

## ◀ Qu'est-ce que le planning PERT ? ▶

### Qu'est-ce que le PERT Date ?

Les tâches d'un projet sont indépendantes si leurs dates de sa réalisation n'ont aucune relation d'interdépendance.

Les tâches d'un projet sont dépendantes si le début de l'une ne peut avoir lieu que lorsque l'autre est terminée (exemple : le câblage d'une armoire ne peut commencer que lorsque les plans de filerie sont terminés).

- Lien Fin à Début : (exemple : les murs ne peuvent être construits que lorsque les fondations sont terminées)
- lien Début à Fin (exemple : La fin de l'exploitation d'une ancienne installation ne peut avoir lieu qu'à la mise en service de la nouvelle.)
- lien Début à Début (exemple : La rédaction des comptes rendus de réunions doit commencer en même temps que la tenue de ces réunions.)
- lien Fin à Fin (exemple : La rédaction des cahiers de recette doit être terminée en même temps que l'application logicielle à laquelle ils s'appliquent.)

L'analyse détermine les séries de celle qui doivent s'effectuer successivement. Il peut y avoir plusieurs séries en parallèle. Le chemin critique est la série dont la somme des durées est la plus grande.

Les tâches sont représentées par des flèches orientées de la gauche vers la droite. Elles sont horizontales ou obliques, de longueur quelconque. Elles portent l'indication de leur durée. Une tâche fictive (durée nulle) indique une relation de dépendance. Les tâches du chemin critique sont représentées en trait gras ou en couleur rouge.

Les étapes sont représentées par des ovales avec plusieurs cases dans lesquelles sont notés le repère de l'étape et les dates au plus tôt et au plus tard. Une tâche se situe entre deux étapes.

## ◀ Qu'est-ce que le planning Gantt (ou Bar Chart) ? ▶

Le planning Gantt représente chaque tâche par un trait horizontal sur un graphique, les dates en abscisse, l'identification des tâches en ordonnées, la longueur des traits proportionnelle à la durée des tâches. Ceci donne une excellente lisibilité, mais la dépendance des tâches n'apparaît pas.

## ◀ Qu'est-ce que la courbe en « S » ? ▶

La définition des tâches et leur planification étant terminée, on construit une courbe sur un graphique dont l'abscisse représente le temps et l'ordonnée le pourcentage d'avancement et de consommation de ressources.

Cette courbe a la forme d'un « S ».

La première partie de la courbe correspond au démarrage du projet et à sa montée en cadence.

La seconde partie de la courbe, avec une pente plus forte, représente le déroulement du projet en vitesse de croisière.

La troisième partie, asymptotique, représente la fin du projet, tâches de finition et désengagement progressif des ressources.

Chaque fin de semaine (par exemple), chaque responsable technique contrôle les tâches élémentaires placées sous sa juridiction. Il comptabilise les ressources dépensées pour chacune d'elles et leur degré d'avancement estimé. Après traduction en pourcentage global du projet, ils sont additionnés. Ces deux valeurs sont portées sur le graphique en face de la date correspondante.

L'expérience montre que se construisent deux autres courbes en « S » enveloppant la première :

- en général la courbe des ressources se situe au dessus de la première (souvent la productivité est un peu moins bonne que celle escomptée au départ du projet),
- en général la courbe d'avancement se trouve en dessous de la première, du fait du manque de productivité ou d'autres aléas ayant provoqué un retard dans le projet.

Une mesure hebdomadaire permet de décomposer le projet en tâches de 50 à 100 heures.

L'examen des pentes de courbes permet de déceler immédiatement une dérive du projet et donc de procéder aux analyses nécessaires et de remédier aux causes.

# Organisation du travail

Mémo

sur les diagrammes de Gantt et le PERT

Il s'agit dans les deux cas de planifier un enchaînement complexe d'opération de façon à pouvoir suivre leur exécution et à pouvoir effectuer les rajustements éventuellement nécessaires.

## *1) Préparation*

Pour commencer, il faut lister les différentes opérations qui permettent la réalisation du projet.

Par exemple pour la construction d'une piscine olympique :

- Construction des vestiaires
- Construction du solarium
- Dallage
- Essais en pression
- Étanchéité
- Excavation
- Fondation
- Mise en eau
- Mise en place de la station d'épuration
- Mise en place du chauffage
- Pose des canalisations
- Raccordement électrique
- Sonorisation sous-marine

Ensuite on détermine la durée des tâches et on les code :

Codes	Tâches	Durée
K	Construction des vestiaires	8
L	Construction du solarium	2
J	Dallage	6
D	Essais en pression	8
E	Etanchéité	9
A	Excavation	5
B	Fondation	2
M	Mise en eau	3
F	Mise en place de la station d'épuration	6
G	Mise en place du chauffage	5
C	Pose des canalisations	4
H	Raccordement électrique	4
I	Sonorisation sous-marine	5

L'étape suivante est de déterminer les antériorités :

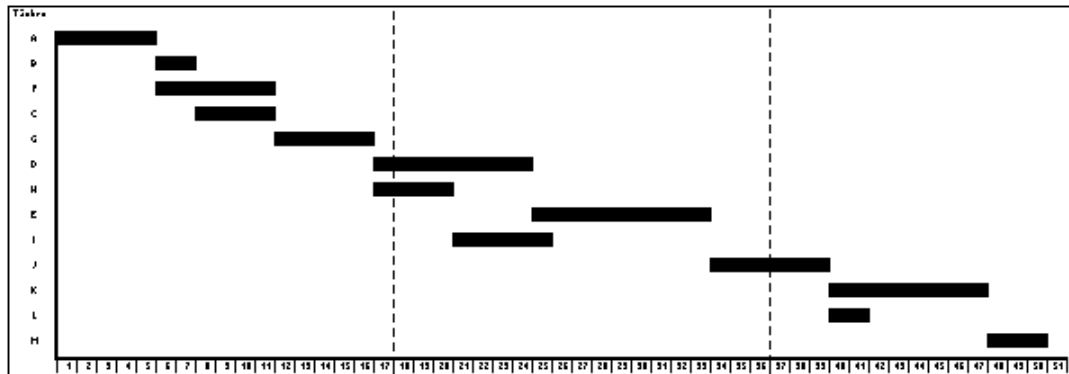
Codes	Tâches	Antériorités	Durée
K	Construction des vestiaires	J	8
L	Construction du solarium	J	2
J	Dallage	E,I	6
D	Essais en pression	C,G	8
E	Etanchéité	D	9
A	Excavation	-	5
B	Fondation	A	2
M	Mise en eau	K,L	3
F	Mise en place de la station d'épuration	A	6
G	Mise en place du chauffage	F	5
C	Pose des canalisations	B	4
H	Raccordement électrique	G	4
I	Sonorisation sous-marine	H	5

Pour terminer le tableau il s'agit de classer les tâches dans l'ordre de leur exécution et de déterminer les différents niveaux du projet. Un niveau est un ensemble de tâches qui peuvent être effectuées lorsque les opérations des niveaux précédents sont terminées. Le premier niveau est constitué par les tâches sans antécédents.

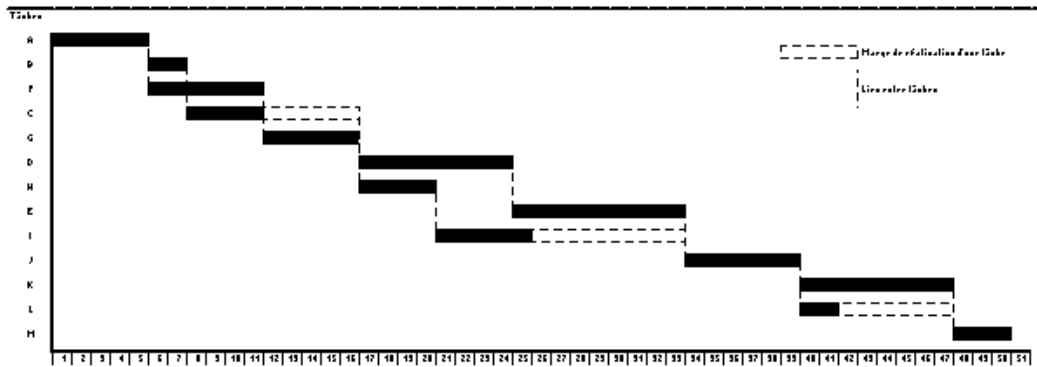
Niveaux	Codes	Tâches	Antériorités	Durée
1	A	Excavation	-	5
2	B	Fondation	A	2
	F	Mise en place de la station d'épuration	A	6
3	C	Pose des canalisations	B	4
	G	Mise en place du chauffage	F	5
4	D	Essais en pression	C,G	8
	H	Raccordement électrique	G	4
5	E	Etanchéité	D	9
	I	Sonorisation sous-marine	H	5
6	J	Dallage	E,I	6
7	K	Construction des vestiaires	J	8
	L	Construction du solarium	J	2
8	M	Mise en eau	K,L	3

## 2) Le Gantt

Chaque tâche est représentée par une barre proportionnelle à sa durée, avec une seule barre par ligne :



Comme vous pouvez le constater ci dessus, dans sa version standard le Gantt ne permet ni de visualiser les marges de réalisation des tâches ni les liens entre elles. Pour remédier à cette lacune le mode de présentation peut être enrichi comme ci - dessous.



Comme vous pouvez le remarquer, même avec cet artifice, des imprécisions subsistent, comme sur les antécédents de la tâche "H".

### 3) le PERT

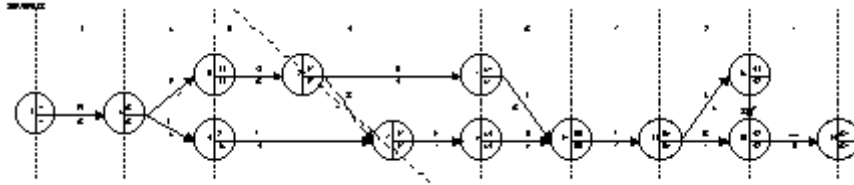
Dans le cas du PERT, les tâches sont représentées par des flèches



et les liaisons entre elles par des sommets



Dans la partie gauche on note un numéro d'ordre, dans le haut - droit la date au plus tôt et dans le bas - droit la date au plus tard.



*Les principes de construction du graphe :*

- Essayer de respecter les niveaux
- Dans une configuration comme celle du niveau 7, toujours associer à la tâche fictive "X" la tâche la plus courte.
- Eviter dans la mesure du possible de faire passer le chemin critique par une tâche fictive ( On peut parfois ne pas pouvoir faire autrement, preuve en est donnée ci - dessus).
- Les tâches fictives sont représentées en pointillé, nommées "X" et leur durée est égale à 0.
  - Calcul des dates au plus tôt :  
Elles se calculent de gauche à droite en partant de 0 et rajoutant la durée de la tâche à la date précédente. En cas de convergence comme au 5 niveau on prend la valeur la plus élevée.
  - Calcul des dates au plus tard :  
Elles se calculent de droite à gauche en partant de la date de fin au plus tard ( ici 50 ) et en retranchant la durée de la tâche à la date précédente. En cas de convergence comme au 7 niveau on prend la valeur la plus faible.

*Calcul des marges :*

- Calcul des marges libres :

La marge libre d'une tâche correspond au retard que l'on peut prendre à sa mise en route ou au cours de son exécution sans que cela change le calendrier des tâches qui suivent et notamment sans changer la date d'achèvement du projet.

$$\text{MARGE LIBRE} = \text{DATE DE FIN AU PLUS TOT} - \text{DATE DE DEBUT AU PLUS TOT} - \text{DUREE DE LA TACHE}$$

- Calcul des marges totales :

La marge totale d'une tâche correspond au retard que l'on peut prendre à sa mise en route ou au cours de son exécution sans que cela change la durée totale du projet, mais qui remet en cause le calendrier des tâches qui suivent.

$$\text{MARGE TOTALE} = \text{DATE DE FIN AU PLUS TARD} - \text{DATE DE DEBUT AU PLUS TOT} - \text{DUREE DE LA TACHE}$$

- Interêt et domaine d'application
    - Objectifs
    - Outils de gestion de projet
    - Résultats
    - Non résultats
    - Inopérants
  - Diagramme PERT
    - Structure du réseau
    - Etablissement du réseau
      - Par dessin direct
      - Par approche ordonnée
    - Numérotation des noeuds
  - Diagramme PERT - temps
    - Définition des durées
    - Le chemin critique
    - La date au plus tôt
    - Date au plus tard
    - Les marges
  - Mise à jour du diagramme
- 

## PERT

### Interêt et domaine d'application

PERT : Program Evaluation and Research Tasks, spit, en français, exploration des réseaux de tâches.

Cette méthode fut utilisée la première fois en 1957, pour la mise au point de la fusée Polaris. Elle permit de réaliser le projet en deux ans et demi alors qu'il avait été prévu pour sept ans.

### Objectifs

Les objectifs de la méthode PERT sont :

- Réduire les délais au maximum,
- Etablir la solution la plus économique,
- Respecter les délais dans les conditions les plus économiques et les plus sûres,
- Assurer le plein emploi des moyens disponibles,
- Comparer les différentes solutions techniques de réalisation d'un projet pour choisir la mieux adaptée.

## **Outils de gestion de projet**

Les outils de gestion de projet sont utilisés pour :

- Améliorer l'ordonancement (structuration) d'un projet,
- Faciliter le contrôle du projet,
- Montrer l'inscidence d'un retard sur la durée de réalisation,
- Fournir les éléments de décision.

## **Résultats**

La méthode PERT permet de faire apparaître :

- L'embauche des tâches,
- Le délai des tâches,
- Le chemin critique,
- Les coordinations d'événements.

## **Non résultats**

La méthode PERT ne fait pas apparaître :

- L'échelle des temps,
- Les charges (le nombre de personne.jour).

## **Inopérants**

La méthode PERT n'est pas adaptée aux projets suivants :

- Si les travaux sont indépendants,
- Si les tâches sont en serie.

## **Diagramme PERT**

L'objectif de ce diagramme est la visualisation de l'organisation des tâches.

## **Structure du réseau**

Un diagramme PERT est constitué d'une suite de graphes "potentiel-étape" dans lesquels on trouve :

- Des noeuds ou sommets : le point de début ou de fin d'une ou plusieurs tâches,



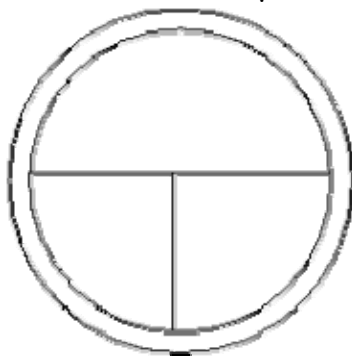
- Des arcs ou flèches : la tâche en elle-même.



**Figure 7.1:** Structure d'un réseau PERT

- La tâche A ne débute que lorsque B et C sont terminés.
- C et B sont tâches convergentes,
- D et E sont des tâches simultanées.

La date contractuelle est représentée par un noeud entouré.



**Figure 7.2:** Représentation d'un noeud contractuel - PERT

La durée des arcs est sans rapport avec la durée de la tâche.

## Etablissement du réseau

### Par dessin direct

- En avant : depuis la première tâche jusqu'à la tâche finale. A chaque étape, on doit se poser la question : Quels sont les tâches que l'on peut entreprendre immédiatement après ?
- A rebours : depuis la dernière tâche jusqu'à la tâche initiale. A chaque étape, on doit se poser la question : Quels sont les tâches que l'on peut entreprendre immédiatement avant ?

Cette méthode nécessite la connaissance de l'enchaînement des tâches.

### Par approche ordonnée

On suit les étapes suivantes :

- Lister toutes les tâches à effectuer,
- Etablir les contraintes existant entre les tâches,
- Etablir le diagramme.

Pour s'aider dans ces étapes, on utilise le tableau suivant :

Num	Libellé	Tâches immédiatement		Durée	Obser.	Charge
		antérieures	posterieures			
						indicative
1	Tâche 1		2,3	1 jour		1 personne
2	Tâche 2	1	4	1 jour		1 personne
3	Tâche 3	1	4	1 jour		1 personne
4	Tâche 4	4		1 jour		1 personne

## Numérotation des noeuds

La numérotation des noeuds est libre. On peut éventuellement utiliser une numérotation codée pour désigner le type de tâche. Le diagramme est exploitable si il est limité à 60 ou 80 tâches au grand maximum.

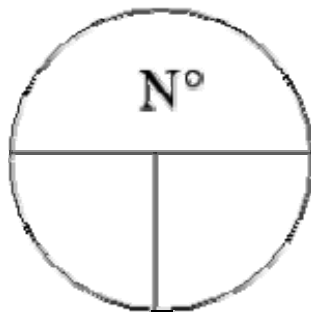


Figure 7.3: Représentation d'un noeud PERT

## Diagramme PERT - temps

Ce diagramme détermine les tâches critiques avec leurs marges. Le moindre incident sur une tâche critique influe sur le délai final. Il convient donc de faire preuve d'une très grande vigilance.

## Définition des durées

On utilise les conventions suivantes :

- On n'utilise qu'une seule unité de durée pour tout le diagramme,
- La durée des tâches est estimée avec les responsables d'ateliers. Sur le diagramme PERT,

Elle figure sous l'arc de la tâche.

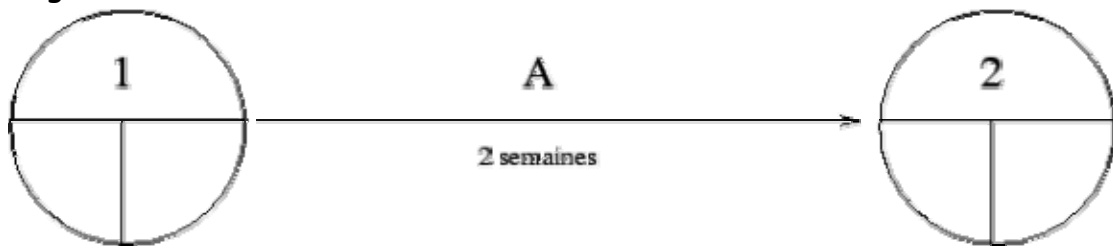


Figure 7.4: Représentation d'un arc PERT

## Le chemin critique

C'est le chemin dont la succession des tâches donne la plus longue durée d'exécution. Sur le diagramme PERT, il est marqué et traits gras. Aucun incident sur ce chemin n'est tolérable.

## La date au plus tôt

C'est la date à laquelle peut se terminer le projet en réduisant au maximum toutes les marges. Pour déterminer la date au plus tôt, on parcourt le diagramme depuis le premier noeud jusqu'au dernier.

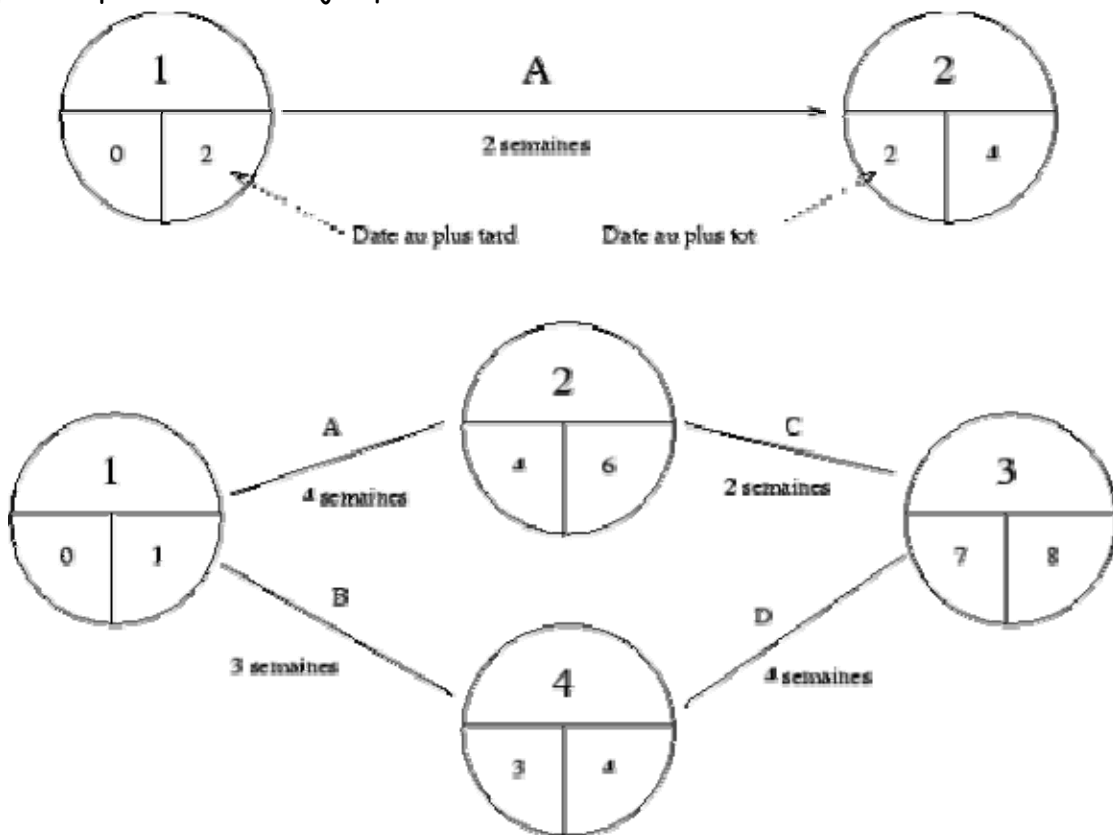


Figure 7.5: Détermination de la date au plus tôt - PERT

## Date au plus tard

C'est la date limite à laquelle doit démarrer le projet pour qu'il soit réalisé à la date voulue. Pour déterminer la date au plus tard, on parcourt le diagramme depuis le dernier noeud jusqu'au premier.

## Les marges

Sur le diagramme PERT, on distingue les marges suivantes :

- Marge libre : Marge dont on peut disposer sans réaction sur les marges des autres tâches (sur  $C$  : 1 semaine),
- Marge total : Marge libre + marge liée (sur  $C$  : 2 semaines),
- Marge indépendante : C'est la marge dont on peut disposer sur une tâche sans que cela n'influe sur la durée des autres tâches,
- Marge liée : Elle est propre à un noeud. C'est la différence entre la date au plus tôt et la date au plus tard d'un noeud.

## Mise à jour du diagramme

Le diagramme doit être constamment tenu à jour tout au long du projet. Cela permet :

- Le contrôle de l'état d'avancement par rapport aux prévisions. Cela constitue l'utilisation principale du diagramme PERT.
- Une attention particulière sur le chemin critique,
- La visualisation immédiate de tout retard et de ses conséquences,
- Une aide à la décision.

## Mode de résolution d'un exercice sur le PERT

1. Lire le texte de l'exercice.
2. Repérer pendant une deuxième lecture du texte les différentes tâches et leur durée.
3. À partir du texte et du contenu des tâches, déterminer les antécédents des tâches.
4. Rassembler dans un tableau récapitulatif les renseignements obtenus (ex. de tableau ci-dessous).

Nom	Désignation	Durée	Antécédents	Dates au + tôt		Dates au + tard		Marge totale	Marge libre
				début	fin	début	fin		

5. À partir des relations d'antécédence, mettre en évidence les différents niveaux de tâches en présence.
6. Élaborer à partir des différents niveaux un brouillon du graphe en mettant les tâches en relation en suivant les relations d'antécédence.
7. Une fois que sont mis en évidence dans ce brouillon les endroits qui nécessiteront la présence de tâches fictives et que l'architecture du graphe sera éventuellement corrigée pour permettre une présentation "esthétique", tracer le graphe définitif. (étape de début de chantier et étape de fin de chantier)
8. Calculer les dates au plus tôt, c'est à dire les dates avant lesquelles les différentes tâches ne peuvent pas commencer, à cause des contraintes imposées par les tâches précédentes .

NB Lorsque deux ou plusieurs tâches finissent au même sommet, la date au plus tôt à indiquer pour ce sommet sera la date la plus élevée, car la tâche qui suit ce sommet ne peut pas commencer avant que la plus tardive des tâches antécédentes soit terminée.

Ce calcul permettra d'obtenir pour le sommet de fin de graphe une date qui indiquera la durée du projet étudié, à savoir la durée en dessous de laquelle il est impossible de descendre.

9. A partir de cette date finale, calculer les dates au plus tard en "remontant" le graphe, ce sont les dates auxquelles les tâches peuvent commencer sans infliger un retard à l'ensemble du projet.

NB Lorsque deux ou plusieurs tâches se trouvent avoir le même sommet de début, la date à indiquer pour ce sommet sera la date la moins élevée, car autrement les dates des tâches suivantes ne seraient plus valables.

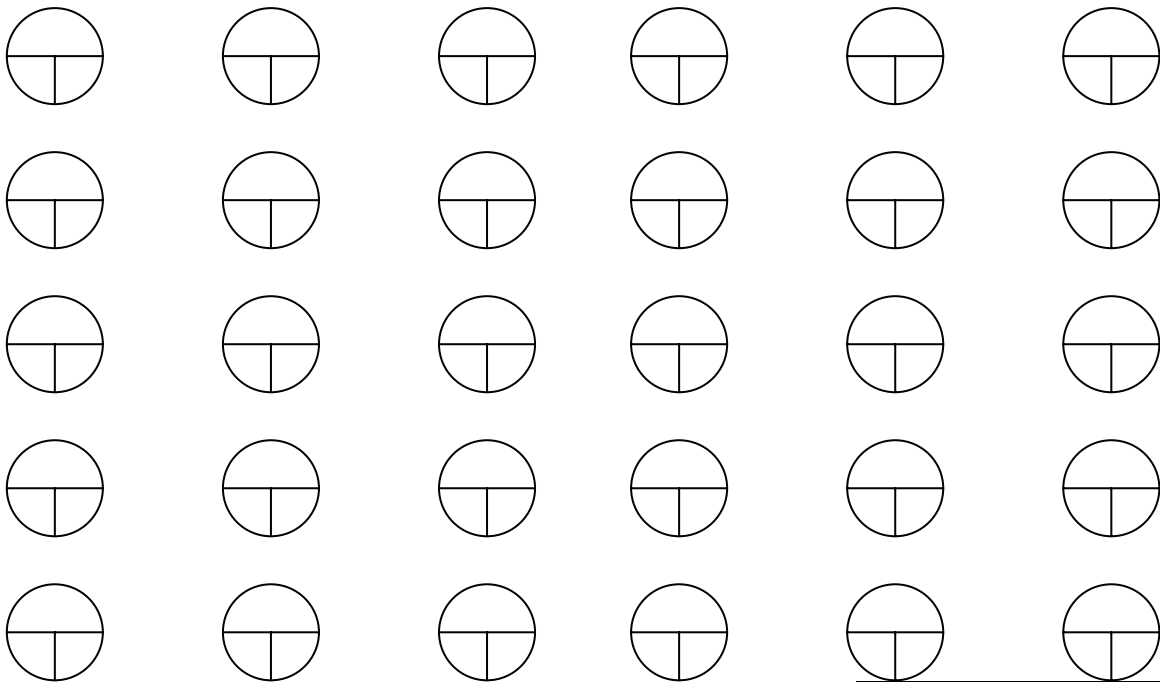
NB Lorsque ce calcul est terminé, il est bien évident que pour le sommet qui indique le début du graphe et pour celui qui en indique la fin, on doit avoir égalité entre dates au plus tôt et dates au plus tard.

10. Une fois les dates calculées, reporter dans le tableau les dates de début au plus tôt et les dates de fin au plus tard de toutes les tâches (sauf les tâches fictives bien entendu).
11. À partir de ces dates reportées dans le tableau et des durées des tâches, calculer les dates de fin au plus tôt (début au plus tôt + durée) et les dates de début au plus tard (fin au plus tard - durée)
12. Une fois toutes les dates inscrites dans le tableau, calculer les marges totales (début au plus tard - début au plus tôt), ces marges représentent les marges de liberté dont pourrait disposer chaque tâche.
13. Calculer les marges libres (minimum des débuts au plus tôt des tâches suivantes - fin au plus tôt de la tâche), elles représentent ce qui reste des marges totales sans que la marge de la tâche étudiée empiète sur celle de ses suivantes.

NB Comme la marge libre est une partie de la marge totale, il est impossible que l'on trouve pour une tâche une marge libre supérieure à la marge totale correspondante.

NB Pour la même raison, pour les tâches de marge totale égale à 0, la marge libre sera obligatoirement aussi 0. Ces tâches à marges nulles sont donc les tâches du chemin critique, puisque tout retard sur ces tâches entraînerait un retard de l'ensemble du projet.

Tâches			Dates				Marges	
Antécédents	Tâche	Durée (1)	Etape de début		Etape de fin		Totale 5-(2+1)	Libre 5-(3+1)
			Au + tôt (2)	Au + tard (3)	Au + tôt (4)	Au + tard (5)		



Feuille réponse	
Nom, prénom	
Date	