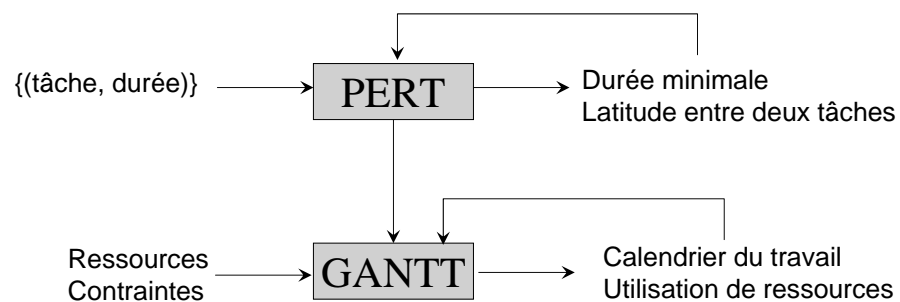


Techniques de planification

Jolita Ralyté
CUI, Université de Genève
ralyte@cui.unige.ch

Techniques de planification

- Deux techniques de planification complémentaires
 - PERT
 - GANTT



Objectifs

- PERT :
 - Ordonner des tâches
 - Calculer la durée minimale du projet
 - Définir les temps d'attente éventuels entre deux tâches
- GANTT :
 - Affecter les tâches aux ressources disponibles
 - Etablir le calendrier de travail

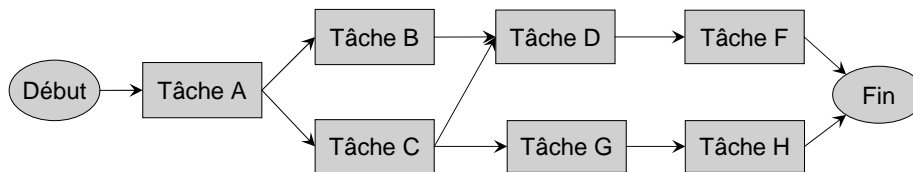
Réseau PERT

PERT – *Program Evaluation and Review Technique*

- Le réseau PERT est un graphe orienté qui permet de représenter les contraintes d'enchaînement entre les différentes tâches à réaliser pour mener à bien le projet
- Deux formalismes de représentation:
 - Graphe de potentielles tâches
 - Graphe de potentiels événements

Graphe de potentielles tâches

- Les nœuds – les tâches
- Les liens – l'ordre d'exécution des tâches

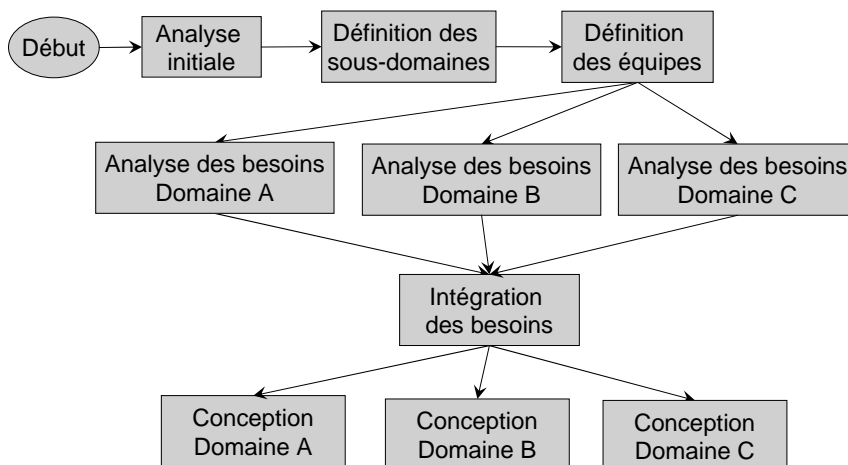


©J. Ralyté, Université de Genève

5

Graphe de potentielles tâches

Exemple



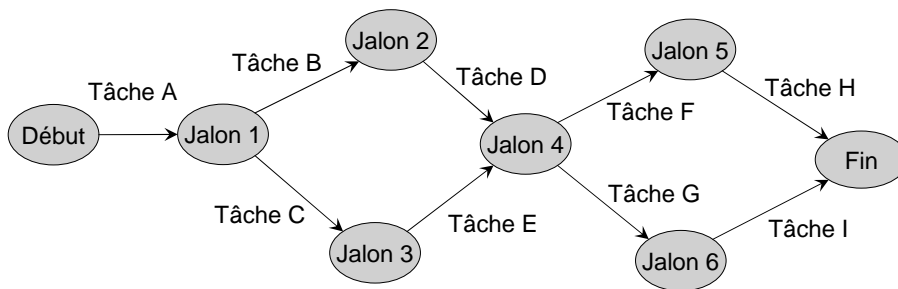
...

©J. Ralyté, Université de Genève

6

Graphe de potentiels événements

- Les nœuds – les événements appelés jalons
- Les liens – les tâches

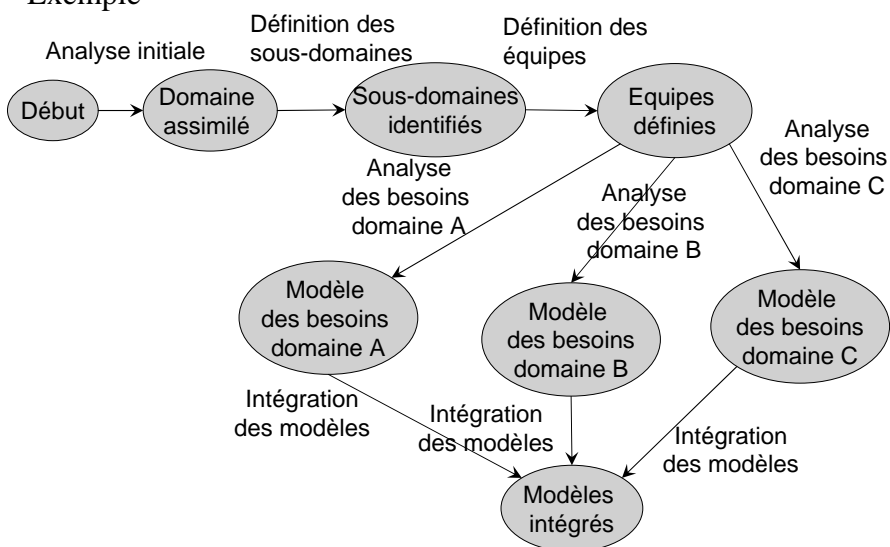


©J. Ralyté, Université de Genève

7

Graphe de potentiels événements

Exemple



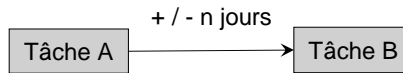
©J. Ralyté, Université de Genève

8

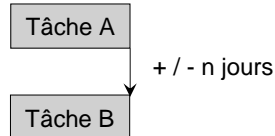
Graphe de potentielles tâches

Types de liens :

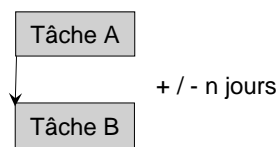
– Fin-début



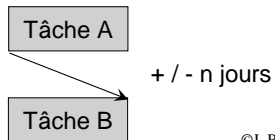
– Fin-fin



– Début-début



– Début-fin



©J. Ralyté, Université de Genève

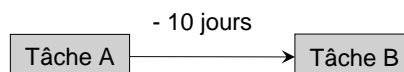
9

Graphe de potentielles tâches

● Chaque lien peut comporter un délai exprimé en jours :

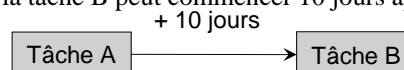
– Le délai négatif (- n jours) – une avance

- Ex. la tâche B peut commencer 10 jours avant la fin de la tâche A



– Le délai positif (+ n jours) – un retard

- Ex. la tâche B peut commencer 10 jours après la fin de la tâche A



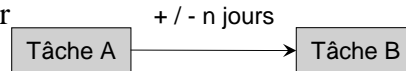
©J. Ralyté, Université de Genève

10

Graphe de potentielles tâches

Lien fin-début

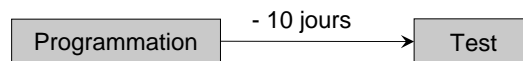
- La tâche A doit être terminée pour que la tâche B puisse commencer



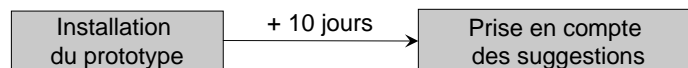
- La tâche A est le prédécesseur de la tâche B
- La tâche B est le successeur de la tâche A

Exemples :

- La tâche Test peut commencer 10 jours avant la fin de la tâche Programmation



- Ex.: la tâche Prise en compte des suggestions peut commencer 10 jours après la fin de la tâche Installation du prototype



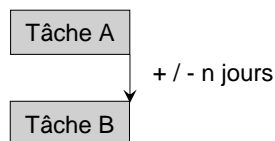
©J. Ralyté, Université de Genève

11

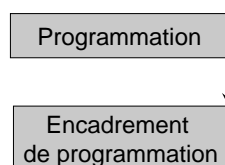
Graphe de potentielles tâches

Lien fin-fin

- La fin de la tâche A commande la fin de la tâche B.
- La tâche B ne peut s'arrêter que lorsque la tâche A s'arrête



- Ex.: la tâche Encadrement de programmation dure tant que la tâche Programmation n'est pas terminée

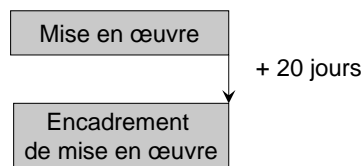


©J. Ralyté, Université de Genève

12

Graphe de potentielles tâches Lien fin-fin

- Le lien fin-fin peut être caractérisé par une avance ou un retard
 - Ex.: la tâche Encadrement de mise en œuvre se termine 20 jours après la fin de la tâche Mise en œuvre

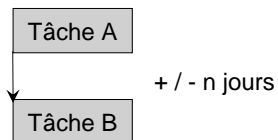


©J. Ralyté, Université de Genève

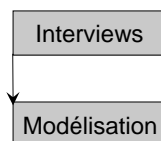
13

Graphe de potentielles tâches Lien début-début

- Le début de la tâche A déclenche le début de la tâche B
- La tâche B doit obligatoirement commencer quand la tâche A commence



- Ex.: la tâche Modélisation doit commencer en même temps que la tâche Interviews



©J. Ralyté, Université de Genève

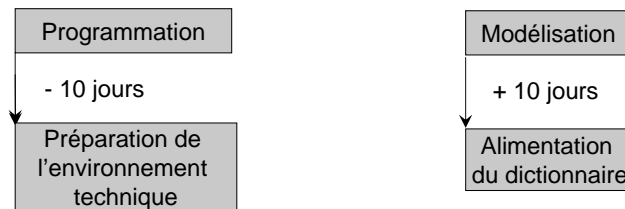
14

Graphe de potentielles tâches Lien début-début

- Le lien début-début peut être caractérisé par une avance ou un retard

Exemples:

- Avance : La tâche Préparation de l'environnement technique doit commencer 10 jours avant le début de la tâche Programmation
- Retard : La tâche Alimentation du dictionnaire de données techniques doit commencer 10 jours après le début de la tâche Modélisation

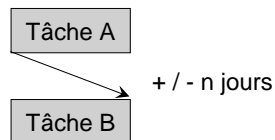


©J. Ralyté, Université de Genève

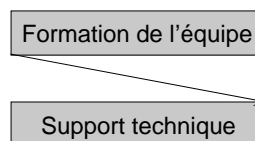
15

Graphe de potentielles tâches Lien début-fin

- Le début de la tâche A marque la fin de la tâche B
- La tâche B ne peut s'arrêter tant que la tâche A n'a pas commencé



- Ex.: la tâche Formation de l'équipe marque la fin de la tâche Support technique



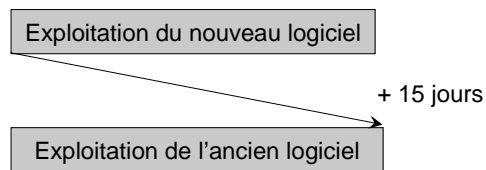
©J. Ralyté, Université de Genève

16

Graphe de potentielles tâches

Lien début-fin

- Le lien début-fin peut être caractérisé par une avance ou un retard
 - Ex.: la tâche Exploitation de l'ancien logiciel s'arrêtera 15 jours après le début de la tâche Exploitation du nouveau logiciel



©J. Ralyté, Université de Genève

17

Paramètres de la technique PERT

- La technique PERT permet d'identifier des chemins qui comportent des tâches critiques qui peuvent retarder le projet si elles sont elles-mêmes en retard
- Paramètres clés attachés à chaque tâche du réseau PERT :
 - Les dates au plus tôt :
 - Début de la tâche au plus tôt D+tôt
 - Fin de la tâche au plus tôt F+tôt
 - Les dates au plus tard
 - Début de la tâche au plus tard D+tard
 - Fin de la tâche au plus tard F+tard
 - La marge

©J. Ralyté, Université de Genève

18

Paramètres de la technique PERT

Dates au plus tôt

- La tâche T_i ne peut pas commencer avant la date $D+tôt$ et ne peut se terminer avant la date $F+tôt$
- Pour calculer les dates il faut définir la durée d_i de chaque tâche T_i
- Les dates au plus tôt de chacune des tâches sont calculées en faisant l'hypothèse que la date de début du projet est t_0 et en parcourant le graphe vers l'avant en respectant les liens

©J. Ralyté, Université de Genève

19

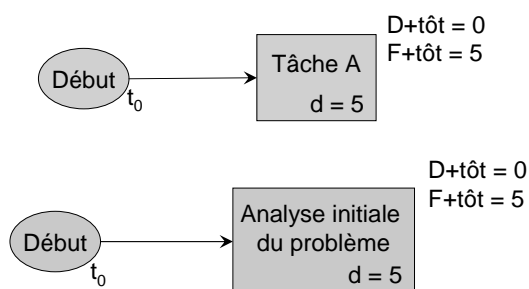
Paramètres de la technique PERT

Dates au plus tôt

- Si la tâche T_i se situe en début du projet :

$$D+tôt(T_i) = t_0$$

$$F+tôt(T_i) = t_0 + d_i$$



©J. Ralyté, Université de Genève

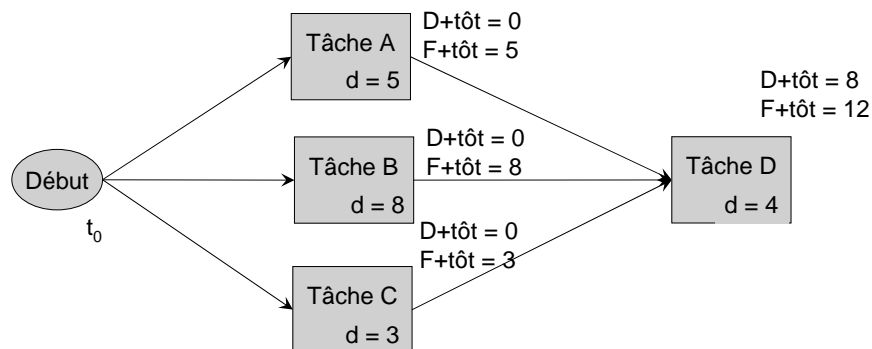
20

Paramètres de la technique PERT Dates au plus tôt

- Si la tâche T_i ne se situe pas en début du projet :

$$D+tôt(T_i) = \sup \{ F+tôt(\text{prédécesseurs}) \}$$

$$F+tôt(T_i) = D+tôt(T_i) + d_i$$



©J. Ralyté, Université de Genève

21

Paramètres de la technique PERT Dates au plus tard

- La tâche T_i ne peut pas commencer après la date $D+tard$ et ne peut se terminer après la date $F+tard$
- Pour calculer les dates il faut définir la durée d_i de chaque tâche T_i
- Les dates au plus tard de chacune des tâches sont calculées en faisant l'hypothèse que la date de fin du projet est t_n et en parcourant le graphe vers l'arrière en respectant les liens

©J. Ralyté, Université de Genève

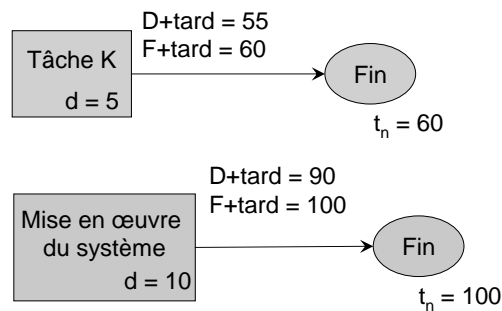
22

Paramètres de la technique PERT Dates au plus tard

- Si la tâche T_i se situe en fin du projet :

$$F+tard(T_i) = t_n$$

$$D+tard(T_i) = t_n - d_i$$



©J. Ralyté, Université de Genève

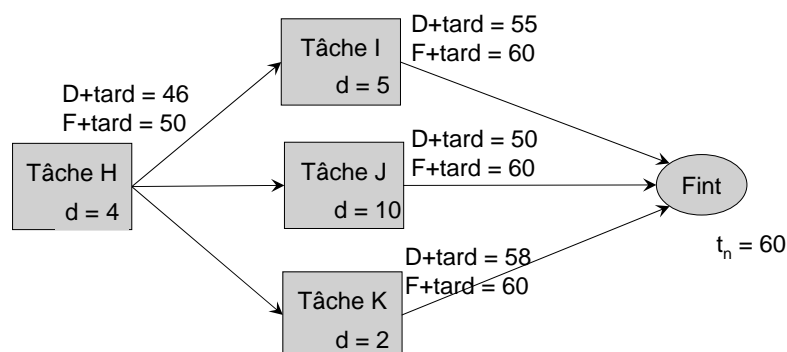
23

Paramètres de la technique PERT Dates au plus tard

- Si la tâche T_i ne se situe pas en fin du projet :

$$F+tard(T_i) = \inf \{ D+tard(\text{successeurs}) \}$$

$$D+tard(T_i) = F+tard(T_i) - d_i$$



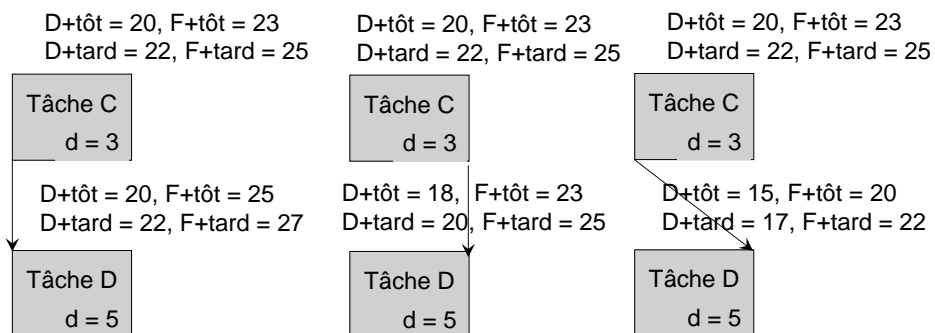
©J. Ralyté, Université de Genève

24

Paramètres de la technique PERT

Dates au plus tôt et au plus tard

- S'il y a des liens de type début-début, fin-fin et début-fin, c'est la tâche maître qui impose les dates de la tâche dépendante



©J. Ralyté, Université de Genève

25

Paramètres de la technique PERT

Marge

Marge :

- La différence entre la date au plus tard et la date au plus tôt de la tâche T_i
- Peut être calculé sur les dates de début ou sur les dates de fin
- Il peut y exister deux marges, l'une attaché au début de la tâche, l'autre à la fin de la tâche
- Représente la latitude dont on dispose quand on élabore le planning
- Ne doit jamais être négative

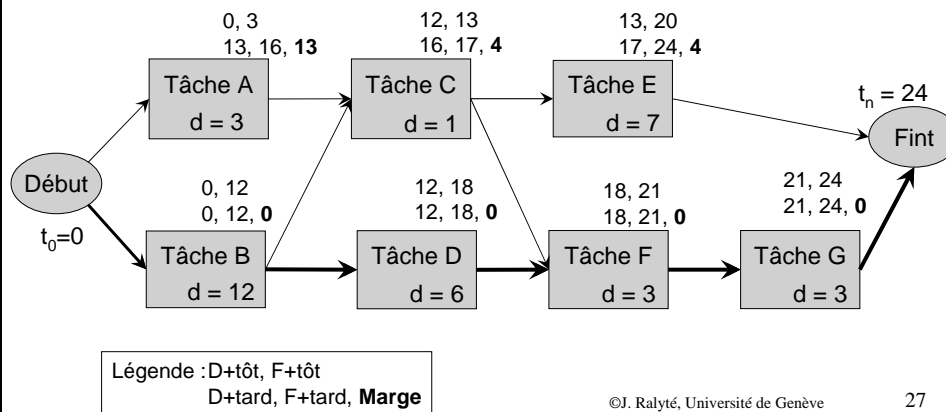
©J. Ralyté, Université de Genève

26

Paramètres de la technique PERT Marge

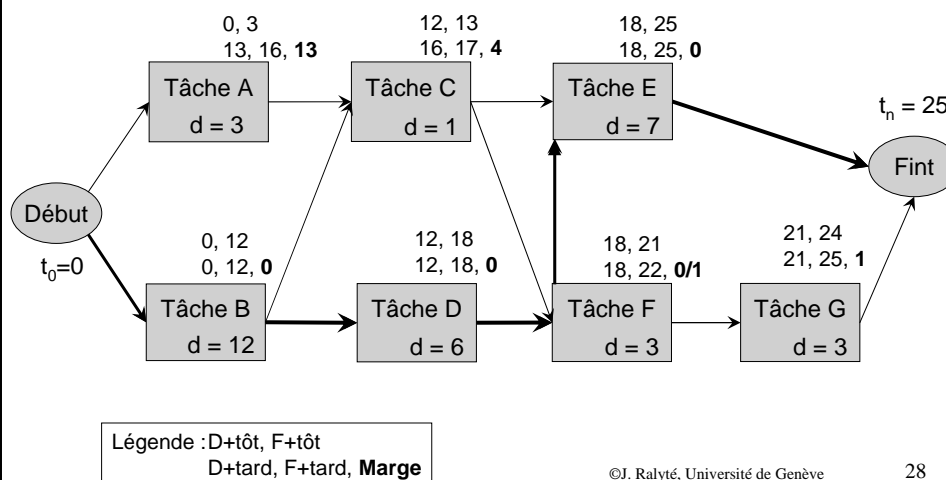
Chemin critique :

- Le chemin du graphe sur lequel les marges sont nulles ou les plus faibles



Paramètres de la technique PERT Marge

- Chemin critique avec lien début-début



Technique PERT

Résumé

La technique PERT permet :

- Définir l'ordonnancement des tâches
- Introduire le parallélisme de tâches
- Définir les dates de début et de fin des tâches
- Identifier les tâches critiques qui pourrait retarder le projet
- Définir les dates de fin du projet possibles en dehors des contraintes de ressources

Diagramme de GANTT

- Permet d'établir le calendrier du projet – le planning
- Permet d'affecter les tâches à des personnes ou à des profils de personnes (ressources humaines)
- Prend en compte les contraintes :
 - de calendrier (jours non ouvrables, jours fériés , etc.)
 - de ressources humaines
 - de matériel

Diagramme de GANTT

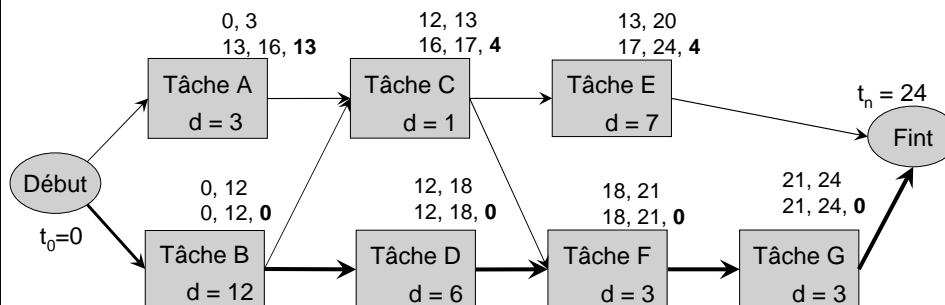
- Le diagramme de GANTT représente un planning de tâches qui a :
 - en abscisse – l'axe du temps
 - en ordonnée – les ressources humaines affectées aux tâches
- Deux plannings possibles :
 - Chargement au plus tôt – planification des tâches en s'appuyant sur les dates au plus tôt
 - Chargement au plus tard – planification des tâches en s'appuyant sur les dates au plus tard

©J. Ralyté, Université de Genève

31

Diagramme de GANTT

- La planification avec un diagramme de GANTT est basée sur le graphe de PERT

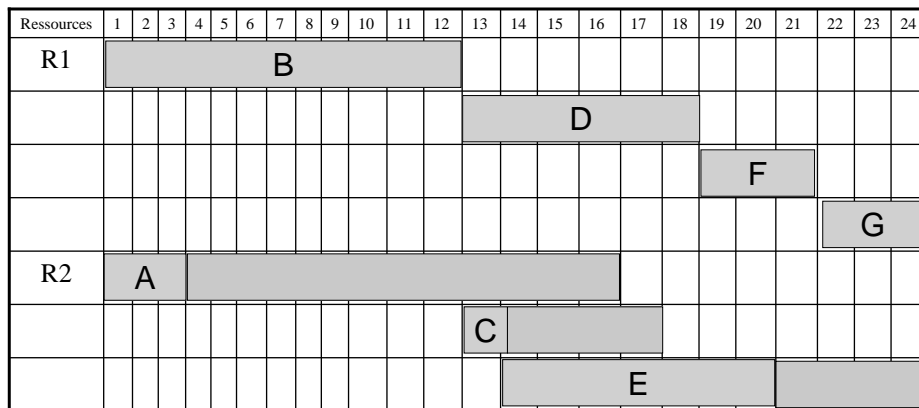


Légende : D+tôt, F+tôt
D+tard, F+tard, **Marge**

©J. Ralyté, Université de Genève

32

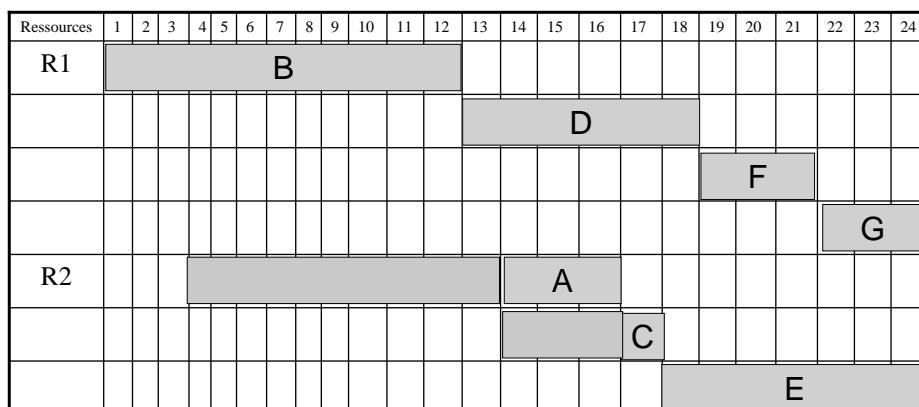
Diagramme de GANTT avec la planification au plus tôt



©J. Ralyté, Université de Genève

33

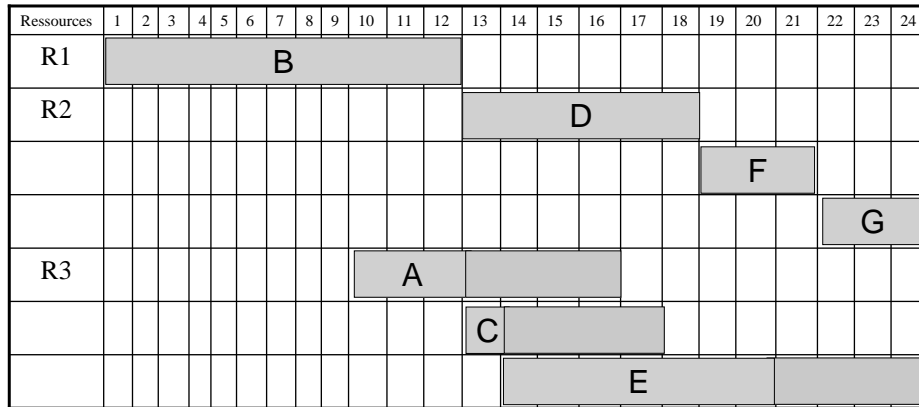
Diagramme de GANTT avec la planification au plus tard



©J. Ralyté, Université de Genève

34

Diagramme de GANTT avec la planification améliorée



©J. Ralyté, Université de Genève

35

Diagramme de GANTT

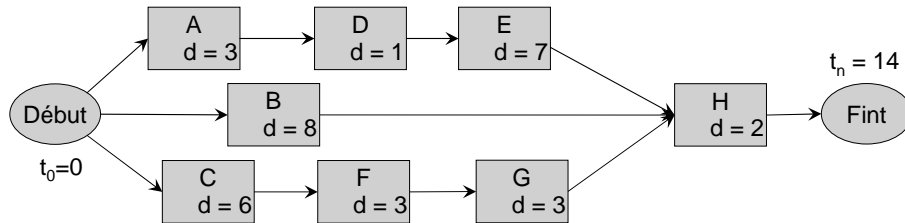
Techniques d'amélioration des plannings :

- Nivellement
 - Permet de maintenir le nombre de personnes travaillant simultanément sur le projet au dessous d'une certaine limite en augmentant la durée du projet
- Lissage
 - Permet de repartir pour chaque ressource sa charge de travail de telle façon qu'elle ne se trouve à aucun moment en surcharge ou en sous-charge

©J. Ralyté, Université de Genève

36

Diagramme de GANTT: Exemple



Ressources	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
R1					B									H												
R2	C							F			G															
R3	A																									
				D	E																					
© I. Belkacem, Université de Guelma																										
																							37			

© J. Ralyté, Université de Genève

37

Diagramme de GANTT: Nivellement

Exemple

- Objectif – réduire le nombre de ressources humaines
- Démarche – niveler le diagramme en affectant les tâches de R2 à R1 et en allongeant la durée du projet

Diagramme de GANTT avant le nivellement

Ressources	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
R1					B									H											
R2		C																							
							F																		
									G																
R3		A																							
				D																					
					E																				

© J. Ralyté, Université de Genève

38

Diagramme de GANTT: Nivellement

Exemple

- Objectif – réduire le nombre de ressources humaines
- Démarche – niveler le diagramme en affectant les tâches de R2 à R1 et en allongeant la durée du projet

Diagramme de GANTT après le nivellement

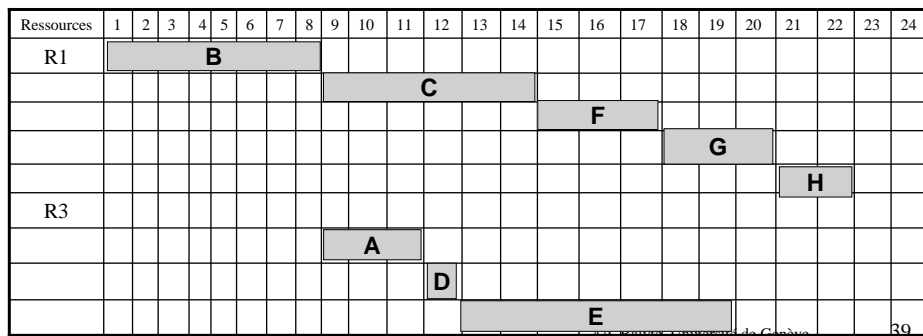


Diagramme de GANTT: Lissage

- Raisons de lissage :
 - contraintes liées à l'utilisation de ressources humaines
 - contraintes liées à l'utilisation de matériel
- Démarche – répartir pour chaque ressource sa charge du travail.
- Une opération de lissage peut conduire à allonger les délais

Diagramme de GANTT: Lissage

Exemple

- Contrainte – la ressource R1 ne peut travailler qu'à mi-temps
- Démarche :
 - doubler la durée des tâches affectées à R1,
 - réaffecter la tâche H à R2 pour limiter le retard,
 - charger la tâche B plus tôt car elle est sur le chemin critique

Diagramme de GANTT avant le lissage

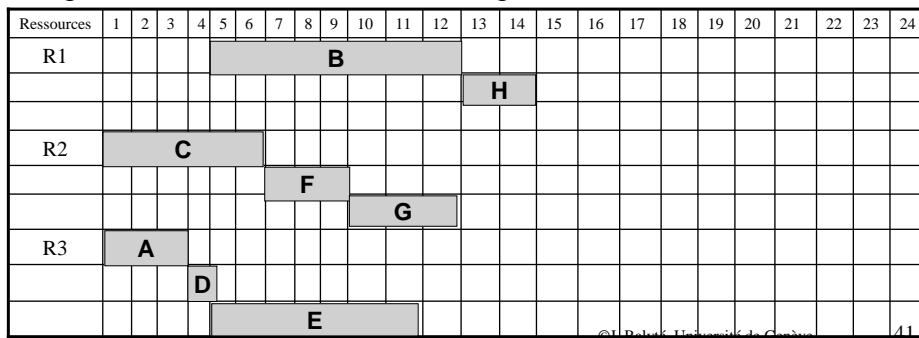
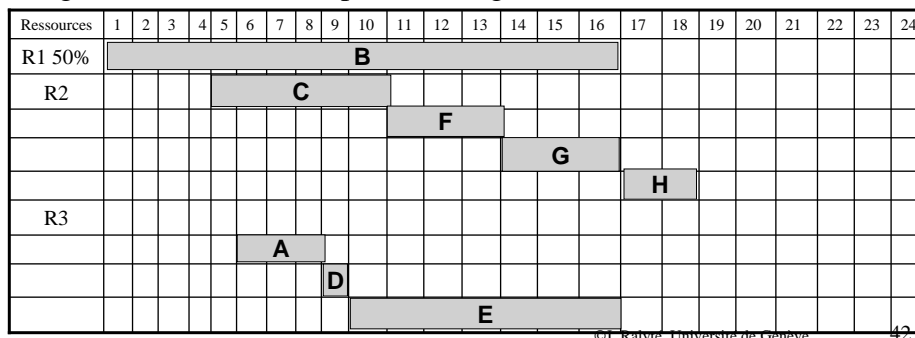


Diagramme de GANTT: Lissage

Exemple

- Contrainte – la ressource R1 ne peut travailler qu'à mi-temps
- Démarche :
 - doubler la durée des tâches affectées à R1,
 - réaffecter la tâche H à R2 pour limiter le retard,
 - charger la tâche B plus tôt car elle est sur le chemin critique

Diagramme de GANTT après le lissage



Exercice de planification : Cursus scolaire

Pour obtenir son diplôme un étudiant doit avoir suivi avec succès douze modules, d'une durée d'un semestre. Il peut organiser ses études librement, sous réserve de contraintes d'enchaînement suivantes :

Module	Prédécesseurs
A : Comptabilité I	
B : Comptabilité II	A
C : Comptabilité analytique	A
D : Analyse financière	K, B
E : Systèmes d'information I	C, B
F : Systèmes d'information II	H
G : Marketing I	I
H : Marketing II	G
I : Gestion de Production	B, J
J : Economie	
K : Gestion Ressource Humaine	J
L : Stratégie	E, G

©J. Ralyté, Université de Genève

43

Exercice de planification : Cursus scolaire

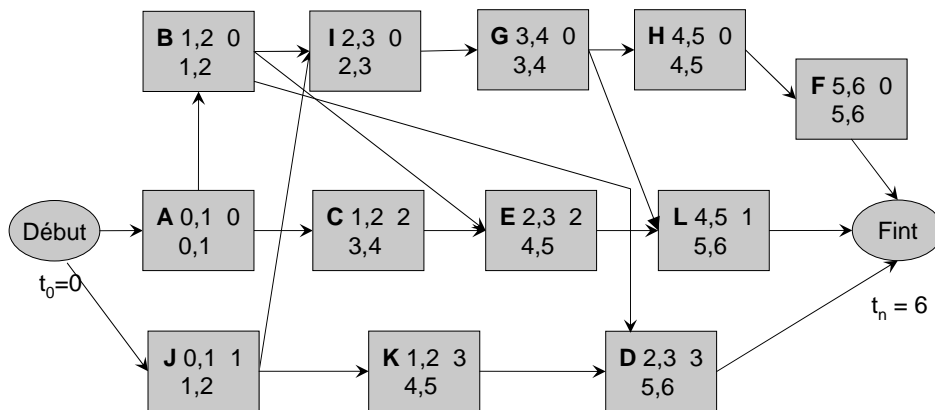
- Tracer le réseau de PERT
- Calculer la durée minimale des études
- Proposer au moyen de diagrammes de GANTT, trois plans d'études :
 - En suivant les modules le plus tôt possible,
 - En suivant les modules le plus tard possible,
 - En répartissant au mieux la charge de travail sur toute la durée des études.

©J. Ralyté, Université de Genève

44

Exercice de planification : Cursus scolaire

Le réseau PERT :



©J. Ralyté, Université de Genève

45

Exercice de planification : Cursus scolaire

Le plan d'étude en suivant
les modules

- au plus tôt possible
- au plus tard possible
- planning lissé

Semestre	1	2	3	4	5	6
	A	B	I	G	H	F
	J	C	E		L	
		K	D			

Semestre	1	2	3	4	5	6
	A	B	I	G	H	F
		J		C	E	L
					K	D

Semestre	1	2	3	4	5	6
	A	B	I	G	H	F
	J	C	E	K	L	D

©J. Ralyté, Université de Genève

46