

2021

Métiers en sciences techniques



Chargée de matière

Mme REZKALLAH N

4/2/2021

Semestre 1

Objectif de la matière :

Faire découvrir à l'étudiant, dans une première étape, l'ensemble des filières qui sont couverts par le

Domaine des Sciences et Technologies et dans une seconde étape une panoplie des métiers sur lesquels débouchent ces filières. Dans le même contexte, cette matière introduit les nouveaux enjeux du développement durable ainsi que les nouveaux métiers qui peuvent en découler.

Connaissances préalables recommandées

Aucune.

Contenu de la matière :

1. Les sciences de l'ingénieur, c'est quoi ? (2 semaines)

Le métier d'ingénieur, historique et défis du 21ème siècle, Rechercher un métier/une annonce de recrutement par mot-clé, élaborer une fiche de poste simple (intitulé du poste, entreprise, activités principales, compétences requises (savoirs, savoir-faire, relationnel

2. Filières de l'Electronique, Télécommunications, Génie Biomédical, Electrotechnique, Electromécanique, Optique & Mécanique de précision : (2 semaines)

- Définitions, domaines d'application (Domotique, applications embarquées pour l'automobile,

Vidéosurveillance, Téléphonie mobile, Fibre optique, Instrumentation scientifique de pointe, Imagerie et Instrumentation médicale, Miroirs géants, Verres de contact, Transport et Distributions de l'énergie électrique, Centrales de production d'électricité, Efficacité énergétique, Maintenance des équipements industriels, Ascenseurs, Eoliennes, ...

- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

3. Filières de l'Automatique et du Génie industriel : (1 semaine)

- Définitions, domaines d'application (Chaines automatisées industrielles, Machines outils à Commande Numérique, Robotique, Gestion des stocks, Gestion du trafic des marchandises, la Qualité,

- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

4. Filières du Génie des Procédés, Hydrocarbures et Industries pétrochimiques : (2 semaines)

- Définitions, Industrie pharmaceutique, Industrie agroalimentaire, Industrie du cuir et des textiles,

Biotechnologies, Industrie chimique et pétrochimique, Plasturgie, Secteur de l'énergie (pétrole, gaz), ...

- Rôle du spécialiste dans ces domaines.

5. Le développement durable (DD) : (4 semaines)

Définitions, Enjeux planétaires (changement climatique, Transitions démographiques, Epuisement des ressources (pétrole, gaz, charbon, ...), Appauvrissement de la biodiversité, ...), Diagramme du DD

(Durable = Viable + Vivable + Equitable), Acteurs du DD (gouvernements, citoyens, secteur socio économique, organisations internationales...), Caractère mondial des défis du DD

6. Ingénierie durable : (4 semaines)

Définition, Principes de l'ingénierie durable (définitions de : énergie durable/efficacité énergétique,

Responsabilité des ingénieurs dans la réalisation de projets durables, ...

Travail personnel de l'étudiant pour cette matière :

L'enseignant chargé de cette matière peut faire savoir à ses étudiants qu'il peut toujours les évaluer en leur proposant de préparer des fiches de métiers. Demander aux étudiants de visionner chez eux un film de vulgarisation scientifique en relation avec le métier choisi (après leur avoir remis soit le film sur support électronique ou leur avoir indiqué le lien internet vers ce film) et leur demander de remettre ensuite un rapport écrit ou de faire une présentation orale du résumé de ce film, ... etc. La bonification de ces activités est laissée à l'appréciation de l'enseignant et de l'équipe de formation qui sont seuls aptes à définir la meilleure manière de tenir compte de ces travaux personnels dans la note globale de l'examen final.

Travail en groupe : Elaboration de fiches de postes pour des métiers de chaque filière :

Références bibliographiques :

- 1- Quels métiers pour demain ? Editeur : ONISEP, 2016, Collection : Les Dossiers.
- 2- J. Douenel et I. Sedes, Choisir un métier selon son profil, Editions d'Organisation, Collection : Emploi & carrière, 2010.
- 3- V. Bertereau et E. Ratière, Pour quel métier êtes-vous fait ? Editeur : L'Etudiant, 6^e édition, Collection : Métiers, 2015.
- 4- Le grand livre des métiers, Editeur : L'Etudiant, Collection : Métiers, 2017.
- 5- Les métiers de l'industrie aéronautique et spatiale, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2017.
- 6- Les métiers de l'électronique et de la robotique, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2015.
- 7- Les métiers de l'environnement et du développement durable, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2015.
- 8- Les métiers du bâtiment et des travaux publics, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2016.
- 9- Les métiers du transport et de la logistique, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2016.
- 10- Les métiers de l'énergie, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2016.
- 11- Les métiers de la mécanique, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2014.
- 12- Les métiers de la chimie, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2017.
- 13- Les métiers du Web, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2015.
- 14- Les métiers de la biologie, Collection : Parcours, Edition : ONISEP, 2016.

Chapitre1

L'INGENIEUR

Parmi l'ensemble des métiers qui nécessitent une formation universitaire dans le domaine des sciences et technologie, celui de **l'ingénieur** reste le plus indiqué car on le retrouve dans presque tous les secteurs d'activité et couvre un grand nombre de spécialités comme la mécanique, l'hydraulique, l'agronomie, l'électronique, l'électrotechnique, les télécommunications, l'informatique, le génie civil, l'architecture,

Introduction au métier de l'ingénieur

1. Le métier d'**ingénieur** est un métier évolutif qui exige des compétences, de l'intuition, de la méthodologie et une grande capacité d'adaptation.
2. **L'ingénieur** peut assurer plusieurs fonctions comme :
 - la conception, (Design en anglais)
 - la réalisation,
 - l'exploitation,
 - la maintenance,
 - la distribution,
 - la vente technique ou le service après-vente d'équipements, de produits, de procédés, de systèmes logiques ou de services à dominante technique³. L'ingénieur participe à la recherche portant sur les sciences et techniques
4. L'ingénieur est employé par des entreprises industrielles ou de services, des organismes publics, semi-publics, privés, des collectivités ou l'État.
6. Aussi, il peut créer sa propre entreprise
7. Après expérience, il peut aussi occuper un poste de manager, dans tous les domaines d'activité.
8. Tout en respectant les normes minimales qui lui sont fixées, l'ingénieur vise à l'optimisation du résultat de sa mission, dans les domaines de la sécurité, de la protection de l'environnement, de la qualité, du coût économique et financier, de la commodité d'entretien et de la maintenance, de la facilité et de l'agrément de l'utilisation, du respect des échéances convenues dans le cadre d'activités relevant du métier d'ingénieur.
9. On nomme **ingénieur-conseil un professionnel** qui donne des conseils, établit des projets, suit des travaux, assiste aux Expertises.

PROGRAMME

CHAPITRE 2

Métiers de l'électronique, électrotechnique, systèmes de communication et nouvelles technologies de capteurs

- Industrie de l'électronique, électrotechnique
- Instrumentation et microsystèmes



Préambule

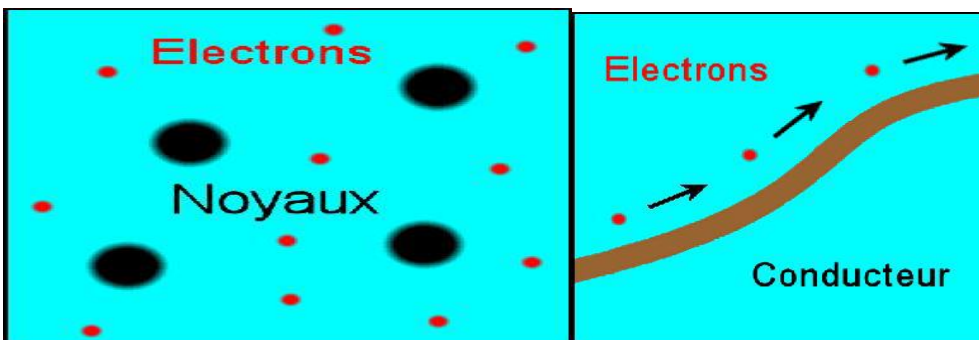
- L'électronique a amplement pénétré dans notre vie quotidienne:
- portables,
- équipements de nos voitures,
- ordinateurs,
- lecteurs multimédias,
- appareils électroménagers que nous avons chez nous.

Qu'est-ce que l'électronique ?

1. **L'électronique** est la science du contrôle des mouvements d'électrons.

2. **L'électronique** est une branche de la physique appliquée, traitant entre autres de la mise en forme et de la gestion de signaux électriques, permettant par exemple de transmettre ou recevoir des informations. L'adjectif « **électronique** » désigne également ce qui est en rapport avec l'électron.

Ce qu'on appelle "courant électrique" n'est autre qu'un courant, un mouvement d'électrons. Ceux-ci peuvent circuler librement dans les corps dits conducteurs, tels que le cuivre qui est utilisé pour fabriquer les câbles électriques.



Définition

Les télécommunications (*abrév. fam. télécoms*), sont considérées comme des technologies et techniques appliquées et non comme une science.

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, liaison optique, ou autres systèmes électromagnétiques

Introduction à l'automatique

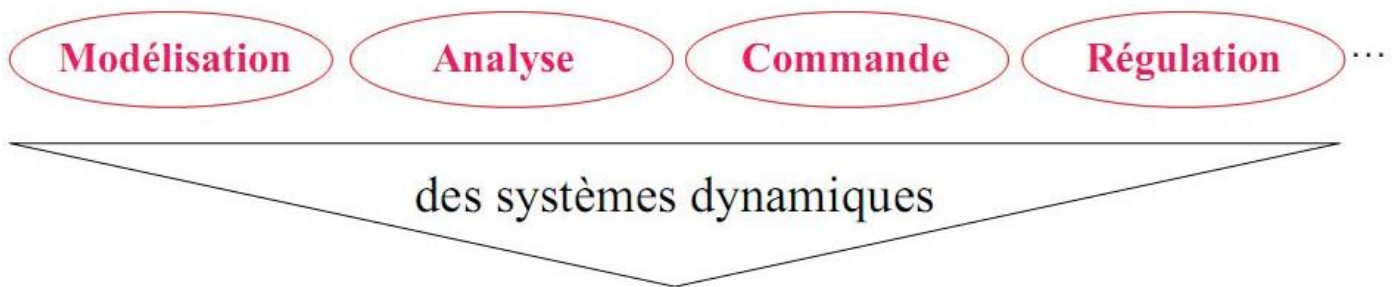
Définition de l'automatique

Ensemble de théories, de techniques, d'outils ... utilisés pour rendre les systèmes autonomes, indépendants de l'intervention humaine, afin de réduire la fréquence et la difficulté des tâches humaines.

L'automatique est l'art de modéliser, d'analyser puis de commander les systèmes.

C'est aussi celui de traiter l'information et de prendre des décisions.

L'automatique fait partie des sciences de l'ingénieur. Elle traite de la :



Elle a pour fondements théoriques :



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.

Historique

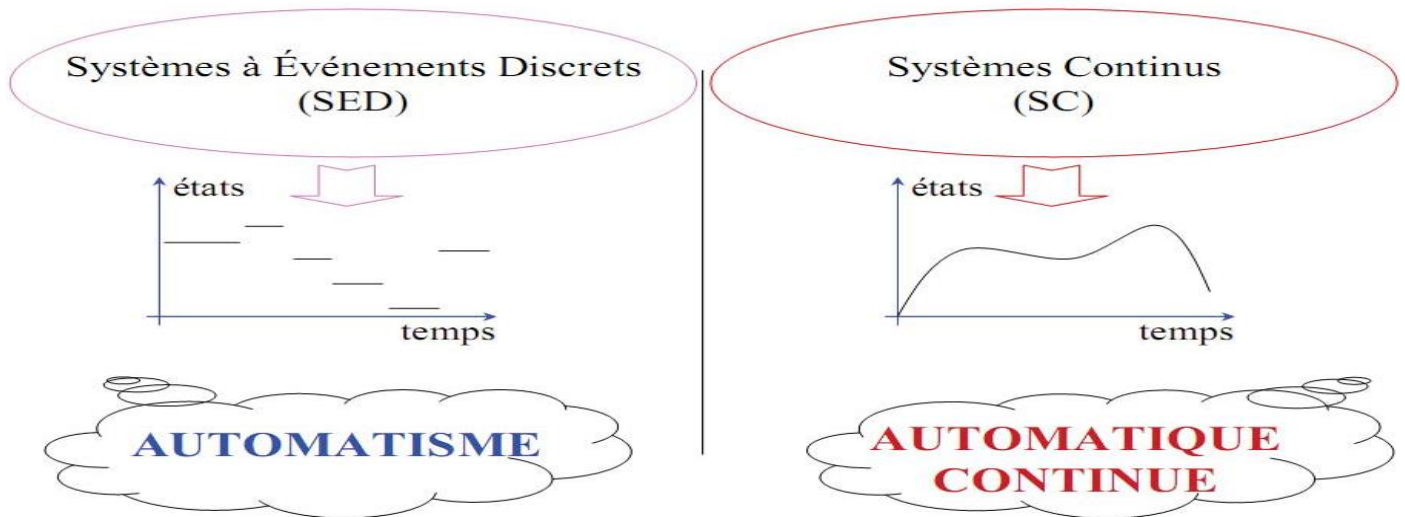
TM1840 : Régulateur de Watt (Besoins de l'industrie à vapeur).

TM1945 : Deuxième guerre mondiale (développement de l'automatique dans l'aviation).


TM1960 : Apparition de l'informatique (cosmos, traitement rapide de l'information, possibilité de résolution des systèmes complexes etc.)

Domaines d'application

Deux domaines d'intervention de l'automatique :



- Dans les systèmes à événements discrets, on parle d'automatisme (séquence d'actions dans le temps).
- Exemples d'applications :
Les distributeurs automatiques, les ascenseurs, le montage automatique dans le milieu industriel, les feux de croisement, les passages à niveaux.
- Dans les systèmes continus pour asservir et/ou commander des grandeurs physiques de façon précise et sans aide extérieure

	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,

Introduction à l'Informatique Industrielle

• Le terme informatique fut créé (en 1962 par Philippe Dreyfus) par la réunion des deux termes information et automatique. Il s'agit du traitement automatique de l'information. L'informatique Industrielle ou le Génie Informatique étudie les systèmes informatiques et informatisés avec lesquels l'homme coopère, destinés à la perception, l'observation, l'aide à la décision et à la conduite de systèmes dynamiques. Dans ce cadre, le génie informatique a comme champs d'investigation tous les sujets ou domaines qui relèvent traditionnellement de l'Automatique et établit des concepts, spécifie des modèles, élabore des méthodes, développe des outils en vue de la conception et de la réalisation de la commande et du contrôle de ces procédés dynamiques.

La variété des mises en oeuvre matérielles et logicielles est illimité : automate programmable pour les systèmes de production, carte à microprocesseur pour des applications industrielles ou liées à la domotique (Ensemble des techniques visant à l'automatisation de certains aspects de l'habitat (éclairage automatique, gestion de l'énergie, etc.), systèmes de supervision pouvant traiter en temps réel les informations issues d'un grand nombre de capteurs et assurer la commande de multiples actionneurs (centrales de production d'électricité, systèmes industriels continus, contrôle de trafic aérien ou ferroviaire), robots industriels et autonomes, applications embarquées pour l'automobile (ABS, ESP, Motorisation hybride) ou l'avionique, etc.

Système embarqués :

C'est système électronique et informatique autonome, souvent temps réel, spécialisé dans une tâche bien précise.

C'est une spécialité qui revêt un caractère multidisciplinaire et recouvre des matières très diverses, car l'ingénieur en Génie Automatique & Informatique Industrielle est un homme de terrain capable de gérer l'information d'une plateforme de production, un spécialiste de la conception, de la réalisation, de la mise en oeuvre et de la maintenance de systèmes et d'applications informatiques du secteur industriel et de la production.

Robotique

La robotique est l'ensemble des techniques permettant la conception, la réalisation de machines automatiques ou de robots Un robot : « Appareil effectuant, grâce à un système de commande automatique à base de micro-processeur, une tâche précise pour laquelle il a été conçu dans le domaine industriel, scientifique ou domestique ».

De cette définition découlent deux interprétations. la première affirme qu'un robot est une machine, qui possède des capteurs, un système logique et des actionneurs. Il est matériel. La deuxième considère qu'un robot est un travailleur artificiel. Selon cette dernière acceptation, un robot peut être virtuel.

La robotique actuelle trouve des applications dans différents domaines : La robotique industrielle, la robotique domestique, la robotique médicale ou encore robotique militaire.

Les métiers de l'électronique

Les champs professionnels qui représentent les métiers de l'électronique se retrouvent dans les domaines suivants :

- **Les équipements audiovisuels-multimédia**
- **Les équipements informatiques**
- **Les équipements audiovisuels professionnels**
- **Les équipements de confort des habitations**
(Electrodomestique)
- **Les équipements électroménagers**
- **Les équipements d'alarme et de sécurité**
- **Les équipements de télécommunication et réseaux**
- **Les équipements électroniques embarqués**
- **Les équipements de l'instrumentation d'observation, d'analyse et de mesure.**
-

Matériaux et courant en électronique

- L'excellente conductivité du cuivre et de ses alliages explique son utilisation à grande échelle dans l'**industrie électronique**. Le cuivre permet aux installations électroniques de fonctionner plus rapidement, de réduire la formation de chaleur et de durer plus longtemps : en peu de mots d'avoir des **performances toujours plus élevées**.
- L'électronique est le domaine par excellence des « **courants faibles** » dont le niveau d'intensité est de l'ordre du milliampère.

Qu'est-ce que l'électrotechnique ?

- L'électrotechnique est l'étude des applications techniques de l'électricité,
- la discipline qui étudie la production, le transport, le traitement, la transformation et l'utilisation de l'énergie électrique.
- Traditionnellement on associe l'électrotechnique aux "courants forts" par opposition aux "courants faibles" qui seraient du domaine exclusif de l'électronique.

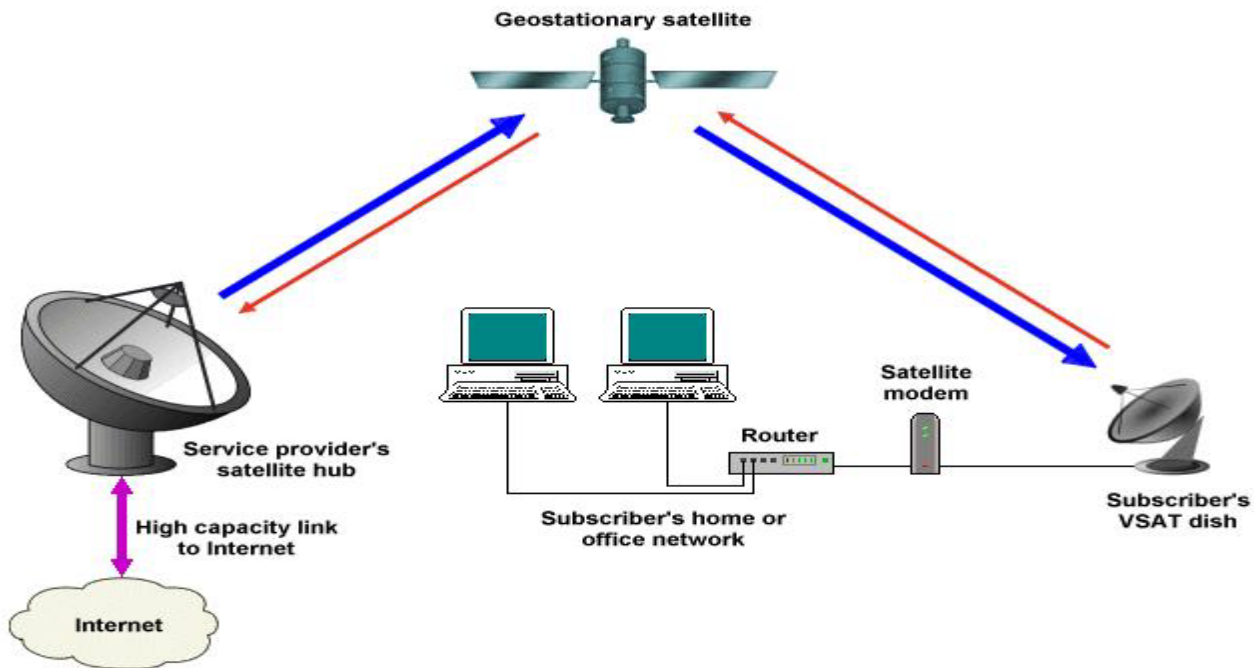
Champs d'application

- Il est extrêmement vaste et concerne de très nombreuses entreprises industrielles, dans les domaines de:
 - la production et du transport de l'énergie électrique (Centrales thermiques, centrales nucléaires, centrales solaires, champs éoliens, réseaux de transport d'électricité, station de transformation, ...)
 - Fabrication des équipements électriques (moteurs électriques, disjoncteurs, contacteurs, interrupteurs, ...)
- L'électrotechnique est liée étroitement à l'électronique et à l'automatique auxquelles elle a fréquemment recours, en particulier pour la commande des moteurs.

Les métiers de l'électrotechnique

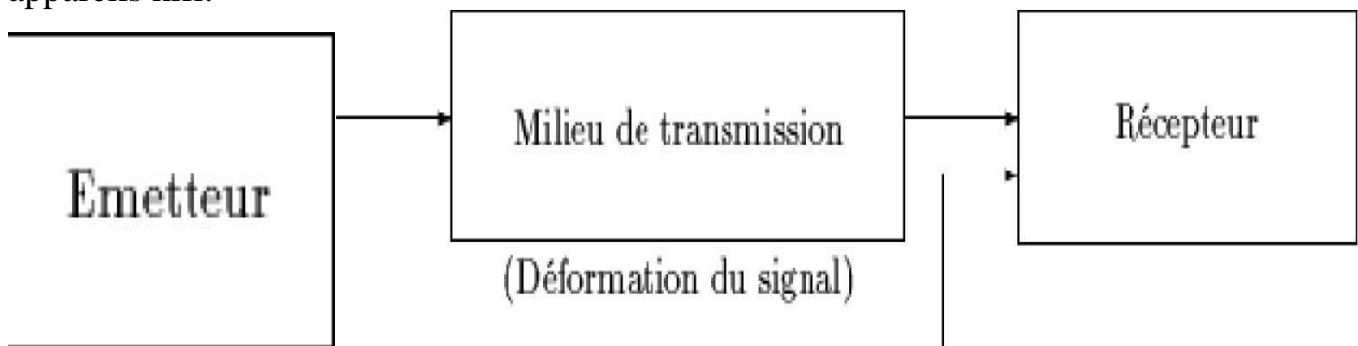
- Les champs professionnels qui représentent les métiers de l'électrotechnique se retrouvent dans les domaines suivants :
 - Machines électriques (moteurs électriques, génératrices, alternateurs, convertisseurs...),
 - Transformateurs de tension électrique,
 - Réseaux électriques (BT, MT, HT)
 - Stockage, (batterie, Condensateurs)
 - Equipements d'installations et de sécurité électriques (compteurs, disjoncteurs, sectionneurs, câbles électriques,....)

Systèmes de communication



Fonction

Un système de communication a pour fonction d'assurer le transport de l'information entre un émetteur et un (ou plusieurs) récepteur(s) reliés par un canal ou milieu de communication. Cette information est transportée sous forme d'un signal. Des exemples de systèmes de communication pris hors du domaine informatique sont : le téléphone, la télévision, les appareils hifi.



Qu'est-ce qu'un protocole de communication ?

- Un protocole est une spécification standard qui permet la communication entre deux équipements.

Ce sont des règles et des procédures qui définissent le type de codage et la vitesse utilisé pendant la communication, ainsi que la façon d'établir et déterminer la connexion.

- Il existe une multitude de protocoles de communication, à l'exemple des protocoles VPN (*Virtual Private Network*) dont le but est de créer un lien direct entre des ordinateurs distants.

Fonction de l'ingénieur en système de communication

- L'ingénieur en systèmes de communication imagine, conçoit, développe, gère et sécurise des réseaux de communication favorisant l'échange d'informations sous forme de signaux, d'images, de sons et de films. Leur domaine d'activité se situe au carrefour de:
 - **l'informatique, des mathématiques et des télécommunications.**
- Leur champs d'application va de la carte à puce à la chirurgie pratiquée à distance, en passant par le téléphone mobile, l'ordinateur portable, les serveurs, l'Internet, le web et les réseaux d'entreprises.
- Le champ d'application des ingénieurs en systèmes de communication est vaste et en constante évolution.

Perspectives professionnelles

- Entreprises ou administrations qui doivent mettre en place et gérer un réseau informatique (multinationales, banques, centres hospitaliers),
- Compagnies de télécommunications
- Sociétés de services qui se développent autour de l'Internet.
- Recherche & enseignement
- Bureaux d'ingénieurs conseils
-

Capteurs

- Dispositifs utilisés dans la détection & mesure des grandeurs physiques. Ils relèvent du domaine de l'instrumentation.
- Ils transforment l'état de la grandeur physique en une grandeur exploitable très souvent un courant ou une tension électrique.
- Ils s'appuient sur une multitude de principes physiques (induction, photoélectricité, piézoresistivité, laser...)

Nouvelle Technologie des capteurs

- Basée essentiellement sur la microélectronique.
- Il s'agit de capteurs embarqués (automobile, avion, etc..) dits « intelligents ».
- Ils communiquent entre-eux
- BusCan actuellement utilisé pour la transmission des données dans la plupart des engins.



Chapitre 3

Qu'est-ce que l'Automatique ?

- L'**automatique** est une science qui traite de la modélisation, de l'analyse, de l'identification et de la commande des systèmes dynamiques. Elle inclut la cybernétique au sens étymologique du terme, et a pour fondements théoriques les mathématiques, la théorie du signal et l'informatique théorique. L'automatique permet de contrôler un système en respectant un cahier des charges (rapidité, dépassement, stabilité...).
- Les professionnels en automatique se nomment **automaticiens**
- Les objets que l'automatique permet de concevoir pour procéder à l'automatisation d'un système (automates, régulateurs, etc.) s'appellent les **automatismes** ou les **organes de contrôle-commande** d'un système piloté.

Exemple d'automatismes

- Automate programmable pour les systèmes de production, carte à microprocesseur pour des applications industrielles ou liées à la domotique,
- Systèmes de supervision pouvant traiter en temps réel les informations issues d'un grand nombre de capteurs et assurer la commande de multiples actionneurs (centrales de production d'électricité, systèmes industriels continus, contrôle de trafic aérien ou ferroviaire),
- Robots industriels et autonomes,
- Applications embarquées pour l'automobile (ABS, ESP, Motorisation hybride) ou l'avionique, etc....

Histoire et évolution de l'informatique

1. Le but de la révolution industrielle était de suppléer l'homme sur les Travaux physiques. Cette technologie était principalement orientée vers la transmission, la manipulation et le contrôle de la force.
2. Une technologie parallèle qui a trait à la manipulation et la transmission de l'information est venue la seconder. Cette dernière a pour but de suppléer l'homme sur la monotonie de l'exercice mental.
3. L'histoire de l'informatique peut être divisée en trois parties principales :
 - La période avant la seconde guerre mondiale qui correspond à l'invention des machines à calculer mécaniques et des premiers calculateurs électromécaniques ;
 - la période de la seconde guerre mondiale qui fut déterminante et même décisive à la fabrication des premiers ordinateurs ;
 - La période après la guerre qui a vu l'informatique entrer dans l'industrie, les services, les écoles et les foyers.

Métiers de l'automatique et de l'informatique industrielle

- Le technicien ou ingénieur en automatisme connaît tout des robots et automates programmables, de leur conception à leur mise en service, en passant par leur maintenance. Il peut travailler dans :
 - L'industrie manufacturière,
 - Les industries de transformation,
 - La domotique mais aussi dans les machines spéciales.
 - Les Industries de procédés comme la cimenterie, l'exploitation pétrolière ou les industries chimiques, la plupart d'entre eux occupent des fonctions d'ingénieur contrôle commande ou d'instrumentation.

- Les automaticiens qui se spécialisent dans la création de machines spéciales doivent être polyvalents maîtrisant la mécanique avec les logiciels comme SEE Electrical ou Autocad ou encore Catia, la pneumatique, l'hydraulique et l'électrotechnique.
- Les automaticiens qui se spécialisent dans l'informatique industrielle quant à eux doivent connaître sur le bout des doigts les réseaux industriels ou bus de terrains, les bases de données et les modes de communications avec les automates programmables.

Introduction au Génie des procédés

- Depuis le milieu du 19^{ème} siècle, la chimie appliquée puis la « chimie industrielle » est considérée comme une partie de l'ensemble des connaissances que représente la chimie en tant que science.
- Elle rassemble en effet toutes les données techniques mais aussi économiques, énergétiques et environnementales, concernant les procédés de fabrication de très nombreux produits industriels, qu'ils soient strictement chimiques d'origine synthétique ou non (styrène, PET, molécules actives pharmaceutiques, gaz de l'air, soufre...) ou qu'ils soient dérivés de procédés apparentés à l'industrie chimique (plâtres, amidon, combustibles nucléaires, composants électroniques, peintures ou adhésifs formulés.....)

Chapitre 4

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

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

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. Par ailleurs, ils exercent souvent un rôle de correspondant local de matériovigilance auprès de l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM).

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.

En tout état de cause, ils sont avant tout des gestionnaires de parc d'équipements, confrontés à des impératifs à la fois techniques et financiers. Leur positionnement se situe entre trois univers : l'univers médical/paramédical, l'univers administratif et l'univers industriel.

Généralement rattachés à l'équipe de direction, ils participent plus ou moins directement aux instances de l'établissement.

Dans les établissements publics, ils sont par ailleurs confrontés aux contraintes du Code des Marchés Publics.

Chapitre 5

• Le génie des procédés

- Le génie des procédés est une discipline plus jeune. À son origine, aux USA (début du 20ème siècle), il s'est appelé « chemical engineering ». Ce n'est autre que le génie chimique à chaque fois qu'il est appliqué aux industries de procédés de transformation de la matière autre que l'industrie chimique.
- Le génie des procédés est l'ensemble des concepts et méthodes permettant de concevoir, dimensionner, optimiser voire conduire tous les procédés de transformations de la matière qu'il s'agisse de produire des matières plastiques, des médicaments, de l'eau potable, des aciers spéciaux, de l'énergie ...ou de traiter des effluents.
- **Le génie chimique permet ainsi le passage d'une synthèse de laboratoire à un procédé industriel de même que son fonctionnement dans le respect des contraintes économiques, techniques, environnementales et de sécurité.**

Rôle du spécialiste en génie des procédés

- L'ingénieur en génie des procédés ou en génie chimique est associé à la mise en place des installations et à leur validation. Il doit prendre en compte, entre autres, l'ensemble des aspects fiabilité, sécurité et ergonomie des systèmes.
- On trouve des ingénieurs en génie des procédés et génie chimique 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, pétrole, plasturgie, caoutchouc, matériaux, environnement...).

Chapitre 6

Développement durable

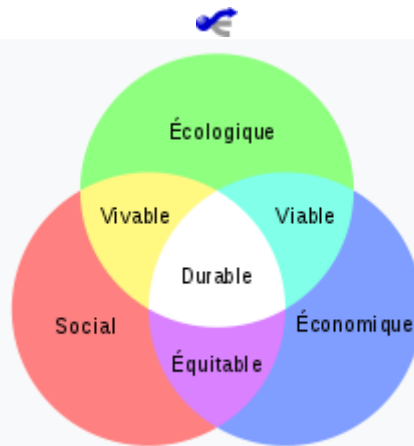
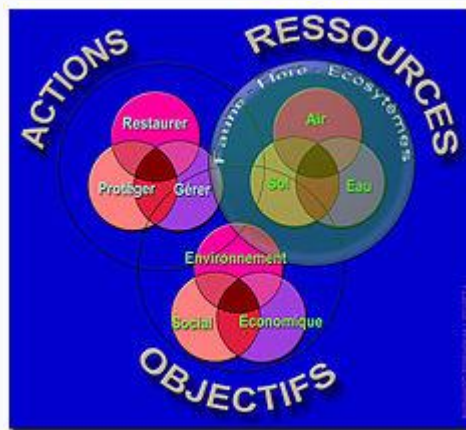


Schéma du développement durable, à la confluence de trois préoccupations, dites « les trois piliers du développement durable ».



Pour atteindre les objectifs de développement durable, il faut notamment faire appel à des ressources naturelles, minérales et vivantes qu'on peut classer selon leur vulnérabilité en « pas, peu, difficilement, coûteusement ou lentement renouvelables ». Les aménageurs et gestionnaires peuvent alors chercher à les restaurer, les protéger et les économiser, et le cas échéant à compenser les impacts.



La « théorie du baquet » rappelle métaphoriquement que dans les systèmes complexes, tous les sous-ensembles vitaux du système sont importants, comme les organes vitaux d'un organisme. Un niveau d'excellence sur l'un des piliers (l'économie par exemple) est inutile si un autre élément (le social ou l'environnement) est dégradé, car le niveau de performance ou de qualité de l'ensemble est ici contrôlé par la « planche la plus faible du baquet ».

Le **développement durable** (en anglais : *sustainable development*, parfois traduit par *développement soutenable*) est une conception du développement ou de la croissance qui s'inscrit dans une perspective de long terme et en intégrant les contraintes écologiques et sociales à l'économie. 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, 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 ».

Cette notion s'est imposée à la suite de la prise de conscience progressive, depuis les années 1970, de la finitude écologique de la Terre, liée aux limites planétaires sur le long terme. La notion fait toutefois l'objet de critiques, notamment de la part des tenants de la décroissance, pour lesquels cette notion reste trop liée à celle de la croissance économique, mais aussi de la part de ceux qui y voient un frein au développement.

Définition

La première définition du développement durable apparaît en 1987 dans le rapport Brundtland^{N 1} publié par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement¹ :

« Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Deux concepts sont inhérents à cette notion :

- le concept de « besoins », et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et
- l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir. »

En 1991, Ignacy Sachs propose une définition proche de ce qu'il nomme l'écodéveloppement : « développement endogène et dépendant de ses propres forces, soumis à la logique des besoins de la population entière, conscient de sa dimension écologique et recherchant une harmonie entre l'homme et la nature »^{2,3}.



La ressource renouvelable qu'est le vent alimente cette éolienne de 5 MW dans un parc éolien à 28 km au large de la Belgique.

Parmi les besoins essentiels, représentés par la pyramide des besoins de Maslow, figurent en premier lieu les besoins indispensables à l'être humain en tant qu'élément de base vivant dans un environnement défini, que l'on appelle les besoins primaires ou physiologiques. Parmi ceux-ci figure notamment le besoin de se reproduire, qui établit pour l'homme et la femme une filiation et assure de la sorte le renouvellement des générations^{N 2}.

Face à la crise écologique et sociale qui se manifeste désormais de manière mondialisée (réchauffement climatique, raréfaction des ressources naturelles, pénuries d'eau douce, rapprochement du pic pétrolier, écarts entre pays développés et pays en développement, sécurité alimentaire, déforestation et perte drastique de biodiversité, croissance de la population mondiale, catastrophes naturelles et industrielles), le développement durable est une réponse de tous les acteurs (États, acteurs économiques, société civile), culturels et sociaux, du développement. Tous les secteurs d'activité sont concernés par le développement durable : l'agriculture, l'industrie, l'habitat, l'organisation familiale, mais aussi les services (finance, tourisme, etc.).

Il s'agit enfin, en s'appuyant sur de nouvelles valeurs universelles (responsabilité, participation écologique et partage^{N 3}, principe de précaution, débat⁶) d'affirmer une approche double :

- dans le temps : nous avons le droit d'utiliser les ressources de la Terre, mais le devoir d'en assurer la pérennité pour les générations futures ;
- dans l'espace : chaque humain a le même droit aux ressources naturelles de la Terre (principe de destination universelle des biens).

Historique

Histoire du mot

L'expression *sustainable development*, traduite par développement durable, apparaît dans la littérature scientifique au début des années 1980 (voir par exemple, les articles par Vinogradov ou Clausen de 1981), et pour la première fois dans une publication destinée au grand public en 1987 dans le rapport intitulé *Our Common Future* (Notre avenir à tous) de la Commission mondiale pour le développement et l'environnement de l'Organisation des Nations unies rédigé par la Norvégienne Gro Harlem Brundtland.

Une controverse sémantique portant sur la question de savoir s'il fallait parler de développement durable ou soutenable a existé depuis la deuxième traduction en français où l'éditeur canadien a traduit *sustainable* par le mot français soutenable^{N 4}.

Les tenants du terme « durable » plutôt que du mot « soutenable » insistent sur la notion de durabilité définie comme cohérence entre les besoins et les ressources globales de la Terre à long terme, plutôt que sur l'idée d'une recherche de la limite jusqu'à laquelle la Terre sera capable de nourrir l'humanité. Cependant, la traduction du terme par soutenable, plutôt que durable, peut s'expliquer aussi par de vieilles traces du mot en langue française. En effet, on trouve le mot soutenir employé dans une optique environnementale dès 1346, dans l'ordonnance de Brunoy, prise par Philippe VI de Valois, sur l'administration des forêts, recommandant de les « soutenir en bon état »⁷. Ainsi, en matière forestière, la notion de forêt cultivée soumise à une exigence de soutenabilité, un renouvellement perpétuel de la

ressource, capable d'approvisionner une flotte navale^{N5}, existe en France depuis plus de six siècles.

Chronologie

L'émergence du concept de développement durable remonte au début du XX^e siècle. L'idée d'un développement pouvant à la fois réduire les inégalités sociales et réduire la pression sur l'environnement a fait son chemin. Nous pouvons en retracer quelques jalons majeurs :

- 1909 : émergence du concept de géonomie en Europe centrale.
- 1909 : Theodore Roosevelt tient un discours dans lequel il se préoccupe de la destruction des ressources naturelles et des générations futures : « Avec la croissance constante de la population et l'augmentation encore plus rapide de la consommation, notre peuple aura besoin de plus grandes quantités de ressources naturelles. Si nous, de cette génération, détruisons les ressources, [...] qui seront nécessaires à nos enfants, si nous réduisons la capacité de notre terre à soutenir une population, nous diminuons le niveau de vie, nous enlevons même le droit à la vie des générations futures sur ce continent »⁸.
- 1949 : le président des États-Unis, Harry S. Truman, dans son discours sur l'état de l'Union, popularise le mot « développement » en prônant une politique d'aide aux pays sous-développés, grâce à l'apport de la connaissance technique des pays industrialisés. Il affirme que « tous les pays, y compris les États-Unis, bénéficieront largement d'un programme constructif pour une meilleure utilisation des ressources mondiales humaines et naturelles »^{N6}.
- 1950 : Convention internationale sur la protection des oiseaux, conclue à Paris le 18 octobre 1950.
- 1951 :
 - L'Union internationale pour la conservation de la nature publie le premier rapport sur l'état de l'environnement dans le monde⁹.
 - Convention internationale pour la protection des végétaux, conclue à Rome le 6 décembre 1951.
- 1954 : Convention internationale pour la prévention de la pollution des eaux de mer par les hydrocarbures, conclue à Londres le 12 mai 1954.
- 1961 : création du WWF (World Wildlife Fund) au Royaume-Uni.
- 1962 :
 - publication du livre *L'Afrique noire est mal partie* par l'agronome français René Dumont ;
 - publication du livre *Printemps silencieux* par Rachel Carson.
- 1967 : publication du livre de Roderick Nash (**en**), *Wilderness and the American Mind*, parfois considéré comme le texte fondateur de l'histoire de l'environnement¹⁰.
- 1968 :
 - 8 avril : création du Club de Rome regroupant quelques personnalités occupant des postes relativement importants dans leurs pays respectifs et souhaitant que la recherche s'empare du problème de l'évolution du monde pris dans sa globalité pour tenter de cerner les limites de la croissance économique après la croissance ininterrompue des Trente Glorieuses ;

- 4-13 septembre : l'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (Unesco) organise à Séville le colloque « Utilisation et conservation de la biosphère », conférence intergouvernementale d'experts sur les bases scientifiques de l'utilisation rationnelle et de la conservation des ressources de la biosphère ;
- Michel Batisse initie le Programme sur l'homme et la biosphère (Man & Biosphere, MAB) précurseur du concept de développement durable.
- 1969 : David R. Brower, transfuge du Sierra Club, fonde aux États-Unis l'association *Friends of the Earth* (Les Amis de la Terre).
- 1971 :
 - création en France du Ministère de la protection de la nature et de l'environnement, attribué à Robert Poujade ;
 - création officielle du Programme sur l'homme et la biosphère (MAB) à l'Unesco ;
 - fondation au Canada de Greenpeace, organisation militante écologiste, en même temps qu'une action d'opposition à des essais nucléaires ;
 - 2 février : signature de la Convention de Ramsar pour la conservation et l'utilisation durable des zones humides.
- 1972 :
 - Le Club de Rome publie le rapport *The limits to growth* (Les Limites à la croissance, traduit en français sous le titre *Halte à la croissance ?*, et également connu sous le nom de *rapport Meadows*), rédigé à la demande du Club de Rome par une équipe de chercheurs du Massachusetts Institute of Technology. Ce premier rapport donne les résultats de simulations informatiques sur l'évolution de la population humaine en fonction de l'exploitation des ressources naturelles, avec des projections jusqu'en 2100. Il en ressort que la poursuite de la croissance économique entraînera au cours du XXI^e siècle une chute brutale des populations à cause de la pollution, de l'appauvrissement des sols cultivables et de la raréfaction des énergies fossiles. Le modèle n'est cependant pas encore à ce stade sectorisé par régions comme il le sera ensuite. Selon Bjørn Lomborg, nombre de ses prévisions se sont révélées fausses¹¹. Au contraire, les auteurs eux-mêmes, dans leur mise à jour de 2004 intitulée *Limits to Growth. The 30-Year Update*, traduit en 2012 en français, estiment que la réalité est relativement conforme à leurs prévisions de 1972¹². De nombreux autres travaux critiques de certaines limites du système économique de l'époque sont publiés : citons entre autres Nicholas Georgescu-Roegen et sa comparaison entre systèmes économique et thermodynamique¹³, l'économiste français Ignacy Sachs¹⁴ ou encore l'économiste britannique Ernst Friedrich Schumacher qui prône des solutions plus locales et moins technologiques et technocratiques, et insiste sur la permanence et la durabilité¹⁵, dans son livre *Small is beautiful*.
 - 15 février : signature à Oslo de la Convention pour la prévention de la pollution marine par les opérations d'immersion effectuées par les navires et aéronefs.
 - 5 au 16 juin : la Conférence des Nations unies sur l'environnement de Stockholm expose notamment l'écodéveloppement, les interactions entre écologie et économie, le développement des pays du Sud et du Nord. Il sera rétrospectivement qualifié de premier Sommet de la Terre. C'est un échec relatif, sans compromis clair¹⁶,

mais la problématique semble dès lors posée : l'environnement apparaît comme un patrimoine mondial essentiel à transmettre aux générations futures.

- Création du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), organisation dépendant des Nations unies.
- 1973 :
 - Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (Convention de Washington) ;
 - Premier choc pétrolier ;
- 1975, 13-22 octobre :
 - parution du livre de Joël de Rosnay *Le Macroscop*e (sous titré *Vers une vision globale*), ouvrage français d'initiation à l'analyse systémique, incluant les aspects écologie, économie, ville¹⁷;
 - colloque sur l'éducation relative à l'environnement, à l'issue duquel a été adoptée à l'unanimité la charte de Belgrade.
- 1976 : Convention de Barcelone, sur la protection de la mer Méditerranée contre la pollution.
- 1977, 14-26 octobre : conférence intergouvernementale sur l'éducation relative à l'environnement, organisée par l'Unesco à Tbilissi.
- 1979 :
 - 1^{er} janvier : l'économiste français René Passet publie *L'Économique et le vivant* ;
 - Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) ;
 - Le philosophe Hans Jonas exprime cette préoccupation dans son livre *Le Principe responsabilité* ;
 - Deuxième choc pétrolier ;
 - Première conférence mondiale sur le climat, à Genève (Suisse). À cette occasion, un Programme de recherche climatologique mondial est lancé, sous la responsabilité de l'Organisation météorologique mondiale (OMM), du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) et du Conseil international des unions scientifiques (CIUS).
- 1980 : l'Union internationale pour la conservation de la nature publie un rapport intitulé *La stratégie mondiale pour la conservation*¹⁸ où apparaît pour la première fois la notion de « développement durable », traduite de l'anglais *sustainable development*.
- 1985 : Convention de Vienne sur la protection de la couche d'ozone.
- 1986 : catastrophe nucléaire de Tchernobyl.
- 1987 : une définition du développement durable est proposée par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (rapport Brundtland).
Le protocole de Montréal relatif aux substances qui appauvrissent la couche d'ozone est signé le 16 septembre.
- 1988 : création du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec).
- 1989 :
 - La Coalition for Environmentally Responsible Economies (CERES) définit des principes pour l'environnement, qui constituent le premier code de conduite environnemental.

- Le patriarche orthodoxe Bartholomée Ier de Constantinople institue une prière pour la sauvegarde de la Création¹⁹.
- 1990 : le premier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) commence à alerter la communauté internationale sur les risques du réchauffement climatique dus à la concentration dans l'atmosphère de gaz à effet de serre.
- 1991 (22 mai) : le Premier ministre français Édith Cresson évoque le terme de développement durable dans son discours de politique générale²⁰.
- 1991 : l'économiste Manfred Max-Neef affine la définition du Rapport Brundtland avec sa théorie des besoins humains fondamentaux qui sert désormais de base à la réflexion sur un développement durable stratégique.
- 1992 (3 au 14 juin) : troisième conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement (sommet de la Terre), à Rio de Janeiro. Consécration du terme « développement durable », le concept commence à être largement médiatisé devant le grand public. Adoption de la Convention sur la diversité biologique et naissance de l'Agenda 21. La définition Brundtland, axée prioritairement sur la préservation de l'environnement et la consommation prudente des ressources naturelles non renouvelables, sera modifiée par la définition des « trois piliers » qui doivent être conciliés dans une perspective de développement durable : le *progrès économique*, la *justice sociale*, et la *préservation de l'environnement*.
- 1994 :
 - Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification ;
 - Publication de la charte d'Aalborg sur les villes durables, au niveau européen ;
 - Conférence internationale sur la population et le développement (en), au Caire.
- 1995 :
 - mars : conférence générale de l'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (Unesco) à Séville, établissant un cadre statutaire pour les réserves de biosphère ;
 - première Conférence des parties (COP) à Bonn.
- 1996 : réintroduction des loups dans le parc national de Yellowstone (États-Unis) : dans les deux décennies qui suivent, la régulation des populations d'herbivores par ce prédateur permet de faire reverdir les paysages, la forêt repousse, trembles et saules stabilisent à nouveau les berges des rivières, castors et poissons reviennent... c'est un exemple spectaculaire de réussite d'un plan de gestion intégrée d'un territoire²¹.



Participation au protocole de Kyoto en janvier 2011 :

- Pays ayant ratifié le protocole
- Pays signataires refusant pour l'instant de le ratifier
- Pays s'étant retiré du protocole

- Pays encore non signataires

- 1997 (1^{er} au 12 décembre) : 3^e conférence des Nations unies sur les changements climatiques, à Kyoto, au cours duquel sera établi le protocole de même nom.
- 1998 : Nations unies, Convention d'Aarhus sur l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement.
- 2000 : le Pacte mondial des Nations unies adopté par le Forum économique mondial affirme la « responsabilité sociétale des entreprises » relative à la corruption autant qu'aux conditions de travail et aux droits de l'homme.
- 2001 : la Déclaration universelle de l'Unesco sur la diversité culturelle affirme pour la première fois que la diversité culturelle est « gage d'un développement humain durable »²².
- 2002 : (26 août au 4 septembre) : Sommet mondial sur le développement durable (Sommet de Johannesburg) ; en septembre, plus de cent chefs d'État, plusieurs dizaines de milliers de représentants gouvernementaux et d'ONG ratifient un traité prenant position sur la conservation des ressources naturelles et de la biodiversité. Quelques grandes entreprises françaises sont présentes²³.
- 2004 :
 - Le 8 mai Cités et Gouvernements locaux unis approuve l'Agenda 21 de la culture, qui relie les principes du développement durable l'Agenda 21 avec les politiques culturelles ;
 - Adoption, en France, d'une charte de l'environnement, insistant sur le principe de précaution ;
- 2005 :
 - Entrée en vigueur du protocole de Kyoto sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'Union européenne ;
 - Publication de l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire ;
 - La conférence générale de l'Unesco adopte la Convention sur la protection et la promotion de la diversité des expressions culturelles où la diversité culturelle est réaffirmée comme « un ressort fondamental du développement durable des communautés, des peuples et des nations »²⁴ ;
 - Premier article de Glenn Albrecht sur la solastalgie, forme de détresse psychique causée par les changements environnementaux.
- 2006 : publication du rapport Stern sur l'économie du changement climatique (en anglais *Stern Review on the Economics of Climate Change*), compte rendu sur l'effet du réchauffement global sur la planète rédigé par l'économiste britannique Nicholas Stern pour le gouvernement du Royaume-Uni²⁵.
- 2009 : conférence de Copenhague de 2009 sur les changements climatiques.
- 2010 :
 - conférence de Cancún de 2010 sur les changements climatiques ;
 - conférence mondiale sur la biodiversité de Nagoya.
- 2011 : le 5 ou 12 décembre, le Canada se retire du protocole de Kyoto.
- 2012 :

- 20 au 22 juin : nouveau Sommet de la Terre à Rio (Brésil) aussi appelé Rio+20 ; le terme officiel est Conférence des Nations unies sur le développement durable.
- 21 avril : création de la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES)
- 2015 :
 - 18 juin : publication de l'encyclique *Laudato si'* du pape François « sur la sauvegarde de la maison commune » ; François s'empare de la question écologique et propose une démarche fondée sur l'écologie intégrale ;
 - 1^{er} septembre : première journée mondiale de prière pour la sauvegarde de la Création ;
 - 28 et 29 novembre : premières marches mondiales pour le climat ;
 - 30 novembre au 12 décembre : conférence de Paris de 2015 sur les changements climatiques (COP21) ;
 - Publication des Objectifs de développement durable, prenant la suite des Objectifs du millénaire pour le développement.
- 2017 :
 - 1^{er} juin : les États-Unis décident de se retirer de l'accord de Paris sur le climat.
 - 12 décembre : One Planet Summit, réunion internationale sur les changements climatiques qui s'est tenue à La Seine Musicale, sur l'île Seguin, à Boulogne-Billancourt (France).
- 2018 :
 - 28 août : en France, démission du ministre de la transition écologique Nicolas Hulot, qui met en cause un « modèle économique responsable de tous ces désordres climatiques »²⁶.
 - 8 septembre : première marche pour le climat organisée en France.
- 2019 :
 - 15 mai : en France, création du Conseil de défense écologique lors d'un Conseil des ministres, annoncée par le président Emmanuel Macron, lors de sa conférence de presse du 25 avril faisant suite au grand débat national.
 - 25 novembre : à l'occasion de la Conférence de Madrid de 2019 sur les changements climatiques (COP25), déclaration relative à l'urgence climatique du Conseil œcuménique des Églises²⁷.

Enjeux et objectifs du développement durable

Crise écologique et sociale



Déforestation de la forêt humide à Rio de Janeiro pour l'extraction d'argile pour le Génie civil.

La révolution industrielle du XIX^e siècle introduit des critères de croissance essentiellement économiques, principal critère aisément mesurable : ainsi le produit intérieur brut dont l'origine remonte aux années 1930 est souvent vu comme l'indicateur de la richesse d'un pays. Des corrections ont été apportées dans la deuxième moitié du XX^e siècle sur le plan social, avec d'importantes avancées sociales. L'expression « économique et social » fait depuis partie du vocabulaire courant.

Mais les pays développés ont pris conscience depuis les chocs pétroliers de 1973 et de 1979 que leur prospérité matérielle reposait sur l'utilisation intensive de ressources naturelles finies, et que par conséquent, outre l'économique et le social, un troisième aspect avait été négligé : l'environnement (comme dans l'exemple de l'impact environnemental du transport routier). Pour certains analystes²⁸, le modèle de développement industriel n'est pas viable ou soutenable sur le plan environnemental, car il ne permet pas un « développement » qui puisse durer. Les points cruciaux en faveur de cette affirmation sont l'épuisement des ressources naturelles (matières premières, énergies fossiles pour les humains)^{N.7}, la pénurie des ressources en eaux douces susceptible d'affecter l'agriculture²⁹, la destruction et la fragmentation des écosystèmes, notamment la déforestation qui se manifeste par la destruction des forêts tropicales (forêt amazonienne, forêt du bassin du Congo, forêt indonésienne)³⁰, ainsi que la diminution de la biodiversité³¹ qui diminuent la résilience de la planète ou encore le réchauffement climatique dû aux émissions de gaz à effet de serre et de manière générale la pollution due aux activités humaines. Les catastrophes industrielles de ces trente dernières années (Seveso (1976), Bhopal (1984), Tchernobyl (1986), Exxon Valdez (1989), etc.) ont interpellé l'opinion publique et les associations telles que le WWF, les Amis de la Terre ou encore Greenpeace (Voir aussi Chronologie de l'écologisme). En faisant le pari du « tout technologique » dans l'optimisation de la consommation énergétique et la lutte contre le changement climatique, notre civilisation recourt de façon accrue aux métaux que nous ne savons pas bien recycler. La déplétion de ces ressources pourrait devenir un enjeu mondial au même titre que la déplétion du pétrole³².

Au problème de viabilité subsiste une pensée humaine à adapter. Ce qui s'ajoute à un problème d'équité : les pauvres subissent le plus la crise écologique et climatique³³, et il est à craindre que le souhait de croissance des pays sous-développés ou pays du Sud vers un état de prospérité similaire, édifié sur des principes équivalents, n'implique une dégradation encore plus importante et accélérée de l'habitat humain et peut-être de la biosphère. Ainsi, si tous les États de la planète adoptaient l'American way of life (qui consomme près de 25 %

des ressources de la Terre pour 5 % de la population), il faudrait cinq planètes pour subvenir aux besoins de tous selon l'association écologiste WWF.

Le développement actuel étant consommateur de ressources non renouvelables et considéré par ces critiques comme très gourmand en ressources compte tenu de la priorité donnée aux objectifs patrimoniaux à courte vue, tels que la rentabilité des capitaux propres, voire inéquitable, une réflexion a été menée autour d'un nouveau mode de développement, appelé « développement durable ».

En 2020, les économistes Jérôme Ballet et Damien Bazin plaident pour une meilleure prise en compte du pilier social dans les politiques de développement durable, sur la base de trois critères, la cohésion sociale, l'équité et la sécurité. Ils recommandent la prise en compte de ces critères dans les politiques qui s'intéressent plus spécifiquement à la durabilité environnementale³⁴.

Responsabilité à l'égard des générations futures

C'est le philosophe allemand Hans Jonas qui a le premier théorisé la notion de développement durable dans Le Principe responsabilité (1979). Selon lui, il y a une obligation d'existence des générations futures, qui pourrait être remise en cause par la forme qu'a prise le progrès technique à l'époque contemporaine. Il s'agit donc pour les générations présentes de veiller, non aux droits des générations futures, mais à leur *obligation* d'existence. « Veiller à l'obligation des générations futures d'être une humanité véritable est *notre* obligation fondamentale à l'égard de l'avenir de l'humanité, dont dérivent seulement toutes les autres obligations à l'égard des hommes à venir »³⁵. Le problème du développement durable ne se pose donc pas seulement sous l'angle des droits, mais aussi des obligations et des devoirs.

Nouvelle démarche : « penser global, agir local »



La Bille bleue : la photographie de la Terre prise par l'équipage d'Apollo 17 lors de leur voyage vers la Lune fait prendre conscience aux humains que la planète est fragile et doit être protégée.

Les aspects essentiels du développement durable, sur les capacités de la planète et les inégalités d'accès aux ressources posent des questions philosophiques et éthiques.

Hans Jonas avança l'idée selon laquelle le modèle économique de l'Occident pourrait ne pas être viable sur le long terme s'il ne devenait pas plus respectueux de l'environnement. En effet, Jonas posa l'idée d'un devoir vis-à-vis des êtres à venir, des vies potentielles et « vulnérables » que nous menaçons et il donne à l'homme une responsabilité³⁶. Depuis, l'un des thèmes de la philosophie qui interpelle le plus nos contemporains est celui de la philosophie de la nature, qui interroge sur la place de l'homme dans la nature. Ainsi, en 1987, Michel Serres décrit l'homme comme signataire d'un contrat avec la nature³⁷, reconnaissant les devoirs de l'humanité envers celle-ci. À l'inverse, le philosophe Luc Ferry souligne, dans *Le Nouvel Ordre écologique*, que l'homme ne peut pas passer de contrat avec la nature et estime que cette vision qui consiste à donner des droits à la nature participe d'une opposition radicale à l'Occident, de nature révolutionnaire et non réformiste, doublée d'un anti-humanisme prononcé.

Jean Bastaire voit l'origine de la crise écologique chez René Descartes selon qui l'homme devait se « rendre comme maître et possesseur de la nature »³⁸. Au contraire, la géographe Sylvie Brunel critique le développement durable, car elle y voit une conception de l'homme comme un parasite, et la nature comme un idéal. Or, pour elle, l'homme est souvent celui qui protège la biodiversité, là où la nature est le règne de la loi du plus fort, dans lequel « tout milieu naturel livré à lui-même est colonisé par des espèces invasives »³⁹.

Sans en aborder tous les aspects philosophiques, le développement durable comporte également des enjeux très importants en matière d'éthique des affaires. André Comte-Sponville entre autres, aborde les questions d'éthique dans *Le capitalisme est-il moral ?*. Paul Ricœur et Emmanuel Levinas le firent aussi sous l'angle de l'altérité et Patrick Viveret et Jean-Baptiste de Foucauld⁴⁰ sur celui de la justice sociale.

Le philosophe français Michel Foucault aborde ces questions sur le plan épistémologique. Il parle de changements de conception du monde, qui se produisent à différentes époques de l'Histoire. Il appelle ces conceptions du monde, avec les représentations qui les accompagnent, des épistémès. Selon certains experts, le développement durable correspondrait à un nouveau paradigme scientifique, au sens que Thomas Kuhn donne à ce terme⁴¹.

La formule « penser global, agir local », employée pour la première fois par René Dubos en 1977, puis par Jacques Ellul en 1980⁴², est souvent invoquée dans les problématiques de développement durable⁴³. Elle montre que la prise en compte des enjeux environnementaux et sociaux nécessite de nouvelles heuristiques, qui intègrent le caractère global du développement durable. Elle fait penser à la philosophie de Pascal^{N 8}, plutôt qu'à celle de Descartes, celle-ci étant davantage analytique. En pratique, elle devrait se traduire par des approches systémiques⁴⁴. Elle est très bien illustrée par le concept de réserve de biosphère créé par l'Unesco en 1971.

L'expert américain Lester R. Brown affirme que nous avons besoin d'un bouleversement analogue à celui de la révolution copernicienne dans notre conception du monde, dans la manière dont nous envisageons la relation entre la planète et l'économie : « cette fois-ci, la question n'est pas de savoir quelle sphère céleste tourne autour de l'autre, mais de décider si l'environnement est une partie de l'économie ou l'économie une partie de l'environnement »⁴⁵.

Le philosophe français Dominique Bourg estime que la prise de conscience de la finitude écologique de la Terre a entraîné dans nos représentations un changement radical de la relation entre l'universel et le singulier, et remet en cause le paradigme moderne classique du fait que dans l'univers systémique de l'écologie, la biosphère (le planétaire) et les biotopes (le local) sont interdépendants⁴⁶.

Depuis quelques décennies, les ONG environnementales et des leaders d'opinion comme Nicolas Hulot ont sensibilisé l'opinion publique sur les enjeux de l'environnement et du développement durable. La démarche d'action locale pour un impact global est également la thèse du film de Coline Serreau : *Solutions locales pour un désordre global* (voir filmographie).

Trois piliers : environnemental, social et économique

Le premier à avoir révélé la dimension multi-dimensionnelle et systémique des problèmes de notre époque est l'économiste français René Passet dans un ouvrage devenu classique : *L'économique et le vivant* (1979)⁴⁷.

L'objectif du développement durable est de définir des schémas viables qui concilient les trois aspects environnemental, social et économique des activités humaines : « trois piliers » à prendre en compte par les collectivités comme par les entreprises et les individus⁴⁸. La finalité du développement durable est de trouver un équilibre cohérent et viable à long terme entre ces trois enjeux.

En anglais, on parle de « *People, Planet, Profit* » (3P) pour désigner ces trois piliers (*pillars*). *People* pour le social, *Planet* pour l'environnement, et *Profit* pour l'économie. Ils sont associés à la notion de triple performance des entreprises (*triple bottom line* en anglais).

À ces trois piliers s'ajoute un enjeu transversal, indispensable à la définition et à la mise en œuvre de politiques et d'actions relatives au développement durable : la gouvernance⁴⁹.

La gouvernance consiste en la participation de tous les acteurs (citoyens, entreprises, associations, élus...) au processus de décision ; elle est de ce fait une forme de démocratie participative. Ainsi, plusieurs pays d'Afrique ont adopté des plans socio-économiques impliquant les collectivités locales via des moyens de production autonomes⁵⁰. Selon les termes du rapport Brundtland (1987), « le développement durable n'est pas un état statique d'harmonie, mais un processus de transformation dans lequel l'exploitation des ressources naturelles, le choix des investissements, l'orientation des changements techniques et institutionnels sont rendus cohérents avec l'avenir comme avec les besoins du présent »⁵¹.

Prendre en compte le temps long

Intégrer les enjeux environnementaux et les besoins des générations futures implique d'adopter une approche écosystémique, qui repose sur 12 principes de gestion adoptés à Malawi en 2000. Il conviendrait notamment, selon le huitième principe, de se fixer des objectifs à long terme⁵² :

« Compte tenu des échelles temporelles et des décalages variables qui caractérisent les processus écologiques, la gestion des écosystèmes doit se fixer des objectifs à long terme. »

Pour Michel Rocard, qui a été ambassadeur de France chargé de la négociation internationale pour les pôles arctique et antarctique, « le court-termisme nous conduit dans le mur »⁵³.

Trois types d'acteurs

La prise en compte des enjeux de développement durable nécessite un système impliquant trois types d'acteurs : le marché, l'État et la société civile⁵⁴ :

- les acteurs du marché sont les entreprises ;
- les acteurs des États sont des autorités publiques, au niveau mondial et au niveau de chaque grande zone économique (Union européenne...), au niveau national, et au niveau territorial (régions, intercommunalités, communes) ;
- les acteurs de la société civile sont des représentants des associations et des Organisations non gouvernementales.

La société civile est le cadre le plus approprié pour une économie de don et de la fraternité. Elle est indissociable des deux autres types d'acteurs.

Répondre aux besoins des générations actuelles et à venir]

« Le développement durable est un mode de développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ». Rapport Brundtland

La définition classique du développement durable provient du rapport Brundtland de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement. Ce rapport rappelle une citation célèbre, mais à l'attribution incertaine et très débattue (entre autres, sont fréquemment donnés comme son auteur, soit le chef amérindien Seattle dont il existe pourtant seulement des transcriptions apocryphes et très douteuses de son célèbre et mythique discours, soit Antoine de Saint-Exupéry, à moins qu'il s'agisse de la traduction d'un proverbe traditionnel indien ou africain)^{55,56} : « Nous n'héritons pas de la Terre de nos ancêtres, nous l'empruntons à nos enfants ». Ce rapport insiste sur la nécessité de protéger la diversité des gènes, des espèces et de l'ensemble des écosystèmes naturels terrestres et aquatiques, et ce, notamment, par des mesures de protection de la qualité de l'environnement, par la restauration, l'aménagement et le maintien des habitats essentiels aux espèces, ainsi que par une gestion durable de l'utilisation des populations animales et végétales exploitées.

Cette préservation de l'environnement doit être accompagnée de la « satisfaction des besoins essentiels en ce qui concerne l'emploi, l'alimentation, l'énergie, l'eau, la salubrité ». Cela étant, on se heurte à une difficulté, qui est de définir ce que sont les besoins des générations présentes, et ce que seront les besoins des générations futures. On pourrait retenir par exemple les besoins élémentaires pour se nourrir, se loger, et se déplacer.

Dans ce contexte, le développement durable a été inséré parmi les objectifs du millénaire pour le développement adoptés en 2000 par 193 États membres de l'Organisation des Nations unies (objectif 7 : assurer un environnement humain durable).

Afin de subvenir aux besoins actuels sans pour autant recourir à une utilisation non durable de ressources non renouvelables, un scénario en trois points a été proposé, notamment par des associations comme négawatt dans le domaine de l'énergie :

- sobriété (techniques utilisées avec parcimonie) ;
- efficacité (techniques plus performantes) ;
- utilisation de ressources renouvelables (par exemple : l'énergie solaire ou les éoliennes, au travers de projets d'électrification rurale).

Le patrimoine culturel ne doit pas être oublié : transmis de génération en génération et faisant preuve d'une grande diversité, l'UNESCO souhaite la préservation de ce qu'elle nomme patrimoine culturel immatériel. La culture au sens large (ou l'environnement culturel) s'impose d'ailleurs peu à peu comme un quatrième pilier du développement durable⁵⁷.

Inégalité planétaire

La consommation de ressources et la production de déchets sont très inégalement réparties sur la planète, comme le montre une carte de l'empreinte écologique par habitant des pays du monde. L'empreinte écologique est la plus élevée dans certains pays du Moyen-Orient, pouvant dépasser 8 hag (hectares globaux) par habitant (Qatar, Émirats arabes unis, Bahreïn, Koweït⁵⁹), en Amérique du Nord (environ 8 hag/hab. aux États-Unis), et en Europe, alors qu'elle peut être inférieure à 1 hag/hab. dans certains pays d'Afrique ; la moyenne mondiale se situe à 2,6 hag/hab. Néanmoins, la détérioration de l'environnement et celle de la société affectent d'une manière particulière les pays les moins avancés de la planète : « Tant l'expérience commune de la vie ordinaire que l'investigation scientifique démontrent que ce sont les pauvres qui souffrent davantage des plus graves effets de toutes les agressions environnementales »⁶⁰. Cela engendre de graves problèmes de justice environnementale. Ainsi, l'inégalité affecte des pays entiers, ce qui oblige à penser à une éthique des relations internationales. Les différences de mode de vie et d'utilisation des ressources naturelles conduisent à parler de dette écologique entre pays développés et pays du Sud⁶¹. Dans son encyclique *Laudato si'* « sur la sauvegarde de la maison commune », le pape François insiste sur la nécessité d'« avoir aussi recours aux diverses richesses culturelles des peuples, à l'art, à la vie intérieure et à la spiritualité » pour s'attaquer aux problèmes d'inégalités⁶².

Agriculture

L'activité agricole est habituellement évaluée sur le plan économique seul. Dans une perspective de développement durable, une évaluation écologique est en partie appréhendée par le bilan énergétique en agriculture, qui tient compte de la dimension physique de l'activité de production agricole⁶³. Le nombre d'emplois agricoles et leur situation sociale complète l'approche sociale.

Santé

Parmi les objectifs de développement durable de l'ONU, La santé fait l'objet de l'objectif n° 3. L'ONU mentionne parmi les faits et chiffres la santé infantile, la santé maternelle, le syndrome d'immunodéficience acquise (sida, responsable de 77,3 millions de morts depuis le début de l'épidémie), le paludisme et d'autres maladies⁶⁴. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) appelle à la mobilisation pour lutter contre la pandémie de Covid-19⁶⁵.

Question du modèle de développement

Lorsque Harry S. Truman s'est adressé à ses concitoyens lors de son discours d'investiture en 1949, pour évoquer l'aide aux pays « sous-développés », le peuple américain était loin de penser que l'humanité serait un jour confrontée à une limitation des ressources naturelles. Depuis les années 1970 et les deux chocs pétroliers de 1973 et 1979, l'Occident prend peu à peu conscience de cette limite naturelle. Depuis les années 2000, les ONG environnementales, avec à leur tête le WWF, ont conceptualisé ces questions avec la notion d'empreinte écologique. Elles ont mis en évidence que l'impact écologique des activités des pays les plus développés (États-Unis, Europe occidentale...) dépassait largement la capacité biologique de la Terre à renouveler les ressources. Il est dès lors évident que le modèle occidental de développement, hérité de la révolution industrielle, n'est pas généralisable tel quel à l'ensemble de la planète.

Cet état de fait amènera certainement une révision nécessaire des modèles utilisés jusqu'à présent en Occident dans un certain nombre de domaines. Il serait présomptueux d'affirmer que le développement durable fournit **un** modèle de développement. Il s'agit plutôt d'un ensemble de principes, qui fixent des objectifs à atteindre. D'autre part, cette notion fait l'objet, dans les pays développés, d'une communication importante, qui n'est pas, tant s'en faut, toujours suivie d'actions concrètes. Il n'est donc pas possible d'affirmer que l'Occident dispose d'un modèle facilement exportable. D'autre part, comme le soulignait l'Unesco lors du sommet de la Terre de Johannesburg en 2002, dans l'aide au développement, il est nécessaire de tenir compte des spécificités culturelles des pays aidés⁶⁶.

Le codéveloppement est apparu comme une évolution du concept d'aide au développement économique, prenant en compte dans une approche globale et coordonnée, non seulement les aspects économiques, mais aussi les évolutions sociales, l'environnement et le fonctionnement démocratique des institutions, tout en contrôlant mieux les flux migratoires. La coopération au service du développement durable et de la solidarité étant l'une des missions que s'est fixées l'Organisation internationale de la francophonie en 2004, la francophonie peut être considérée comme un cadre intéressant pour promouvoir le développement durable⁶⁷. Selon les mots de Léopold Sédar Senghor, « La création d'une communauté de langue française [...] exprime le besoin de notre époque où l'homme, menacé par le progrès scientifique dont il est l'auteur, veut construire un nouvel humanisme qui soit, en même temps, à sa propre mesure et à celle du cosmos »⁶⁸. Par exemple, la création de l'université Senghor, l'un des quatre opérateurs directs de la Francophonie, répond au besoin de définir un modèle de développement dans un esprit de diversité culturelle⁶⁹.

Le site francophone Médiaterre sur le développement durable permet d'animer un réseau de compétences réparti entre les pays du Nord et les pays du Sud.

Question du modèle économique

Il existe une relation équivoque entre l'économie et l'environnement. Les économistes voient l'environnement comme une partie de l'économie⁷⁰, alors que les écologistes voient plutôt l'économie comme une partie de l'environnement. Selon Lester R. Brown, il s'agit d'un signe qu'un changement de paradigme est à l'œuvre⁷¹. L'hypothèse de Michael Porter, selon

laquelle les investissements des entreprises pour la protection de l'environnement, loin d'être une contrainte et un coût, peuvent apporter des bénéfices par un changement des modes de production et une meilleure productivité, est encore discutée par les experts⁷².

Ce qui est en question, c'est le rôle du progrès technique dans le développement économique par rapport aux problèmes environnementaux (mais aussi sociaux), comme le soulignait le philosophe Hans Jonas dès 1979 dans *Le Principe responsabilité*. Depuis les chocs pétroliers de 1973 et 1979, ainsi que dans la succession des crises économiques et le tassement de la croissance économique observés depuis les années 1970, le modèle du capitalisme productiviste dans lequel les pays occidentaux se sont lancés au cours du XX^e siècle semble être en crise. L'économiste Bernard Perret s'interroge sur la question de savoir si le capitalisme est durable⁷³.

Les modèles qui décrivaient l'accroissement de la productivité des facteurs de production atteignent leurs limites. Alors que les physiocrates considéraient la terre comme le principal facteur créateur de valeur, l'école classique et l'école néoclassique n'ont retenu que les deux facteurs de production capital et travail, négligeant le facteur terre (l'environnement). Certes, dans certains courants néoclassiques, comme le modèle de Solow, la productivité globale des facteurs correspond à une augmentation de la productivité qui n'est pas due aux facteurs de production capital et travail, mais au progrès technique. Encore faut-il que celui-ci respecte les contraintes environnementales.

Il faut encore souligner qu'à mesure que les améliorations techniques augmentent l'efficacité avec laquelle une ressource est employée, la consommation totale de cette ressource peut augmenter au lieu de diminuer. Ce paradoxe, connu sous le nom d'effet rebond, ou paradoxe de Jevons, a été vérifié pour la consommation de carburant des véhicules automobiles⁷⁴.

Il semble que les problèmes environnementaux que nous rencontrons soient dus au fait que le facteur de production terre n'a pas été suffisamment pris en compte dans les approches économiques récentes, notamment classique et néoclassique⁷⁵. Un modèle de développement qui permet de concilier progrès technique, productivité, et respect de l'environnement est donc à repenser.

Selon l'économiste belge Christian Gollier, le taux d'actualisation est une variable cruciale de la dynamique économique, en ce qu'il détermine les décisions d'investissement de tous les agents économiques : ménages, entreprises, État. Une valeur du taux d'actualisation d'environ 1 %, beaucoup plus faible que celle qui est actuellement pratiquée, serait nécessaire pour tenir compte des intérêts des générations futures à des horizons relativement éloignés⁷⁶.

Une révision des modèles économiques est en train de s'amorcer, comme le montrent par exemple les travaux du cercle de réflexion Les Ateliers de la Terre⁷⁷.

Selon Philippe Bihouix, auteur de *L'âge des Low Tech. Vers une civilisation techniquement soutenable*, Les « technologies vertes » seraient consommatrices de ressources, feraient appel à des métaux plus rares, et seraient en général moins bien recyclables. Elles feraient croire qu'il serait possible de réduire les émissions de gaz à effet de serre significativement sans réduire massivement notre consommation énergétique. La « croissance verte », qui éluderait la question de nos modes de vie, est pour lui une imposture. En raison de leur besoin de métaux rares, les énergies nouvelles ne seraient pas la panacée : une énergie

illimitée et propre serait un mythe, il faudrait donc économiser, recycler, relocaliser, et s'orienter vers la low-tech⁷⁸.

Différentes approches de la notion de durabilité

Si les objectifs du développement durable font l'objet d'un relatif consensus, c'est son application qui demeure source d'oppositions. L'une des questions posées par le terme de « développement durable » est de savoir ce que l'on entend par « durable ». Or, la nature peut être vue de deux manières complémentaires : il existe d'une part un « capital naturel », non renouvelable à l'échelle humaine (la biodiversité par exemple), et d'autre part des « ressources renouvelables » (comme le bois, l'eau...) ^{N.9}. Cette distinction étant faite, deux conceptions sur la durabilité s'opposent.

La première réponse à la question du développement durable est de type technico-économiste : à chaque problème environnemental correspondrait une solution technique, solution disponible uniquement dans un monde économiquement prospère¹⁶. Dans cette approche, aussi appelée « durabilité faible », le pilier économique occupe une place centrale et reste prépondérant, à tel point que le développement durable est parfois rebaptisé « croissance durable »⁷⁹. C'est ainsi que dans la revue de l'École polytechnique, Jacques Bourdillon exhorte les jeunes ingénieurs à « ne pas renoncer à la croissance [...] dont l'humanité a le plus grand besoin, même sous prétexte de soutenabilité »⁸⁰. L'une des réponses apportées du point de vue technologique consiste à rechercher la meilleure technique disponible (MTD, en anglais, *best available technology*, BAT) pour un besoin identifié, ou des attentes exprimées par un marché, qui concile les trois piliers du développement durable d'une façon transversale.

Ce discours est légitimé par la théorie économique néoclassique. En effet, Robert Solow et John Hartwick supposent le caractère substituable total du capital naturel en capital artificiel : si l'utilisation de ressources non renouvelables conduit à la création d'un capital artificiel transmissible de génération en génération, elle peut être considérée comme légitime^{81,82}. [Information douteuse]

La deuxième réponse est de type « environnementaliste » : soutenue notamment par des acteurs non gouvernementaux son point de vue est tout à fait opposé à l'approche technico-économiste. Selon elle, « la sphère des activités économiques est incluse dans la sphère des activités humaines, elle-même incluse dans la biosphère »⁸³ : le « capital naturel » n'est dès lors pas substituable. Afin d'insister sur les contraintes de la biosphère, les tenants de cette approche préfèrent utiliser le terme de « développement soutenable » (traduction littérale de *sustainable development*).

Les économistes systémiques légitiment cette approche : plutôt que de se concentrer sur l'aspect purement économique des choses, ceux-ci souhaitent avoir une vision « systémique [qui] englobe la totalité des éléments du système étudié, ainsi que leurs interactions et leurs interdépendances »⁸⁴. On peut citer Joël de Rosnay, E.F. Schumacher ou encore Nicholas Georgescu-Roegen.

Ces deux approches opposées ne sont bien entendu pas les seules : de nombreuses autres approches intermédiaires tentent de concilier vision technico-économiste et environnementaliste, à commencer par les acteurs publics. On pourra voir à ce sujet la typologie dressée par Aurélien Boutaud¹⁶.

Une autre approche est reconnue par le monde académique : celle de la valorisation du social (l'aspect environnemental étant mécaniquement valorisé, par effet de « ricochet »^[précision nécessaire]). On parle de *développement socialement durable* (DSD). Une telle approche demande à ce qu'un principe de précaution social (voire un principe de responsabilité) soit admis. Les priorités du DSD se focalisent sur la réduction des vulnérabilités des personnes en raison de modifications dans la structure des capacités (cf. les *Capabilities Approach* d'Amartya Sen). De façon plus globale, le DSD donne la priorité à l'équité intergénérationnelle (niveaux, conditions, qualité de vie...) par rapport à l'équité intragénérationnelle. Il n'y a pas d'antinomie entre les deux versions de la durabilité (écologique *versus* sociale). La prise en compte de la dimension sociale du développement correspond à l'idée que la protection de la nature ne doit pas se faire au détriment du bien-être des populations vivant au contact direct de celle-ci^{85,86}.

Ville intelligente



Représentation d'une ville intelligente.

Une **ville intelligente** (en anglais *smart city*) est une ville utilisant les technologies de l'information et de la communication (TIC) pour améliorer la qualité des services urbains ou réduire leurs coûts. D'autres termes ont été utilisés pour des concepts similaires : **ville connectée**, **cyberville**, **ville numérique**, **communautés électroniques**.

Une ville intelligente est une zone urbaine qui utilise différents capteurs électroniques de collecte de données pour fournir des informations permettant de gérer efficacement les ressources et les actifs. Cela comprend les données collectées auprès des citoyens, des dispositifs mécaniques, des actifs, traitées et analysées pour surveiller et gérer les systèmes de circulation et de transport, les centrales électriques, les réseaux d'approvisionnement en eau, la gestion des déchets, les systèmes d'information, les écoles, les bibliothèques et les hôpitaux.

Le concept de ville intelligente intègre les TIC et divers dispositifs physiques connectés au réseau, constituant l'Internet des objets, pour optimiser l'efficacité des opérations et des services urbains et se connecter aux citoyens.

Définitions et caractéristiques

Dès les années 1990, le sujet de l'utilisation efficiente et intégrée des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans les villes est abordé, G. Dupuy parle d'« informatisation des villes »¹.

Bill Clinton est le premier à évoquer la notion de ville intelligente en 2005, en exprimant que les villes sont en fait déjà intelligentes mais qu'elles doivent désormais devenir durables².

Le concept de « ville intelligente » a été introduit comme outil pour englober les facteurs de production urbaine moderne dans un cadre commun et pour mettre en valeur l'importance grandissante des technologies de l'information et de la communication (TIC) et des capitaux social et environnemental pour définir la compétitivité des villes³.

Selon Giffinger, les villes intelligentes peuvent être identifiées et classées selon six dimensions principales⁴ : une « économie intelligente », une « mobilité intelligente », un « environnement intelligent », des « habitants intelligents », un « mode de vie intelligent » et, enfin, une « administration intelligente ». Ces six critères se connectent avec les traditionnelles théories régionales et néoclassiques de la croissance et du développement urbain. Ils sont respectivement fondés sur les théories de la compétitivité régionale, l'économie des transports et des TIC, les ressources naturelles, les capitaux humains et sociaux, la qualité de vie et la participation des citoyens à la vie démocratique de la ville. La notion d'intelligence inclut ici les concepts d'efficacité énergétique, d'habitat intelligent, de réseaux intelligents et de mobilité douce.

Pour Jean Bouinot, la ville intelligente est aussi « celle qui sait à la fois attirer et retenir des entreprises employant de la main-d'œuvre hautement qualifiée »⁵.

Les « performances » des services offerts par une ville peuvent se développer suivant trois axes : améliorer les services aux citoyens et leur accessibilité, maîtriser l'impact environnemental, repenser les modèles d'accès aux ressources. La ville doit optimiser l'usage de ses infrastructures (son capital physique), assurer la disponibilité et la qualité des services offerts par la municipalités et les citoyens (capital social) et promouvoir sa politique écologique (capital environnemental). Ces différents atouts concourent à l'attractivité des villes qui les mettent en œuvre⁶.

Gestion Technique

D'un point de vue technique, la ville intelligente est une ville de réseaux interconnectés et pilotés à distance par des logiciels de gestion centralisée. L'ensemble des infrastructures et services de la ville maillés par ces capteurs doivent être connectés à un réseau de télécommunications pour être contrôlés à distance, optimisés grâce à des outils numériques. Par ces moyens techniques, la gestion doit gagner en efficacité opérationnelle, permettre des économies de ressources et représenter un gain financier pour la ville et ses citoyens³³.

Un réseau de capteurs sans fil est une technologie spécifique qui aide à la création de villes intelligentes. Leur but est de créer un réseau réparti de noyaux de capteurs intelligents qui peuvent mesurer plusieurs paramètres intéressants pour une meilleure gestion de la ville³⁴. Toutes les données sont transmises en temps réel aux citoyens ou aux autorités concernés.

Par exemple, les citoyens peuvent surveiller le niveau de pollution dans chaque rue de la ville ou recevoir une alerte quand le niveau de radiations dépasse un certain seuil. Cela offre aussi la possibilité aux autorités d'optimiser l'irrigation des parcs ou l'éclairage de la ville. De plus, les fuites d'eau peuvent être facilement détectées, et des cartes dressant l'état de la pollution sonore peuvent être créées. Les poubelles peuvent aussi être plus intelligentes, des capteurs permettant de déclencher une alarme lorsqu'elles sont presque pleines. Les tournées de collectes peuvent être optimisées³⁵.

Le trafic routier peut être contrôlé pour modifier l'éclairage urbain de manière dynamique³⁶. De même, la circulation peut être réduite grâce à des systèmes détectant la place de parking la plus proche³⁷. Les automobilistes sont informés en temps réel et peuvent rejoindre rapidement une place libre, économisant ainsi du temps et du carburant. Tout cela réduit la pollution et les embouteillages tout en améliorant la qualité de vie.

De plus, des capteurs peuvent permettre aux autorités de la ville de contrôler en temps réel l'occupation des places de stationnement en dépassement sur de la zone bleue. Une première réalisation d'envergure (près de 300 capteurs) a été mise en service aux Mureaux en juin 2014, réalisation suivie par les villes du Touquet, du Havre, de Rosay-en-Brie, de Verrieres-le-Buisson, de Calais, etc.. Les villes de Zoug (Suisse), Madrid, Vérone, Moscou, Courtrai (Belgique), Arezzo (Italie), New York, etc., ont également été équipées avec ces mêmes capteurs à raison de plusieurs milliers d'exemplaires pour tous types d'applications : emplacements type « arrêts-minutes » (« *Shop & Go* » en Belgique), optimisation du stationnement payant, guidage dynamique de voirie, parkings de poids-lourds aux entrées des villes, contrôle des dépose-minutes (gares), surveillance des places spécifiques (PMR, Livraisons, Ambulance, Pompiers, Police, etc).

Le véhicule autonome aura son rôle à jouer au sein des villes intelligentes (voiture individuelle, navettes autonomes expérimentées à Rouen ou Saclay) en permettant de réduire le trafic. L'intelligence artificielle contrôlera les règles de circulation, vitesse et respect de la signalisation³⁸.

Au Proche-Orient et en Asie



Taipei : une ville intelligente.

- Smart Village au Caire (Égypte)⁶⁹ ;
- Dubaï SmartCity⁷⁰ et Dubai Internet City (Dubaï)⁷¹;
- Smart Taipei (Taïwan)⁷²
- Ville intelligente de Cochin (**en**), Cochin (Inde) ;
- Masdar (écoville « intelligente » en construction dans le désert d'Abou Dabi).
- Projet "Neom" en Arabie Saoudite

Sur le continent américain

États-Unis

La ville de Pittsburgh, aux États-Unis, se présente comme une ville intelligente du fait de son système de transport, avec une gestion des feux de signalisation intelligente et le développement de voitures autonomes⁷³.

Canada

À Toronto, en 2018, Sidewalk Labs, société sœur de Google, remporte l'appel d'offre pour transformer le quartier en friche de Quayside en laboratoire de la ville intelligente du futur⁷⁴. Le projet soulève l'opposition d'une partie des habitants ; à la tête de cette contestation, l'activiste Bianca Wylie souhaite une gouvernance numérique encadrée par les citoyens⁷⁵. En 2020, Google abandonne son projet. La société invoque la crise économique liée à la pandémie de Covid-19 pour abandonner ses plans controversés de quartier futuriste dans la métropole canadienne⁷⁶.

En Afrique

Une large majorité des projets de "villes intelligentes" construites en Afrique par la Chine le sont à l'initiative de Huawei qui, en mai 2018, a lancé un fonds de 1,5 Md USD pour soutenir le développement des «villes intelligentes» sur le continent⁷⁷. À Abidjan(Côte d'Ivoire), Gaborone(Botswana), Accra(Ghana) ou encore Lusaka(Zambie), entre autres, ces projets sont labélisés «safe city».

Tunisie

Tunisian Smart Cities⁷⁸ est une initiative qui a été lancée dans le cadre du programme national de **Smart City**.

Lancées dans quelques villes tunisiennes telles que Tunis, Bizerte⁷⁹ et Gabes...⁸⁰