

## Devoir Java : Ordonnancement de tâches d'un projet

Le travail demandé consiste en une implémentation simple de la méthode d'ordonnancement Potentiel, il devra comprendre essentiellement deux parties :

- La première partie s'agit de saisir et gérer les tâches d'un projet et de les sauvegarder dans un fichier.
- La deuxième partie consiste de choisir un projet parmi ceux sauvegardés dans le fichier et de trouver la durée minimale nécessaire pour réaliser ce projet.

### 1. La méthode Potentiel

La méthode Potentiel est une méthode d'ordonnancement de tâches d'un projet qui permet, à partir de la liste de tâches d'un projet, de déterminer le chemin critique et de trouver la durée minimale nécessaire pour réaliser ce projet.

Prenons **un exemple**. On veut construire un nouveau bâtiment de manière à pouvoir de le construire au plus tôt. Certaines tâches ne peuvent s'exécuter qu'après que d'autres soient terminées. Par exemple, on ne peut commencer les fondations que lorsque le terrassement est fini. D'autres tâches peuvent s'exécuter simultanément. Par exemple, les travaux d'électricité et de plomberie peuvent être menés de pair.

#### a) Description du projet

ID de projet : P1

Nom de projet: Construction d'un bâtiment

Unité du temps : Jour

Liste de tâches : Décrites par le tableau 1 (chaque tâche  $T_i$  est décrite par un code, une description, une durée et une liste de tâches antérieures (liste de tâches préalables (prédécesseurs) qui doivent être finies avant le début de l'exécution de la tâche  $T_i$ ))

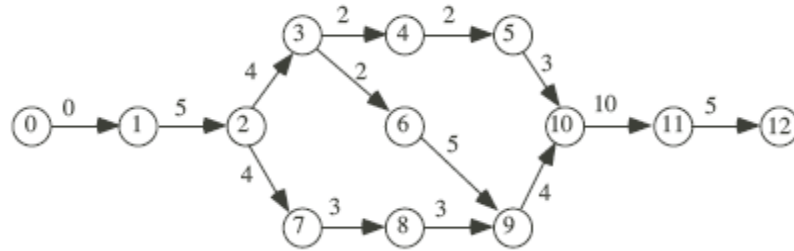
Code tâche	Description de tâche	Durée	Tâches antérieurs
1	Terrassement	5	-
2	Fondations	4	1
3	Colonnes porteuses	2	2
4	Charpente toiture	2	3
5	Couverture	3	4
6	Maçonnerie	5	3
7	Plomberie	3	2
8	Coulage dalle béton	3	7
9	Chauffage	4	8 et 6
10	Plâtre	10	9 et 5
11	Finitions	5	10

Tableau 1 – Construction d'un bâtiment

## b) Graphe de la méthode du potentiel

Le projet est représenté par un graphe dont les sommets du graphe représentent les diverses tâches et les arcs représentent les relations de précédence entre les tâches.

En plus de tâches effectives, chaque projet possède deux tâches avec de durée zéro, une tâche qui correspond à la date de début du projet (Nœud 0 dans l'exemple) et une autre qui correspond à la fin de projet (Nœud 12 dans l'exemple).



- On relie d'abord toutes les tâches sans préalable (la tâche 1 dans le cas de l'exemple) au nœud 0, début de projet par un arc de longueur nulle.
- Ensuite, on prend une tâche déjà dans le graphe et on examine si elle précède d'autres. Par exemple, la tâche 1 doit précéder la tâche 2. On trace le nœud 2 et on relie le nœud 1 au nœud 2 par un arc de longueur  $d_1$  (durée de tâche 1). On fait de même pour représenter toutes les tâches et leurs préalables.
- Pour les seules tâches sans successeur, on les relie au nœud fin de projet, avec un arc de longueur égale à la durée de la tâche.

## c) Calcul de l'ordonnement

### i. Ordonnement au plus tôt

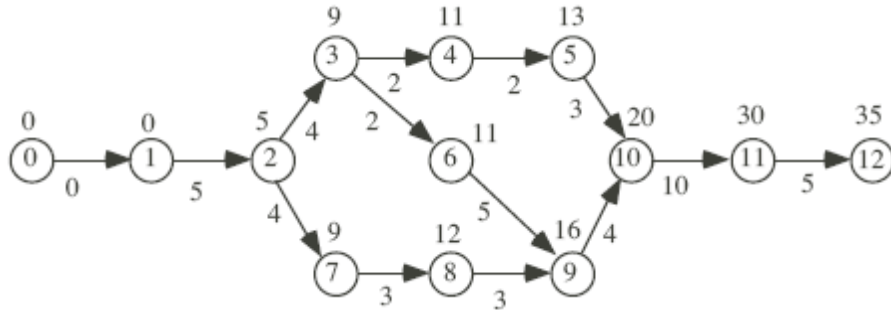
L'ordonnement au plus tôt détermine les dates de début au plus tôt des différentes tâches, notées  $t_i$ , en partant du nœud de début de projet  $t_0 = 0$ .

Par exemple : La tâche 1 peut commencer au plus tôt en  $t_1 = 0$  puisqu'elle est reliée au nœud 0, début de projet, par un arc de longueur nulle. La tâche 2 peut commencer dès la fin de la tâche 1, c'est-à-dire au temps  $t_2 = t_1 + d_1 = 5$  et ainsi de suite, on marque  $t_3 = 9$ ,  $t_4 = 11$ ,  $t_5 = 13$ , ...

Lorsqu'un sommet (comme le sommet 9) a plus d'un prédécesseur (8 et 6), on détermine la date au plus tôt par un maximum :

$$t_9 = \max \{t_6 + d_6, t_8 + d_8\} = 16.$$

On arrive ainsi à déterminer la durée totale minimum qui est ici de 35 jours ( $t_{12} = 35$ ), (voir figure suivante où le temps de début au plus tôt est indiqué au dessus des nœuds).



**ii. Ordonnement au plus tard**

Si on peut retarder la date de début d'une tâche à un certain point sans conséquence sur la date de fin de projet, alors ce point correspond à **la date de début au plus tard** de cette tâche.

Par exemple : si on retarde le début de la tâche 5 (couverture), cela n'aura pas de conséquences, car ce n'est pas à partir de ce nœud que son successeur (10) a été marqué mais bien à partir du nœud 9. En effet,  $t_5 = 13$ ,  $t_{10} = 20$ , et  $d_5 = 3$ . Autrement dit, la date de début de la tâche 5 peut être retardée jusqu'à la valeur :

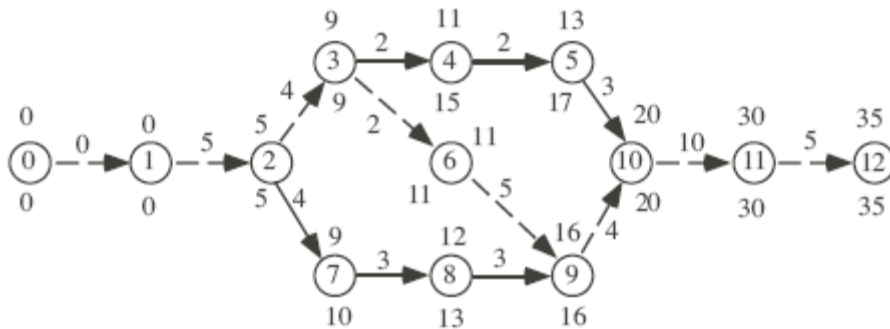
$$t_{10} - d_5 = 20 - 3 = 17$$

sans retarder la date de début de la tâche 10. On dit que 17 est la date de début au plus tard de la tâche 5.

On peut calculer **l'ordonnement au plus tard** de la manière suivante (voir figure suivant). Partant du nœud fin, pour lequel la date de début au plus tard coïncide avec la date de début au plus tôt  $t_{12} = 35$ , on retranche à la date au plus tard la durée de la dernière tâche. On détermine ainsi la date de fin au plus tard de la tâche 11 :

$$t_{11} = t_{12} - d_{11} = 35 - 5 = 30.$$

On marque ensuite les nœuds 10, 5, ...



Lorsqu'un nœud a plusieurs successeurs, on ne peut marquer ce sommet que si *tous ses successeurs directs sont marqués*. Prenons, à titre d'illustration, le cas du nœud 3. Dans ce cas, il faut prendre le minimum :

$$t_3 = \min\{t_4 - d_3, t_6 - d_3\} = \min\{15 - 2, 11 - 2\} = 9$$

### iii. Chemin critique et calcul des marges

On a deux sortes de tâches :

- Les **tâches critiques** sont celles qui servent à marquer de proche en proche le sommet  $n + 1$  à partir du sommet 0. Elles forment ce que l'on appelle le **chemin critique** qui donne l'ensemble des tâches à surveiller en premier si l'on veut respecter le délai minimum de réalisation du projet.

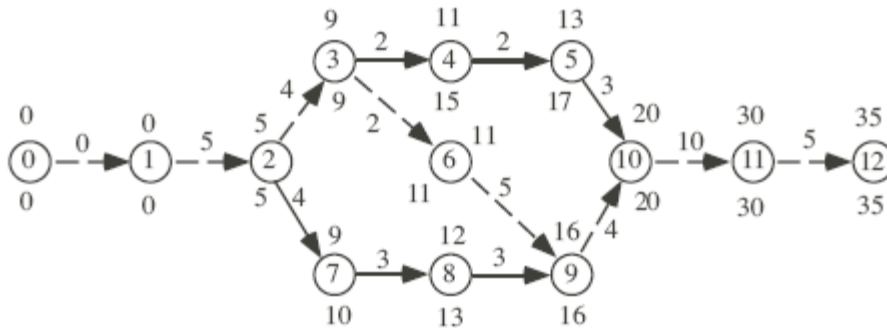
Le **chemin critique** peut être déterminé de la manière suivante : Partant du nœud  $n+1$ , on ne retient, que les sommets correspondant à des tâches critiques jusqu'à joindre le nœud 1. Il s'agit, dans l'exemple, des nœuds 12,11,10,9,6,3,2,1 et 0.

Notez qu'il peut y avoir **plusieurs chemins critiques**.

- Pour toutes les autres tâches, c'est-à-dire les **tâches non critiques**, on peut déterminer la **marge d'une tâche** comme la différence entre son temps de début au plus tard et au plus tôt :

$$\text{Marge de tâche } i = mi = \text{débutTard } i - \text{débutTôt } i$$

et donc la marge  $mi$  est strictement positive pour les tâches non critiques tandis qu'elle est nulle pour les tâches critiques.

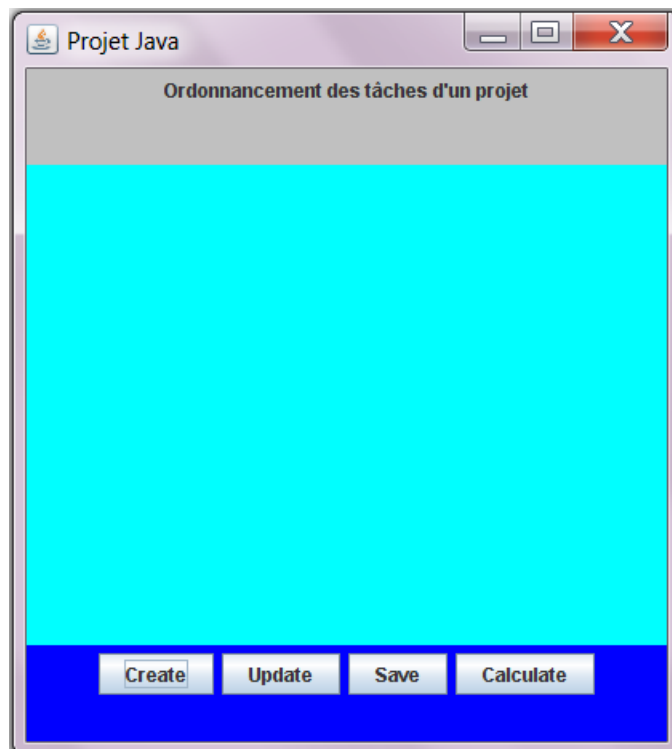


**Tableau récapitulatif**

Tâche	Début au plus tôt	Début au plus tard	Marge
0	0	0	0
1	0	0	0
2	5	5	0
3	9	9	0
4	11	15	4
5	13	17	4
6	11	11	0
7	9	10	1
8	13	12	1
9	16	16	0
10	20	20	0
11	30	30	0
12	35	35	0

## 2. Travail demandé

- Créer les classes représentant les objets de ce système, en particulier les classes **Projet** et **Tache**.
  - La classe **Tache** est caractérisée par :
    - Les variables : code, description, durée et une collection de tâches antérieurs.
    - Des constructeurs et des méthodes pour retourner et modifier les variables (getters et setters), pour ajouter une tâche antérieure, pour afficher une tâche et tout ce qui est nécessaire pour gérer une tâche.
  - La classe **Projet** est caractérisée par :
    - Les variables : id, nom, unité de temps et une collection d'objets de **Tache**.
    - Des constructeurs et des méthodes nécessaires pour gérer un projet.
  
- Créer une interface graphique possédant la forme suivante :

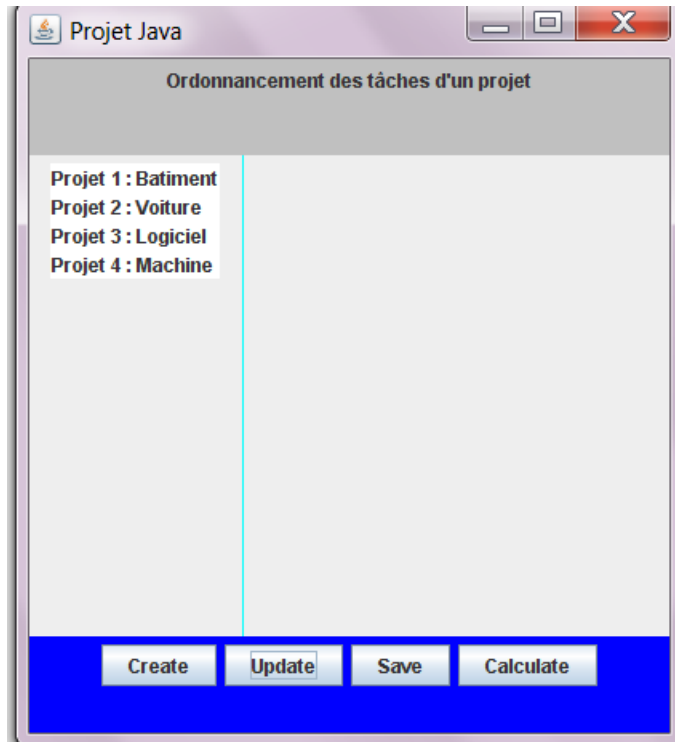


- Le bouton **CREATE** permet de créer un projet avec ses tâches à partir des données saisies.

The screenshot shows a window titled "Projet Java" with a subtitle "Ordonnancement des tâches d'un projet". It contains three input fields: "ID projet :", "Nom projet :", and "Unité :". Below these is a table with four columns: "Code projet", "Description", "Durée", and "Tâches antérieu...". The table has six rows, each with a hyphen in the first column, a hyphen in the second, and a "0" in the third. At the bottom, there is a blue bar with four buttons: "Create", "Update", "Save", and "Calculate".

Code projet	Description	Durée	Tâches antérieu...
-	-	0	-
-	-	0	-
-	-	0	-
-	-	0	-
-	-	0	-
-	-	0	-

- Le bouton **UPDATE** permet d'afficher une liste de noms des Projets sauvegardés dans le fichier, de choisir un d'eux et de modifier ses données, d'ajouter de modifier ou de supprimer des tâches de ce projet.



- Le bouton **SAVE** permet de sauvegarder l'objet Projet crée ou modifié dans un fichier.  
Remarque : On peut utiliser une collection (Map) pour stocker les projets créés et quand on appuie sur **SAVE** on effectue la copie de tous les objets de la collection dans le fichier ; de même pour l'affichage et la modification, on copie le contenu du fichier dans une collection (Map) et on effectue l'affichage ou la modification.
- Le bouton **CALCULATE** permet d'afficher une liste de noms des Projets sauvegardés dans le fichier, de choisir un d'eux et de calculer et d'afficher sous forme d'un tableau la date de début au plus tôt, la date de début au plus tard et la marge de chaque tâche du projet choisi.

Remarque : Les fenêtres ci-dessus sont présentées à titre indicatif, elles servent seulement à clarifier le travail demandé.