entrepreneuriat développe la créativité, la persévérance et le dépassement de soi ; il inocule la capacité à s'adapter, prendre confiance en soi et à rebondir, à transformer la compétition en coopération et co-création.

UN ÉCOSYSTÈME LIANT RECHERCHE ET ENTREPRENEURIAT

L'école d'ingénieur.e.s 5.0 est un lieu idéal pour créer un écosystème dynamique dans lequel se mêlent la recherche scientifique et l'entrepreneuriat. Un lieu pour générer de nouvelles idées répondant aux enjeux écologiques et sociaux, et pour fournir un espace collaboratif à des partenaires industriels.

La recherche finalisée peut être une source d'inspiration pour les jeunes diplômés, les conduire à identifier des opportunités et envisager une carrière d'entrepreneur. Les jeunes doivent prendre conscience que la recherche permet de développer des compétences et des savoir-faire transférables dans l'entreprise, ou dans la création d'une start-up.

La revalorisation du Doctorat au-delà de la recherche et l'enseignement supérieur est un des leviers d'amélioration des taux de poursuite en doctorat des ingénieur.e.s. Allier recherche et entrepreneuriat permet ainsi de développer une vision prospective et ouvre largement la porte aux innovations dans les entreprises, principales clés de la compétitivité.

COMMENT FAVORISER L'ENTREPRENEURIAT DANS LES ÉCOLES D'INGÉNIEUR.E.S ?

Hafid GRIGUER, Ingénieur-Docteur
Directeur ILO, UM6P, Maroc

L'entrepreneuriat intéresse, de plus en plus, les jeunes étudiants et les doctorants. J'ai pu l'observer au nombre de jeunes souhaitant réaliser leur stage dans des start-ups ou intégrer un incubateur. Ce phénomène est sans doute dû à la forte croissance de l'industrie digitale. Plusieurs établissements accompagnent aujourd'hui ce mouvement porté par l'innovation dans le numérique et le développement durable qui forgent de nouveaux rêves dans la tête des jeunes et donne du sens à l'action.

Former à la recherche et à l'innovation devrait être une priorité dans les écoles d'ingénieur.e.s. Une acculturation très tôt à l'innovation doit aider à faire émerger des idées qui permettent de passer de la détection d'un besoin à l'opportunité d'entreprendre. Des espaces adaptés pour développer son projet sont nécessaires pour favoriser le partage et l'apprentissage par l'action. Ils doivent être dotés d'outils de développement technique et de moyens de prototypage. L'accompagnement par des coachs/mentors permet de transmettre la passion et le partage d'expérience. Nous sommes convaincus que des challenges réguliers complètent ainsi le développent des soft skills, apportant ainsi la maturité suffisante aux étudiants en termes de gestion d'équipe et de projet, prise de décision et prise de risque.

Le MSc Innovation and Entrepreunership INSA-RSB Rennes, est, à mon sens, un parcours inspirant autour de sa formation hybride qui croise à la fois le regard des jeunes de cultures complémentaires et les compétences managériales et technologiques nécessaires à la conduite d'un projet entrepreneurial.

MILLE FAÇONS D'ENTREPRENDRE

Tout projet quel qu'il soit, à visée économique, culturelle, sociale, humanitaire… est une occasion d'entreprendre. Créer ou contribuer au développement d'une Junior Entreprise, organiser une exposition ou un concert, mobiliser des fonds pour une ONG… Toutes ces actions ont une dimension entrepreneuriale. Elles permettent d'apprendre à s'exprimer, s'organiser, tenir un budget, vendre et argumenter… Bref, travailler ses power skills. Elles sont l'occasion de développer son audace et sa confiance en soi. Dans l'école d'ingénieur.es 5.0, ces actions menées dans le cadre de la vie étudiante et associative, font l'objet de crédits ECTS. La vie étudiante fait partie du processus d'apprentissage. Ces activités sont encouragées et reconnues au même titre que tous les autres enseignements.

ENTRER PLEINEMENT DANS L'ÈRE NUMÉRIQUE

Les acteurs de l'enseignement supérieur ont été en première position sur le front de la crise sanitaire avec des cours donnés, pour la première fois, à 100% à distance. Cette expérience a donné un coup d'accélérateur à la transformation numérique dans les universités et les établissements d'enseignement supérieur.

Les usages du numérique en cours ou envisagés sont multiples :

» évaluer les performances des établissements et éclairer les choix stratégiques, rationaliser les processus ;
» faciliter et personnaliser les apprentissages ;
» donner plus largement accès aux ressources stockées à grande échelle ;
» mettre à disposition des étudiant.es des outils et des applications mobiles et mieux les informer ;
» améliorer les services aux étudiant.es, aux alumni et aux entreprises.

Quelques exemples non exhaustifs d'usages

» le numérique peut être utilisé par les professeurs pour identifier précisément et rapidement les difficultés rencontrées par les étudiants et améliorer leurs résultats ; ceci en analysant les données recueillies via les applications que les étudiants utilisent ;
» le numérique ouvre également la voie à l'apprentissage adaptatif. Chacun peut progresser à son rythme, en fonction des supports dont il dispose et de son style d'apprentissage, visuel, auditif, kinesthésique, etc. ;
» l'IA peut doter les étudiants malentendants de nouveaux outils de transcription et leur permettre ainsi d'accéder aux cours dans leur totalité ;
» le numérique peut contribuer à une meilleure organisation et orientation des étudiant.es, pour simplifier le travail des équipes de soutien et d'appui aux activités de la vie étudiante.

UNE EXPÉRIENCE ENGAGEANTE, PERSONNALISÉE, OMNICANALE

ENGAGEANTE

L'école numérisée est une école qui offre une expérience variée, à distance, en présentiel, individuelle, en groupe. Les différents formats pédagogiques via des vidéos, serious games, Moocs, webinars, rapid learning (modules de 15 à 20 minutes en général) favorisent l'engagement des étudiants dans la formation.

PERSONNALISÉE

C'est aussi une expérience personnalisée au niveau de l'apprentissage. Chacun peut choisir ses formats, son rythme, approfondir là où il rencontre des difficultés. Mais également au niveau de l'information et des services. Les étudiants croulent aujourd'hui sous les mails, au risque de passer à côté de l'essentiel. Les applications numériques permettent de hiérarchiser et de personnaliser les informations.

OMNICANALE

C'est enfin une expérience omnicanale qui offre aux étudiants la possibilité de se connecter partout où ils sont, à n'importe quelle heure et depuis n'importe quel type d'appareil et d'espace d'apprentissage.

ADOPTER LA CULTURE DES TIERS-LIEUX INCLUSIFS ET PROPICES À L'INNOVATION

On voit émerger, ces dernières années, de nouveaux lieux d'apprentissage résultant du renouvellement des méthodes pédagogiques, dans lesquels aucune des composantes n'est laissée au hasard, physiques, matérielles, technologiques, humaines. Le mot d'ordre est l'ouverture et l'inclusion des diversités : on décloisonne les espaces et les esprits, on fait tomber les barrières culturelles, on cherche à encourager les interactions et à éveiller la curiosité. Mais nous n'en sommes qu'aux prémisses !

Ces nouveaux espaces sont qualifiés de tiers-lieux, une notion qui apparaît pour la première fois en 1989 dans l'ouvrage de Ray Oldenburg "The Great, Good Place". Le sociologue américain l'utilise pour décrire des lieux hybrides en ville : "Des lieux qui ne relèvent ni du domicile, ni du travail. Des lieux hybrides qui se situent entre l'espace public et l'espace privé, contribuant ainsi au développement économique et à l'activation des ressources locales".

Les lieux d'études vont s'hybrider pour devenir des tiers-lieux, nourrir et renforcer le projet d'établissement, influer de manière positive sur les comportements de leurs résidents. C'est-à-dire insuffler un état d'esprit aux nouveaux ingénieur.e.s reposant sur une communauté porteuse d'une forte culture du jouer collectif.

Dans la continuité de l'entreprise qui s'hybride sous l'impulsion de l'essor du travail à distance mais aussi de l'attention portée au bien-être des salariés et à la communication interne, le campus se transforme. Imaginé par des chercheurs et des professionnels de l'éducation, du design, des technologies et de l'ergonomie travaillant de concert, il incarne la diversité, la rencontre, le confort, le plaisir d'apprendre, mais aussi la durabilité, facilités par toutes les opportunités qu'offrent le numérique bien utilisé.

UN EQUILIBRE POUR RECOMPOSER L'ARTICULATION ENTRE L'INDIVIDU ET LE COLLECTIF…

Nous avons besoin d'avoir des repères et en même temps, d'être mobiles, de vivre de nouvelles expériences, de sortir de notre zone de confort.

Il faudra trouver un équilibre. Les repères s'incarnent physiquement dans cet espace à soi, au sein de son entreprise, dans lequel on peut travailler au calme, réfléchir, méditer ; un espace qu'on customise bien souvent à son image, puissant vecteur d'appropriation et d'engagement.

La mobilité s'incarne, quant à elle, dans le monde professionnel de demain, au sein de tiers lieux à l'image des espaces de coworking qui se développent à grande vitesse. S'y mêlent travail, échanges, convivialité alors que l'on y côtoie des personnes issues de multiples horizons professionnels, et même géographiques. Ce sont des espaces propices à la sérendipité qui favorisent, par leur décloisonnement et leur agencement, l'élasticité intellectuelle. Pour que nos jeunes, futurs cadres, s'y sentent naturellement à l'aise, nous devons, dès à présent, les habituer à travailler autrement dans des écoles conçues dans cette même veine.

Le collectif s'appuie sur des potentialités individuelles. Nous devons les cultiver pour alimenter les synergies. Décloisonner les espaces, c'est décloisonner les esprits. Chacun doit néanmoins pouvoir au choix, en fonction des moments et de ses inspirations, s'isoler, collaborer ou communiquer.

DES ESPACES D'APPRENTISSAGE, DE PARTAGE ET D'INNOVATION

DES ESPACES COMMUNICANTS ET CONNECTÉS

» Salles et amphithéâtres équipés pour un enseignement hybride (présentiel/distantiel) ;
» Centre de conférences ouvert au grand public.

UN LIEU DE VIE, DE RENCONTRES, DE DÉTENTE ET DE JEU

Équipements sportifs, restaurants, relaxation room, gaming zone (consoles et ordinateurs en libre accès), espaces pour le BDE et les associations étudiantes & alumni.

CO-WORKING ET CRÉATIVITÉ

Salles pour travailler en groupe sur des projets/défis, espace dédié à la pratique du design thinking.

DES ESPACES POUR EXPÉRIMENTER, APPRENDRE, ÉVEILLER LA CURIOSITÉ

Fab Lab, robothèque, équipements EdTech, learning center.

OUVERT AUX PROFESSIONNELS ET AUX ENTREPRENEURS

Un pôle d'incubation et d'accélération pour les startups et les PME de croissance, centre de certification, executive education.

RESPONSABLE, EN HARMONIE AVEC LA NATURE

Accessibles aux personnes en situation de handicap, labellisé DD&RS (Développement durable et Responsabilité Sociale) et certifié Haute Qualité Environnementale (HQE), bâtiments végétalisés, espaces verts, parcs à vélos, transports en commun.

MULTICULTUREL

Campus équipé de résidences pour accueillir les apprenants et les partenaires locaux, ponctuellement, pendant leur mobilité physique.

UN SMART CAMPUS ÉCORESPONSABLE

Le smart campus s'inspire de ce qui a été fait notamment par des entreprises de la Silicon Valley pour réenchanter les lieux de travail. Il est défini par Gartner[13] comme "un environnement physique ou numérique dans lequel les humains et les systèmes technologiques interagissent dans des écosystèmes de plus en plus ouverts, connectés, coordonnés et intelligents". Il a pour objectifs de "créer une expérience plus immersive, interactive et automatisée pour les étudiants, le personnel, les professeurs et les parties prenantes", de mieux maîtriser les coûts d'exploitation des bâtiments mais aussi d'améliorer le confort des usagers. Le smart campus répond aux attentes de la nouvelle génération née avec le numérique et la génération "climat".

13 Entreprise américaine de conseil et de recherche dans le domaine des techniques avancées dont le siège social est situé à Stamford dans le Connecticut

> La créativité et le génie ne peuvent s'épanouir que dans un milieu qui respecte l'individualité et célèbre la diversité.
>
> Tom Alexander

> L'imagination est plus importante que la connaissance. Car la connaissance est limitée, tandis que l'imagination englobe le monde entier, stimule le progrès, suscite l'évolution.
>
> Albert Einstein

Le smart campus permet, par exemple, de :

» surveiller la consommation d'énergie et d'eau, l'anticiper et l'adapter aux besoins ;
» réduire les problèmes de circulation et de stationnement par une meilleure évaluation et gestion des flux ;
» travailler en collaboration à distance et faciliter les encadrements de proximité ;
» accéder et se déplacer plus facilement sur le campus grâce à la reconnaissance faciale et les cartes à puce ;
» améliorer la gestion de l'établissement ;
» informer en temps réel les parties prenantes des temps forts du campus ;
» assurer le suivi de la participation des apprenants aux cours , aux ateliers et aux projets.

UNE DOUBLE PERSPECTIVE

“ Pour former l'ingénieur.e entrepreneur à fortes responsabilités sociétales, notre plus grand défi sera de réussir une hybridation "profonde" entre les sciences fondamentales et les Sciences Humaines et Sociales. Intégrer cette double perspective, dès le début du cursus pour n'en faire qu'une à terme, est une métamorphose dans la formation d'ingénieur.e.s. Quand des équipes interdisciplinaires auront intégré, dans leur propre vision, les Sciences Humaines et Sociales, le Développement durable et les usages, nous disposerons de produits de formation complets. Les compétences intimement liées, essentielles pour traiter des problématiques à fort enjeux sociétaux sous leurs différents angles, humains et technologiques, et de manière contextualisée, nourriront alors la vision de l'ingénieur.e 5.0.

L'INGÉNIEUR.E 5.0 ENTREPRENEUR À FORTES RESPONSABILITÉS SOCIÉTALES

Formé à la recherche, à l'innovation et à l'entrepreneuriat, il contribue au développement des grands groupes, des PME et alimente l'écosystème local de l'innovation

Sa vision est globalement sur 360°, au-delà des solutions techniques, il maîtrise les enjeux et les problématiques grâce à une formation hybride intégrant Sciences fondamentales et Sciences Humaines et Sociales

Formé au « développement durable » il est engagé sur le terrain écologique et social. C'est un collaborateur clé pour faire avancer les entreprises sur les enjeux de carbone, de biodiversité et d'inclusion des diversités.

Il maîtrise les fondamentaux notamment un très haut niveau en mathématiques. Il est appelé à opérer des choix déterminants dans les nouveaux processus de conception et de simulation.

Issu d'une communauté apprenante plus que d'une école, il est aguerri aux méthodes agiles et créatives. Il stimule la coopération et l'ouverture au sein d'équipes internationales. et multiculturelles ! Il est prêt pour se former en autonomie tout au long de la vie.

Ses power skills lui permettent de manager avec discernement toutes les situations. C'est un influenceur visible et audible dans l'espace public et les médias. Il éclaire la société avec ses connaissances scientifiques et objective les débats.

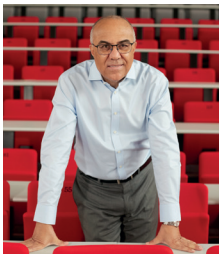
Il a intégré le numérique dans sa manière de penser et de travailler au quotidien. Cela lui permet aussi de dialoguer avec les professionnels de l'Industrie 4.0 et de développer de nouvelles briques technologiques et organisationnelles.

Impression : Media Graphic - Février 2022
Imprimé sur du papier 100 % recyclé par un imprimeur certifié « imprim'vert »

Crédits photographiques :
©Alexis Chézière / ©Frédérique Touitou / ©Adobe Stock

M'Hamed DRISSI débute sa carrière en 1986 en tant qu'ingénieur-chercheur chez France Télécom avant d'intégrer, en 1991, l'Institut National des Sciences Appliquées de Rennes (INSA) où il est professeur des universités promu à la classe exceptionnelle en 2008. Il est, par ailleurs, titulaire d'un doctorat (1989) et d'une habilitation à diriger des recherches (1997). Ses activités de recherche, au sein de l'Institut d'Électronique et des Technologies du Numérique (IETR) se concentrent sur les systèmes antennaires et les circuits micro-ondes associés. Il est directeur de 48 thèses de doctorat dont 45 soutenues. L'ensemble de ses travaux a fait l'objet de plus de 284 communications et publications dans des revues, des brevets et des colloques internationaux. Ses travaux et ses engagements ont été également récompensés par plusieurs distinctions et prix nationaux et internationaux.

M'Hamed DRISSI a été nommé Directeur général de l'INSA Rennes de 2010 à 2020 et assure l'intérim depuis octobre 2021. Il a été Vice-Président du Groupe INSA délégué au projet INSA international (2016-2020) et chargé de la transition Climat-Énergie (2018-2020). Il préside le campus d'innovation de Rennes et participe aux travaux de Campus France, de la Conférence des Grandes Écoles et de l'agence Erasmus+. Depuis 2010, plusieurs grandes actions ont marqué ses mandats : la création de nouvelles spécialités d'ingénieur.es, le développement de double-diplômes à double compétence et de nouvelles filières hybrides en partenariat avec les établissements locaux et internationaux, le développement de nouveaux partenariats de recherche avec les entreprises.



Professeur des Universités depuis septembre 2000, Abdellatif MIRAOUI a été Directeur Général de l'INSA Rennes - Institut National des Sciences Appliquées - en France de décembre 2020 à octobre 2021. Pendant cette période il a également présidé la commission relations internationales de la Conférence des Grandes Écoles et le Campus Innovation de Rennes. De 2011 à 2019, il a été Président de l'Université Cadi Ayyad de Marrakech. Il a occupé le poste de Président de l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF) de 2013 à 2017.

Abdellatif MIRAOUI a été membre Expert du Conseil Supérieur de l'Education, de la Formation et de la Recherche Scientifique du Maroc (juillet 2014 à juillet 2019) au sein duquel il a présidé la Commission Enseignement Supérieur et le groupe de travail Formation Professionnelle. Il a été membre de la Commission Spéciale sur le Modèle de Développement au Maroc. Il a été membre du Comité Scientifique COP22 et est actuellement expert au sein de plusieurs agences d'évaluation. Il est membre de l'Académie des Sciences et Techniques de Roumanie. Il est également Docteur Honoris Causa de plusieurs universités internationales.

Abdellatif MIRAOUI a été Vice-président chargé de la recherche et a dirigé la formation d'ingénieur.es en Energie à l'Université de Technologie de Belfort Montbéliard (UTBM) en France. Ses thématiques de recherche portent sur : la pile à combustible, la production et l'utilisation de l'hydrogène, les Smart Grids et les systèmes d'entraînement destinés aux véhicules électriques et hybrides. Il est auteur de plus de 300 publications scientifiques dont plus de 120 dans des revues internationales avec Impact Factor, co-auteur de quatre ouvrages, et directeur de 37 thèses de doctorat.

9 782958 204211