

### I.1 Introduction :

La production est définie généralement comme une transformation d'un ensemble de ressources dans un but de la création de biens et de services. Cette transformation peut prendre plusieurs formes, celle qui modifie les caractéristiques physiques de ressources, ce qu'on appelle la production industrielle, alors dans ce premier chapitre on va mettre le point sur la production industrielle.

### I.2 Définition de la production industrielle [01] :

*La production industrielle* repose sur la combinaison d'un ensemble de ressources qu'on appelle les facteurs de production qui sont au nombre de trois, dont le premier est **le capital**, ce dernier se divise en deux parties, d'une part le capital technique qui est une sorte d'investissement réalisé par les entreprises pour acquérir des constructions, du matériel et toutes sortes d'équipements, absorbant la plus part des fonds de l'entreprise. Elles nécessitent une gestion pertinente ce qui devient de plus en plus difficile à cause du progrès technique. D'autre part le financement du cycle d'exploitation du fait que la production industrielle engendre souvent un besoin de fond de roulement traduit par le décalage entre la date des règlements des dettes et celle d'encaissement de créances.

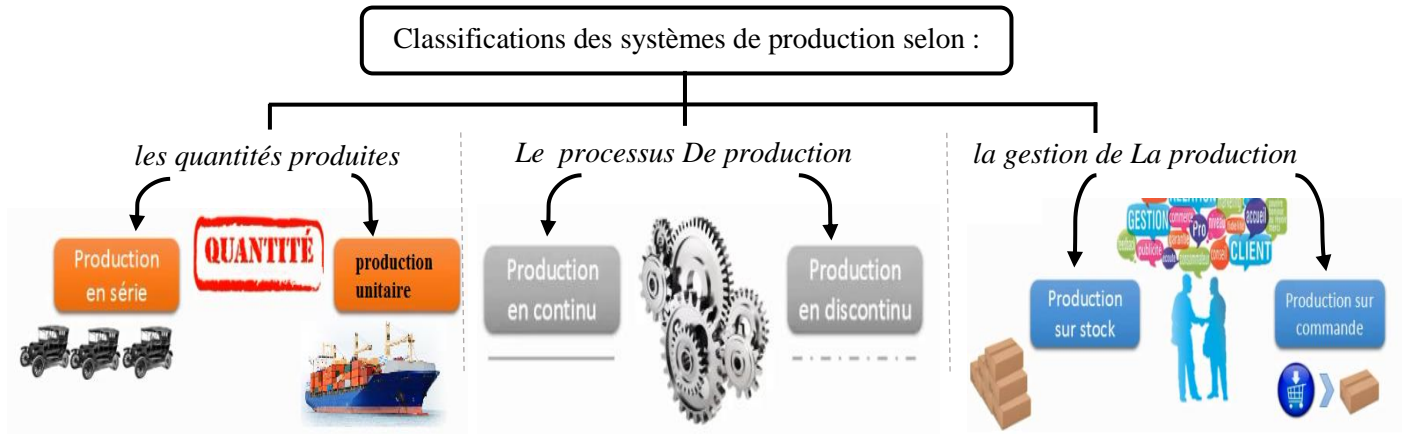
Le deuxième facteur est celui du travail ou ce qu'on appelle « **les ressources humaines** » qui nécessite une gestion délicate afin de faire coïncider les objectifs de l'entreprise avec ceux de son personnel, cette gestion engendre plusieurs coûts (primes, amélioration des conditions de travail, l'intéressement au résultat,...) a fin d'agir sur la qualité et la compétitivité de la firme.

On peut parler des **ressources naturelles** comme troisième facteur (telles les matières premières, l'énergie...)

### I.3 Les différents systèmes de production :

Les entreprises industrielles qui réalisent des produits et organisent leurs ressources de production en fonction non seulement de la structure du produit, mais aussi du volume de production, on peut ainsi établir une classification des systèmes de production [02].

Plusieurs classifications sont possibles selon que l'on considère *les quantités produites*, *le processus de production* ou *la gestion de la production* [03].



**Figure I.1 :** Classification des systèmes de production

### I.3.1 Selon les quantités produit :

L'entreprise peut avoir une *production unitaire* (construction d'un paquebot de croisière), une *production en petites séries* (construction d'Airbus A380) ou en *grandes séries* (fabrication de téléviseurs) [03].

#### a) Production unitaire (par projet) :

La production de type unitaire est un cas limite que l'on rencontre rarement dans la pratique puisqu'il se définit comme la mobilisation de toutes les ressources de l'entreprise pour la réalisation d'un projet de production et ce, sur une "assez longue période". Les exemples classiquement donnés pour illustrer ce cas de figure concernent les travaux publics (construction d'un ouvrage d'art, par exemple) ou la construction navale (construction d'un navire) [01].

#### b) La production en série :

Il s'agit de la production de produits standardisés fabriqués en grand ou petite nombre, ce mode de production permet à l'organisation de diminuer ses coûts de production.

La taille de la série varie en fonction de la demande du client, on distingue la production en petite série et la production en Grande séries :

- **La production en petites séries** [04] :

Dans ce cas l'entreprise produit à la commande, Elle réalise des petites quantités de produits, par exemple des meubles. D'un lot à l'autre les caractéristiques des produits peuvent varier.

Le système est organisé en ateliers ou services spécialisés où sont regroupés des équipements polyvalents et une main d'œuvre qualifiée.

- **Production en grandes séries [04] :**

C'est la fabrication de produits standardisés en très grande quantité . Les équipements sont spécialisés, la main d'œuvre souvent peu qualifiée, Ce système concerne des produits, des composants de produits ou des services Banalisés des secteurs de grande consommation : automobile, électroménager, ...

### **I.3.2 Selon le processus de production :**

La production peut être continue ou discontinue :

#### **a) La production en continue :**

Ce système de production concerne essentiellement la production industrielle, La production ne s'arrête jamais et se fait sur une succession de postes en ligne par lesquels tous les produits de l'entreprise vont passer, Dans ce type de production [09].

Les opérateurs sont spécialisés, l'automatisation est importante et le stockage est très réduit, ce mode de production est efficace car les machines sont utilisées en permanence dans un flux continu.

Acieries, cimenteries, stations d'épuration, raffineries, sont des exemples de processus qui correspondent à cette typologie.

#### **b) La production en discontinue [09] :**

La production est fractionnée dans le temps et dans l'espace. Les postes de travail ne sont plus en ligne mais éparpillés pour répondre à une multitude de processus, Ce système permet de traiter une plus grande variété de produits nécessitant des processus de montage différents, La plupart des produits y sont fabriqués en quantités relativement petites (lots), sur des machines regroupées par nature et où les opérateurs sont spécialisés.

Un grand restaurant, une PME de meubles, le prêt-à-porter, sont des exemples de processus qui correspondent à cette typologie.

### **I.3.3 Selon la gestion de la production :**

#### **a) La production sur commande [01] :**

La production à la commande est adoptée par les firmes optant pour des produits correspondant à une demande précise de la clientèle, l'entreprise ne produit que si la demande est manifestée.

### b) La production sur stock [01] :

La production est déclenchée par anticipation d'une demande solvable. Cette production est adaptée aux biens de grandes consommations (le textile), ou à demande saisonnière (les jouets).

Ce type de production est donc planifié à partir des prévisions de demande pour une durée plus au moins longue.

### I.4 Le choix d'un système de production :

Le choix de tel ou tel système de production se fait généralement sur les caractéristiques essentielles du produit à fabriquer : sa complexité, sa diversité et son degré de standardisation.

Par exemple, plus le volume de la production est important, plus le *mode de production* sera standardisé et reposera sur une structure de production formelle et rigide [04].

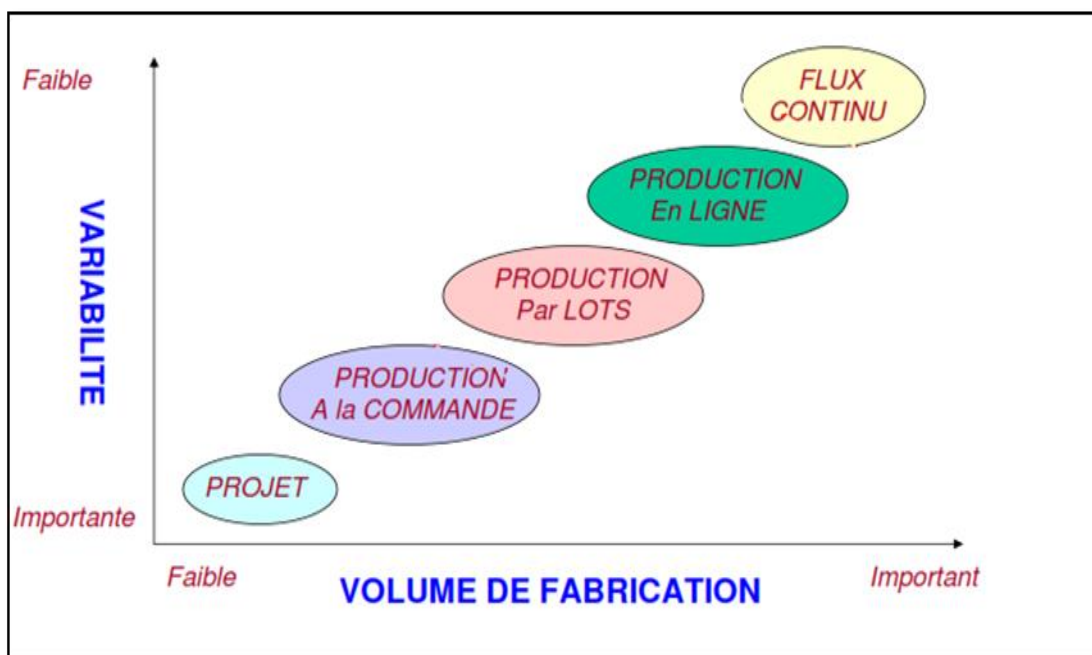


Figure I.2 : Topologie des systèmes de production [06]

### I.5 Principaux modes d'organisation de la production [01] :

L'organisation de la production diffère selon les entreprises et leur environnement, la clientèle, les fournisseurs et les produits, il y a quatre grands modes d'organisation de la production peuvent être rencontrés. Cette classification, comme toute autre, comporte une part d'arbitraire mais elle s'avère utile pour mieux cerner les problèmes rencontrés dans la définition des ressources requises et dans leur utilisation (ordonnancement, au sens large).

### I.5.1 Type "série unitaire" :

La production de type "série unitaire" est un cas limite que l'on rencontre rarement dans la pratique puisqu'il se définit comme la mobilisation de toutes les ressources de l'entreprise pour la réalisation d'un projet de production et ce, sur une "assez longue période". Les exemples classiquement donnés pour illustrer ce cas de figure concernent les travaux publics (construction d'un ouvrage d'art, par exemple) ou la construction navale (construction d'un navire). Fort heureusement pour la "survie" de ce type d'entreprises, elles gèrent "en parallèle" quelques projets, souvent à des stades différents d'avancement. Nous retiendrons donc comme définition de la production de type "série unitaire", *toutes productions mobilisant sur une période assez longue l'essentiel de ses ressources pour réaliser un nombre très limité de projets de production.*

Le type de compétences généralement requises conduit plutôt à un appel au personnel qualifié ou hautement qualifié auquel on confie l'exécution de tâches de type non répétitif. Les équipements utilisés sont généralement polyvalents. Dans ce type d'organisation, le problème des stocks est habituellement tout à fait secondaire, puisque le produit fini n'est normalement pas stockable et que les approvisionnements en matières premières et composants achetés à l'extérieur sont le plus souvent spécifiques à chaque contrat.

### I.5.2 Type ateliers spécialisés :

Un système productif est organisé en ateliers spécialisés lorsque tous les équipements assurant une même fonction technique (par exemple, percer ou emboutir) sont réunis en un même lieu. Ce mode d'organisation est généralement la conséquence d'une production relativement diversifiée de produits finis ou de composants, chacun d'entre eux faisant l'objet d'une production limitée. Il faut noter que cette structure organisationnelle est prépondérante dans les pays industriels si l'on raisonne par rapport au nombre d'entreprises (et non par rapport à la production).

La main-d'œuvre utilisée est plutôt qualifiée et les équipements sont polyvalents.

Le problème de la gestion des approvisionnements est important dans ce type d'organisation. Ce dernier conduit inéluctablement à des coûts de manutention (automatisée ou non) relativement importants. Deux solutions sont alors possibles pour diminuer cette classe de coûts. La première passe par une recherche d'une meilleure localisation des centres de production les uns par rapport aux autres et repose sur l'utilisation de certaines méthodes d'agencement de l'espace. La seconde, connue sous le nom de « technologie de groupe », vise une spécialisation de moyens pour la fabrication d'une famille de produits conduisant de fait à une partition de l'usine en "sous usines" organisée plutôt qu'en lignes de production.

### I.5.3 Type ligne de production :

Un système productif est organisé en ligne (ou chaîne) de production lorsque l'agencement des équipements est réalisé de telle sorte qu'un flux régulier de produits puisse passer d'un poste de travail au suivant, l'ordre de passage restant toujours le même, afin que puisse être progressivement fabriqué un produit manufacturé.

Dans la mesure où c'est une logique de processus de fabrication d'un produit qui préside à l'implantation géographique des machines, il est normal de retrouver des machines assurant la même fonction à des endroits différents (ce qu'exclut l'organisation en atelier spécialisé). On trouve couramment de telles structures de production dans l'industrie automobile (généralement, seule une partie de la production dans l'industrie automobile (généralement, seule une partie de la production, l'assemblage notamment, est concernée par ce mode d'organisation. La rigidité d'une telle masse d'objets manufacturés standardisés, éventuellement différenciés par le biais d'options mineures (mais qui peuvent être en nombre important). De tels systèmes se caractérisent par une très bonne utilisation des ressources si la chaîne est équilibrée et un faible pourcentage de temps en attente pour les produits en fabrication.

Dans ce type de structure, les équipements sont spécialisés pour diminuer au maximum les temps des opératoires unitaires. L'inconvénient de cette spécialisation (qui peut aller jusqu'à la commande de machines tout à fait spécifiques) est que les équipements peuvent ne plus être utilisables lorsque la ligne de production doit être transformée pour se spécialiser sur un autre produit. Cet inconvénient peut être évité par l'appel aux machines à commandes numériques qui sont dotées d'une nouvelle programmation.

Ce mode d'organisation repose sur une parfaite maîtrise de gammes opératoires et une très grande régularité de circulation du flux (s'appuyant souvent sur un convoyage automatique). Le problème des stocks tampons entre postes de travail, est, de ce fait, assez mineur. Par contre, les problèmes de fiabilité du matériel sont fondamentaux puisque l'arrêt d'une machine provoque l'arrêt de la chaîne.

L'un des problèmes importants rencontrés avec ce type de système productif est celui de l'équilibrage de la chaîne, c'est-à-dire d'une définition du travail à réaliser sur chaque poste de travail en s'arrangeant pour que le temps passé par le produit sur chaque poste soit aussi proche que possible d'un temps constant défini comme objectif, tout en respectant les contraintes techniques de fabrication du produit. Un mauvais équilibrage de chaîne conduit à une mauvaise utilisation des ressources mobilisées et compromet la rentabilité de la chaîne. La formulation de tels problèmes

passer par la programmation mathématique, mais, en pratique, l'importance combinatoire des problèmes fait que la recherche d'une solution passe par l'utilisation d'heuristiques

### **I.5.4 Les industries de processus :**

Le dernier mode d'organisation se retrouve dans les industries lourdes de transformation de matières premières (sidérurgie, pétrochimie, chimie lourde, certaines industries agro-alimentaires). Ce type d'organisation se caractérise par un flux important et régulier de matières premières, arrivant dans le système productif pour y être transformées en une (ou plusieurs) matières premières "élaborées" (par exemple, transformation de minerais de fer en tôles ou de betteraves en sucre en poudre).

### **I.6 Définition de la gestion de la production industrielle [01] :**

La gestion de la production industrielle a pour objet la recherche d'une organisation efficace de la production des biens et des services, elle s'appuie sur un ensemble des *méthode* et d'*outil* d'analyse et de résolution de problèmes qui visent à limiter les ressources nécessaires à l'obtention d'une production dont les caractéristiques technico-commerciales sont connues.

La gestion de la production a pour objectif d'assurer une combinaison efficace des facteurs de production, c'est-à-dire une utilisation optimale des facteurs « capital » et « travail » et de gérer et organiser les flux.

Actuellement les objectifs de la gestion de la production se résument ainsi :

- Fabriquer des produits de qualité qui permettent de satisfaire les besoins du client, et d'être plus compétitif.
- Minimiser les délais de production
- Diminuer le coût de production afin de dégager plus de profits et d'accroître la marge en baissant le prix

### **I.6.1 Les modes de gestion de la production :**

Il existe *deux grands modèles de gestion de la production* : le mode de production sur stock, où les flux sont poussés de l'amont vers l'aval, et le mode de production sur commande, où les flux sont tirés de l'aval vers l'amont. [09]

**a) Le pilotage de la production par l'amont [05] :** consiste à produire en fonction de la demande anticipée. Ce système de production est basé sur une logique de flux poussés selon laquelle on fabrique puis on vend. Les produits fabriqués sont peu différenciés, la main d'œuvre est peu

qualifiée et les ateliers sont spécialisés. Il est basé sur deux types d'organisation du travail : le taylorisme et le fordisme.

- **Le taylorisme** : a été conçu par Frederick Taylor au début du XXe siècle. Basé sur la division du travail, la spécialisation des travailleurs et le salaire au rendement. Il améliore la productivité du travail. Il est toujours présent aujourd'hui notamment dans les services (hôtellerie, restauration rapide...).
- **Le fordisme** : a été initié par Henry Ford au début du XXe siècle. C'est le taylorisme plus le travail à la chaîne, la production de masse.

Le pilotage par l'amont permet une diminution des coûts unitaires et la disponibilité immédiate du produit à la demande du client. Cependant, il présente plusieurs inconvénients. La présence inévitable des stocks qui permettent d'éviter les ruptures ont un coût important. Le travail est peu enrichissant, générateur de lassitude et de dés implication des salariés. La production est centrée sur les quantités à produire plutôt que sur la qualité des produits.

- b) **Le pilotage de la production par l'aval** : consiste à ne déclencher le processus de production que lorsqu'une demande est exprimée en aval. Ce système, appelé **production en juste à temps (JAT)** est basé sur une logique de flux tirés dans laquelle on ne fabrique que ce qui est vendu. Il a été mis en place au Japon par *OHNO* chez **TOYOTA** durant les années 1980. Ce système de production s'est généralisé aujourd'hui dans de nombreuses industries en raison des avantages qu'il présente par rapport au système traditionnel. Il permet une production sans gaspillage. Il évite à l'entreprise d'avoir des stocks préconstitués. Il favorise la responsabilisation et la polyvalence des travailleurs. Il améliore la qualité des produits [05].

### I.6.2 Les décisions de la gestion de la production :

L'organisation de la production diffère selon les entreprises et leur environnement : et plus particulièrement en fonction de la clientèle, des fournisseurs, de la nature du produit et des quantités à réaliser, Les décisions de production se situent à trois niveaux [11] :

- a) **Les décisions stratégiques** [12] : il s'agit de la formulation de la politique à long terme pour l'entreprise (c'est-à-dire à un horizon de plus de deux ans). Entrent dans ces décisions :
- la définition du portefeuille d'activités ;
  - la définition des ressources stables : aussi bien humaines (engagement, licenciement, préretraite, . . .) que matérielles (décisions d'investissement, de cession, de fermeture, . . .).



- b) **Les décisions tactiques** [12] : il s'agit des décisions à moyen terme parmi lesquelles on trouve la planification de la production à 18 mois. Il s'agit de produire au moindre coût pour satisfaire la demande prévisible en s'inscrivant dans le cadre fixé le plan stratégique de l'entreprise (donc à ressources matérielles et humaines connues).
- c) **Les décisions opérationnelles** [12] : il s'agit des décisions de gestion quotidienne pour faire face à la demande journalière, dans le respect des décisions tactiques. Parmi ces décisions, on trouve :
- la gestion de stocks ;
  - la gestion de la main d'œuvre ;
  - la gestion des équipements.

### I.6.3 Les outils et les méthodes de la gestion de production industrielle :

La mise en œuvre de la gestion de la production se fait à partir des *méthodes* et *d'outils* qui peuvent se combiner entre eux (ou entre elles) ou n'être utilisé(es) que partiellement [10].

#### a) Les méthodes de gestion de projets :

Sont des moyens mis en œuvre au niveau de l'organisation et la gestion de production pour atteindre les objectifs au niveau de la production [10]

#### b) Les outils de la gestion de production :

Les outils de la gestion de la production ce sont des Démarches organisationnelles, on peut considérer comme un ensemble de techniques d'analyse et de résolution des problèmes de manière à produire au moindre coût. [10]

Il existe plusieurs outils de la gestion de la production, parmi ces outils :

- Diagramme de Gantt et réseau Pert pour la gestion de projet ;
- Diagramme de pareto pour la gestion de la qualité ;
- Réseaux de Petri pour les enchaînements automatisés ;
- Fiches de production ou de manutention sous forme d'étiquettes kanban.

**NB** : Dans certains cas, des démarches d'organisation considérées comme des méthodes peuvent être utilisées comme des outils, et des outils peuvent être utilisés comme des méthodes [10].

**c) Exemples de méthodes et outils de gestion de la production [10] :**

<i>MRP</i>	Méthode et Régulation de la Production, reste très utilisée. Gestion du long au court terme. Ne produire que ce qu'il faut quand il faut à partir de prévisions (Le MRP ne consiste qu'à un calcul des besoins)
<i>JUSTE A TEMPS</i>	Méthode de la gestion de production (ou philosophie) pour produire seulement ce dont on a besoin quand on en a besoin (réduction des stocks, suppression des gaspillages ...)
<i>JALONNEMENT</i>	Méthode de la gestion de production qui consiste à échelonner et jalonner dans le temps des opérations successives prévues dans les gammes de fabrication et de montage
<i>PERT</i>	Méthode de gestion de projet qui consiste à coordonner les différentes tâches à réaliser (prévisions puis suivi)
<i>KANBAN</i>	<i>Méthode ou outil</i> de la gestion de production de pilotage des ateliers (peut s'utiliser pour respecter les objectifs du juste à temps)
<i>GANTT</i>	<i>Méthode ou outil</i> de la gestion de production qui consiste à déterminer le meilleur positionnement des tâches à effectuer.
<i>SERIES ECONOMIQUES</i>	Outil de la gestion de production de calcul de quantité de pièces à fabriquer dans un lot de fabrication à partir de compromis. (est utiliser dans la gestion de stock d'en-cours)
<i>SMED</i>	Méthode ou outil Single Minute Exchange of Die à pour objectif de réduire les temps de changement de série.

**Tableau I.1 : méthodes et outils de gestion de la production**

Dans notre étude on s'intéresse au diagramme de Gantt et réseau Pert

**I.7 La méthode Gantt [01] :**

C'est une méthode très ancienne datant de 1918 et pourtant encore très répandue mais sous des formes et sur des applications modernes. Elle consiste à déterminer la meilleure manière de positionner les différentes tâches d'un projet à exécuter, sur une période déterminée, en fonction :

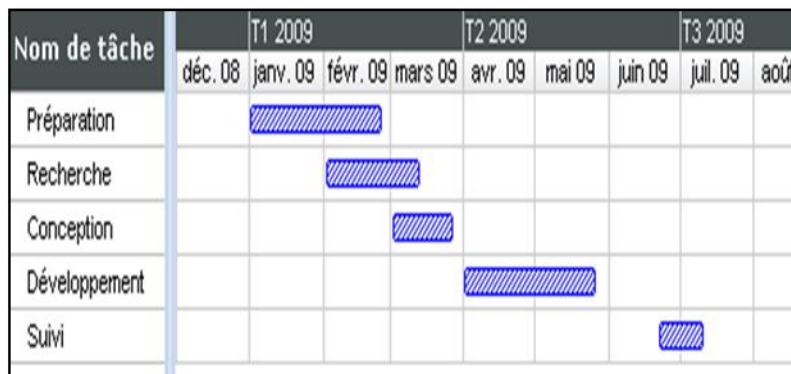
- Des durées de chacune des tâches.
- Des contraintes d'antériorité existant entre les différentes tâches.
- Des délais à respecter
- Des capacités de traitement

**I.7.1 Diagramme de Gantt [07] :**

Le diagramme de Gantt, couramment utilisé en gestion de projet, est l'un des outils les plus efficaces pour représenter visuellement l'état d'avancement des différentes activités (tâches) qui constituent un projet. La colonne de gauche du diagramme énumère toutes les tâches à effectuer, tandis que la ligne d'en-tête représente les unités de temps les plus adaptées au projet (jours, semaines, mois etc.). Chaque tâche est matérialisée par une barre horizontale, dont la position et la longueur représentent la date de début, la durée et la date de fin.

Ce diagramme permet donc de visualiser d'un seul coup d'œil :

- Les différentes tâches à envisager ;
- La date de début et la date de fin de chaque tâche ;
- La durée escomptée de chaque tâche ;
- Le chevauchement éventuel des tâches, et la durée de ce chevauchement ;
- La date de début et la date de fin du projet dans son ensemble.



**Figure I.3 :** Un exemple simple de diagramme de Gantt [07]

**I.8 La méthodes PERT [01] :**

PERT signifie *Programm and Evaluation Review Technic*, technique d'élaboration et de contrôle des projets en langue française.

La méthode PERT date de 1958 et vient des Etats-Unis où elle a été développée sous l'impulsion de la marine américaine. Elle a permis aux Etats-Unis de réduire de deux ans et demi un projet militaire qui devait s'exécuter en 6 ans.

Cette méthode consiste à déterminer le chemin critique qui peut être défini comme étant l'ensemble de la séquence des activités les plus contraignant soit sur le temps de réalisation soit sur le plan des ressources utilisées pour calculer le temps minimum du projet.

### I.8.1 Graphe PERT (*outil de gestion*) :

Le graphe PERT permet de visualiser la dépendance des tâches et de procéder à leur ordonnancement, On utilise un graphe de dépendances pour chaque tâche, on indique une date de début et de fin au plus tôt et au plus tard.

Le diagramme permet de déterminer *le chemin critique* qui conditionne la durée minimale du projet. Ces techniques ne sont en aucun cas propres au génie logiciel

Elles sont par exemple très fortement appliquées dans le BTP. [13]

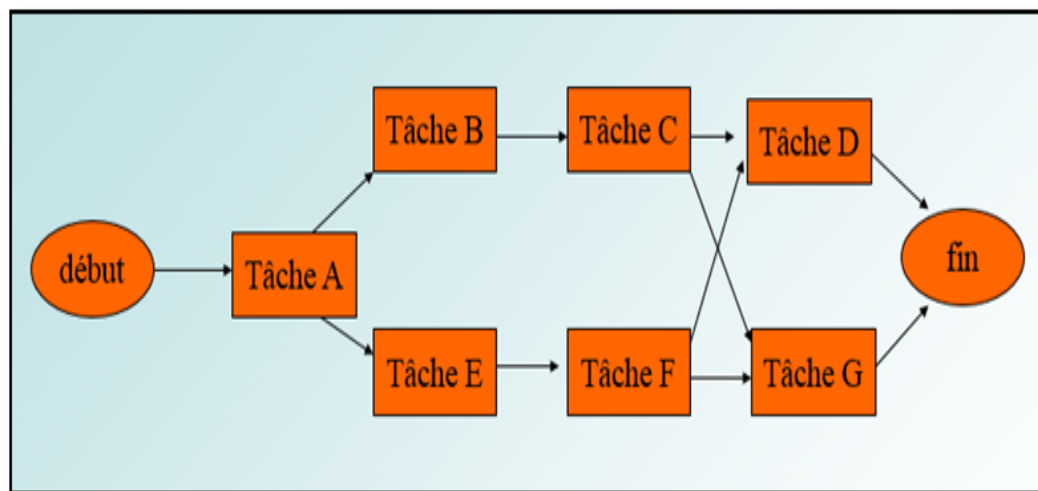


Figure I.4 : exemple simple de graph de PERT [14]

### I.8.2 chemin critique :

En informatique théorique ou en gestion de projet, un **chemin critique** désigne la (ou les) liste(s) ordonnée(s) des opérations nécessaires pour obtenir le résultat voulu, dont la durée totale donne la durée du projet [11]

Le chemin critique de votre projet est la plus longue séquence de tâches qui doit être accomplie pour que le projet soit terminé à la date due. [08]

Les tâches du chemin critique sont parfois appelées “**tâches critiques**” car elles ont une marge nulle, c’est à dire qu’elles ne peuvent pas subir de retard et si elles ont du retard, elles retardent l’intégralité du projet (voire le remettent en cause si la date de livraison du projet est une composante essentielle). [08]

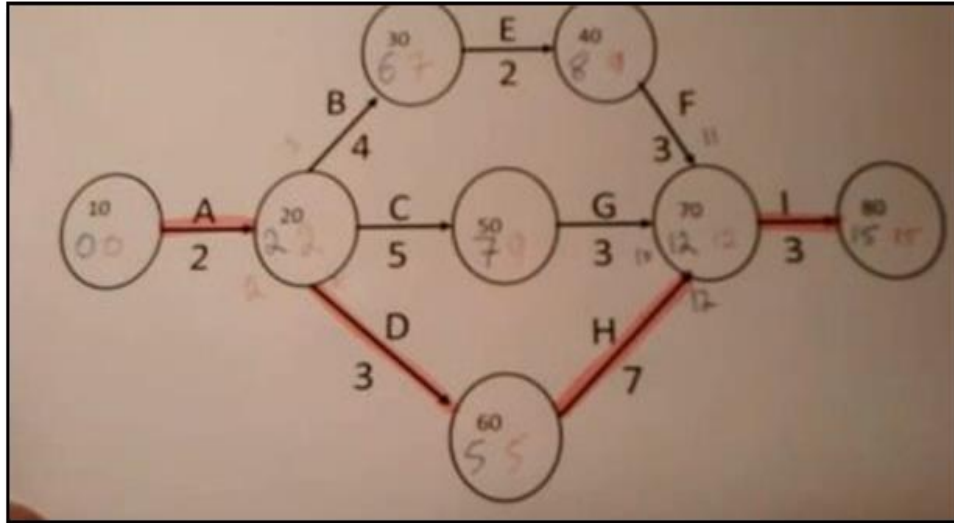
Une tâche ou activité du chemin critique ne peut pas être débutée avant que l’activité qui la précède et qui a un lien de dépendance avec elle, soit terminée. [08]

## CHAPITRE I : généralité sur la production industrielle

Pour bien comprendre la notion de **chemin critique**, il faut bien maîtriser le diagramme en réseau PERT. [08]

Si une des tâches du chemin critique est retardée alors c'est tout le projet qui est retardé.

Ci-dessous l'intégralité du **chemin critique** est surlignée en rouge. [08]



**Figure I.5** : représentation du *chemin critique* dans un graph compliqué de PERT [08]