

Mode d'emploi du document

Il est conseillé de consulter ce document interactif à l'écran. Plusieurs types d'affichage sont disponibles dans le menu «Affichage » d'Acrobat Reader.

Désignation des boutons :

 Exercice signifie que l'énoncé d'un exercice est disponible,

 Solution signifie que la solution de cet exercice est disponible,

 Retour renvoie sur la ligne directrice du cours.

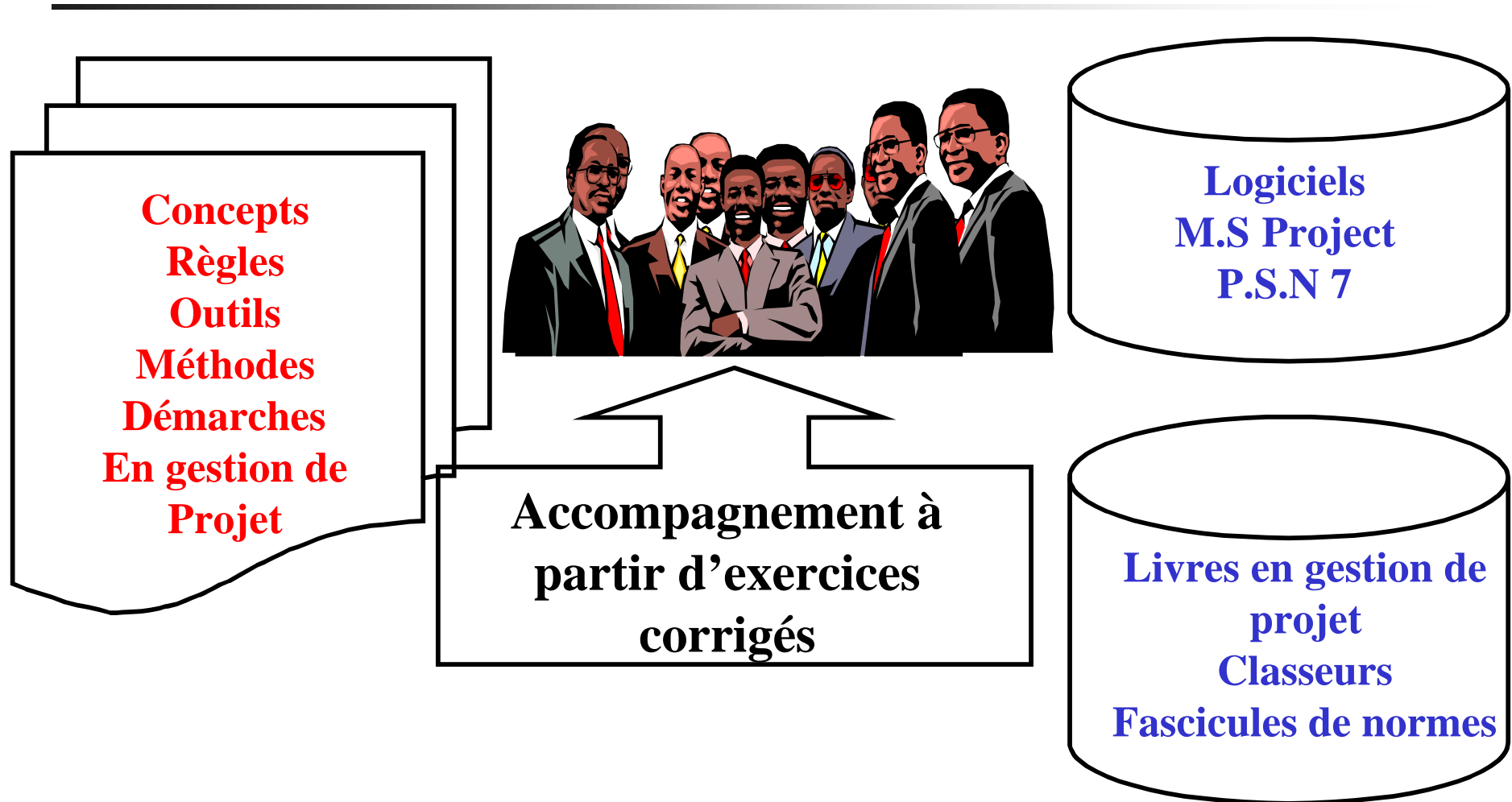
Les mots en **vert** sont des liens qui envoient vers la partie concernée.

Planification Opérationnelle de Projets

MODULE 1

Jean RENAUD ENSGSI - INPL

Programme Pédagogique du Module 1 en Gestion de Projet



Programme Pédagogique du Module 1 en Gestion de Projet

L'objectif de ce cours est de doter les stagiaires ou étudiants d'outils et de méthodes de planification opérationnelle de projet comme le PERT ou «Potentiel – Etapes», la méthode des antécédents ou «Potentiel – Tâches» et le GANTT avec toutes ses variantes. Ce module est construit à partir du cours de Jean RENAUD, Maître de Conférences à l'ENSGSI de NANCY et des exercices préparant à la certification professionnelle de l'AFITEP et informations issus des documents rédigés par les auteurs de l'AFITEP, dont Marcel MINANA.

Tous les aspects principaux de la planification opérationnelle de projet sont présentés à partir d'exemples et d'exercices à rédiger.

Ce module permet d'acquérir les principaux concepts du module «Planification opérationnelle de projet» de certification professionnelle proposée par l'AFITEP.

SOMMAIRE

Introduction

- Le projet, les acteurs du projet, les phases du projet,...

Planification du Projet

- L'Organigramme du Projet (WBS, OBS, RBS, PBS,...)
- Le lot de travail
- Le réseau PERT ou «Potentiel - Etapes»
- La méthode des Antécédents ou «Potentiel - Tâches»
- Dates au plus tôt et plus tard, marges libres, totales, chemin critique,...
- Les différents diagrammes GANTT
- PERT - Charges, lissage et nivellement des ressources
- Le PERT coût

Le PROJET

Une définition

« Un projet se définit comme une démarche spécifique qui permet de structurer méthodiquement et progressivement une réalité à venir »

Selon la norme

« Le projet est défini et mis en œuvre pour élaborer une réponse au besoin d'un client ou d'une clientèle, d'un utilisateur et implique un Objectif – Résultat et des actions à entreprendre avec des ressources données »

Les caractéristiques d'un PROJET

Il est caractérisé par :

- La satisfaction d'un besoin spécifique d'un client ou d'un Maître d'Oeuvre pour un prix engagé et respecté,
- Un délai, un début et une fin déterminés par le client et accepté par le Maître d'Ouvrage
- Son unicité, son autonomie
- Son degré d'innovation, technique, social, géographique,...
- Des modifications en cours et par son bilan global.

Les Normes AFNOR en Management de PROJET

- Les 35 critères de gestion du Department of Defense
- X 50-105 : Les concepts du management et de la gestion de projet
- X 50-106 _ : Définitions des termes de la gestion de projet
- X 50-107 : Système de certification du personnel en maîtrise de projet
- X 50-108 : Liens contractuels - Vocabulaire
- X 50-109 : Modélisation graphique d'actions comme outil de communication
- X 50-901 : Guide à l'usage des industriels développant un produit innovant
- ISO 10 006 : Les différents éléments des processus du management de projet
- X 50-321 : Maîtrise des délais

Des auteurs ont repris en partie ces normes dans de nombreux
livres ou ouvrages

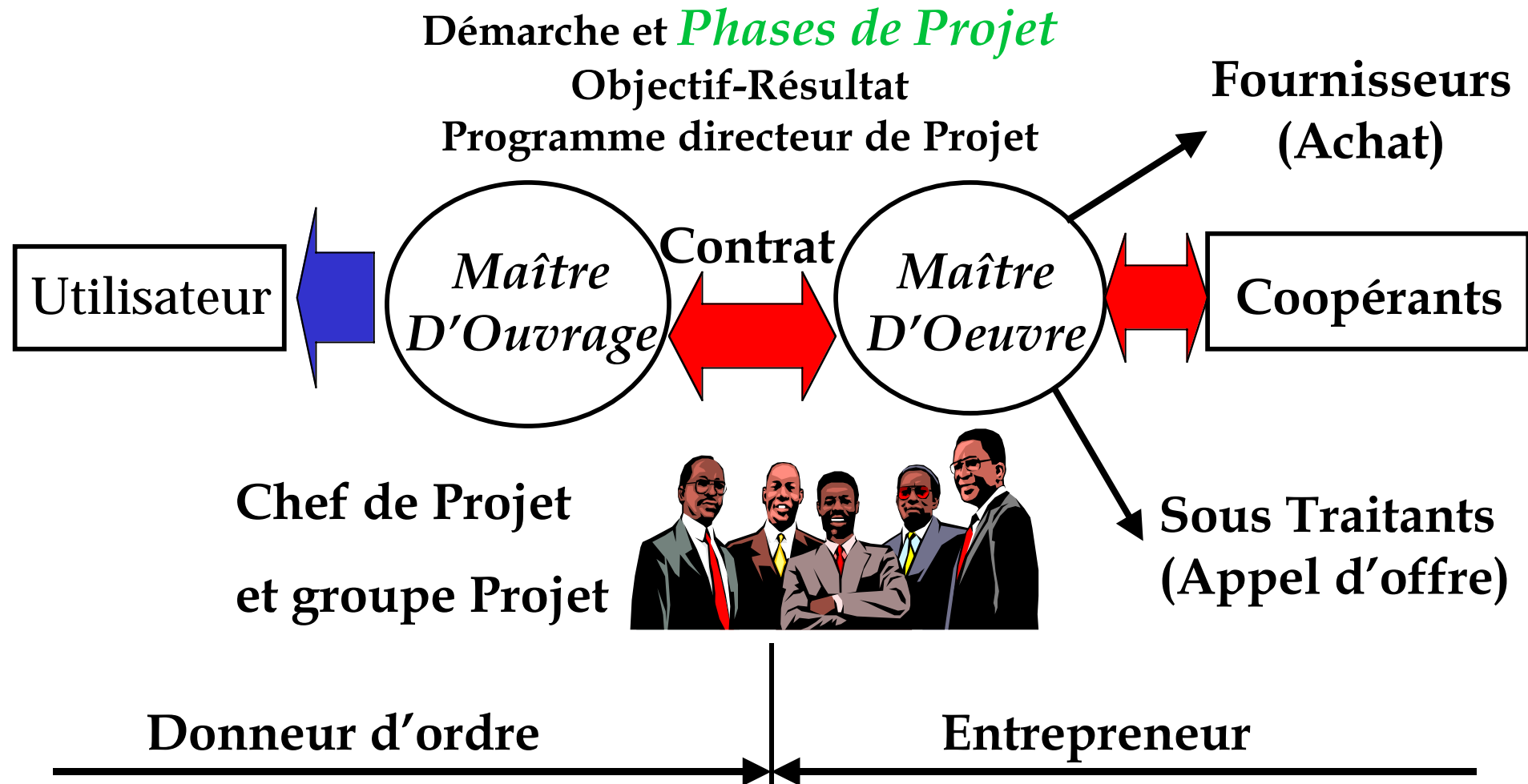
Les livres et ouvrages en Management de PROJET

- **M. MINANA « Conduite de projets – la planification Vol 1 et 2 » Collection à savoir – Afnor 1997.**
- **C. VILLEMAIN « La planification opérationnelle – objectifs, méthodes et métiers de la planification de projet » Collection Afnor Gestion 1991.**
- **D. LOCK « Project Management » Fifth Edition Gower 1994.**
- **N. MICHAEL, C.BURTON « Basic Project Management » Professional Improvement Series 1993.**
- **H. PROVOST « La conduite de Projet – De la conception à l’exploitation des réalisations industrielles » Editions TECHNIP 1994.**
- **AFITEP « Le management de Projet – Principes et pratique » - Editions Afnor Gestion.**
- **P. POGGIOLI «Pratique de la méthode PERT» Les éditions d’organisation**
- **Ch. A.VILLEMAIN, N. le BORGNE « Méthode de planification d’ensembles par réseaux linéaires »**
- **G. HARAN « Méthode PERT – Gestion et ordonnancement de projets par la méthode du chemin critique » Editions Eyrolles.**

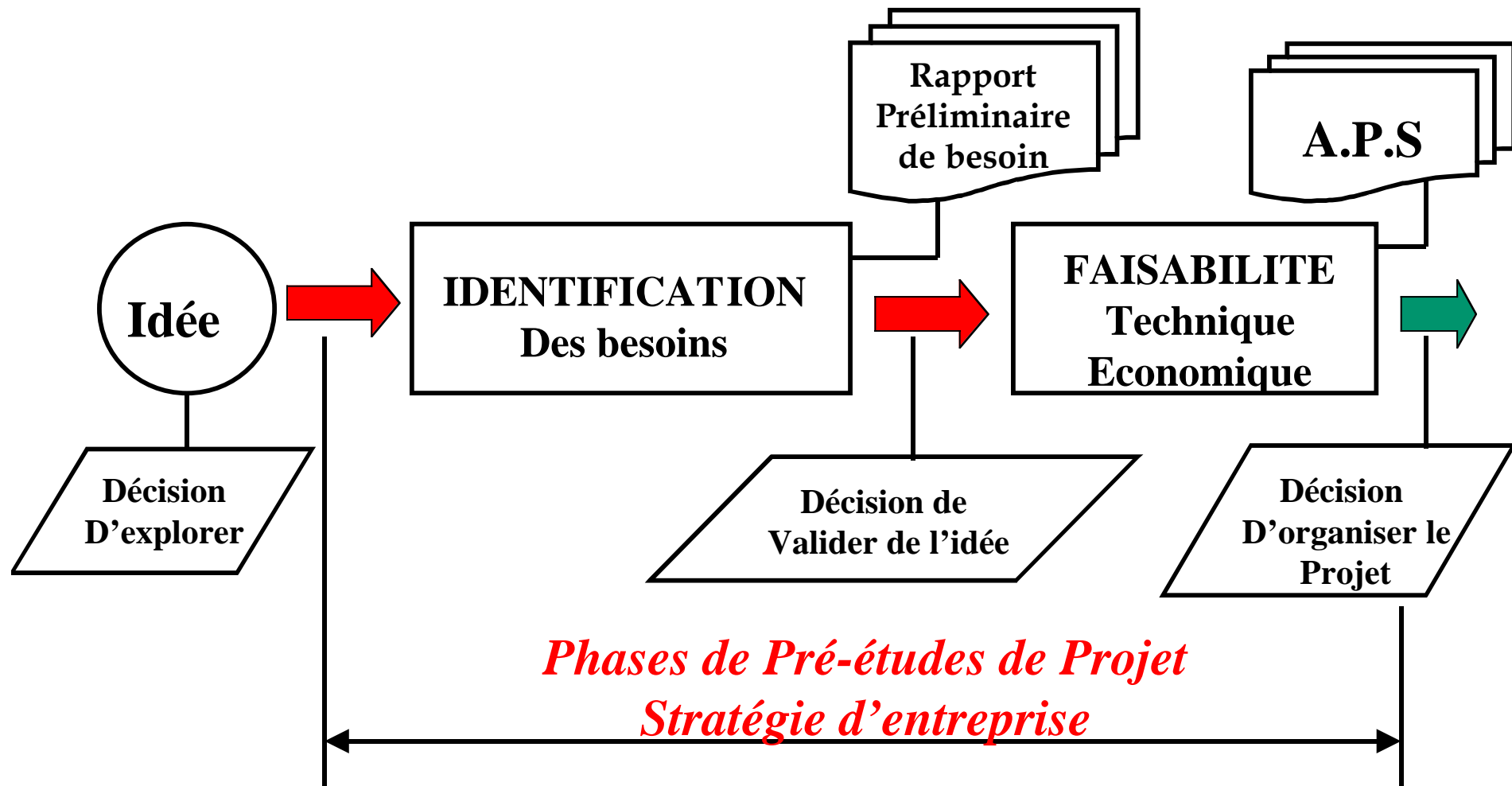
Les différents types de PROJET

- *Les projets industriels* destinés à produire un bien de consommation (Production de masse ou en série)
- *Les projets de développement d'un prototype* qui sera ensuite réalisé en série (aérospatiale, construction automobile)
- *Les projets de type « Infrastructure », le plus souvent publics : route, ligne électrique, ...*
- *Les projets organisationnels internes ou externes : modification d'une structure, développement interne, projet socio-éducatif*
- *Les projets logiciels qui présentent des points communs mais qui tendent à constituer une catégorie spécifique*

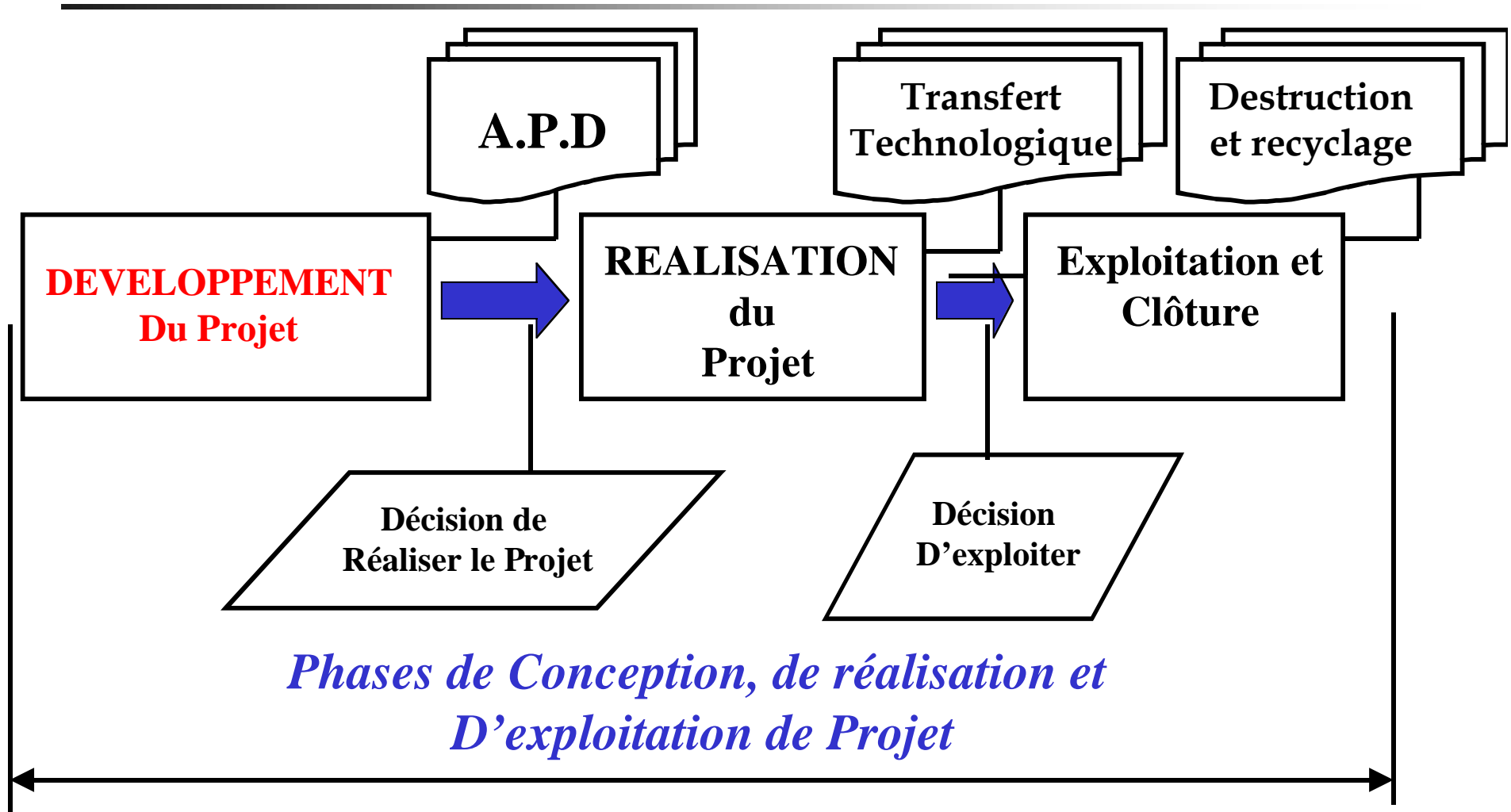
Les Acteurs de PROJET



Les Phases de Pré-études de PROJET



Les Phases de Conception et d'exploitation de PROJET



La Planification de PROJET

Discipline ayant pour objectif de positionner les activités ou tâches d'un projet les unes par rapport aux autres. D'après l'AFITEP, d'une manière générale, la planification a pour objet de prévoir, suivre et maîtriser la réalisation d'un ouvrage en délais et en coût.

PLANIFICATEUR c'est :

- **Cerner les ouvrages, le but à atteindre,**
- **Définir les objectifs d'action,**
- **Définir les activités, tâches à accomplir,**
- **Estimer les moyens et les durées de chaque activité,**
- **Tenir le calendrier (délai final).**

Un ensemble de *termes* complètent ces éléments de définition de la planification

La Planification de PROJET

Termes de la maîtrise des délais

Termes à connaître en gestion de projet
(Ces termes sont repris dans le dictionnaire de Gestion de Projet proposé par l'AFITEP –
Edition AFNOR)

Activité	Etape clé, borne, ...	Nivellement
Aitiographie	Gantt, fléché,...	Nœud
Antécédent	Hamac	Objectif de projet
Chemin critique	Intervalle	Retard
Codification	Jalons	Successeur
Contrainte de tâche	Liaisons	Budget à date
Date, début, fin	Ligne isochrone, référence	Budget initial
Découpage	Lissage	Ligne budgétaire
Délai	Lissage de réseau	
Diagrammes	Marge libre ou totale	
Estimation d'une tâche	Méthode de planification	

L'Organigramme des Tâches de PROJET ou (Work Breakdown Structure - WBS)

- *L'Organigramme des Tâches consiste à prévoir toutes les activités ou tâches et moyens nécessaires au bon déroulement du projet en fonction des exigences et spécifications du besoin*
- *L'Organigramme des Tâches (appelé Work Breakdown Structure – WBS) est le découpage hiérarchisé et arborescent de l'œuvre en éléments plus faciles à analyser et à maîtriser, appelés **Lot de Travail** (AFITEP) ou tâches.*
- **Le WBS permet de construire le PROGRAMME de REALISATION, les Lignes Budgétaires, le PLAN QUALITE,... du PROJET.**
- **Pour construire le WBS, il est important de prendre en compte l'Organigramme Technique et Fonctionnel de l'œuvre ou du produit et *l'Organigramme Fonctionnelle de l'entreprise*.**
- **Le WBS doit répondre à quatre questions : quoi faire (PBS – Product Breakdown Structure)?, comment faire (WBS)?, pourquoi faire (OF – Organigramme fonctionnel du produit)? et qui le faire (OBS – Organization Breakdown Structure).**

Construction de l'Organigramme des tâches de PROJET (Work Breakdown Structure)

Opération qui consiste à décomposer l'ouvrage ou l'œuvre en éléments plus faciles à ESTIMER, à REALISER et à MAÎTRISER.

Quelques conseils pour la Construction d'un Organigramme des Tâches

- 1- L'élaboration du WBS est progressive et s'effectue sous la responsabilité du chef de projet et avec l'équipe projet**
- 2- Se fait dès les premières phases de développement de Projet**
- 3- Les différents intervenants précisent le niveau de détail à atteindre dans le WBS**
- 4- La décomposition se fait d'une manière arborescente, ordonnée et exhaustive**
- 5- La décomposition se fait jusqu'au lot de travaux (visibilité, maîtrise des délais et des coûts)**
- 6- L'approche fonctionnelle du produit et l'organisation de l'entreprise contribuent à la construction du WBS**
- 7- Le WBS doit être stable tout au long du déroulement de la réalisation du projet**

Les différentes Organisations Fonctionnelles d'entreprise

A- Projet avec FACILITATEUR – Responsable des projets – sert de rouage au déroulement du projet. Aucun contrôle sur l'utilisation des ressources.

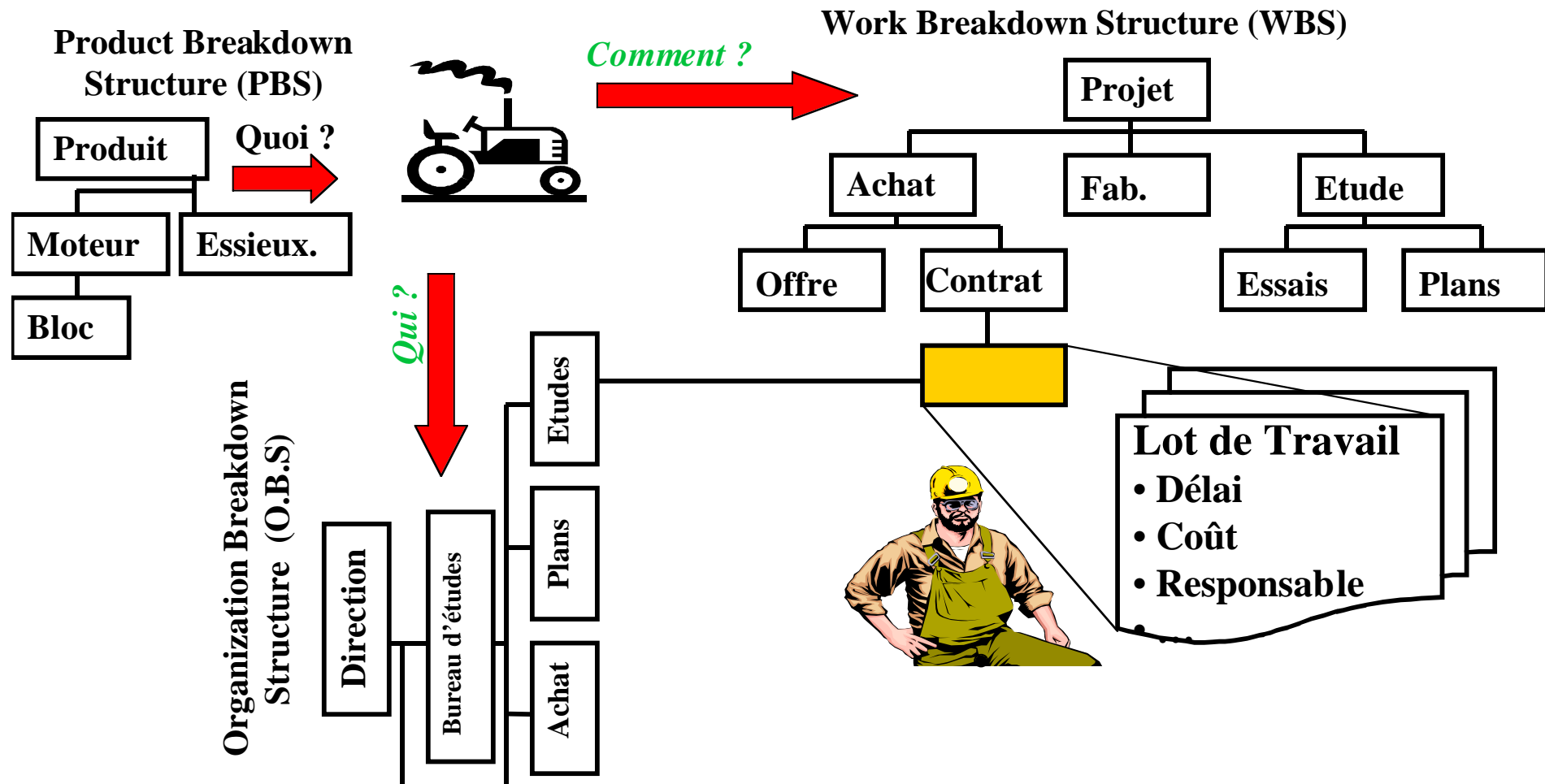
Utilisation : enjeux très faible et communication parfaite

B- Projet avec COORDONNATEUR – Pas d'autorité hiérarchique sur le personnel concernant le projet, seulement fonctionnelle. Il peut prendre des décisions financières, procédures, délais,..., et peut les faire appliquer.

C- Projet en «TASK-FORCE» - Le chef de projet a la responsabilité complète du projet

D- Projet MATRICIEL – Le chef de projet planifie, organise, contrôle l'activité du personnel sur le projet seulement dans le cadre du projet dont il a la responsabilité. Il est responsable des ressources.

Construction de l'Organigramme des Tâches de PROJET (Work Breakdown Structure)



Relations entre le Work Breakdown Structure (WBS) et l'Organization Breakdown Structure (OBS)

		Bureau d'études			Service achats			Contrôle		Travaux		
		Calqueur	Petites études	Projeteur	Devis	Commande	Réception	Magasin	Service qualité	Service essais	Métre	Préparation
O.B.S Qui ?	Employés											
W.B.S Comment ?	Tâches et activités											
	82. Etudes des plans		X									
	83. Schématisation	X	X									
	84. Fondations murs										X	X
	85. Achat des M.P					X	X	X				
	85. Essais et contrôle								X	X		
	86. Montage et contrôle						X					

Relations entre le Work Breakdown Structure (WBS) et le Product Breakdown Structure (PBS)

W.B.S Comment ? Tâches et activités	Eléments	Moteur			Carrosserie				Essieux		Chassis	
		Bloc moteur	Radiateur	Carburateur	Ailes	Jupe	Capot	Coffre	Freins	Roues	Longerons	Traverses
P.B.S Quoi ?												
82. Etudes des plans		X	X		X	X						
83. Schématisation		X	X									
84. Fondations murs					X					X	X	
85. Achat des M.P							X					
85. Essais et contrôle			X					X	X			
86. Montage et contrôle						X						

Découpage d'un Grand Projet en sous-projets

Les petits projets sont gérés généralement par un seul organisme. Si le projet devient important, plusieurs organismes vont gérer le projet sous couvert du maître d'œuvre, appelé architecte industriel. Celui-ci coordonnera les différents contractants. Pour cela un ensemble de documents et contrats équivalents s'articulent selon l'organisation industrielle.

ARCHITECTE INDUSTRIEL : chargé de gérer toutes les tâches dites « d'ingénierie » du système, de l'œuvre ou du produit. Il a en charge de :

- définir l'architecte général et d'élaborer un plan de développement global des sous-projets
- spécifier les interfaces entre les différents sous-ensembles ou sous-projets
- réaliser l'intégration du système ou du grand projet complet
- effectuer les mises au point et les contrôles de flux

Chaque contractant met en place une structure de sous-projet (réunion de travail, revues de projet, système de communication, tableaux de bord, état d'avancement des travaux, ...).

L'Organigramme des Tâches de PROJET - Exercice 1

ENONCE : Une société G envisage de déménager et d'installer son parc machines dans son futur centre de production. Pour cela elle désire acquérir deux machines neuves (automatisation à concevoir) et modifier Quatre machines existantes (étude à faire). Une formation pour les machines neuves est envisagée. Une documentation est prévue pour les deux sortes de machines, neuves et anciennes.

QUESTION :

- Proposer une décomposition de ce projet de type W.B.S
- Expliquer le type d'organisation d'entreprise vous utilisez

L'Organigramme des Tâches de PROJET - Exercice 1 - Corrigé

REPONSE Possible

L'Organigramme des Tâches de PROJET - Exercice 2

ENONCE (d'après J. Martin – AFITEP) : L'imprimeur J.P envisage de transférer l'usine familiale devenue trop exigüe, dans un nouveau site. A la suite de contacts préalables avec le fournisseur M, il choisit le modèle de sa nouvelle machine à imprimer.

Il a acquis un terrain, et a fait un croquis de bâtiment correspondant à ses besoins, en 3 ateliers, les stockages amont et les expéditions. Les bureaux sont situés dans le même bâtiment, mais ont des aménagements intérieurs particuliers pour les traitements informatisés et graphiques des produits. La nouvelle machine sera installée dans l'un des ateliers. Les machines et matériels existants seront transférés de l'usine actuelle, ainsi que équipements de bureau. Il est impératif que le transfert se fasse en une seule fois. C'est l'entreprise TRANS qui sera chargée. Jean PRIME s'adresse au bureau d'études BURET pour les avant-projets et pour l'établissement des marchés. Après consultation, il retient l'entreprise générale ENGEN pour la réalisation du bâtiment. Avant de se lancer dans la réalisation, il établit un planning. Le problème consiste à examiner les simulations pour optimiser le délai, puis à contrôler l'avancement. Les données correspondent au planning avant optimisation.

Question : Représenter l'organigramme des tâches, niveau par niveau.

L'Organigramme des Tâches de PROJET - Exercice 2 - Corrigé

REPONSE

Une proposition de décomposition est proposée par l'auteur. Trois livrables et les différents de lots de travail associés.

Organigramme des tâches

M Ensemble imprimerie

M1 Etudes

M2 production

N Bureaux

O Atelier

O1 Bâtiments

O2 Machine

L'Organigramme des Tâches de PROJET Exercice 3 (d'après J. Martin - AFITEP)

ENONCE : A partir de l'ensemble des activités ci-dessous, représenter l'Organigramme des Tâches (WBS) et donner une codification associée :

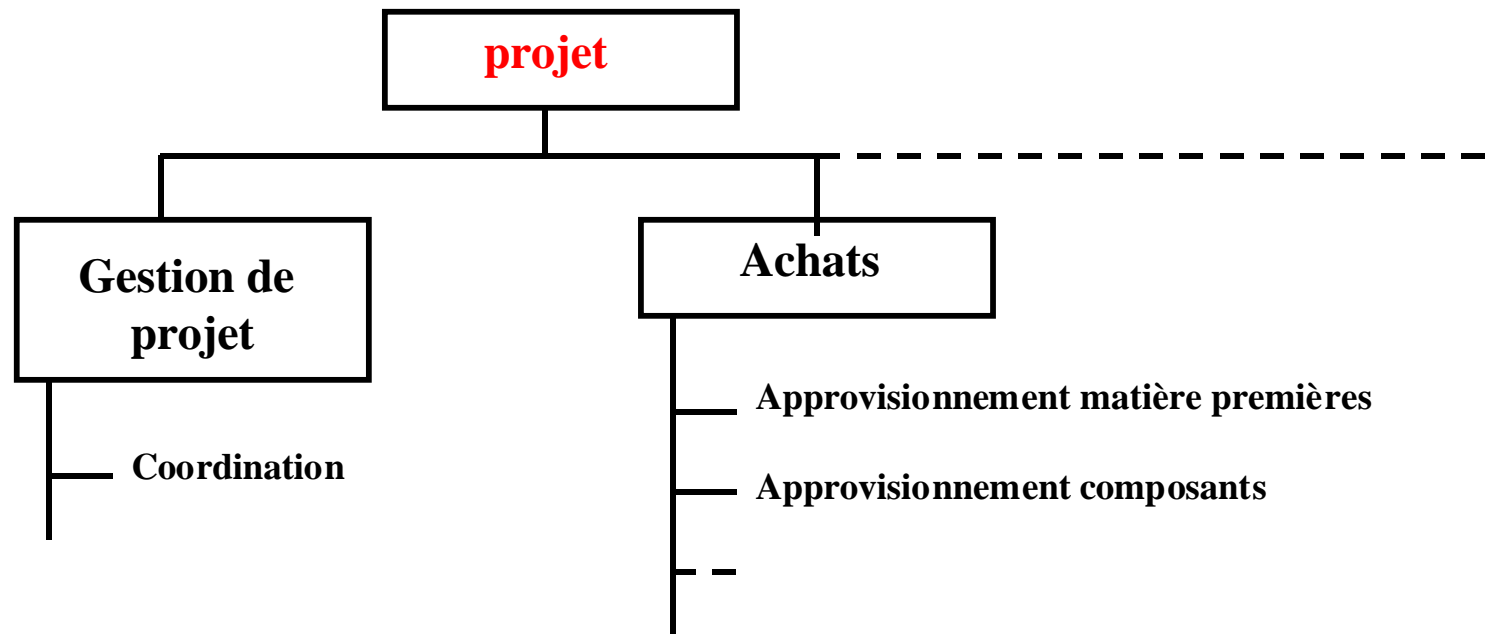
<i>N°</i>	<i>ACTIVITES</i>	<i>Responsabilités</i>
1	Cahier des charges	Etudes
2	Avant projet sommaire automatisme	Etudes
3	Avant projet sommaire mécanique	Etudes
4	Avant projet détaillé automatisme	Etudes
5	Spécifications techniques détaillés	Etudes
6	Réalisation des manuels	Etudes
7	Programmation	Etudes
8	Essais	Etudes
9	Approvisionnement	Achats
10	Approvisionnement	Achats
11	Réalisation des sous-ensemble	Prototypes

L'Organigramme des Tâches de PROJET - Exercice 3 - suite

<i>N°</i>	<i>ACTIVITES</i>	<i>Responsabilités</i>
12	Assemblage	Prototypes
13	Usinages	Prototypes
14	Montage	Prototypes
15	Assemblage final	Prototypes
16	Mise en service	Maintenance
17	Réception provisoire	Maintenance
18	Réception définitive	Maintenance
19	Coordination	Etudes

L'Organigramme des Tâches de PROJET - Exercice 3 - Corrigé

REPONSE proposée par l'auteur. La décomposition se fait à partir de 5 livrables qui sont : Etudes, Achats, Prototypes, Maintenance, Gestion de projet. Puis il s'agit de reporter dans chaque livrable les lots correspondants. Par exemple, début d'organigramme des tâches :



Le LOT de TRAVAUX

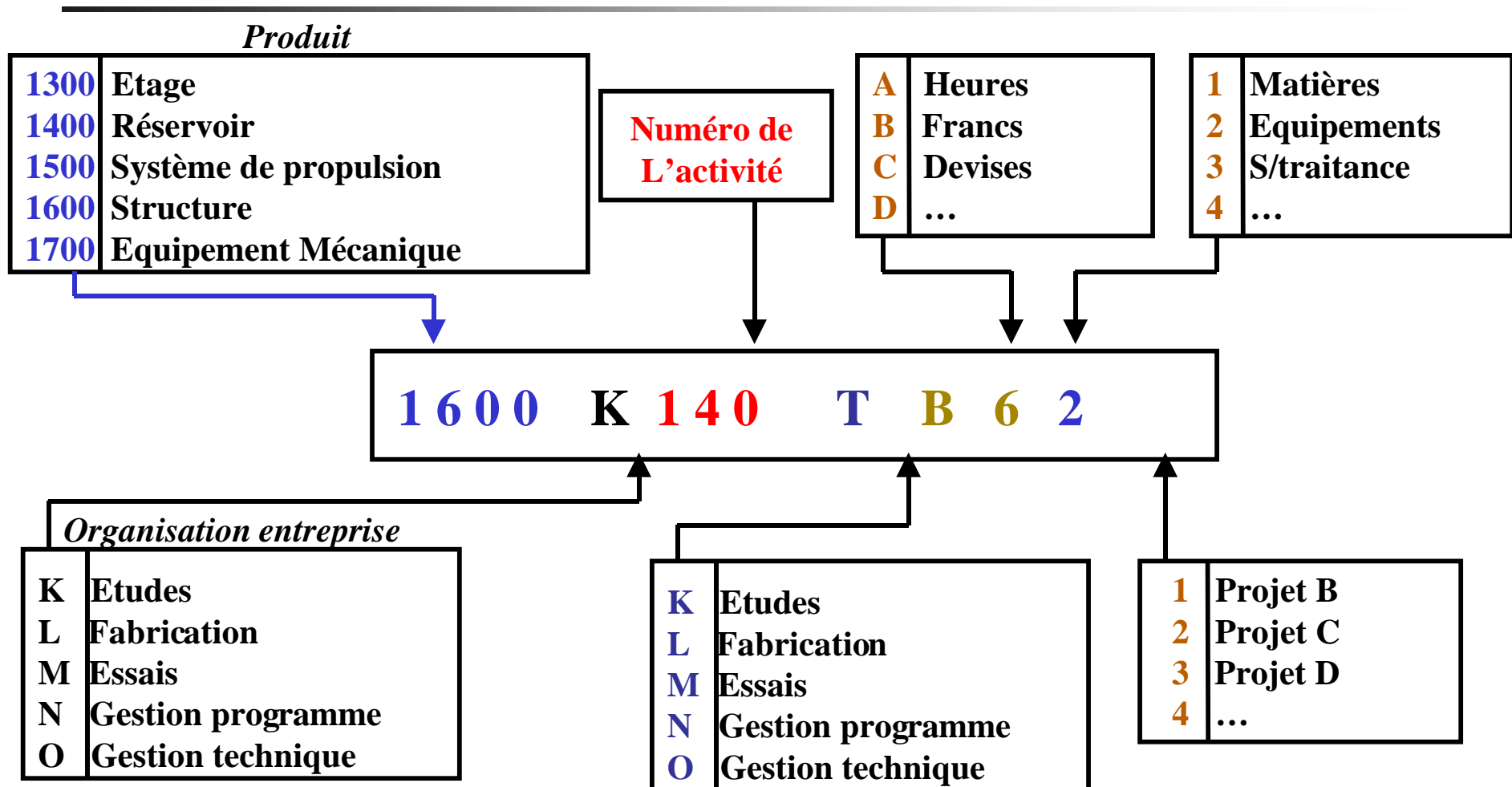
Le LOT de TRAVAUX ou Tâche est l'élément le plus détaillé apparaissant dans l'organigramme des tâches (WBS).

Le LOT de TRAVAUX est unique et est caractérisé par :

- 1- Par un même responsable ou un même réalisateur
- 2- Un résultat à obtenir (fourniture, travaux, documents,...)
- 3- Une même ligne de financement (budget alloué)
- 4- Un événement de début et de fin (en temps et en ressources)
- 5- Des entrées et des sorties identifiées (interfaces avec d'autres Lots Travaux)
- 6- Une appartenance qu'à une seule rubrique (Etudes, production,...)
- 7- Une description des travaux et des durées
- 8- Par une allocation en coût et en délai
- 9- Son autonomie, son **CODE** unique, ses ressources nécessaires (moyens matériels, humain, ...)

Le LOT de TRAVAUX

Exemple de codification (d'après document afitep)



Le LOT de TRAVAUX

Exercice 4

Question 1

A partir de la bibliographie, donner un exemple de fiche de lot ou de tâche comprenant, les coordonnées du projet, les ressources, les dates, description, références,...

Question 2

A partir de la bibliographie donner des exemples de codification de lots de travaux ou de tâche.

Le LOT de TRAVAUX

Exercice 4 - Corrigé

Réponse 1

Le lecteur proposera un type de fiche de tâche issue de la bibliographie (donner la source).

Réponse 2

Exemple de codification : A1A, A1B,

Les différents types de Réseaux

Parmi les méthodes par réseau on distingue :

A- celles de type « Potentiel-étapes » comme :

1- La **méthode PERT** (Programm of Evaluation and Review Technic) ou potentiel ou « Potentiel-Étapes » - Outil de visualisation du réseau logique des tâches (dates, marges,...)

2- La **méthode CPM** (Critical Path Method), idem au PERT mais affecté des coûts de réalisation, appelée PERT-COST ou *PERT-COÛT*

B- celles de type « Potentiel-tâches » comme:

3- La **méthode MP** (Méthode des potentiels) ou MPM (Méthode des Potentiels)

4- La **méthode des Antécédents PDM** (Precedence Diagram Method) ou MP (Méthode des potentiels)

C'est après l'organigramme des tâches, que l'on utilisera l'une des quatre méthodes pour réaliser le réseau, introduction des délais et calcul des dates, puis ajustement du planning aux objectifs fixés.

1- La Méthode PERT

(Program of Evaluation and Review Technique)

La méthode PERT créée par l'US Navy en 1950 (Program of Evaluation and Review Technic) s'appelle aussi « Potentiel-Etapes » - Outil de visualisation du réseau logique des *tâches* (dates, marges,...) et événements. Cette méthode peut être appelée :

- Arrow Diagram Method (méthode de diagramme fléché)
- Activity on Arc (activités représentées par des arcs)
- Program of Evaluation and Review Technique (technique d'établissement et de remise à jour des programmes)

Depuis 1900, on utilisait le célèbre diagramme de GANTT sur un tableau mural. Sa complexité de gestion a poussé les spécialistes en recherche opérationnelle à appliquer la théorie des graphes. Cette méthode n'utilise que des liaisons directes (fin, début) non explicitées.

2- La Méthode CPM (Critical Path Method)

La méthode CPM (Critical Path Method), méthode identique au PERT mais affecte les coûts de réalisation aux tâches concernées. Créée en 1954 par la société Du Pont de Nemours, cette méthode a été conçue en complément de la méthode PERT. Elle identique quant à sa définition et à son traitement des graphiques mais rajoute une relation coût/délai pour optimiser le coût du projet

Cette méthode est également appelée *PERT-COST*

La méthode, d'après les auteurs, suppose à tort une fonction directe entre le coût et le délai d'une tâche donnée. A cause de sa lourdeur de mise en œuvre, cette méthode a été abandonnée.

On utilise un diagramme PERT classique comme la méthode précédente et on y inscrit en plus le coût des tâches.

3- La Méthodes des Potentiels (ou MPM)

La méthode MP (Méthode des potentiels) ou MPM (Méthode des Potentiels Métra).

Créée en 1958 par M. B. ROY, cette méthode a été développée en parallèle avec la méthode PERT.

Comme la méthode PERT, elle ne peut s'appliquer qu'à un problème décomposable en tâches. L'inconvénient majeur de cette méthode est qu'elle ne prévoit que des liens entre les tâches du type « Début – Début). C'est à dire une tâche j suivant une tâche i dans le réseau ne peut commencer qu'après le début de la tâche i. C'est pour cette raison qu'il faut systématiquement mentionner le délai minimum qui doit s'écouler entre le début de l'activité précédente et le début de l'activité suivante. La notion d'antériorité est complètement absente dans cette méthode.

4- La Méthode des Antécédents (Precedente Diagram Method)

La *méthode des Antécédents* PDM (Precedence Diagram Method) ou MP (Méthode des potentiels) a été conçu pour corriger la méthode des potentiels vers 1958.

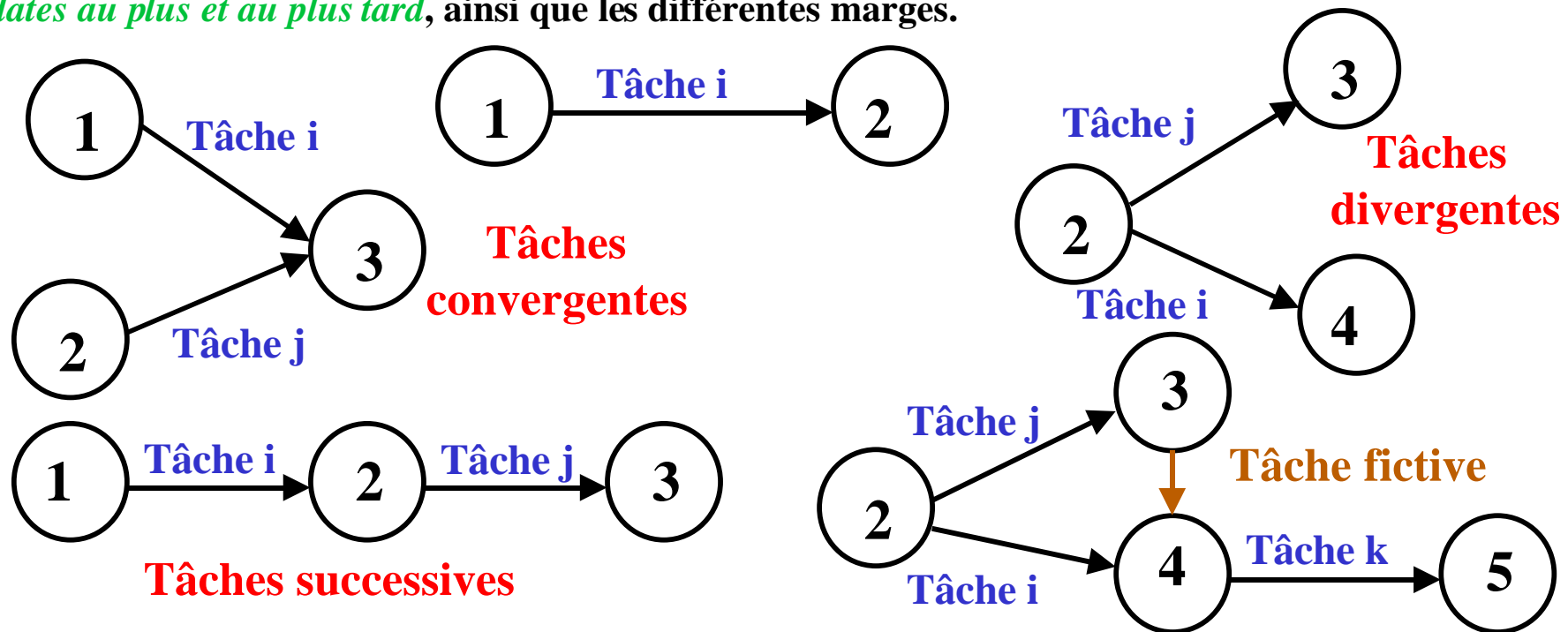
On arrive ainsi, avec la méthode des antécédents, à présenter un réseau logique aussi complet que le PERT. Elle intègre les différents types de liens entre les tâches comme :

- Début à Début (D-D)
- Fin à Début (F-D)
- Fin à Fin (F-F)
- Début à Fin (F-D)

La méthode des Antécédents offre la possibilité de faire chevaucher des activités par l'utilisation des différents types de liens auxquels on affecte un délai minimum à respecter qui peut être positif ou négatif.

Le Réseau PERT ou Potentiel – Etapes Construction des graphes partiels de base

Le **diagramme PERT**, matérialise l'enchaînement des différentes tâches qui constituent le projet. Pour le construire, il faut procéder par étapes en s'appuyant sur le tableau des antériorités. On peut utiliser les *graphes partiels* ou le *tableau des antériorités*. La construction des réseaux permet de calculer les *dates au plus et au plus tard*, ainsi que les différentes marges.



Le Réseau PERT ou Potentiel – Etapes

Les éléments du réseau

La TÂCHE ou ACTIVITE

Représentée par une flèche ou un arc dont la longueur n'a pas de signification temporelle, la tâche est identifiée par un code et se caractérise par sa *durée*

Les ETAPES ou EVENEMENTS

Elles marquent le début et la fin d'une tâche. L'étape de fin est en même temps l'étape de début des tâches suivantes. L'étape n'a pas de durée. Elle est généralement représentée par un cercle, appelé noeud.

Les TÂCHES FICTIVES

Elles sont représentées par une flèche en pointillée, elles servent à matérialiser des contraintes d'enchaînement.

Typologie des contraintes ou antériorités des tâches

Une TÂCHE ou ACTIVITE peut être définie comme suit :

Tâche T_i dépend de: {durée d_i , Ressource R_i , Contrainte C_i } + Niveau de qualité NQ_i

➡ **Contrainte d'ANTERIORITE**

$T_i < T_j$, la tâche T_i doit être effectuée avant la tâche T_j

➡ **Contrainte de LOCALISATION TEMPORELLE**

Une tâche T_i ne peut débuter avant la date imposée (ex : outillage non disponible avant cette date)

➡ **Contrainte CUMULATIVE**

La disponibilité des ressources n'est pas stockable (heures de travail ou d'équipement)

➡ **Contrainte DISJONCTIVES**

La non utilisation simultanée de deux tâches (T_i , T_j), comme l'utilisation d'un pont roulant pour des raisons de sécurité

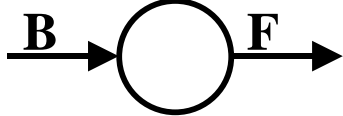
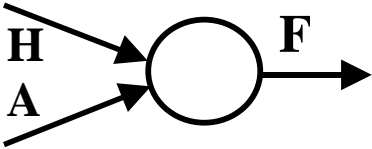
Construction du Réseau

1- La Méthode des graphes partiels

A partir d'un groupe de projet, il s'agit de construire le réseau PERT

- 1- Lister les différentes tâches du projet
- 2- Déterminer les tâches immédiatement *antérieures ou qui contiennent des contraintes d'antériorité*
- 3- Construire les graphes partiels
- 4- Construire le réseau PERT

Exemple de graphes partiels


Tâches	Tâches antérieures	Graphes
F	B	
C	A, H	

Construction du Réseau

2- Méthode des Antériorités

- 1- A partir du tableau des tâches et des antériorités, remplir la matrice des antériorités
- 2- Construire les niveaux du réseau
- 3- Construire le réseau

Exemple de matrice

Tâches	Antériorités		A	B	C	D	E	N1	N2	N3
A	/	A						0		
B	A	B	1					1	0	
C	A	C	1					1	0	
D	C	D			1			1	1	0
E	C, B	E		1	1			2	2	0
								A	B C	D E

Le Réseau PERT

Exercice 5 – selon P. Poggioli

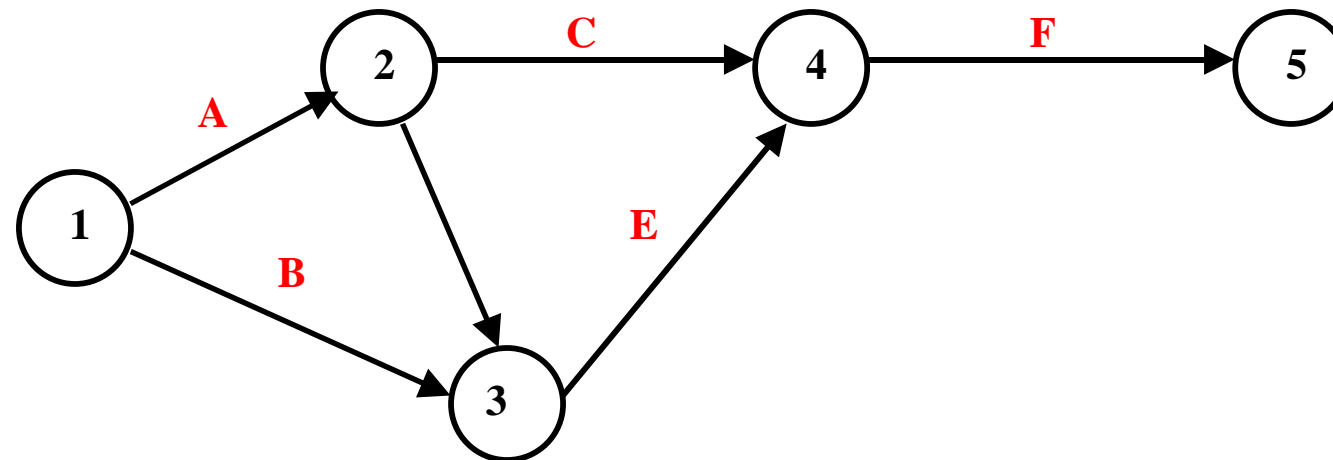
ENONCE : A partir des tâches suivantes et de leurs antériorités, tracer le réseau PERT ou Potentiel Etapes en précisant les tâches fictives, si elles existent. Utiliser l'une ou l'autre méthode.

Tâches	Tâches antérieures
A	/
B	/
C	A
D	A
E	D, B
F	C, E

Le Réseau PERT

Exercice 5 - Corrigé

REPONSE



Aucune difficulté majeure

Le Réseau PERT Evénement

Exercice 6

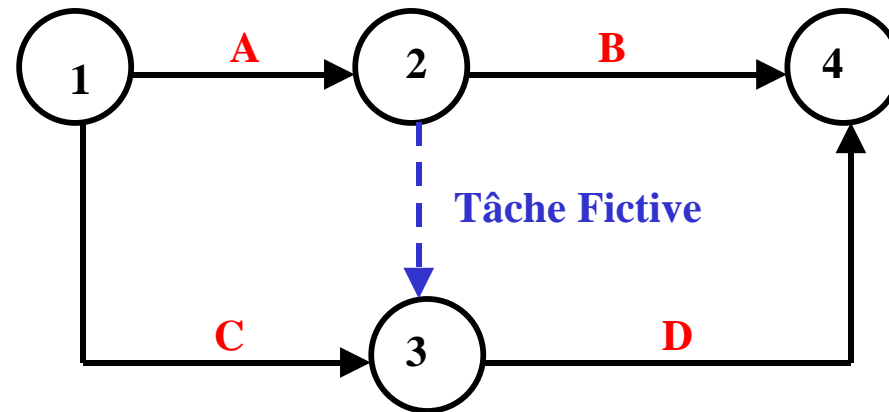
ENONCE : A partir des tâches suivantes et de leurs antériorités, tracer le réseau PERT Evénement en précisant les tâches fictives, si elles existent.

Tâches	Tâches antérieures
A	/
B	A
C	/
D	C, A

Le Réseau PERT Événement

Exercice 6 - Corrigé

REPONSE



Aucune difficulté majeure

Le Réseau PERT Evénements

Exercice 7

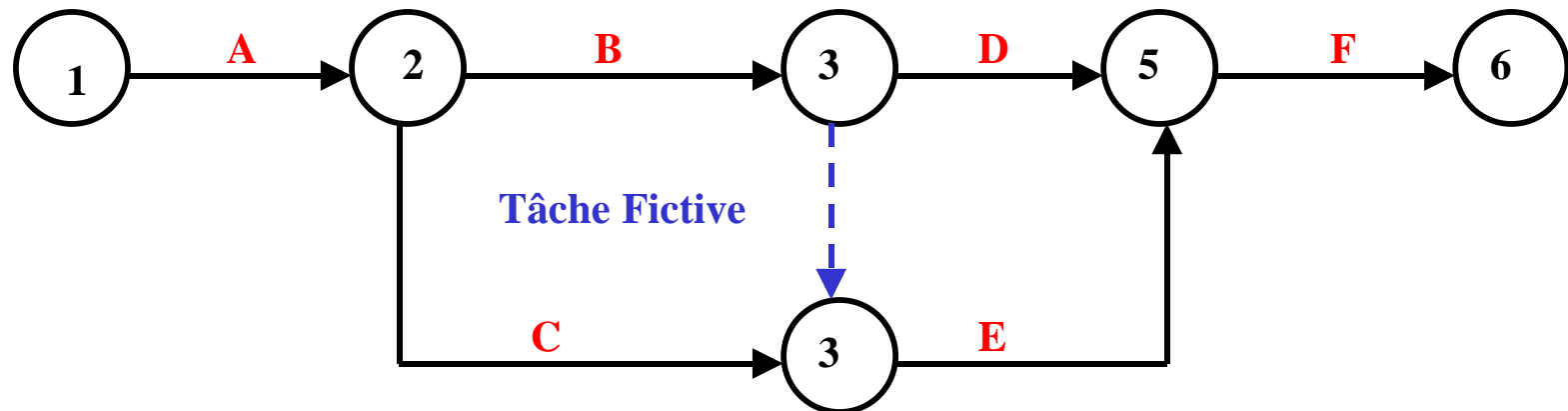
ENONCE : A partir des tâches suivantes et de leurs antériorités, tracer le réseau PERT Evénement en précisant les tâches fictives, si elles existent.

Tâches	Tâches antérieures
A	/
B	A
D	B
C	A
E	C, B
F	D, E

Le Réseau PERT Evénements

Exercice 7 - Corrigé

REPONSE :



Aucune difficulté majeure

Le Réseau PERT Evénements

Exercice 8

ENONCE : A partir des tâches suivantes et de leurs antériorités, tracer le réseau PERT Evénement en précisant les tâches fictives, si elles existent.

Tâches	Tâches antérieures
A	/
B	/
C	/
D	A
E	B
F	C
G	D
H	E A,
I	F B,
J	I H, G,

Le Réseau PERT Evénements

Exercice 9

ENONCE : A partir des tâches suivantes et de leurs antériorités, tracer le réseau PERT Evénement en précisant les tâches fictives, si elles existent.

Tâches	Tâches antérieures
A	/
B	A
C	B
D	/
F	A, D
E	/
G	D, E
H	C, F, G

Le Réseau PERT Evènements

Exercice 10

ENONCE :

A partir du tableau ci-dessous, construire le PERT Evènement avec les dates au plus tôt et au plus tard. Préciser le chemin critique.

TÂCHES	DUREE	ANTERIORITES	TÂCHES	DUREE	ANTERIORITES
A	1j	/	C	7j	A
B	7j	A	I	9j	C
F	10j	B	J	5j	C
G	3j	B	K	5j	I, J
H	2j	G	D	7j	A
U	2j	F, H	L	3j	D
V	3j	U	M	5j	L

Le Réseau PERT Evénements

Exercice 10 (suite)

TÂCHES	DUREE	ANTERIORITES	TÂCHES	DUREE	ANTERIORITES
W	1j	V	X	3j	M
E	5j	A	N	10j	E
O	1j	N	P	2j	N
Q	5j	N	R	1j	O
R	1j	O	S	3j	Q
T	5j	R, P, S	Y	1j	T
Z	3j	W, X, Y			

Détermination des dates au plus tôt et au plus tard

Les dates au plus tôt

Pour pouvoir débiter, une tâche doit atteindre que toutes les tâches dont elle dépend soient terminées (contrainte d'antériorité). Pour déterminer les dates de début au plus tôt de chacune des tâches, on effectue la somme des durées en partant du début du projet. En cas de branches ou de tâches convergentes, on choisit la date la plus tard.

Les dates au plus tard

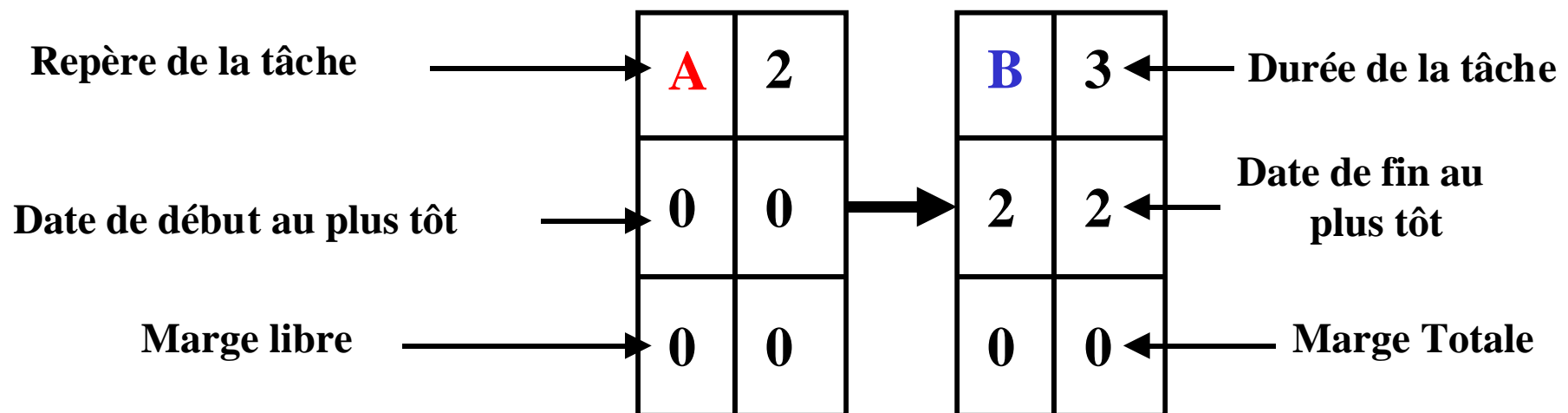
Ces dates sont calculées en partant de la fin du projet, puis en soustrayant la durée de chacune des tâches. En cas de branches ou de tâches divergentes, on choisit la date la plus tôt.

Ces dates au plus tôt et au plus tard vont permettre de calculer les différentes *marges totales et libres*.

Le Réseau Potentiel – Tâches

Méthode des antécédents

Au départ, méthode élaborée par B. ROY en 1958, puis améliorée par la méthode des antécédents. Les tâches sont représentées par des sommets, les arcs indiquent les contraintes qui relient les sommets. La méthode Potentiel-Tâches peut être de type MPM, seule la liaison début-début existe ou bien de type Antécédents, quatre liaisons existent (se reporter à la méthode des antécédents)



Type de représentation

Le Diagramme GANTT

C'est Henri L. Gantt qui donne son nom au planning le plus connu et le plus utilisé en planification. Il est clair et compréhensible par tous les membres du projet et permet de visualiser le réseau PERT et de construire le profil de charge, appelé *PERT-Charge*. Son inconvénient majeur est de ne pas montrer la logique d'enchaînement entre les tâches. Le diagramme de Gantt fléché le permet.

Le diagramme GANTT est utilisé pour assurer le *suivi de l'avancement* des tâches lors de la réalisation du Projet. Plusieurs types de GANTT existent comme : le *Gantt sans liens*, *Gantt fléché*, le *PERL* et le type *chemin de fer*.

Avantages de cette représentation

- Claire et compréhensible
- Lecture facile des débuts et des fins des tâches
- Au cours du déroulement du projet on peut comparer les tâches réalisées par rapport aux prévisions et donc mesurer les dérives.
- A partir d'affectation des ressources sur les activités, on peut établir le plan de charge

Inconvénients de cette représentation

- Des incohérences peuvent se glisser dans le diagramme
- Le décalage vers la droite des tâches en retard ne met pas en évidence les tâches qui en dépendent,...

Estimation de la durée des tâches

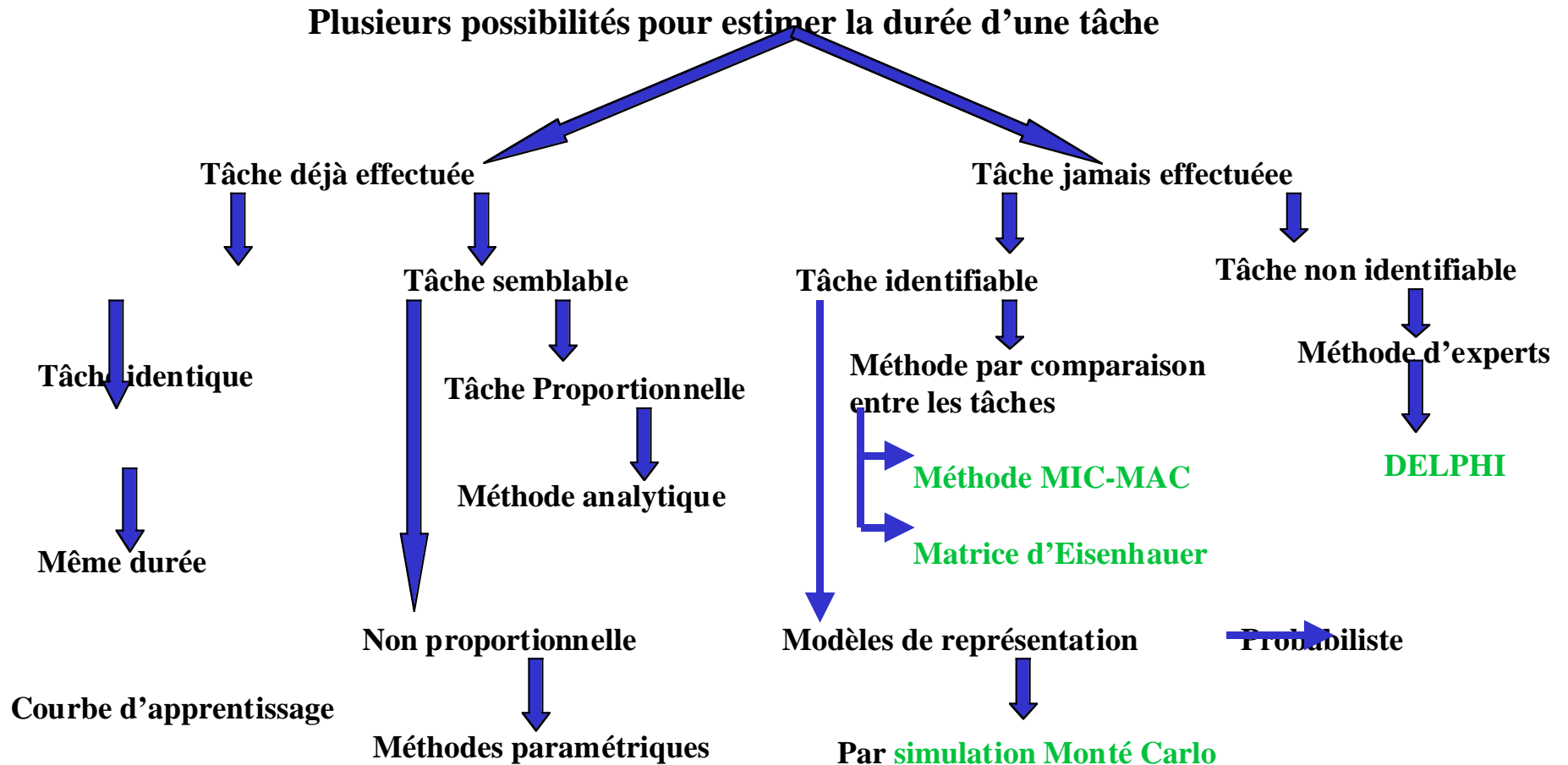
Les durées des tâches sont fonction des ressources utilisées, du travail à effectuer, de la difficulté de la tâche, de sa répétabilité ou non,... . Les durées des tâches amonts du cycle de développement sont estimées avec des méthodes globales ou analogiques alors que les tâches avales sont estimées avec des techniques d'estimation analytiques. Un ensemble de méthodes sont utilisées pour aider le chef de projet à quantifier en temps et en importance les tâches.

Parmi les méthodes existantes on peut citer les plus utilisées :

- la méthode MIC MAC
- la matrice d'Eisenhower
- la méthode DELPHI
- la méthode de Monte-Carlo
- la méthode probabiliste,...

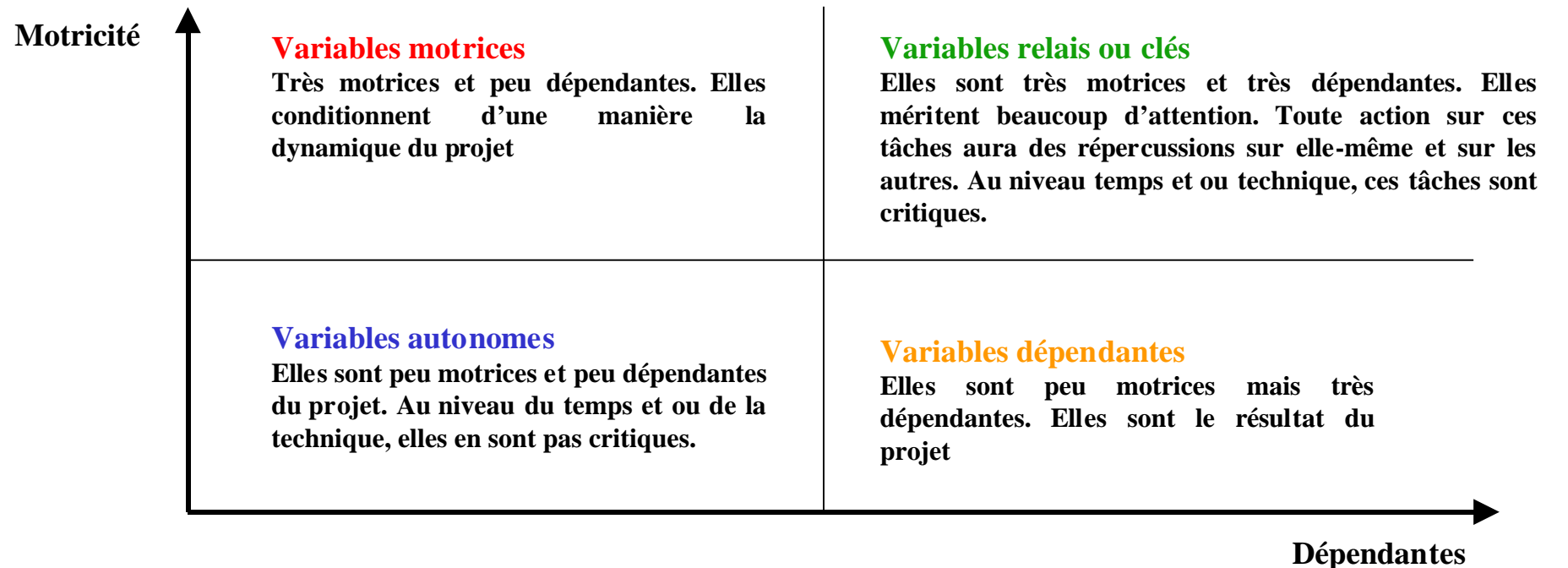
Toutes ces méthodes peuvent être représentées par selon que la tâche est nouvelle ou a déjà été faite

Les méthodes d'Estimation de la durée des tâches



La méthode MIC MAC

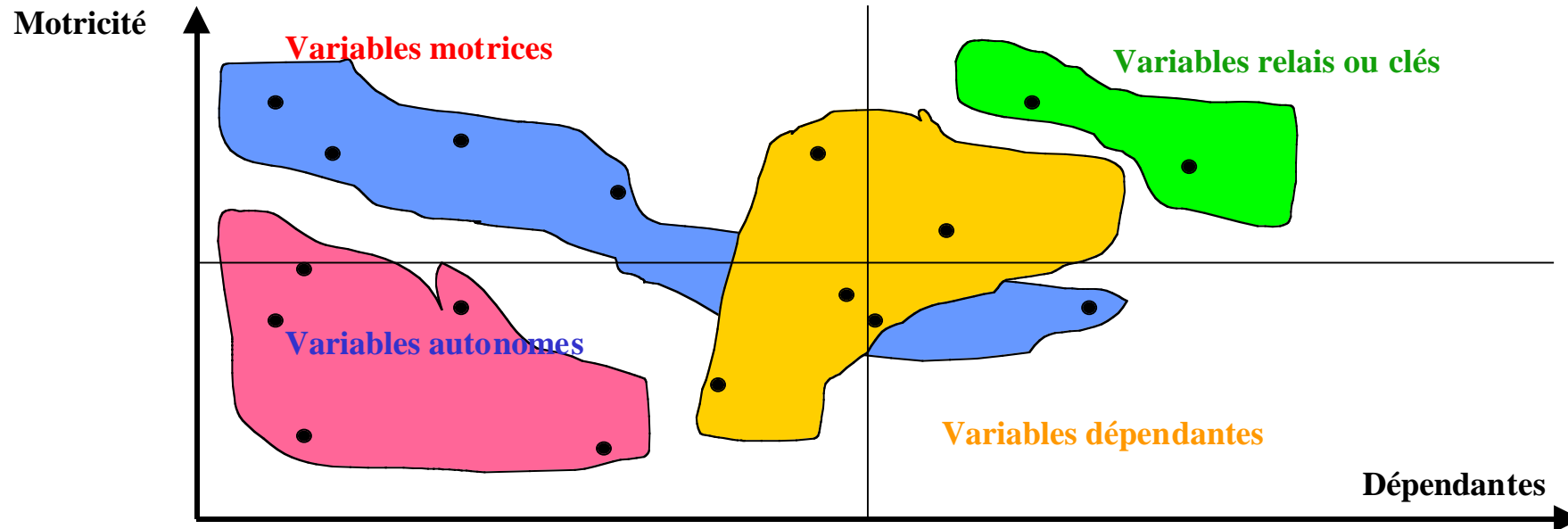
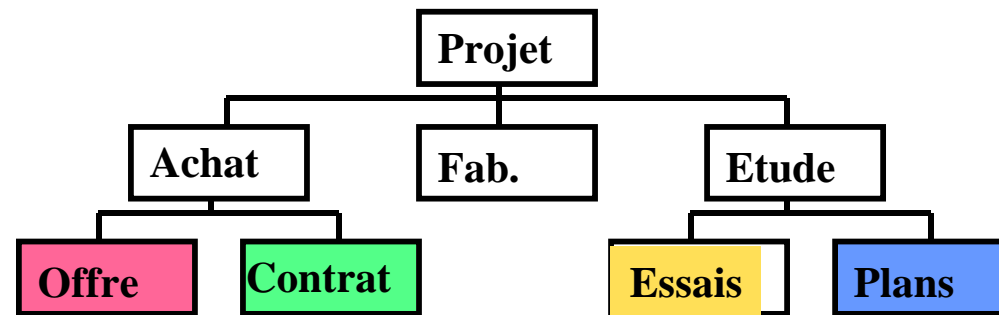
La méthode MIC-MAC développée par M. GODET, permet d'identifier et de hiérarchiser les relations entre les différentes tâches dans un réseau. Ces relations sont classées en quatre catégories selon leur motricité et leur dépendance par rapport à la dynamique d'ensemble. On peut schématiser ce classement ainsi :



La méthode MIC MAC

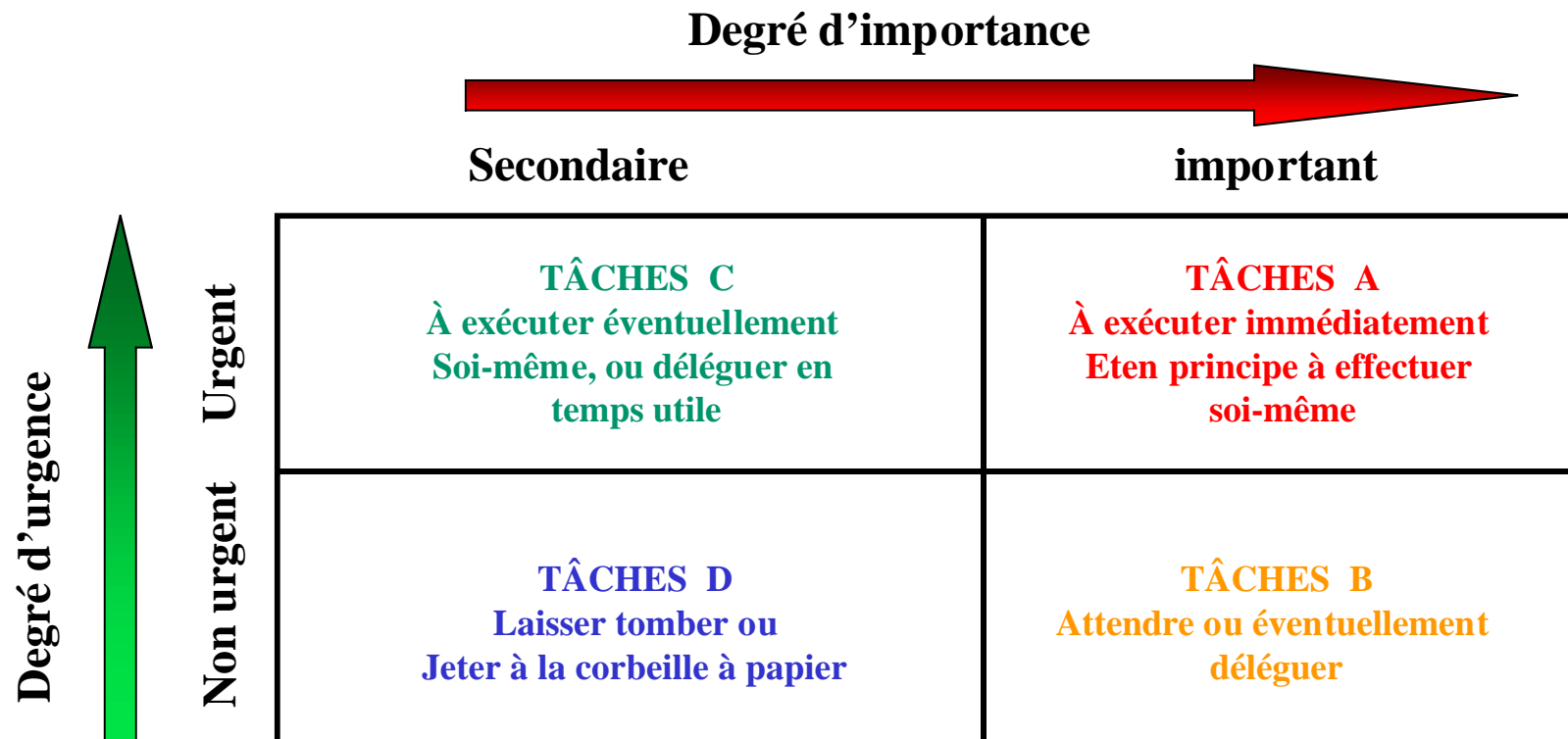
Exemple d'un projet

NOTA : Les points correspondent aux différentes tâches du projet.



La matrice d'Eisenhower

Avant ou après la construction du réseau, on peut classer les tâches selon leur degré d'importance ou d'urgence, comme le propose la matrice d'Eisenhower. Ce classement peut aider le chef de projet dans la préparation du référentiel de planification du projet, de type Gantt par exemple, lors du suivi du projet ou de l'amélioration .



La méthode DELPHI

Cette méthode consiste à faire une série d'enquêtes auprès d'experts pour les amener à une opinion médiane. La première enquête permet de repérer, pour chaque question, l'opinion médiane et l'intervalle entre les opinions extrêmes. La deuxième enquête vise à réduire l'intervalle entre les extrêmes. Les experts doivent se prononcer une deuxième fois sur les mêmes questions. La troisième enquête permet de réunir les commentaires des experts sur les opinions extrêmes. Enfin, la quatrième enquête permet d'adopter une réponse définitive. Cette méthode peut être utilisée pour donner une estimation de durée des tâches d'un projet.

Exemple

1- La durée de la tâche «**Réaliser les plans de détail de la tuyauterie du système de chauffage principal est de 3 semaines**» :

Je suis tout à fait d'accord

Je suis d'accord

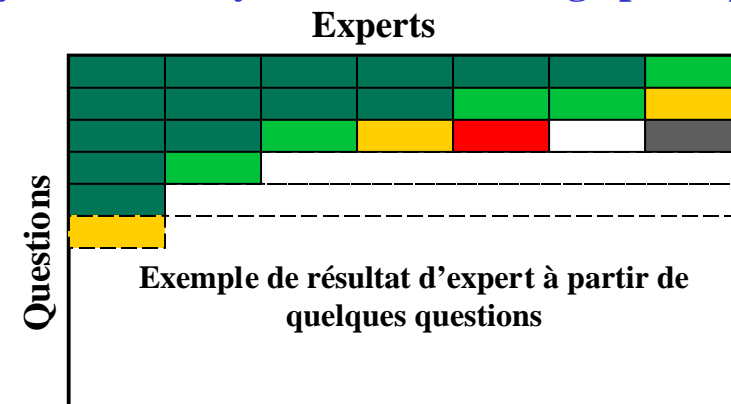
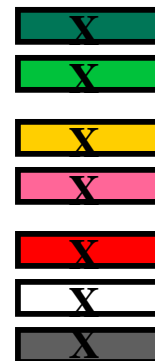
J'exprime un avis partagé

Je ne suis pas vraiment d'accord

Je ne suis pas du tout d'accord

Je ne peux pas m'exprimer

Je ne veux pas m'exprimer



La méthode de Monté-Carlo

C'est une simulation. On suppose que l'on connaisse les lois de probabilité des durées de chaque tâche, même quelconques. Il n'est pas nécessaire qu'elles aient une expression mathématique. On réalise des histogrammes des fréquences pour chaque tâche.

Les calculs sont très simples : on exécute un premier PERT en tirant au hasard une valeur de durée de chaque tâche prise par sa loi propre, on obtient un PERT de durée possible. On reprend la même opération avec de nouveaux tirages au hasard pour obtenir une deuxième durée possible du projet. Après 250 essais par exemple, on dresse un histogramme des fréquences, qui sera lui-même lissé par une courbe.

On obtient ainsi la loi empirique de la durée du projet. Cette méthode est assez fastidieuse.

Durée des tâches

Estimation Optimiste/pessimiste ou probabiliste

Conditions à prendre en compte

A- on suppose que la durée se déroule normalement dans des conditions habituelles

B- On affecte à la tâche des ressources normales, à un niveau normal

C- On considère que les ressources prévues sur chaque tâche seront disponibles au moment de la réalisation

Généralement les tâches sont estimées en fonction du passé ou de l'expérience acquise.

Durée = (durée optimiste + 4. durée moyenne + durée pessimiste)/6
Le temps de réalisation d'un projet suit une loi normale de moyenne (d) et d'écart type (sigma = [(b - a)/6]

1/2

Chemin critique d'un réseau

C'est le ou les chemins dont la durée est la plus longue entre le début et la fin du réseau PERT. Ce chemin est composé des tâches du réseau qui ont la valeur de la marge totale la plus faible.

$$\begin{aligned} \text{Marge Totale T\^ache (n)} &= \text{Fin au+Tard T\^ache(n)} - \text{Fin au plus+T\^ot T\^ache(n)} \\ &= \text{D\^ebut Tard T\^ache(n)} - \text{D\^ebut T\^ot T\^ache(n)} \end{aligned}$$

Il d\^etermine la dur\^ee globale du projet. Tout retard de l'une quelconque de ses activit\^es ou t\^ache se r\^epercutera sur la dur\^ee totale du projet si aucune mesure corrective n'est entreprise.

Marge Totale d'une activité - MT

Marge Libre d'une activité - ML

MARGE TOTALE

C'est la distance en unités de temps qui sépare la position au plus tard d'une tâche de sa position au plus tôt.

$$\text{Marge Totale tâche (n)} = \text{Fin au + tard tâche (n)} - \text{Fin au + tôt tâche (n)}$$

ou

$$= \text{Début au + tard tâche (n)} - \text{Début au + tôt tâche (n)}$$

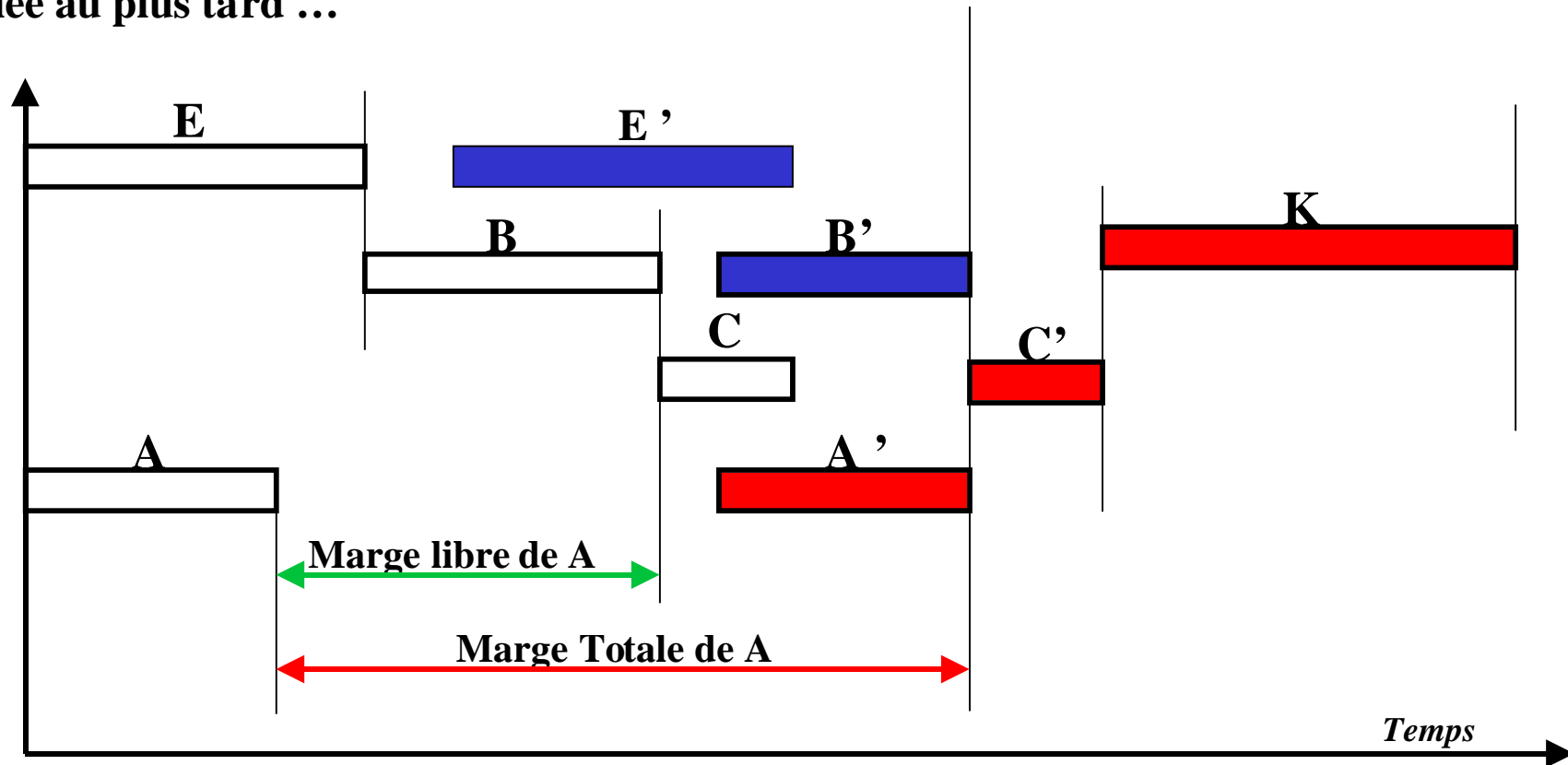
MARGE LIBRE

C'est le retard que peut prendre une tâche à partir de sa position au plus tôt, sans affecter la date de début au plus tôt de l'une quelconque des tâches suivantes. La Marge Libre d'une activité est le délai qui s'écoule entre sa date de fin au plus tôt et la date de début au plus tôt de la tâche suivante la plus proche. L'ensemble des tâches du PERT qui auront des marges totales nulles ou faibles seront situées sur le *chemin critique*.

Marge Totale d'une activité - MT

Marge Libre d'une activité - ML

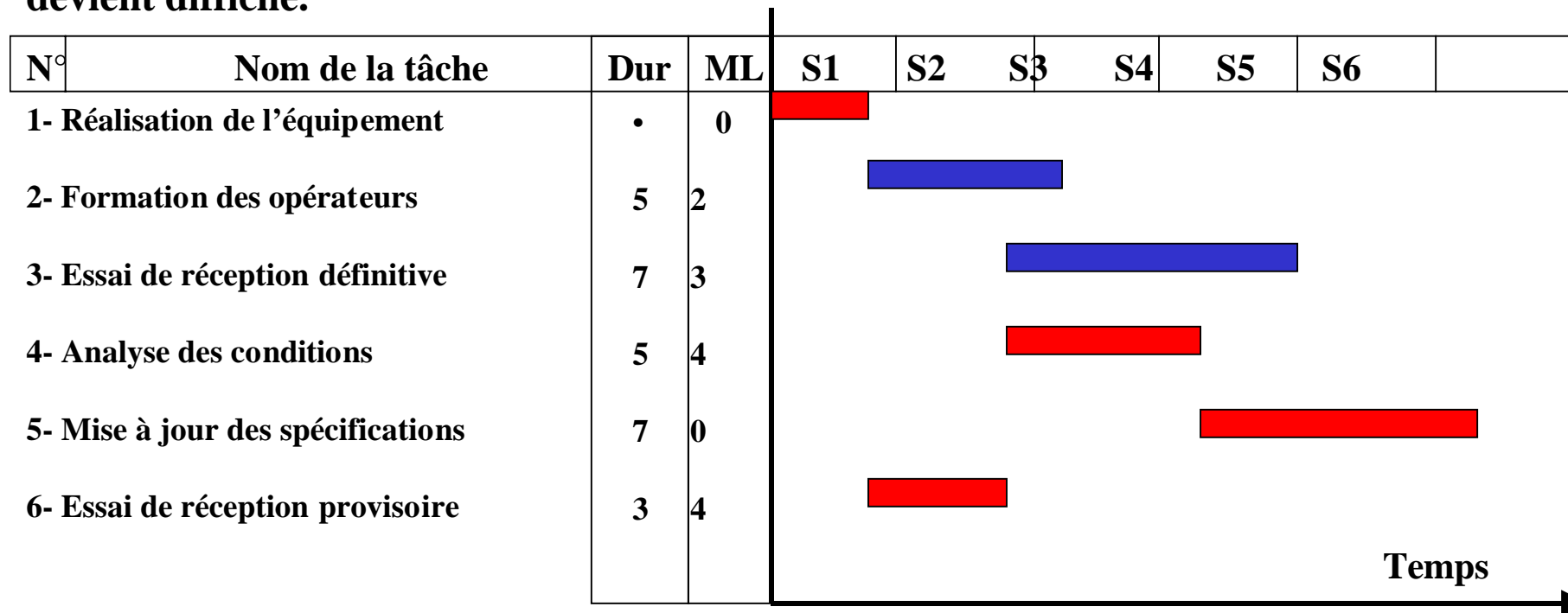
Exemple : Tâche A, calée au plus tôt. A' calée au plus tard, tâche E calée au plus tôt, E' calée au plus tard ...



Planning de type Gantt sans Liens

(exemple de projet)

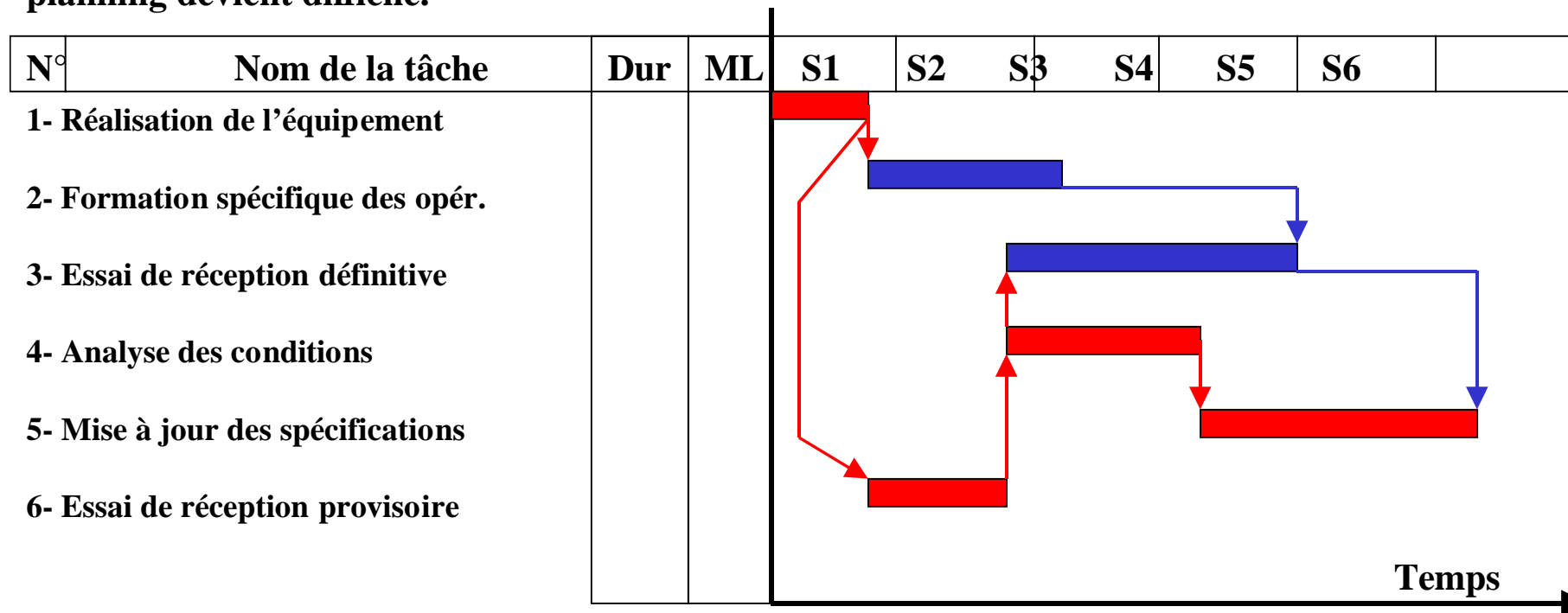
Le diagramme GANTT non fléché a l'inconvénient de ne pas visualiser les incidences (contraintes d'antériorités) sur les tâches lors d'un retard d'une tâche. La mise à jour devient difficile.



Planning de type Gantt Fléché

(exemple de projet)

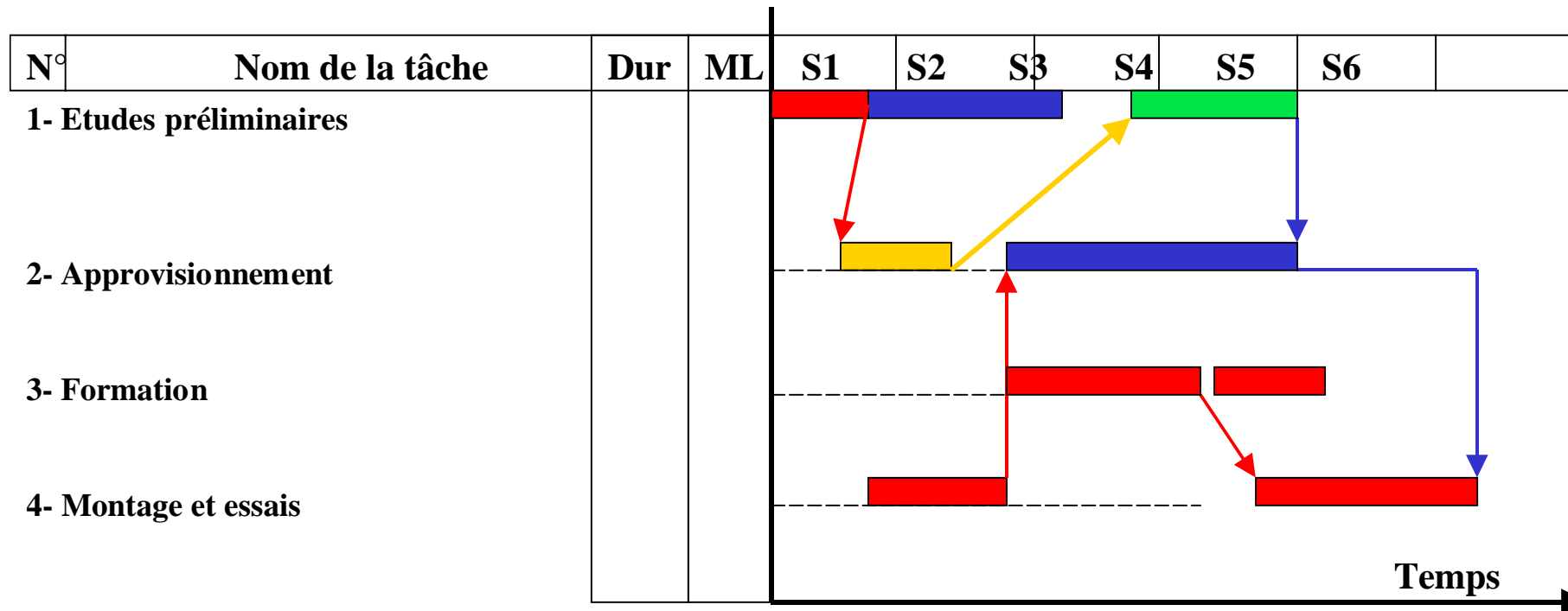
Ce diagramme met en évidence les relations d'ordre entre les tâches, ce qui favorise la compréhension du déroulement du projet. Il permet, en cours de réalisation, de mesurer les conséquences du retard d'une activité sur celles qui en dépendent. Si les dépendances sont nombreuses, l'exploitation du planning devient difficile.



Planning de type PERL

(exemple de projet)

Cette méthode de planification créée en 1957 par Charles Auguste Villemain pour EDF a pour but de regrouper par rubriques les activités en fonction de la destination du planning (service approvisionnement, production, formation, essais, production, ...)



Planning de type CHEMIN de FER (exemple de projet)

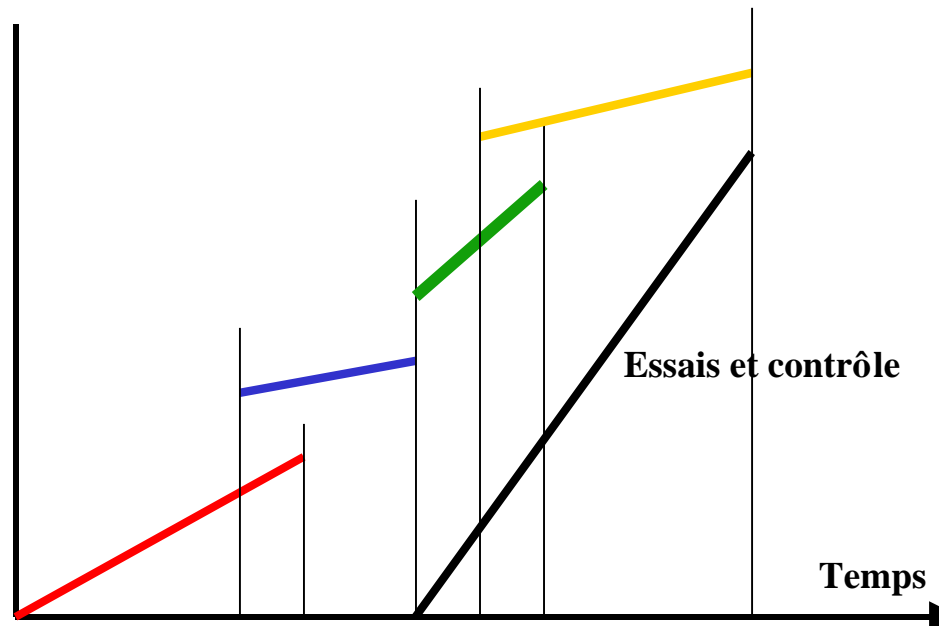
Ce diagramme est surtout utilisé pour définir les horaires et les vitesses des trains circulant sur une voie unique. Ce principe a été repris pour planifier certains types de travaux à caractère linéaire tels que la construction de routes, tunnels, oléoducs, immeubles,... . L'axe des abscisses de l'harmonogramme définit le temps et l'autre axe les distances ou zones de travail. La pente des segments représente les cadences de travail.

1- Etudes préliminaires

2- Approvisionnement

3- Formation

4- Montage et essais



Le suivi de Planning

Au cours du projet, le point d'avancement des tâches doit être fait régulièrement pour s'assurer de la cohérence entre les dates prévues par le planning et les dates de réalisation. Un regard plus particulier sera porté sur le chemin critique et les tâches aux faibles marges libres ou totales. Afin de faciliter la gestion des réseaux et plannings, plusieurs logiciels existent

A chaque revue de projet, il est souhaitable de connaître :

- les dates réelles de début et de fin des activités terminées
- l'estimation de la durée résiduelle des activités en cours, ou leur date prévue d'achèvement
- les modifications de coût, de délais et performance prévues pour les activités en cours ou qui doivent commencer
- les problèmes rencontrés
- ...

A l'issue de cette revue de projet, des dispositions seront prises

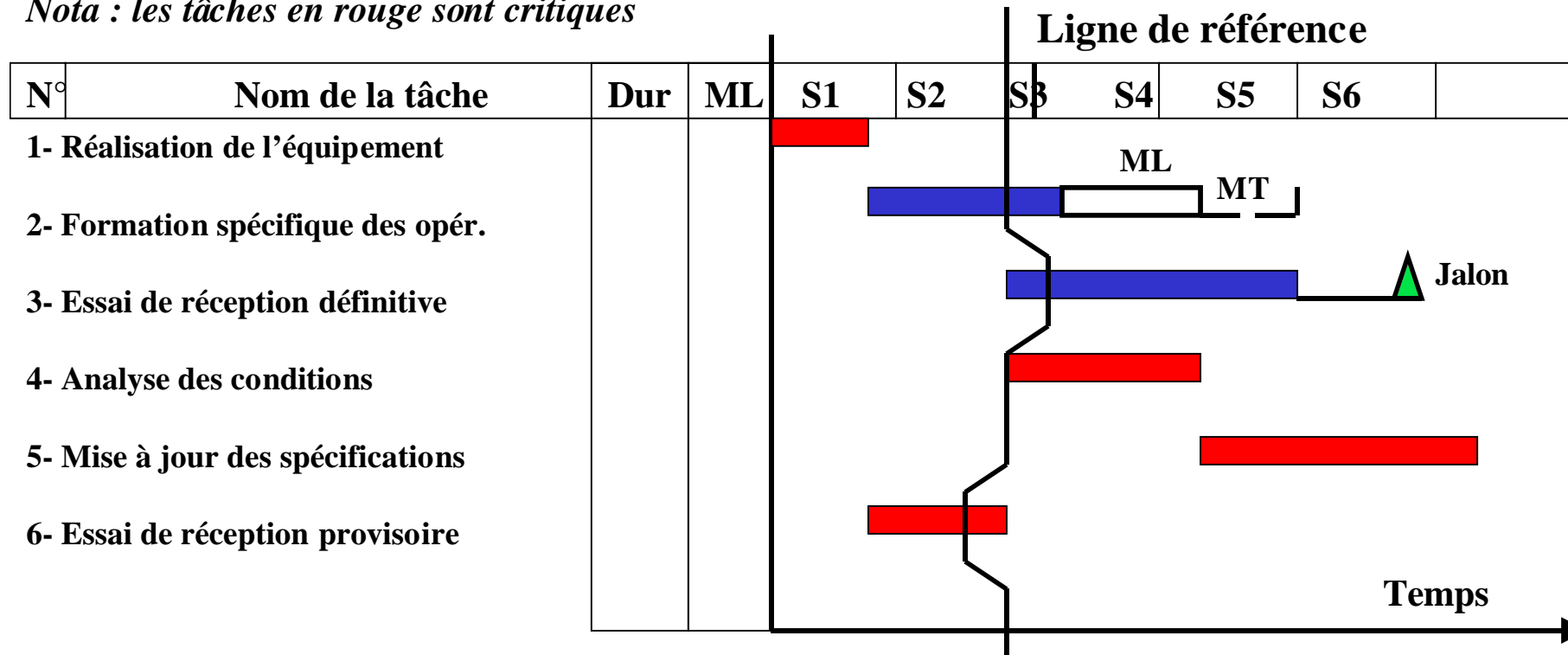
Pour prendre en compte ces informations, on les portent sur le diagramme de Gantt et on utilise soit la *ligne de référence* ou la *ligne isochrone*

Le suivi de Planning

Méthode de la ligne Isochrone

Cette ligne donne l'état d'avancement du projet à une date donnée. Les pointes de la ligne précisent si la tâche est commencée, en avance ou en retard. Cette démarche se veut très visuelle et ne demande pas de modifier le Gantt.

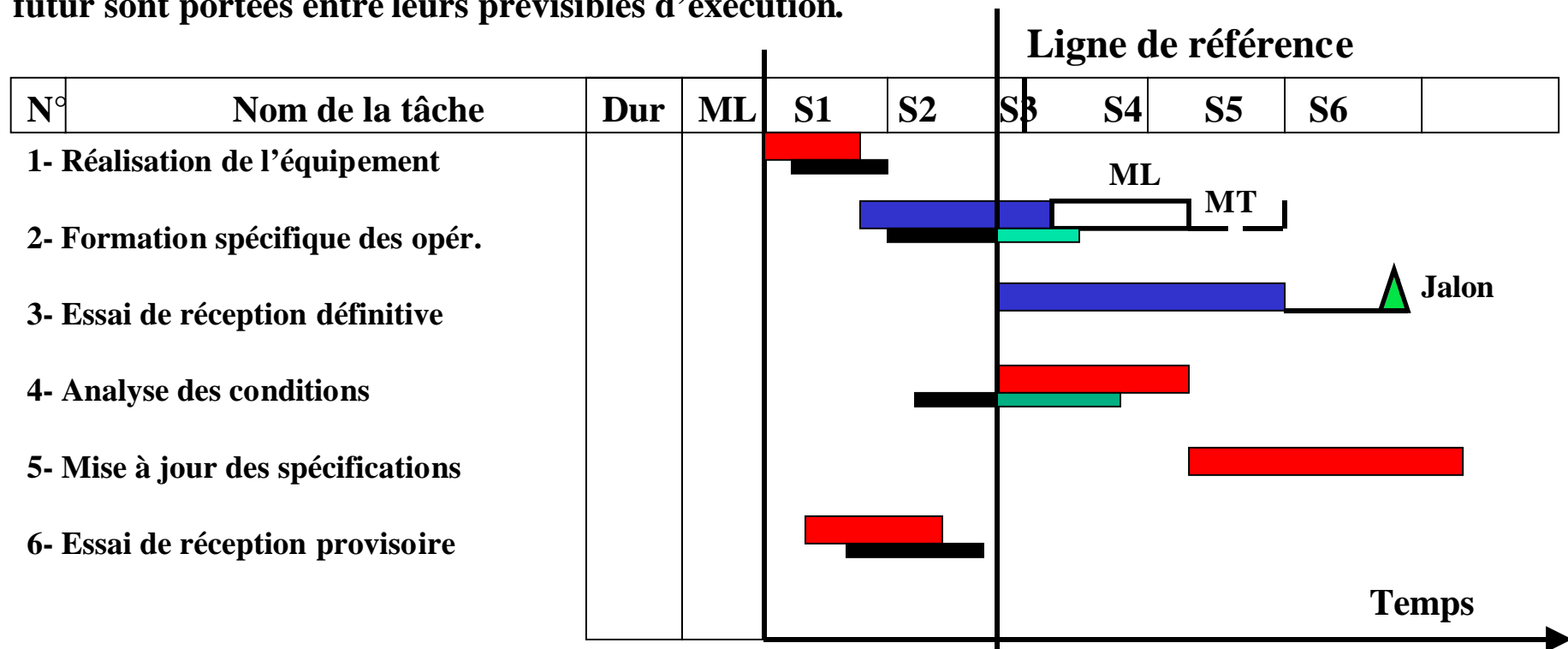
Nota : les tâches en rouge sont critiques



Le suivi de Planning

Méthode de la ligne de Référence

La ligne de référence sépare ce qui est fait (en noir) de ce qui reste à faire (en vert). Les tâches sont mises à jour à partir de leurs dates de début et de fin réelles. Les tâches qui doivent commencer dans le futur sont portées entre leurs prévisibles d'exécution.



Le suivi de Planning

Méthode de la ligne de Référence

Afin d'effectuer une planification d'un projet, d'assurer son suivi, plusieurs progiciels ou logiciels sont proposés aux équipes projets. Ces outils s'articulent autour de deux pôles : la planification des tâches ou activités et la gestion des ressources.

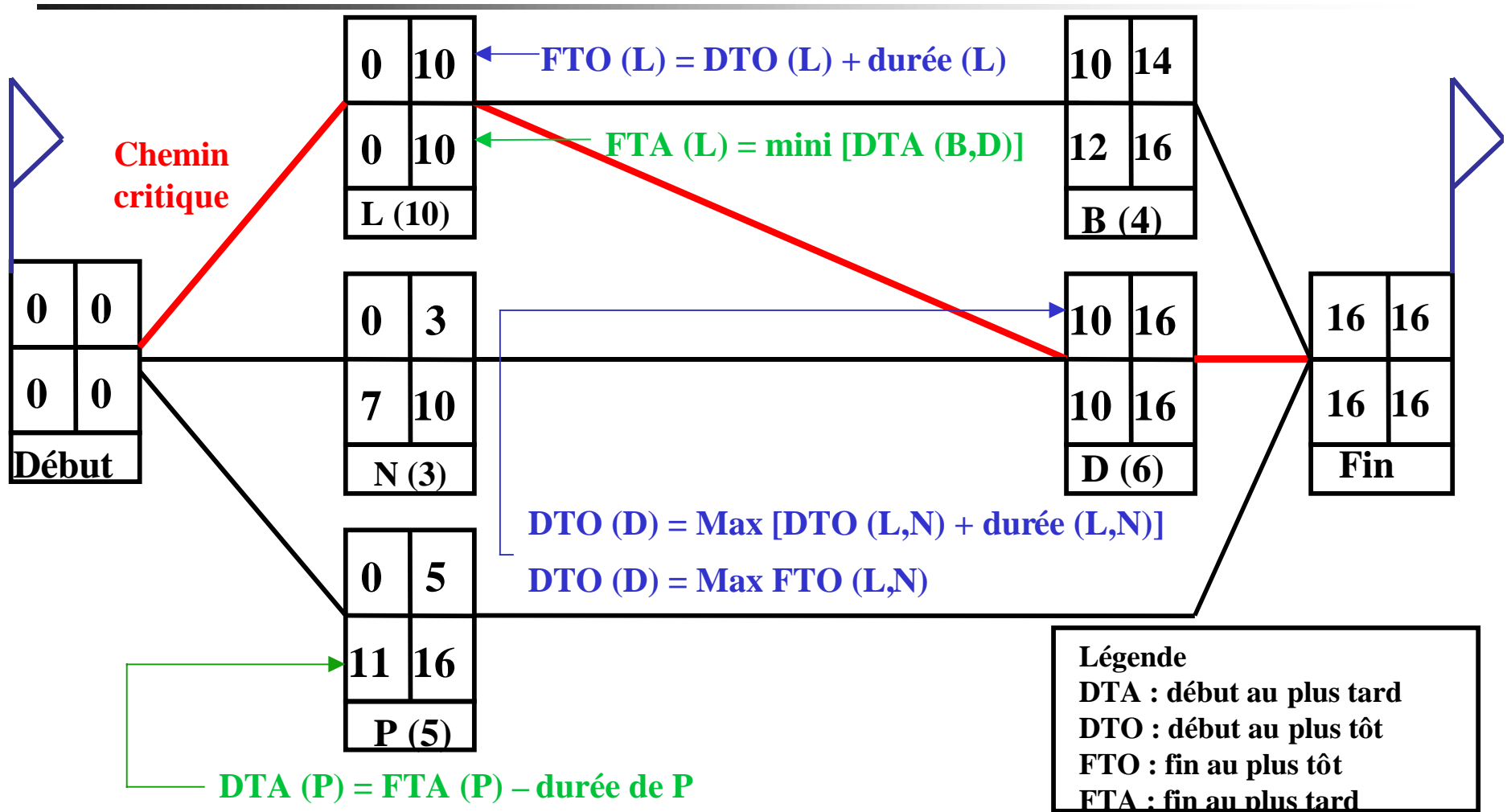
Durant la préparation du projet, ces logiciels permettent d'effectuer des simulations ou scénarios et de rechercher un meilleur compromis entre délai, coût et contraintes d'utilisation des ressources d'un projet.

En phase de suivi de projet, ces logiciels permettent de fournir des synthèses et des mises à jour sur l'avancement des travaux et l'état des dépenses. Parmi les fonctions des logiciels on peut mentionner :

- 1- La mise en réseau PERT Tâches du type MPM ou méthode des potentiels
- 2- Représentation sous forme de Gantt fléché ou non
- 3- Edition d'un dictionnaire des ressources
- 4- Les calendriers individuels ou collectifs des ressources
- 5- Histogramme des charges
- 6- Résolution des conflits des ressources
- 7- Le contrôle de l'avancement des travaux, suivi des coûts
- 8- Courbes cumulées des coûts

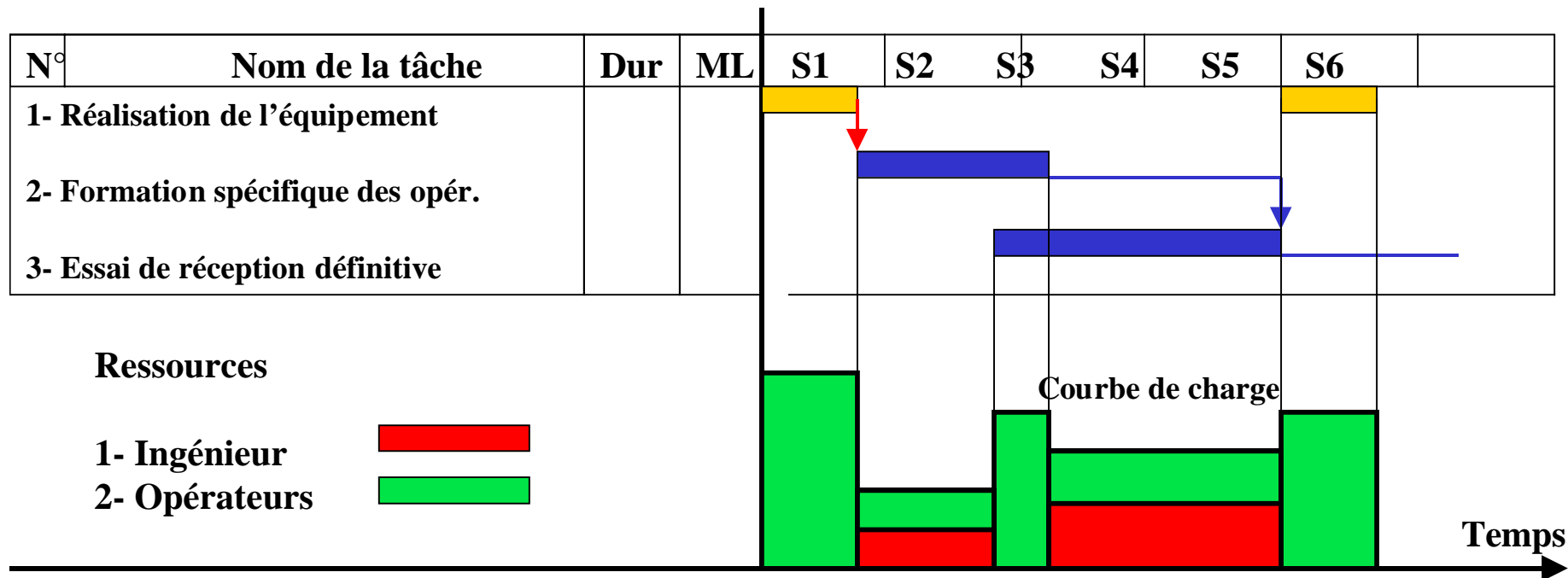
Les progiciels ou logiciels les plus utilisés sont : PSN7, MS Project, Sure Track, PRIMAVERA, Super Project, Artémis,...

Le Réseau PERT Tâches - Calcul des dates au plus tôt et au plus tard (d'après document AFNOR)



Le Pert Charge

Le Pert Charge se construit à partir d'un diagramme de Gantt, fléché ou non. Il s'agit d'affecter les ressources aux différentes activités ou tâches. Généralement on réalise un Pert Charge par type de ressource. La ressource peut prendre différentes configurations selon *l'intensité de la charge*. Cela a une incidence sur le nivellement ou le lissage du profil de charge. Une ressource peut être partagée entre plusieurs projets, c'est une *ressources partageable*.



Le Pert Charge

Exercice 11 – M. Minana

Enoncé : Réaliser le réseau PERT, puis le Gantt et enfin le Pert Charge. Nivelier la charge à 5 unités. Puis en tenant compte de la date objectif à 19, lisser la charge en conséquence.

Tâches	Tâches antérieures	Durée	Intensité Normale	Intensité minimum	Intensité Maximum	Pas
A	/	3	3	3	3	
B	A	6	4	2	6	2
C	B	3	6	3	6	3
D	C	3	2	2		
E	D	2	3	2	4	1
F	E, H & J	2	2	2	2	
G	A	4	2	2		
H	G	2	3	2	4	1
I	A	2	2	2		
J	I	3	4	3	4	1

Le Pert Charge

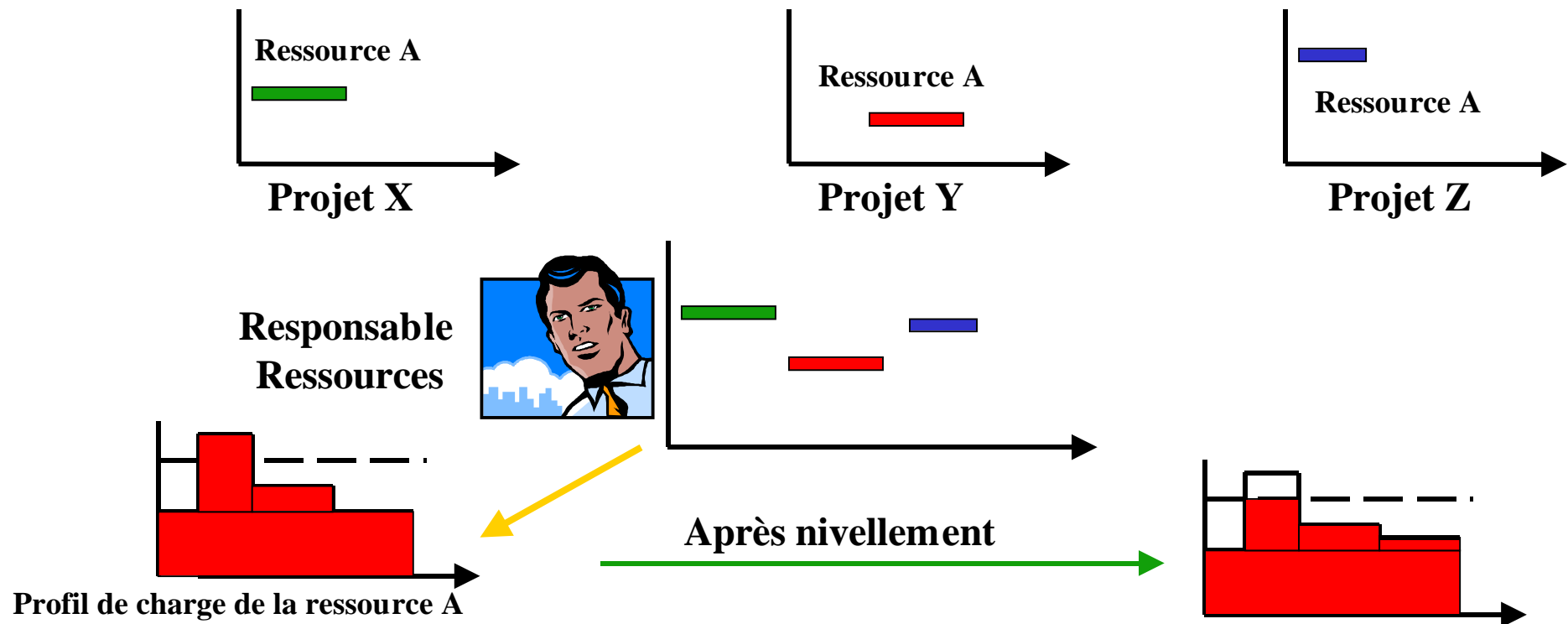
Exercice 11 - Corrigé

Réponse :

Le lecteur proposera un profil de charge

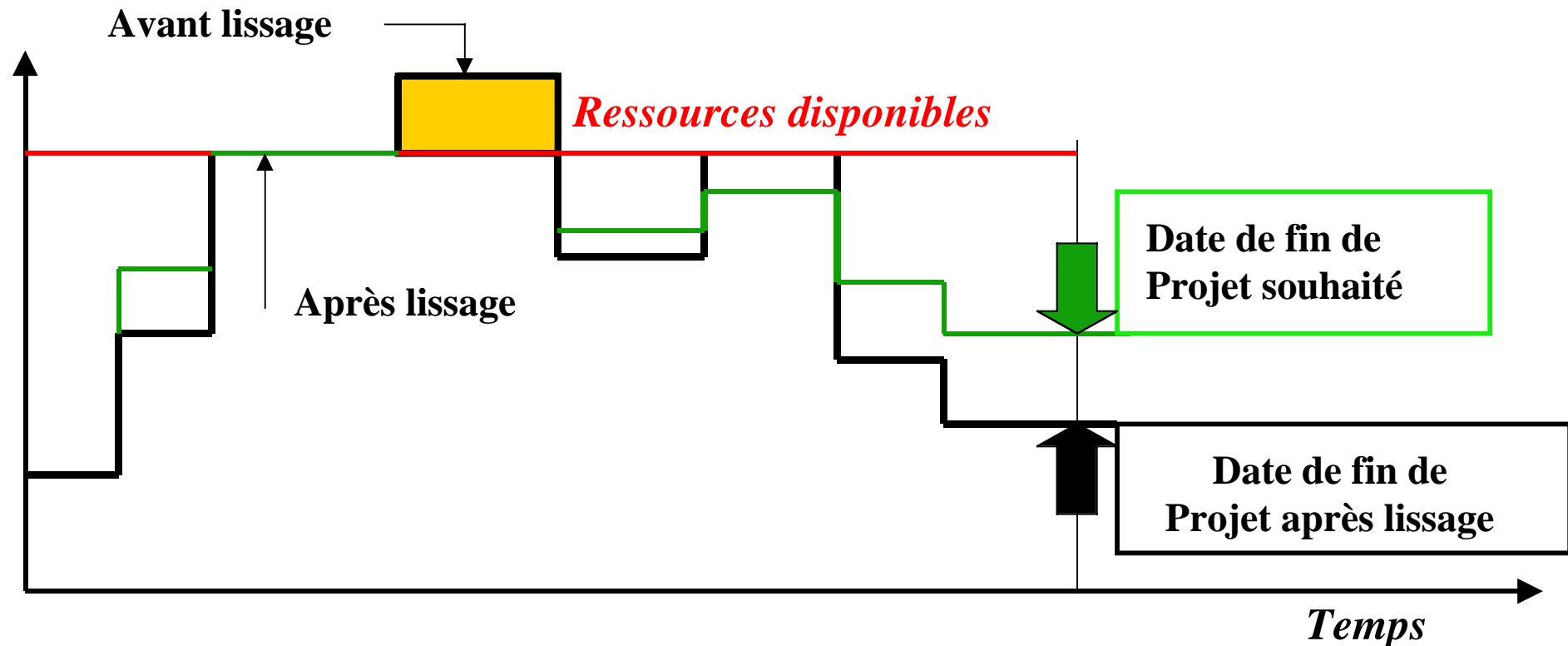
Gestion de la Ressource partageable

Il arrive qu'une ou plusieurs ressources appartiennent à plusieurs projets. C'est au gestionnaire de ces ressources communes qu'il appartient de gérer. Il est donc nécessaire d'avoir une vue d'ensemble des travaux à réaliser.



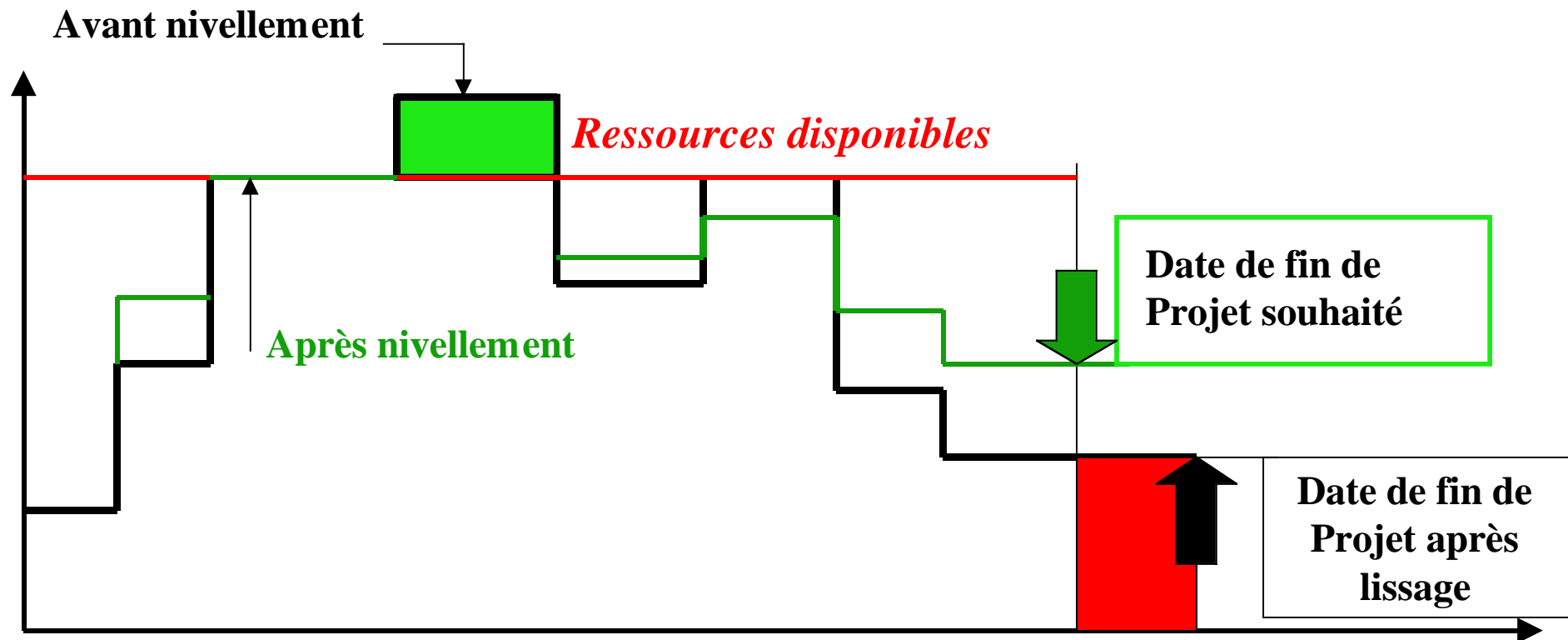
Lissage des ressources

Il s'agit de respecter impérativement la date de fin de projet. Il faut lisser les ressources d'une manière constante sur toute la durée du projet



Nivellement des ressources

Le nivellement s'impose lorsque les ressources attribuées sont limitées. La date de fin du projet peut prendre du retard.



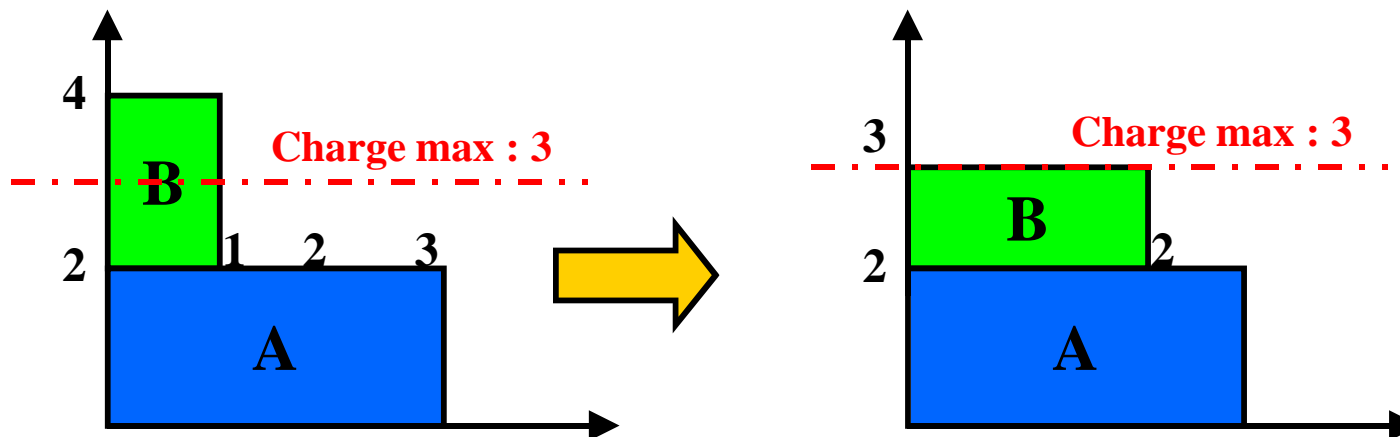
Démarches utiliser pour le nivellement ou le lissage

La démarche la plus courante se fait à partir d'un planning calé au plus tôt. Différents modes de résolution

- 1- soit déplacer l'activité sans changer ses caractéristiques
- 2- soit découper l'activité en sous activités qui seront placés à des périodes de sous-emploi.
- 3- soit changer l'intensité I de sa ressource et donc sa durée D . La quantité de travail $Q = \text{constante}$. $D = Q/I$.

Exemple : $Q = 6h.j = 2h.3j$

Cette méthode permet de *lisser* ou *niveler* les charges selon le cas.



Méthode des Potentiels - Tâches

Méthode des antécédents - Types de liens

La méthode des Antécédents ou PDM (Precedence Diagram Method) offre la possibilité de faire chevaucher des tâches par l'utilisation de quatre sortes de liaison auxquelles on affecte un délai minimum à respecter qui peut positif, nul, et parfois négatif.

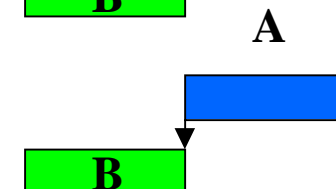
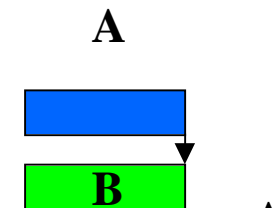
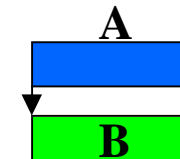
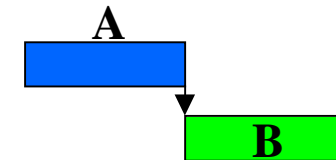
A- TYPES de LIENS

«Fin à début», la tâche B peut débuter si A est terminée

«Début à début» la tâche B peut débuter lorsque A est commencée (A précède S)

«Fin à fin», la tâche B peut se terminer lorsque la tâche A est terminée

«Début à début», la tâche B peut se terminer lorsque la tâche A est commencée

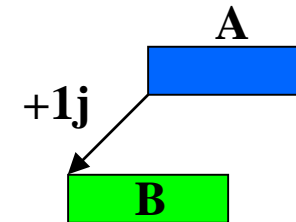


Méthode des Potentiels - Tâches

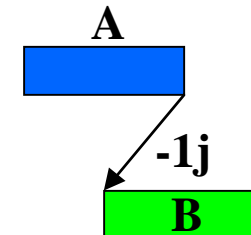
Méthode des antécédents - Types de liens (suite)

B- LIENS avec DELAIS

«Début à début» avec délai, La tâche B peut débuter 1 jour avant la tâche A



«Fin à début» La tâche B peut débuter 1 jour avant la fin, de la tâche A



Application de la Méthode des Antécédents

Exercice 12

Le tableau ci-dessous indique les différentes tâches d'un projet. La durée des tâches est réalisée avec l'hypothèse probabiliste $T_e = (T_o + 4.T_m + T_p) / 6$. On considère que les ressources en opérateurs sont uniformes.

Tâches	Antériorités	Optimiste	Moyenne	Pessimiste	Nb opérateurs
A	/	3	4	8	2
B	A	5	6	10	4
C	/	8	10	12	3
D	/	17	19	27	4
E	C	8	17	20	5
F	C	3	4,5	9	4
G	D, F	4	6	8	6
H	B,G	6	7,5	12	7
I	H	4	5,5	10	3
J	E,H	1	2	3	6

On demande :

- 1- De tracer le réseau PERT Tâches, le Gantt au plus tôt et le diagramme des charges. Préciser les marges libres et totales, le chemin critique. La date de fin.
- 2- Si le nombre d'opérateurs est de 13 Max, proposer un scénario possible (lissage ou nivellement).

Application de la Méthode des Antécédents

Exercice 12 - Corrigé

Réponse

Application de la Méthode des Antécédents Exercice 13

(d'après AFITEP)

A partir des informations ci-après, réaliser le réseau logique (PERT Tâches) et le planning de chargement d'un avion commercial. Vous indiquerez le chemin critique et les différentes marges.

N°	Tâches à effectuer	Durée (mn)	Antériorités
A	Enregistrer les passagers et les bagages	90	/
B	Chargement bagages sur les chariots	25	A
C	Transfert chariots vers l'avion	20	B, J
D	Chargement bagages dans la soute de l'avion	20	C
E	Formalités douane + police + santé		Référence A
F	Attente salle de départ	30	E
G	Embarquement des passagers à bord	20	F, K, L, M, P
H	Installation des passagers à bord	20	G, L
I	Contrôle conformité embarquement. A l'issue de cette tâche l'avion est « prêt » au départ.	5	D, H, Q
J	Mise en place avion/aire de station	20	
K	Mise en place passerelle ou escalier	10	J
L	Embarquement équipe cabine	10	K
M	Embarquement repas	15	J
N	Plein de carburant	15	J
O	Préparation du plan de vol	30	
P	Embarquement pilote et mécanicien	10	J, K, O
Q	Contrôle technique avant départ	15	P, N

Application de la Méthode des potentiels Exercice 13 (d'après AFITEP) – Corrigé

Réponse

Application de la Méthode des Potentiels

Exercice 14 (d'après l'Afitep)

Une entreprise de production de matériel électronique envisage de réaliser un projet d'équipement de test automatisé. Ce projet comporte 17 tâches de A à R (O exclu) comme le montre le tableau ci-contre.

Questions :

1-tracer l'O.T (WBS) et proposer une codification.

1	<i>Aménagement site</i>	A- Préparation
2 3 4	<i>Equipements</i>	B- Livraison des équipements C- Installation des équipements D- Test des équipements
5 6	<i>Automatismes</i>	E- Installation des automatismes F- Test des automatismes
7 8 9	<i>Recettes/Revue/Démarrage</i>	G- Recette utilisateurs H- Revue de maintenance I- Démarrage de l'exploitation
10 11	<i>Simulateur</i>	J- Réception du simulateur K- Installation du simulateur
12 13 14	<i>Formation</i>	L- réception de la documentation des utilisateurs N- Formation du service maintenance
15 16 17	<i>Essais de réception</i>	P- Définition des programmes d'essais Q- Validation des programmes d'essais R- Mise en place des programmes d'essais

Application de la Méthode des Potentiels

Exercice 14 (d'après l'Afitep) - Suite

Après avoir constitué l'OT, les durées des différents tâches et le nombre de personnes affectées ont été définis dans le tableau ci-dessous.

Questions

- 1- Tracer le réseau PERT tâches (ou Antécédents) et le PERT Evénements. Calculer les marges libres et totales des différentes tâches. Dessiner le Gantt au plus tôt.
- 2- Compte tenu des autres projets en cours de réalisation dans l'entreprise, le service formation ne dispose que d'une seule personne pour ce projet. Quelles tâches devront être reportées pour réaliser le projet dans le délai calculé.
- 3- En prenant en compte un coût de ressource égal à 10KF / Semaine, tracer la courbe des 6 premières semaines du projet.
- 4- Que deviendrait le chemin critique si la durée de la tâche J était prolongée de 1 semaine.

Application de la Méthode des Potentiels


Exercice 14 (d'après l'Afitep) - Suite

N°	Tâches	Antécédent	Durée (semaine)	Service Responsable	Nb de pers. affectées
1	A	/	2	Travaux	1
2	B	A	6	Equipements	1
3	C	B	2	Equipements	1
4	D	C	1	Equipements	1
5	E	D, K, L	8	Automatisme	1
6	F	E	3	Automatisme	1
7	G	F, M, R	7	Production	1
8	H	N	1	Production	1
9	I	G, H	3	Production	1
10	J	A	3	Méthodes	1
11	K	J	5	Méthodes	1
12	L	A	8	Formation	1
13	M	K, L	5	Formation	1
14	N	K, L	2	Formation	1
15	P	/	4	Tests	1
16	Q	P	3	Tests	1
17	R	E, Q	2	Tests	1

Application de la Méthode des Potentiels

Exercice 14 (d'après l'Afitep) - Corrigé

Réponse

 Retour à l'énoncé

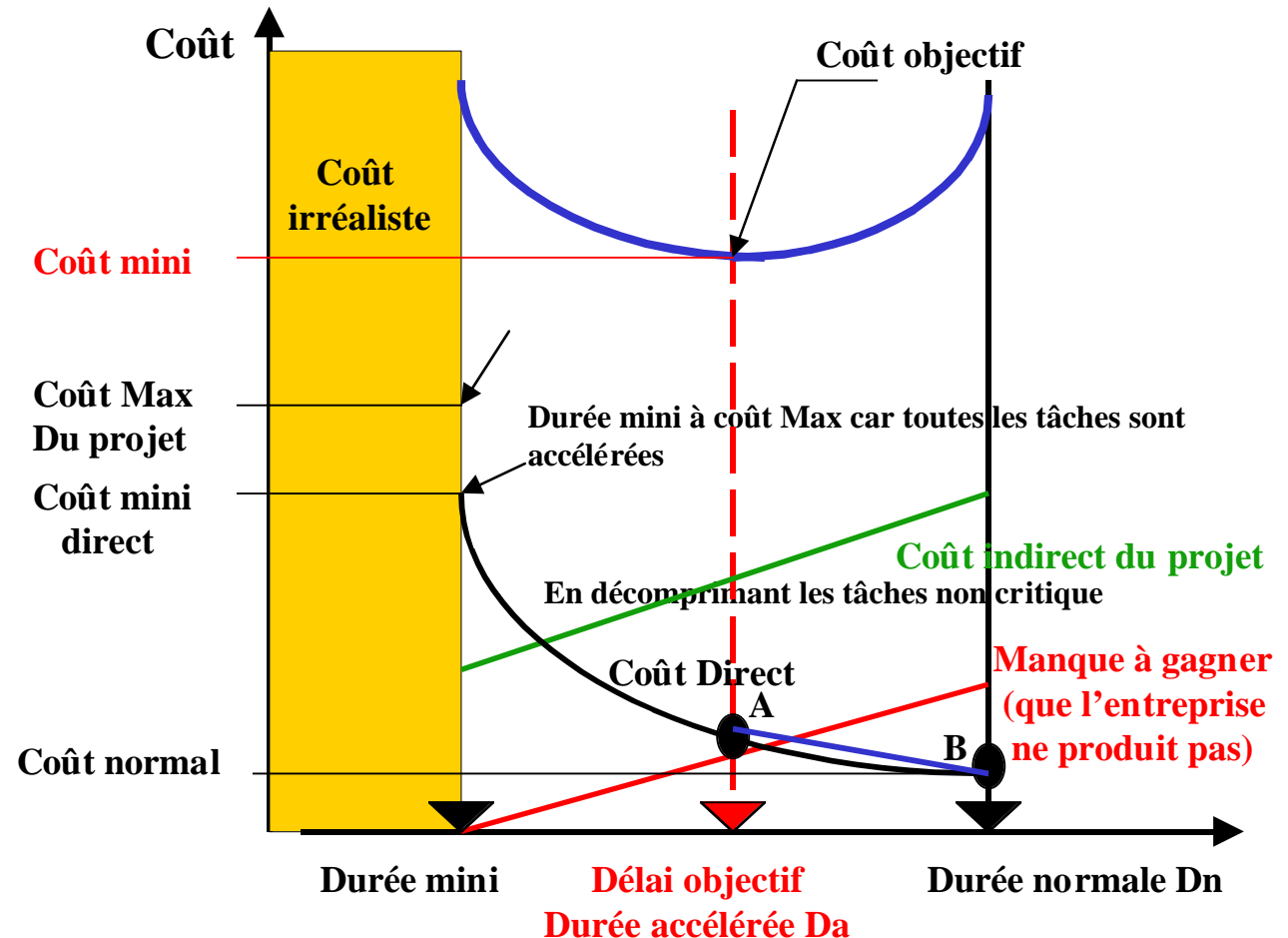
 Retour au Cours

 Retour

Le PERT – COÛT

Comment évolue le projet par rapport à son coût

Le PERT Coût est une méthode d'optimisation du coût et de la durée d'un projet. Le principe repose sur les charges directes et indirectes des tâches. Le principe consiste à examiner chaque tâche et à envisager plusieurs façons de l'accomplir, avec des résultats de coûts et de temps différents. Comment évolue le projet par rapport à sa durée et à son coût. C'est la méthode CPM (Critical Path Method)



Comment évolue le projet par rapport à son coût (suite)

On suppose la portion de courbe (coût direct) entre A et B équivalent à une droite, on peut calculer le coût de l'unité entre le coût accéléré (Ca) et normal (Cn) et la durée accélérée (da) et normale (dn).

$$\text{Coût de l'unité de temps } C_u = \frac{C_a - C_n}{d_n - d_a}$$

Exemple

Une tâche A peut être réalisée en 10j pour 30 KF ou en 5j pour 50KF. Calculer le coût unitaire. Réponse :

$$C_u = (50 - 30) / (10 - 5) = 4 \text{ KF/j de compression}$$

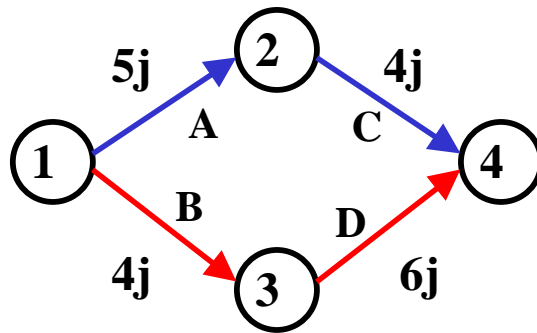
Connaissant le coût de chaque tâche, on peut calculer le coût cumulé du projet, appelé *Coût Budgété du Travail Prévu CBTP*.

Le PERT – COÛT

Exercice 15

ENONCE

Un réseau comprend quatre tâches dont les temps sont donnés dans le tableau ci-dessous.



Tâches	Temps minimal	Coût directement imputables à la réduction des temps
A	2	20F chaque jour
B	2	30F (1er jour), 70F (2ème jour)
C	4	Pas possible
D	3	40F (1er jour), 100F (autres jours)

On demande

A- Si les coûts fixes du projet sont de 80F/j, quel est le délai de réalisation au plus bas prix ?

Trajets révisés	Gain en coûts fixes	Suppléments de coût	Economie
A	80 F	20 F	60 F

B- De tracer le graphique des coûts totaux et d'indiquer le choix temps-coût optimal.

Le PERT – COÛT © INPL - ENSGSI - Jean Renaud - novembre 2000

Exercice 15 - Corrigé

Réponse :

Tracer sur le même graphique les différents coûts, en abscisse : les jours et ordonnée : les coûts.

1- Le coût cumulé dégressif des frais fixes de 10 jours à 6 jours : C1

2- Le coût supplémentaire cumulé de 10 jours à 6 jours : C2

3- Le coût total cumulé, $CT = C1$ et $C2$

Sur la courbe CT, rechercher le coût mini correspondant au coût du projet amélioré par les coûts.

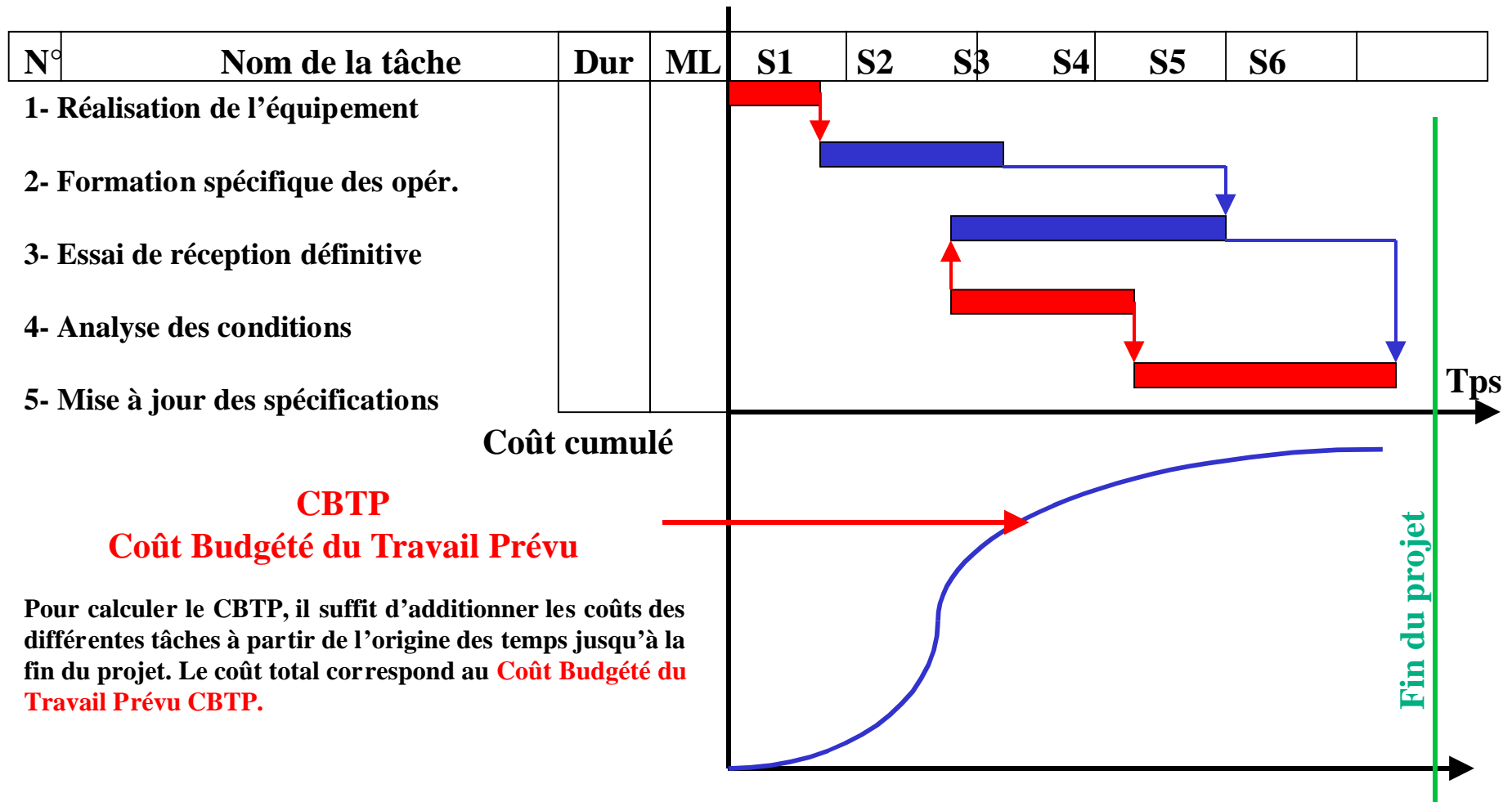
Le PERT – COÛT

Exercice 16 – selon P. Poggioli

A l'aide du tableau ci-dessous, établir le PERT événements ou tâches, calculer les durées, faire apparaître les marges libres et totales. Réduire au maximum le réseau sachant que l'ouvrage en durée optimum revient à 3 550 F.

				Coûts supplémentaires dus aux gains de temps			
Tâches	Antériorités	Durées optimum	Durées Minimum	Réductions Possibles	1ère heure	2ème Heure	3ème heure
D	K, B	4	2	2	50	80	Impossible
C	B	5	2	3	150	200	300
F	/	3	3	0		Impossible	Impossible
E	G, A, F	2	2	0		Impossible	Impossible
K	B	2	2	0		Impossible	Impossible
G	F	2	2	0		Impossible	Impossible
J	C, H, B	3	2	1	100	Impossible	Impossible
B	/	2	2	0		Impossible	Impossible
A	B	2	2	0		Impossible	Impossible
H	/	4	2	2	110	130	Impossible

Coût Budgété du Travail Prévu (CBTP)



Exercice Supplémentaire 1

La Méthode PERT ou Potentiel – Etapes (D'après annales AFITEP)

Question :

Tracer le réseau PERT représentatif de l'ordonnancement du projet. Calculer la durée du projet, les dates au plus tôt et au plus tard.

ACTIVITES	Antécédents	Durées semaines
A- Réalisation de l'équipement	N	2
B- Formation des opérateurs	G I E A	4
C- Formation des techniciens	A N	6
D- Définition des essais de réception définitive	H N	5
E- Plan de formation		1
F- essais de réception définitive	L C D	3
G- Réalisation des manuels d'utilisation	N	2
H- Analyse des conditions d'utilisation		4
I- Formation générale des opérateurs	E	6
J- Formation générale de la maîtrise	E	1
K- Mise à jour des spécifications	A	2
L- Essais de réception provisoire	A P N	1
M- Formation de la maîtrise	J E	4
N- Rédaction des spécificques		5
P- Définition des essais de réception provisoire	N	3

Exercice Supplémentaire 2

La Méthode PERT ou Potentiel – Etapes (D'après P. Poggioli)

Question :

Tracer le réseau PERT représentatif de l'ordonnancement du projet. Calculer la durée du projet, les dates au plus tôt et au plus tard.

Tâches	Antériorités	Durées des tâche
D	K B	4
C	B	5
F	/	3
E	G A F	2
K	B	2
G	F	2
J	C H B	3
B	/	2
A	B	2
H	/	4