



**Think
Tank.**

**Arts &
Métiers**

L'INGÉNIEUR-MANAGER 4.0 : LE LEADER DU XXI^e SIÈCLE

RAPPORT / FÉV. 2021

PRÉAMBULE

MÉTHODOLOGIE

Le Think Tank Arts et Métiers a confié à Valentine Ferreol et Charles Dehelly la mission d'animer un groupe de réflexion sur le thème : « Quel manager pour la 4^e révolution industrielle ? »

Traitant du manager non pas au sens où on l'entend habituellement de « gestionnaire » mais au sens de « meneur d'hommes et de femmes », les animateurs ont pris le parti de composer un groupe de réflexion très hétérogène en termes d'âge, de genre, de formation et d'expérience afin de lire nos résultats avec une grille de valeurs allant du baby boomer au millénial.

Les trois objectifs suivants ont permis d'alimenter les réflexions du groupe :

- 1) Disposer, par une large enquête, d'une photographie de la 4^e révolution industrielle, au travers des ingénieurs qui la vivent au quotidien.
- 2) Identifier par des interviews de grands dirigeants internationaux fortement impliqués dans la 4^e révolution industrielle en France, en Allemagne et en Asie leur vision du manager du futur.
- 3) Analyser les sites internet des Grandes École Françaises, dans toutes leurs composantes, afin d'avoir une photographie de l'état de l'art de l'enseignement au « management des hommes et des femmes » et en déduire les évolutions souhaitables.

REMERCIEMENTS

Le Think Tank Arts et Métiers, souhaite vivement remercier tous les membres du groupe ayant consacré temps et effort dans une période « covid » difficile avec des remerciements particuliers à :

- Virginie Fortineau : enseignante à l'ENSAM qui, bien qu'appelée d'urgence en renfort à l'APHP lors du pic de la Crise Covid a tenu à terminer son analyse des formations au management dans les grandes écoles.
- Philippe Pichol-Thievend : doctorant en sciences de gestion pour son énergie considérable déployé dans le dépouillement de notre vaste enquête auprès de 850 managers.
- François Xavier Oliveau : qui en plus d'une participation active à nos travaux a apporté son talent d'écrivain (Microcapitalisme – vers un nouveau pacte social) pour faire de notre rapport un document qui nous le pensons sera agréable à lire pour le lecteur.

Enfin, aux dirigeants d'entreprises et aux 850 ingénieurs qui ont bien voulu consacrer du temps pour répondre à notre enquête et nos interviews.

Le fort taux de réponses à notre enquête, la disponibilité des dirigeants, la précision des réponses et l'élaboration des réflexions montrent que le Think Tank a adressé là une question essentielle dont les bonnes réponses conditionneront l'avenir et la prospérité de la France et de l'Europe.

SOMMAIRE

Introduction	5
I. LA RÉVOLUTION 4.0	7
1.1 Une révolution technologique	7
1.2 L'industrie 4.0 s'inscrit dans des mutations plus vastes	12
1.3 Un impact majeur sur les organisations	13
II. UN MANAGEMENT « AUGMENTÉ »	
 OU UNE RÉVOLUTION MANAGÉRIALE ?	16
2.1 Le rôle de manager, un rôle essentiel des ingénieurs	16
2.2 Des compétences « traditionnelles »	
mais qui deviennent de plus en plus systémiques	19
2.3 De nouvelles exigences qui appellent	
des compétences renforcées	20
2.4 Un portrait-robot d'une très grande exigence	26
III. FORMER DES INGÉNIEURS-MANAGERS 4.0 EN FRANCE	29
3.1 La formation des managers est le grand absent	
de la formation initiale d'ingénieurs en France	29
3.2 La formation des ingénieurs 4.0 doit s'articuler	
autour de plusieurs axes forts	35
Conclusion	39
Annexe 1 : Lettre de mission	40
Annexe 2 : Acteurs du groupe de travail	41

INTRODUCTION

Comme notre quotidien, le monde du travail est soumis à des bouleversements considérables. Des robots à l'intelligence artificielle, l'impression 3D ou les drones, les nouvelles technologies transforment radicalement les opérations des entreprises – usines, entrepôts, sites de service.

En à peine une génération, nos sociétés se sont vues en outre confrontées à des défis considérables : économiques (mondialisation des échanges, montée de la Chine, explosion de l'endettement, stagnation séculaire...), sociaux (triplement et vieillissement des populations, migrations, place du travail, évolution des valeurs...) et environnementaux (réchauffement climatique, dégradation des écosystèmes...). Ils modifient en profondeur les motivations et les comportements, notamment chez les nouvelles générations mais aussi chez les plus anciens.

Comment évolue le rôle de l'ingénieur-manager dans ce contexte ? C'est la question que nous a posée le président du Think Tank des Arts & Métiers en décembre 2019. Quel est son rôle, quelles compétences doit-il développer, comment le former demain ? Notre prospérité collective dépend de notre capacité à y apporter les bonnes réponses.

En s'appuyant sur notre expérience de professionnels de l'industrie, du management et de l'enseignement supérieur, en la complétant par une douzaine d'interviews de dirigeants et par une enquête remplie par plus de 800 ingé-

nieurs-managers Arts et Métiers, de tous âges et secteurs économiques, nous avons vu se dessiner une vision claire et très cohérente de l'ingénieur-manager 4.0 et de ses très nombreuses qualités techniques, managériales et humaines.

Nous vous invitons donc à rencontrer celui qui, nous le pensons, sera ce leader du XXI^e siècle, dont nous aurons besoin en nombre.

LA RÉVOLUTION 4.0

1.1 Une révolution technologique

Le monde est entré depuis quelques décennies dans une révolution majeure. Klaus Schwab, président du forum économique mondial, la qualifie de « quatrième révolution industrielle. » Elle se caractérise par la convergence d'une multitude de technologies. La plupart d'entre elles ont un impact majeur sur la manière de concevoir et fabriquer des biens et des services.

Ces technologies sont pour certaines très matures. Mais elles vivent actuellement une mutation conjointe, caractérisée par une forte baisse des prix, une miniaturisation et une amélioration des performances qui les fait, de manière concomitante et simultanée, passer du stade de prototype à celui de grande série déployable à coût compétitif.

- **Les véhicules autonomes** – qui incluent moyens de transports (automobile, maritime, aérien), drones, chariots autonomes dans l'industrie.

L'entrepôt d'Amazon de Brétigny-sur-Orge utilise des robots autonomes qui déplacent les étagères de stockage (racks) directement au poste de travail où les marchandises sont saisies et emballées par le préparateur. Le robot ramène ensuite le rack à son emplacement, plus ou moins éloigné en fonction du contenu (*fast mover/ slow mover*)¹. Le préparateur ne quitte donc pas son poste, ce sont les étagères qui viennent à lui.

- **L'Internet des objets (IoT)** – les objets connectés permettent notamment de capter et transmettre en temps réel des informations sur les équipements de production, avec de nombreuses applications en maintenance prédictive, diagnostic à distance ou optimisation de parc d'équipements, par exemple. Leur utilisation et leurs usages vont être encore accélérés et transformés par l'émergence des technologies 5G.
- **Le M2M (machine-to-machine)** – facilitée par l'IoT, la capacité d'échange d'informations de machine à machine permet une réactivité en temps réel et une prise de décision automatisée au plus près de l'équipement industriel.
- **Les systèmes cyber physiques et les robots** – utilisés seuls ou en binôme avec des opérateurs. Leur coût a considérablement décru, rendant la robotisation d'une ligne souvent rentable à court terme.

L'usine expérimentale de BCG à Saclay (ICO) dispose d'une ligne de production qui peut produire indifféremment et en même temps des lave-linges et des scooters. Elle est constituée d'une suite de postes combinant un robot six axes et un opérateur qui suit des instructions données par tablette. Ces instructions s'adaptent à chaque produit qui passe sur la chaîne. Elles permettent une individualisation à la pièce, tout en utilisant une main d'œuvre non qualifiée.

Dans le domaine des processus, la robotisation des activités transactionnelles répétitives (RPA) permet l'élimination de ces tâches, et éventuellement leur relocalisation quand elles sont sous-traitées dans des pays à bas coût de main d'œuvre.

1 / <https://bfmbusiness.bfmtv.com/entreprise/amazon-inaugure-son-premier-entrepot-robotise-en-france-1792727.html>

- **Le prototypage rapide et l'impression 3D** – pour toutes les applications de prototypage, mais aussi désormais pour des productions industrielles, notamment de pointe ou faisant appel à une personnalisation du produit manufacturé.
- **La réalité augmentée ou virtuelle** – utilisables sur tablette ou lunettes connectées, elles facilitent l'action des opérateurs et techniciens sur leur environnement ou leur formation

Safran utilise une application de réalité augmentée² pour le câblage de ses avions. Au lieu d'utiliser des gammes papiers, les utilisateurs se servent d'une tablette permettant de voir en réalité augmentée les opérations à mener sur les chemins de câble, permettant une intervention plus aisée, plus rapide et avec moins de risques d'erreur.

- **La puissance de calcul, l'analyse de données** – les progrès spectaculaires de la puissance de calcul permettent d'analyser des quantités de données considérables.

En 1995, le premier ordinateur d'une puissance de calcul d'un Teraflop a été produit par le département d'énergie américain, pour un coût de 50 millions de dollars et une emprise au sol de 160 m². Dix ans plus tard, la Sony PS3, en vente pour \$500 dans les grandes surfaces, dispose de la même puissance de calcul.

- **Le cloud et l'edge computing** – l'architecture *cloud* permet d'accéder à des services logiciels sans investissement, à capacité flexible, avec une maintenance et une mise à jour facilitées. L'*edge computing* en est une version décentralisée qui permet une réactivité accrue pour traiter les applications en temps réel.
- **L'intelligence artificielle** – permet d'améliorer la performance des processus dans le cadre de problèmes complexes, non-linéaires et dépendant de multiples paramètres.

Dans la briqueterie, l'intelligence artificielle permet d'optimiser et d'améliorer la régularité du procédé de séchage en fonction des conditions du process, mais aussi de la température et de l'hygrométrie ambiante.

2 / <https://player.piksel.com/v/ffjj9zou>

- **La simulation (jumeau numérique)** – développée tout d'abord dans l'aviation, la capacité de modéliser sous forme numérique un système complexe dans les moindres détails permet de le tester et l'optimiser avant la mise en production comme lors de l'exploitation.

EDF a mis en place des jumeaux numériques pour concevoir ses centrales nucléaires de nouvelle génération et en optimiser le rendement énergétique, lui permettant de développer des instruments et des outils de contrôle avancés à coût réduit et plus rapidement qu'en faisant appel à des méthodes traditionnelles de prototypage physique et d'essais.

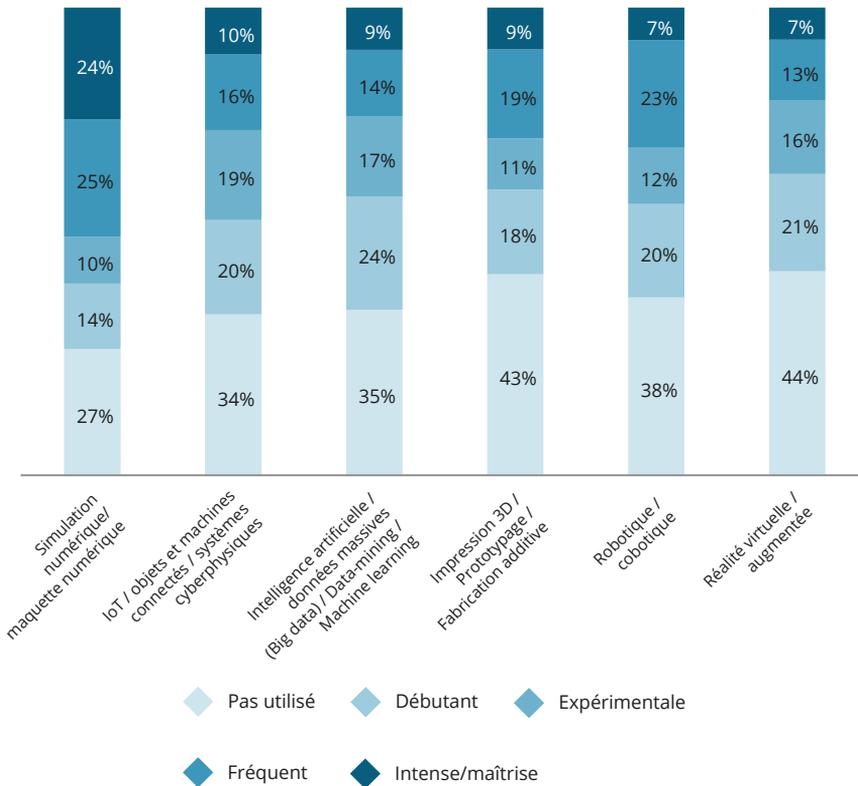
- **La cybersécurité** – l'ensemble de ces technologies crée une nouvelle dépendance à la machine et des vulnérabilités accrues des systèmes, notamment dans leurs interfaces avec l'extérieur de l'entreprise. La cybersécurité prend une dimension stratégique, et toute erreur ou négligence peut désormais avoir un coût très élevé.

Pour compléter ce tableau, il convient d'ajouter les réseaux et médias sociaux ainsi que l'accès instantané et quasi illimité à l'information. En effet, aujourd'hui omniprésents dans notre quotidien professionnel et de citoyen, leurs usages ont un impact croissant sur les comportements, le mode de management et de nombreuses professions dont celle de l'ingénieur.

La combinaison de ces technologies en milieu industriel est qualifiée d'« industrie 4.0 ». Elle ouvre une quantité d'applications sidérante, permettant d'améliorer la productivité, la qualité, la fiabilité, les délais et l'individualisation des produits.

Leur utilisation se répand à grande vitesse dans l'entreprise. La simulation et les maquettes numériques sont au moins « fréquentes » pour 49% des répondants de notre enquête, les robots et cobots pour 30%, le prototypage rapide et l'impression 3D pour 28%, les objets connectés pour 26%, l'IA et le big data pour 23%, les réalités virtuelle et augmentée pour 20%. En cumul, 68% des répondants mentionnent qu'au moins l'une de ces technologies est utilisée de manière fréquente ou intense dans leur entreprise.

FIG. 1 : utilisation des technologies 4.0 dans l'entreprise



Ces technologies sont toutefois moins utilisées quand la taille des entreprises diminue. Si 40% des répondants en grande entreprise utilisent ces technologies de manière fréquente ou intense, le chiffre tombe à 22% pour les entreprises de taille intermédiaire ou moyenne et 14% pour les petites entreprises. La pénétration dépend aussi du secteur : l'automobile utilise, par exemple, couramment robotique, simulation et prototypage rapide quand les télécoms privilégient l'IoT, le big data et l'IA.

La révolution de l'industrie 4.0 devient une réalité, mais il reste encore du chemin à parcourir, notamment pour les ETI qui, confrontées à la compétition internationale, peuvent trouver dans le 4.0 les moyens de relever le challenge de l'effet de taille.

1.2 L'industrie 4.0 s'inscrit dans des mutations plus vastes

L'industrie 4.0 s'inscrit dans un ensemble de mutations économiques et sociales considérables. L'échelle de l'entreprise industrielle est devenue le monde. L'essor du commerce international, facilité par l'invention du container, confronte l'entreprise avec des concurrents à l'autre bout de la planète. La compétition pour l'accès aux facteurs de production devient mondiale, qu'il s'agisse du capital, des matières premières ou, surtout, des talents.

La question des talents est particulièrement complexe. Car la génération qui entre sur le marché du travail a des attentes radicalement différentes. Les millenials s'inscrivent dans une logique de projet, sans adhérer aux parcours de carrière traditionnels. Leurs choix se font plus à court terme, sur la base d'un projet qui leur apporte une satisfaction ou un apprentissage immédiat, et qui doivent en général avoir une utilité sociale au-delà du simple profit de l'entreprise. La recherche de sens est un élément très fort de motivation pour cette génération.

L'environnement est aussi devenu un enjeu majeur, y compris dans le domaine de l'entreprise. Les activités humaines ont des impacts considérables sur leur environnement : émissions de gaz à effet de serre, de composés polluants ou nocifs ou de particules fines, explosion de la quantité de déchets, rejets de plastiques dans l'environnement, pollution aux nitrates... L'ampleur des impacts mobilise aujourd'hui toutes les parties prenantes ; clients, recrues, dirigeants ou investisseurs. La transition environnementale et la réduction des impacts sur notre environnement sont désormais des enjeux que l'entreprise ne peut ignorer, et qui deviennent même des enjeux « business ».

L'instantanéité caractérise ce début de XXI^e siècle. De l'entreprise au simple consommateur, le client a désormais un accès en temps réel à toute l'offre disponible, incluant les caractéristiques techniques, les prix et les délais de livraison. Obtenir un bien livré chez soi en 24 heures n'est plus un luxe d'enfant gâté, c'est devenu la norme du marché. La capacité à produire et livrer immé-

diatement est devenu un avantage concurrentiel. Les nouvelles technologies, et notamment l'impression 3D, laissent augurer de la prochaine étape : la possibilité de configurer un produit, de le faire produire immédiatement et de le livrer dans un temps très court.

Facilitée par la multiplication des plateformes, les modes de consommation évoluent du produit vers le service. L'industrie du logiciel a déjà largement basculé vers la fourniture d'un produit sous forme d'abonnement (« *software as a service* »). Le concept fait des émules : la donnée, le cloud, les systèmes d'information de l'entreprise, les infrastructures, les processus, mais aussi, bientôt, la mobilité ou certains biens matériels seront fournis sous forme locative. Le concept de solution remplace celui de produit, y compris pour des entreprises industrielles. Schneider Electric ne se définit par exemple plus comme un fabricant de matériel électrique, mais comme « fournisseur de solutions énergétiques et d'automatismes numériques pour l'efficacité énergétique et le développement durable. » En matière de consommation, l'important n'est plus tant la possession que l'usage, la disponibilité immédiate et en tous lieux d'une solution.

1.3 Un impact majeur sur les organisations

Dans un tel contexte, les enjeux de l'entreprise deviennent d'une incroyable complexité : il s'agit désormais de combiner rentabilité et sens, performance et impact positif, coût et qualité, produits et services, avec une exigence d'instantanéité et une concurrence mondiale. Tous les processus de l'entreprise sont concernés, de la conception du produit à la structure des chaînes de production, aux relations clients et bien sûr, au management.

La capacité à produire en série courte voire en un seul exemplaire à coût limité et l'automatisation des processus bouleversent l'équation traditionnelle des chaînes de production, avec un produit, jadis unique, fabriqué en masse dans le pays où la main d'œuvre est la moins chère. La part de l'homme dans la production baisse, alors même que le délai de livraison et la personnalisa-

tion prend de l'importance. Il faut s'attendre à une relocalisation de certaines chaînes de production, mais aussi à des modèles modulaires hybrides combinant la production de sous-ensemble standard dans des pays à bas coût de main d'œuvre et une étape d'assemblage retardée à proximité de la demande.

La proximité se traduit aussi dans la prise de décision. L'ensemble des informations permettant l'optimisation d'une étape de production est disponible en local et peut désormais être traitée en *edge computing* avec la possibilité de déduire les bonnes décisions d'une multitude de données analysées en temps réel. Les actions à effectuer peuvent être transmises à des opérateurs de manière sécurisée grâce à l'amélioration des interfaces, par exemple en utilisant de la réalité virtuelle ou augmentée.

Les besoins en terme de collaborateurs combinent une main d'œuvre très qualifiée et largement formée au numérique, capable de développer des méthodes et outils améliorant la production, des techniciens capables de faire fonctionner les équipements, mais aussi parfois une main d'œuvre dont le niveau de formation et compétences devient moins critique tant les processus peuvent être guidés par l'assistance de la machine et de la réalité augmentée.

Le contenu logiciel des produits augmente considérablement, permettant une amélioration continue et en temps réel. La combinaison du *hardware* et du *software* permet de réaliser des générations de produits beaucoup plus courtes, qui évoluent grâce à l'amélioration du *software*.

Enfin, la méthode agile s'impose pour raccourcir les développements de produits. D'abord issue de l'armée puis adoptée par les développeurs sous la forme de la méthode Scrum, elle consiste à produire le plus rapidement possible un produit basique, permettant de répondre aux besoins du client, et à l'améliorer ensuite par itérations successives. Elle raccourcit considérablement les temps de mise sur le marché, mais demande des modes de gestion et de management radicalement différents³.

3 / Exemple de la brasserie fourni par Stéphane Lapujoulade, Valprev

L'exemple des microbrasseries : mutation technique et organisationnelle

◆ L'évolution du marché de la bière illustre les liens étroits entre mutations sociétales, organisations et industrie 4.0.

Les consommateurs veulent désormais des bières moins standardisées, avec plus de personnalité et un ancrage territorial beaucoup plus fort. Autrefois concentré sur une vingtaine de brasseries, l'outil de production s'étend désormais à environ 200 microbrasseries, proches des lieux de consommation voire au cœur des métropoles. Ce sont des unités très techniques et automatisées, employant une main d'œuvre particulièrement qualifiée et mettant en œuvre de nombreuses technologies 4.0.

Contrairement aux ingénieurs salariés des brasseries traditionnelles, les ingénieurs des microbrasseries sont le plus souvent des acteurs indépendants travaillant pour plusieurs brasseries. Leur rôle comprend donc une dimension commerciale et entrepreneuriale qui doit s'ajouter à une expertise brassicole 4.0 indispensable.



UN MANAGEMENT « AUGMENTÉ » OU UNE RÉVOLUTION MANAGÉRIALE ?

Une telle révolution technologique, associée à des évolutions sociétales d'ampleur, change radicalement les modes de management des équipes. Les règles historiques du management ne disparaissent pas pour autant. Le leadership, la délégation, la transparence, la communication, par exemple, demeurent des compétences clés du manager.

2.1 Le rôle de manager, un rôle essentiel des ingénieurs

Les ingénieurs ont très souvent vocation à être des managers. D'après Yves Lilian, chercheur en sociologie des organisations, c'est même l'objectif premier des entreprises qui les recrutent. Pour lui,

« la demande des entreprises est forte, et porte beaucoup sur des ingénieurs polyvalents capables d'animer des équipes. L'ingénieur expérimenté, formé à la conduite de projet et à l'encadrement est très recherché dans la plupart des pays développés. »

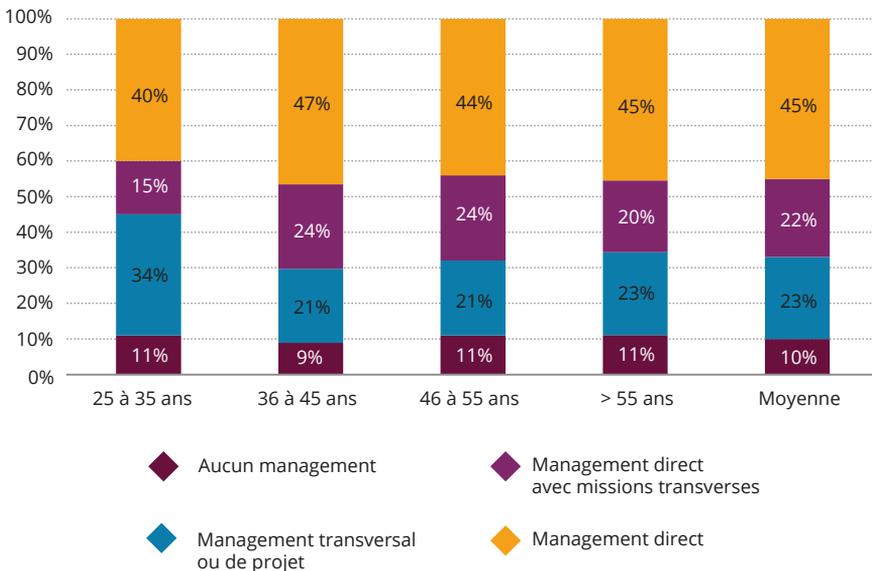
Il rappelle également les chiffres d'une étude de 2009 du CNISF⁴ :

« 45% des ingénieurs ont des responsabilités hiérarchiques. Sur ceux-ci, 41% encadrent un service ou département et 16% ont des fonctions de direction générale. En dehors même de ce rôle hiérarchique et plus largement, 58% répondent qu'ils animent des équipes, 48% qu'ils prennent des décisions stratégiques (ou y contribuent) et 57% qu'ils sont responsables d'un budget. L'immixtion dans leur rôle du management et de la gestion est donc forte, du fait de leur position organisationnelle. »

Notre enquête montre en effet que 67% des anciens des Arts et Métiers ont des responsabilités hiérarchiques, et le chiffre monte à 90% si on inclut les responsabilités de management transversal ou de projet.

De manière très surprenante, la répartition évolue assez peu avec l'âge, suggérant que les ingénieurs avec une vocation managériale exercent ces responsabilités très tôt dans leur carrière.

FIG. 2 : responsabilité de management des anciens des Arts et Métiers

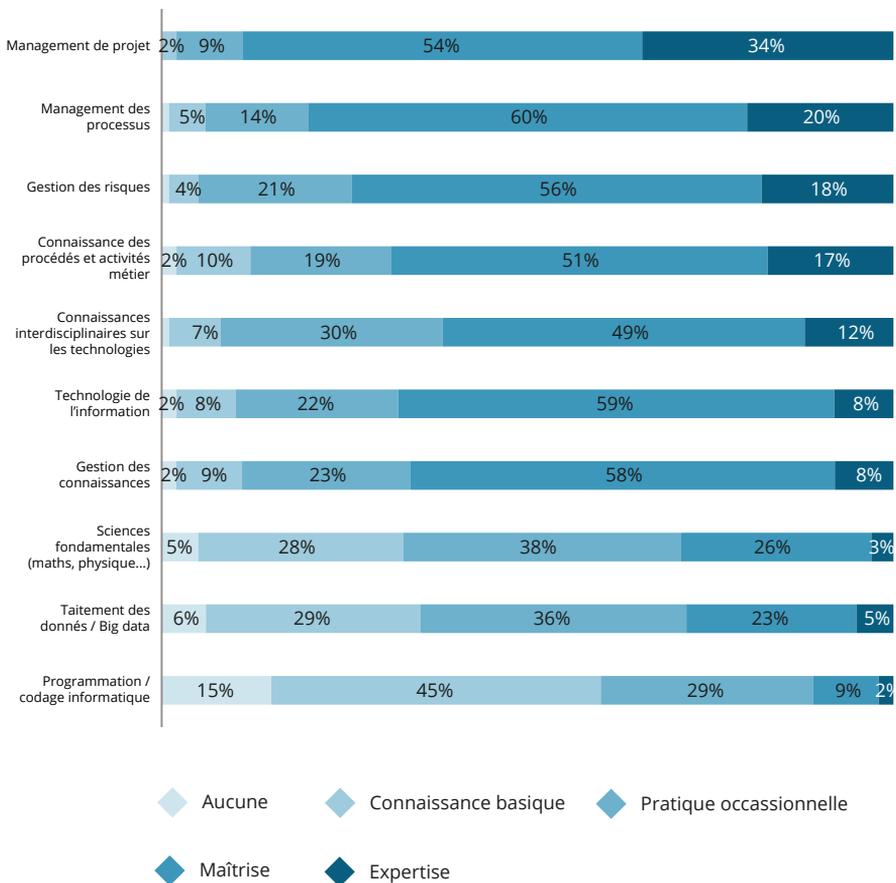


4 / Conseil National des Ingénieurs et Scientifiques de France

Le manager 4.0 doit désormais ajouter de nouvelles couleurs à sa palette de compétences. Transversalité, management par le sens, maîtrise de la donnée et de son traitement prennent de plus en plus d'importance. C'est notamment le cas des compétences transversales, comme l'ont exprimées les personnes interrogées dans notre sondage. Le management de projet, celui des processus et la gestion des risques sont des priorités clairement exprimées, quel que soit le secteur d'origine et la taille de l'entreprise.

FIG. 3 : niveau de maîtrise attendu de ces compétences pour un manager 4.0

Quel est le niveau de maîtrise attendu de ces compétences pour un manager 4.0 ?



2.2 Des compétences « traditionnelles » mais qui deviennent de plus en plus systémiques

L'irruption de la technologie n'enlève en rien la nécessité de maîtriser les fondamentaux du management. Aujourd'hui comme hier, il s'agit de :

- Définir un cap et le communiquer
- Fixer des objectifs
- Anticiper et prévoir
- Réagir en cas d'aléas
- Organiser
- Déléguer
- Animer et coordonner
- Contrôler

Les caractéristiques traditionnelles du bon manager restent donc essentielles : savoir définir des objectifs SMART (Simples, Mesurables, Atteignables, Réalistes et bornés dans le Temps), les communiquer clairement, déléguer en ajustant le niveau d'autonomie et de contrôle à la personne, former et transmettre, donner les moyens à son équipe de remplir sa mission, savoir contrôler les résultats, donner du *feedback* positif ou négatif, valoriser le travail de la personne, dynamiser et donner de l'énergie, valoriser et soutenir ses équipes vis-à-vis du niveau supérieur ou des autres départements, être exemplaire et susciter l'adhésion. Ces compétences demeurent essentielles. Le manager 4.0, comme son prédécesseur, doit être pragmatique et proche du terrain.

« Il doit pouvoir parler au compagnon comme au directeur général. »

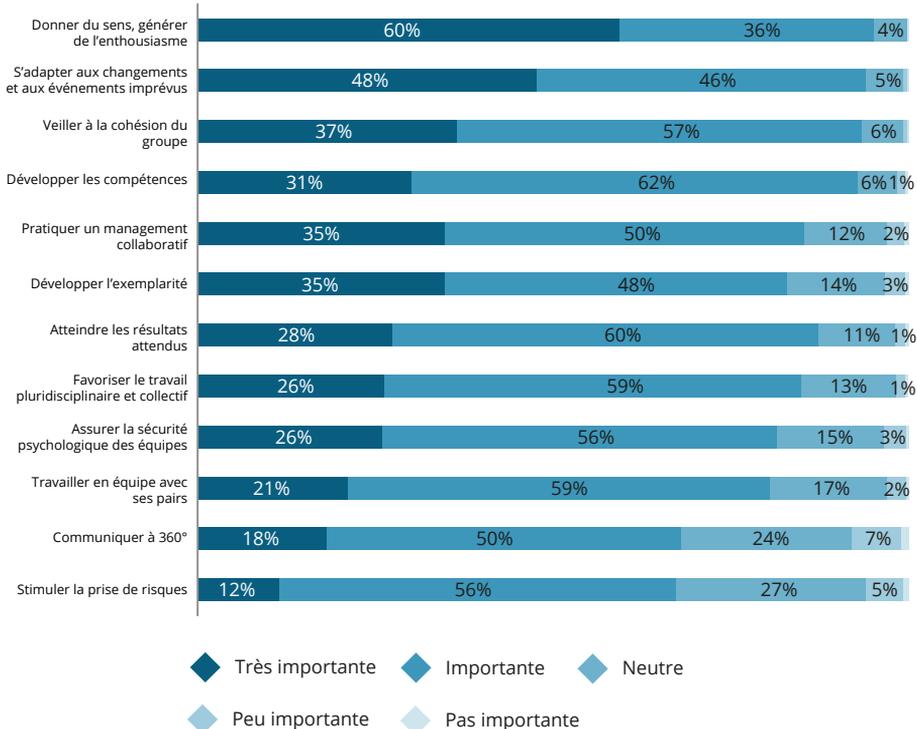
DIRECTEUR DE L'INNOVATION, TRAVAUX PUBLICS

2.3 De nouvelles exigences qui appellent des compétences renforcées

L'industrie 4.0 demande toutefois au manager de renforcer ou développer certaines compétences. Il s'agit bien sûr des compétences techniques sur l'industrie 4.0. Aujourd'hui, seuls 8 à 19% des répondants à notre enquête maîtrisent ou sont experts dans les technologies 4.0, en fonction des technologies. Il y a donc un enjeu majeur de formation technique, y compris dans le cadre de formations continues.

Sur le plan managérial, les enjeux remontés sont également très élevés. Le sens, l'adaptabilité, la cohésion du groupe, les compétences, le management collaboratif remontent très fortement dans les priorités, avant même l'atteinte des résultats.

FIG. 4 : priorités du manager 4.0



LA VISION ET LE SENS

La vision et la capacité à donner du sens est une compétence primordiale de l'ingénieur-manager 4.0. Il n'est plus question de remplir des objectifs sans les comprendre et sans y adhérer. Le manager joue désormais un rôle essentiel : il doit contribuer à élaborer la vision de son entreprise ou de son entité, et la transmettre. Ce besoin est absolument essentiel pour les nouvelles générations, mais il est aussi très fort chez les plus anciens.

Savoir définir et transmettre une vision, donner de la perspective et du sens fait partie intégrante du rôle du manager. Dans ce cadre, l'exigence d'exemplarité est essentielle. Prendre de la distance vis-à-vis de la vision ou la traiter de façon cynique risque d'aboutir à une perte de crédibilité et de confiance et à une démotivation immédiate des équipes.

« *Le manager doit être une boussole plutôt qu'un horloge.* »

DIRECTEUR DE L'INNOVATION, TRAVAUX PUBLICS

« *Les missions doivent avoir du sens, la fierté du travail accompli est essentielle.* » PDG ASIE, SERVICES INFORMATIQUES

L'exigence de sens a une conséquence. Il ne s'agit plus d'exécuter des instructions sans les comprendre ou y adhérer. Dans une logique d'efficacité, le manager 4.0 a désormais tout intérêt à prendre en compte les façons de penser de ses équipes, les points de vue d'experts et sensibilités ou les contraintes personnelles, dans une démarche de co-construction.

« *Les jeunes veulent une vision, un projet dans lequel s'investir. Le "command and control" ne marche pas du tout avec eux, il faut passer en mode "vision and adhésion". Les 30-50 ans ont un rôle essentiel, ils doivent être le "poil à gratter", maîtriser le fonctionnement en mode agile et adapter leur management.* » PDG, BATTERIES

« Il faut être très proche des équipes, connaître les capacités et les expertises de chacun, les manager de près. On doit prendre en compte leur vie personnelle de plus en plus. » PDG, SOLUTIONS INDUSTRIELLES POUR LES TRAVAUX PUBLICS

Dans cet environnement perçu comme incertain et difficile, le manager a aussi un rôle protecteur. Assurer la cohésion du groupe et la sécurité psychologique des équipes sont ainsi perçus comme importants ou très importants par au moins quatre répondants sur cinq.

FLEXIBILITÉ, ADAPTATION, CRÉATIVITÉ

L'exigence de flexibilité et les capacités d'adaptation sont des impératifs absolus. Un ingénieur débutant en 2020 peut s'attendre à vivre, au cours de sa carrière, plusieurs révolutions majeures. Il doit donc être dans une attitude permanente d'apprentissage et de remise en question de ses acquis, ce qui exige tout à la fois, une grande confiance en soi et une capacité d'adaptation.

« Nous sommes en plein monde VUCA (Volatile, Uncertain, Complex and Ambiguous). Le spectre est incroyablement plus large, nécessite une réflexion plus systémique. Les nouveaux outils sont la méthode agile, les POC (Proof Of Concept) et MVP (Minimum Viable Product), le travail collaboratif, le cloud, l'IA. » CIO, CHIMIE

« Il faut être authentique, ne pas se mentir à soi-même, savoir accepter la critique et décoder de bonne foi ce qu'il s'est passé. » PDG, ETI INDUSTRIELLE

« Il faut être adaptable, collaboratif, communiquer à la fois avec l'équipe et le client, accepter l'opinion des autres et savoir faire face à l'échec. » PDG ASIE, SERVICES INFORMATIQUES

L'ingénieur-manager doit également faire preuve d'esprit critique et de créativité. Il est d'ailleurs admis que la capacité à penser « hors du cadre » dans la conception comme dans la recherche de solutions est plutôt un point fort de la nouvelle génération. Dès lors, la question n'est pas tant leur capacité à créer que celle de leur hiérarchie à les mettre dans les conditions d'exprimer cette créativité.

« Il faut savoir sortir de sa zone de confort, refuser les silos, challenger "ce qui a déjà marché". L'accès à l'information n'est plus une source de pouvoir. Être directif ne fonctionne plus. » CIO, CHIMIE

« Les attentes vis-à-vis des jeunes sont paradoxales : on leur demande de renouveler les idées et d'intégrer les nouveaux usages dans l'entreprise, mais les managers ont tendance à les brider. » DIRECTEUR DE L'INNOVATION RH, RÉPARATION COLLECTIVE

LA PLURIDISCIPLINARITÉ : POUR LE MANAGER, POUR SES ÉQUIPES

L'ingénieur-manager 4.0 doit également posséder une bonne transversalité. En particulier s'il a un rôle technique, il ne peut pas se contenter d'être le spécialiste d'une discipline. Tout système mécanique, physique, chimique ou électrique intègre désormais une part extrêmement forte de numérique et de traitement de la donnée. L'exigence managériale ne saurait dispenser d'une forte compétence technique, teintée en outre d'une bonne dose d'esprit scientifique critique.

« Notre métier évolue de la chimie vers la gestion de systèmes intégrant senseurs, télécom, IT et traitement des données. Cela impose des profils d'équipes différents et pluridisciplinaires. » PDG, BATTERIES

« La superficialité galopante des ingénieurs devient agaçante. Leur rôle de manager se fait parfois au détriment de leurs compétences d'ingénieurs. »

EXPERT DU DIGITAL

Mais il ne peut évidemment pas maîtriser tous les domaines. Il est donc nécessaire de savoir s'entourer d'une équipe qui couvre l'ensemble des compétences nécessaires, et parfois avec des personnalités et des modes de pensée très différents. Le rôle traditionnel de chef d'orchestre du manager est accentué.

« Il faut constituer une équipe multi-facettes qui couvre l'ensemble des compétences ; mais c'est parfois très inconfortable. »

DIRECTEUR DE
L'INNOVATION, GÉNIE CIVIL

« Nous avons accompagné un groupe de l'énergie dont la culture était très "command and control" vers une logique plus axée créativité/compétitivité, avec un élargissement des profils recrutés. »

CONSULTANT RH

« La culture française est dans l'art de la réponse. Il faut au contraire manager par le questionnement, savoir challenger une question ou une situation (mais pas une personne). C'est aussi ce qui responsabilise les personnes que l'on encadre. »

EXPERT DU DIGITAL

LE NUMÉRIQUE ET LA MAÎTRISE DE LA DONNÉE

Par conséquent, le manager 4.0 doit avoir une compréhension systémique des technologies, du numérique et de la donnée. Il est aujourd'hui inconcevable de former un ingénieur qui n'ait pas une pratique courante du numérique, tout autant qu'on ne pourrait concevoir d'exercer le métier d'ingénieur sans avoir une bonne maîtrise de l'anglais. L'ingénieur 4.0 doit maîtriser les basiques et être capable de dialoguer avec les experts, il n'hésite pas à développer quelques lignes de code ou d'analyser lui-même des données, y compris en mettant en œuvre des outils d'IA.

« Une maîtrise du numérique est indispensable. Elle inclut les data analytics, les architectures système dont edge et cloud, la cybersécurité, la statistique et la donnée, l'intelligence artificielle. Il faut à la fois de la maîtrise technique, la compréhension de tout ce qu'on peut faire avec les outils et la capacité à appréhender un système dans son ensemble. »

DIRECTEUR INDUSTRIEL, ÉLECTROMÉNAGER

Le numérique peut d'ailleurs être un avantage concurrentiel des jeunes générations sur leurs anciens, et pose plus de défis aux managers expérimentés en poste qui doivent gérer des équipes potentiellement plus compétentes qu'eux sur ces sujets. La formation des managers expérimentés aux outils avancés du numérique et aux différentes briques qui composent l'industrie 4.0 est une très belle opportunité pour les établissements qui misent sur la formation continue.

ANIMER DANS UN ÉCOSYSTÈME LARGE DE DÉCISION

En termes d'organisation, la maîtrise d'une architecture décisionnelle est plus que jamais essentielle. Le rôle traditionnel du manager était de susciter la remontée des bonnes informations et de prendre une décision sur cette base. Dans l'industrie 4.0, de nombreuses décisions seront prises au plus près de l'outil et du terrain, avec des algorithmes récupérant et analysant les données en temps réel et un traitement « edge » local. Le rôle du manager est donc désormais de s'assurer que les algorithmes en place sont robustes, adéquats et bien entraînés, qu'ils ont accès aux bonnes données. Cette « automatisation » associée à la décentralisation des décisions s'accompagne d'une réflexion et d'une mise en œuvre de rituels et de processus de décisions qui permettent de développer un management collaboratif, répondant aux besoins de responsabilisation des collaborateurs et de raccourcir les cycles de décisions en les rapprochant du terrain, qui en maîtrise les tenants et les aboutissants. Ayant une compréhension générale des enjeux et risques associés à chaque décision, permettant de faire les bons arbitrages, l'ingénieur-manager 4.0 définit les processus et les niveaux de délégation des décisions, ainsi que les acteurs et expertises à associer selon les besoins, risques et impacts.

« Il y a traditionnellement quatre fonctions dans l'entreprise : le transactionnel, l'analyse des causes, le design et l'artistique. Le robot traite le transactionnel et le machine learning s'occupe de l'analyse des causes. Il y a au moins 30 % des tâches qui vont disparaître. » DIRECTEUR INDUSTRIEL, ÉLECTROMÉNAGER

« Nous avons besoin de personnes qui maîtrisent l'architecture digitale, et ce qu'on peut faire avec les données. » DIRECTEUR INDUSTRIEL, ÉLECTROMÉNAGER

Ces enjeux et ces risques touchent notamment les dimensions liées au business et à l'organisation. L'ingénieur-manager doit en effet s'intégrer dans un écosystème. Il doit penser son univers largement au-delà de son équipe, et intégrer notamment l'exigence d'échanges avec d'autres parties prenantes, notamment les fournisseurs. L'exigence d'intégration des systèmes oblige à construire des relations subtiles avec des fournisseurs qui doivent devenir des partenaires sans que l'entreprise perde ses leviers de négociation.

« Le manager doit gérer l'accompagnement des partenaires dans une logique d'écosystème. » PDG, SOLUTIONS INDUSTRIELLES POUR LES TRAVAUX PUBLICS

« Le manager doit savoir développer des systèmes collaboratifs et des réseaux transversaux. »

2.4 Un portrait-robot d'une très grande exigence

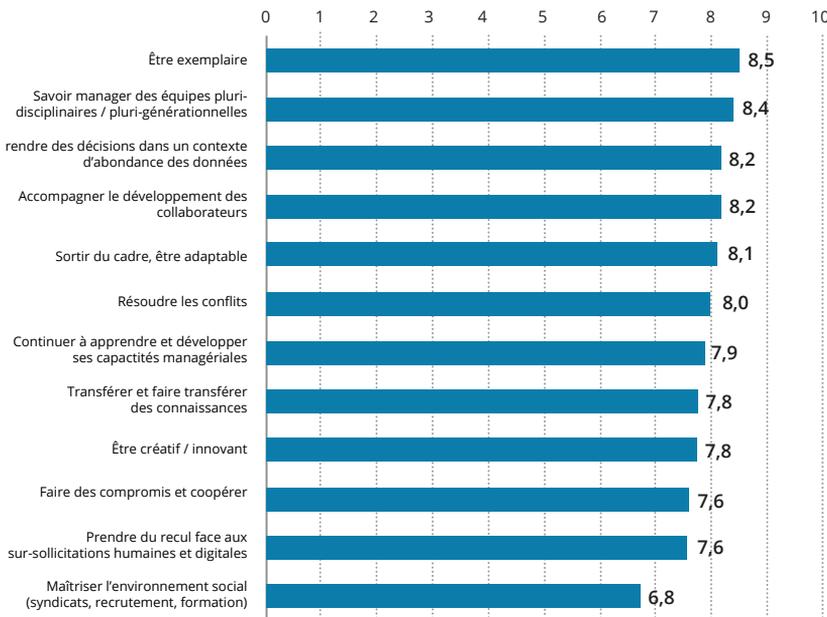
L'ingénieur-manager 4.0 doit donc maîtriser une double compétence :

- **Une compétence « high-tech »** : maîtrise technique des métiers et plus globalement technologique, numérique et digitale, avec la capacité d'avoir une vision systémique de l'intégration de ces technologies et de leur impact bénéfico-risques pour l'entreprise, mais aussi la société.

- **Une compétence « high-touch »** : donner du sens beaucoup et souvent, adapter sa communication, être présent (au contact, à l'écoute, soutien, décision, arbitrage, reconnaissance, gestion des exceptions), gérer sa visibilité et celle de son équipe (communautés et groupes internes et externes), assumer une responsabilité de coordination décisionnelle issue de processus partagés internes et externes.

Le degré d'exigence et de formation est donc particulièrement élevé pour des ingénieurs-managers. Les qualités liées au *leadership* ressortent comme essentielles, notamment l'exemplarité, la capacité à manager des équipes diverses et la prise de décision dans un contexte où les données sont abondantes voire surabondantes.

FIG. 5 : compétences requises pour le manager 4.0 (importance de 0 à 10)



Les entretiens confirment la dimension essentielle des *soft skills*.

« Il faut des softskills, c'est indéniable pour pouvoir être un leader respecté et inspirant. Il doit être fédérateur et donner l'envie. Il doit également être bienveillant. L'éthique et l'humilité permettent aussi d'assurer la proximité et la crédibilité avec l'équipe. Enfin, il faut susciter la confiance qui est le liant entre le manager et ses équipes. Il doit s'entourer de personnes qui sont meilleures que lui sur les sujets sur lesquels elles sont placées. Il doit avoir une vision, la sienne (où il veut aller) et celle de l'entreprise (où il doit aller). Il doit comprendre ce que l'on cherche. Il faut de l'autonomie, de la créativité et être capable de formuler une vision y compris sur la vie, la société. » RESPONSABLE QUALITÉ, TRAVAUX PUBLICS

« Le rouleau compresseur du rôle de manager est tellement énorme qu'il gomme la partie technique et industrielle de l'ingénieur. Les entreprises ont tendance à recruter des personnes surqualifiées par rapport à la responsabilité/le rôle confié. » EXPERT DU DIGITAL

Avec un tel degré d'exigence, les avis sont réservés sur la capacité des dirigeants actuels à relever les défis. D'après notre enquête, un collaborateur sur deux seulement fait globalement confiance aux dirigeants pour faire face aux défis de l'industrie 4.0. Et ils ne sont souvent pas plus de 30% à faire globalement confiance aux dirigeants pour construire une entreprise durable et responsable, mettre en œuvre la transformation et développer un nouveau *leadership*.

Comme dans d'autres domaines, la crise de la Covid-19 accélère la tendance. Pour 70% des répondants de notre enquête, elle aura d'abord un impact sur les relations et modes de travail ainsi que sur la transformation des organisations. Pour près de 45%, elle se traduira par un investissement accru dans les nouvelles technologies. La moitié des répondants considère logiquement que le rôle de l'ingénieur-manager sera renforcé après la crise. Les enjeux en termes de formation initiale et continue de ces personnes-clés des organisations sont donc plus que jamais considérables.



FORMER DES INGÉNIEURS-MANAGERS 4.0 EN FRANCE

3.1 La formation des managers est le grand absent de la formation initiale d'ingénieurs en France

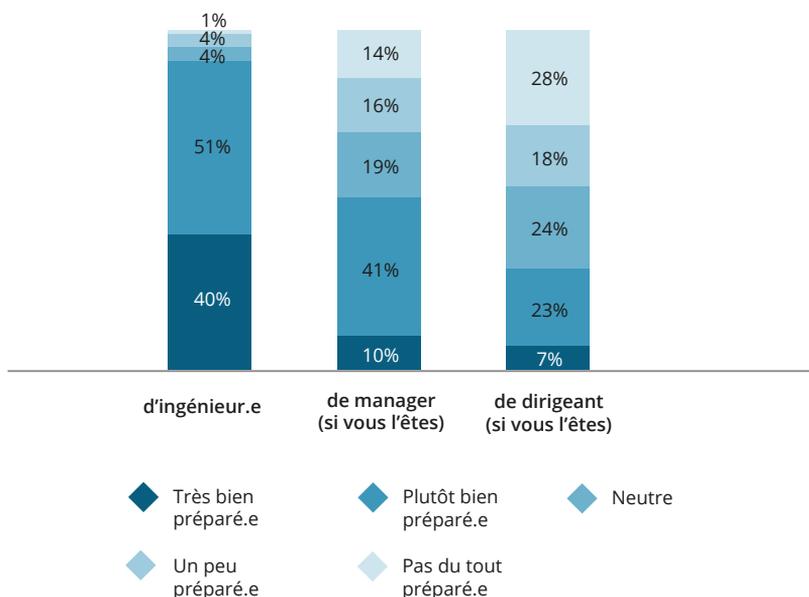
La formation au management doit être considérée comme un élément essentiel du cursus initial d'ingénieur, et non comme un point de formation continue qui ne serait fourni qu'après dix ou quinze ans de carrière aux ingénieurs évoluant vers des fonctions de direction.

Les ingénieurs considèrent que l'école les a peu formés au management des hommes.

En effet, si les ingénieurs considèrent à 91% que leur formation les prépare bien à leur rôle d'ingénieur (40% « très bien »), ils ne sont que 51% à considérer qu'ils ont bien été formés à leur fonction de manager d'équipes (10% « très bien ») et 30% à celle de dirigeant (7% « très bien »).

FIG.6 : Rôle de la formation initiale dans la préparation au management

Selon vous, votre formation initiale vous a bien préparé au rôle...



De fait, si on analyse les présentations des sites internet des grandes écoles d'ingénieurs, le management n'est pas une compétence prioritaire des ingénieurs, qui sont avant tout des scientifiques et des technologues de haut niveau, maîtrisant les technologies de l'information et de l'informatique.

La Commission des Titres d'ingénieurs (CTI) décrit ainsi les missions de l'ingénieur :

1. Recherche fondamentale et appliquée, développement
2. Études et ingénierie, conseil, expertise, innovation
3. Production, exploitation, maintenance, essais, qualité, sécurité
4. Systèmes d'information
5. Management de projet
6. Relations clients (marketing, commercial, support client...)
7. Direction, management des hommes, gestion, ressources humaines
8. Formation

Elle précise ensuite qu' « en général, les ingénieurs évoluent dans leurs fonctions au cours de leur carrière. Ils assurent bien souvent, en premier lieu, des fonctions de catégorie 1, 2, 3 ou 4 ; puis, pour certains d'entre eux, des fonctions de catégorie 5 ou 6 ; enfin, éventuellement, des fonctions de catégorie 7. Les fonctions de catégorie 8 sont souvent assurées, au moins partiellement, tout au long de la carrière. »

Pour ce qui concerne les Arts et Métiers, la réalité montre que les fonctions 5 et 7 sont remplies, pour 90 % d'entre eux, dès le début de leur carrière. Pourtant, le vocable « management » n'est pas cité dans le programme officiel du cursus grande école de l'ENSAM.

À Mines ParisTech, ce potentiel rôle de manager est suggéré dans l'introduction du programme qui dit que les mineurs sont de futurs « décideurs », et abordé dans le programme de 3^e année qui vise à « préparer aux rôles d'innovateur, d'organisateur et d'intégrateur d'un ingénieur généraliste dans le monde professionnel. »

CentraleSupélec prend clairement le virage entrepreneurial en arguant que la mission de l'école est de « préparer les élèves-ingénieurs à relever les grands défis scientifiques, techniques, économiques, environnementaux et sociétaux du XXI^e siècle. C'est pourquoi CentraleSupélec a construit une formation d'ingénieur-entrepreneur de très haut niveau scientifique, afin de répondre toujours mieux aux besoins des entreprises et de la société. » CentraleSupélec définit neuf compétences clés, parmi lesquelles on peut tout de même trouver la compétence C8 « mener un projet, une équipe. »

Polytechnique vise à préparer les polytechniciens « à se montrer aptes à fédérer des métiers différents. Le polytechnicien pourra ainsi évoluer vers des postes de coordination de haut niveau. » Pour l'X, plus qu'un manager, l'ingénieur est donc un « coordinateur », ce qui peut faire écho au fait (évoqué plus loin) que le manager a de moins en moins un rôle hiérarchique et de plus en plus un rôle transversal.

Selon toutes ces écoles, l'ingénieur 4.0 semble finalement être plus un scientifique, un technologue, maîtrisant le numérique, conscient des défis environnementaux, ouvert à l'international, et un entrepreneur, qu'un manager.

Certaines écoles adressent le sujet par des doubles-diplômes avec les écoles de management⁵ pour permettre à leurs ingénieurs de développer ces compétences, reportant ainsi la transmission des compétences de manager à une tierce entité.

Et d'ailleurs, les écoles de management forment-elles au management des hommes et des équipes ? L'examen du programme détaillé des enseignements de M1⁶ d'HEC, axé officiellement sur « les fondamentaux du management », par exemple, est constitué principalement de compétences techniques – finance, marketing, comptabilité, droit, politique... Seul un enseignement optionnel aborde le management responsable⁷ au sein d'une thématique « Ressources humaines, responsabilité sociétale, développement durable. »

Les autres écoles de commerce comme l'ESCP Paris et l'ESSEC proposent bien des Bachelor in Management⁸ et des Master in Management⁹, mais, à nouveau, le terme management doit ici être traduit par « gestion » et le programme ne comporte pas tant des enseignement managériaux dédiés, qu'ils ne constituent une dimension parmi tant d'autres dans les programmes.

Les enseignements directement ciblés sur le management à proprement parler semblent donc, d'après les sites web, davantage des exceptions que la règle. Notons par exemple, à l'ESSEC :

5 / <https://grandes-ecoles.studyrama.com/ecoles-d-ingenieurs/choisir-son-ecole/les-criteres-pour-choisir/ingenieur-manager-ou-autres-parcours-atypiques-pourquoi-ca-marche-1719.html>

6 / <https://www.hec.edu/fr/grande-ecole-masters/programme-grande-ecole/programme/m1-phase-generaliste>

7 / <https://www.hec.edu/fr/grande-ecole-masters/programme-grande-ecole/programme/m1-phase-generaliste/exercer-un-management-responsable>

8 / <https://www.esceurope.eu/fr/node/71>

9 / <https://www.esceurope.eu/fr/programmes/master-in-management>

- Séminaire « Comprendre et changer l'entreprise » : Qu'est-ce qu'une entreprise ? Sociologues, économistes, juristes... se penchent sur la question pour vous donner des éclairages et vous faire réfléchir aux différentes réponses possibles. Une excellente manière de comprendre à quoi servent les cours de gestion que vous suivrez tout au long de votre parcours.
- Séminaire « Leadership et prise de décision », avec l'école militaire Saint-Cyr Coëtquidan. Les officiers de Saint-Cyr Coëtquidan investissent le campus de l'ESSEC pour vous faire vivre des situations de crises militaires réelles afin que vous puissiez saisir les subtilités du travail en équipe et de la prise de décision.

En tout état de cause, l'écart est grand entre les exigences du manager 4.0, doué de qualités et de compétences de premier plan, et l'approche de l'enseignement supérieur qui n'aborde que peu la formation au management des hommes et des femmes.

C'est d'ailleurs ce que remontent les ingénieurs Arts et Métiers que nous avons interrogés. Ils plébiscitent l'ancrage terrain pour améliorer leurs qualités de management d'équipes, mais considèrent globalement que les études supérieures forment mal au management.

FIG. 7 : résultats de l'enquête auprès des ingénieurs Arts et Métiers

Êtes vous d'accord avec les affirmations suivantes (de 0 à 10) :



3.2 La formation des ingénieurs 4.0 doit s'articuler autour de plusieurs axes forts

La formation des jeunes ingénieurs peut s'appuyer sur des compétences générationnelles réelles, en leur faisant franchir un cap nécessaire sur le plan scientifique, méthodologique et humain. Les millenials sont en effet bien perçus par les personnes interrogées lors de l'enquête. Ils sont qualifiés de curieux, créatifs, dynamiques. Ces « digital natives » sont déjà familiers avec le numérique. Leur engagement est réel si, et seulement si, il est lié au sens de leur projet.

« Ils sont insoucians, créatifs dans leur vie, spontanés, réactifs, très ouverts. Leur cerveau s'est construit avec le monde d'aujourd'hui, ce qui constitue une richesse évidente. » PDG, SYSTÈMES INDUSTRIELS

Leur principale faiblesse, perçue par les dirigeants interrogés, est un certain manque de résilience, une capacité à s'épuiser rapidement et à abandonner.

« Les jeunes «digital natives» ont une grosse lacune : ils ne sont pas focalisés pour atteindre des objectifs. Ils demandent du sens (sauver la planète) mais ne sont pas “résilients” ou “pushy” pour résoudre une difficulté. » DRH, GROUPE INDUSTRIEL

UNE FORMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE INDISPENSABLE

La formation scientifique et technique reste la pierre angulaire de la formation d'ingénieur. Dans un monde ultra-tech, c'est même une nécessité et un avantage concurrentiel essentiel. Une formation généraliste est un plus, car elle permet de couvrir une grande variété de sujets pour les futurs managers et chefs de projets. Mais il faut aussi laisser la possibilité à certains profils de se focaliser sur une expertise pointue, car le besoin d'experts est extrêmement fort.

« Le socle scientifique doit être conservé largement car il assure la crédibilité et les expertises. » RESPONSABLE QUALITÉ, TP

Pour tous, une formation poussée au numérique est absolument indispensable. Leur familiarité naturelle avec l'outil ne peut en aucun cas se substituer à une formation technique de premier plan et très complète. Elle doit intégrer l'analyse de données, la formation à l'IA, l'architecture des systèmes dont l'*edge computing* et le *cloud*, et plus généralement toutes les technologies de l'industrie 4.0.

L'INTÉGRATION DE LA TECHNOLOGIE DANS UN MONDE EN MUTATION CONSTANTE

La maîtrise de la technologie n'est pas suffisante. Les ingénieurs-managers doivent comprendre en quoi, pourquoi et comment elle se déploie dans un écosystème plus large.

« Les formations technologiques d'ingénieurs doivent être absolument complétées par une formation à l'économie et aux business model qui sont la clef du nouveau monde, sans quoi ils ne pourront pas réussir. » DRH, GROUPE INDUSTRIEL

Ils doivent notamment maîtriser totalement les nouvelles méthodes de développement, à commencer par la méthode agile. Elle doit être acquise en travaillant sur des projets réels, concrets et pluridisciplinaires. Dans ce cadre, le travail avec des entreprises doit être privilégié, afin de confronter les étudiants à des organisations et des problématiques réelles et de leur apprendre à travailler avec des écosystèmes extérieurs.

« Il faut maîtriser le travail en mode agile, produire rapidement de vrais projets. Mieux vaut effectuer des stages en start up ou PME plutôt que dans des grands groupes pour travailler sur des projets concrets et opérationnels de court terme. » PDG, BATTERIES

« Pour nos hauts potentiels, nous avons développé un projet d'innovation. Il s'agissait d'imaginer les usages de demain dans la restauration collective en faisant appel à la VR/AR avec des lunettes de réalité augmentée, tout en validant la capacité d'adoption par le personnel sur site. Ce projet adresse donc plusieurs dimensions : vision, maîtrise des technologies 4.0, dynamique entrepreneuriale, adhésion des équipes et futur du travail. » DIRECTEUR DE L'INNOVATION RH, RESTAURATION

DÉVELOPPER UNE FORMATION ROBUSTE AU MANAGEMENT POUR LES INGÉNIEURS

Les exigences du management 4.0 imposent de travailler largement la dimension humaine et managériale.

Le manager 4.0 doit d'abord se connaître lui-même, comprendre ses forces et ses faiblesses et savoir quelles sont les compétences complémentaires qu'il va devoir rechercher en constituant son équipe. Des parcours de connaissance de soi et de travail sur la complémentarité des profils des équipes sont à privilégier. L'objectif est de bâtir la confiance en soi, l'humilité, l'éthique, le *leadership*.

L'esprit critique et la curiosité sont également des éléments essentiels, qui doivent être développés lors de la formation. Tout comme la capacité à questionner, y compris soi-même :

« Je rencontre régulièrement des bacs +5 qui ont une culture et une curiosité nulles. Ils ont appris et adopté les codes « à plat » comme dans les livres. A contrario, ceux qui ont réussi à apprendre à adresser les distorsions temps/attention liées au digital ont la capacité à évoluer de manière davantage éclairée et deviennent brillants, avec une plasticité émotionnelle et cérébrale. » EXPERT DU DIGITAL

L'intégration de sciences humaines dans le parcours doit être privilégiée. Des éléments de psychologie permettront de mieux comprendre les motivations

et les réactions des personnes autour de soi, afin de mieux piloter des équipes aux personnalités multiples, de susciter et d'entretenir l'adhésion en l'absence de liens hiérarchiques.

Des éléments de sociologie des organisations peuvent aider à décoder les jeux de pouvoirs et les désalignements d'intérêts entre individus et organisations. Ils peuvent ainsi faciliter l'analyse des comportements, faire adhérer, fédérer autour de l'objectif commun et donc la conduite du changement.

Des mises en situations, des cases studies, des confrontations à la complexité et à la prise de décisions collectives devront être intégrés au parcours pour permettre aux étudiants de mieux se comprendre, de progresser et d'acquérir en particulier les connaissances nécessaires à la compréhension des modes de fonctionnements collectifs.

Enfin, des éléments de formation concrète au management doivent être promus :

- Comment donner du sens à une équipe, fédérer et mobiliser les énergies
- Donner et savoir recevoir du *feedback*
- Reconnaissance et mise en valeur des équipes
- Communiquer dans toutes les directions
- Manager par conviction, sans ligne hiérarchique, dans des organisations matricielles

CONCLUSION

Aujourd'hui comme hier, le terrain reste la meilleure école de management. C'est bien ce que nous remontent à la fois les dirigeants et les ingénieurs-managers interrogés. Mais les grandes écoles d'ingénieurs françaises peuvent et doivent jouer un rôle essentiel pour permettre à leurs étudiants d'être plus vite les bons managers dont l'industrie 4.0 a un besoin vital.

La formation des ingénieurs au management 4.0 doit être extrêmement riche, elle porte sur la construction de la personne, la confiance en soi, le *leadership*, la capacité à interagir et communiquer, l'intelligence des situations, l'empathie. Bien conçue et mise en œuvre, elle peut être à la fois passionnante pour les étudiants et extrêmement utile.

Elle constitue pour les établissements français de formation supérieure une opportunité majeure d'améliorer les cursus de formation initiale et continue, et de développer leur attractivité. C'est désormais à eux de s'emparer du sujet et de le porter un cran plus loin en faisant... leur propre révolution.

ANNEXES

Annexe 1 : Lettre de mission



Paris, le 9 octobre 2019

**Lettre de mission du binôme, Valentine Ferréol et Charles Dehelly
afin d'animer un groupe de réflexion sur le thème :
« Quel manager pour la 4^{ème} révolution industrielle ? »**

Chère Valentine, Cher Charles,

« Depuis sa création en 1780, Arts et Métiers s'attache à répondre aux défis industriels et aux enjeux sociétaux, en constante évolution. Sa première mission ? Former des ingénieurs capables de concevoir des produits et systèmes respectueux de l'environnement, mais aussi de contrôler une organisation industrielle en maîtrisant les risques et les coûts » peut-on lire en tête de la présentation de l'Ecole.

Force est de constater dans cette présentation « l'oubli » du rôle essentiel de management des hommes et des femmes de l'Entreprise dans la mission de l'ingénieur. Compétence qu'il se doit d'acquérir durant sa formation et faire évoluer tout au long de sa vie professionnelle.

Les 40 dernières années ont entraîné un changement radical dans les conditions d'exercice du management.

D'équipes homogènes habituées à travailler ensemble, colocalisées et maîtrisant l'ensemble du cycle (conception, déploiement, fabrication du produit, gestion des services associés...), l'éclatement géographique des activités mais également les nouvelles formes de travail (télétravail, dématérialisation, travail asynchrone, développement de communautés d'expertises, d'intérêt ou par projet...) transforment radicalement le rôle du Manager.

L'ingénieur, en tant que manager, doit et devra savoir piloter, fédérer et mobiliser vers un but commun les membres d'équipes hétérogènes en termes d'origines, de langues, de formations, de cultures et de motivations mais également de diverses entreprises (clients, fournisseurs, partenaires, universités...), localisées dans de multiples lieux et n'existant que le temps de la mission.

Nous vous confions la mission d'animer un groupe de réflexion qui s'appuiera sur les travaux du groupe 2 pour identifier les principales attentes et besoin des Entreprises dans ce domaine et cerner les enjeux dont doit se saisir l'Enseignement supérieur technologique et plus particulièrement Arts et Métiers pour aligner sa formation dans ce domaine aux besoins des entreprises.

Ce groupe de réflexion sera constitué de volontaires cooptés par vous : personnalités externes et membres de la communauté Arts et Métiers. Il mobilisera en particulier en tant que de besoin l'expertise des enseignants chercheurs du départements Génie Industriel de l'Ecole, autour de Karim Bejaoui. Le groupe de réflexion est libre de choisir ses méthodes de travail et les moyens requis pour la mission dans l'esprit de prospective, de créativité d'agilité du Think Tank Arts et Métiers. Vous aurez le soutien du Think Tank et l'accès le plus large à la communauté Arts et Métiers.

Un premier ensemble de recommandations devrait idéalement être présenté fin septembre, puis échelonné jusqu'à fin 2019.

Pour le Conseil d'Orientation, le Président,
Pierre MEYNARD

Annexe 2 : Acteurs du groupe de travail

LES ANIMATEURS

- Valentine Ferreol
- Virginie Fortuneau
- Charles Dehelly

LES PARTICIPANTS

- François- Xavier Oliveau
- Agnes Noel
- Corentin Lallet
- Philippe Pichol-Thievend

LES PARTICIPANTS OCCASIONNELS

- Alain Charmeau
- Eric Dhenin
- Jérôme Percheron

LES PERSONALITÉS INTERVIEWÉES

- Michael Folwaczny : Global head of Human Ressources Corporate Development at Siemens (Munich) - One of the largest industrial group in the world.
- Herbie Leung : CEO Asia Aacific and China Atos(One of the world largest IT services and High performance computing group)
- Violet Chua: DRH Atos APAC (Singapour)
- Alain Leroy : Directeur Général Industrie Groupe SEB (small home appliances world leader)
- Ghislain Lescuyer : CEO SAFT (Energy storage worldleader)
- Jean Souchal : CEO POMA (World leader in ropeway transport)
- Jean Charles Hardouin : Group CIO ARKEMA

- Philippe Cavat : Alexander Hugues: World leader in Executive search
- Olivier Ezratty : Consultant et ecrivain independant
- Catherine Faster : Bouygues TP: Responsable qualité
- Christophe Lienard : Bouygues Group : Directeur de l'innovation
- Marie Pierre Delannoy : Sodexo : Innovation RH
- Pascal Clerc : CBE Group CEO

ENQUÊTE

Enquête détaillée en France auprès de 850 ingénieurs Arts et Métiers en activités représentatifs (âge, genre, industries, fonctions)



Retrouvez l'ensemble des travaux du Think Tank sur :
think-tank.arts-et-metiers.fr

Et suivez nous sur les réseaux sociaux :



À propos du Think Tank

Le Think Tank Arts & Métiers a été créé en 2018, conjointement par l'École nationale d'Arts et Métiers et la Société des ingénieurs Arts et Métiers. Il se donne pour double mission de mener des réflexions prospectives sur l'industrie et la technologie dans une démarche d'intérêt général ainsi que d'alimenter la réflexion sur l'avenir de l'École et son identité.

Le Think Tank est politiquement et financièrement indépendant. Composé de personnalités provenant d'horizons professionnels, politiques et académiques variés, il agit dans la plus totale indépendance et dans le but d'éclairer la communauté des Arts et Métiers, en particulier, et, plus généralement, le monde de l'enseignement supérieur et de la recherche autant que le monde industriel.

© Think Tank Arts & Métiers

This work is licensed under Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International © ⓘ Ⓞ

Photo couverture : © Rido

Directeur de la publication : Stéphane Lapujolade

Auteurs : Valentine Ferréol et Charles Dehelly

Mise en page : Cécile Chemel, Copy-writing : Estelle Djazayeri