

---

## Actes de la deuxième conférence internationale sur la Francophonie économique

### *L'ENTREPRENEURIAT ET L'INSERTION PROFESSIONNELLE DES JEUNES ET DES FEMMES EN AFRIQUE FRANCOPHONE*

Université Mohammed V de Rabat, 2-4 mars 2020

---

## L'INGÉNIEUR À L'ÈRE DE LA DIGITALISATION

### **Wiame EL MOUFARRIJ**

*Doctorante en Management de la qualité à ENSET, Université Mohammed V de Rabat  
Laboratoire Procédés et Contrôles Mécaniques et Thermiques (PCMT)  
[wiam.eilmoufarrij15@gmail.com](mailto:wiam.eilmoufarrij15@gmail.com)*

### **Zinab AALAOUI**

*Professeur chercheur à ENSET, Université Mohammed V de Rabat  
Laboratoire Procédés et Contrôles Mécaniques et Thermiques (PCMT)  
[zinab.aalaoui@um5.ac.ma](mailto:zinab.aalaoui@um5.ac.ma)*

### **Mourad TAHA JANAN**

*Professeur chercheur à ENSET, Université Mohammed V de Rabat  
Laboratoire Procédés et Contrôles Mécaniques et Thermiques (PCMT)  
[m.tahajan@um5s.net.ma](mailto:m.tahajan@um5s.net.ma)*

**RÉSUMÉ** – Face à la rapidité de l'évolution digitale et aux enjeux socio-économiques ainsi qu'à la mutation des environnements de travail, de nouveaux besoins en termes d'apprentissages et de compétences s'imposent à la formation des ingénieurs. Cet article a pour but de synthétiser les données de recherche portant sur les outils pédagogiques non classiques et le savoir-faire modéré appliqués dans la formation de l'ingénieur de demain et de contextualiser les compétences clés qui s'alignent avec les orientations stratégiques et les attentes de la nouvelle ère industrielle.

**Mots clés** : Formation d'ingénieur, Compétences transversales, digitalisation, industrie 4.0

Les idées et opinions exprimées dans les textes sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles de l'OFE ou celles de ses partenaires. Aussi, les erreurs et lacunes subsistantes de même que les omissions relèvent de la seule responsabilité des auteurs.

## **Introduction**

Le 21<sup>ème</sup> siècle vit l'avènement de l'industrie 4.0 et son influence considérable sur l'environnement professionnel, social et culturel. En effet, la nouvelle ère industrielle augmente la concurrence et transforme nos modes de vie, nos manières d'interagir et de collaborer avec les autres. Ces changements se traduisent par des injonctions au niveau des emplois et de la qualification des profils.

Dans ce sens, les entreprises requièrent des professionnels avec des compétences transversales et socio-émotionnelles, aptes à innover et à jouer les rôles qui manquent à la machine autonome.

Par ailleurs, il est indispensable pour les formations d'ingénieur d'anticiper et de prévoir des stratégies d'apprentissage en conformité avec le mode digitalisé. Aujourd'hui, Le rôle crucial de ces écoles réside dans la préparation de profil innovant, entrepreneur et citoyen.

Cette réflexion exige la mise en place des pédagogies innovantes intégrant la nouvelle technologie et centrées sur les besoins de l'apprenant.

Le présent travail a pour but de déterminer et contextualiser les compétences indispensables pour un profil ingénieur, qui répondent aux besoins de la digitalisation et aux enjeux nationaux et qui renforcent les liens avec le milieu socioprofessionnel, ensuite de transformer ces compétences en acquis d'apprentissage.

La première partie de cette communication présente le contexte global de l'industrie 4.0 et ainsi que les enjeux à l'échelle nationale et internationale. La deuxième partie est consacrée à la définition du nouveau profil ingénieur. La troisième partie traite les différentes compétences suggérées par la majorité des formations d'ingénieur. En dernier lieu, la quatrième partie aborde le développement d'un cadre générique de mise en place de ces compétences.

### **Contexte global**

Dans le cadre de la quatrième révolution industrielle, il est encore compliqué de définir à quoi ressemble l'ingénieur 4.0. La revue de littérature montre que l'industrie continue à se transformer grâce au numérique.

Les nouvelles structures industrielles sont de plus en plus digitalisées en intégrant les machines autonomes, les robots et les technologies d'information et de communication dans leurs chaînes de fabrication afin d'optimiser leurs processus de production et de pilotage, ainsi que pour garder une place concurrentielle dans le marché mondial qui devient d'une grande complexité. (Miraoui.A, 2019).

La naissance de cette nouvelle usine avec des plans stratégiques et organisationnels différents du modèle traditionnel reconnu, met en question le rôle actuel de l'ingénieur. (Laurini R., 2013 ; Gaudron, P et Mouline. A, 2017 ;Miraoui.A, 2019). Dans ce contexte, il s'agit de former des ingénieurs qui répondent aux attentes de l'industrie 4.0.

Le schéma ci-dessous illustre l'ensemble des composantes de l'industrie 4.0. (Gaudron, P ; Mouline. A, 2017) (Miraoui. A, 2019)

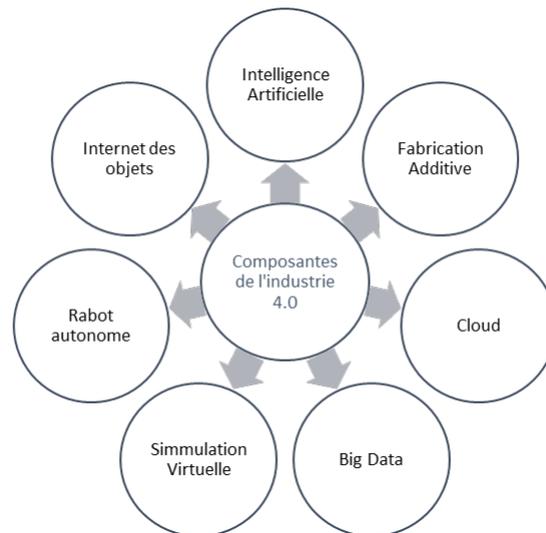


Figure 1: Composantes de l'industrie 4.0

Les ingénieurs 4.0 sont exposés à la résolution des problèmes techniques, d'information, de communication, de sécurité et de qualité dans des espaces virtuels et réels. Cet aspect nécessite la formation des profils interdisciplinaires avec une montée en puissance de travail collaboratif. D'où l'importance des compétences de nature humaines et sociales dans la formation des ingénieurs.

En parallèle avec ce développement industriel, les sociétés ont aussi évolué dans leurs architectures par l'implantation des smart city, dans leurs gouvernances et leurs logistiques, etc. Ceci exige la formation des profils ingénieurs compétents vieillissant sur le développement durable de leurs communautés. (Laurini R., 2013 ; Gardelle.L, 2018 ; CTI, 2016)

Dans le cadre national, le Maroc s'est lancé dans une économie fondée sur la connaissance et l'industrie en promouvant l'attractivité des constructeurs automobiles et aéronautiques. (Gardelle.L, 2018)

Aussi le secteur de l'équipement de transport, de logistique et de l'eau prend une place centrale les préoccupations nationales. Plusieurs projets prestigieux sont en phase de construction, ils envisagent le développement et la modernisation du réseau ferroviaire, les stratégies portuaires engendrant 5 nouveaux ports, aménagement du territoire national et amélioration de la compétitivité logistique. (Plan stratégique 2017-2018).

L'ensemble de ces projets intervient dans la création de plusieurs offres d'emploi nécessitant la formation d'un nombre suffisant d'ingénieur. En effet, l'effectif des lauréats est en croissance, selon les statistiques de l'année universitaire 2019- 2020, le Maroc est à 21814 ingénieurs avec 3650 diplômés en 2018-2019. (Statistique Provisoire par université et par domaine 2019-2020) Néanmoins, la bonne marche de ces parcs industriels et ces projets prestigieux sollicitent le renforcement de la formation des ingénieurs par l'adéquation des programmes avec les besoins du marché d'emploi.

Actuellement le Maroc connaît d'une grande réforme de l'enseignement notamment l'enseignement supérieur. Le Conseil Supérieur de l'Education, la Formation et la Recherche Scientifique a lancé une vision stratégique 2015-2030 organisée autour de 4 domaines principaux : équité et égalité des chances, qualité pour tous, promotion de l'individu et la communauté, la gouvernance et stratégie de changement. Les principaux objectifs de cette

vision sont l'insertion professionnelle, l'intégration efficace de la culture et des techniques de communication et d'information, le renforcement des valeurs éthiques de citoyenneté, renouvellement des modèles pédagogiques, l'encouragement de l'ingéniosité et l'excellence. Dans le but d'accompagner la mise en place efficace de cette vision, une agence nationale d'évaluation et d'assurance qualité a été créée en 2014, elle s'occupe de l'évaluation de la qualité selon un référentiel national, l'accréditation et l'évaluation des différentes formations notamment celles des filières d'ingénieur selon des critères bien précis. Tandis que, le rôle actuel attendu de l'ingénieur n'est pas encore conceptualisé.

### **Définition de l'ingénieur**

Historiquement, l'ingénieur a été défini comme un constructeur d'engin, son rôle était toujours attaché aux conditions politiques et sociales, ainsi influencé par les enjeux de chaque révolution industrielle.

Dans ce contexte, les défis de la mondialisation interviennent dans la détermination du métier de l'ingénieur. Son rôle s'inscrit dans la résolution des problèmes comme l'augmentation de la pollution, le réchauffement climatique et l'épuisement des ressources énergétiques fossiles renouvelables ; ainsi dans l'apport des solutions innovantes dans l'application des normes, le développement des infrastructures et du logistique. (Laurini R., 2013)

À l'heure actuelle, le rôle de l'ingénieur évolue et s'inscrit dans une approche plus large en prenant en considération plusieurs aspects qui interviennent dans les définitions attribuées au métier de l'ingénieur :

- Compétences techniques et de raisonnement ;
- Compétences personnelles et interpersonnelles ;
- Compétences professionnelles et culturelles ;
- Compétences du Développement durable. (Laurini R., 2013 ; Ann Harts, 2019)

En effet, l'Unesco considère l'ingénieur tel un moteur de développement social, économique et durable. C'est une personne capable d'exploiter intelligemment un ensemble de connaissances scientifiques et mathématiques contribuant à la création de la technologie innovante et des infrastructures qui répondent aux besoins de la société. En outre, la commission des titres d'ingénieur a opté pour la définition suivante du métier d'ingénieur :

« Le métier de base de l'ingénieur consiste à poser et résoudre de manière toujours plus performante des problèmes souvent complexes, liés à la conception, à la réalisation et à la mise en œuvre, au sein d'une organisation compétitive, de produits, de systèmes ou de services, éventuellement à leur financement et à leur commercialisation. A ce titre, l'ingénieur doit posséder un ensemble de savoirs techniques, économiques, sociaux et humains, reposant sur une solide culture scientifique. L'activité de l'ingénieur mobilise des hommes et des moyens techniques et financiers, souvent dans un contexte international. Elle reçoit une sanction économique et sociale, et prend en compte les préoccupations de protection de l'Homme, de la vie et de l'environnement, et plus généralement du bien-être collectif » ([www.larousse.fr](http://www.larousse.fr)).

Alors que l'Académie canadienne du génie décrit la profession d'ingénieur de la manière suivante : « c'est une profession qui cherche à créer des systèmes, des procédés et des produits nouveaux ou améliorés pour servir les besoins des êtres humains. Son rôle principal est le design, un art qui fait appel à l'ingéniosité, à l'imagination, aux connaissances, à la compétence, à la discipline et au jugement appuyés par l'expérience. L'ingénieur doit bénéficier d'une bonne connaissance du potentiel physique des matériaux, de la logique des mathématiques, des

contraintes relatives aux ressources humaines, des ressources physiques et de l'économique, de la réduction des risques, ainsi que la protection du public et de l'environnement » (F.Bousadra, 2006).

A L'égard de ces définitions et des différents enjeux internes et externes, il est important de définir le rôle de l'ingénieur dans le contexte national.

Alors, le profil ingénieur au Maroc devrait être fédérateur de qualités et de compétences qui se nouent et se renforcent avec l'expérimentation et la pratique. Il s'agit de développer son savoir faire aussi bien que son savoir être en mettant à sa disposition des pédagogies centrées sur l'approche par compétences, en intégrant des technologies d'information et de communication et en promouvant l'innovation et la responsabilité sociétale et l'environnement.

### **Quelles sont les compétences nécessaires pour les futurs ingénieurs ?**

Certes les compétences transversales sont d'une grande importance dans la formation des ingénieurs. Elles ont pour objectifs de promouvoir :

- Apprentissage en profondeur et actif ;
- Adoption progressive des principes, des valeurs et des compétences transverses ;
- Renforcement des liens avec le milieu socioprofessionnel.

Dans cette perspective, les différents modèles de formation d'ingénieur identifient et priorisent des compétences nécessaires et complémentaires, répondant aux orientations nationales et favorisant la reconnaissance des diplômés.

A travers la revue de la littérature sur la détermination et l'intégration des compétences dites transversales, nous avons repéré les domaines indispensables pour le métier des futurs ingénieurs que nous allons présenter dans les paragraphes suivants.

L'innovation joue un rôle crucial dans le développement technico-social des communautés. Cette notion occupe une préoccupation majeure dans la formation des ingénieurs pour relever le défi face aux mutations technologiques. Il a été constaté que cette approche d'innovation est omniprésente dans les différents programmes de formations des ingénieurs avec une divergence au point de vue de la définition de l'ingénieur innovant. (Le projet Innov'ing2020)

Certains pays favorisent l'innovation technologiques, d'autres préconisent l'innovation dans l'usage. Prenant l'exemple de la France, il y a la commission des titres d'ingénieur (CTI) qui porte une attention particulière à cet aspect de créativité et d'ingéniosité, car elle est fortement convaincue de l'importance des caractéristiques de l'innovation dans la qualification de l'ingénieur.

En effet, le référentiel de la CTI a intégré les préoccupations du management de l'innovation des entreprises afin d'orienter et encourager les écoles à développer des dispositifs de formation stimulant l'apprentissage collaboratif et créatif. L'enquête de la CTI a déjà montré que la grande majorité des écoles s'implique dans cette perspective d'innovation à travers des projets où les ingénieurs sont invités à identifier les besoins par approche d'utilisateur et élaborer des études économiques et fonctionnelles du projet. (CTI, 2019)

Pour le cas du Maroc, il repose sur l'innovation fondée sur l'interprétation et l'adaptation de l'ensemble des données, des produits, des services, des normes au contexte national. (le projet Innov'ing2020)

D'où, le rôle de l'ingénieur innovant au Maroc ne réside pas dans l'invention mais plutôt dans l'actualisation des connaissances mondiales en adoptant une vision globale de la société.

En complémentarité avec l'innovation, il y a l'entrepreneuriat qui vient d'intégrer les compétences demandées au 21 siècle. Malgré que, la plupart des écoles d'ingénieurs affirment que les ingénieurs entrepreneurs contribueront à l'évolution économique et sociale mais elles ne disposent pas de lignes directrices pour la transmission efficace de cette compétence. Dans ce cadre, un audit a été élaboré par CTI, montre en 2018-2019 montre que les écoles d'ingénieurs en France procèdent de deux manières différentes ; à savoir en interne ou bien en partenariat. (CTI, 2019)

L'autre domaine porte sur le développement durable et la responsabilité sociétale et environnementale. Ces compétences engendrent la capacité d'analyse critique, la réflexion éthique ou la compétence collective ou systémique, elles permettent aux ingénieurs d'exercer leurs métiers dans une approche sociétale et environnementale. (Statistique Provisoire par université et par domaine 2019-2020). Dans ce contexte, il y a le guide des compétences du développement durable et la responsabilité sociétale et environnementale met à la disposition des écoles des ingénieurs. Ce guide synthétise ces compétences en 5 éléments cruciaux :

- Changement ;
- Collective ;
- Responsabilité ;
- Perceptive ;
- Systématique. (CTI, 2016)

Cependant, le cadre générique pour la mise en place de ces compétences n'avait pas été élaboré par les écoles.

Il est aussi recommandé par les modèles de formation des ingénieurs, l'intégration des compétences interculturelles. Il s'agit d'une libération de raisonnement habituel promouvant chez l'individu une forte capacité d'écoute, d'analyse et de communication. (Weisser.M, 2015; UNESCO, 2013)

L'environnement de travail qui devient d'une grande complexité, impose aux futurs ingénieurs de gérer des situations autres que les problèmes techniques, parmi lesquelles, il y a : gestion des conflits, gestion de stress, gestion des risques. Ces circonstances requièrent un fort engagement de l'individu, une flexibilité et un esprit ouvert pour négocier et manager les équipes.

D'où, l'importance du développement de ces aspects :

- savoir-être, comme l'aptitude à se décentrer, à réviser sa méfiance face à autrui ;
- savoir comprendre et interpréter;
- savoir apprendre de nouvelles connaissances et savoir les mobiliser en temps réel en situation de communication ;
- savoir s'engager ;
- connaissances sur le fonctionnement des groupes sociaux, sur leurs valeurs. (Weisser.M, 2015 ; Byram.M, 2009)

Dans cette même perspective, il est suggéré par certaines écoles la mise en œuvre de compétences humaines et sociales comme un moyen de distinguer leurs futurs ingénieurs, destinés à être l'élite et à briller intellectuellement (Lemaître D, 2014). Le modèle prédominant dans les formations des ingénieurs repose sur l'approche Néo-pragmatiste. Cette approche s'articule autour des compétences professionnelles au service de l'employabilité permettant l'insertion professionnelle et l'évolution au sein de l'organisme. Elle est aussi en conformité totale avec les besoins de l'entreprise. (Gardelle.L, 2017 ; Lemaître D, 2014). Cependant, ce modèle écarte l'aspect psychologique du développement personnel de l'ingénieur.

Nous avons l'exemple de la France qui dispose de programmes de formation assez développés dans l'apprentissage des sciences humaines et sociales. La CTI exige dans son référentiel l'intégration des disciplines non techniques. Certaines écoles orientent leurs étudiants vers l'amélioration des capacités professionnelles à travers des modules de gestion de production, outils de marketing, et le management industriel. D'autres, écoles portent l'attention sur la personnalité des étudiants en mettant à leurs dispositions des matières de gestion de stress, connaissance de soi, préparation aux entretiens d'embauche et formation à la rédaction de CV et lettre de motivation.

En outre, les pays d'Europe du Nord mettent l'accent sur le développement personnel, notamment via les pédagogies innovantes et l'incitation à la mobilité. Tandis que, ces compétences de sciences humaines et sociales ne sont pas dans cette mesure dans les écoles d'ingénieurs au Maroc et même en allemand et Bretagne. (Gardelle.L, 2017 ; Référentiel de la CTI)

D'autre part, l'accélération technologique impose à l'ingénieur la maîtrise des techniques d'information et de communication. En effet, l'industrie 4.0 qui connaît une hybridation du rôle de l'ingénieur en le mettant en interaction avec des machines autonomes, l'intelligence artificielle, les espaces virtuels complexes ; ceci nécessite le développement de la culture digitale en relation avec l'internet des objets, le cyber-physique, analyse des Big data et la sécurité des systèmes. (Gaudron, P et Mouline. A, 2017 ; Miraoui.A, 2019) Cet aspect présente un objectif principal de la vision stratégique 2015-2030 qui insiste sur l'insertion efficace des techniques d'information et de communication dans les programmes d'enseignement.(Vision Stratégique 2015-2030)

Au final, notre revue de littérature a permis d'étudier l'intérêt des différents types de compétences complémentaires dans la formation des ingénieurs. Ces données seront mobilisées dans la conception d'un tableau récapitulatif mettant en évidence les finalités de la formation exigées par la nouvelle industrie et les compétences à mettre en place.

### **Contextualisation des compétences**

La contextualisation des compétences fait le but de cette partie. Notre contribution réside dans une étude qui croise les compétences extraites de la revue de la littérature avec les besoins de l'industrie 4.0 afin d'établir un cadre générique des compétences pour l'ingénieur 4.0.

<b>Attentes de l'industrie 4.0</b>	<b>Compétences à développer</b>
<b>Former des ingénieurs disposant d'une forte culture numérique</b>	Développement la culture d'information Collaboration à travers le digital Sécurité des données Connaissance du langage de programmation Maitrise du contenu digital Connaissance de PLM Maitrise de logiciel de design assisté par ordinateur Simulation numérique (Compétences numériques,2020)
<b>Former des ingénieurs capables à innover et à résoudre les problèmes complexes</b>	Innovation Créativité Planification et organisation Esprit critique Esprit d'analyse et de raisonnement basé sur des preuves Collecte et analyse des données Maitrise des statiques et des mathématiques Prise de décision Conception et le design Connaissances des outils de résolution des problèmes Gestion de temps (Vision Stratégique 2015-2030 ; CTI, 2019 ; Ann Harts, 2019 ; Miraoui.A, 2019)
<b>Former des ingénieurs leaders et plus humains aptes à évoluer dans l'industrie et dans la société</b>	Intelligence émotionnelle Gestion d'équipe Management des relations Travail en collaboration Connaissance de soi Développement personnel Gestion des conflits Respect mutuel Liberté d'expression Esprit d'entrepreneuriat Autonomie et la prise d'initiative (CTI, 2019 ; Ann Harts, 2019 ; Gardelle.L, 2017 ; Miraoui.A, 2019)
<b>Former des ingénieurs citoyens aptes à prendre en compte les principes du développement durable, la responsabilité sociétale et l'environnement de l'entreprise</b>	Familiarisation avec les normes internationales Conscience des pratiques commerciales Management industriels Management de la qualité Gestion financière Gestion de production Engagement et responsabilité Equité et égalité Etre au courant des évolutions technologiques et des enjeux économiques, sociaux et environnementaux (CTI, 2019 ; Vision Stratégique 2015-2030)
<b>Former des ingénieurs capables à travailler dans un contexte international</b>	Maitrise de langues étrangères Ouverture sur d'autres cultures Adaptation et flexibilité Fluidité de Communication et efficacité de rédaction Prise de parole Développement de capacité d'écoute et d'interprétation

	Développement de capacité de négociation (Vision Stratégique 2015-2030 ; CTI, 2019 ; Lemaître D, 2014)
<b>Former des ingénieurs capables à apprendre tout au long de la vie</b>	Développer la capacité d'apprendre à apprendre Pratiquer les approches de l'évaluation personnelle

**Tableau 1: Compétences à développer pour être en conformité avec les attentes de l'industrie 4.0**

Dans le but d'assurer l'acquisition de ces compétences par les futurs ingénieurs, il est important de mettre en place des approches pédagogiques innovantes.

### Stratégies d'apprentissages innovantes

Les compétences transversales sont assez compliquées à transmettre par la pédagogie traditionnelle. Il s'agit de mettre en place des stratégies d'apprentissage innovantes et interactives centrées sur l'apprenant. Aussi, les pratiques d'enseignement devront être adaptées aux besoins actuels de l'ingénieur et permettant le renforcement de compétence.

Pour accompagner ce changement, certaines approches ont été élaborées.

Au Maroc par exemple, parmi les initiatives mises en avant pour le développement des compétences agiles, il y a l'insertion des stages dans les entreprises, les projets de fin d'études ainsi que les projets de fin d'année. Ces pratiques sont fondées principalement sur l'apprentissage par projet et l'apprentissage par problème.

- Apprentissage par projet présente une nouvelle méthode d'enseignement dans le cycle d'ingénieur. L'étudiant prend en charge un projet en relation avec sa discipline dans le cadre d'une équipe. Il s'agit de définir des stratégies innovantes pour réaliser ce projet dans le délai fixé et avec les ressources disponibles. Cette approche permet aux étudiants de travailler d'une manière proactive sur des tâches complexes. Ceci mène à la construction d'un profil ingénieur apte à capitaliser un savoir-faire et un savoir-être à partir d'une expérience. (Miraoui.A, 2019)
- Apprentissage par Problème est une approche qui met l'ingénieur apprenant face à une problématique semblable à celle du milieu de travail. Les étudiants travaillent en groupe sur la résolution de ce problème. D'abord, il s'agit de situer le problème dans son environnement, de définir la stratégie et d'attribuer les tâches. Ensuite, chaque membre s'occupe de sa tâche pour la compléter tout en respectant la stratégie prédéfinie. Enfin, les membres de groupe se réunissent pour discuter les résultats et les méthodologies appliquées en examinant leurs fondements scientifiques, après ils rédigent la solution finale du problème. (Padula.P , Larini.M et Martin.P, 2016)

Néanmoins, l'évaluation de l'acquisition des compétences par ces approches d'enseignement n'est pas encore standardisée. Dans ce sens, nous nous sommes inspiré de la taxonomie de Bloom ensuite nous avons décortiqué les types de compétences qui peuvent être développées dans chaque étape de l'apprentissage par projet/problème. Le tableau ci-dessous met en évidence les compétences professionnelles en relation avec l'employabilité, les compétences numériques et les compétences personnelles et interpersonnelles.

	Situer le problème et définir la stratégie de projet (Innover)	Anticiper les risques du projet (Evaluer)	Discuter la faisabilité du projet (Analyser)	Mettre en place la stratégie (Appliquer)	Visualiser les résultats (Comprendre)	Capitaliser le savoir (Connaitre)
Compétences professionnelles	Planification Organisation Créativité  Gestion de temps Gestion de Projet Management de qualité	Gestion des risques	Recherche d'information Validation des méthodes Statistiques et mathématiques Analyse des données	Méthodes de résolution de problèmes	Analyse des causes	Mobilisation du savoir et Partage d'expérience
Compétences Numérique	Usage des technologies d'information et de communication Usage des Logiciels Gestion du contenu digital Collaboration digitale Sécurité des données Langage de Programmation Génération et Exploitation des résultats graphiques et simulation numériques					
Compétences personnelles et Interpersonnelles	Apprendre à Apprendre Communication Travail en équipe Adaptabilité Engagement Leadership Négociation Intelligence émotionnelle Esprit critique Prise de décision Autonomie					

Tableau 2: Compétences développées à chaque phase du projet

En parallèle avec ces approches pédagogiques, il y a la classe inversée. C'est un concept récent dans l'enseignement à travers lequel les étudiants élaborent leur connaissance en dehors de la classe et assistent ensuite à la séance pour assimiler plus profondément ces connaissances dans un climat interactif, par exemple les débats, les présentations, les tables rondes, l'apprentissage par jeu. D'où, l'impact positif sur la motivation et l'enrichissement intellectuel des étudiants. (Lebrun.M et Gilson.C et Goffinet.C, 2017)



Figure 2 : Etape de classe inversée et les types compétences à développer

Il est aussi important de souligner que ce processus construit un environnement homogène et facilite l'acquisition des compétences indiquées auparavant.

## Conclusion

Les ingénieurs de la quatrième révolution industrielle devront plus que jamais être formés aux compétences complémentaires et transversales. Ces nouveaux acquis leur permettant de nouer des relations dans le cadre professionnel, de progresser dans leurs carrières et de faire évoluer les projets ambitieux de leur communauté.

L'intérêt de ce travail s'inscrit dans la contextualisation des compétences clés dans la formation des futurs ingénieurs favorisant l'insertion professionnelle, la diversification et la culture digitale.

Après avoir présenté le cadre général du sujet, il est nécessaire de définir le rôle actuel de l'ingénieur et son statut national. Suite à cette réflexion, une étude bibliographique a été élaborée pour identifier les compétences clés à développer chez les futurs ingénieurs.

L'ensemble de ces informations ont été exploité dans le déploiement du cadre générique de compétences et la détermination des approches pédagogiques innovantes.

## Bibliographie

- [1] Plan Stratégique 2017-2018
- [2] Vision Stratégique 2015-2030
- [3] Référentiel de la CTI « <https://www.cti-commission.fr/fonds-documentaire/document/25> »
- [4] Laurini R., 2013, « La formation des ingénieurs face aux défis de la mondialisation, Lavoisier », chapitre 1
- [5] Le projet Innov'ing 2020. « Les ingénieurs et l'innovation : nouveaux métiers, nouvelles formations », chapitre 1
- [6] CTI, 2019, « focus Innovation & Entrepreneuriat, DD&RS »
- [7] Gardelle.L, 2018, « QUELS INGÉNIEURS VEUT-ON FORMER AUJOURD'HUI AU MAROC ? ENTRE INFLUENCES INTERNATIONALES ET SPÉCIFICITÉS LOCALES, UN MODÈLE EN DEVENIR », L'Harmattan ,Savoirs , pages 69 à 92
- [8] Weisser.M, 2015, « Former aux compétences interculturelles en école d'ingénieur », Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur [En ligne], 31(3) URL : <http://journals.openedition.org/ripes/997>
- [9] UNESCO, 2013, « Compétences interculturelles. Cadre conceptuel et opérationnel ». Plateforme intersectorielle pour une culture de la paix et de la non-violence.
- [10] Byram.M, 2009, « Sociétés multiculturelles et individus pluriculturels : le projet de l'éducation interculturelle ». Strasbourg : Éditions du Conseil de l'Europe.
- [11] Ann Harts, 2019, « Des compétences de bases aux compétences du futur », Bulletin de l'Observatoire compétences-emplois, vol.9 n°3
- [12] Gaudron, P et Mouline. A, 2017, Review of « Les enjeux de l'industrie 4.0 ». Management international / International Management / Gestión Internacional, 21 (2), 165–169. <https://doi.org/10.7202/1052695ar>
- [13] Gardelle.L, 2017, « L'introduction des Sciences humaines et sociales dans les formations d'ingénieurs. Des questions en débat en Algérie et au Maroc ». Esprit Critique : Revue

Internationale de Sociologie et de Sciences sociales, Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM), Pays-de-la-Loire.

[14] Lemaître D, 2014, « Quelles finalités pour les sciences humaines et sociales dans la formation des ingénieurs ? », Revue Kalim n°2 , Alger, p. 25-39.

[15] Statistique Provisoire par université et par domaine 2019-2020

[16] Padula.P et Larini.M et Martin.P, 2016, « Efficacité de la formation par, Apprentissages par Problèmes (APP) pour l'acquisition des compétences scientifiques et techniques en Coursus Master Ingénierie »

[17 ][www.larousse.fr](http://www.larousse.fr)

[18] F. Bousadra, 2006, « La perception des étudiantes et étudiants finissants en génie de l'université de Sherbrooke au regard des compétences non techniques en ingénierie », mémoire de maîtrise en sciences de l'éducation à l'université de Sherbrooke.

[19] CTI, 2016 « Guide compétences développement durable et responsabilité sociétale »

[20] Compétences numériques,2020

<https://oce.uqam.ca/digcomp-cadre-de-referance-europeen-competences-numeriques/>

[21] Lebrun.M et Gilson.C et Goffinet.C, 2017, « Contribution à une typologie des classes inversées : éléments descriptifs de différents types, configurations pédagogiques et effets ».

[22] Miraoui.A, 2019 « Université de demain : comment former les nouvelles générations ?, Vers l'université 4.0 »