



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن احمد
Université Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة والأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Polycopié de cours

LES MÉTIERS EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES /S 1

Auteur : Dr. LABAIR Hakima

1^{ère} année Licence ST

2022/2023

Plan Pédagogique du cours

- Semestre : **1**
- L'enseignante de la matière : **Dr. LABAIR.H**
- Contacts : **labair.mst@gmail.com**
- Unité D'enseignement Découverte : **UED 1.1**
- Matière : **Les métiers en Sciences et Technologies 1**
- Volume horaire hebdomadaire : **1h 30**
- Volume horaire semestriel (15 semaines) : **22h30**
- Travail complémentaire en consultation : **2h30**
- Crédits : **01**
- Coefficient : **01**
- Modalité d'évaluation : **Examen Final**

Objectif de la matière:

L'enseignement des sciences et de la technologie a pour objectif de faire acquérir aux élèves une première culture scientifique et technique indispensable à la description et la compréhension du monde et des grands défis de l'humanité.

Elle permet aussi aux étudiants de développer progressivement les trois grandes compétences transversales du référentiel de la formation :

- résoudre un problème par une approche scientifique et technique (compétence scientifique d'ordre cognitif)

- communiquer de manière correcte et appropriée au contexte (compétence communicationnelle et compétence linguistique)

- se former et travailler dans le contexte d'un projet scientifique et technique (compétence méthodologique et organisationnelle).

Avant-propos

Ce polycopié de cours, conforme au programme enseigné, s'adresse aux étudiants de 1^{ère} année Sciences Techniques (ST). C'est un travail personnel qui émane de ma propre expérience lors de mes activités pédagogiques dans le module de métiers en sciences et technologies.

Afin que les étudiants comprennent et suivent le programme du premier cycle universitaire, qui est souvent nouveau pour eux, il est indispensable de faire un rappel sur les branches étudiées dans leurs études secondaires.

Ce polycopié de cours s'articule autour de six chapitres :

Le premier chapitre est consacré aux différentes définitions sur la science et la technologie.

Le deuxième, Le troisième et le quatrième chapitre aborde une panoplie de filières.

Le cinquième et Le sixième chapitre traitent le développement et ingénierie durable.

Liste des Figures

Figure 1 : Le système RFID	14
Figure 2 : une photo sur l'imagerie médicale.....	21
Figure 3 : Réseaux Electriques	24
Figure 4 : Réseaux d'interconnexion	26
Figure 5 : Réseau De Distribution D'énergie.....	26
Figure 6 : Deux domaines d'intervention de l'automatique.....	34
Figure 7 : Les objectifs du développement durable	46
Figure 8 : Diagramme du développement durable, à la confluence de trois préoccupations, dites « les trois piliers du développement durable»	49
Figure 9 : Les acteurs du développement durable.....	50
Figure 10 : Caractère mondial des défis du DD	50

Table des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Les sciences de l'ingénieur, c'est quoi ?	2
I.1 Définition :	3
I.2 Qu'est-ce qu'être ingénieur?	3
I. 3 Pourquoi devenir ingénieur ?	3
I.4 Rechercher un métier	3
I.5 Recherche par mot-clé : quelques conseils.....	4
I.6 Fiche de poste de travail	6
I.7 Différentes disciplines impliquées	6
I.8 Les mille Visages De L'ingénieur.....	7
I.9 Les 10 ingénieurs les plus célèbres	8
CHAPITRE II: Filières de l'Electronique, Télécommunications, Génie Biomédical, Electrotechnique, Electromécanique, Optique & Mécanique de précision.....	11
II.1. Filière de l'Electronique	12
II.1.1 Définition	12
II.1. 2 Domaines d'application de l'électronique	12
II.1. 3 Le rôle de spécialiste en électronique	15
II.2.Télécommunications	16
II.2.1 Définition	16
II.2.2 Domaines d'Applications des télécommunications	18
II.2.3 Rôle du Spécialiste systèmes de télécommunications incluent :.....	19
II.2.4 Responsabilités.....	19
II.3. Filière de Génie Biomédical	20
II.3.1 Définition	20
II.3.2 Les missions d'un ingénieur biomédical	20
II.3.3 Domaines d'application.....	20
II.3.4 Le rôle de spécialiste en biomédical.....	23
II.3.5 Ingénieur biomédical en établissement de santé	24
II.4 Filière d'Electrotechnique.....	24
II.4.1 Définition	24
II.4.2 Domaines d'application.....	24

II.4.2.3 La distribution	26
II.4.3 Le rôle de spécialiste Electrotechnique	28
II.5 Filière d'Electromécanique	28
II.5.1 Définition	28
II.5.2 Domaines d'application.....	29
II.5.3 Le rôle de spécialiste en Electromécanique	29
II.5.4 Compétences et Qualités	29
II.6. Filière d'Optique & Mécanique de précision.....	30
II.6.1 Optique :	30
II.6.2 Mécanique de précision.....	31
CHAPITRE III : Filières de l'Automatique et du Génie industriel.....	32
III. 1. Filière de l'Automatique.....	33
III.1.1 Définition de l'Automatique	33
1. 2 Définition de l'Automatique.....	33
III.1. 3 But de l'automatique	33
III. 1. 4 Domaines d'application	33
III.1. 5 Le rôle de spécialiste en automatique et compétences.....	34
III. 2. Filière de Génie Industriel	35
III.2. 1 Définition de Génie Industriel.....	35
III. 2. 2 L'objectif.....	35
III .2. 4 Le rôle de l'Ingénieur industriel	36
III.2.5 Compétences et qualités nécessaires pour devenir ingénieur génie industriel.....	36
CHAPITRE IV : Filières du Génie des Procédés, Hydrocarbures et Industries pétrochimiques	37
IV.1 Filières de Génie des Procédés	38
IV.1.1 Définition de Génie des Procédés	38
IV.1.2 Historique du génie des procédés	38
IV.1.3 Domaines d'application du génie des procédés	40
IV.1.4 Le rôle du spécialiste dans le domaine	41
IV.2 Hydrocarbures et industrie pétrochimiques:.....	41
IV.2.1 Définition d'Hydrocarbure	41
1. Les différents hydrocarbures	42
IV.2 .2 Définition de la pétrochimie	43
IV.2.3 L'industrie pétrolière et gazière	43

IV.2.4 Produit de la pétrochimie	43
IV.2.5 Rôle de la spécialité dans l'industrie pétrolière et gazière	44
CHAPITRE V : LE DEVELOPPEMENT DURABLE (DD)	45
V. LE DEVELOPPEMENT DURABLE(DD).....	46
V.1 Définition.....	46
V.2 Les objectifs du développement durable	46
V.3 Diagramme DD.....	48
V.4 Acteurs de DD	49
CHAPITRE VI : Ingénierie Durable	51
VI. Ingénierie Durable.....	52
VI.1 Définition.....	52
VI.2 Principes de l'ingénierie durable	52
VI.3 Quel DD pour le génie industriel ?.....	52
VI.4 Pourquoi engager l'entreprise industrielle dans une démarche DD	53
VI.5 Sept principes de mise en œuvre de l'ingénierie durable	54
IV.6 Relation en durabilité et ingénierie	55

Introduction générale

Dans le développement de toute civilisation, la science et la technologie sont présentes. Mais connaissez-vous la différence entre science et technologie ? Bien que nous ayons tendance à les confondre et à les traiter de la même manière, la vérité est que la méthodologie et l'objectif poursuivis par ces deux domaines sont différents.

La science et la technologie sont deux instruments fondamentaux de la transformation et du développement de toute société. Afin de les différencier, il est important de connaître la définition de ces deux disciplines, leurs objectifs et les champs d'action de chacun de ces domaines, car nous avons tendance à les confondre.

La science est l'étude rigoureuse de tous les phénomènes naturels, sociaux ou artificiels qui se produisent dans notre vie quotidienne, en fondant son analyse sur l'observation, l'expérimentation et la mesure.

Son principal objectif est d'apporter des réponses à l'inconnu, de comprendre le fonctionnement de l'univers et de clarifier, d'expliquer et d'établir des processus, des règles et des systèmes. La science est un domaine descriptif car elle vise à nous aider à améliorer notre compréhension, en proposant des théories qui nous permettent d'améliorer et d'accroître nos connaissances dans n'importe quel domaine.

La technologie est un ensemble de connaissances et de techniques qui, si elles sont appliquées de manière ordonnée et logique, nous permettent de modifier notre environnement, physique ou virtuel, pour répondre à nos besoins. L'objectif de la technologie est de générer des solutions utiles et pratiques pour améliorer notre vie quotidienne.

Le but de la technologie n'est pas de connaître le monde, mais de le modifier et de l'adapter pour répondre aux besoins de l'homme. C'est-à-dire que son objectif n'est pas la connaissance mais l'application, raison pour laquelle nous considérons que la technologie sert toujours "à" quelque chose de précis : de la fabrication d'objets à la guérison de maladies, en passant par l'utilité commerciale ou financière, ou notre propre communication, parmi de nombreux autres domaines d'application.

Par conséquent, la principale différence entre la science et la technologie est leur objectif : alors que la science nous aide à connaître le monde, à le décrire et à améliorer nos connaissances,

Mais quelle est la véritable relation entre la science et la technologie ? C'est simple : les deux utilisent les avancées de l'autre pour atteindre leur objectif. La technologie utilise les connaissances générées par la science afin d'améliorer sa technique. La science, quant à elle, utilise des technologies avancées pour mener des recherches plus précises, concrètes et efficaces.

Chapitre 1 :
Les sciences de l'ingénieur, c'est
quoi ?

I.1 Définition :

Moteurs, robots, objets numériques, wifi... les sciences de l'ingénieur, c'est d'abord une démarche qui consiste à améliorer les systèmes existants et à en inventer de nouveaux pour répondre aux futurs besoins des utilisateurs. Résolution de problèmes et créativité sont donc au programme. Plusieurs étapes entrent en jeu :

- L'analyse de l'existant, car pour imaginer les systèmes à venir, il faut d'abord comprendre comment fonctionnent ceux que l'on rencontre dans l'industrie ou la vie de tous les jours ;
- L'analyse des besoins auxquels pourront répondre les innovations à venir, par exemple communiquer, se déplacer, réaliser des économies d'énergie, aider les personnes âgées à rester autonomes, etc. ;
- La modélisation, qui consiste à décrire un comportement par des équations ou à représenter avec un logiciel les différents composants d'un système et leur agencement ;
- La simulation, qui permet de vérifier les performances d'un système modélisé ou réel ;
- La fabrication de ces systèmes, après une phase de tests sur un prototype (premier exemplaire avant la fabrication en série).

I.2 Qu'est-ce qu'être ingénieur?

L'ingénieur ? Celui-là même à qui revient la tâche de résoudre des problèmes de nature

Technologique, concrets et souvent complexes, liés à la conception, à la réalisation et à la mise en œuvre de produits, de systèmes ou de services.

Aujourd'hui, derrière ce vocable, il existe une grande diversité de métiers : ingénieur informatique, ingénieur d'affaire, ingénieurs recherche et développement, ingénieur études, ingénieur d'essais, ingénieur commercial, ingénieur matériaux, ingénieur conception, ingénieur aéronautique, ingénieur méthodes, ingénieur structure, ingénieur agronome...

I.3 Pourquoi devenir ingénieur ?

Parce qu'il est le moteur principal de l'innovation ! Son rôle consiste à concevoir, coordonner et mettre en œuvre des solutions techniques sous des contraintes de temps, de ressources et de respect des réglementations. Un ingénieur doit être capable de prendre des risques, contrôler, diriger, inventer, innover, prévoir, décider, agir et créer de l'activité.

Qu'est-ce que le métier d'ingénieur? Somme toute, par-delà les aptitudes scientifiques nécessaires, il possède aussi des compétences technologiques, financières, commerciales/achat, logistiques, managériales, juridiques et sociales. Rigueur, organisation, précision du raisonnement, méthode sont également des qualités attendues par les recruteurs, autant que les connaissances.

I.4 Rechercher un métier

Pour parvenir à dénicher les offres adéquates, les jeunes diplômés doivent acquérir des

savoir-faire pointus, rédiger leur CV en intégrant l'approche "mots-clés", animer leur présence sur la Toile et gérer leur réputation au sein de réseaux et communautés. Plus concrètement, pour réussir à surfer sur les sites d'offres d'emploi (*les sites généralistes viennent se greffer des sites spécialisés "métier", les sites spécialisés "régions", les sites d'organismes publics ou parapublics Enfin, il ne faut pas négliger les sites de cooptation*), il est impératif de savoir les identifier et de les différencier pour mieux comprendre leur fonctionnement. Dans tous les cas, pour repérer une offre, le candidat devra entrer dans un moteur de recherche par les mots-clés.

I.5 Recherche par mot-clé : quelques conseils

Le fait d'utiliser des mots-clés vous permet d'effectuer une recherche ciblée. Un mot-clé peut être un titre de fonction, une compétence particulière, le nom d'une entreprise ou d'une localité, etc. Voici quelques exemples : commercial, programmeur, gestion des ressources humaines, ORACLE, SAP, marketing, sonatrach, sonelgaz, opgi, etc.

Si vous voulez utiliser plusieurs mots-clés pour la recherche d'un emploi, pas de problème! Voici quelques explications très utiles :

- En tapant AND entre deux mots-clés, vous obtiendrez tous les résultats pour lesquels les deux mots apparaissent dans le titre ou dans le texte de l'offre. Exemple : marketing AND communication.
- En tapant OR entre deux mots-clés, vous obtiendrez les résultats pour lesquels l'un ou l'autre mot apparaît.
- Utilisez AND NOT si vous voulez qu'un mot apparaisse dans l'offre, mais pas l'autre. Exemple : marketing AND NOT communication.
- Utilisez des parenthèses pour regrouper des mots-clés pour faire une recherche encore plus concrète. Exemple : (marketing AND communication) AND NOT vente.
- Un astérisque (*) est utile pour rechercher tous les emplois qui présentent une variation par rapport à votre mot-clé. De la sorte, vous pouvez donner le début d'un mot et permettre toutes les variations. Exemple : communication* vous donne des résultats tels que 'expert en communication', 'collaborateur en communication', 'communicatif', etc.
- Vous pouvez utiliser une virgule à la place de "or".

- Vous pouvez utiliser le signe & à la place de "and".
- Si vous voulez utiliser P&O comme mot-clé, indiquez dans ce cas 'P&O'(entre apostrophes).
- Vous pouvez donner des localités comme mot-clé.
- Vous pouvez faire une recherche en introduisant une phrase.
- L'utilisation de l'astérisque devant un mot-clé engendre un message d'erreur. Vous ne pouvez l'utiliser que derrière un mot-clé.
- N'utilisez pas d'autres opérateurs ou signes dans votre mission de recherche. Les virgules et les points sont négligés, tandis que les points-virgules et les deux-points peuvent avoir un effet totalement contraire sur la recherche.

Le CV (Curriculum Vitae)

(Curriculum Vitae)	
Nom :	Prénom :
Age :	Photo
Doctorat en Génie Chimique et Technologie	
Etat Civil : Célibataire	
Adresse	
Tél:	
E-mail:	
Formation Universitaire	
STAGE THESE ET FORMATION UNIVERSITAIRE	
En 2017	
➤ Thèse de Doctorat (PhD): En 2011	
➤ Thèse de Master :	
En 2009	
➤ 2009 Stage licence (3 mois)	
➤ Thèse de Licence	
Langue	
Arabe, Français, Anglais, Chinoise...	
Compétence informatique	
Bureautique: Microsoft Office, Excel, Power...	
Langages de programmation : Matlab, Pascal...	

Une fois qu'on a identifié les sites adaptés à sa recherche, comment déposer son CV pour être le plus visible ?

Il est conseillé de le déposer sur quelques grands sites généralistes, mais également sur les sites emploi spécialisés sur le secteur d'activité ou le métier que l'on souhaite occuper. Petite astuce : il est important de mettre son CV à jour régulièrement ou même d'y modifier ne serait-ce qu'une virgule, afin qu'il remonte dans la cv thèque des sites. Et il est possible de masquer son identité et sa dernière expérience professionnelle. Indispensable lorsqu'on est en poste. Enfin, pensez à créer des alertes mails et à télécharger les applications mobiles. Vous pourrez consulter les annonces à tout moment.

I.6 Fiche de poste de travail

Dans le cadre d'un processus de recrutement, la fiche de poste met en lumière les objectifs et les caractéristiques du travail à réaliser. Lorsque le salarié a déjà intégré à l'entreprise, elle est utile au suivi de l'exécution de son emploi et sert de base à l'entretien annuel d'évaluation.

Plusieurs informations doivent être renseignées dans la fiche de poste : Le temps de travail, les conditions statutaires, sa place dans l'organigramme ainsi que le travail à exécuter, les conditions d'exercice, les éventuels risques professionnels encourus et les moyens nécessaires à sa réalisation, sa rémunération et ses avantages. Selon les opportunités, la fiche de poste peut également inclure les évolutions possibles du poste. Autant de critères objectifs qui permettent d'évaluer le travail d'un salarié.

I.7 Différentes disciplines impliquées

Les systèmes abordés appartiennent à des secteurs très variés : transports, télécommunications, santé, énergie, bâtiment, etc. Leur point commun: ce sont des réalisations complexes, qui utilisent différentes technologies.

Les sciences de l'ingénieur rassemblent toutes les disciplines nécessaires à l'étude de ces systèmes, notamment:

- La mécanique : étude des mouvements (cinématique) et des efforts (statique). Agencement des pièces d'un mécanisme, etc.
- L'électronique: composants, cartes électroniques, étude du signal, etc.
- L'automatique : partie commande du système.
- L'électrotechnique : production, transport, distribution et utilisation de l'énergie électrique.
- L'informatique industrielle : programmation de systèmes industriels.
- Le génie des procédés : maîtrise de la transformation industrielle des matières premières en

des produits élaborés par une succession d'opérations.

Les sciences de l'ingénieur reposent par ailleurs sur les sciences plus fondamentales dont elles se servent comme les grands principes des mathématiques et les lois de la physique

I.8 Les mille Visages De L'ingénieur

De la conception à la production, de l'industrie à la construction, le métier d'ingénieur offre une incroyable palette d'emplois.

Avant tout, le rôle de l'ingénieur est de résoudre les problèmes techniques, concrets et souvent complexes, qu'on lui pose. Il dispose pour cela de solides connaissances acquises lors de sa formation et d'un savoir-faire hérité de son expérience. L'ingénieur doit aussi compter avec des contraintes économiques, de temps et de qualité. Il lui faut aussi développer des qualités humaines : l'ingénieur travaille en équipe, ce qui exige de lui de savoir communiquer et encadrer. Curieux, ouvert, il sait rester humble, il apprend tous les jours, à chaque nouveau défi.

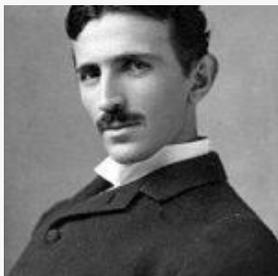
Les domaines dans lesquels l'ingénieur intervient sont multiples. L'industrie accueille, directement ou indirectement, près de la moitié des ingénieurs, dans les secteurs du transport, de l'aérospatiale, de l'énergie, de l'agro-alimentaire, de la chimie, de la métallurgie, de la pharmacie... Les services informatiques, les télécoms sont aussi demandeurs, comme la construction et le BTP. Depuis plusieurs années, le secteur de la banque et de la finance est devenu lui aussi un recruteur important.

Un ingénieur peut exercer une grande variété de fonctions au sein de l'entreprise, de la recherche à la production, de la logistique à la commercialisation. Combinez les fonctions et les secteurs, une myriade de métiers apparaît : ingénieur d'études, ingénieur qualité, ingénieur commercial, ingénieur achats, ingénieur aéronautique, énergies renouvelables...

Avec une particularité : au cours de sa carrière, l'ingénieur change plusieurs fois de poste. Sa formation initiale l'autorise à sauter aisément d'un secteur à l'autre (de l'aéronautique à l'automobile par exemple), d'une fonction à l'autre (d'un poste de conception à un poste de production), avec l'encadrement d'équipes de plus en plus étoffées. Nombreux sont les ingénieurs qui, ainsi, dessinent des carrières répondant à leurs envies, voire conjuguent travail et passion.

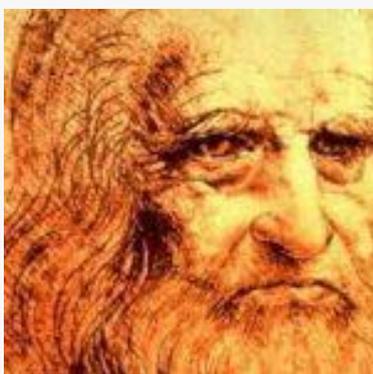
I.9 Les 10 ingénieurs les plus célèbres

Nicolas Tesla : Le courant alternatif, c'est lui !



Nikola Tesla (09/07/1856 – 07/01/1943) est l'un des inventeurs les plus marquants de sa génération, il est l'auteur de plus de 1000 brevets sur l'énergie électrique, sa production et sa conservation. Il maîtrisait 12 langues et avait 14 doctorats ! Il est à l'origine de beaucoup de technologies de nos jours comme notamment les avions car il avait un projet qui lui tenait beaucoup à cœur appelé : machine volante.

Léonard de Vinci : Il n'a pas fait que la Joconde !



Léonard de Vinci (15/04/1452 – 02/05/1519) commence sa vie en tant que peintre, puis devient sculpteur et commence à s'intéresser fortement aux mathématiques. Tout s'enchaîne pour lui car il a une soif d'apprendre si grande qu'il devient très vite ingénieur au service du pouvoir vénitien pour mettre en place des défenses militaires et il profitera de son retour à Florence pour peindre Mona Lisa pendant la réalisation de travaux hydrauliques.

Louis Armand : L'ambassadeur de la SNCF



Louis Armand (17/01/1905 – 30/08/1971) surprend dès le début de sa vie en sautant deux classes pour finir major de l'École des Mines ! Il continue sa carrière dans l'ingénierie pour la SNCF et en devient le patron quelques années après grâce à son invention le TIA qui est un procédé qui permet d'éviter la formation de tartre dans les tuyauteries des locomotives à vapeur.

Gustave Eiffel : La dame de fer made in France



Gustave Eiffel (15/12/1832 – 27/12/1923) est un des plus grands constructeurs de ce monde. Il commence sa carrière en tant que ” surveillant de travaux ” sur les chemins de fer Bordeaux pour se lancer en à son compte et crée sa première “œuvre” le viaduc de Porto puis celui de Garabit ! Grâce à sa notoriété grandissante, on lui confie de grands projets comme la fameuse statue de la liberté ou encore la grandiose tour Eiffel

Louis Blériot : L’as du volant aérien



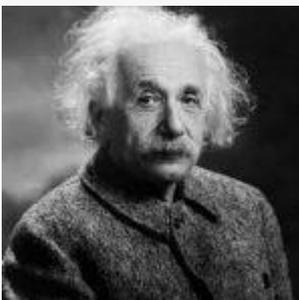
Louis Blériot (01/08/1872 – 01/08/1936) est le premier pilote au monde ! Il a déposé plus de 100 brevets d’invention (dont celle du manche à balai !). Il crée ses propres avions et vole avec en 1907 pour la première fois, mais ne s’arrête pas là car après de nombreux essais ratés, il décide de se lancer dans le pari fou qui est de traverser la manche !

James Watt : L’accélérateur de la révolution industrielle



James Watt (19/01/1736 – 25/08/1819) est un acteur clé de la période de la révolution industrielle avec notamment ses améliorations sur la machine à vapeur. L’énergie présente dans la machine à vapeur n’a pas de nom mais va vite s’appeler le Watt et devenir mondialement connue. Il est celui qui a initié la création d’énergie à grande échelle dans le monde !

Albert Einstein : L’équivalence de la masse et l’énergie d’un système, pour lui c’est $E=mc^2$



Albert Einstein (14/03/1879 – 18/04/1955) est l’ingénieur de référence, il est connu pour son excentricité mais surtout pour ses inventions et découvertes ! C’est le papa du réfrigérateur avec un système électromagnétique mais aussi l’inventeur de la théorie de la relativité et de la grande équation $E=mc^2$.

Henri Poincaré : Le premier opticien dans l'âme



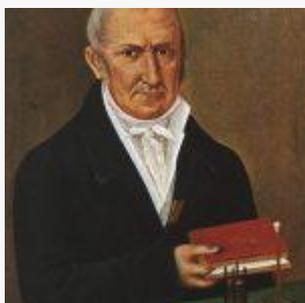
Henri Poincaré (29/04/1854 – 17/07/1912) est un ingénieur français multifonctions car il est très connu en philosophie, physique et mathématiques ! Il a fait ses preuves dans l'optique avec notamment les fondements de pans entiers de la science : théorie du chaos et des systèmes dynamiques, théorie des fonctions automorphes, topologie. C'est également l'un des pionniers de la théorie de la relativité restreinte.

Pierre Bézier : Le père de l'informatique



Pierre Bézier (01/09/1910 – 25/11/1984) est surtout connu pour son invention des courbes et surfaces de Bézier, utilisées principalement en informatique. Il reçoit le Prix Nessim-Habif en 1972 pour son invention et pour avoir introduit la CAO (Conception assistée par ordinateur) avec le développement des machines de production en grande série.

Alessandro Volta : L'inventeur du Volt



Alessandro Volta (18/02/1745 – 05/03/1827) est l'inventeur de l'unité de mesure de la tension électrique qu'est le volt, mais il est aussi l'inventeur de la pile voltaïque, la toute première pile électrochimique directe. Cette pile voltaïque lui a ensuite permis de créer un flux d'électricité qui lui a valu de nombreuses distinctions.

CHAPITRE II :
Filières de l'Electronique,
Télécommunications, Génie
Biomédical, Electrotechnique,
Electromécanique, Optique &
Mécanique de précision

II.1. Filière de l'Électronique

II.1.1 Définition

L'électronique est une discipline technique ou science de l'ingénieur, l'une des branches les plus importantes de la physique appliquée, auxiliaire dans la plupart des industries. Le mot électronique, qui désigne d'abord les faits et théories relatifs à l'électron, prend un sens technique au milieu du xx^e siècle.

L'électronique se résume à contrôler le flux des électrons (le courant électrique) qui circule à travers des conducteurs sur un chemin complet (un circuit), de telle sorte que l'énergie électrique délivrée à un récepteur (ampoule, moteur ou haut-parleur) prenne la « forme » qui convient. En modifiant le flux d'électrons, les composants électroniques vous donnent la possibilité d'obtenir d'incroyables résultats avec l'électricité.

II.1.2 Domaines d'application de l'électronique

- **Ingénieur analogicien**

L'ana logicien est un ingénieur en électronique très spécialisé, et donc très recherché. Sa mission: élaborer des circuits intégrés, des cartes ou des équipements (antennes, alimentation, capteurs...) permettant de traiter les signaux analogiques. A partir d'un cahier des charges détaillant les fonctions de chaque élément à concevoir, et les exigences de coût, de qualité et de délais. Il réalise des schémas préalables et intervient dans la phase de tests avec des outils de mesure (oscilloscope, synthétiseur...) ou des logiciels de simulation. Il travaille en bureau d'études, au sein d'une équipe, ou dans une entreprise spécialisée en conception électronique: fabrication de systèmes de transmission, de puces électroniques... Il est aussi présent dans l'industrie automobile, l'aéronautique, l'industrie de l'armement, le secteur médical.

- **Ingénieur électronicien des systèmes de la sécurité aérienne**

Cet ingénieur travaille au sein d'un service d'études (pôle innovation, recherche et développement) de l'aviation civile, dans un « centre en route » de la navigation aérienne, dans un centre de maintenance ou dans un aéroport. Il est responsable de l'installation, de l'entretien et du développement des équipements radioélectriques et électroniques (radars, systèmes d'atterrissage automatique, systèmes informatiques) qui assurent la sécurité des transports aériens afin que les avions puissent décoller, voler et atterrir en sécurité, par tous les temps. Passionné de nouvelles technologies, il a aussi pour tâche d'améliorer les équipements existants. Il assume de lourdes responsabilités, car c'est de son travail que dépend la sécurité des passagers et de l'équipage. Il doit donc gérer son stress et avoir une grande capacité de concentration. Il lui faut aussi maîtriser impérativement l'anglais, qui est la langue de travail dans les tours de contrôle aérien.

- **Ingénieur en électronique numérique:**

L'ingénieur en électronique numérique crée les « puces » qui forment les composants de base de l'univers de l'électronique numérique : les circuits imprimés, les mémoires ou les microprocesseurs, qui véhiculent des informations représentées sous forme de valeur binaire (0 et 1). À partir de ces composants, il conçoit des montages électroniques qui serviront à réaliser des circuits imprimés, lesquels constitueront ensuite la base de jeux vidéo, décodeurs,

et autres téléphones portables. Il s'appuie pour cela sur un cahier des charges. Il définit ensuite l'architecture matérielle et fonctionnelle de la partie numérique du système électronique, puis il choisit les composants et détermine leur organisation.

Il travaille en bureaux d'études, au sein d'une équipe, dans les entreprises en conception électronique, Il est aussi présent dans l'industrie automobile, l'aéronautique, l'industrie de l'armement, le secteur médical

- **Ingénieur en systèmes embarqués**

L'ingénieur électronique spécialisé en systèmes embarqués conçoit des ordinateurs pour des avions, des voitures, des équipements transportables, pour surveiller, contrôler et communiquer. L'ingénieur systèmes embarqués s'occupe du processus complet qui permet de concevoir une carte électronique, mais aussi de toute la partie programmation. Il semble se composer de composants électroniques (microprocesseurs), réalise les schémas, les câblages, assure les tests et le suivi de production. Objectif : que les bons ordres soient envoyés à un objet pour qu'il exécute une tâche précise.

Il exerce en bureau d'études, dans les entreprises en conception électronique: fabrication de systèmes de transmission, de puces électroniques, etc. mais aussi dans l'industrie automobile (ordinateurs de bord), l'aéronautique, l'industrie de l'armement, l'énergie, les transports et la domotique (détection de mouvements, alarmes), le secteur médical, les organismes de recherche publics, etc.

- **Definition de la Domotique**

La domotique est l'ensemble des techniques de l'électronique, de physique du bâtiment, d'automatisme, de l'informatique et des télécommunications utilisées dans les bâtiments, plus ou moins « interopérables » et permettant de centraliser le contrôle des différents systèmes et sous-systèmes de la maison et de l'entreprise (chauffage, volets roulants, porte de garage, portail d'entrée, prises électriques, etc.). La domotique vise à apporter des solutions techniques pour répondre aux besoins de confort (gestion d'énergie, optimisation de l'éclairage et du chauffage), de sécurité (alarme) et de communication (commandes à distance, signaux visuels ou sonores, etc.) que l'on peut retrouver dans les maisons, les hôtels, les lieux publics, etc.

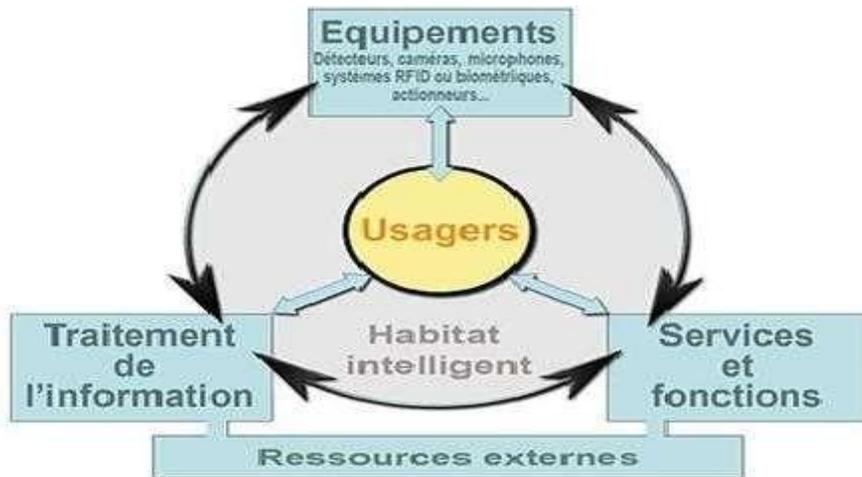


Figure 1 : Le système RFID

Le système RFID autrement dit l'identification par radiofréquence est une technologie qui permet de mémoriser et de récupérer des informations à distance grâce à une étiquette qui émet des ondes radio.

○ **Definition l'électronique embarquée**

L'électronique embarquée est un système électronique et informatique autonome, intégré à un autre objet pour y réaliser des tâches précises, souvent en temps réel. Le système embarqué possède une taille très réduite et utilise une faible consommation énergétique à l'aide de microprocesseurs à basse consommation d'énergie ou des microcontrôleurs. La conception d'un système embarqué requiert des compétences en électronique, en informatique industrielle et automatique. L'utilisation de l'électronique embarquée est soumise à de nombreuses contraintes:

Autonomie:

L'utilisation du système embarqué nécessite que la consommation énergétique soit au minimum afin de garantir une performance optimale et avec un coût réduit.

Temps:

L'électronique embarquée est composée d'objets qui possèdent des propriétés temps réel qui doivent avoir un temps de réaction minimal.

Sécurité:

Le système embarqué doit être capable de collecter et de conserver en permanence et en toute sécurité des centaines de données qui peuvent être confidentielles.

Pertinence :

Le système embarqué doit fournir des résultats exacts et pertinents en temps réel.

Le packaging:

L'électronique embarquée nécessite de faire cohabiter dans un faible volume l'électronique

analogique, l'électronique numérique et la radio fréquence.

- **Les domaines d'application de l'électronique embarquée**

L'électronique embarquée est introduite dans divers domaines, à savoir :

Le domaine grand public:

Smartphone, console de jeux, appareil photos, lecteur audio

Les moyens de transport:

Ordinateur de bord, GPS, système de navigation, automobiles, avions, trains, bateau

Les équipements médicaux :

Imagerie (rayon X, ultra-sons, IRM) endoscopie, caméra, monitoring, perfusion, lasers, chirurgie, stimulateur cardiaque

Les équipements de télécommunication:

Station mobile, routeur, Gateway, satellite

Les équipements industriels:

Productions automatisées, systèmes de commande d'énergie, équipements de stockage

Les équipements de bureautiques:

Répondeurs, copieurs, imprimante.

Les équipements de bâtiment:

Ascenseurs, système de surveillance, contrôle d'accès, systèmes d'éclairage...

L'électronique embarquée fait plus que jamais partie de notre vie quotidienne. Les systèmes embarqués nécessitent une fiabilité irréprochable, du fait du coût élevé de leur fabrication. L'intérêt des industriels pour les systèmes embarqués est de plus en plus grandissant. Alors quels seront à l'avenir les domaines d'application de l'électronique embarquée?

II.1. 3 Le rôle de spécialiste en électronique

L'ingénieur électronique peut être amené à travailler sur des sujets variés au sein de son entreprise. Ainsi ses compétences peuvent être appliquées sur du « physique » comme sur de la programmation de logiciels. Il peut également travailler sur différents aspects du produit et différentes phases: de la recherche de nouveaux produit, jusqu'au développement de produits existants. Il est également courant de voir un ingénieur électronique se spécialiser dans un domaine en particulier comme par exemple : la micro technologie, le traitement du son ou de l'image. Plus concrètement, l'ingénieur en électronique va être amené à dessiner des schémas de circuits électroniques ainsi que ses composants, puis à les tester dans des prototypes de produits. Les produits peuvent être très variés, l'électronique est aujourd'hui présent partout : ordinateurs, téléphone, TV, four, machine à laver, etc. L'ingénieur électronique peut donc se spécialiser dans le secteur d'activité de choix en fonction de ses affinités.

II.2.Télécommunications

II.2.1 Définition

Les télécommunications (abrév. fam. télécoms), ne sont pas considérées comme une science, mais comme des technologies et techniques appliquées.

On entend par télécommunications toute transmission, émission et réception à distance, de signes, de signaux, d'écrits, d'images, de sons ou de renseignements de toutes natures, par fil électrique, radioélectricité, optique ou autres systèmes électromagnétiques (définition de l'OFTTEL, aujourd'hui Ofcom).

- **Origine des télécommunications**

Les moyens simples naturels anciens comme la parole ou les signaux à vue, permettent de communiquer à courte distance. L'évolution de l'organisation des sociétés humaines a amené très vite à développer des moyens de communiquer à distance : tambours, signaux de fumée, drapeaux. Les communications maritimes par pavillons, sémaphores ou héliographe sont encore en usage marginal dans la marine, mais les télécommunications "électriques" n'ont vraiment pris leur essor qu'avec l'invention du télégraphe, puis du téléphone. Le développement de l'électronique, de la radioélectricité, puis de l'ordinateur, ont amené en moins d'un siècle aux télécommunications modernes.

Les télécommunications débutent en France avec le télégraphe (optique) aérien des frères Chappe (1792). Dans les années 1870, Bell invente le téléphone.

- **Télécommunications et sciences**

Ce secteur connaît une forte croissance depuis les années 1980, grâce aux progrès technologiques réalisés dans les domaines scientifiques dont ce secteur est le carrefour :

- mathématiques : le traitement du signal, la cryptographie, la théorie de l'information et le numérique ;

- physique : l'électromagnétisme, les semi-conducteurs, l'électronique et l'optoélectronique ;

- informatique : le génie logiciel et la diffusion de la micro-informatique ;

- chimie : Réaction d'oxydoréduction (réduction de poids et autonomie prolongée des batteries des appareils portatifs).

- **Techniques des télécommunications**

- **Principes**

Une liaison de télécommunications comporte trois éléments principaux :

- Un émetteur qui prends l'information et la convertit en signal électrique, optique ou radioélectrique.

- Une ligne de transmission, une fibre optique ou l'espace radioélectrique, qui relie émetteur et récepteur.

- Un récepteur qui reçoit le signal et le convertit en information utilisable.

Par exemple, en radiodiffusion, l'émetteur de radiodiffusion émet grâce à son antenne la voix ou la musique qui passe dans l'espace sous forme d'onde électromagnétique jusqu'à un récepteur AM ou FM qui la restitue. Les liaisons de télécommunications peuvent être monodirectionnelles, comme en radiodiffusion ou télévision, ou bidirectionnelles, utilisant alors un émetteur-récepteur. Quand plusieurs liaisons sont interconnectées entre plusieurs utilisateurs, on obtient un réseau, comme par exemple le réseau téléphonique ou internet.

- **Canaux de transmission**

Un canal de transmission est une division d'un support de transmission affectée à une liaison. Ainsi dans le cas de radiodiffusion en FM, une station émet à 96,1Mhz, une autre à 94,5Mhz : l'espace hertzien est réparti en fréquence et chaque canal est affecté à un émetteur, dans un multiplexage en fréquence. En communications numériques, le multiplexage peut également être temporel ou par codes orthogonaux.

- **Radioélectricité**

La radioélectricité étudie la transmission hertzienne, la propagation des ondes, les interfaces avec l'émetteur et le récepteur par l'intermédiaire des antennes. Dans un canal de transmission hertzien, le signal porté par l'onde radioélectrique est atténué par la perte d'espace, les absorptions atmosphériques, dégradé par les diffractions et réflexions. L'analyse du bilan de liaison inclue tous ces facteurs.

- **Traitement du signal**

Les signaux à transmettre peuvent être analogiques, comme la musique, la voix ou l'image, ou numériques, comme les fichiers ou les textes. Un signal analogique peut également être converti en numérique. Un signal analogique varie continûment alors qu'un signal numérique est une succession d'états discrets, binaires dans le cas le plus simple, se succédant en séquence.

Le traitement du signal pour l'adapter au moyen de transmission et le restituer après réception, comprends les techniques de codage, de modulation, de compression, et leur inverse à la restitution. Ces traitements sont de plus en plus numérisés, à l'exception de la modulation elle-même.

Le signal après passage dans le média de transmission est entaché de bruit, qui dégrade la qualité. Il doit être filtré en analogique, ou subir des algorithmes de correction en numérique. Un avantage des transmissions numériques est la correction totale du bruit au-dessus d'un seuil réseaux

Un ensemble d'émetteurs et de récepteurs qui communiquent entre eux est un réseau. Un réseau numérique comme internet, comporte des routeurs qui aiguillent l'information vers l'utilisateur désigné dans l'adresse électronique. Un réseau analogique, comme le téléphone classique, comporte des centraux pour établir un lien physique entre deux abonnés. Des répéteurs sont nécessaires pour amplifier et corriger les signaux.

II.2.2 Domaines d'Applications des télécommunications

- **Le téléphone**
- **La radio**

La radio peut être définie comme toutes communications par l'intermédiaire de l'espace hertzien. C'est donc un domaine varié, incluant la radiodiffusion de programmes, les services de communications en radiotéléphonie, de point à point ou en réseaux, les loisirs radio comme le radio amateurisme, les liaisons avec satellite de télécommunication ou par faisceau artésien

- **La télévision**
- **Les réseaux mobiles**

Le téléphone mobile est l'un des phénomènes de société de la fin du XX^{ème} siècle. Le geste de téléphoner dans la rue devient banal, au point d'inquiéter sur ses risques, de créer un langage particulier le langage SMS. En attendant de voir partout les programmes de télévision sur mobile en cours de développement, l'accès à internet est déjà facile sur les dernières générations.

- **Internet**

Quoique l'internet ne soit pas le seul système de réseau informatique, il en est presque devenu synonyme. La structure d'internet est complexe et peut se séparer en :

- Un système physique de communication (les lignes d'abonnés, les modems, les routeurs qui connectent au *web*)
- Un système de transport entre utilisateurs (les protocoles, les serveurs,..)
- Un système applicatif qui fournit le service final (messagerie, image, voix, moteur de recherche.)

- **Le radar**

Quoique le radar ne soit pas à proprement parler un système de communication, mais de télédétection, ses techniques combinent radio en micro-onde, traitement du signal, radioélectricité, et peuvent être rattachées au monde des télécommunications.

Initialement développé pour la détection des raids aériens, le radar fut très vite installé sur les navires, puis les avions.

D'abord militaire puis civil, le contrôle aérien et maritime utilise intensivement le radar pour la sécurité. Enfin le radar météorologique permet de cartographier les pluies et nuages, y compris depuis les satellites d'observation.

- **La navigation**

La radionavigation a permis dès les débuts de la radio, d'aider à la navigation maritime puis aérienne, grâce à la radiogoniométrie et aux radiophares, puis aux systèmes hyperboliques comme le LORAN. Aujourd'hui, les systèmes de navigation par satellite comme le GPS sont devenu un équipement courant des véhicules, en attendant le développement du futur Galileo, les systèmes d'identification automatique comme l'AIS et de détection d'obstacle améliorent la sécurité de la navigation.

- **Les applications militaires**

Outre les télécommunications proprement dites, qui utilisent des méthodes de discrétion comme l'évasion de fréquence, et de cryptage, les gouvernements utilisent les techniques radioélectriques dans un but de renseignement électromagnétique, comme le système échelon d'écoute satellitaire, ou des systèmes de brouillage et de contre-mesures.

II.2.3 Rôle du Spécialiste systèmes de télécommunications incluent :

- Gestion et supervision des systèmes de télécommunications, et formulation de conseils techniques à leur sujet
- Réception de retours, identification des besoins et des exigences des utilisateurs, et mobilisation de la technologie existante pour répondre à leurs critères
- Documentation des plans, des requêtes, des activités et des spécifications, et génération de rapports les concernant.

II.2.4 Responsabilités

- Gérer et superviser les systèmes de télécommunications, et fournir des conseils techniques à leur sujet
- Recevoir des retours, identifier les besoins et les exigences des utilisateurs, et mobiliser la technologie existante pour répondre à leurs critères
- Documenter les plans, les requêtes, les activités et les spécifications, et générer des rapports les concernant
- Programmer des fonctionnalités, concevoir des réseaux et des systèmes, et attribuer des ressources, en fonction des besoins
- Contrôler et tester les systèmes ainsi que les équipements périphériques, identifier et résoudre les problèmes
- Évaluer le niveau de performances des systèmes et améliorer les capacités si nécessaire
- Superviser et coordonner les activités de télécommunications
- Acheter des équipements électroniques et préparer des justifications budgétaires
- Coopérer avec la direction en vue de développer le personnel et d'améliorer ses compétences
- Respecter les normes et les bonnes pratiques de l'industrie
- **Exigences**
 - Expérience confirmée en tant que Spécialiste systèmes de télécommunications
 - Bonnes connaissances de MS Office et des bases de données
 - Expérience pratique de l'ensemble des systèmes de télécommunications, y compris des équipements périphériques (ex. : réseaux informatiques, fibre optique, contrôleurs in situ, modems de données, terminaux, etc.)
 - Compétences organisationnelles et interpersonnelles adéquates

- Esprit d'équipe et orientation sur le service à la clientèle
- Licence en informatique, en télécommunications ou dans un autre domaine apparenté

II.3. Filière de Génie Biomédical

II.3.1 Définition

Le génie biomédical est une branche de l'ingénierie visant au contrôle des systèmes biologiques ou au développement d'appareils servant au diagnostic et au traitement des patients. Ce domaine interdisciplinaire de développement et de recherche.

L'ingénieur biomédical est un spécialiste des matériels et des équipements de haute technologie destinés au secteur hospitalier, aux établissements de soins et aux professionnels de la santé. Il supervise une équipe de techniciens biomédicaux.

II.3.2 Les missions d'un ingénieur biomédical

Le travail de l'ingénieur ou responsable biomédical est essentiel pour assurer la qualité et la sécurité des soins : les équipements (seringues électriques, appareils de dialyse, ou les appareils d'imagerie comme les scanners ou IRM...) jouent un rôle primordial dans le diagnostic et le traitement des patients.

- **L'ingénieur biomédical, un gestionnaire**

Assisté d'une équipe de techniciens, l'ingénieur intervient tout au long du cycle de vie des équipements en tenant compte des budgets engagés et des réglementations en vigueur. Il assure le conseil technique de l'hôpital, prévoit les investissements avec les responsables médicaux, propose à la direction le plan annuel d'équipement et procède aux achats de matériel. Il gère et organise ensuite la maintenance des équipements, puis leur remplacement, voire leur destruction en fin de vie.

- **Ingénierie biomédicale, une fonction transversale**

La fonction des responsables biomédicaux est transversale. Ils font le lien entre tous les utilisateurs, tant le corps médical que les professionnels paramédicaux, la direction de l'établissement, les ouvriers et techniciens ainsi que les fournisseurs. Parmi les activités d'un responsable biomédical figurent également le management technique et l'aide à la décision auprès de la direction de l'hôpital et des responsables des nouveaux pôles d'activités médicales.

- **Compétences/qualités requises pour ce métier**

- ✓ Grande expertise technique
- ✓ Méthode et rigueur scientifique
- ✓ Capacités de gestion budgétaire
- ✓ Aptitudes relationnelles développées

II.3.3 Domaines d'application

Comme les ingénieurs biomédicaux travaillent tous de près ou de loin dans le secteur de la santé, la plupart des emplois qui sont offerts dans le milieu sont dans le secteur public ou dans une entreprise faisant partenariat avec le secteur public.

Des emplois sont ainsi offerts dans les hôpitaux et les centres hospitaliers universitaires, auprès des fabricants d'équipements médicaux, dans les entreprises pharmaceutiques, ou dans les centres de réadaptation.



Figure 2 : une photo sur l'imagerie médicale

Le **génie biomédical** (GBM) est une application des principes et des techniques de l'ingénierie dans le domaine médical visant au contrôle des systèmes biologiques ou au développement d'appareils servant au diagnostic et au traitement des patients. Ce domaine est un mélange de médecine, de biologie, d'ingénierie et de physique.

Étant une discipline relativement récente, la plupart des travaux se situent dans le développement et la recherche couvrant un large secteur d'activité. Il comprend :

- La bioélectricité
- Le bioélectromagnétisme
- La bio-informatique
- La biomécanique
- L'étude des biomatériaux
- L'électrophysiologie
- L'évaluation des technologies médicales
- La régulation physiologique
- L'instrumentation biomédicale (dont l'imagerie médicale)
- La modélisation biomédicale
- Le traitement d'images et de signaux biomédicaux

- La radiothérapie

Les exemples d'application sont le développement et la fabrication de prothèses biocompatibles, les dispositifs médicaux ainsi que les équipements d'imagerie et de diagnostic comme l'électroencéphalographe (EEG) et l'imagerie par résonance magnétique (IRM).

Disciplines

Le génie biomédical est considéré comme un domaine interdisciplinaire, résultant d'un large éventail de disciplines. En raison de sa grande diversité, il n'est pas rare pour un ingénieur biomédical de choisir un domaine particulier. Les principaux domaines sont les suivants :

- La bioélectricité
- L'imagerie médicale et l'optique médicale
- Les biomatériaux
- La biomécanique
- L'instrumentation médicale et les dispositifs médicaux
- Le génie tissulaire, moléculaire et cellulaire

Dans d'autres cas, il peut y avoir un regroupement des domaines ci-dessus pour en former d'autres. Il s'agit généralement :

- Du génie chimique – associé à la biochimie, au génie tissulaire, moléculaire et cellulaire, aussi qu'aux biomatériaux
- Du génie électrique – associé à la bioélectricité, à la bioinstrumentation, à l'imagerie médicale et aux appareils électroniques médicaux
- Du génie mécanique – associé à la biomécanique, aux dispositifs médicaux et à la modélisation des systèmes médicaux

- **Génie clinique**

Le génie clinique est une branche du génie biomédical pour les professionnels responsables de la gestion du matériel dans les hôpitaux. Les tâches d'un ingénieur clinique sont l'acquisition et la gestion de l'inventaire des dispositifs médicaux, l'encadrement des techniciens en génie biomédical (en veillant à la sécurité et au respect de la réglementation), et le conseil technique à l'usage des dispositifs médicaux dans les hôpitaux.

- **Dispositifs médicaux**

On entend par Dispositif Médical tout instrument, appareil, équipement, matière, produit (à l'exception des produits d'origine humaine, ou autre article utilisé seul ou en association), y compris les accessoires et logiciels intervenant dans son fonctionnement, destiné par le fabricant à être utilisé chez l'homme à des fins médicales et dont l'action principale voulue n'est pas obtenue par des moyens pharmacologiques ou immunologiques ni par métabolisme, mais dont la fonction peut être assistée par de tels moyens.

Voici quelques exemples :

- les stimulateurs cardiaques
- les pompes à perfusion
- les générateurs de dialyse
- Les organes artificiels
- Les implants dentaires
- Les verres correcteurs
- Les prothèses oculaires et faciales

- **Imagerie médicale**

Les techniques d'imagerie sont souvent essentielles au diagnostic médical et sont généralement complexes. Des exemples :

- La radiologie conventionnelle ou numérisée
- La mammographie
- L'ostéodensitométrie
- La scanographie ou tomодensitométrie
- L'échographie
- L'imagerie par résonance magnétique (IRM)
- La tomographie par émission de positons (TEP)

Les quatre premières techniques utilisent des rayons X. L'échographie utilise des ultrasons et l'IRM le phénomène de résonance magnétique nucléaire.

- **Génie tissulaire**

Un des buts du génie tissulaire est de créer des organes artificiels pour les patients ayant besoin de greffes d'organes. Des ingénieurs font actuellement des recherches sur les méthodes de création d'organes. Une méthode très prometteuse est celle de l'impression 3D d'organes

II.3.4 Le rôle de spécialiste en biomédical

Dans le cadre de son travail, l'ingénieur biomédical conçoit et élabore divers produits technologiques pour le secteur de la médecine et de la santé.

Ses travaux touchent ainsi une multitude d'appareils et font appel à diverses technologies, comme l'imagerie médicale, des équipements de diagnostic, des sondes corporelles intelligentes, des robots-opérateurs, des stimulateurs cardiaques, des équipements de réadaptation ou encore des orthèses-prothèses.

Mais la complexité du génie biomédical ne réside pas que dans la technologie de pointe utilisée dans le milieu ; il s'agit aussi de parvenir à joindre deux domaines forts complexes et différents : la médecine et le génie.

Un ingénieur biomédical doit donc maîtriser à la fois des notions d'informatique, d'intelligence artificielle, d'imagerie 3D, de mécanique, de biologie du corps humain, D'expérimentation en laboratoire, d'électricité et d'ondes, et une multitude d'autres.

II.3.5 Ingénieur biomédical en établissement de santé

Le principal débouché professionnel des ingénieurs biomédicaux reste les établissements de santé publics ou privés. Ils y exercent une fonction de cadre technique, généralement sous l'autorité de la direction des services techniques ou la direction des services économiques.

Leurs quatre principales fonctions sont :

- L'élaboration du plan d'équipement et le conseil à l'achat des équipements ;
- L'élaboration et la mise en œuvre d'une politique de maintenance moyennant l'encadrement d'une équipe de techniciens ;
- La formation des utilisateurs ;
- Dans une moindre mesure, la recherche.

Ils exercent aussi des fonctions transversales telles que le suivi budgétaire, l'analyse des recettes et des dépenses, la veille technologique et réglementaire, la participation à la démarche qualité de l'établissement.

Leur rôle peut être plus ou moins polyvalent selon la taille de la structure au sein de laquelle ils exercent : Dans une petite structure, ils sont généralement seuls et doivent faire preuve de compétences techniques étendues. À l'inverse, dans une structure de taille importante, ils ont généralement un champ d'action plus restreint. Ils deviennent alors des spécialistes. Ils sont par ailleurs amenés à encadrer de plus grosses équipes techniques.

II.4 Filière d'Electrotechnique

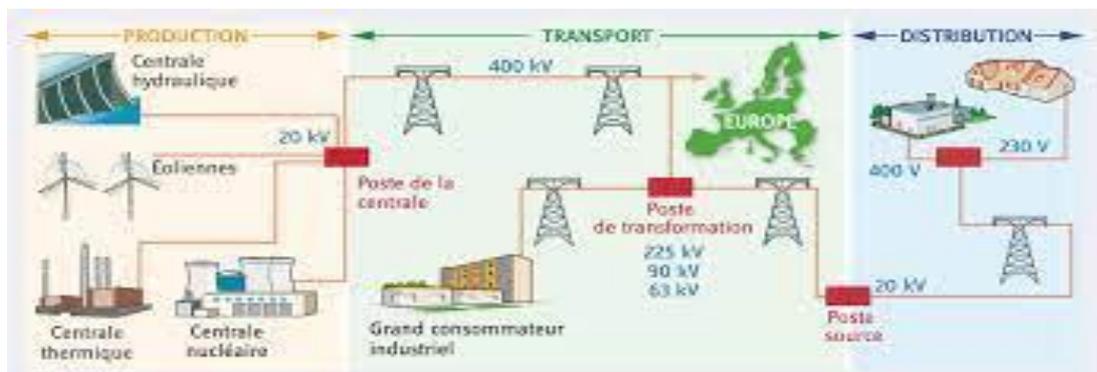


Figure 3 : Réseaux Electriques

II.4.1 Définition

L'électrotechnique se rapporte « aux applications pratiques de l'électricité, à la science étudiant ces applications ». Elle concerne par exemple la production, le transport, la distribution, le traitement, la transformation, la gestion et l'utilisation de l'énergie électrique. Parfois appelée « génie électrique ».

II.4.2 Domaines d'application

L'électrotechnique, ou génie électrique est aussi bien la science de la mise en œuvre que de la gestion technique des systèmes électriques :

II.4.2.1 La production

a) Production de l'énergie électrique :

L'énergie électrique est produite dans des centrales qui disposent d'éléments indispensables à la génération de courant électrique qui sont :

- Une turbine en mouvement.
- Un alternateur qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

b) Types de centrales électriques :

Il existe cinq principaux types de centrales électriques :

- Les centrales à combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz naturel) dites centrales thermiques classiques.
- Les centrales nucléaires qui sont également des centrales que l'on peut qualifier de thermiques. Les centrales hydroélectriques.
- Les centrales solaires (photovoltaïques, thermique).
- Les centrales éoliennes.

II.4.2.2 Le transport

Problématique majeure d'études liée à l'électricité. La schématisation des systèmes électriques, l'apparition du courant triphasé et l'invention du transformateur ont permis le transport de l'énergie électrique

• Comment l'électricité arrive-t-elle chez nous ?

L'électricité est produite à plusieurs endroits, là où les différentes énergies sont disponibles. Il faut maintenant l'acheminer jusque chez nous. Elle va voyager sur le réseau électrique composé du réseau de transport et du réseau de distribution.

• Réseaux de transport et d'interconnexion en Algérie

Le réseau de transport de l'électricité joue le rôle des grands axes. Le gestionnaire de Réseau de transport d'électricité exploite le réseau sur tout le territoire national qui est constitué des lignes très haute tension. Ces lignes favorisent le transport d'une grande quantité d'électricité sur de longues distances. En Algérie, l'électricité est essentiellement acheminée en très haute tension à **400 000 volts** sur les lignes d'interconnexion.

- Le volt est l'unité de mesure qui permet de mesurer la tension électrique. Pour éviter la perte de courant électrique lors de son transport, l'électricité doit voyager à très haute tension.

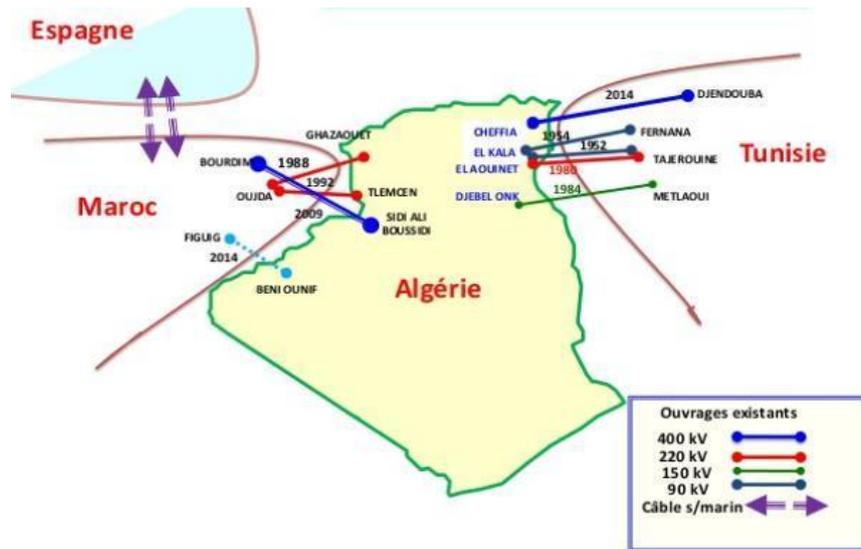


Figure 4 : Réseaux d'interconnexion

- **Le transformateur**

Le transformateur contrôle, transforme et répartit l'énergie électrique en provenance des lignes électriques. Si l'on reprend l'image du réseau routier, le transformateur correspond aux plusieurs sorties le long de la route.

La première sortie favorise le passage du réseau de transport électrique au réseau de distribution d'électricité.

Puis, la sortie définitive correspond à la réduction du niveau de tension électrique entre la haute et la basse tension grâce à un transformateur. L'électricité ne pouvant pas être importée sous haute tension vers nos habitations.

II.4.2.3 La distribution



Figure 5 : Réseau De Distribution D'énergie

Le réseau de distribution Consiste à acheminer l'énergie électrique jusqu'aux différents consommateurs à partir du réseau public de distribution

- **La distribution de l'électricité**

Le réseau de distribution d'électricité joue le rôle des axes secondaires. Le gestionnaire de distribution exploite le réseau de moyenne et de basse tension. Il assure l'acheminement du courant vers les lieux de consommation (maisons, magasins, bureaux, collèges, lycées...) à une tension abaissée (basse tension).

On remarque qu'il y a effectivement eu transformation de la tension électrique entre le réseau à très haute tension de 400 000 volts et la tension abaissée qui arrive chez nous à 400 volts.

- **Le réseau électrique évolue**

Comme nous l'avons exprimé plus haut, le réseau électrique a pour rôle d'acheminer l'électricité depuis les centres de production (centrales nucléaires, thermiques et renouvelables) vers les centres de consommation (industriels, collectivités, résidentiels) et d'assurer à tout moment l'équilibre entre la production et la consommation.

Or, les réseaux électriques actuels sont confrontés au développement de nouveaux moyens de production et à une évolution des usages. On peut citer en particulier :

- le développement des moyens de production d'électricité issue d'énergies renouvelables, souvent décentralisés, et dont la production est variable au cours du temps ;
- les consommations liées aux équipements électroniques (usages spécifiques de l'électricité) ;
- l'insertion des véhicules électriques sur le réseau.

Le meilleur exemple aujourd'hui de production décentralisée sont les panneaux photovoltaïques, qui produisent, transforment et distribuent l'électricité directement sur les toits des habitations. En réponse à ces nouvelles problématiques, des réseaux électriques intelligents se créent.

- **Les réseaux intelligents**

Les réseaux intelligents (ou smart grids) sont des équipements qui mixent la distribution d'électricité avec les technologies de l'information et de la communication. Les nouvelles technologies sont insérées au réseau électrique traditionnel pour une plus grande maîtrise du transport, de la distribution et de la consommation d'électricité.

Les réseaux intelligents ont pour objectif de mieux gérer le caractère variable des énergies renouvelables et donc de rassurer sur un système plus stable, moins vulnérable aux pannes et surtout économiseur d'énergie.

II.4.2.4 L'installation

Les travaux d'installation d'un service électrique sont réalisés à partir d'un réseau basse-tension. L'installation des équipements électriques prend en considération la nature et la fonction d'un bâtiment

II.4.2.5 La consommation

Besoins électrique des utilisateurs finaux. Appeler une cage d'ascenseur, lancer une machine à laver, éclairer une rue, chauffer un bâtiment etc.

II.4.3 Le rôle de spécialiste Electrotechnique

L'électrotechnicien est un véritable spécialiste de l'électricité. Il est capable à la fois de concevoir et de fabriquer des appareils électriques mais aussi de les réparer et d'assurer leur maintenance. Il intervient également sur les automatismes en lien avec les équipements électriques.

II.5 Filière d'Electromécanique

II.5.1 Définition

L'électromécanique est une combinaison de sciences qui englobe l'ingénierie électrique et mécanique. Les personnes travaillant dans ce domaine conçoivent des systèmes liés à ces deux aspects. Elles peuvent aussi bien travailler dans le secteur public que privé, et dans diverses industries (par exemple l'électronique, l'énergie électrique, les télécommunications ou la mécanique).

L'électromécanicien est le professionnel chargé d'analyser, de développer, d'entretenir les systèmes et dispositifs liés à l'électromécanique. Ils sont notamment chargés d'effectuer les révisions d'équipements et de machines automatisés.

L'électromécanicien réalise l'entretien complet (nettoyage, isolation des circuits électriques, graissage des roulements, ajustement ou changement de pièces mécaniques...) ainsi que les contrôles destinés à repérer toute anomalie justifiant de planifier, à plus ou moins long terme, le type de maintenance adapté à la situation.

En outre, les électromécaniciens travaillent sur des nouveaux projets et des nouvelles technologies car ils sont responsables d'essayer, d'assembler et d'installer des nouveaux systèmes.

Cette profession permet de travailler dans différents endroits, car les machines et les équipements automatisés sont utilisés dans bon nombre d'industries au Québec.

- **Les responsabilités et les tâches d'un électromécanicien**

Il est difficile de présenter une liste exhaustive de tâches que rencontrent un électromécanicien car tout dépend de l'entreprise et de l'industrie dans laquelle il travaille.

Mais voici ce qu'on attend de lui :

- Comprendre pourquoi un équipement est défaillant pour le refaire fonctionner.
- Gérer des informations techniques et avoir la capacité d'interpréter les caractéristiques des systèmes dont il a la charge.
- Faire des tests sur des nouveaux équipements et comprendre leur état de fonctionnement.
- Analyser l'état des équipements pour, au besoin, programmer et parfois gérer des maintenances ou les superviser.
- Détecter et signaler des défauts de sécurité dans le fonctionnement des équipements.

II.5.2 Domaines d'application

L'électromécanicien installe, contrôle, entretient, règle et répare les machines, appareils et instruments composés de pièces mécaniques, électriques et électroniques. On trouve des électromécaniciens dans tous les secteurs d'activité : usines, services de sécurité, transports, exploitations agricoles, secteurs sanitaires, chantiers de construction, production électrique, ateliers de mécanique, ...

L'électromécanicien est généralement affecté au service maintenance ou au service après-vente.

En fonction du secteur d'activité dans lequel il travaille, et de son poste, l'électronicien développe des compétences spécifiques : électromécanicien d'équipements industriels, électromécanicien d'aéronautique, électromécanicien d'ascenseurs, d'escaliers mécaniques, ...

II.5.3 Le rôle de spécialiste en Electromécanique

L'électromécanicien installe les machines d'un atelier ou d'un chantier, mais ses tâches consistent surtout à les entretenir :

- Suivi de la disponibilité permanente du matériel.
- Nettoyage, réparation ou remplacement des éléments défectueux.
- Rédaction des fiches techniques d'intervention (dossier de maintenance des machines) et renseignement au niveau de la GMAO (Gestion de la maintenance assistée par ordinateur).
- Participation à l'amélioration des procédures de maintenance.
- Mise en place de dispositifs plus performants pour augmenter le rendement et la longévité des machines.

II.5.4 Compétences et Qualités

Expert en mécanique, électricité, électrotechnique, électromécanique et électronique, l'**électromécanicien** est également compétent en matière d'hydraulique, de pneumatique, plomberie, chaudronnerie, ..., en fonction de sa spécialisation. À quoi s'ajoutent :

- la lecture de plans, schémas et notices techniques (y compris en anglais),
- une aptitude à remplir les comptes rendus d'intervention et à rédiger des courriers,
- la maîtrise des dossiers fournis par le constructeur,
- la maîtrise de l'informatique et des logiciels de gestion de maintenance (un plus).
- L'**électromécanicien** associe habileté manuelle (rapidité d'exécution et précision) et esprit d'initiative, d'analyse, de déduction et de méthode. Par ailleurs, il sait s'adapter et mettre à jour régulièrement ses connaissances. Enfin, il ne redoute pas d'être soumis au bruit, à des horaires de travail décalés (nuit, week-end) et d'exercer son métier souvent dans des positions inconfortables.

II.6. Filière d'Optique & Mécanique de précision

II.6.1 Optique :

II.6.1.1 Définition

Sans l'ingénieur en optique, également appelé ingénieur opticien, nous n'aurions pas de DVD, de fibre optique et lasers, pas plus que de codes-barres ni de télescopes. Les applications des travaux de ce spécialiste de l'optique instrumentale, de la photonique (emploi des photons à la place des électrons pour composer des équipements électroniques de pointe) et de l'optronique (association de l'optique avec l'électronique) sont en effet innombrables. Et ce n'est qu'un début : l'optique sera, d'ici quelques années, au cœur du stockage et du traitement de l'information.

II.6.1.2 Domaines d'application

L'ingénieur en optique peut exercer diverses fonctions, dans divers lieux. En usine, il joue le rôle d'ingénieur production. Responsable de la direction de la fabrication des instruments d'optique, il est à la tête d'équipes de production (techniciens, opérateurs...) et supervise les opérations de fabrication.

En bureau d'études, l'ingénieur opticien est chargé, en collaboration avec d'autres scientifiques, des calculs et des études pour le perfectionnement des instruments d'optique existants et la création de nouveaux modèles.

En laboratoire, il se fait ingénieur recherche.

Enfin, en tant que technico-commercial, l'ingénieur en optique mobilise ses compétences techniques pour participer à la vente des instruments.

II.6.1.3 Le rôle de spécialiste en Optique

Selon son environnement de travail (usine, laboratoire, bureau d'étude), l'ingénieur en optique peut remplir des fonctions diverses :

- concevoir de nouveaux instruments pour l'industrie ou la recherche : cahiers des charges, tests
- procéder à des calculs en vue d'améliorer les outils existants
- participer à la définition de la stratégie de vente des instruments optiques, en lien avec l'équipe commerciale
- encadrer l'utilisation des instruments dans un processus de production industriel...

En usine, l'ingénieur en optique peut donc avoir à remplir des fonctions managériales ou commerciales.

II.6.2 Mécanique de précision

II.6.2.1 Définition

La mécanique de précision est la science, l'art et la pratique de l'ingénierie des systèmes mécaniques qui doivent être fabriqués selon des tolérances exactes. La mécanique de précision fait partie de la discipline du génie mécanique et il s'avère que les tâches de cette personne sont très similaires à celles d'un ingénieur.

II.6.2.2 Domaines d'application

On entend par mécanique de précision, la fabrication de pièces mécaniques qui ne laissent passer aucun défaut. L'utilisation de ces pièces porte le même nom. Aussi petit qu'il puisse être, les pièces fabriquées par la mécanique de précision ne tolèrent aucune erreur. Il existe plusieurs sociétés qui sont spécialisées dans ce secteur. Par exemple, vous pouvez retrouver une entreprise de mécanique de précision à Pau. Il faut savoir que ces pièces doivent être irréprochables, car elles sont souvent utilisées dans des domaines qui nécessitent une précision infaillible :

- chirurgie
- horlogerie
- aéronautique
- armement, etc.

Les pièces ont des profils très compliqués de par leur petite taille. Il arrive que des alliages particuliers de métaux soient utilisés pour fabriquer ces pièces. Les composants de ces pièces doivent être confectionnés avec la plus grande minutie. Aussi, une fois que ces produits sont réalisés, ils sont soumis à de nombreux tests et contrôles pointilleux pour vérifier la qualité de la pièce. C'est surtout dans cette idée que ce secteur se différencie de celui de la mécanique industrielle

II.6.2.3 Le rôle de spécialiste en Mécanique de précision

- Un mécanicien de précision doit avoir une bonne vue ainsi qu'une bonne motricité. Il doit être capable de travailler rapidement et avec précision sans faire d'erreurs. Il doit également être capable de comprendre le fonctionnement des objets afin de pouvoir les réparer en cas de panne.
- Un mécanicien de précision est une personne qui conçoit et assemble des machines ou des outils dont les pièces doivent s'emboîter de manière précise. Ce travail peut être effectué manuellement ou à l'aide de machines commandées par ordinateur.

CHAPITRE III :
Filières de l'Automatique et du
Génie industriel

III. 1. Filière de l'Automatique

III.1.1 Définition de l'Automatique

L'ingénieur en automatismes conçoit et réalise des systèmes automatisés complexes : automates programmables, robots, véhicules à guidage automatique, etc. Il est le principal responsable de l'automatisation d'une usine, d'une entreprise, d'un système de tri, etc. Il est présent dans tous les domaines de la fabrication industrielle qui

utilisent une chaîne de production : automobile, aéronautique, construction mécanique, bois, textile, agroalimentaire, chimie.

1. 2 Définition de l'Automatique

L'Automatique est l'ensemble des disciplines et techniques exploitant la rétroaction pour la conduite, par des moyens artificiels, sans intervention humaine, des systèmes construits par l'homme. L'automatique traite aussi les processus naturels, par exemple biologiques, ou autres, notamment économiques, contenant des rétroactions.

L'automatique fait partie des sciences de l'ingénieur. Elle traite de la : Modélisation, analyse, commande, régulation.

Il importe de ne pas voir dans l'automatique le remplacement de l'homme pour des raisons de prix ou de commodité. Certaines machines requièrent des décisions extrêmement rapides et complexes que l'être humain n'est pas capable de prendre. Des équipements peuvent être placés dans un milieu impropre à la vie : vide, température extrême, etc. par ailleurs, la plupart des surveillances permanentes à faible taux d'intervention sont mal exécutées manuellement. Dans de telles situations, l'automatique s'impose naturellement. Plus généralement, l'expérience montre que l'automatique conduit à une amélioration substantielle des performances et permet une meilleure intégration des parties électromécaniques, électroniques, informatiques, etc.

III.1. 3 But de l'automatique

L'automatique a pour objet le contrôle automatique de procédés industriels ou d'appareillage divers dans le but de supprimer ou de faciliter l'intervention humaine.

III. 1. 4 Domaines d'application

Un système est dit automatisé s'il effectue un cycle de travail préétabli, qui se décompose en séquence ou étapes, sans intervention humaine, l'homme n'intervient que dans la programmation du système et dans son réglage.

Le but d'un système automatisé est de réaliser des tâches complexes ou dangereuses pour l'homme, effectuer des tâches pénibles ou répétitives ou encore gagner en efficacité et en précision.

Deux domaines d'intervention de l'automatique :

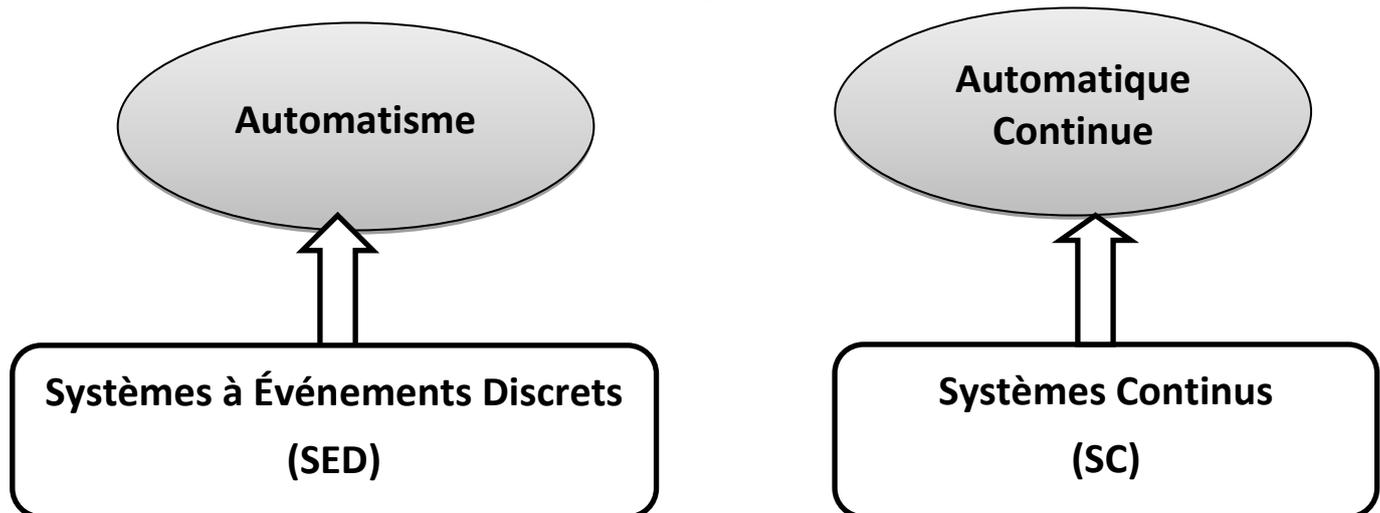


Figure 6 : Deux domaines d'intervention de l'automatique

1. les systèmes à événements discrets, on parle d'**automatisme** (séquence d'actions dans le temps).

Exemple d'application : Les distributeurs automatiques, les ascenseurs, le montage automatique dans le milieu industriel, les feux de croisement, les passages à niveaux.

2. les systèmes continus pour asservir et/ou commander des grandeurs physiques de façon précise et sans aide extérieure (**L'Automatique continue**).

Exemple d'application : L'angle d'une fusée, la position du bras d'un robot, le pilotage automatique d'un avion.

Aéronautique	pilotes automatiques; commandes de vol,
Spatial	guidage de fusées, positionnement de satellites,
Machines-outils	commandes numériques pour l'usinage;
Électrotechnique	commandes de moteurs, ...
Automobile	contrôle des moteurs, régulateurs de vitesse, contrôle d'équipements,

III.1. 5 Le rôle de spécialiste en automatique et compétences

Le spécialiste ou ingénieur en automatismes travaille dans tous les secteurs d'activité de la chimie, de la parachimie (cosmétiques, peintures, adhésifs, matériaux, agrochimie, verres, plasturgie, élastomères...) et d'autres secteurs (pharmacie, énergie, automobile, aéronautique, nucléaire, environnement...).

- **Établir le cahier des charges**

Chaque système automatisé est réalisé sur mesure, selon les besoins du client. L'ingénieur ingénieur en automatismes détermine les opérations à automatiser (mélanger, emballer, stocker...) et les contraintes à respecter (cadence de production...). Il consigne tout, dans un cahier des charges.

- **Concevoir le système**

Pour définir l'architecture du système, l'automaticien utilise des outils de modélisation et de simulation. Il assure le réglage et la programmation des robots. Il les intègre ensuite, au processus de fabrication.

- **Mettre en œuvre la production**

En production, il met en place une chaîne de mesure et de contrôle, à l'aide de capteurs et de systèmes programmables. Là, il utilise les logiciels de télégestion et de supervision, pour gérer les modes de marche et d'arrêt.

- **Assurer la maintenance**

Suivre et entretenir les installations, Dépannage, amélioration et optimisation des systèmes automatisés... peuvent relever de ses fonctions. En service après-vente.

III. 2. Filière de Génie Industriel

III.2. 1 Définition de Génie Industriel

Le génie est la science consacrée à l'étude et à l'application des plusieurs branches de la technologie. Il appartient à l'ingénieur d'appliquer son inventivité et la méthode scientifique pour passer des idées à la réalité et, de cette manière, résoudre les problèmes humains.

Le génie industriel est la discipline qui analyse les facteurs liés à la production des biens et des services. Ainsi, ils' intéressent à l'analyse, au dessin, à la planification, au contrôle et à l'optimisation du processus industriel, sans négliger les divers aspects techniques, économiques et sociaux.

III. 2. 2 L'objectif

L'objectif des ingénieurs industriels est de comprendre et de développer des systèmes de production industrielle tout en faisant en sorte que leurs résultats soient prévisibles. À cet effet, les experts en la matière mènent une tâche de prédiction sur les conséquences de l'activité d'une industrie.

III. 2. 3 Domaines d'application

L'aspect le plus distinctif du génie industriel est la flexibilité qu'il offre en termes de carrière. La pratique du génie industriel c'est par exemple :

- Améliorer et rationaliser le fonctionnement d'une salle d'opération ;
- Planifier des activités de distribution de produits et l'organisation de services dans le monde entier.
- Analyser les opérations d'une compagnie aérienne et ainsi concevoir un système de codage pour l'identification des bagages.
- Concevoir des systèmes intégrés de fabrication d'automobiles de qualité supérieure.
- Organiser et gérer des équipes de travail réparties sur plusieurs continents pour la réalisation d'un projet technologique, etc.

III .2. 4 Le rôle de l'Ingénieur industriel

Cet **ingénieur** aux multiples talents se charge de faire évoluer et de concevoir les process pour optimiser l'utilisation des moyens de production et des flux d'information, dans une démarche d'amélioration continue. Il participe ainsi à la définition des procédés de fabrication des nouveaux produits, mais aussi des moyens et ressources nécessaires à leur production.

L'ingénieur en génie industriel doit aussi dorénavant répondre aux exigences environnementales et sociétales imposées par ses clients. Face à la compétition que se livrent les entreprises à l'échelle nationale et internationale, cet expert est très recherché. Ses connaissances techniques et scientifiques lui permettent d'être apprécié dans de nombreux secteurs de l'économie.

III.2.5 Compétences et qualités nécessaires pour devenir ingénieur génie industriel

- Qualités de synthèse
- Réactivité
- Ingéniosité
- Sens du relationnel
- Bonne gestion du stress

Plusieurs arguments réclamant l'expérience industrielle dans les instituts d'ingénierie sont dus d'un côté au mécontentement né des programmes que présentent les universités algériennes et d'un autre côté à la conviction qu'une formation en génie industriel et productique avec un apport substantiel d'expérience industrielle devrait rendre les programmes mieux adaptés à une carrière dans l'industrie.

Cette filière pluridisciplinaire fournira des cadres de haut niveau qui maîtrisent l'Electronique, l'Informatique Industrielle, l'Automatique, la Sûreté de Fonctionnement, l'Economie, la Gestion des entreprises et leurs applications industrielles. Des cadres techniques de haut niveau, polyvalents et aptes à :

- Maîtriser les techniques de base de la production industrielle
- Animer et motiver des hommes sur le terrain et
- Capables de conduire un projet

CHAPITRE IV :
Filières du Génie des Procédés,
Hydrocarbures et Industries
pétrochimiques

IV.1 Filières de Génie des Procédés

IV.1.1 Définition de Génie des Procédés

Génie des procédés désigne l'application de la chimie à l'échelle industrielle. Elle a pour but la transformation de la matière dans un cadre industriel et consiste en la conception, le dimensionnement et le fonctionnement d'un procédé comportant une ou plusieurs transformations chimiques et/ou physiques. Les méthodes utilisées dans un laboratoire ne sont souvent pas adaptées à la production industrielle d'un point de vue économique et technique.

Le génie des procédés est couplé au génie chimique, et des fois ces notions sont utilisées pour désigner la même chose - une petite différence entre les deux est que le génie des procédés se concentre sur le global, alors que le génie chimique s'intéresse au théorique, aux concepts et équations qui régissent le système étudié.

IV.1.2 Historique du génie des procédés

Cette discipline scientifique, depuis sa naissance à la fin du siècle dernier, a profondément évolué. Au départ issu de la chimie, elle décrivait les procédés industriels produits par produit. Chaque procédé étant par nature diffère, les limites de cette démarche s'imposèrent rapidement.

En 1915 Arthur D. Little qui propose le concept d'opérations unitaires en réponse à la demande croissante en produits de base bon marché. Le concept d'opération unitaire suppose que tous les procédés de fabrication peuvent être décomposés en une suite d'opérations élémentaires comme :

- Le séchage
- La cristallisation
- La filtration
- La vaporisation
- La distillation
- L'électrolyse

IV.1.2.1 Définition de la chimie industrielle

La chimie industrielle est l'activité économique qui produit des molécules et autres composées chimiques en grande quantité, dite industrielle, en exploitant les technologies du génie chimique. La chimie industrielle apparait donc comme une science indispensable pour tous ceux qui veulent mettre en œuvre des procédés de production.

Depuis le milieu du 19^{ème} siècle, la chimie appliquée puis la chimie industrielle est considérée comme une partie de l'ensemble des connaissances qui représente la chimie en tant que science.

A. Génie chimique :

Le génie chimique se situe à la convergence de plusieurs disciplines et étudie les transformations, les transports et les transferts de la matière, de l'énergie et de la quantité de mouvement pour établir des lois et des corrélations utilisables lors de la transposition ou de l'extrapolation à l'échelle industrielle. Et c'est aussi l'ensemble des connaissances scientifiques et techniques qui ont pour objet de concevoir et de mettre en œuvre une usine chimique et d'en optimiser la production.

La tâche de l'ingénieur en génie chimique est :

- Dimensionnement
- Fabrication
- Fonctionnement
- Débouchés du génie chimique :
- Industrie pétrolière, en particulier le raffinage
- Industries chimiques (industrie du plastique, détergent, cosmétique)
- Industries pharmaceutiques
- Industries alimentaire (jus, yaourts)
- Industries électroniques.

B. Génie de l'environnement :

Il prévoit et mesure l'impact des méthodes de production sur l'environnement, aussi il propose ensuite des solutions adaptées pour maîtriser la pollution de l'air et de l'eau, gérer les déchets.

Il s'applique à faire respecter les réglementations en vigueur et à éviter les catastrophes écologiques (explosions d'usines, naufrages de pétrole), il veille aussi à entraver le moins possible la production industrielle, il maîtrise ainsi le coût de la réduction de la pollution. Le génie de l'environnement possède des compétences multiples :

Solides connaissances scientifiques et techniques en matière d'hygiène, de sécurité et d'environnement

- Il assure également une veille constante sur les réglementations et les normes environnementales.
- Débouchés du génie de l'environnement :
- Dépollution des eaux résiduaires
- Dépollution des effluents gazeux
- Dépollution des sols
- Traitement des déchets solides
- Hygiène industrielle

C. Génie pharmaceutique :

Le génie des procédés pharmaceutiques est une discipline qui vise à appliquer les opérations du génie des procédés dans l'industrie pharmaceutique pour la fabrication des médicaments. Aussi est une discipline qui regroupe la majeure partie des technologies liées à la formulation des médicaments et leur production industrielle dans des conditions d'efficacité optimale et satisfaisant les bonnes pratiques de fabrication les plus strictes.

Cette formation a pour objectifs de :

- Former une carrière de production ou d'ingénierie dans l'industrie pharmaceutiques, alimentaires, phytopharmaceutiques, cosmétologiques
- Permettre d'acquérir les techniques de pointe dans ces industries
- Aborder les problèmes spécifiques de l'industrie pharmaceutiques Débouchés du génie pharmaceutique :
- L'intégration des sciences de l'ingénieur dans l'approche de la production pharmaceutique ; filtration de l'air et des fluides, automatisation des procédés pharmaceutiques
- L'acquisition des bases requises pour aborder les problèmes tels que la production en milieu stérile, la production d'eau à l'usage pharmaceutique, la production de formes solides, liquides et semi-solides etc.
- La forme des médicaments pharmaceutiques (galénique) aussi le développement industriel, la fabrication et/ou le conditionnement.

IV.1.3 Domaines d'application du génie des procédés

Le domaine de génie des procédés est très répandu dans le domaine de l'industrie.

Globalement, pour faire simple, dès qu'il y a des composés qui sont transformés chimiquement, le génie des procédés est présent.

Voici une liste de quelques débouchés :

- laboratoire de formulation cosmétique
- Industrie pharmaceutique
- La pétrochimie (composés dérivés du pétrole)
- Traitement de l'eau
- Traitement de déchets
- Energies renouvelables (mobilité hydrogène, électricité issue des composés chimiques)
- Industrie agroalimentaire
- Production de plastiques (polymère)
- Ingénierie - conception et optimisation de procédés
- Ecologie

- Analyses
- chimiques
- etc.

IV.1.4 Le rôle du spécialiste dans le domaine

- Réaliser des études de procédés
- Concevoir des procédés et en établir les schémas (rédaction de manuels de fabrication et notes techniques...)
- Dimensionner les équipements et matériels pour la mise en œuvre
- Développer et appliquer les nouveaux procédés, et évaluer leur performance
- Proposer des actions d'ajustement pour améliorer la productivité et la rentabilité
- Chiffrer les investissements à réaliser
- Communiquer avec les équipes opérationnelles
- Effectuer une veille documentaire et technologique concernant son domaine technique
- **Quels sujets sont traités dans le cadre du génie des procédés ?**

Le génie des procédés est un domaine qui englobe beaucoup de notions scientifiques : chimie, physique, mathématiques. Il s'intéresse à des transformations chimiques et physiques, qui peuvent être faites de différentes façons.

- **Voici une liste des sujets nécessaires au domaine du génie des procédés :**
 - Mécanique des fluides (étude physique du mouvement des gaz et des liquides)
 - Cinétique chimique (étude des vitesses des réactions chimiques)
 - Génie de la réaction chimique (étude des types de transformations possibles, ainsi que des différents types de réacteurs)
 - Thermodynamique (la "science de la chaleur")
 - Etude des mélanges solides-fluide
 - Chimie organique (chimie "classique", la chimie du carbone)
 - Chimie minérale (ou chimie inorganique) etc.

IV.2 Hydrocarbures et industrie pétrochimiques:

IV.2.1 Définition d'Hydrocarbure

Un hydrocarbure (HC) est un composé organique constitué exclusivement d'atomes de carbone (C) et d'hydrogène (H), leur formule brute est : $C_n H_m$ où (n et m) sont deux entiers naturels.

Ils peuvent être saturés, appelés les alcanes, ou insaturé (alcènes, alcynes et composés

aromatiques).

Les hydrocarbures sont inflammables, à l'image du pétrole et du gaz naturel, aussi ils ne se mélangent pas à l'eau (immiscible).

1. Les différents hydrocarbures

Les hydrocarbures sont classés selon leurs nature ont :

Hydrocarbures	Exemples	Sources
Saturé : la chaîne carbonée est constituée uniquement de liaisons simples	<p>Alcane : appelés paraffines. Ce sont des composés très peu réactifs. Ils ne se donnent à froid aucune réaction avec le chlore, ni le brome. Mais leur réaction avec l'oxygène, à chaud ou sous l'action de lumière vive, libère une grande quantité de chaleur avec la formation de dioxyde de carbone et eau. La formule générale:</p> C_nH_{2n+2}	<p>Leurs sources essentielles sont le pétrole. La combustion des alcanes est la principale source d'énergie utilisée. Le pétrole est constitué en très grande part d'alcanes résultant de dépôts de matière organique enfouis au fond des océans</p>
Insaturé : la chaîne carbonée présente au moins une liaison double ou triple	<p>Alcène: hydrocarbure dérivant des alcanes, contenant la double liaison $C=C$ et de forme générale C_nH_{2n}. un alcène est capable d'absorber de l'hydrogène en présence d'un catalyseur à la température et la pression ordinaire, en formant un alcane</p>	<p>Pas présent, ou très rarement dans les pétroles. Par contre ils sont fréquents dans les composés biologiques végétaux ou animaux, mais rarement sous la forme de composés simples.</p>
	<p>Alcyne : hydrocarbure dérivant des alcanes, contenant une triple liaison $C\equiv C$ et de formule générale : C_nH_{2n-2}. La triple liaison représente le plus léger de la famille est l'acétylène (Ethyne).</p>	<p>Bien que présente dans certaines molécules naturelles la triple liaison est assez rare.</p>

IV.2.2 Définition de la pétrochimie

• Pétrole

Le pétrole est un liquide d'origine naturelle, une huile minérale composée d'une multitude de composés organiques, essentiellement des hydrocarbures piégés dans des formations géologiques particulières, car le pétrole fournit la quasi-totalité des carburants liquides (fioul, gazole, kérosène, essence, GPL) tandis que le naphta produit par le raffinage est à la base de la pétrochimie, dont sont issus un très grand nombre de matériaux usuels.

• Pétrochimie

La pétrochimie est l'industrie qui traditionnellement transforme des ressources fossiles, telles que les gaz de pétrole liquéfiés (GPL) propane ou butane, le naphta ou le gazole (coupes pétrolières) et l'éthane (gaz naturel), en grands intermédiaires pétrochimiques, qui seront eux-mêmes utilisés par l'industrie chimique dans la production de multiples produits finis (plastiques, fibres textiles, etc).

De manière schématique, les deux principaux procédés qui interviennent dans la pétrochimie sont le vapocraquage ; capable de transformer du gaz ou du naphta en oléfines telles que l'éthylène, le propylène, les butènes et le butadiène et le reformage ; catalytique qui ne traite que du naphta pour produire les grandes intermédiaires aromatiques tels que le benzène, le toluène et les xylènes.

IV.2.3 L'industrie pétrolière et gazière

L'industrie pétrolière et gazière est définie par des activités en amont, qui se produisent avant l'extraction du pétrole et du gaz, et par des activités en aval, qui ont lieu après l'extraction du pétrole et du gaz.

- *Les activités en amont* : comprennent la recherche et la découverte de gisements de pétrole et les tests afin de déterminer leur valeur
- *Les activités en aval* : comprennent l'extraction de gisements, la production, l'expédition, le raffinage et la vente de pétrole brute et de gaz naturel découverts sous la terre. Les fabricants utilisant ces ressources pour en faire de l'huile de chauffage, de l'huile pour moteurs, du propane, de l'essence, du kérosène, du butane, du méthane, du benzène et du goudron

IV.2.4 Produit de la pétrochimie

Les produits issus du raffinage du pétrole sont des mélanges complexes d'hydrocarbures, les principaux produits pétroliers sont :

- Les gaz du pétrole liquéfiés (GPL) : ces gaz comprennent essentiellement du propane et du butane
- Les essences : Essence ordinaire – Supercarburant et Supercarburant sans plomb – Essence aviation
- Le gazole
- Les carburateurs : destinés à l'alimentation des brûleurs des turboréacteurs d'avions
- Fuel domestique ou mazout

- Fuel lourd à usage industriel.

IV.2.5 Rôle de la spécialité dans l'industrie pétrolière et gazière

- Analyses et traitements des données en complément de la formation initiale en Génie de Procédés
- Identifie et de gérer des problèmes spécifiques liés au Génie des Procédés au sein d'une entreprise ou de proposer un diagnostic et une aide à la décision en matière de fonctionnement au sein d'une entreprise.
- Ce domaine nécessite des compétences générales pluridisciplinaires, des compétences plus spécifiques, des compétences beaucoup plus pointues permettant la résolution de problèmes concertés.
- Une prise en compte de méthodologies complémentaires (approches théorique et expérimentale, projets multidisciplinaires)

CHAPITRE V :
LE DEVELOPPEMENT DURABLE
(DD)

V. LE DEVELOPPEMENT DURABLE(DD)

V.1 Définition

Selon la définition donnée dans le rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations unies, dit rapport Brundtland (Mme Gro Harlem Brundtland, ancienne premier ministre de Norvège), où cette expression est apparue pour la première fois en 1987, « le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ».

V.2 Les objectifs du développement durable

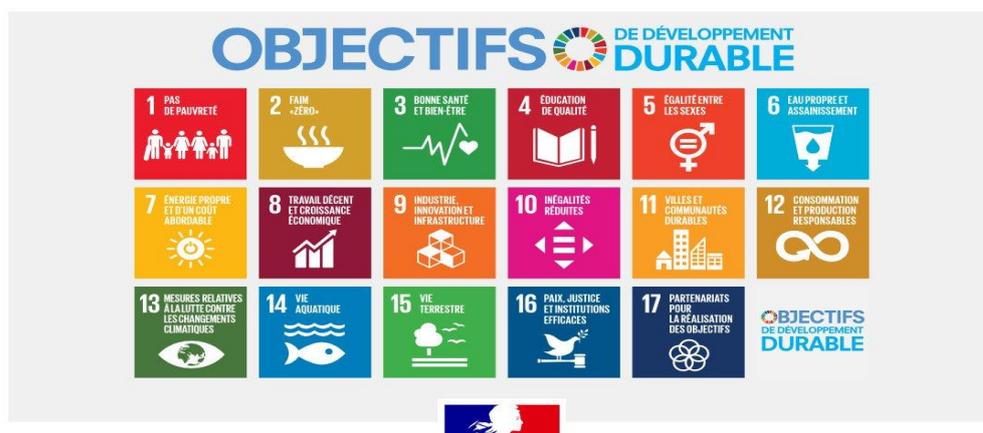


Figure 7 : Les objectifs du développement durable

Les objectifs de développement durable nous donnent la marche à suivre pour parvenir à un avenir meilleur et plus durable pour tous. Ils répondent aux défis mondiaux auxquels nous sommes confrontés, notamment ceux liés à la pauvreté, aux inégalités, au climat, à la dégradation de l'environnement, à la prospérité, à la paix et à la justice. Les objectifs sont interconnectés et, pour ne laisser personne de côté, il est important d'atteindre chacun d'entre eux, et chacune de leurs cibles, d'ici à 2030

- **Objectif 1 : pas de pauvreté**

La croissance économique doit être partagée pour créer des emplois durables et promouvoir l'égalité.

- **Objectif 2 : faim « zéro »**

Le secteur de l'alimentation et de l'agriculture offre des solutions clés pour le développement, et il est au cœur de l'éradication de la faim et de la pauvreté.

- **Objectif 3 : bonne santé et bien-être**

Donner les moyens de vivre une vie saine et promouvoir le bien-être de tous à tous les âges est essentiel pour le développement durable.

- **Objectif 4 : éducation de qualité**

Obtenir une éducation de qualité est le fondement pour améliorer la vie des gens et le développement durable.

- **Objectif 5 : égalité entre les sexes**

L'égalité des sexes n'est pas seulement un droit fondamental de la personne, mais aussi un fondement nécessaire pour l'instauration d'un monde pacifique, prospère et durable.

- **Objectif 6 : eau propre et assainissement**

Une eau propre et accessible pour tous est un élément essentiel du monde dans lequel nous voulons vivre

- **Objectif 7 : énergie propre et d'un coût abordable**

L'énergie durable est une opportunité pour transformer les vies, les économies et la planète.

- **Objectif 8 : travail décent et croissance économique**

Nous devons revoir et réorganiser nos politiques économiques et sociales visant à éliminer complètement la pauvreté.

- **Objectif 9 : industrie, innovation et infrastructure**

Les investissements dans l'infrastructure sont essentiels pour parvenir au développement durable.

- **Objectif 10 : inégalités réduites**

Réduire les inégalités dans les pays et d'un pays à l'autre.

- **Objectif 11 : villes et communautés durables**

L'avenir que nous voulons comprend des villes qui offrent à tous de grandes possibilités.

- **Objectif 12 : consommation et production durables**

La consommation et la production durables visent à « faire plus et mieux avec moins ».

- **Objectif 13 : mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques**

La lutte contre le réchauffement climatique est devenue un élément indissociable de la réalisation du développement durable.

- **Objectif 14 : vie aquatique**

La gestion prudente de nos océans et mers est vitale pour un avenir durable.

- **Objectif 15 : vie terrestre**

La déforestation et la désertification posent des défis majeurs au développement durable.

- **Objectif 16 : paix, justice et institutions efficaces**

Promotion de sociétés pacifiques et inclusives, accès à la justice pour tous et renforcement des

institutions responsables et efficaces à tous les niveaux.

- **Objectif 17 : partenariats pour la réalisation des objectifs**

Des partenariats inclusifs construits sur des principes et des valeurs, une vision commune et des objectifs communs sont nécessaires.

V.3 Diagramme DD

Désormais, il est acquis que le développement durable doit reposer sur **trois piliers solidaires** :

- **Le pilier Économique :**

L'économie est un pilier qui occupe une place prééminente dans notre société de consommation. Le développement durable implique la modification des modes de production et de consommation en introduisant des actions pour que la croissance économique ne se fasse pas au détriment de l'environnement et du social.

- **Le pilier Social :**

Ou encore le pilier humain. Le développement durable englobe la lutte contre l'exclusion sociale, l'accès généralisé aux biens et aux services, les conditions de travail, l'amélioration de la formation des salariés et leur diversité, le développement du commerce équitable et local.

- **Le pilier Environnemental :**

Il s'agit du pilier le plus connu. Le développement durable est souvent réduit à tort à cette seule dimension environnementale. Il est vrai que dans les pays industrialisés, l'environnement est l'une des principales préoccupations en la matière. Nous consommons trop et nous produisons trop de déchets. Il s'agit de rejeter les actes nuisibles à notre planète pour que notre écosystème, la biodiversité, la faune et la flore puissent être préservées.

L'équation du Développement durable = viable + vivable + équitable

Viable : présente les conditions nécessaires (mais pas suffisantes) pour durer

Vivable : que l'on peut supporter dans la vie d'un être humain

Équitable : égal, juste

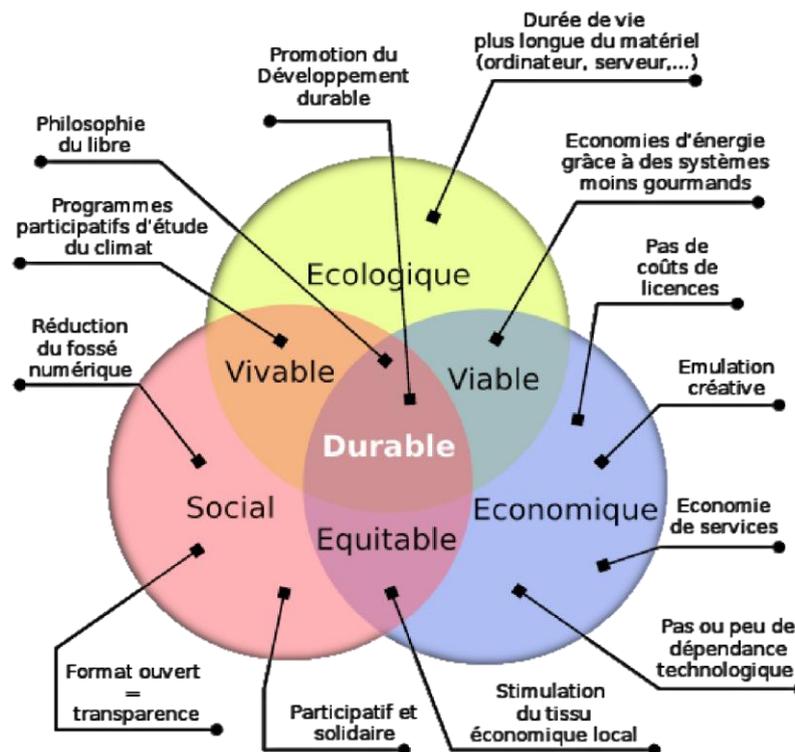


Figure 8 : Diagramme du développement durable, à la confluence de trois préoccupations, dites « les trois piliers du développement durable »

V.4 Acteurs de DD

Mettre fin à l'extrême pauvreté. Lutter contre les inégalités et l'injustice. Régler le problème du changement climatique. Il semble impossible pour un citoyen ordinaire de faire changer les choses (Gestes et initiatives responsables par exemple le tri de déchets, limitation de la consommation d'énergie et d'eau, utilisation des transports en commun,...). Les objectifs mondiaux englobent des aspirations importantes de nature à changer le monde. Leur réalisation nécessitera la coopération des gouvernements et les pouvoirs publics (SNDD : stratégie nationales de DD ; Aménagement du territoire ; Implication des collectivités locales), Les entreprises (Réduction de la consommation en MP non renouvelables ; Cadre de travail acceptable, motivant) et les organisations internationales.



Figure 9 : Les acteurs du développement durable

Selon le rapport 2018, on constate que les conflits et les changements climatiques ont été des facteurs majeurs contribuant à l'augmentation du nombre de personnes confrontées à la faim et aux déplacements forcés, ainsi qu'à la réduction des progrès vers l'accès universel à l'eau et aux services d'assainissement de base.

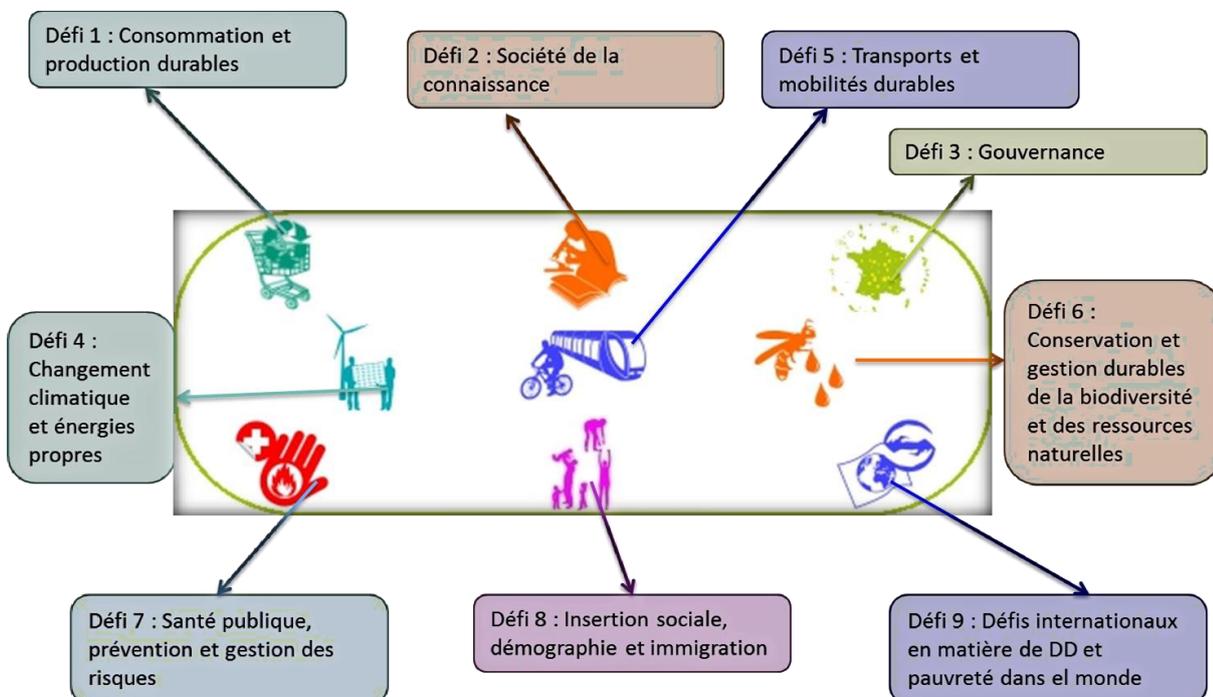


Figure 10 : Caractère mondial des défis du DD

CHAPITRE VI :

Ingénierie Durable

VI. Ingénierie Durable

VI.1 Définition

Fait que, pour être plus durable, l'ingénierie se doit d'élargir le champ des préoccupations et enjeux qu'elle prend en compte et envers lesquels elle assume des responsabilités. Cela nous amène donc à définir l'ingénierie durable comme :

«Une pratique de l'ingénierie qui, dans toutes ses actions, assume une responsabilité élargie sur les plans environnemental, social et économique.»

Une pratique de l'ingénierie qui dans toutes ses actions, assume une responsabilité élargie sur les plans, environnemental, social et économique.

VI.2 Principes de l'ingénierie durable

L'Ingénierie Durable intègre les sept dimensions suivantes :

1. Innovation et créativité : le DD nécessite en effet de sortir des sentiers battus.
2. Une dimension temporelle à long terme : améliorer l'impact environnemental et social durant toute la vie du produit (analyse de cycle de vie).
3. Une vue géographique large : influence des gaz à effet de serre et des polluants, drame humanitaire, déplacement des populations, ...
4. Une vue sociétale large : qui nécessite l'implication des parties prenantes. Exemple : Construction d'une route, ouverture d'une mine, ...
5. Des enjeux larges dont la prise en compte consistent à concilier entre des paramètres souvent contradictoires : meilleurs prix, impact sur la santé, la sécurité, vie privée, ...
6. Un travail interdisciplinaire qui implique de fonctionner en interface : avec la médecine (transport en commun, DDT (insecticide), ..), interface avec la sociologie et l'anthropologie (travailleurs en masse dans un pipeline, mine, ...), ...
7. Le Respect de la capacité de support des écosystèmes

VI.3 Quel DD pour le génie industriel ?

- **Rappel du profil**

- **Japon** : Art de créer le système le plus efficace composé d'hommes de matériaux, d'énergie et d'information qui permettra d'atteindre des buts bien définis avec une probabilité donnée. Ceci au niveau d'un poste de travail, d'un groupe, d'un département, d'une institution, ... dans le domaine des activités industrielles, économiques ou sociales.
- **Etats-Unis** : concerne la conception, l'amélioration et l'installation de systèmes intégrés mettant en jeu: Des hommes, Des matériaux, Des équipements, De l'énergie et Des informations

L'analyse de ces deux définitions montre que la prise en compte du développement durable dans le génie industriel suit une logique naturelle car le profil intègre déjà l'humain (social), l'énergie (environnementale), l'efficacité (économique) dans ses préoccupations.

L'intégration du DD dans le génie industriel nécessiterait uniquement l'ajout de nouveaux Outils / Approches qui ont été développés pour prendre en compte les nouvelles exigences du DD dans la boîte à outils classique du génie industriel, comme l'ACV par exemple (analyse du cycle de vie).

- **Mission**

La mission de l'ingénieur du génie industriel a toujours été liée à la production des biens et des services au niveau de performance souhaité impliquant les trois critères du triangle d'or : coût, qualité, délai. La prise en compte du développement durable dans la mission de l'ingénieur génie industriel consiste à intégrer un 4^{ème} critère de performance qui est *la durabilité* et qui se mesure par l'équilibre entre les impacts environnementaux, économiques et sociaux des solutions proposés par l'ingénieur génie industriel.

VI.4 Pourquoi engager l'entreprise industrielle dans une démarche DD

L'engagement dans une démarche de DD est volontaire. Plusieurs facteurs de motivation peuvent conduire l'entreprise à adopter la démarche du développement durable :

Répondre aux pressions et sollicitations extérieures :

- Consommateurs exigeant par rapport à la traçabilité du produit
- Groupes d'opinion ONG : actions et sensibilisation du public pour défendre la planète et l'humanité
- Les investisseurs : sensibles aux comportements de l'E lors de leur choix d'investissement
- Les gouvernements : revendiquent leur implication dans le DD (protocole de Kyoto)
- Anticiper l'avenir et être à l'écoute et prévenir les risques : hausse du baril, innovation énergétique, ...
- Réduire ses coûts : réduction des coûts énergétiques, matières premières, gestion des déchets, ...
- Détenir un avantage concurrentiel par l'innovation : Exemple : peinture ou lessive moins polluantes, ampoules ou appareils économiques
- Améliorer son image de marque : gérer en appliquant des valeurs DD. Exemple : la transparence fidélise les parties prenantes
- Assainir les relations internes : le DD véhicule des valeurs de mobilisation et de motivation
- Respecter la réglementation et aller au-delà : règlement actuel et à venir.

VI.5 Sept principes de mise en œuvre de l'ingénierie durable

Pour rendre plus opérationnelle la définition que nous avons proposée, nous avons identifié sept grands principes qui devraient caractériser la pratique d'une ingénierie plus durable. Ces principes n'ont pas pour fonction de s'ajouter comme une arrière-pensée au travail de l'ingénieur, mais ils doivent plutôt être intégrés dans toutes les actions et étapes d'un ouvrage, produit ou système.

- **Innovation et créativité**

L'innovation et la créativité sont des qualités essentielles de l'ingénieur. Elles prennent encore plus d'importance quand on doit développer les solutions complexes requises par l'ingénierie durable.

- **Respect de la capacité de support des écosystèmes**

L'ingénierie durable doit prélever les ressources renouvelables à un rythme qui assure leur renouvellement; elle doit s'assurer que les écosystèmes ont la capacité d'absorber, sans se dérégler, les substances qu'elle émet; et elle doit s'assurer que les générations futures auront encore accès aux ressources non renouvelables dont elles auront besoin pour assurer leur bien-être.

- **Pensée systémique et cycle de vie**

Ce principe est vraiment l'un des fondements de notre définition de l'ingénierie durable. L'ingénieur doit en effet chercher à comprendre, dans toute leur complexité, les systèmes sociaux, environnementaux, économiques et techniques dans lesquels s'insèrent les produits, ouvrages et systèmes qu'il conçoit. Il doit aussi mesurer les impacts de ces solutions sur tout leur cycle de vie, du prélèvement des ressources jusqu'à leur fin de vie.

- **Multidisciplinarité**

La multidisciplinarité peut être définie comme le «rassemblement de plusieurs sciences, de plusieurs domaines dans une recherche ou un enseignement» (Office québécois de la langue française, 1986). L'ingénieur ne peut travailler seul pour être source de solutions durables: il développe ses solutions avec des experts d'une variété d'autres disciplines, avec lesquels il doit apprendre à dialoguer et à travailler.

- **Inclusion des parties prenantes**

Les solutions d'ingénierie ne peuvent être durables que si elles prennent en compte les intérêts et perspectives d'une multitude d'organisations, collectivités ou individus qui sont concernés.

- **Anticipation et gestion des risques**

Comme elle propose des solutions qui visent à durer dans le temps, l'ingénierie durable doit savoir composer avec l'incertitude. Les ingénieurs doivent donc anticiper comment les infrastructures, les entreprises ou les systèmes qu'ils développent réagiront face à des

perturbations sociopolitiques ou économiques, des catastrophes naturelles, des accidents ou aux impacts des changements climatiques

- **Communication proactive et dialogue**

Pour être un acteur de développement durable, l'ingénieur doit prendre les devants, informer ses clients, les autorités publiques et la société des impacts qu'auront leurs choix. Il doit aussi dialoguer avec eux sur les solutions à mettre de l'avant.

- **Responsabilité des ingénieurs dans la réalisation de projets durables :**

La contribution des entreprises au développement durable, qui constitue la responsabilité sociétale des entreprises (RSE), s'impose progressivement comme un enjeu stratégique incontournable. La mise en place de démarches volontaires de RSE est désormais effective pour les grandes entreprises soumises à des pressions réglementaires et à des risques d'image. L'implication des PME/PMI est encore limitée, et les démarches mises en œuvre plus intuitives et moins formalisées. Dans le cadre du déploiement des stratégies européennes et nationales de développement durable, des actions de promotion de la RSE auprès des entreprises sont menées depuis plusieurs années par les acteurs publics et privés. De nombreux outils sont mis à disposition des entreprises pour les guider en fonction de leur identité et de leurs besoins.

IV.6 Relation en durabilité et ingénierie

- **Comprendre le rôle de l'ingénierie et des ingénieurs dans la réalisation des ODD :**

Les gouvernements, les enseignants de l'ingénierie, l'industrie et les établissements professionnels d'ingénierie doivent encourager une meilleure compréhension du rôle critique que jouent les ingénieurs et l'ingénierie dans la création d'un monde plus durable

- **Égalité des chances et diversité :**

Les gouvernements et les dirigeants devraient prendre des mesures urgentes pour encourager davantage de jeunes, en particulier les filles, à envisager une carrière dans l'ingénierie, afin de lutter contre le manque d'ingénieurs et garantir la diversité de raisonnement et la participation inclusive qui est essentielle à la réalisation des objectifs de développement durable.

Le secteur de l'ingénierie dans son ensemble devrait s'approprier la philosophie « ne laisser personne pour compte » des Objectifs de développement durable et veiller à ce que les solutions technologiques remédient aux inégalités actuelles

- **L'eau, un enjeu mondial et stratégique :**

Il faut répondre aux défis mondiaux anticipés en matière d'eau liés aux conséquences de la pollution croissante de l'eau et des changements climatiques, tout en bénéficiant des progrès de la science, de la technologie et de l'innovation dans des domaines comme les modèles hydro-environnementaux, les systèmes d'aide à la décision, la microélectronique, la nanotechnologie, la chimie fine, la biotechnologie et les technologies de l'information.

La portée sociale et environnementale de l'eau potable et la dimension globale du Programme de développement durable à l'horizon 2030 exigent une approche intégrée et systématique pour traiter les spécificités de chacun des 17 ODD dont la mise en œuvre nécessite une analyse interdisciplinaire intensive et une expertise multisectorielle

Les infrastructures techniques et naturelles doivent être combinées à des approches de gestion de l'eau impliquant l'engagement des parties prenantes et une adaptation climatique ascendante. Les ingénieurs doivent être formés aux récents progrès de l'hydrologie, qui s'entremêlent à des facteurs externes tels que la technologie et les besoins sociétaux, afin de développer des approches pour la mise en œuvre des ODD et d'autres objectifs liés à l'eau

Références Bibliographiques :

- [1] : V. Maymo et G. Murat, La boîte à outils du Développement durable et de la RSE- 53 outils et méthodes, Edition : Dunod, 2017.
- [2] : P. Jacquemot et V. Bedin, Le dictionnaire encyclopédique du développement durable, Edition : Sciences Humaines, 2017.
- [3] : Y. Veyret, J. Jalta et M. Hagnerelle, Développements durables : Tous les enjeux en 12 leçons, Edition : Autrement, 2010.
- [4] : L. Grisel et Ph. Osset, L'Analyse du cycle de vie d'un produit ou d'un service : Applications et mise en pratique, 2ème Edition : AFNOR, 2008.
- [5] : Sh. Shaked, N. Jolliet-Gavin, P. Crettaz, M. Saade-Sbeih et O. Jolliet, Analyse du cycle de vie : Comprendre et réaliser un écobilan, 3eme Edition : PPUR, 2017.
- [6] : G. Pitron et H. Vedrine, La guerre des métaux rares : La face cachée de la transition énergétique et numérique, Edition : Liens qui libèrent, 2018.
- [7] : Les Métiers de l'environnement et du développement durable, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2015.
- [8] : A. LIAZIDLES Métiers en Sciences et Technologie Université Abou-Bakr Belkaid, Tlemcen, 2016.
- [9] : Arnaud Diemer et Sylvère Labrune, « L'écologie industrielle : quand l'écosystème industriel devient un vecteur du développement durable », Développement durable et territoires [En ligne], Varia (2004-2010), mis en ligne le 30 août 2007, consulté le 30 avril 2019.
- URL** : <http://journals.openedition.org/Développement durable/4121>