

CHAPITRE III: **PLANIFICATION D'UN PROJET**

Centre Universitaire de Mila
2^{ème} Année Master STIC

Année universitaire : 2020/2021

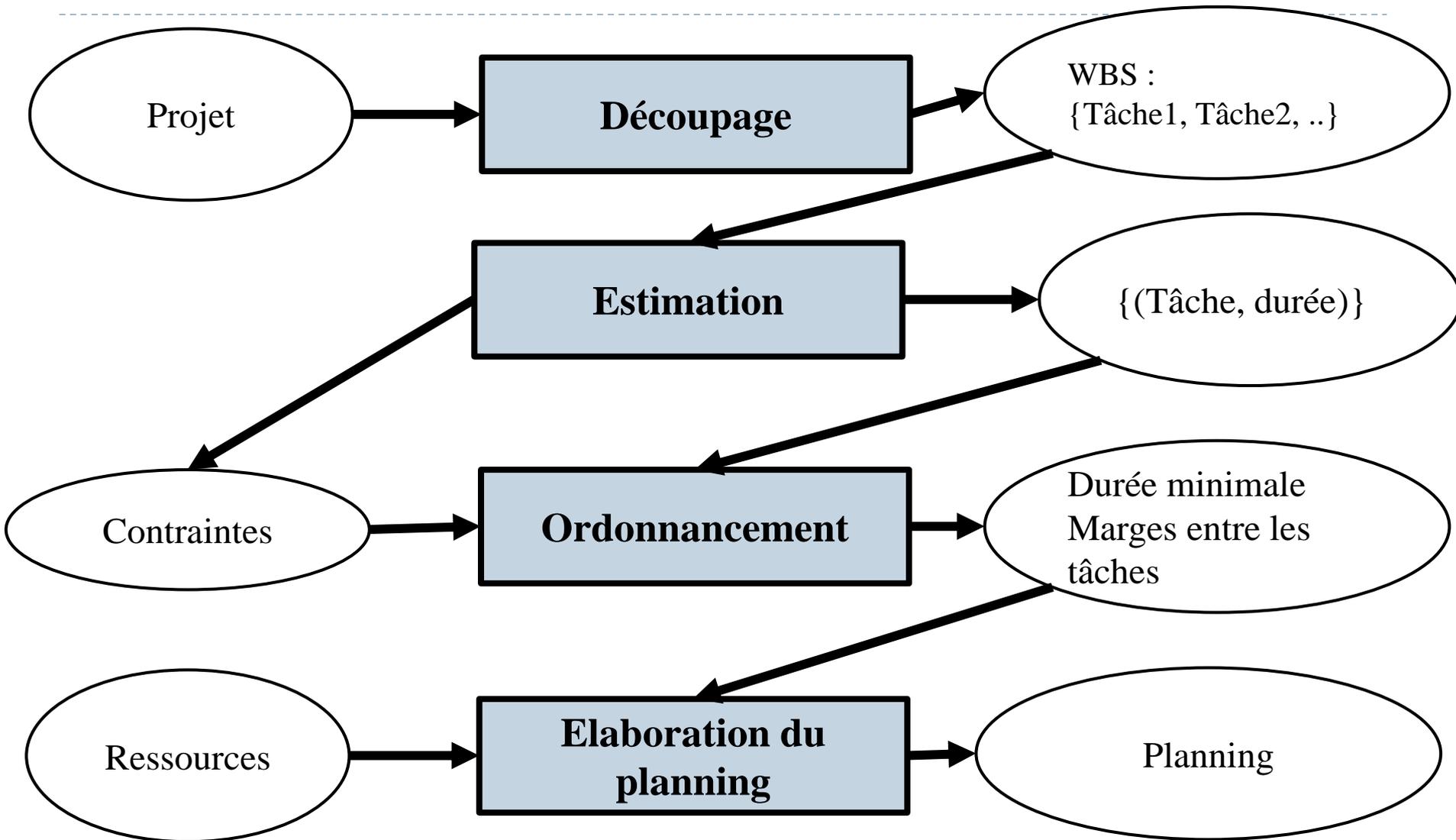
Matière: Gestion de projet informatique

Responsable de la matière: SADEK BENHAMMADA

I. Introduction

- ▶ La planification d'un projet est l'activité qui consiste à prévoir l'ordonnancement des tâches sur le plan des délais et sur le plan de l'utilisation des ressources.
- ▶ La planification d'un projet comporte plusieurs étapes:
 1. **Le découpage** du projet en tâches (Work Breakdown Structure);
 2. **L'estimation** de la durée de chaque tâche;
 3. **L'ordonnancement**: consiste à déterminer *les contraintes d'ordonnancement* des tâches et les possibilités de parallélisme.
 4. **Le planning**: détermine les dates pour réaliser les différentes tâches du projet.

I. Introduction



II. L'ordonnancement

- ▶ Il existe deux formalismes de représentation de l'ordonnancement des tâches :
 - ▶ **Le réseau PERT** et
 - ▶ **La méthode des antécédents**

II. L'ordonnancement

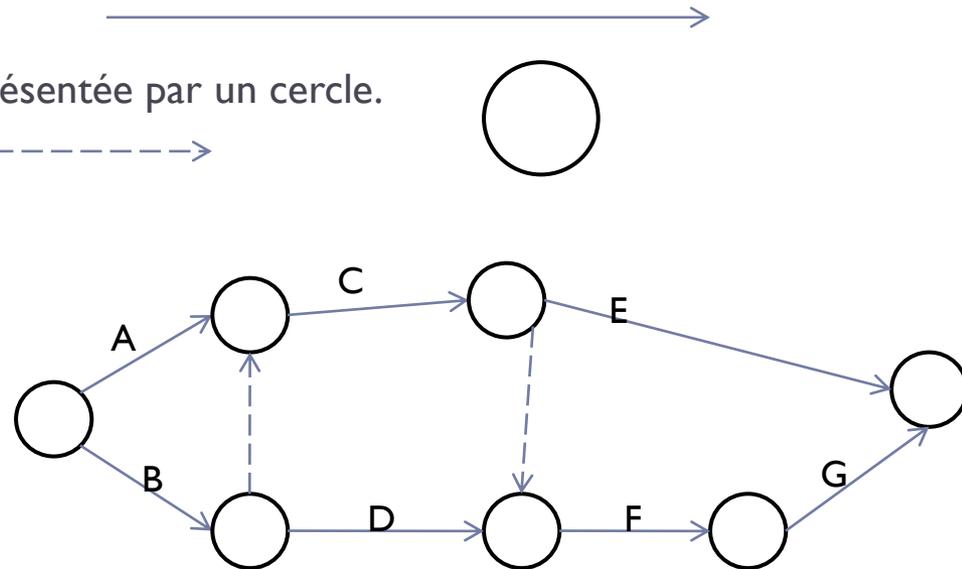
II.1. Le réseau PERT (Program Evaluation and Review Technique)

▶ Principe.

- ▶ Chaque tâche est représenté par un arc
- ▶ La fin d'une ou plusieurs tâches. Est représentée par un cercle.
- ▶ Tache fictive 

▶ Exemple

Tâche	Prédécesseurs
A	-
B	-
C	A,B
D	B
E	C
F	C,D
G	F



▶ Limites :

- ▶ Nécessité d'ajouter des taches fictives

II. L'ordonnancement

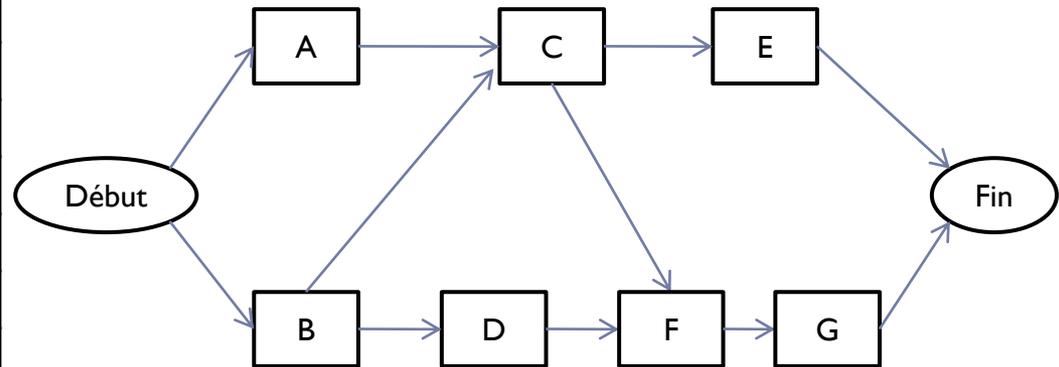
II.2. II. La méthode des antécédents

▶ Principe

- ▶ Chaque tâche est représentée par un rectangle
- ▶ Les arcs représente les contraintes d'ordonnancement.

▶ Exemple

Tâche	Prédécesseurs
A	-
B	-
C	A,B
D	B
E	C
F	C,D
G	F



- ▶ Elle est plus utilisée que le réseau PERT car plus simple et ne nécessite pas le recours aux tâches fictives.
- ▶ Elle est aujourd'hui à la base des logiciels de planification (comme MS Project).

II. L'ordonnancement

Le chemin critique

- ▶ Parmi tous les chemins d'un graphe il en existe un appelé **chemin critique** qui relie **les tâches "critiques"**.
- ▶ **Les tâches critiques** sont les tâches dont le retard impliquera un retard effectif du projet.
- ▶ On détermine le chemin critique avec les paramètres suivants:
 - ▶ Les dates au plus tôt
 - ▶ Date de début au plus tôt (DTO)
 - ▶ Date de fin au plus tôt (FTO)
 - ▶ Les dates au plus tard
 - ▶ Date de début au plus tard (DTA)
 - ▶ Date de fin au plus tard (FTA)
 - ▶ Les marges
 - ▶ Marge Libre (ML)
 - ▶ Marge Totale (MT)

DTO	FTO
Tache: Durée: ML: MT:	
DTA	FTA

I. Techniques de planification

- ▶ Compte tenu des *contraintes d'enchaînement*, de *la durée des tâches* et *de la date de début de projet*, une tâche T_i ne peut pas commencer avant DTO et ne peut se terminer avant FTO .
- ▶ Compte tenu des contraintes d'enchaînement, de *la durée des tâches* et de *la date de fin de projet*, une tâche T_i ne doit pas commencer après DTA et ne doit pas se terminer après FTA , sinon la date de fin du projet serait dépassée.
- ▶ Pour calculer ces dates, nous devons avoir la durée d_i de chaque tâche T_i .

II. L'ordonnancement

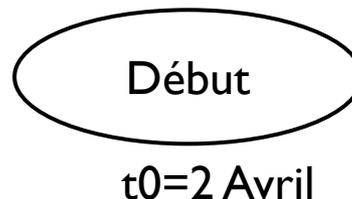
I. Calcul des dates au plus tôt (DTO et FTO)

- ▶ Pour calculer les dates au plus tôt de chacune des tâches, on va faire l'hypothèse d'une date de début de projet (t_0) et on va parcourir le graphe vers l'avant en respectant les liens.
- ▶ Si la tâche T_i se situe en début de projet:

$$DTO(T_i) = t_0$$

$$FTO(T_i) = t_0 + d_i - 1$$

▶ Exemple



2 Av	6 Av
Tache: A Durée: 5 jours ML: MT:	

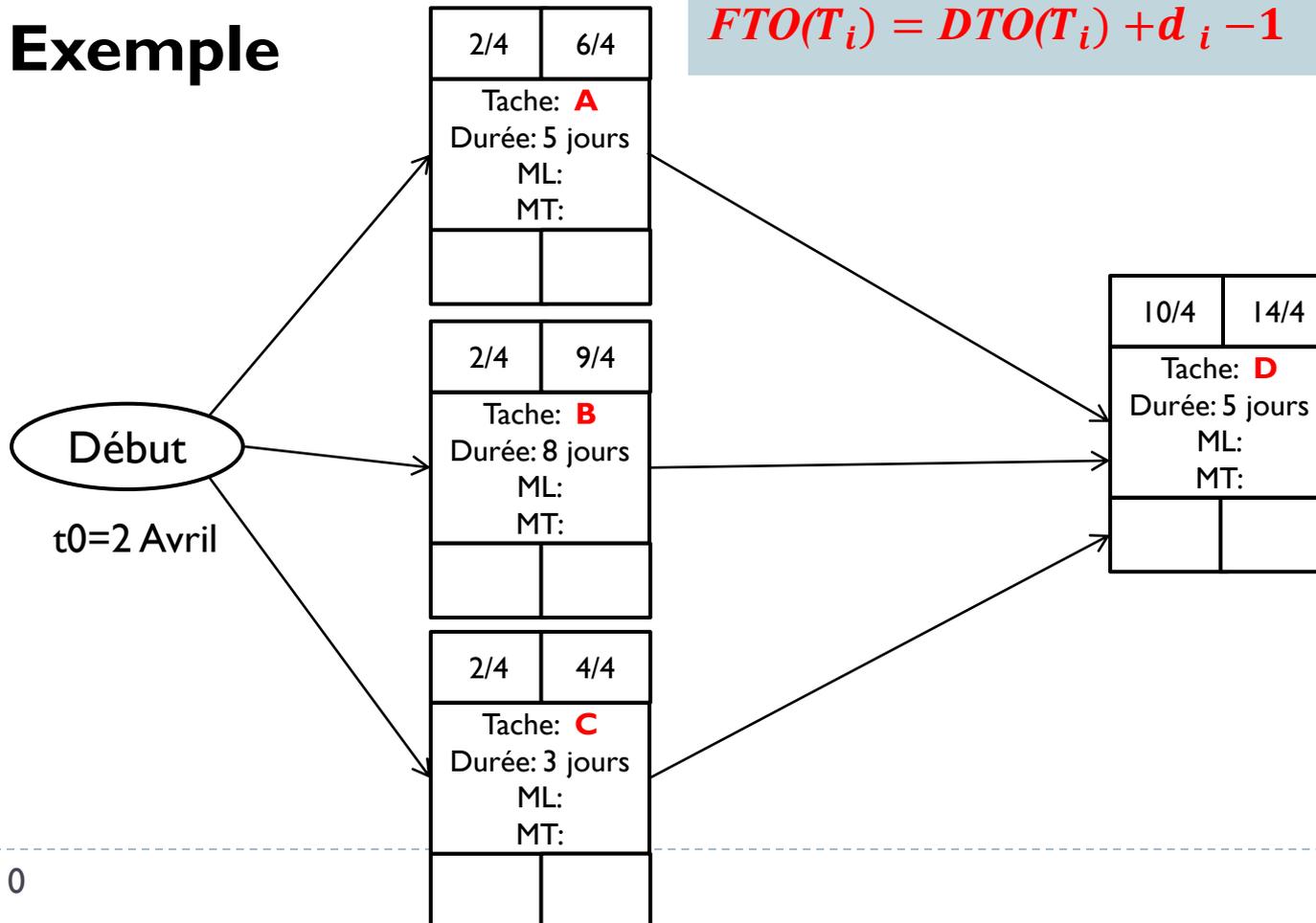
II. L'ordonnancement

- ▶ Si la tâche T_i ne se situe pas en début de projet, elle a des prédécesseurs:

$$DTO(T_i) = \sup \{FTO(\text{prédécesseurs})\} + 1$$

$$FTO(T_i) = DTO(T_i) + d_i - 1$$

- ▶ **Exemple**



II. L'ordonnancement

2. Calcul des dates au plus tard (DTA et FTA)

- ▶ Pour calculer les dates au plus tard de chacune des tâches, on va faire l'hypothèse d'une date de fin de projet t_f et on va parcourir le graphe vers l'arrière en respectant les liens.
- ▶ Si la tâche T_i se situe en fin de projet:

▶ Exemple

Tache: K	
Durée: 5 jours	
ML:	
MT:	
11/12	15/12

$$FTA(T_i) = t_f$$

$$DTA(T_i) = FTA(T_i) - d_i + 1$$

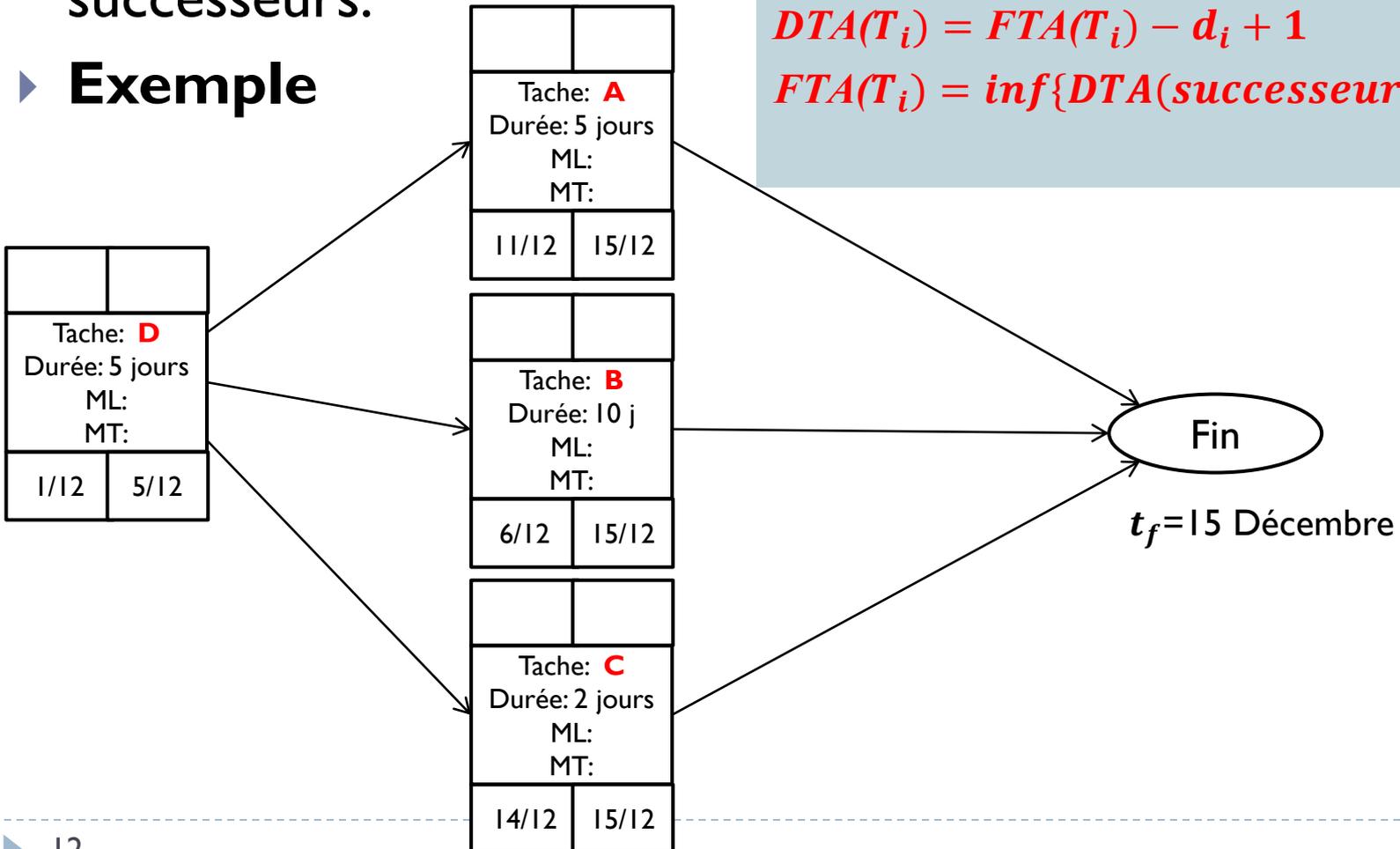


$t_f = 15$ Décembre

II. L'ordonnancement

- ▶ Si la tâche T_i ne se situe pas en fin de projet, elle a des successeurs:

- ▶ **Exemple**



II. L'ordonnancement

Les marges

- ▶ La marge est la possibilité de retarder une tâche sans impacter le projet.

La marge totale (MT)

- ▶ On dispose d'une marge totale $MT(T_i)$ sur une tâche T_i si on peut planifier à la date ($DTO(T_i) + MT(T_i)$) sans retarder la date de fin du projet.

$$\begin{aligned} MT(T_i) &= FTA(T_i) - FTO(T_i) \\ &= DTA(T_i) - DTO(T_i) \end{aligned}$$

La marge libre (ML)

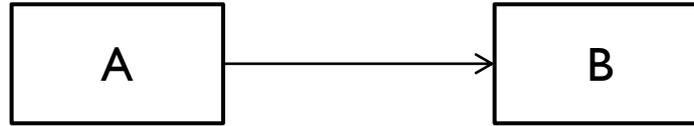
- ▶ On dispose d'une marge libre $ML(T_i)$ sur une tâche T_i si on peut planifier T_i à la date ($DTO(T_i) + ML(T_i)$) sans que cela ait de conséquence sur ses successeurs (c'est-à-dire qu'on peut toujours les planifier au plus tôt).

$$ML(T_i) = \inf\{DTO(\text{Successeurs}(T_i))\} - FTO(T_i) - 1$$

- ▶ Les tâches qui sont sur le chemin critique ont une marge totale nulle ($MT=0$).

II. L'ordonnancement

► Exemple



- Durée de A= 2 jours
- $DTO(A)=1$, $FTO(A)=2$, $DTA(A)=5$, $FTA(A)=6$
- $DTO(B)=6$ (La tâche B commence au plus tôt en période 6).

$$MT(A) = 6 - 2 = 5 - 1 = 4$$

$$ML(A) = \inf(DTO(\text{successeurs})) - FTO(A) - 1 = DTO(B) - FTO(A) - 1 = 6 - 2 - 1 = 3$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	DTO	FTO	DTA		FTA				
			Marge totale = 4						
			Marge libre = 3						
B						DTO			

II. L'ordonnancement

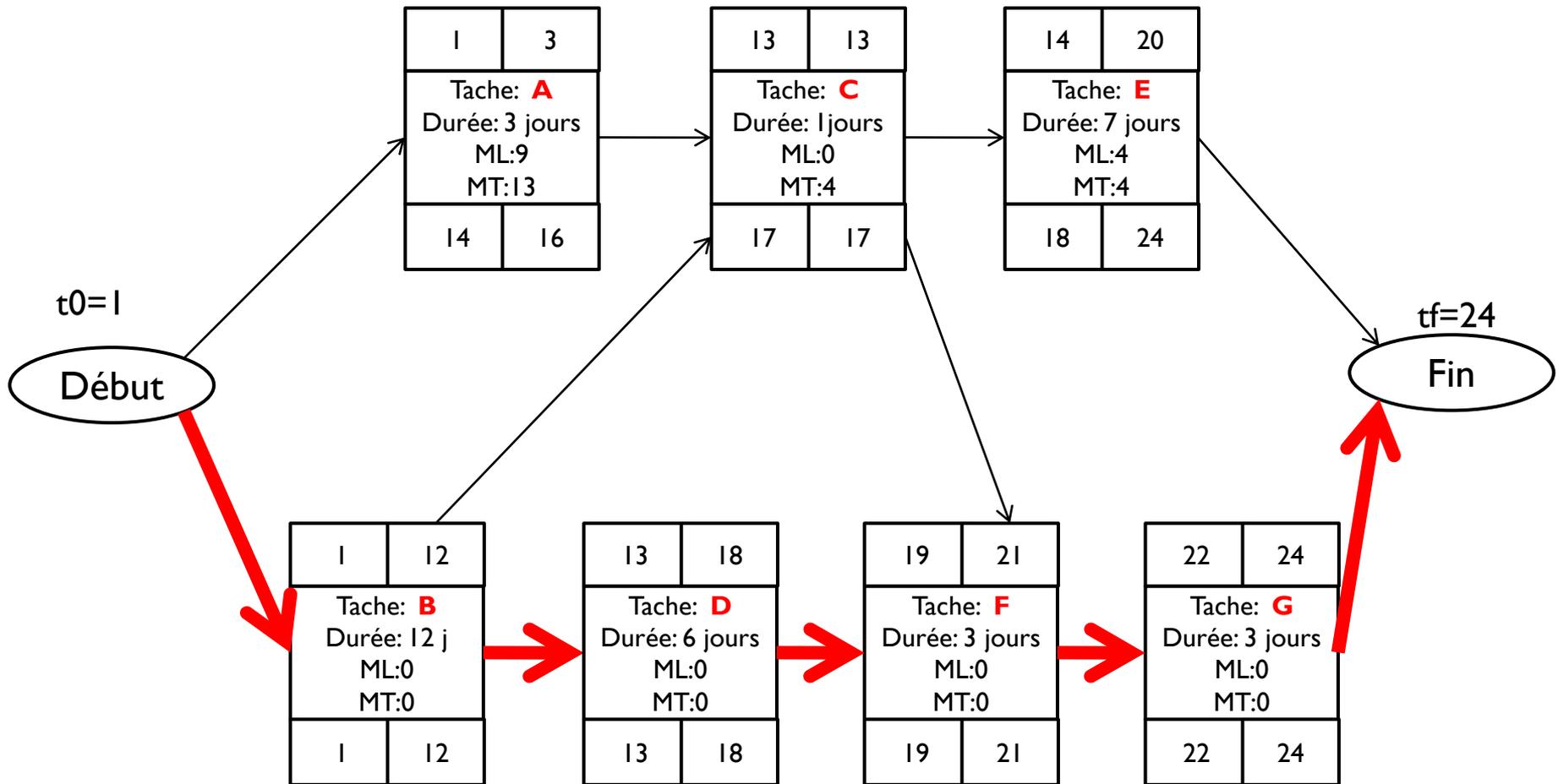
- ▶ **Le chemin critique** est le chemin du graphe sur lequel **les marges totales sont nulles**. La marge libre de toutes les tâches du chemin critique est donc nulle.
- ▶ **Exemple**
- ▶ Les tâches nécessaires à la réalisation d'un projet, leurs durées, ainsi que les contraintes d'enchaînement qui les relient sont données au tableau suivant:

Tâche	Durée	Prédécesseurs
A	3	-
B	12	-
C	1	A,B
D	6	B
E	7	C
F	3	C,D
G	3	F

- ▶ Construire le graphe des antécédents du projet. Calculer les paramètres clés et fait les figurer sur le réseau (Pour chaque tâche indiquer: DTA, FTO, DTA, FTA, MT, ML) et déterminer le chemin critique.



II. L'ordonnancement

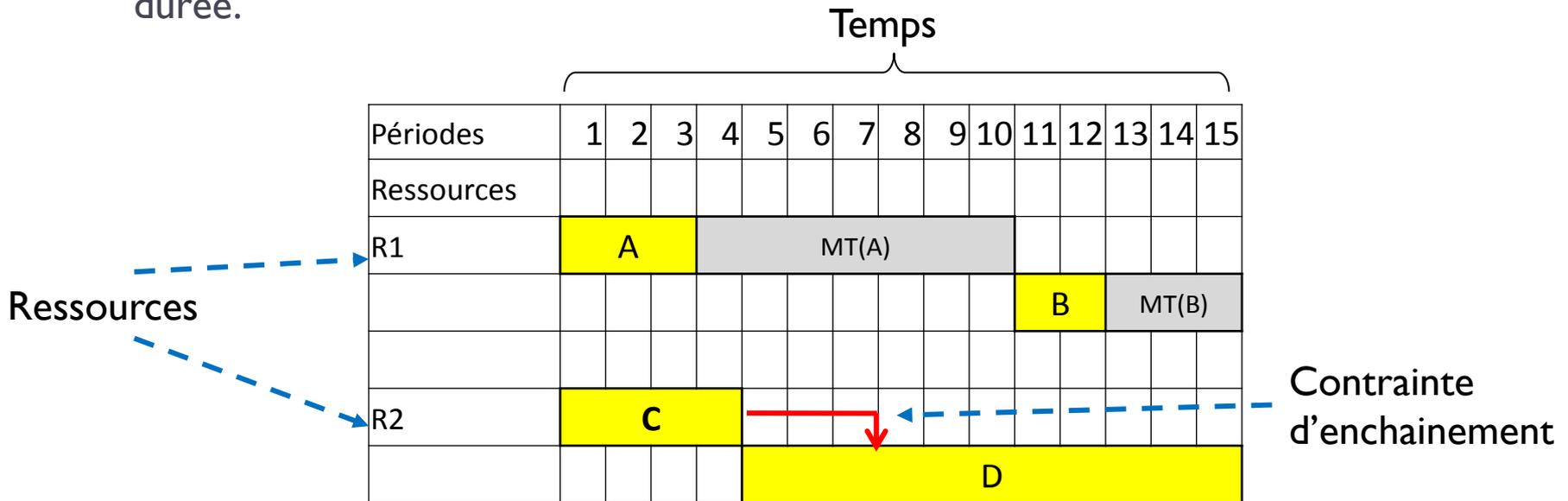


II. Le planning

- ▶ Le graphe des antécédents donne les dates de réalisation des différentes tâches, sans prendre en considération:
 1. Les contraintes de ressources (Les personnes à affecter au tâches, ressources matériels)
 2. Les contraintes de calendrier (jours non ouvrables, jours fériés...) .
- ▶ Le planning doit prendre en considération les contraintes des ressources et de calendrier.

II. Le planning

- ▶ **Le diagramme de Gantt** est utilisé pour représenter le planning, et se construit de la façon suivante :
 - ▶ Chaque colonne représente une unité du temps. (heur, jour, semaine, ...);
 - ▶ Les ressources sont représentées sur les lignes.
 - ▶ Chaque tâche est représentée par une droite dont la longueur correspond à sa durée.



- ▶ Les parties grisées représentent la marge.

II. Le planning

- ▶ La planification des tâches peut être au plus tôt ou au plus tard
- ▶ **Planification au plus tôt:** on planifie les tâches en s'appuyant sur les dates au plus tôt
- ▶ **Exemple:** Planification de l'exemple précédent
- ▶ On utilise deux personnes : ressource 1 (R1) et ressource 2 (R2).

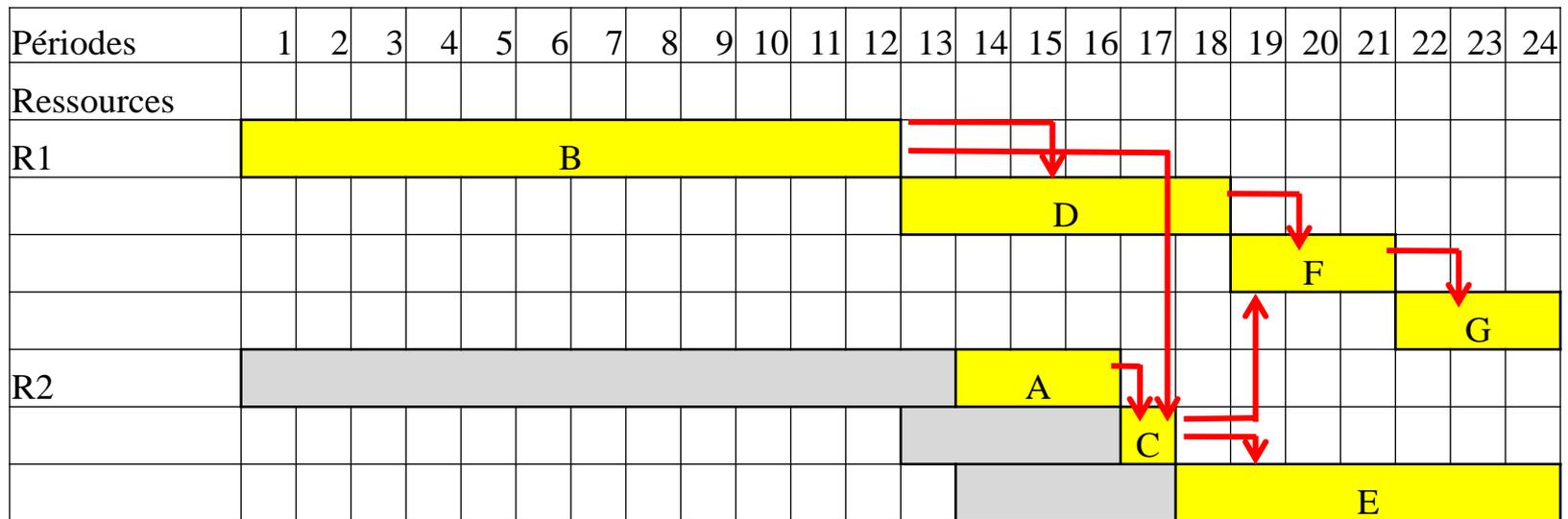
Périodes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Ressources																									
R1	B												D						F		G				
R2	A		[Grey]										C	E			[Grey]								

The Gantt chart illustrates the scheduling of tasks A through G across 24 periods for two resources, R1 and R2. Resource R1 (yellow bars) is assigned to tasks B (periods 1-12), D (13-18), F (19-20), and G (22-23). Resource R2 (grey bars) is assigned to task A (periods 1-2), a long grey block from period 3 to 12, task C (13), and task E (14-21). Red arrows indicate dependencies: B to D, D to F, F to G, A to C, C to E, and C to D.

- ▶ **Problème:** R2 doit attendre pendant 9 périodes, car la tâche C ne peut démarrer avant la fin de la tâche B.

II. Le planning

- ▶ **Planification au plus tard:** on planifie les tâches en s'appuyant sur les dates au plus tard.
- ▶ **Exemple:**
- ▶ On utilise deux personnes : ressource 1 (R1) et ressource 2 (R2).



- ▶ **Problème:** Aucune tâche ne peut prendre de retard, sinon le projet ne pourra s'achever à la date visée.

II. Le planning

- **Planification améliorée:** on place la tâche A de façon à éviter une attente pour R2

Périodes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Ressources																										
R1	B												D						F		G					
R2											A								E							

II. Le planning

Nivellement et lissage

- ▶ Les ressources d'un projet ne sont jamais illimitées, et sont soumises à des contraintes.
- ▶ Deux opérations de gestion des ressources peuvent être appliquées sur un diagramme de Gantt : **le nivellement et le lissage.**

Nivellement

- ▶ Le nivellement consiste à limiter le nombre de ressources utilisées simultanément sur un projet, ce qui en général allonge la durée du projet.
 - ▶ Différentes raisons de nivellement:
 - ▶ La disponibilité des ressources (personnes, matériel, locaux...) peut être telle que l'on doit renoncer à utiliser toutes les possibilités d'exécuter des tâches en parallèle, telles qu'elles figurent sur le graphe des antécédents.
 - ▶ Le nivellement évite d'avoir une taille d'équipe de projet trop importante par rapport à la durée totale du projet: Une taille d'équipe risquant de générer des surcharges de coordination.
 - ▶ Le nivellement permet d'étaler dans le temps les dépenses liées au projet.
-



II. Le planning

Lissage

- ▶ Le lissage consiste à répartir pour chaque ressource sa charge de travail de telle façon qu'elle ne se trouve à aucun moment en surcharge ou en sous-charge.
- ▶ Le lissage se joue sur les marges pour décaler les tâches.
- ▶ Le lissage peut conduire à allonger la durée du projet,
- ▶ Les raisons du lissage:
 - ▶ Contraintes liées à l'utilisation des personnes.
 - ▶ Contraintes liées à la disponibilité réduite du matériel,

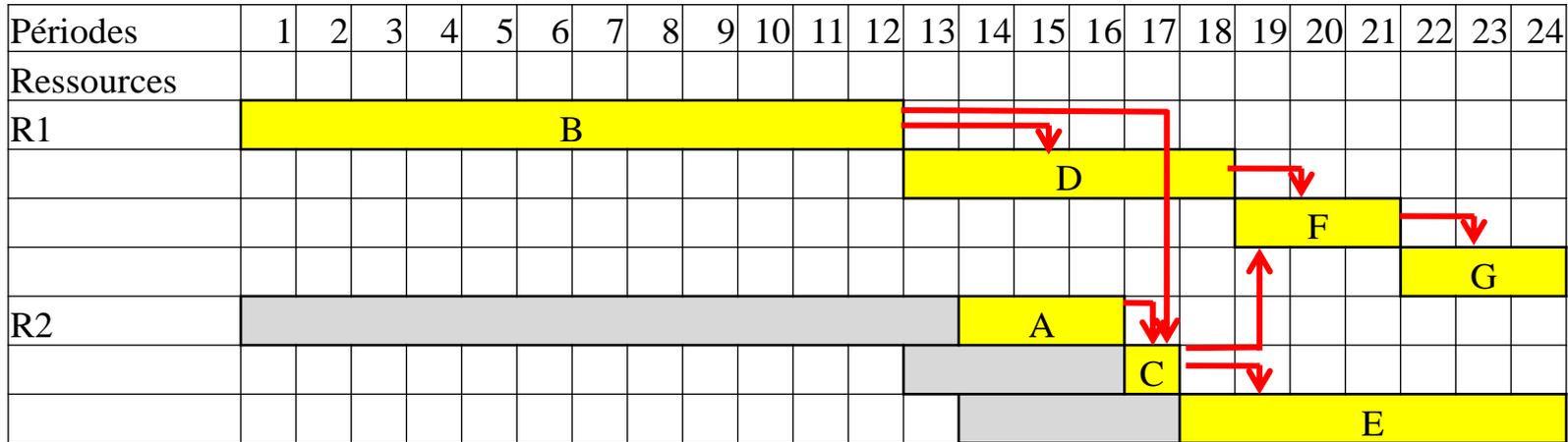
▶ Exemple

Si la ressource R2 travaille à mi-temps et la ressource R1 à temps complet



II. Le planning

Avant le lissage



Après le lissage

