

## Objectif de l'apprentissage



- ✓ L'acceptation du management de projet impliquant l'application de connaissances, de processus, de compétences, d'outils et de techniques appropriés peut avoir un impact significatif sur le succès **de tout projet**.
- ✓ L'ingénieur doit identifier tous les sous-ensemble des connaissances en management de projet, généralement reconnu comme étant de bonne pratique:
  - « Généralement reconnu » signifie que les connaissances et les pratiques décrites sont applicables, la plupart du temps, à la plupart des projets, et qu'un consensus existe quant à leur valeur et à leur utilité.
  - « Bonne pratique » signifie qu'il existe un large consensus sur le fait que la mise en œuvre de ces connaissances, de ces compétences, de ces outils, et de ces techniques peut améliorer les chances de succès des divers projets.
  - « Bonne pratique » ne signifie pas que la connaissance décrite doit toujours être uniformément appliquée à tous les projets ; la responsabilité de déterminer ce qui convient à un projet en particulier revient à l'organisation et/ou à l'équipe de management de projet.

## Les verbes d'action



Verbe d'action	Définition
Identifier (identifiez)	Désigner quelque chose par son nom, rôle ou fonction. Remarque : normalement un mot ou une courte expression suffit, mais la référence doit être sans ambiguïté.
Donner (donnez)	Formuler une réponse courte et factuelle. N.B. : un simple mot ou une simple phrase est suffisant.
Présenter (présentez)	Énoncer les principales caractéristiques ou les différentes parties d'un élément ou objet désigné dans la question. Remarque : une description complète n'est pas nécessaire. Le candidat doit rédiger un résumé concis des principaux aspects de l'élément ou objet désigné dans la question.
Décrire (décrivez)	Rédiger une description détaillée des caractéristiques distinctives de l'élément ou objet désigné dans la question. La réponse doit être purement descriptive, basée sur les faits, sans essayer d'expliquer. Lorsque vous décrivez quelque chose, les détails fournis doivent permettre de visualiser ce dont vous parlez.

## Les verbes d'action

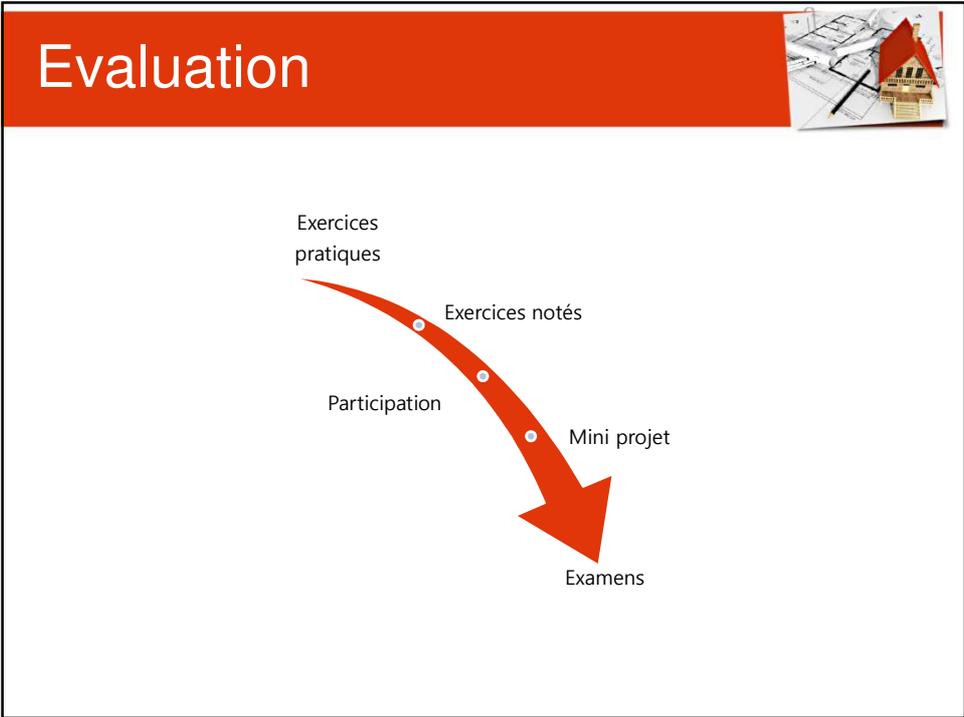


Expliquer (expliquez)	Faciliter la compréhension. Développer une idée, clarifier des relations entre cause et effet. Remarque : la question vise à tester la capacité du candidat à connaître ou à comprendre le pourquoi ou le comment d'un événement. Cette instruction est souvent associée avec les mots « pourquoi » ou « comment ».
--------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## le contenu du cours



Séance	Titre de la leçon
Séance 1	<b>Chapitre introductif</b> - Management de projet <b>Exercices:</b> notions de Management de projet
Séance 2	<b>Chapitre 1</b> - Cycle de vie du projet <b>Travaux pratiques:</b> Cycle de vie d'un projet immobilier
Séance 3	<b>Chapitre 2</b> - Management des délais du projet <b>Travaux pratiques:</b> Elaboration de l'échéancier: PERT, PERT probabilisé, GANT
Séance 4	<b>Chapitre 3</b> - Management des coûts du projet <b>Travaux pratiques:</b> Management par la valeur acquise
Séance 5	<b>Chapitre 4a</b> - Management des risques - Généralités sur le Management des risques <b>Travaux pratiques:</b> Management des risques - Identification des risques
Séance 6	<b>Chapitre 4b</b> - Management des risques - Analyse qualitative des risques <b>Travaux pratiques:</b> Analyse qualitative des risques
Séance 7	<b>Chapitre 4c</b> - Management des risques - Analyse quantitative des risques <b>Travaux pratiques:</b> Monte Carlo
Séance 8	<b>Chapitre 4d</b> - Management des risques - Planification des réponses aux risques <b>Travaux pratiques:</b> Plan d'action de réponses aux risques
Séance 9	<b>Chapitre 4e</b> - Management des risques - Maîtrise des risques <b>Travaux pratiques:</b> Contingences et réserve pour risques



## Chapitre 0

# Chapitre introductif

Présenté par Pr BAKELI Tarik

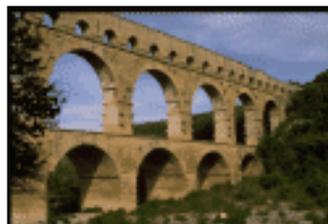
Université Internationale de Casablanca  
LAURGATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

## Contenu



- ✓ Qu'est-ce qu'un projet ?
- ✓ Portefeuilles, programmes et projets
- ✓ Qu'est-ce que le management de projet ?
- ✓ Organisations et management de projet
- ✓ Rôle du chef de projet

## Qu'est-ce qu'un projet ?



## Qu'est-ce qu'un projet ?



Un projet est  
**un effort temporaire**  
exercé dans le but de  
**créer un produit, un service ou un résultat**  
**unique.**

## Qu'est-ce qu'un projet ?



- ✓ La nature temporaire des projets implique que le projet a **un commencement** et **une fin déterminés.**
  - ✓ La fin est atteinte lorsque les objectifs du projet ont été satisfaits,
  - ✓ ou lorsque le projet est arrêté parce que ses objectifs ne seront pas ou ne pourront pas être atteints,
  - ✓ ou lorsque le projet n'est plus utile.
  - ✓ ou interrompu si le client (maître d'ouvrage, commanditaire, ...) souhaite y mettre fin.

## Qu'est-ce qu'un projet ?



- ✓ Le caractère temporaire du projet ne signifie pas nécessairement que sa durée soit courte.
  - ✓ Cela fait référence à l'engagement dans le projet et à sa pérennité dans le temps.
  - ✓ Par ailleurs, le caractère temporaire ne s'applique pas typiquement au produit, au service ou au résultat créé par le projet.
  - ✓ la plupart des projets sont entrepris pour créer un résultat durable. Par exemple, le projet de construction d'un monument national aboutira au résultat prévu pour durer des siècles.
  - ✓ Les projets peuvent également avoir un impact social, économique et environnemental dont la durée est bien plus longue que celle des projets eux-mêmes.



## Qu'est-ce qu'un projet ?

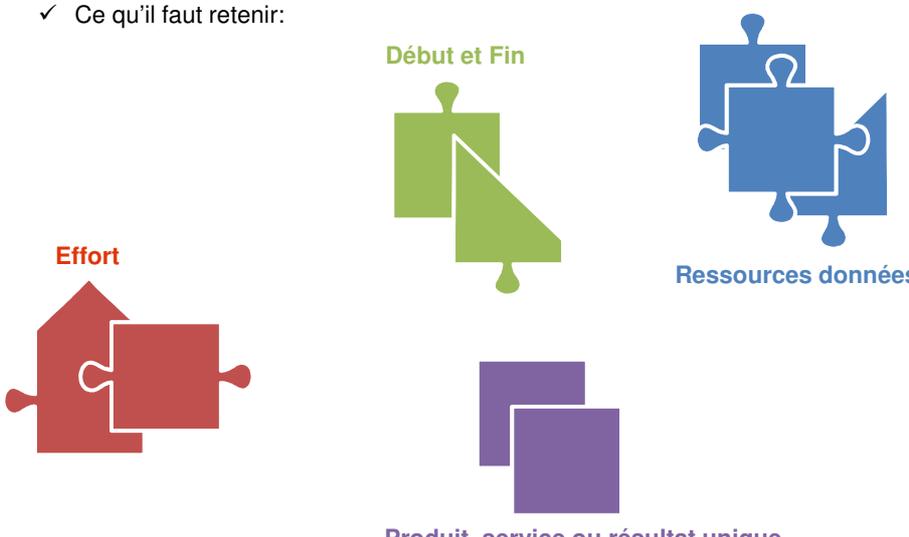


- ✓ Chaque projet crée **un produit, un service ou un résultat unique.**
  - ✓ Le résultat d'un projet peut être de nature **tangible** ou **intangible**.
  - ✓ Bien que des éléments répétitifs puissent être présents dans certains livrables et dans certaines activités d'un projet, cette répétition ne modifie pas les caractéristiques, qui sont fondamentales et uniques pour tout travail du projet. Par exemple, des immeubles de bureaux peuvent être construits avec des matériaux identiques ou similaires, et par la même équipe, ou par différentes équipes. Néanmoins, chaque projet de construction reste unique, de par son emplacement, sa conception, les circonstances et les situations différentes, les parties prenantes différentes, et ainsi de suite.



## Qu'est-ce qu'un projet ?

✓ Ce qu'il faut retenir:



**Effort**

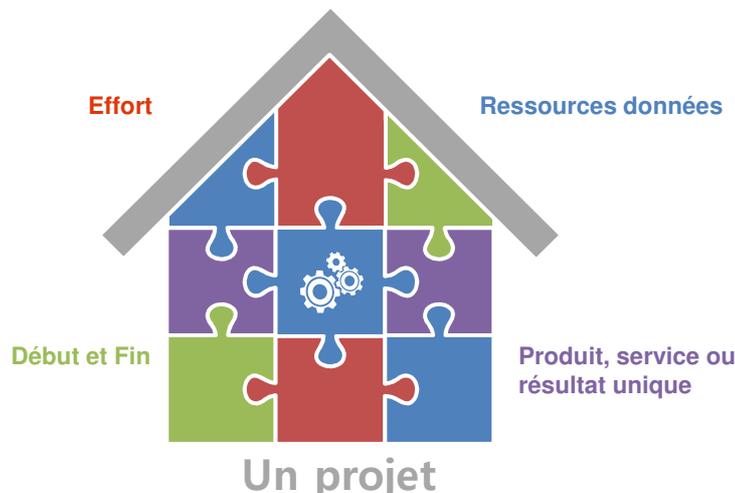
**Début et Fin**

**Ressources données**

**Produit, service ou résultat unique**

## Qu'est-ce qu'un projet ?

✓ Ce qu'il faut retenir:



**Effort**

**Ressources données**

**Début et Fin**

**Produit, service ou résultat unique**

**Un projet**

## Qu'est-ce qu'un projet ?



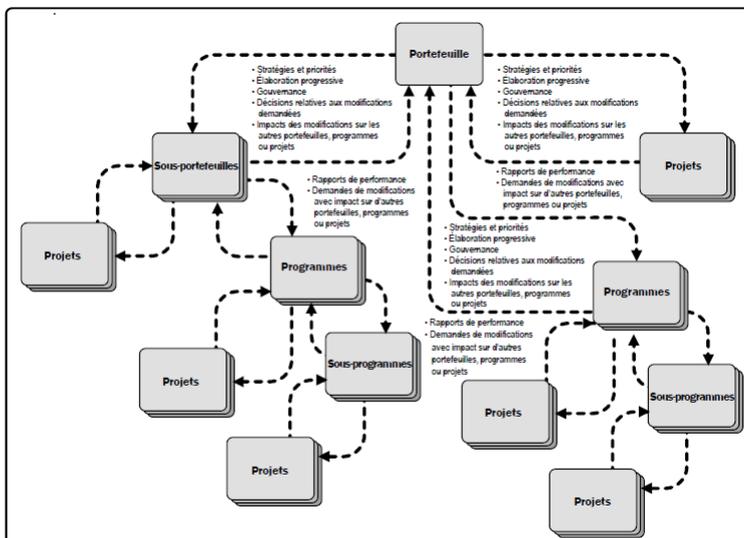
- ✓ Exemples de projets:
  - ✓ Le développement d'un nouveau produit, service, ...
  - ✓ La modification de la structure d'une organisation ;
  - ✓ Le développement d'un système d'information (équipement ou logiciel) ;
  - ✓ La mise en œuvre d'un travail de recherche dont le résultat sera adéquatement enregistré ;
  - ✓ La construction d'un bâtiment, d'un site industriel, ou d'une infrastructure;

## Portefeuilles, programmes et projets



- ✓ Un portefeuille désigne un ensemble de projets, de programmes, de sous-portefeuilles et d'opérations gérés, en tant que groupe, dans le but d'atteindre des objectifs stratégiques.
- ✓ Les programmes sont regroupés au sein d'un portefeuille et sont composés de sous-programmes, de projets.
- ✓ Les projets individuels, qu'ils fassent ou non partie d'un programme, sont considérés comme faisant partie aussi d'un portefeuille.
- ✓ Bien que les projets ou les programmes, au sein du portefeuille, ne soient pas nécessairement interdépendants ou directement liés, ils sont liés au plan stratégique de l'organisation par le biais du portefeuille de l'organisation.

# Portefeuilles, programmes et projets



## Exercice d'application

*Projet? ou pas?*





Cas	Description	Projets? (Oui / Non)	Justification
1	<b>Atelier d'embouteillage d'eau minérale:</b> Produire 15000 palettes en semaine 32, type 1,5l PVC, grande source.		
2	<b>Clinique:</b> Mettre en place dans un délai d'un an un système qualité conforme aux exigences du référentiel ISO 9000.		
3	<b>Maison de mes rêves:</b> 300m <sup>2</sup> sur 2 niveaux avec vue imprenable, jardin clos de 1 hectare, en meulière.		



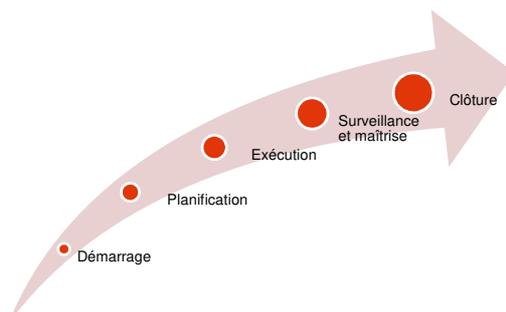

Cas	Description	Projets? (Oui / Non)	Justification
4	<b>Campagne de prévention routière:</b> Mettre en place une campagne de prévention contre les accidents dans une agglomération entre les véhicules à 4 roues et les 2 roues.		
5	<b>Sous-Traitance Automobile:</b> Concevoir un lève vitre manuel s'adaptant au véhicule X au prix de 120 frs, dans un délai de 160 semaines		



## Qu'est-ce que le management de projet ?



- ✓ Le management de projet est l'application de connaissances, de compétences, d'outils et de techniques aux activités d'un projet afin d'en satisfaire les exigences.
- ✓ Le management de projet est effectué en appliquant et en intégrant, de manière appropriée, les processus de management de projet groupés logiquement et classés en cinq groupes de processus. Ces cinq groupes de processus sont :



## Qu'est-ce que le management de projet ?



- ✓ Le management d'un projet consiste, habituellement et de manière non exhaustive, à :
  - ✓ Identifier les exigences ;
  - ✓ Aborder, pendant la planification et l'exécution du projet, les divers besoins, soucis et attentes des parties prenantes ;
  - ✓ Etablir, entretenir et assurer des communications de nature active, efficace et collaborative entre les parties prenantes ;
  - ✓ gérer les parties prenantes de manière à satisfaire les exigences du projet et à créer les livrables de projet ;
  - ✓ maintenir un équilibre entre les contraintes, qui sont en concurrence et qui comprennent, entre autres :
    - ✓ le contenu,
    - ✓ la qualité,
    - ✓ l'échéancier,
    - ✓ le budget,
    - ✓ les ressources, et
    - ✓ les risques.



# Exercice d'application

*Groupes de processus*




Compléter la matrice suivante (X):

	Processus démarrage	Processus planification	Processus exécution	Processus Surveillance et maîtrise	Processus clôture
Intégration du projet					
Contenu du projet					
Délai du projet					
Coût du projet					
Qualité du projet					
Ressources humaines du projet					
Communication du projet					
Risques du projet					
Approvisionnement du projet					
Parties prenantes					



## Organisations et management de projet

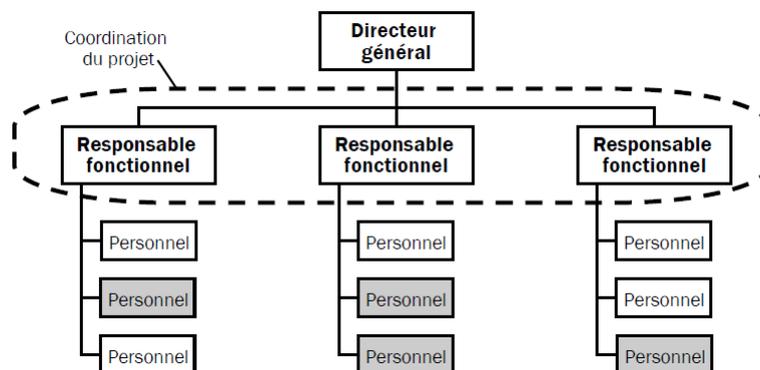


- ✓ Les organisations basées sur des projets (PBO ou Project Based Organization) désignent différentes formes organisationnelles qui créent des systèmes temporaires pour l'exécution de leur travail.
- ✓ Les organisations basées sur des projets peuvent être créées par différents types d'organisation:
  - ✓ Fonctionnelle
  - ✓ Matricielle
  - ✓ Par projets

## Organisations et management de projet



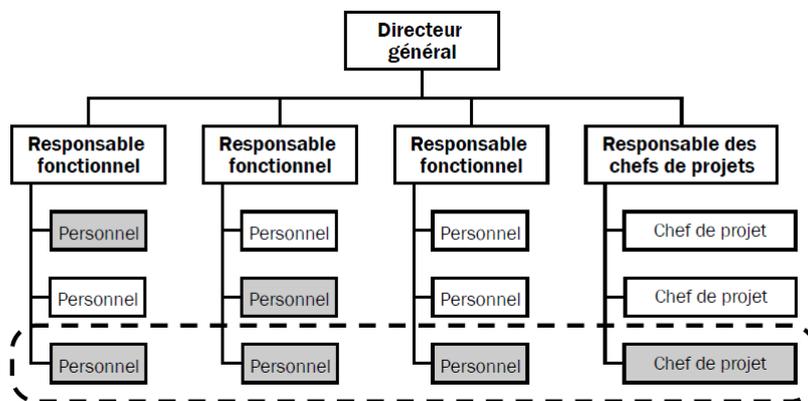
### Organisation fonctionnelle



## Organisations et management de projet



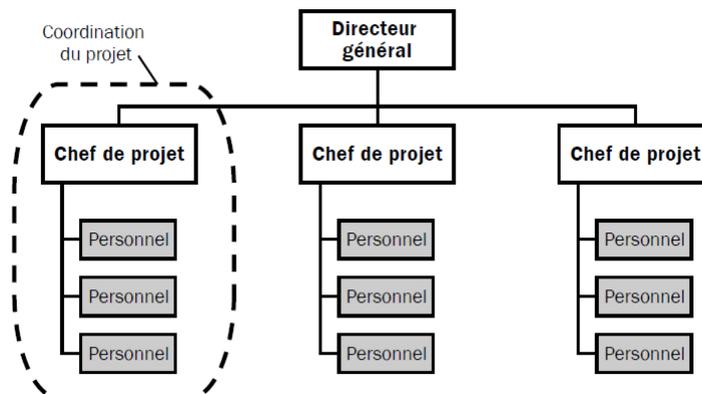
### Organisation matricielle



## Organisations et management de projet



### Organisation par projet





Exercice  
d'application

*Organisation*



- ✓ Vous êtes entreprise de travaux gros œuvres, vous avez gagné un projet d'exécution d'un dallage industriel de surface 5 000 m<sup>2</sup>.
- ✓ Durée du projet: 1 mois
- 1. Proposer une organisation fonctionnelle pour ce projet.
- 2. Proposer une organisation matricielle pour ce projet.
- 3. Proposer une organisation par projet pour ce projet.
- 4. Discuter le choix de l'organisation adéquate.

## Organisations et management de projet



Structure organisationnelle Caractéristiques du projet	Fonctionnelle	Matricielle			Par projets
		Matrice faible	Matrice équilibrée	Matrice forte	
Autorité du chef de projet	Peu ou aucune	Faible	Faible à modérée	Modérée à forte	Forte à quasi totale
Disponibilité des ressources	Peu ou aucune	Faible	Faible à modérée	Modérée à forte	Forte à quasi totale
Qui gère le budget du projet	Responsable fonctionnel	Responsable fonctionnel	Mixte	Chef de projet	Chef de projet
Rôle du chef de projet	Temps partiel	Temps partiel	Plein temps	Plein temps	Plein temps
Personnel administratif de management de projet	Temps partiel	Temps partiel	Temps partiel	Plein temps	Plein temps

## Rôle du chef de projet



- ✓ Le chef de projet est la personne désignée par l'organisation réalisatrice pour diriger l'équipe chargée de la réalisation des objectifs du projet. Le rôle du chef de projet est différent de celui d'un responsable fonctionnel ou d'un responsable des opérations.
- ✓ Le responsable fonctionnel, habituellement, concentre son travail sur le management du suivi d'un centre fonctionnel ou opérationnel, alors que les responsables des opérations sont chargés d'assurer que les opérations commerciales soient efficaces.



## Rôle du chef de projet



- ✓ En plus de toute compétence spécifique à un domaine donné et des compétences générales en management nécessaires au projet, un management de projet efficace nécessite que le chef de projet possède les compétences suivantes :
  - ✓ **Connaissance:** Ce que le chef de projet connaît sur le management de projet.
  - ✓ **Performance:** Ce que le chef de projet est capable de faire ou d'accomplir, tout en appliquant ses connaissances en management de projet.
  - ✓ **Comportement:** La façon dont le chef de projet se comporte lors de l'exécution du projet ou d'une activité liée au projet. L'efficacité personnelle inclut les attitudes, les caractéristiques centrales de la personnalité et le leadership, qui confèrent la capacité de diriger l'équipe de projet tout en pondérant les contraintes du projet et en atteignant ses objectifs.

### Chapitre 1

## Cycle de vie du projet

Présenté par Pr BAKELI Tarik



Université Internationale  
de Casablanca  
LAURGATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

## Contenu



- ✓ Cycle de vie d'un projet
- ✓ Caractéristiques du cycle de vie du projet
- ✓ Phases du projet
- ✓ Relations entre les phases du projet
- ✓ Objectifs d'un projet

## Cycle de vie d'un projet



- ✓ **Le cycle de vie d'un projet est la série de phases que celui-ci traverse, depuis son démarrage jusqu'à sa clôture.**
- ✓ Les phases sont habituellement en séquence, et leur nom et leur nombre sont déterminés par
  - ✓ les besoins de management et de maîtrise du projet
  - ✓ la nature du projet lui-même
  - ✓ son domaine d'application.
- ✓ Les phases peuvent être découpées par:
  - ✓ objectifs fonctionnels ou partiels
  - ✓ résultats
  - ✓ livrables intermédiaires
  - ✓ jalons spécifiques relatifs à l'ensemble du contenu de travail
  - ✓ disponibilités financières.

## Cycle de vie d'un projet

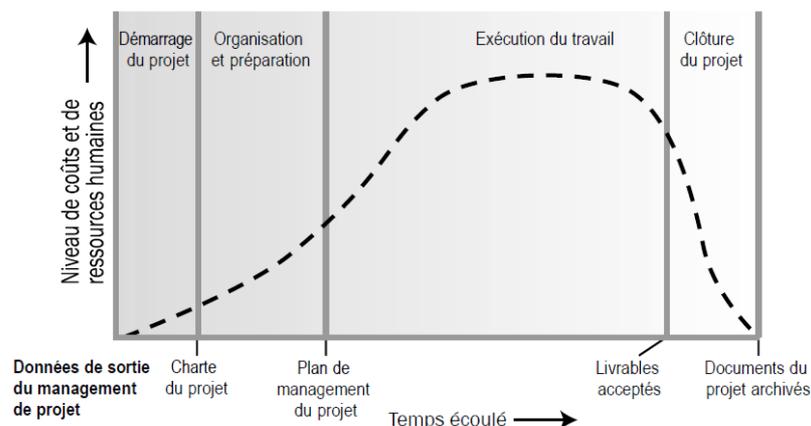


- ✓ Les phases sont en général limitées dans le temps, avec un début et une fin ou un point de contrôle.
- ✓ Un cycle de vie du projet peut être documenté dans le cadre d'une méthodologie.
- ✓ Le cycle de vie du projet peut être déterminé ou conditionné par les aspects uniques de l'organisation, de l'industrie ou de la technologie mise en œuvre.
- ✓ Tandis que tout projet a un début et une fin déterminés, les livrables, et les activités spécifiques qui interviennent entre ces deux étapes, vont varier de manière importante avec le projet. Quel que soit le travail particulier concerné, le cycle de vie du projet fournit un cadre de référence pour gérer le projet.

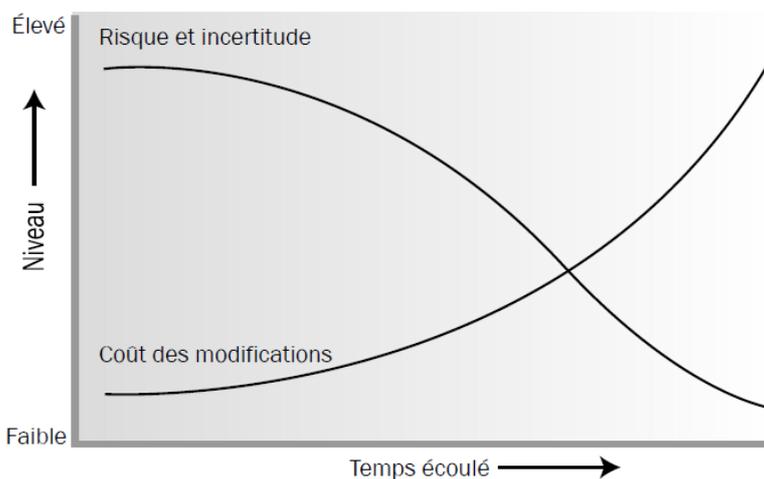
## Caractéristiques du cycle de vie du projet



- ✓ Les projets diffèrent par leur taille et par leur complexité. Tous les projets peuvent être schématisés selon la structure de cycle de vie générique suivante:



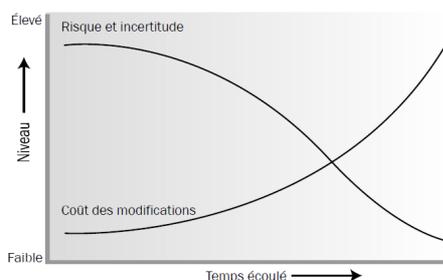
## Caractéristiques du cycle de vie du projet



## Caractéristiques du cycle de vie du projet



- ✓ Le risque et l'incertitude sont plus importants au début du projet. L'effet de ces facteurs diminue au cours de la vie du projet au fur et à mesure que des décisions sont prises et que les livrables sont acceptés.
- ✓ Sans avoir d'impact significatif sur les coûts, la capacité d'influer sur les caractéristiques finales du produit du projet est plus forte en début de projet et diminue au fur et à mesure que le projet approche de son terme.



## Phases du projet



- ✓ Un projet peut être divisé en un nombre variable de phases.
- ✓ Une phase de projet est un ensemble d'activités du projet liées logiquement et qui aboutit à l'achèvement d'un ou de plusieurs livrables.
- ✓ Les phases du projet sont généralement en séquence, mais, dans certains cas, elles peuvent se chevaucher. D'une manière générale, des phases différentes ont des durées différentes ou impliquent des efforts différents.

## Phases du projet



- ✓ La structure en phases permet une segmentation du projet en sous ensembles logiques facilitant la gestion, la planification et la maîtrise de ce projet.
- ✓ Le nombre de phases, le besoin d'en constituer et le degré de maîtrise exercée sont fonction de la taille, de la complexité et de l'impact potentiel du projet.

## Phases du projet

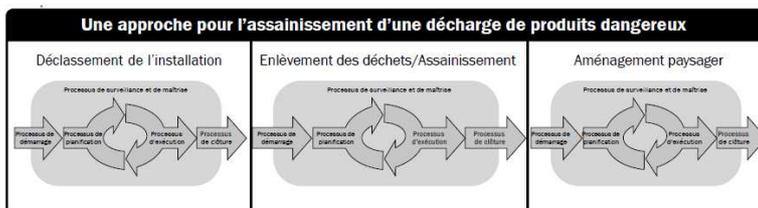


- ✓ Les phases, quel que soit leur nombre dans un projet, possèdent toutes des caractéristiques similaires :
  - ✓ Le travail sur lequel se focalise la phase est différent de celui des autres phases.
  - ✓ Le besoin d'accomplir le livrable ou l'objectif primaire de la phase exige une maîtrise ou des processus qui sont propres à la phase ou à ses activités.
  - ✓ La fin d'une phase est accompagnée d'un transfert du produit du travail ; c'est un livrable de la phase. Cette fin de phase représente un point naturel de réévaluation des activités en cours et, si nécessaire, de modification ou d'interruption du projet. Ce point peut être appelé passage d'étape, jalon, revue de phase, porte de phase ou point d'arrêt. Dans de nombreux cas, la clôture d'une phase doit être approuvée d'une manière ou d'une autre avant que celle-ci ne puisse être considérée comme terminée.

## Relations entre les phases du projet



- ✓ Lorsqu'il s'agit de projets à phases multiples, les phases font partie d'un processus généralement séquentiel conçu pour assurer une maîtrise appropriée du projet et pour obtenir le produit, le service ou le résultat souhaité.
- ✓ Il existe deux types fondamentaux de relations entre phases :
  - ✓ **Relation séquentielle**: une phase ne démarre que lorsque la phase précédente est terminée.

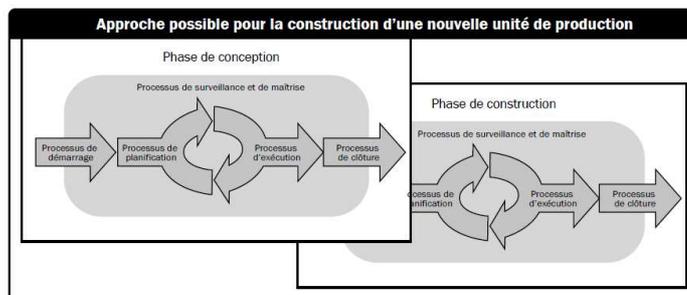


Cette approche étape par étape réduit l'incertitude mais peut éliminer des possibilités de raccourcir la durée globale du projet.

## Relations entre les phases du projet



- ✓ **Chevauchement:** une phase démarre avant la fin de la phase précédente.

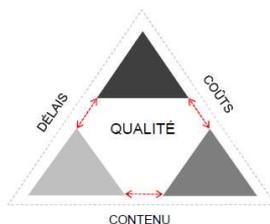


C'est une technique de compression de l'échéancier, parfois utilisée et appelée exécution accélérée par chevauchement. Les phases en chevauchement exigent parfois des ressources supplémentaires pour permettre d'effectuer le travail en parallèle, elles peuvent augmenter le risque du projet et nécessiter des reprises lorsque la phase suivante se déroule avant que des informations exactes provenant de la phase précédente ne soient disponibles.

## Objectifs d'un projet



- ✓ La performance d'un projet est mesurée par le respect des trois objectifs reconnus en gestion de projet, soit les coûts, les délais et le contenu.
- ✓ Ces trois objectifs sont interdépendants. Les modifications apportées à l'une des variables auront des répercussions sur les autres ou, en d'autres termes, privilégier un objectif se fait généralement au détriment des autres objectifs.



Coûts : Respect du budget    Délais : Respect de l'échéancier    Contenu : Satisfaction des besoins  
Conformité aux exigences

## Objectifs d'un projet



- ✓ Ainsi, pour un projet donné, si l'on décide de réduire les délais, il faudra, pour maintenir le niveau de qualité convenu, augmenter le budget ou, sinon, accepter de diminuer les attentes quant au contenu.
- ✓ Ou encore, si l'on décide de réduire le budget du projet, il faudra alors, pour maintenir le niveau de qualité prévu, augmenter les délais ou, sinon, accepter là aussi d'en diminuer les attentes quant au contenu.
- ✓ Enfin, si l'on décide de réduire les exigences du contenu du projet, il sera évidemment possible soit d'en réduire les coûts, soit d'en réduire le temps de réalisation ou encore de répartir l'économie à la fois sur les coûts et les délais.

## Exercice d'application

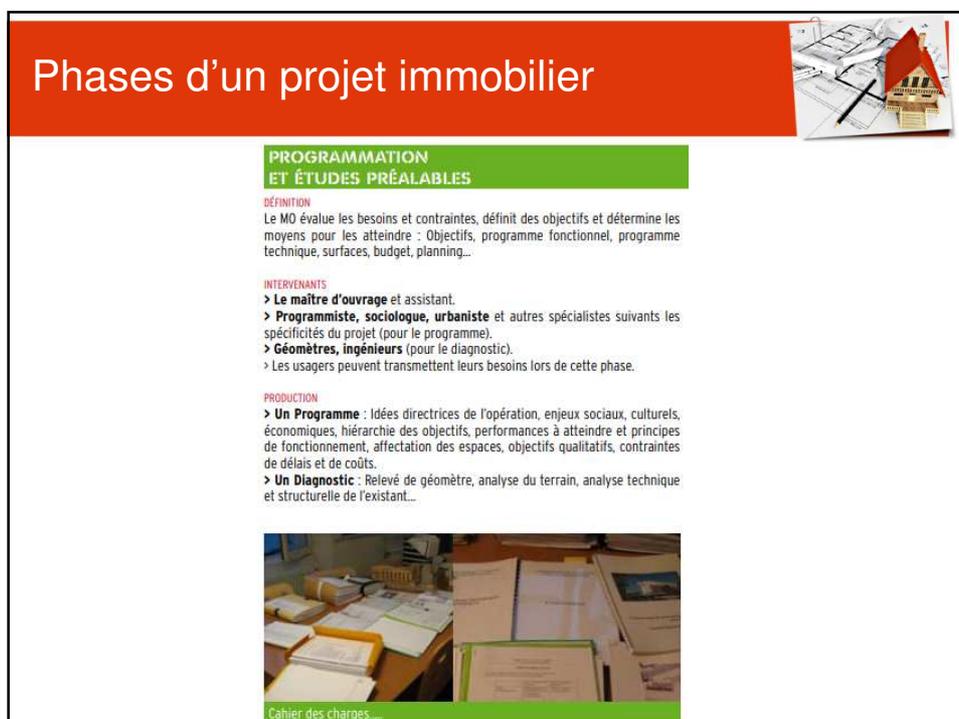
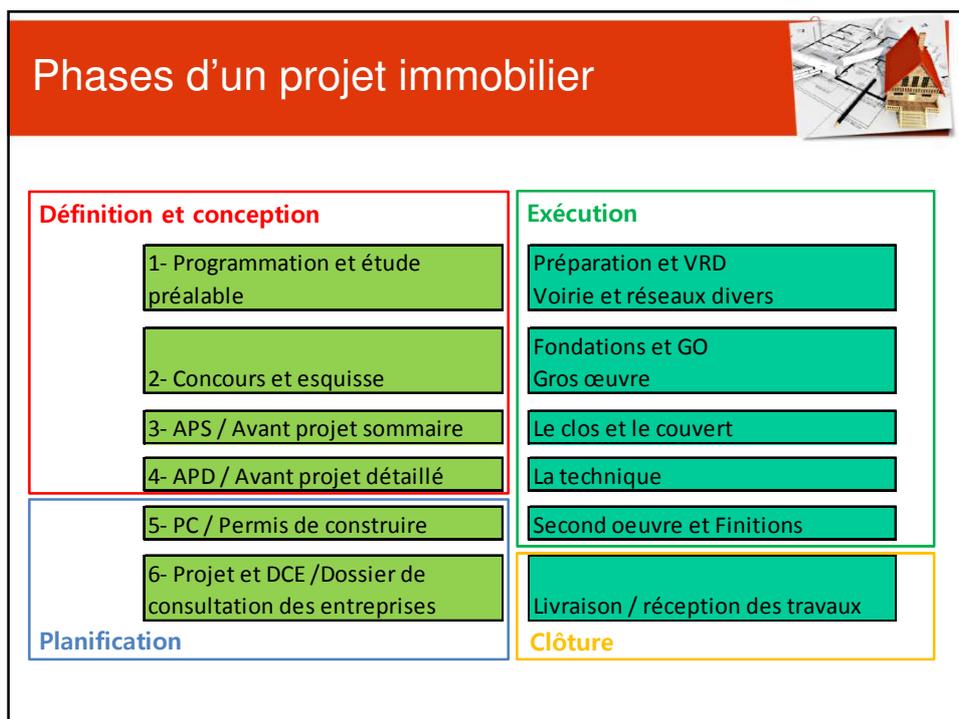
*Cycle de vie d'une  
infrastructure*





# Travaux pratiques

*Cycle de vie d'un projet immobilier*



## Phases d'un projet immobilier



### CONCOURS OU ESQUISSE

#### DÉFINITION

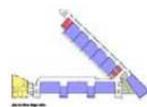
C'est la première forme d'un dessin, d'un projet architectural. C'est aussi un élément de mission de conception consistant à vérifier la faisabilité de l'opération (cohérence entre le programme souhaité par le MO et son enveloppe financière) d'une part et à proposer un parti architectural d'autre part. C'est la première réponse, en terme d'insertion dans le site et de principe de fonctionnement, au programme de l'ouvrage.

#### INTERVENANTS

> **Équipe de maîtrise d'oeuvre** : Architecte, paysagiste, urbaniste, économiste, ingénieurs tous corps d'état et autres spécialistes suivant les spécificités du projet. Anonyme pour le rendu du concours  
> MO et le jury du concours

#### PRODUCTION

> **Documents graphiques** : Plan masse, plan de niveau, coupe, façade, perspective (échelle 1/500 ou 1/200)  
> **Pièces écrites** : Parti architectural, description générale et fonctionnement, matériaux, description technique, tableau de surface, estimation financière, planning...  
> Une Maquette.



Documents de communication

## Phases d'un projet immobilier



### APS AVANT PROJET SOMMAIRE

#### DÉFINITION

C'est la phase d'ajustement du projet. On adapte le projet et le budget, on réajuste des éléments du programme pour répondre à certaines réglementations ou à des objectifs parfois contradictoires. C'est également le moment où l'on peut organiser une concertation des usagers si elle n'a pas encore été faite.

#### INTERVENANTS

> **Équipe de maîtrise d'oeuvre** : Architecte, paysagiste, urbaniste, économiste, ingénieurs tous corps d'état et autres spécialistes suivant les spécificités du projet.  
> MO pour la validation de cette étape

#### PRODUCTION

> **Documents graphiques** : Plan masse, plan de niveau, coupe, façade, perspective (échelle 1/200 ou 1/100)



Plan de masse...

Élévation...

## Phases d'un projet immobilier



### APD AVANT PROJET DÉTAILLÉ

#### DÉFINITION

C'est la phase où on détermine et arrête les dimensions du bâtiment, les choix constructifs et techniques et l'estimation financière. L'APD sert à constituer le dossier de demande d'autorisation de construire auprès de la commune. Il doit présenter l'aspect extérieur du bâtiment (volumes, façades, espaces extérieurs) et le rapport du bâtiment à son contexte.

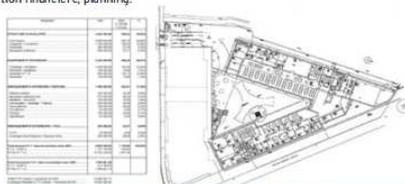
#### INTERVENANTS

> **Équipe de maîtrise d'oeuvre** : Architecte, paysagiste, urbaniste, économiste, ingénieurs tous corps d'état et autres spécialistes suivant les spécificités du projet.  
> MO et les usagers (le responsable des usagers doit valider le projet)

#### PRODUCTION

> **Documents graphiques** : Plan masse, plan de niveau, coupe, façade (échelle 1/100), plans et coupes techniques de principe. Les plans et coupes intérieurs du bâtiment doivent être assez précis pour montrer la conformité du bâtiment aux différents règlements de sécurité.

> **Pièces écrites** : Notices techniques générales, tableau de surface, estimation financière, planning.



Coupes...

Pièces écrites...

Plan de niveau...

## Phases d'un projet immobilier



### PC PERMIS DE CONSTRUIRE

#### DÉFINITION

C'est l'autorisation donnée par le maire de construire une ou plusieurs constructions nouvelles. Il doit respecter les règles d'urbanisme concernant notamment : L'implantation des constructions, leur destination, leur nature, leur aspect extérieur et l'aménagement de leurs abords.

#### INTERVENANTS

C'est un moment important de contrôle pour le maître d'ouvrage, les différents organismes de contrôle et les usagers et riverains...

> **Équipe de maîtrise d'oeuvre**  
> MO

#### PRODUCTION

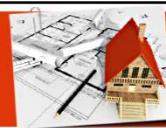
> **Documents graphiques** : Plan masse, plan de niveau, coupe, façade (échelle 1/100), dossier paysage (insertion du bâtiment dans son contexte, perspective, coupe...).

> **Pièces écrites** : Notice descriptive architectural (aspect général, respect des réglementations, insertion dans le site) tableau de surface.



Tableau de surface... insertion dans le paysage

## Phases d'un projet immobilier



### PROJET ET DCE DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES

#### DÉFINITION

La phase PROJET est la phase de définition et de description technique du bâtiment. Chaque ouvrage est dessiné, décrit et mesuré. Elle permet d'établir le DCE et permettra d'établir des devis et de fixer leur intervention sur le chantier. Le maître d'ouvrage choisit les entreprises qui interviendront sur le chantier en fonction de leur réponse financière et technique.

#### INTERVENANTS

- > Équipe de maîtrise d'oeuvre
- > Le maître d'ouvrage
- > Etc...

#### PRODUCTION

> **Documents graphiques** : Plan masse, plan de niveau, coupe, façade, plans et coupes techniques (échelle 1/50), détails techniques (échelle 1/20 ou 1/10).

> **Pièces écrites** : CCTP (Cahier des Clauses Techniques Particulières) établi par lot, planning, Règlement de consultation, CCAP (Cahier des Clauses Administratives Particulières), description général du bâtiment et planning, notice sécurité, handicapé et autres rapports suivant spécificité du projet.



Détail...

CCTP...

Planning...

## Phases d'un projet immobilier



### PRÉPARATION ET VRD VOIRIE ET RÉSEAUX DIVERS

#### DÉFINITION

La préparation, ou la déclaration d'ouverture du chantier consiste à installer le chantier (les locaux pour les ouvriers et pour les réunions de chantier), le protéger (installation de palissades), réaliser des accès pour les véhicules de chantier et mettre en place le panneau de chantier, faire les tranchées pour le passage des réseaux pour les liaisons électriques, l'alimentation en eau et l'évacuation des eaux usées (VRD).

#### INTERVENANTS

- > Architecte
- > Géomètre
- > Etc...
- > chef de chantier
- > Entreprise de Gros Oeuvre

#### PRODUCTION

- > **Le panneau de chantier** (qui doit informer sur la nature des travaux, le maître d'ouvrage, la superficie...).
- > **Mise en place du chantier et des réseaux.**



Panneau d'affichage... Palissades qui sécurisent le chantier...

## Phases d'un projet immobilier



### FONDATIONS ET GO GROS OEUVRE

#### DÉFINITION

C'est l'ensemble des ouvrages enterrés qui composent la stabilité d'une construction et permet de porter la construction sans aucun risque de déplacement vertical (enfouissement) ou latéral (pression des terres, glissement de pentes). Le gros-oeuvre, ensemble de gros murs, poteaux, planchers, charpentes, qui composent l'ossature (structure portante) du bâtiment assure la solidité, à la stabilité de l'édifice.

#### INTERVENANTS

- > Architecte, chef de chantier
- > Entreprise de Gros Oeuvre
- > Terrassier
- > Etc...

#### PRODUCTION

##### > Les fondations

> **L'ossature** : Monter les murs et les planchers en laissant des vides pour les gaines et les tuyauteries, les cages d'ascenseur, les escaliers... (Les gaines seront passées au fur et à mesure de l'avancement des travaux puis enfouies)



Fondations...

Gros oeuvre...

## Phases d'un projet immobilier



### LE CLOS ET LE COUVERT

#### DÉFINITION

Le clos c'est l'enveloppe extérieure (l'étanchéité, les menuiseries extérieures, l'habillage des façades...). Le couvert c'est la pose de la charpente / toiture.

#### INTERVENANTS

- > Architecte, chef de chantier
- > Charpentier
- > Entreprise de Gros Oeuvre
- > Couvreur

#### PRODUCTION

- > Les façades
- > La toiture



Les façades...

## Phases d'un projet immobilier



### LA TECHNIQUE

**DÉFINITION**  
C'est l'ensemble des installations techniques (chauffage, sanitaires, électrique...).

**INTERVENANTS**

- > Architecte, chef de chantier
- > Electricien
- > Plombier
- > Menuisier
- > Serrurier
- > Etc...

**PRODUCTION**

- > Passage gaine ventilation
- > Réseau eau chaude/eau froide
- > Passage des câbles électriques
- > Etc



Les réseaux...

## Phases d'un projet immobilier



### SECOND OEUVRE ET FINITIONS

**DÉFINITION**  
Le SO c'est l'ensemble des travaux exécutés pour achever l'ouvrage.  
C'est la phase où l'on habille, décor, fini le bâtiment.

**INTERVENANTS**

- > Architecte, chef de chantier
- > Plaquiste
- > Electricien
- > Plombier
- > Carreleur
- > Peintre
- > Etc...

**PRODUCTION**

- > **L'organisation intérieure** : Monter les doublage des murs, les cloisons et les faux plafonds, les portes.
- > **Pose des revêtements** de sols, de murs et de plafonds.
- > **Mise en place** de tous les **appareillages électriques** et appareils sanitaires
- > **Réaliser les abords du bâtiment**, faire les plantations, mettre en place les luminaires...
- > **Nettoyer**



Cloisonnement...

Carrelage / Peinture...

Luminaires...

## Phases d'un projet immobilier



### LIVRAISON / RÉCEPTION DES TRAVAUX

#### DÉFINITION

La réception est l'acte par lequel le MO reconnaît, que les travaux ont été exécutés conformément aux contrats d'entreprises, que leur mise en œuvre est conforme aux règles de l'art et à leur destination. La réception peut être prononcée avec ou sans réserve. Lorsqu'elle est accompagnée d'une "liste de réserves", le MO peut consigner une partie du prix. Le MOE est tenu de les réparer ou de les "lever" dans un délai imparti.

C'est le point de départ des garanties :

- > Garantie de parfait achèvement (article 1792-6 du Code civil).
- > Garantie de bon fonctionnement (article 1792-3 du Code civil).
- > Garantie décennale (1792 et 2270 du Code civil).

#### INTERVENANTS

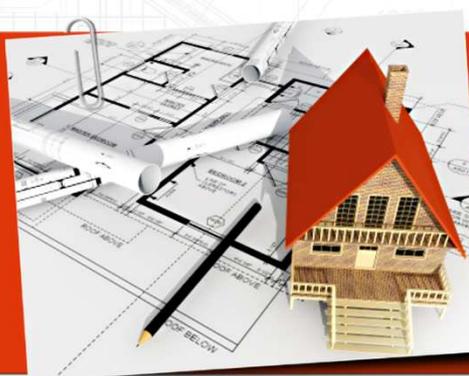
- > Le maître d'oeuvre
- > Le maître d'ouvrage
- > Les usagers qui vont prendre possession du collège et peu à peu le transformer pour l'adapter à leurs usages.



## Chapitre 2

# Management des délais du projet

Présenté par Pr BAKELI Tarik



Université Internationale  
de Casablanca  
LAURGATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

## Contenu



- ✓ Gestion du contenu du projet
- ✓ Processus de gestion des délais du projet
- ✓ Organisation des activités en séquence
- ✓ Elaboration de l'échéancier (Travaux pratiques)
- ✓ Techniques d'optimisation des ressources

## Gestion du contenu du projet



- ✓ L'énoncé du contenu du projet est la description du contenu du projet, des principaux livrables, des hypothèses et des contraintes.
- ✓ Il permet également une compréhension commune du contenu du projet par les parties prenantes.
- ✓ Il peut contenir des exclusions explicites qui aident à gérer les attentes des parties prenantes.
- ✓ Il permet à l'équipe de projet d'effectuer une planification plus détaillée, guide leur travail lors de l'exécution et fournit une référence de base pour évaluer si les demandes de modification ou de travaux supplémentaires sont comprises ou non dans le cadre du projet.

## Gestion du contenu du projet



### Découpage du projet avec le Work Breakdown Structure (WBS)

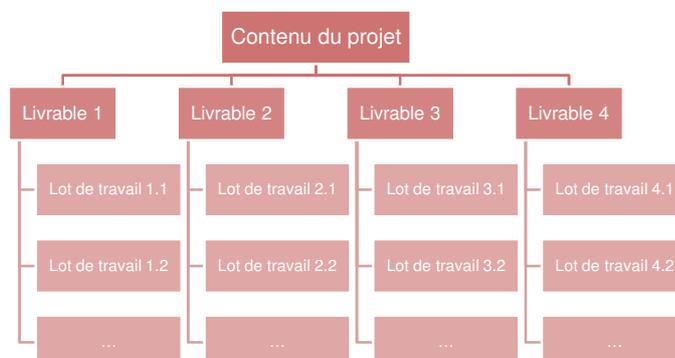
- ✓ Le PMI (Project Management Institute, éditeur du guide PMBOK), s'inspirant des pratiques de la NASA, recommande de décomposer des contenus des projets en sous-ensembles ordonnés.
- ✓ Ce découpage aboutit sur des sous-projets (ou tâches, missions, phases, composants, lots de travail...), organisés sous forme d'arborescence et représentant des livrables ou des tâches à mener. Plusieurs visions s'affrontent sur ce dernier point. Pour certains un WBS ne devrait contenir que des livrables.
- ✓ En français, il est question de structure de découpage de projet (SDP), d'Organigramme des Tâches (OT) ou encore d'Organigramme Technique de Projet (OTP)

## Gestion du contenu du projet



### Découpage du projet avec le Work Breakdown Structure (WBS)

- ✓ Le principal avantage du WBS est de simplifier les projets en les réduisant en parties plus facilement appréhendables par l'équipe et autres parties prenantes. Il facilite l'organisation en permettant d'attribuer un budget, des rôles et des responsabilités pour chaque branche.



## Gestion du contenu du projet



### Découpage du projet avec le Work Breakdown Structure (WBS)

- ✓ En pratique, la « Work Breakdown Structure (WBS) » est développée pendant la phase de planification. Elle décrit tout le travail qui doit être fait pour compléter le projet. C'est une décomposition orientée produit de toutes les tâches qui organise et définit le périmètre total du projet. Elle reflète aussi souvent la façon dont les coûts et le progrès du projet seront regroupés, sommés et rapportés. C'est une structure hiérarchique qui devient plus détaillée avec le détail des tâches, attributions, durées, coûts, produits/livrables, dépendances et contraintes de votre projet.

**1 tâche = 1 personne + 1 action + 1 livrable**

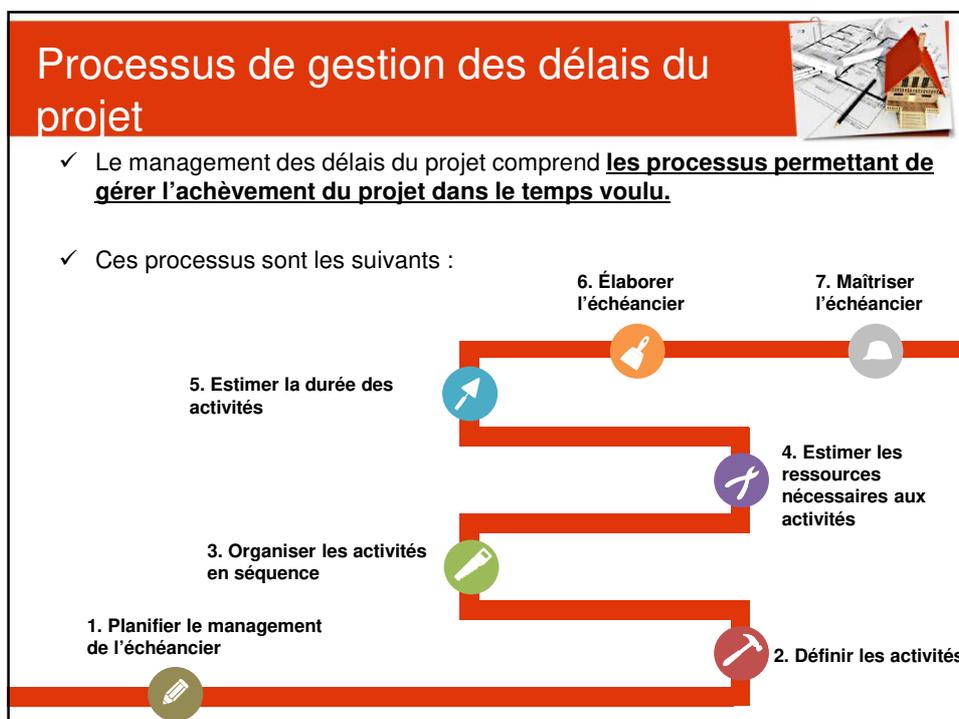
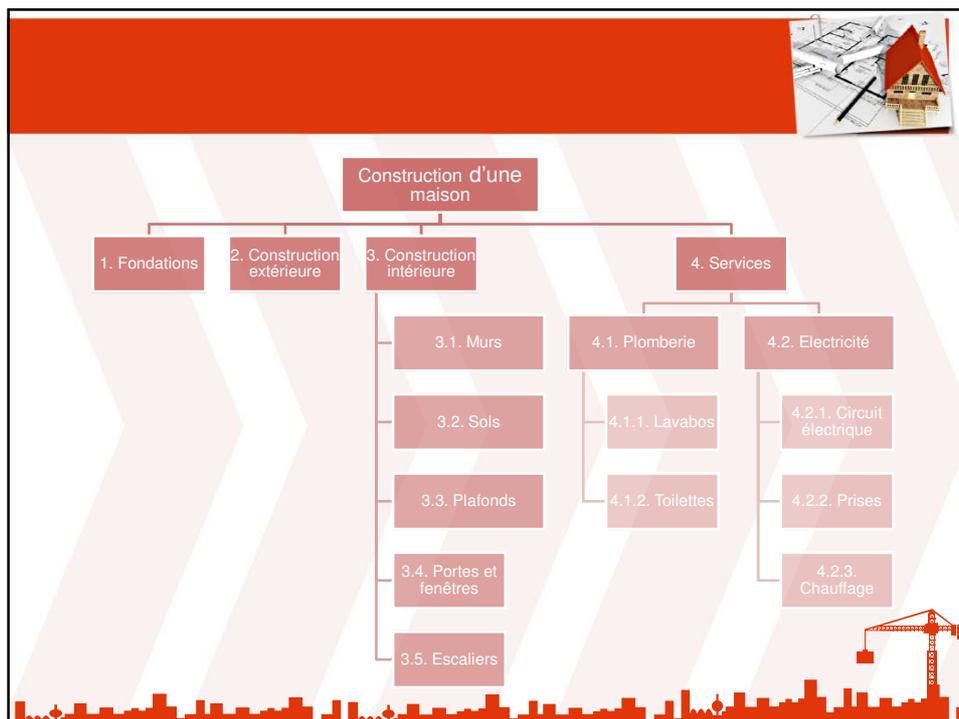
- ✓ La complétude de la WBS est assurée lorsqu'**une tâche représente clairement une action à réaliser par une personne pour produire un livrable** afin que la responsabilité et ce qui est à réaliser soient 100% limpides. Les durées de chaque tâche n'excèdent pas 2 semaines sur un projet de 12 mois pour faciliter un suivi de progrès régulier.

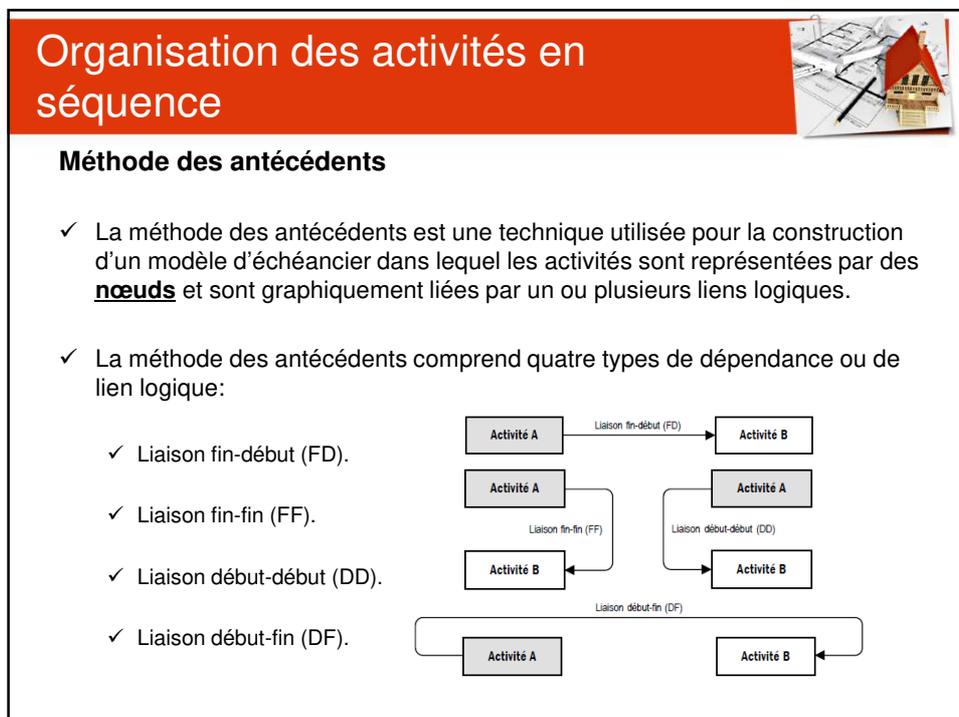
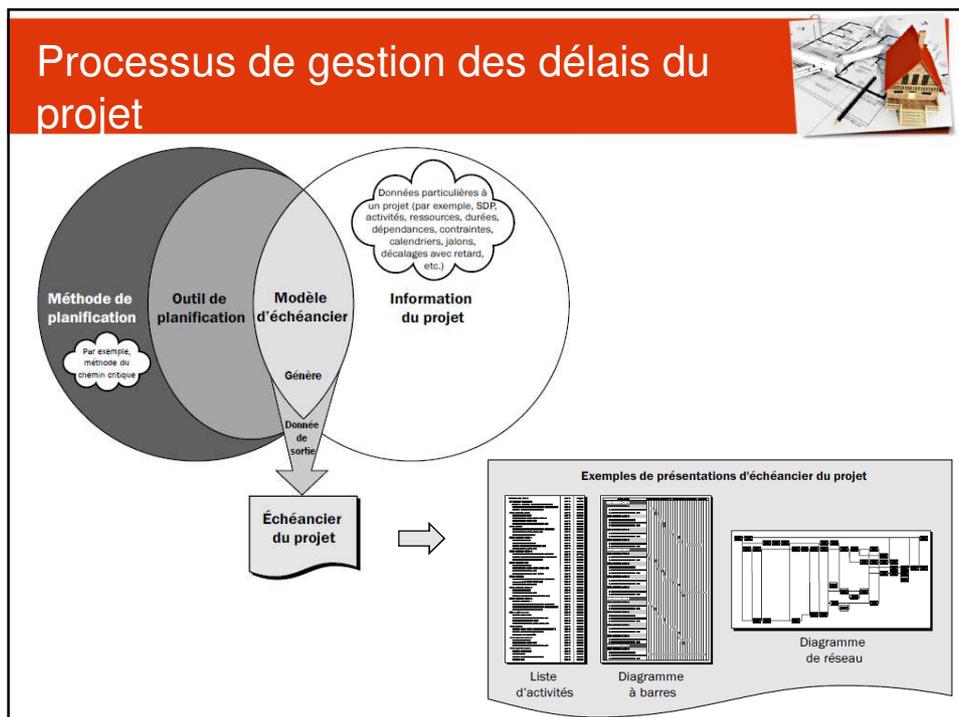


## Exercice d'application

*WBS Construction d'une maison*





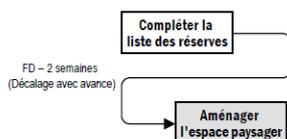


## Organisation des activités en séquence



### Décalages avec avance et décalages avec retard

- ✓ Un décalage avec avance est la durée dont une activité successeur peut être avancée par rapport à une activité prédécesseur.
- ✓ Par exemple, dans un projet de construction d'une villa, l'aménagement de l'espace paysager pourrait démarrer deux semaines avant l'achèvement du traitement de la liste des réserves.



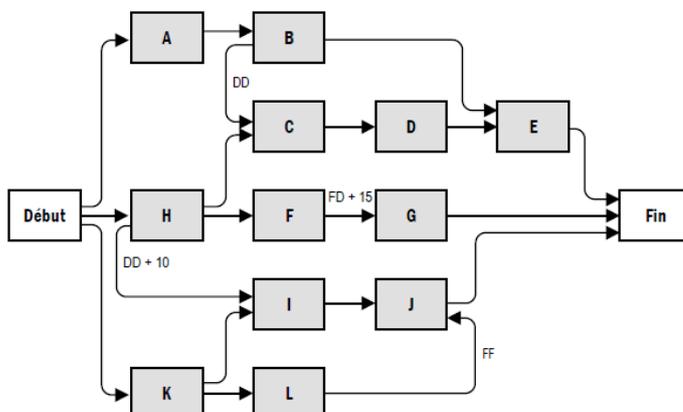
- ✓ Par analogie, un décalage avec retard est la durée dont une activité successeur doit être retardée par rapport à une activité prédécesseur.

## Organisation des activités en séquence



### Diagrammes de réseau du projet

- ✓ Un diagramme de réseau du projet est une représentation graphique des liens logiques, aussi appelés dépendances, entre les activités de l'échéancier du projet.





## Elaboration de l'échéancier

### Méthode PERT (Project Evaluation and Review Technique)

**(1) Passe Avant**

Les dates au plus tôt sont calculées par la passe avant:

- Début au plus tôt
- Fin au plus tôt

➡ **POUVOIR**

**(2) Passe Arrière**

Les dates au plus tard sont calculées par la passe arrière:

- Début au plus tard
- Fin au plus tard

➡ **DEVOIR**

**(3) Calcul des marges**

- Marge totale
- Marge libre



## Elaboration de l'échéancier



### Méthode PERT (Project Evaluation and Review Technique)

✓ Définitions:

- ✓  $DEBUT_{+tôt} \text{ Activité} = ( \text{Max} ( FIN_{+tôt} \text{ Activités Précédentes} + 1 ) )_{CALENDRIER}$
- ✓  $FIN_{+tôt} \text{ Activité} = ( DEBUT_{+tôt} \text{ Activité} + DUREE - 1 )_{CALENDRIER}$
- ✓  $FIN_{+tard} \text{ Activité} = ( \text{Min} ( DEBUT_{+tard} \text{ Activités Suivantes} - 1 ) )_{CALENDRIER}$
- ✓  $DEBUT_{+tard} \text{ Activité} = ( FIN_{+tard} \text{ Activité} - DUREE + 1 )_{CALENDRIER}$
- ✓  $MARGE \text{ TOTALE} \text{ ACTIVITE} = ( FIN_{+tard} \text{ Activité} - FIN_{+tôt} \text{ Activité} )_{CALENDRIER}$
- ✓  $MARGE \text{ LIBRE} \text{ ACTIVITE} = ( \text{Min} ( DEBUT_{+tôt} \text{ Activités Suivantes} ) - FIN_{+tôt} \text{ Activité} - 1 )_{CALENDRIER}$

## Elaboration de l'échéancier



### Méthode PERT (Project Evaluation and Review Technique)

✓ Convention:

Marge Totale (MT)	Début au plus tard (DTA)	Marge Libre (ML)
Début au plus tôt (DTO)	Durée de la tâche (D)	Fin au plus tôt (FTO)
Nom de la tâche	Fin au plus tard (FTA)	Ecart-type de la durée (s)

## Elaboration de l'échéancier

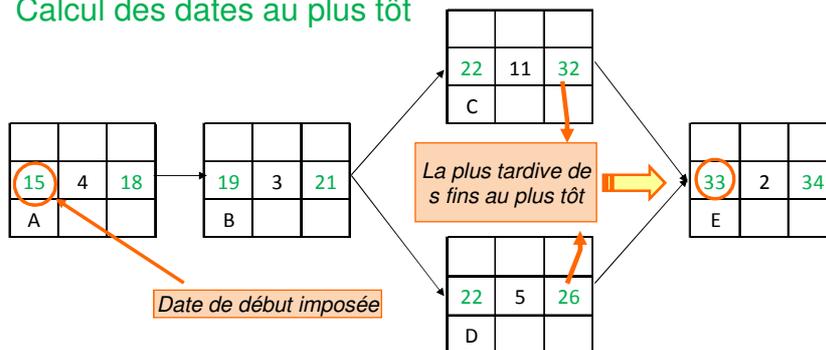


### Méthode PERT (Project Evaluation and Review Technique)

✓ Exemple:

Passe avant →

#### Calcul des dates au plus tôt



Date de début imposée

La plus tardive de s fins au plus tôt

Marge Totale (MT)	Début au plus tard (DTA)	Marge Libre (ML)
Début au plus tôt (DTO)	Durée de la tâche (D)	Fin au plus tôt (FTO)
Nom de la tâche	Fin au plus tard (FTA)	Ecart-type de la durée (s)

Dates sont inclusives

## Elaboration de l'échéancier

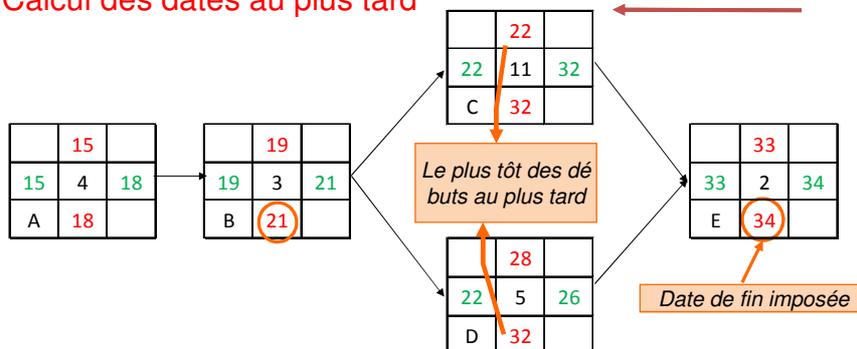


### Méthode PERT (Project Evaluation and Review Technique)

✓ Exemple:

#### Calcul des dates au plus tard

← Passe arrière



Date de fin imposée

Le plus tôt des débuts au plus tard

Marge Totale (MT)	Début au plus tard (DTA)	Marge Libre (ML)
Début au plus tôt (DTO)	Durée de la tâche (D)	Fin au plus tôt (FTO)
Nom de la tâche	Fin au plus tard (FTA)	Ecart-type de la durée (s)

Dates sont inclusives

## Elaboration de l'échéancier

**Méthode PERT (Project Evaluation and Review Technique)**  
 ✓ Exemple:

Calcul des marges totales

Marge Totale (MT)	Début au plus tard (DTA)	Marge Libre (ML)
Début au plus tôt (DTO)	Durée de la tâche (D)	Fin au plus tôt (FTO)
Nom de la tâche	Fin au plus tard (FTA)	Ecart-type de la durée (s)

*Dates sont inclusives*

## Elaboration de l'échéancier

**Méthode PERT (Project Evaluation and Review Technique)**  
 ✓ Exemple:

Chemin critique

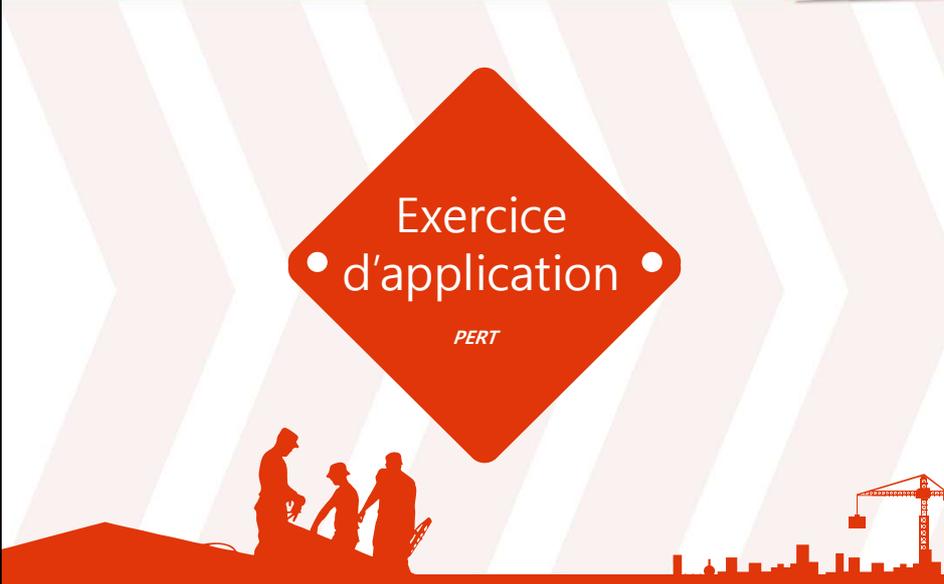
Marge Totale (MT)	Début au plus tard (DTA)	Marge Libre (ML)
Début au plus tôt (DTO)	Durée de la tâche (D)	Fin au plus tôt (FTO)
Nom de la tâche	Fin au plus tard (FTA)	Ecart-type de la durée (s)

*Dates sont inclusives*



# Exercice d'application

*PERT*




La construction d'un entrepôt est découpée en dix tâches dont les caractéristiques sont données dans le tableau suivant :

tâches	nature	Travaux antérieurs	durée en jours
A	Acceptation des plans par le propriétaire		4
B	Préparation du terrain		2
C	Commande des matériaux	A	1
D	Creusage des fondations	A, B	1
E	Commande des portes et fenêtres	A	2
F	Livraison des matériaux	C	2
G	Coulage des fondations	D, F	2
H	Livraison des portes et fenêtres	E	10
I	Pose des murs, de la charpente et du toit	G	4
J	Mise en place des portes et fenêtres	H, I	1

Tracer le diagramme Pert et en déduire le chemin critique.



## Elaboration de l'échéancier



### Méthode PERT probabilisée

- ✓ En réalité, les durée,  $D_i$ , sont des variables aléatoires, ce qui signifie qu'elles peuvent prendre plusieurs valeurs, selon une distribution de probabilité. A partir de ces valeurs on pourra calculer la durée moyenne, la variance et l'écart type.
- ✓ Dire qu'une durée est incertaine, ne signifie pas qu'elle peut prendre n'importe quelle valeur, mais certaines valeurs connues avec plus ou moins de précision. Ainsi, des travaux de peinture prendront 6 jours, en principe, mais selon l'état des murs, la durée sera plus courte ou plus longue, tout en restant dans une certaine fourchette, par exemple entre 4 et 9 jours.
- ✓ En pratique, on suppose disposer de trois durées :
  - **Durée optimiste** ( $D_{opt}$ ),
  - **durée probable** ( $D_{pr}$ ),
  - **durée pessimiste** ( $D_{pes}$ ).

## Elaboration de l'échéancier



### Méthode PERT probabilisée

- ✓ Estimations de la durée moyenne d'une tâche  $E(D_i)$  et de son écart-type  $\sigma(D_i)$

$$E(D_i) = \frac{D_{opt} + 4D_{pr} + D_{pes}}{6}$$

$$\sigma(D_i) = \frac{D_{pes} - D_{opt}}{6}$$

$$Var(D_i) = \sigma^2(D_i)$$

## Elaboration de l'échéancier



### Méthode PERT probabilisée

- ✓ **Durée d'un chemin = somme des durées des tâches du chemin.**
- ✓ La somme de durées aléatoires, Sd, est une variable aléatoire dont on calculera la moyenne et la variance.

$$E(Sd) = \Sigma E(Di)$$

$$Var(Sd) = \Sigma Var (Di)$$

- ✓ Si n est grand (> 30) , la loi suivie par la somme, tend vers une **Loi Normale** de moyenne E(Sd) et de Variance Var(Sd) (Théorème central Limite),

## Elaboration de l'échéancier



### Méthode PERT probabilisée

- ✓ Exemple:

taches	antec	optimiste	+ probable	pessimiste
A	I,L	1	3	6
B	/	4	5	7
C	B,L	3	6	8
D	C,K	1	1	2
E	D,F	2	4	5
F	A,G,H	2	4	5
G	I,L	7	10	13
H	C,A	1	2	3
I	B	5	8	10
J	B	1	1	2
K	J	2	4	7
L	/	1	2	3

## Elaboration de l'échéancier



### Méthode PERT probabilisée

✓ Exemple:

taches	antec	optimiste	+ probable	pessimiste	moyenne	écart type	variance	variances chemin critique
A	LL	1	3	6	3,17	0,83	0,69	
B	/	4	5	7	5,17	0,5	0,25	0,25
C	B,L	3	6	8	5,83	0,83	0,69	
D	C,K	1	1	2	1,17	0,17	0,03	
E	D,F	2	4	5	3,83	0,5	0,25	0,25
F	A,G,H	2	4	5	3,83	0,5	0,25	0,25
G	LL	7	10	13	10	1	1	1
H	C,A	1	2	3	2	0,33	0,11	
I	B	5	8	10	7,83	0,83	0,69	0,69
J	B	1	1	2	1,17	0,17	0,03	
K	J	2	4	7	4,17	0,83	0,69	
L	/	1	2	3	2	0,33	0,11	
somme variances								2,44

$$E(D_i) = \frac{D_{opt} + 4D_{pr} + D_{pess}}{6}$$

$$\sigma(D_i) = \frac{D_{pess} - D_{opt}}{6}$$

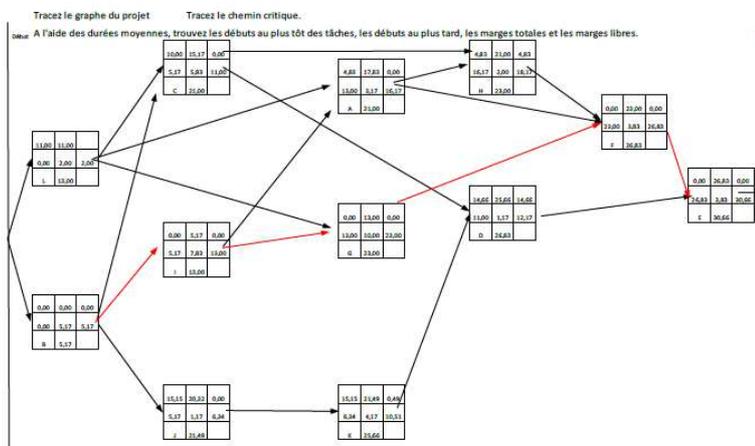
$$Var(D_i) = \sigma^2(D_i)$$

## Elaboration de l'échéancier



### Méthode PERT probabilisée

✓ Exemple:



## Elaboration de l'échéancier



### Méthode PERT probabilisée

✓ Exemple: Calcul de la probabilité que ce projet soit terminé en 32 jours.

Variance du projet = **2,44**  
 Ecart type du projet = **1,56**  
 changement de variable :  $(32-30,66)/1,56 = \mathbf{0,86}$

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-t^2/2} dt.$$

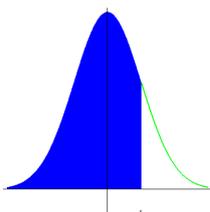
## Elaboration de l'échéancier



### Méthode PERT probabilisée

✓ Exemple:

La probabilité que la durée du projet soit de 32 jours = **80,51%**



	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7703	0.7734	0.7764	0.7793	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8906	0.8925	0.8943	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9986	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998
3.6	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.7	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.8	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

# Elaboration de l'échéancier



## Méthode PERT probabilisée

✓ Exemple: Calcul de la durée du projet avec une probabilité de 90 %

Selon le tableau de la loi normale nous avons:

$$(D-30,66)/1,56 = 1,28$$

Donc **D = 32,66**

	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5236	0.5276	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5949	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7703	0.7734	0.7764	0.7793	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8189	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8943	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9985	0.9986
3.0	0.9986	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998
3.6	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.7	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.8	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

## Exercice d'application

PERT probabilisé





1. Représentez le graphe ci-dessous.
2. Calculez la durée moyenne du projet.
3. Trouvez la probabilité pour que ce projet soit terminé en 32 jours (on considère que le nombre de tâches est très grand).
4. Déterminez la durée avec une probabilité de 98%.
5. Les durées de la tâche H sont modifiées. Des informations plus précises indiquent que la moyenne est 9 et l'écart type 5. Cette modification a-t-elle des conséquences sur les résultats des questions 3 et 4 ?

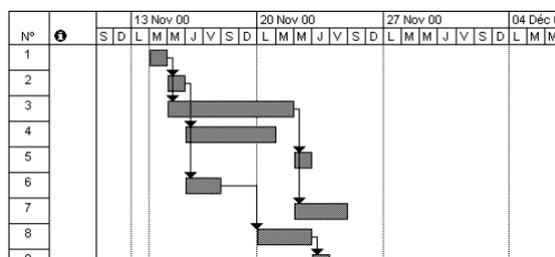
Tâches	Antéc.	Durées			Moyenne	écart-type	variance
		Optimiste	Plus prob.	Pessimiste			
A	F, E	1	2	3			
B	A, G	1	3	5			
C	B	1	3	4			
D	E	12	13	14			
E	J	3	5	8			
F	I, J	2	6	8			
G	H	7	8	10			
H	I	6	9	12			
I	L	1	2	3			
J	L, K	4	5	6			
K	.....	3	6	9			
L	.....	1	3	5			



## Elaboration de l'échéancier

### Diagramme de Gantt

- ✓ C'est une représentation très pratique et très utilisée.
- ✓ Les tâches ou activités sont ordonnées sur une échelle de temps en fonction des antériorités entre les tâches, de la disponibilité des moyens matériels...



- ✓ Les tâches sont représentées par des "barres" dont la longueur correspond à la durée.
- ✓ Sur ce diagramme dit "fléché" les liens d'antériorité entre les tâches sont représentés par des flèches.

## Elaboration de l'échéancier



### Diagramme de Gantt

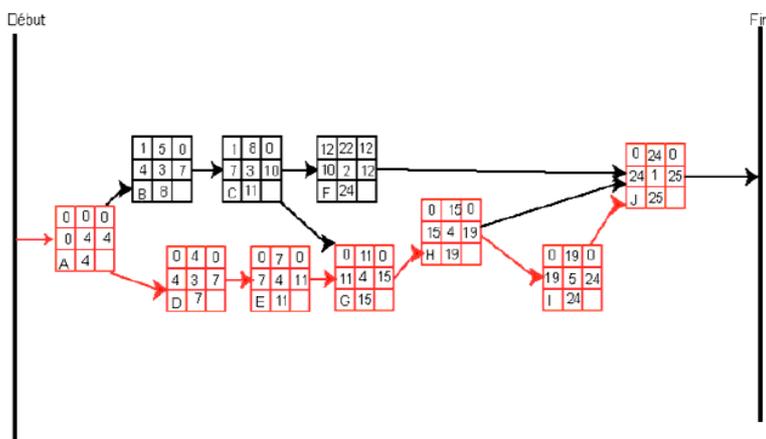
- ✓ Ce diagramme (ou planning) présente un certain nombre d'avantages :
  - ✓ lecture simple et accessible à tous.
  - ✓ le suivi peut s'effectuer facilement lors du déroulement du projet en comparant les dates prévues et les dates réelles.
  - ✓ les dates de début et de fin de chaque tâche sont lues directement sur l'échelle de temps.
  - ✓ il permet en affectant les ressources aux tâches d'établir le plan de charge.
- ✓ Par contre il possède un désavantage important:
  - ✓ pas de mise en évidence des relations d'antériorité existant entre les tâches

## Elaboration de l'échéancier



### Diagramme de Gantt

- ✓ Exemple:  
Prenons l'exemple de l'évènement suivant représenté par le diagramme P.E.R.T.:



## Elaboration de l'échéancier

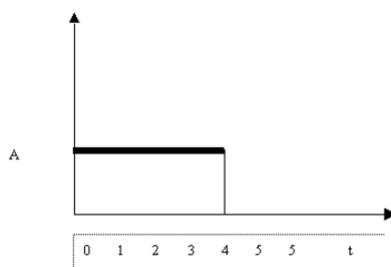


### Diagramme de Gantt

✓ Exemple:

Pour réaliser le diagramme de Gantt au plus tôt il suffit de reporter pour chaque tâche, sur un diagramme avec une échelle de temps des barres dont la longueur est proportionnelle à la durée et dont le début de la barre coïncide avec la date de début au plus tôt.

Pour la tâche A elle a une durée de 4 jours son début au plus tôt est 0.



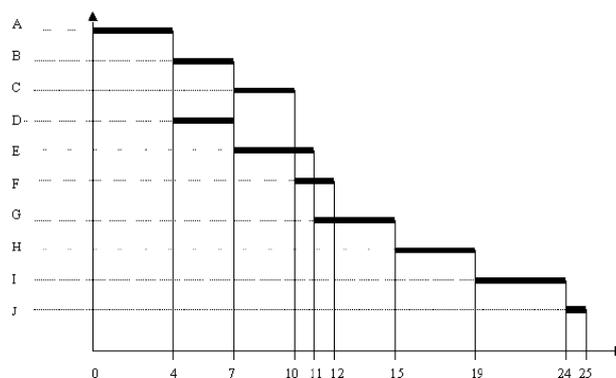
## Elaboration de l'échéancier



### Diagramme de Gantt

✓ Exemple:

Pour l'ensemble du Projet le diagramme de Gantt sera :



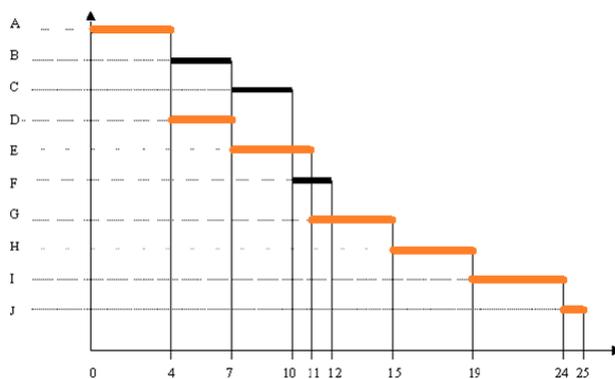
## Elaboration de l'échéancier



### Diagramme de Gantt

✓ Exemple:

Le chemin critique :



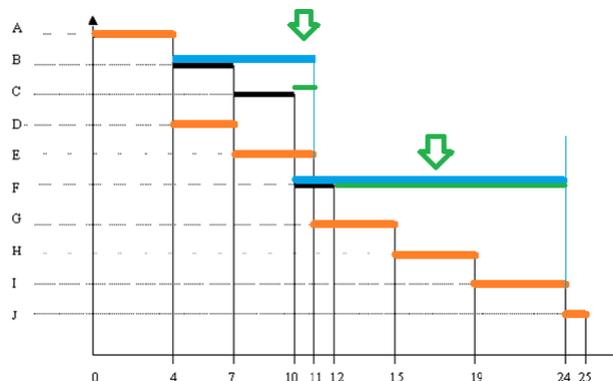
## Elaboration de l'échéancier



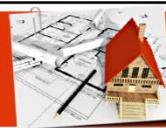
### Diagramme de Gantt

✓ Exemple:

Marges libres :



## Elaboration de l'échéancier



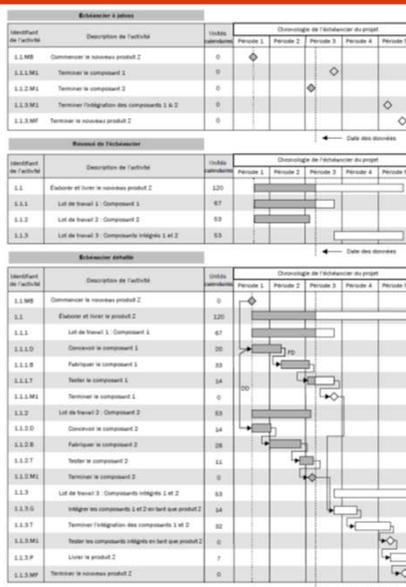
### Diagramme de Gantt

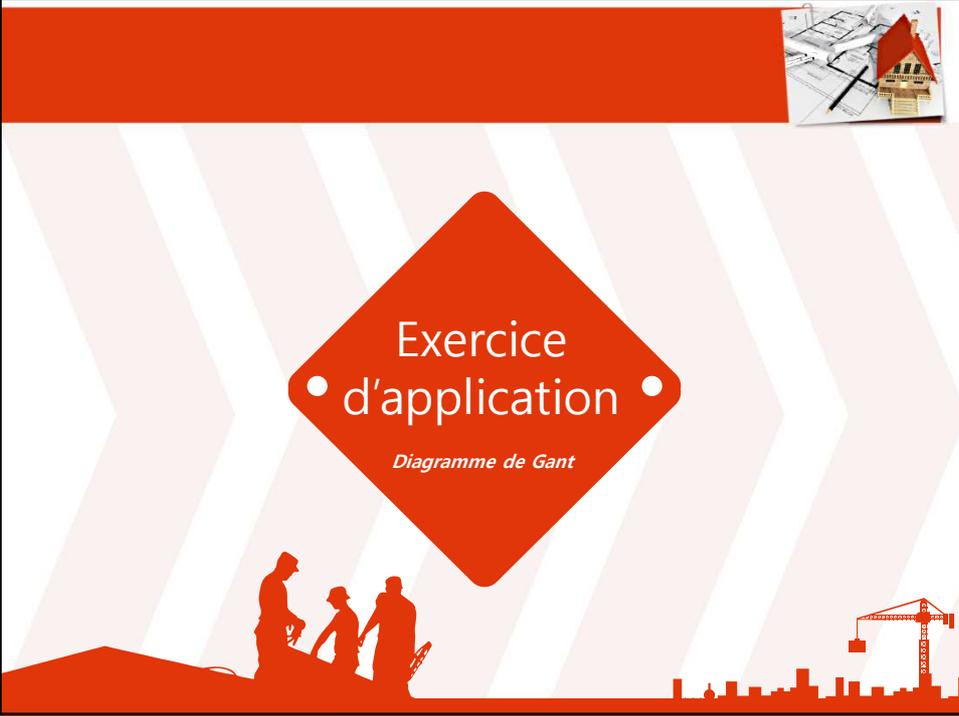
- ✓ Rôle de MS Project en tant qu'outil d'aide à la gestion de projet
  - ✓ Outil de gestion
    - ✓ Aide à la gestion des délais
    - ✓ Aide à la gestion des coûts
    - ✓ Aide à la gestion des ressources
    - ✓ Aide à la gestion des achats
  - ✓ Outil d'analyse et d'aide à la prise de décision
    - ✓ Aide à l'analyse de la performance
    - ✓ Aide à l'analyse de scénarios
  - ✓ Outil de communication
    - ✓ Aide à la gestion de la communication

## Elaboration de l'échéancier

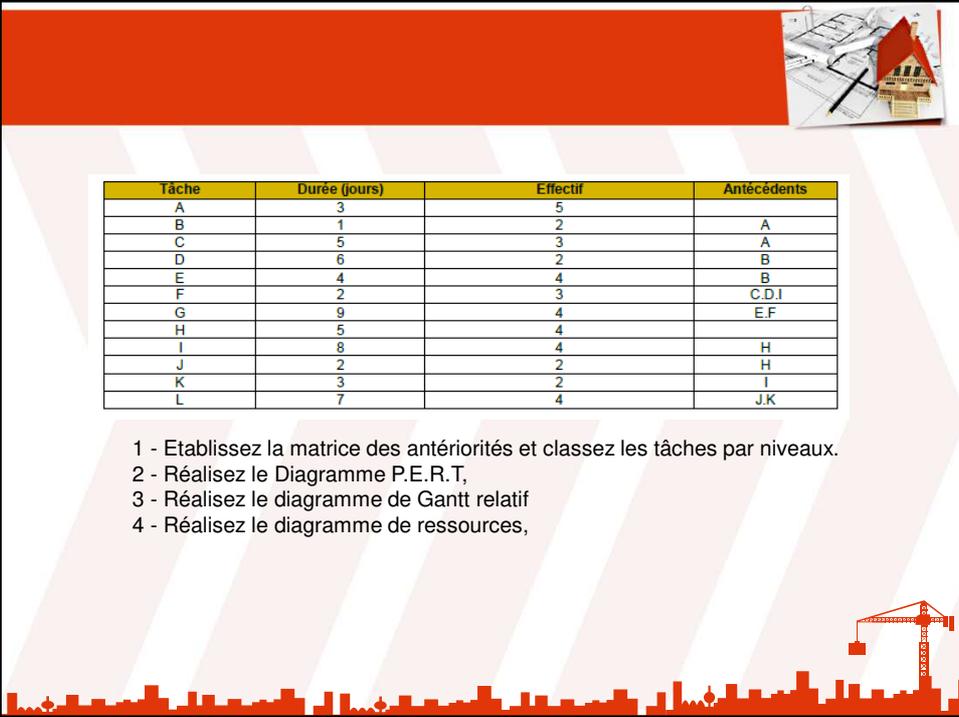


### Diagramme de Gantt






  
**Exercice  
d'application**
  
*Diagramme de Gant*



Tâche	Durée (jours)	Effectif	Antécédents
A	3	5	
B	1	2	A
C	5	3	A
D	6	2	B
E	4	4	B
F	2	3	C,D,I
G	9	4	E,F
H	5	4	
I	8	4	H
J	2	2	H
K	3	2	I
L	7	4	JK

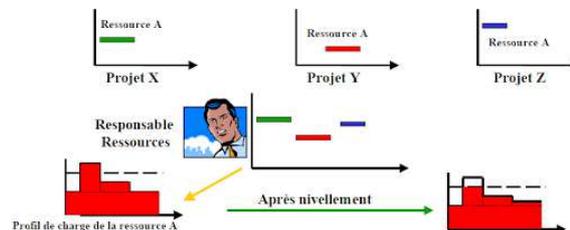
- 1 - Etablissez la matrice des antécédents et classez les tâches par niveaux.
- 2 - Réalisez le Diagramme P.E.R.T,
- 3 - Réalisez le diagramme de Gantt relatif
- 4 - Réalisez le diagramme de ressources,

## Techniques d'optimisation des ressources



### Nivellement des ressources

- ✓ Technique par laquelle les dates de début et de fin sont ajustées en fonction des contraintes de ressources, dans le but d'assurer l'équilibre entre la demande de ressources et leur disponibilité.
- ✓ Le nivellement des ressources peut être appliqué lorsque les ressources partagées, ou de nécessité critique, ne sont disponibles qu'à certaines périodes ou en quantités limitées, ou sont sur-allouées, ce qui serait le cas d'une ressource attribuée à deux ou à plusieurs activités pendant la même période de temps.



## Techniques d'optimisation des ressources



### Lissage des ressources

- ✓ Technique permettant d'ajuster les activités d'un modèle d'échéancier de telle sorte que les demandes de ressources pour le projet ne dépassent pas certaines limites de ressources prédéfinies. Dans ce cas, et contrairement au nivellement des ressources, **le chemin critique du projet n'est pas affecté**, et la date de fin du projet n'est pas nécessairement retardée.
- ✓ En d'autres termes, les activités ne peuvent être retardées que dans la limite de leur marge libre et de leur marge totale. Pour cette raison, il est possible que le lissage des ressources ne puisse pas optimiser toutes les ressources.