

**Séminaire**

**CITEF**

Tunis

9

et

10

décembre

2022

*Les systèmes de formation aux métiers d'ingénieur*

# Qu'entend-t-on par ingénieur ? Quelles compétences ?

*Evelyne Garnier-Zarli*

*Professeur émérite*

*Doyen honoraire de l'Université Paris Est Créteil (UPEC)*

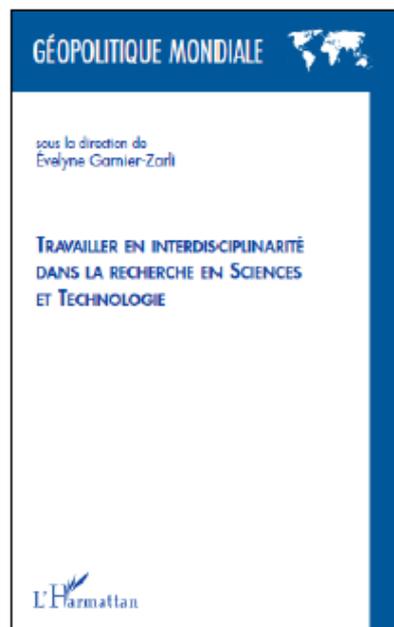
*Présidente d'honneur de la CIRUISEF*

# Cirusef : *Les études scientifiques*



2010

Chez l'Harmattan  
*Collection Géopolitique mondiale*



2011



2014

CIRUISEF *Conférence Internationale des Responsables des Universités et Institutions Scientifiques d'Expression Française (réseau AUF)*



2016

•

## *Un petit aparté*

Ingénieur *VERSUS* scientifique

# Ingénieur : métier ou titre

Ce terme – popularisé par la fonction de **Vauban** au service de Louis XIV – revêt des significations diverses selon les époques et les secteurs d'activité.

Les premiers ingénieurs, véritables hommes de l'art,  
sont les héritiers des précurseurs médiévaux voire du monde antique.

Le statut professionnel des ingénieurs est très variable selon les pays.

Le métier d'ingénieur est une profession réglementée ou pas et l'accès à la profession, ou même la simple utilisation d'un titre contenant le mot « ingénieur » ou ses dérivés, nécessite une autorisation ou non d'exercer.

Ce qui ouvre malheureusement aux dérives sur ce terme soit vu en qualité de titre ou de métier.

**Tout les salariés et toutes les branches veulent s'approprier ce terme,  
synonyme de qualité..**

# Et autres « ingénieurs » !!!



# Qu'est-ce qu'un ingénieur ?

- Un **ingénieur** est un professionnel traitant de problèmes complexes d'ingénierie, notamment en concevant des produits, des processus si nécessaire avec des moyens novateurs, et dirigeant la réalisation et la mise en œuvre de l'ensemble : produits, systèmes ou services.
- Elle ou il crée, conçoit, innove dans plusieurs domaines tout en prenant en compte les facteurs sociaux, environnementaux et économiques propres au développement durable.

Il lui faut pour cela, non seulement des connaissances techniques, mais aussi économiques, sociales, environnementales et humaines reposant sur une solide culture scientifique et générale.

**ingénierie civile, militaire, spatiale, mécanique, chimie, nucléaire,  
électronique, agroalimentaire, commerciale, etc.**

# La compétence (définition)

La compétence résulte d'une combinaison de savoirs, savoir-faire et savoir-être mobilisés pour agir de manière adaptée, face à une situation professionnelle donnée.

Elle est évaluable.

# Les compétences

Des référentiels de **compétences** ont pour objet de définir, pour chacun des grands champs du savoir, les connaissances et les compétences que tout titulaire du diplôme doit (ou devrait) maîtriser pour poursuivre des études et/ou pour s'insérer professionnellement.

Ils ont pour fonction de :

- mettre en évidence, à l'attention des étudiants et des enseignants mais aussi des employeurs potentiels, le type et le niveau d'exigence attendus des diplômés ;
- faciliter le dialogue de tous les acteurs intéressés par les formations ;
- favoriser la capitalisation et la valorisation des bonnes pratiques ;
- aider à l'évolution des formations à la lumière des transformations des champs scientifiques et professionnels considérés.

**Traduire les diplômes en compétences permet de « faire prendre conscience aux étudiants de leur potentiel personnel »**

Hard skills (savoirs), soft skills (faire et être), mad skills (créatives)

# 1. Esprit d'analyse, première compétence de l'ingénieur

Tous les postes à responsabilités associés à la prise de décision requièrent un bon esprit analytique.

L'esprit d'analyse désigne la capacité à analyser. Mais analyser quoi ?

Des données, des tendances, un contexte, un environnement de travail, une équipe, un marché, un plan, un rapport, une situation, etc.

Dans quel but ? En vue d'apporter des éléments qui permettront de prendre des décisions éclairées.

Concrètement, l'esprit d'analyse aide par exemple les ingénieurs à évaluer la viabilité d'un projet en examinant des plans.

Cette qualité permet également de détecter des anomalies dans un processus de fabrication, d'anticiper des problèmes, d'apporter des solutions et d'améliorer le fonctionnement d'une entreprise.

## 2. Rigueur

Les ingénieurs doivent faire preuve d'une rigueur irréprochable.

Les enjeux humains, économiques, sécuritaires et environnementaux de ces missions sont énormes.

La moindre erreur de la part d'un ingénieur peut entraîner des conséquences dramatiques.

Pour cette raison, l'ingénieur doit élaborer et mettre en place des protocoles, et s'assurer que toutes les personnes qui travaillent dans les installations les appliquent.

# 3. Sens de l'organisation

**Exemple** : Mise en place de protocoles de sécurité, conception d'une machine, vérification d'équipements et d'installations, coordination du travail des équipes, rédiger des rapports techniques, élaborer un planning, etc.

Pour accomplir toutes ces tâches, les ingénieurs doivent être méthodiques et bien organisés.

# 4. Prise d'initiative et leadership

Par exemple : En tant qu'ingénieur mécanique, vous devez concevoir le design de l'équipement révolutionnaire que vous êtes en train de mettre au point.

Lorsque votre projet verra le jour, viendra le moment de sélectionner les matériaux qui réuniront toutes les qualités recherchées : *robustesse, légèreté, résistance aux chocs thermiques et aux fortes pressions, propriété antirouille, bonne longévité, etc.*

À toutes les étapes de votre projet, vous devrez prendre des décisions. La prise d'initiative prend le relais de l'esprit analytique.

**Il faut trancher sans trembler**

## 5. Communication et qualités relationnelles

En tant qu'ingénieur, vous serez l'expert de votre équipe.

- ◆ Vos collaborateurs et vos supérieurs se tourneront vers vous pour connaître votre avis et écouter vos recommandations.
- ◆ Vous devrez parler clairement et employer un langage approprié pour communiquer votre raisonnement à vos interlocuteurs.
- ◆ Vous devrez être capable de simplifier certains termes si votre auditoire ne possède pas les mêmes connaissances techniques que vous.

Votre bonne communication écrite et orale sera déterminante.

# 6. Autonomie et esprit d'équipe

L'ingénieur partage son temps entre le travail solitaire et en équipe.

Il peut avoir besoin d'être seul pour réfléchir, prendre du recul, analyser une situation, concevoir une nouvelle machine, définir une méthode ou un processus de contrôle de qualité des produits.

Il doit également avoir un bon esprit d'équipe pour bien communiquer ses idées et favoriser la cohésion entre les membres de son équipe.

**Les ingénieurs sont les pièces d'un grand ensemble.**

Leur contribution est utile uniquement lorsqu'elle est acceptée et relayée.

# 7. Expertise

L'ingénieur est un spécialiste dans son domaine.

Il sait de quoi il parle et ce qu'il doit faire pour accomplir ses tâches.

*Aucune des compétences citées antérieurement n'aura de véritable poids s'il ne possède l'expertise requise pour son poste.*

Pour analyser, concevoir, diriger, diagnostiquer et apporter des solutions, ce professionnel doit avoir des connaissances très poussées dans son domaine et les domaines transversaux.

*L'ingénierie aérospatiale, par exemple, requiert des compétences en aéronautique, mécanique, informatique, électronique et télécommunication.*

# 8. Gestion du stress

Les ingénieurs vivent régulièrement des situations de stress.

Le stress quotidien résulte de l'attente de résultats, de conseils, de recommandations, de diagnostics et de solutions.

Ils sont consultés à tous les échelons de l'entreprise, depuis la chaîne de production à la direction.

Ils doivent parfois prendre des décisions délicates pour l'entreprise afin de garantir la sécurité des personnes ou réduire l'impact de l'activité sur l'environnement.

# 9. Adaptabilité au contexte et aux exigences de l'entreprise

Grâce à son esprit d'analyse, l'ingénieur doit appréhender rapidement le contexte dans lequel l'entreprise qui l'emploie développe son activité, et s'adapter à ses exigences.

En interne, il doit vite comprendre :

- les enjeux économiques de sa structure et de sa mission
- l'importance de la qualité et de la compétitivité
- les règles de sécurité du site et des employés
- les enjeux environnementaux et la démarche responsable mise en place
- les relations entre les personnes
- la charte éthique de l'entreprise et les besoins sociétaux

# 10. Maîtrise de langues étrangères

La maîtrise de l'anglais à l'écrit et à l'oral est un prérequis obligatoire pour travailler dans l'ingénierie.

Même si vous travaillez en France avec des collaborateurs français, vous serez amené à lire des modes d'emploi ou des rapports en anglais, à contacter des fabricants pour leur poser des questions concernant leurs équipements ou installations.

Les projets d'envergure internationale sont monnaie courante (en anglais) dans l'univers de l'ingénierie.

# Evaluation des compétences



# Le modèle CDIO (acronyme de Conceive, Design, Implement, Operate, que l'on peut traduire par Concevoir, Créer, Réaliser, Exploiter)

Le modèle CDIO est une initiative éducative pour la formation d'ingénieurs fondée par le Massachusetts Institute of Technology (États-Unis) à la fin des années 1990. Devenue depuis 2000 une collaboration internationale regroupant des formations d'ingénieurs du monde entier adoptant le même cadre de formation.

Le syllabus du CDIO est constitué de quatre parties<sup>1</sup>:

- Connaissances techniques et Raisonnement
- Compétences personnelles et professionnelles
- Compétences interpersonnelles : travail d'équipe et communication
- Activités de l'ingénieur et leurs contextes

Ce découpage vise bien à mettre les aspects scientifiques, techniques et transverses de la formation d'ingénieur en perspective en référence au métier de base.

Il peut ainsi servir de base pour la construction du référentiel d'une école, et d'outil de discussion avec les partenaires industriels ou académiques.

Ce syllabus est la traduction sous forme de référentiel du contexte de la formation d'ingénieurs.

**Cette démarche se veut itérative et vise à permettre la construction d'un programme de formation complet.**

# Poids des enseignements (Bac +5)

- Ingénieur



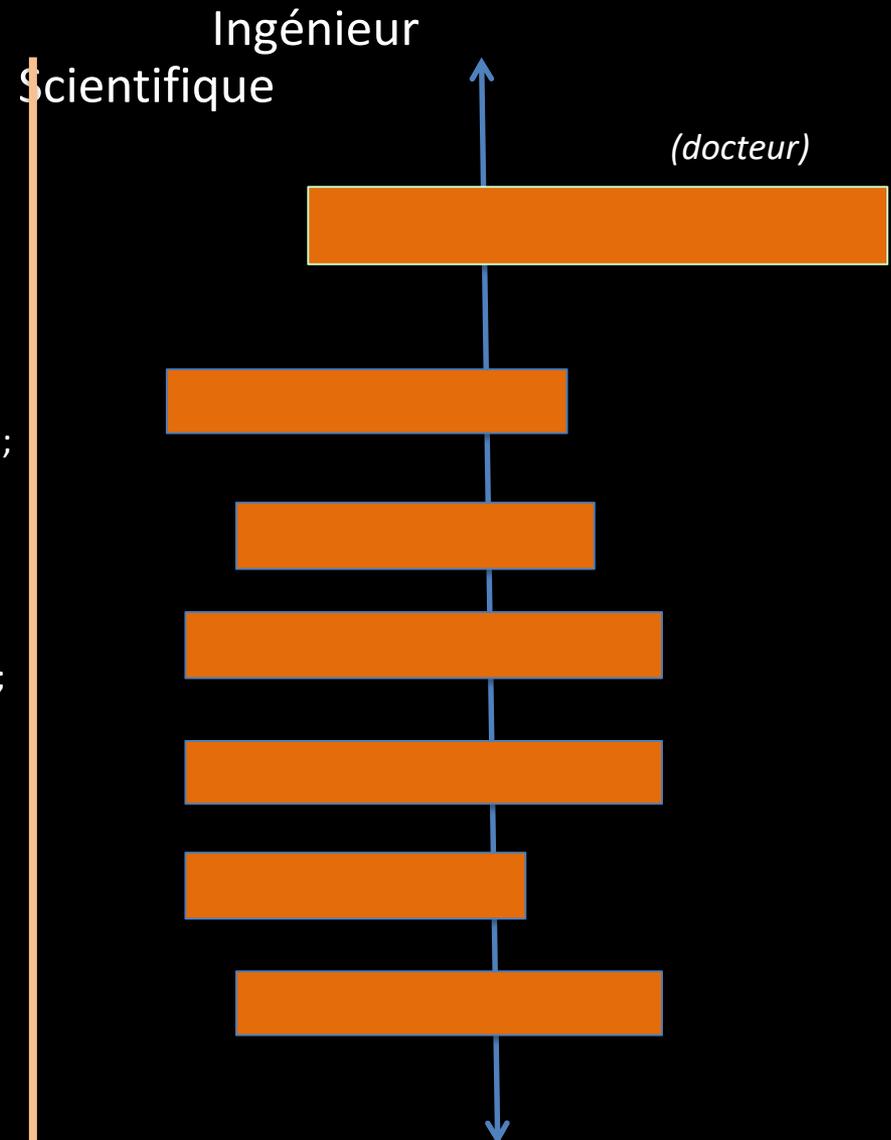
- Scientifique



# Ingénieur / scientifique 2022

## *Ces compétences s'appuient sur :*

- Un socle de connaissances scientifiques et techniques de haut niveau : c'est le noyau dur ;
- Des connaissances transversales en langues, sciences économiques et sociales et humaines avec bien sûr, l'indispensable maîtrise de l'anglais ;
- Une approche concrète de la communication ;
- La maîtrise des problématiques de l'entreprise : qualité, hygiène/ sécurité, propriété industrielle ;
- Les responsabilités environnementales ;
- Les domaines juridiques/financiers et sociaux ;
- Les capacités relationnelles.



•

*Deuxième aparté*

# Formation d'un scientifique

- La formation d'un scientifique en sciences exactes ne peut pas être effectuée de manière désordonnée (ni de manière trop condensée) et demande une construction verticale solide où les briques s'empilent les unes sur les autres, permettant la compréhension et l'assimilation progressives des connaissances. Une construction cognitive mal maîtrisée comporte le risque de l'approximation conceptuelle, de la confusion des principes, lois et concepts, voire de l'illusion du savoir.
- Former un futur scientifique ce n'est pas lui inculquer une culture générale, comme on peut le faire dans d'autres champs disciplinaires. **C'est aussi lui inculquer une manière de penser, de travailler et d'organiser son esprit et son travail.**
- La construction d'un esprit scientifique passe par deux phases majeures : la première est l'appropriation des clefs du langage scientifique : celui du langage des mathématiques, de la physique et de la chimie fait de nombres, de signes, de symboles et d'équations et la deuxième est la répétition, année après année, de la résolution de problèmes concrets par la voie de l'analyse et de la rigueur concise et logique de la démonstration s'appuyant sur des lois et des principes universels sus et compris.

**Cette colonne vertébrale cognitive et organisationnelle forme depuis des générations de femmes et d'hommes pouvant exprimer leur talent dans un grand nombre de métiers, scientifiques ou non.**

***Cirusef Colloque Rabat 2014 – Livre : « Réflexions autour de l'enseignement scientifique » Harmattan 2015.***

# Je veux attirer votre attention

La formation cognitive d'un scientifique n'est pas la même que celle d'un étudiant en sciences humaines et sociales.

Les apprentissages, depuis le Collège/lycée, ne sont pas les mêmes.

**Mais depuis 20 ans tout a changé !!**

Ce sont les psycho-sociaux-pédagogistes, issus des sciences humaines qui ont pris en main la rédaction des référentiels de compétences ainsi que les programmes dans les ministères, où ils sont très majoritairement présents.

**Mais le résultat est là, la France (cf. PISA) ne sait plus former ses scientifiques et ses ingénieurs, car les programmes depuis le collège ont été chamboulés et conçus à l'aune des méthodes d'apprentissage utilisées par les sciences humaines et sociales.**

**Relire avec bonheur le texte de Blaise PASCAL sur : l'esprit de géométrie et l'esprit de finesse**

# L'ingénieur DE DEMAIN : compétences recherchées (UTC Compiègne)

- ✓ **Maintien des compétences de base**
- ✓ **Socle de compétences numériques pour tous**
- ✓ **Renforcement des compétences associées aux nouvelles technologies**

## RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT

- ✓ Mécanique
- ✓ Mécanique des fluides
- ✓ Systèmes & Architectures
- ✓ Hybridation (circuits, réacteurs etc.)
- ✓ Electroniques embarquées
- ✓ Electronique de puissance
- ✓ Systèmes autonomes (IA)
- ✓ Logiciels embarqués
- ✓ Cyber sécurité des systèmes (pour la R&D et la production)
- ✓ Data management
- ✓ Nouveaux matériaux et procédés (fabrication additive, composites)
- ✓ Energie
- ✓ Nanos technologies
- ✓ Robotique & cobotique & mécatronique

**Culture digitale:** capacité d'adaptation, approche collaborative, capacité d'apprentissage continu et en autonomie

**Environnement de travail :** en équipe, transverse, capacité managériale, maîtrise des contextes internationaux (langues et interculturalité)

**Innovation et entrepreneuriat**

**Approche globale:** vision stratégique, aptitude à la recherche et interdisciplinarité

**Ethique et leadership**

## PRODUCTION

- ✓ Ingénierie industrielle
- ✓ Maintenance prédictive, complexité des syst.
- ✓ Fabrication additive
- ✓ Informatique industrielle
- ✓ Management de la data
- ✓ Industrie 4.0
- ✓ Supply Chain 4.0
- ✓ Architecture système de production
- ✓ Contrôle non destructif (IA)
- ✓ Procédés spéciaux et leur contrôle

## PROGRAMME ET RELATIONS CLIENTS

- ✓ Pilotage de projets
- ✓ Service Client 4.0
- ✓ Maîtrise du pilotage des affaires en contexte international
- ✓ Commerce / marketing
- ✓ Contract Management

Transition écologique & Transformation digitale

# Conclusion

Trois métiers en un :

- Métier 1 : résoudre des problèmes et trouver des solutions dans des conditions économiques et environnementales satisfaisantes
- Métier 2 : vendre les solutions (à son manager, à ses collègues, aux collaborateurs, aux clients...)
- Métier 3 : démontrer la conformité des solutions, aux normes, aux procédures... commerciales, industrielles, environnementales, sociétales etc.

Notons à cet égard **l'inflation normative** (qu'elle soit publique ou privée ; cf. les process à l'intérieur des entreprises)

Notons à cet égard **l'enrichissement technique de toutes les nouvelles innovations technologiques**

**La multiplicité des normes et la somme colossale de nouveaux savoirs rend ce métier de plus en plus complexe.**

**L'ingénieur 2022 n'a plus rien à voir avec l'ingénieur 1980, même si les savoir-faire et les savoir-être fondamentaux sont les mêmes.**

*En France les capacités et compétences recherchées pour les ingénieurs diplômés sont précisées et évaluées par la Commission des Titres d'Ingénieur (CTI).*

.

La compétence,  
c'est de la connaissance mise en action !!

Merci de votre attention