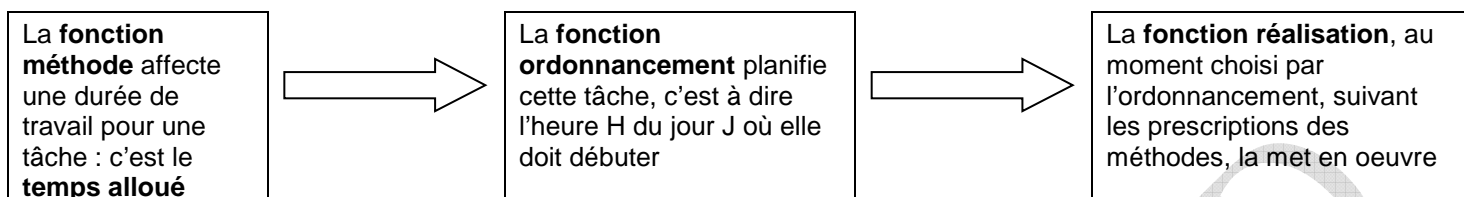


I – TERMINOLOGIE ET METHODES D'ORDONNANCEMENT :

11 – Définitions :

Fonction ordonnancement : c'est la fonction de l'entreprise chargée de gérer les temps d'activités. Elle occupe une position chronologique dans le déroulement d'une intervention entre les méthodes et la réalisation.

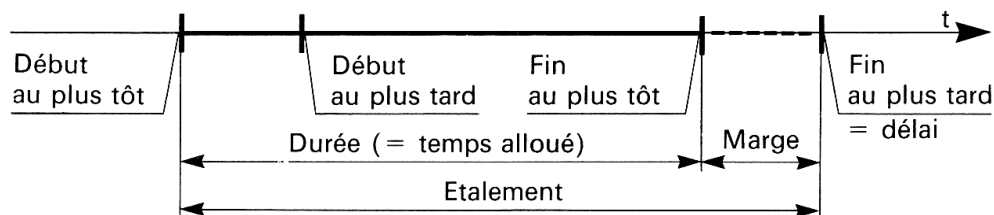


Notion de charge :

- **Capacité de charge :** c'est le nombre d'heures de travail qu'il est possible à une équipe de réaliser pendant son horaire normal de travail. Ex : 12 ouvriers représentent une capacité de charge de $12 \times 35h = 420$ heures hebdomadaire.
- **Charge :** c'est la somme des temps alloués pour une période de référence et pour une équipe.
- **Surcharge :** elle se manifeste quand la charge est supérieure à la capacité.
- **Sous charge :** elle se manifeste quand la charge est inférieure à la capacité. Momentanée, elle rend disponible le personnel. Permanente, elle pose le problème des sureffectifs.

Notion de tâche ou d'étape :

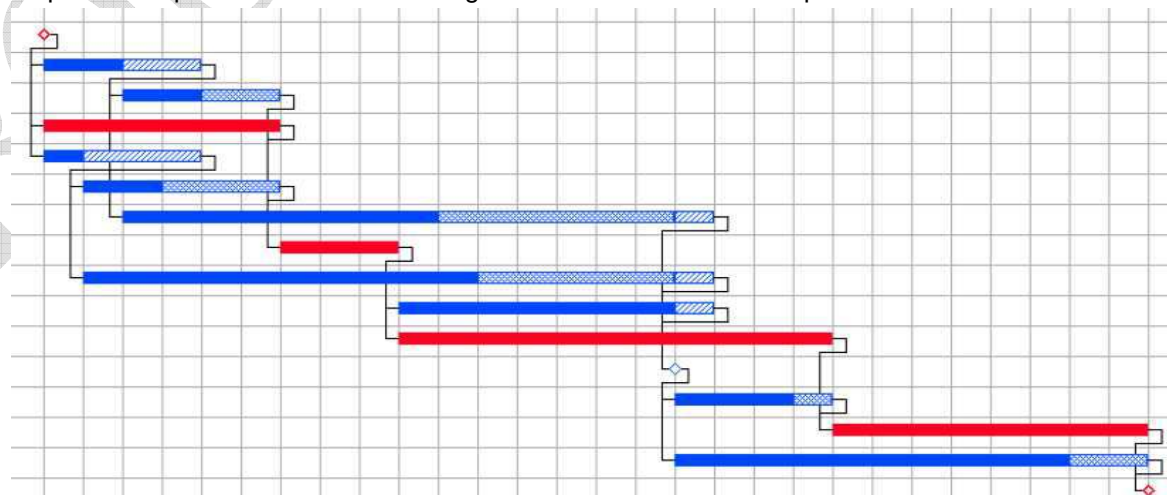
- **Tâche :** en maintenance, c'est une intervention caractérisée par une durée propre, estimée par les méthodes, et portée sur l'ordre de travail. La situation dans le temps de cette tâche entraîne la définition des termes suivants :



- **Projet :** c'est un ensemble de tâches ; chaque tâche étant une phase, c'est à dire un élément de décomposition du projet auquel les méthodes ont affecté une durée propre. Ex : révision annuelle d'un process, arrêt d'une tranche de centrale nucléaire.
- **Chemin critique :** c'est l'ensemble des tâches « en série » qui conditionnent la durée totale d'un projet.
- **Délai :** c'est une contrainte technique ou commerciale s'appliquant à l'achèvement d'une tâche (fin au plus tard) ou d'un projet.

Notion de planning :

- **Diagramme de Gantt :** c'est une forme graphique visualisant la succession des tâches, chaque durée de tâche étant représentée par une barre dont la longueur est à l'échelle des temps.



- **Plannings :** ce sont des tableaux visualisant la programmation des travaux. Ces tableaux sont des diagrammes de Gantt.

- **Lissage** : opération qui consiste à rechercher une optimisation des charges en jouant sur les marges. Le lissage ne concerne pas les tâches du chemin critique qui, par définition, n'ont pas de marge.
- **Jalonnement** : ensemble des dates situant sur un planning les tâches et leurs marges, dans la réalisation d'un projet.

Actions d'ordonnement :

- **Programmation** : action d'intégrer une tâche « en attente » sur un planning, donc de lui choisir ses dates de début et de fin.
- **Lancement** : c'est une sous fonction de l'ordonnement ayant pour mission de rassembler tous les « moyens » pour assurer leur disponibilité au moment choisi.
- **Avancement** : autre sous fonction assurant le suivi des travaux. Il contrôle l'état d'avancement des « en-cours », leur achèvement, et enregistre les éventuelles discordances entre les prévisions et les réalisations ; ce qui permet les corrections nécessaires à la tenue à jour des plannings.
- **Déblocage** : action de libérer le lancement d'une tâche après l'enregistrement de la fin de la tâche antécédente.
- **Approvisionnement** : de la responsabilité de l'ordonnement, il veille à la disponibilité des « consommables », donc il s'assure des approvisionnements nécessaires. C'est une fonction économiquement très importante :
 - Approvisionner trop tôt, en trop grand nombre, conduit à stocker inutilement ; ce qui revient très cher.
 - Approvisionner trop tard entraîne des retards et du personnel inoccupé.

12 – Caractéristiques de l'ordonnement :

Missions :

L'ordonnement est le « chef d'orchestre », chargé de conduire les événements. Son rôle consiste à :

- Prévoir la chronologie du déroulement des tâches
- Optimiser l'utilisation des moyens nécessaires, et les rendre disponibles
- Lancer les travaux au moment choisi
- Contrôler l'avancement et la fin des tâches, et prendre en compte les écarts entre les prévisions et les réalisations.

Prévoir un instant T et un endroit X où un personnel P, muni de l'outillage O et des matières M, exécutera la tâche Y.

Caractéristiques :

- *Optimisation des moyens* : trouver le compromis coût / temps. Pour réduire la durée d'une tâche, il faut augmenter les moyens à mettre en œuvre, donc les coûts directs imputés à cette tâche.
- *Méthodes et ordonnancement* :
 - Les méthodes répondent aux questions : Quelle tâche ? Comment la réaliser ?
 - L'ordonnement répond aux questions : Quand ? Qui ?
- Sans ordonnancement efficace, un service **subit** les événements au lieu de les **maîtriser**.

13 – Les 5 niveaux d'ordonnement :

1^{er} niveau : prévisions à long terme. Il correspond à la notion de « plan de charge » et se situe à un horizon compris entre 1 et 5 ans. Les prévisions concernent la direction et sa politique. Elles permettent, en fonction des prévisions économiques de l'entreprise, de prévoir globalement une charge de travail ; donc du personnel et des investissements en matériels. Ces prévisions impliquent la définition d'une politique de maintenance adaptée à ces investissements.

2^{ème} niveau : prévisions à moyen terme. Horizon de 1 à 12 mois. Elles concernent le bureau d'ordonnement. Les commandes sont enregistrées. Un planning des charges mensuelles est possible, l'approvisionnement des stocks est lancé, ainsi que les pièces et les outillages à fabriquer ou à modifier.

3^{ème} niveau : le lancement (court terme). Il concerne le bureau de lancement, charnière entre la prévision et l'exécution. Il gère le « planning de lancement » et déclenche la mise à disposition du chef d'équipe des matières et des outillages, ainsi que des préparations des méthodes et des procédures de sécurité (consignations).

4^{ème} niveau : répartition du travail (futur immédiat). C'est la mise en main, par le chef d'équipe, de tous les éléments permettant aux exécutants de faire le travail dans les conditions de temps, qualité et sécurité prévues.

5^{ème} niveau : contrôle de l'avancement. Le respect des délais nécessite un contrôle permanent de l'avancement des travaux, une étude des écarts par rapport aux prévisions et une adaptation éventuelle.

II – PLANIFICATION PAR DIAGRAMME DE GANTT :

Un projet comporte un nombre de tâches plus ou moins grand à réaliser dans les délais impartis et selon un agencement bien déterminé. Le diagramme de GANTT est un outil permettant de planifier le projet et de rendre plus simple le suivi de son avancement.

Le diagramme de GANTT est un planning présentant une liste de tâches en colonne et en abscisse l'échelle de temps retenue. La mise en oeuvre de technique de planification nécessite que les tâches soient identifiées, quantifiées en terme de délais, de charges ou de ressources et que la logique de l'ensemble des tâches ait été analysée

Afin de mener à bien la réalisation de cet outil, il faut donc procéder comme suit :

1. **Déterminer et structurer la liste des tâches à réaliser**
2. **Estimer les durées et les ressources** : il faut remplir un tableau présentant, pour chaque tâche, la durée de celle-ci et les ressources affectées (matériels et personnels). L'unité de temps pour exprimer la durée est fonction du type de projet réalisé. Elle peut aller de la minute à l'année. Le tout est d'utiliser la même unité de temps pour toutes les tâches dans un souci d'harmonisation du diagramme.
3. **Réaliser le réseau logique** : le réseau doit reprendre les hypothèses de priorités des tâches. Il se présente souvent sous la forme de tâches reliées entre elles par des liens logiques. Pour chaque tâche, il est primordial de trouver les relations d'antécédence et de succession. Une fois le réseau tracé, on retrouvera la chronologie du projet.
4. **Tracer le diagramme de GANTT** : avec en abscisse l'échelle de temps et en ordonnée la liste des tâches, il faut tracer un rectangle d'une longueur proportionnelle à sa durée, le tout suivant la logique d'ordre d'exécution du réseau. Il peut apparaître des tâches se réalisant pendant la même période. En effet, c'est un peu le but recherché car plus les tâches pourront se faire simultanément, plus la durée du projet sera courte et plus le coût du projet risque de baisser. Il faut toutefois vérifier la disponibilité des ressources en regardant dans le tableau d'affectation, les ressources utilisées plusieurs fois.

Le diagramme de GANTT permet de visualiser facilement le déroulement du projet, ainsi que de prévoir suffisamment à l'avance les actions à penser ou à faire comme la commande de matériel qui prend parfois beaucoup de temps. On pourra aussi gérer plus facilement les conflits de ressources et les éventuels retards en visualisant l'impact de ceux-ci sur le déroulement du projet. En outre, le diagramme de GANTT est un bon outil de communication avec les différents acteurs du projet.

Exemple :

Une commune décide de construire une bibliothèque municipale sur un terrain qu'elle vient d'acquérir. L'entrepreneur chargé de cette construction a fourni le tableau des enchaînements des différentes tâches, avec indication des durées respectives de chaque activité :

N°	Nom de la tâche	Durée (en mois)	Tâches pré requises (immédiatement antérieures)
A	Acceptation des plans par les services compétents	4	
B	Préparation du terrain	2	
C	Commande des matériaux (sauf portes et fenêtres)	1	A
D	Creusage des fondations	1	A, B
E	Commande des portes et fenêtres	2	A
F	Livraison des matériaux	2	C
G	Coulage des fondations	2	D, F
H	Livraison des portes et fenêtres	8	E
I	Pose des murs, de la charpente, du toit	4	G
J	Mise en place des portes et fenêtres	1	H, I

Le diagramme de Gantt d'enchaînement des tâches est le suivant :

	Nom de la tâche	Durée	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	Acceptation des plans par les services compétents	4	■	■	■	■																
B	Préparation du terrain	2	■	■																		
C	Commande des matériaux (sauf portes et fenêtres)	1					■															
D	Creusage des fondations	1					■															
E	Commande des portes et fenêtres	2					■	■														
F	Livraison des matériaux	2						■	■													
G	Coulage des fondations	2							■	■												
H	Livraison des portes et fenêtres	8							■	■	■	■	■	■	■	■						
I	Pose des murs, de la charpente, du toit	4									■	■	■	■								
J	Mise en place des portes et fenêtres	1																■				

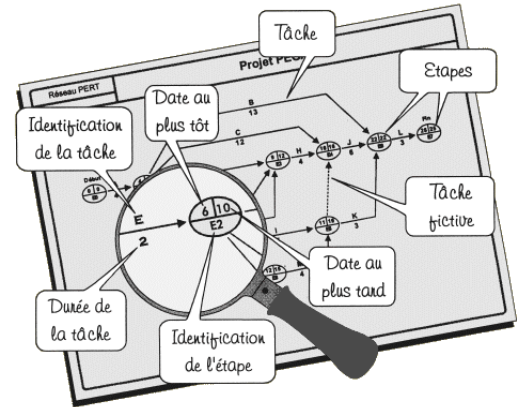
Les tâches critiques sont les tâches A, E, H, J.

Les conséquences d'un retard de 2 mois dans l'exécution de la tâche A entraîne un retard de 2 mois dans la date de fin de projet.

IV – PLANIFICATION PAR RESEAUX PERT :

A la fin des années cinquante, la marine américaine conçoit une nouvelle technique d'ordonnancement qui devait conduire à des gains de temps importants dans la réalisation de ses missiles à ogive nucléaire Polaris : c'est la technique PERT (Programm Evaluation and Review Technic - technique d'ordonnancement et de contrôle des programmes). Cette technique a permis de coordonner les travaux de près de 6000 constructeurs dans les délais imposés par le gouvernement américain. Le projet POLARIS représentait entre autres 250 fournisseurs, 9000 sous-traitants, 7 ans de réalisation. L'utilisation du PERT a permis de ramener la durée globale de réalisation du projet de 7 à 4 ans.

Cette méthode s'est ensuite étendue à l'industrie américaine puis à l'industrie occidentale.



Le PERT est « une méthode consistant à mettre en ordre sous forme de réseau plusieurs tâches qui grâce à leur dépendance et à leur chronologie concourent toutes à l'obtention d'un produit fini ».

La méthode PERT est le plus souvent synonyme de gestion de projets importants et à long terme. C'est pourquoi un certain nombre d'actions sont nécessaires pour réussir sa mise en œuvre :

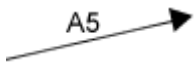
- Définir de manière très précise le projet d'ordonnancement
- Définir un responsable de projet, auquel on rendra compte et qui prendra les décisions importantes
- Analyser le projet par grands groupes de tâches, puis détailler certaines tâches si besoin est
- Définir très précisément les tâches et déterminer leur durée
- Rechercher les coûts correspondant ce qui peut éventuellement remettre en cause certaines tâches
- Effectuer des contrôles périodiques pour vérifier que le système ne dérive pas.

Contrairement à celle du GANTT, la méthode PERT s'attache surtout à mettre en évidence les liaisons qui existent entre les différentes tâches d'un projet et à définir le **chemin dit « critique »**.

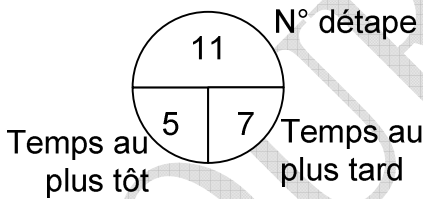
Le graphe PERT est composé d'**étapes** et de **tâches** (ou opérations).

On représente les tâches par des flèches. La longueur des flèches n'a pas de signification; il n'y a pas de proportionnalité dans le temps.

Définitions:



Tâche ou opération : elle fait avancer le projet vers son état final. Habituellement, on nomme les tâches et on indique leur durée.

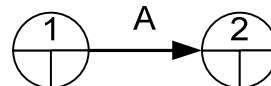


Etape : on appelle étape, le début ou la fin d'une tâche. Habituellement on numérote les étapes. On indique aussi leur temps de réalisation au plus tôt et au plus tard.

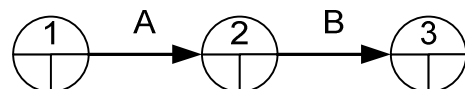
Réseau: On appelle réseau ou diagramme PERT, l'ensemble des tâches et des étapes qui forment le projet. Un réseau possède toujours une étape de début et une étape de fin. On lit un réseau de la gauche vers la droite. Les flèches sont orientées dans ce sens. Il n'y a jamais de retours. On ne peut représenter une tâche que par une seule flèche.

Représentation, règles:

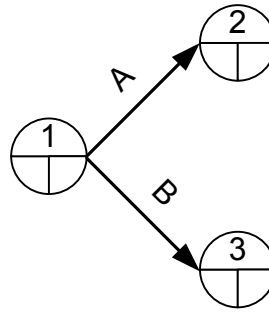
Toute tâche a une étape de début et une étape de fin. Une tâche suivante ne peut démarrer que si la tâche précédente est terminée.



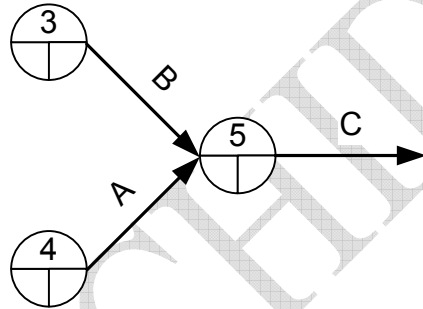
Deux tâches qui se succèdent immédiatement sont représentées par des flèches qui se suivent.



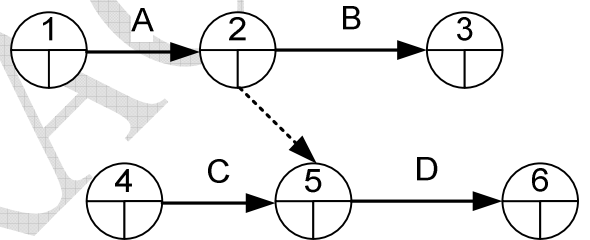
Deux tâches A et B qui sont simultanées (c'est à dire qui commencent en même temps) sont représentées de la manière suivante :



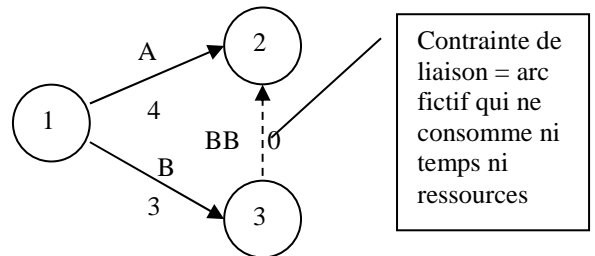
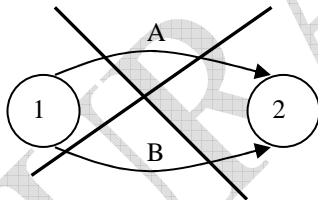
Deux tâches A et B qui sont convergentes (c'est à dire qui précèdent une même tâche G) sont représentées de la manière suivante :



Parfois, il est nécessaire d'introduire des tâches fictives. Une tâche fictive a une durée nulle. Elle ne modifie pas le délai final. Par exemple, si la tâche D succède aux tâches A et C, et que la tâche B succède seulement à la tâche A, on représentera le problème de la manière suivante :



2 tâches ne peuvent être identifiées par 2 arcs ayant la même origine et la même extrémité. Ainsi, si 2 tâches sont **simultanées**, elles seront représentées par 2 arcs différents en partant de la même origine



Exemple traité.

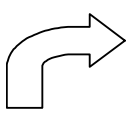
Soit à effectuer les tâches suivantes:

Tâches	Antécédents	Durée	Tâches	Antécédents	Durée
A	/	3	G	E-F	9
B	A	1	H	/	5
C	A	5	I	H	8
D	B	6	J	H	2
E	B	4	K	I	3
F	C-I-D	2	L	K-J	7

Approche cartésienne:

On réalise un tableau. En abscisse et en ordonnée, on inscrit les noms des tâches. On met une croix dans les cases correspondant aux tâches qui ont des antécédents. Par exemple, comme il faut avoir fait A, pour faire B, on met une croix dans la case B-A (ligne – colonne) ; de même pour C-A.

Etape 1 :

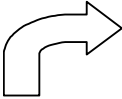


		Il faut avoir terminé												n1	n2	n3	n4	n5
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L					
Pour faire cette tâche	A																	
	B	X																
	C	X																
	D		X															
	E		X															
	F			X	X						X							
	G					X	X											
	H																	
	I									X								
	J									X								
	K										X							
	L											X	X					

Ensuite, on compte, ligne par ligne le nombre de croix et on inscrit le résultat dans la colonne « n1 ». Nous avons alors établi le premier niveau. Les lignes qui n'ont plus de croix correspondent aux tâches qui n'ont plus d'antécédents. Au niveau « n1 », les tâches A et H n'ont pas de croix. Elles n'ont pas d'antécédents. On les réalisera donc en premier.

Etape 2 :

L'étape suivante consiste à barrer les tâches qui n'avaient plus de croix précédemment. En effet, on considère qu'elles sont réalisées.

 Il faut avoir terminé

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	n1	n2	n3	n4	n5	
Pour faire cette tâche	A												0					
	B	X											1	0				
	C	X											1	0				
	D		X										1	1				
	E		X										1	1				
	F			X	X					X			3	3				
	G					X	X						2	2				
	H												0					
	I								X				1	0				
	J								X				1	0				
	K									X			1	1				
	L										X	X	2	2				

A nouveau, on compte ligne par ligne le nombre de croix. Au niveau « n2 », les tâches B-C-I et J n'ont plus de croix. On réalisera donc ces tâches, car elles n'ont plus d'antécédents.

Etape 3 :

On procédera de la même manière, ligne par ligne, colonne par colonne pour obtenir le tableau ci-après.

Il faut avoir terminé

Pour faire cette tâche

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	n1	n2	n3	n4	n5
A													0				
B	X												1	0			
C	X												1	0			
D		X											1	1	0		
E		X											1	1	0		
F			X	X					X				3	3	1		
G					X	X							2	2	2		
H													0				
I								X					1	0			
J								X					1	0			
K									X				1	1	0		
L										X	X		2	2	1		

Et ainsi de suite pour obtenir le tableau suivant :

Il faut avoir terminé

Pour faire cette tâche

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	n1	n2	n3	n4	n5
A													0				
B	X												1	0			
C	X												1	0			
D		X											1	1	0		
E		X											1	1	0		
F			X	X					X				3	3	1	0	
G					X	X							2	2	2	1	0
H													0				
I								X					1	0			
J								X					1	0			
K									X				1	1	0		
L										X	X		2	2	1	0	

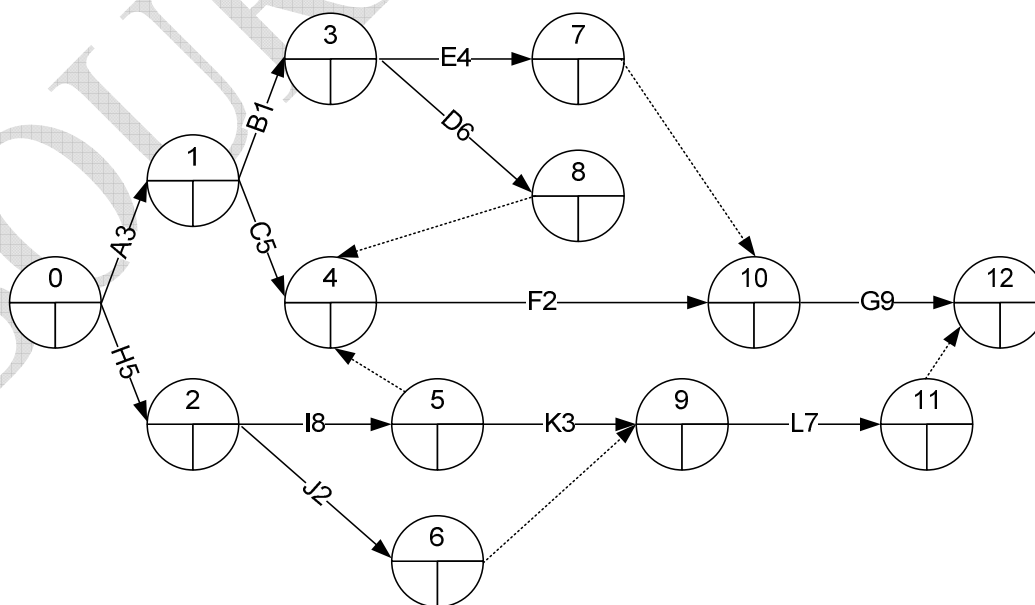
Etape 4 :

On récapitule pour chaque colonne « ni » les tâches qui ont un zéro. Par exemple, pour la colonne « n1 », les tâches A et H ont un zéro ; ce qui donne le tableau suivant :

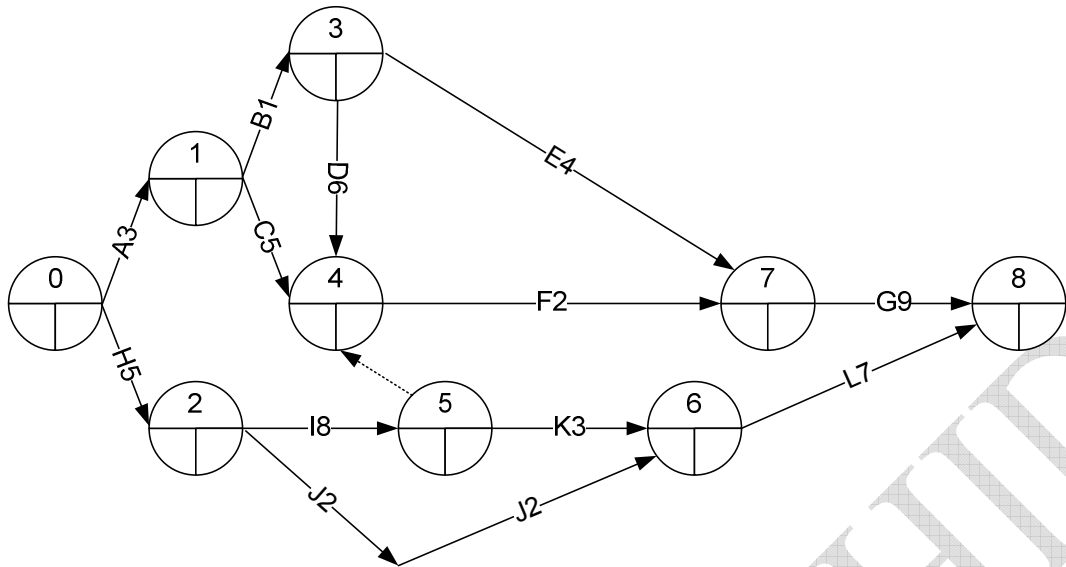
		Il faut avoir terminé											n1	n2	n3	n4	n5	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L					
Pour faire cette tâche	A													0				
	B	x												1	0			
	C	x												1	0			
	D		x											1	1	0		
	E		x											1	1	0		
	F			x	x					x				3	3	1	0	
	G					x	x							2	2	2	1	0
	H													0				
	I								x					1	0			
	J								x					1	0			
	K									x				1	1	0		
	L										x	x		2	2	1	0	

A	B	D	F	G
H	C	E	L	
	I	K		
	J			

Etape 5 : on obtient le graphe final suivant:



Après simplifications des tâches fictives inutiles, on obtient le graphe définitif suivant :



Exploitation du graphe :

La méthode PERT introduit 2 notions attachées à chaque étape :

- **La date au plus tôt:** c'est la date à laquelle on peut commencer à effectuer les tâches débutant par cette étape.
- **La date au plus tard:** c'est la date à laquelle doivent être finies les tâches menant à cette étape, sous peine de retarder potentiellement le projet tout entier (la date au plus tôt de l'étape finale).
- La différence entre la date au plus tard et la date au plus tôt s'appelle: **la MARGE**.

On peut maintenant définir les temps au plus tôt et au plus tard de chaque étape et aussi le chemin critique en reliant les étapes qui n'ont aucune marge.

