



Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral

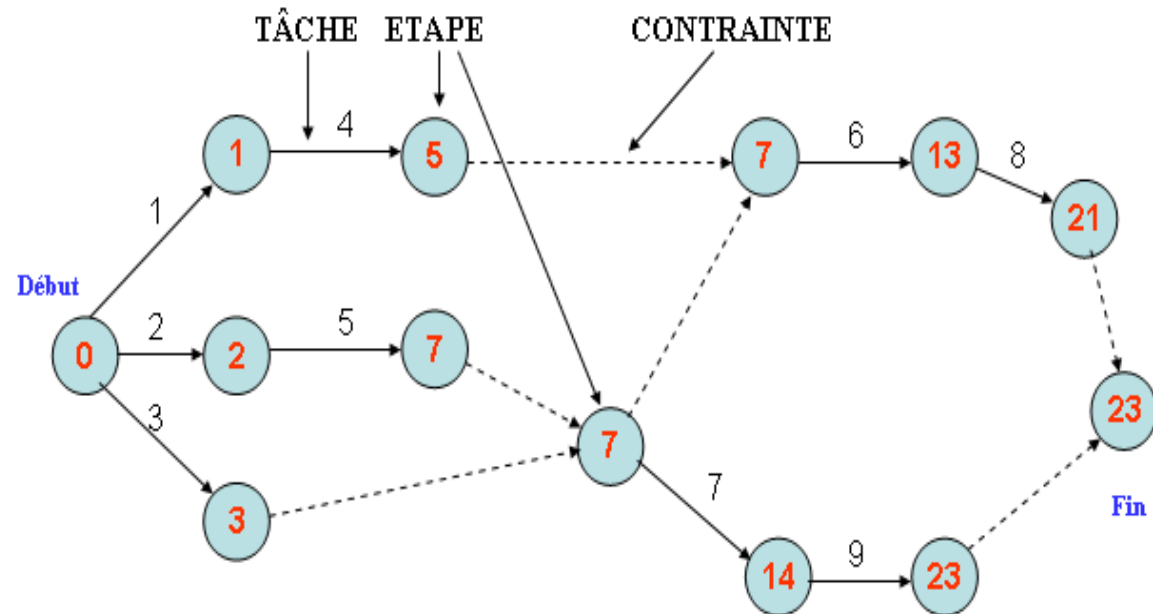


1

La planification P.E.R.T.

Vidéo 1

Introduction : des enjeux à la mise à niveau d'un projet !



Program Evaluation and Review Technique

- technique d'examen et d'évaluation de programmes (projets) -

CONTENU DE LA FORMATION



Planification – Définition
Etapes de réalisation d'un P.E.R.T.
Mise à niveau d'un projet



Construction du diagramme de P.E.R.T. d'un projet.



Calcul des indicateurs temporels : dates au + tôt et dates au + tard



Calcul des marges de temps : marges totales et marges libres

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



DEFINITION – PLANIFICATION

Définir le calendrier de réalisation des tâches d'un projet

Dépendances logiques des tâches entres-elles

Durée des tâches

Disponibilité des ressources et des contraintes d'exécution

P.E.R.T

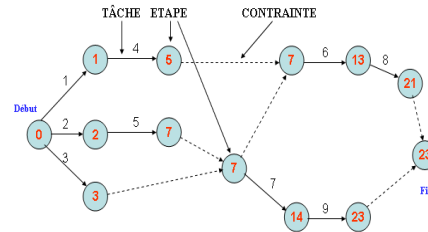
GANTT

Bruno WARIN

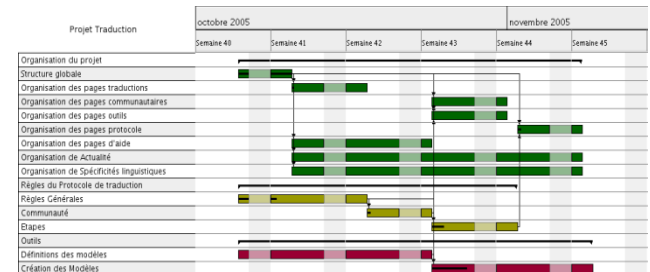
Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral

P.E.R.T



GANTT



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Projet_Traduction_avancement.png?uselang=fr



3

LES ÉTAPES DE RÉALISATION D'UN P.E.R.T.

N°	EXÉCUTION
1	Déterminer la liste des tâches nécessaires à la réalisation du projet et estimer leur durée
2	Déterminer les dépendances logiques entre les tâches (l'anesthésiste doit arriver avant l'opération !)
3	Dessiner le diagramme PERT : Mise à niveau + Construction du graphes P.E.R.T.
4	Calculer pour chaque tâche la date au plus tôt
5	Repartir de la date finale et calculer pour chaque tâche la date au plus tard
6	Définir le chemin critique (trajet date au plus tôt = date au plus tard)
7	Définir pour les tâches non critiques les marges de temps

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



ÉTAPE 3 : DESSINER LE DIAGRAMME P.E.R.T.

Mise à niveau pour préparer le dessin du graphe

Il s'agit de classer l'ensemble des tâches dans des boîtes (niveau).

Chaque tâche appartiendra à un et seul niveau.

Niveau 1 : l'ensemble des tâches que l'on peut démarrer de suite. C'est-à-dire l'ensemble des tâches qui ne possèdent pas de prédécesseurs

Niveau 1 : { A, C, D }

Tâche	Durée	Prédécesseurs
A	2	aucun
B	2	A
C	6	aucun
D	1	aucun
E	2	D
F	8	A
G	3	B, C, E
H	10	D
I	7	G
J	11	G
K	3	F, H, I
L	8	J, K
M	10	F, H, I

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



ÉTAPE 3 : DESSINER LE DIAGRAMME P.E.R.T.

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



6

PERT- V1 – 31.10.14

Niveau 2 : parmi les tâches restantes, les tâches dont tous les prédécesseurs sont déjà classés dans le niveau 1

Niveau 1 : { A, C, D }

Niveau 2 : { B, E, F, H }

Niveau 3 : parmi les tâches restantes, les tâches dont tous les prédécesseurs sont déjà classés dans les niveaux 1 et/ou 2.

Tâche	Durée	Prédécesseurs
A	2	aucun
B	2	A
C	6	aucun
D	1	aucun
E	2	D
F	8	A
G	3	B, C, E
H	10	D
I	7	G
J	11	G
K	3	F, H, I
L	8	J, K
M	10	F, H, I

ÉTAPE 3 : DESSINER LE DIAGRAMME P.E.R.T.

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



7

PERT- V1 – 31.10.14

Niveau n : parmi les tâches restantes, les tâches dont tous les prédécesseurs sont déjà classés dans un niveau de 1 à n-1

Niveau 1 : { A, C, D }

Niveau 2 : { B, E, F, H }

Niveau 3 : { G }

Niveau 4 : { I, J }

Niveau 5 : { K, M }

Niveau 6 : { L }

Tâche	Durée	Prédécesseurs
A	2	aucun
B	2	A
C	6	aucun
D	1	aucun
E	2	D
F	8	A
G	3	B, C, E
H	10	D
I	7	G
J	11	G
K	3	F, H, I
L	8	J, K
M	10	F, H, I



Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

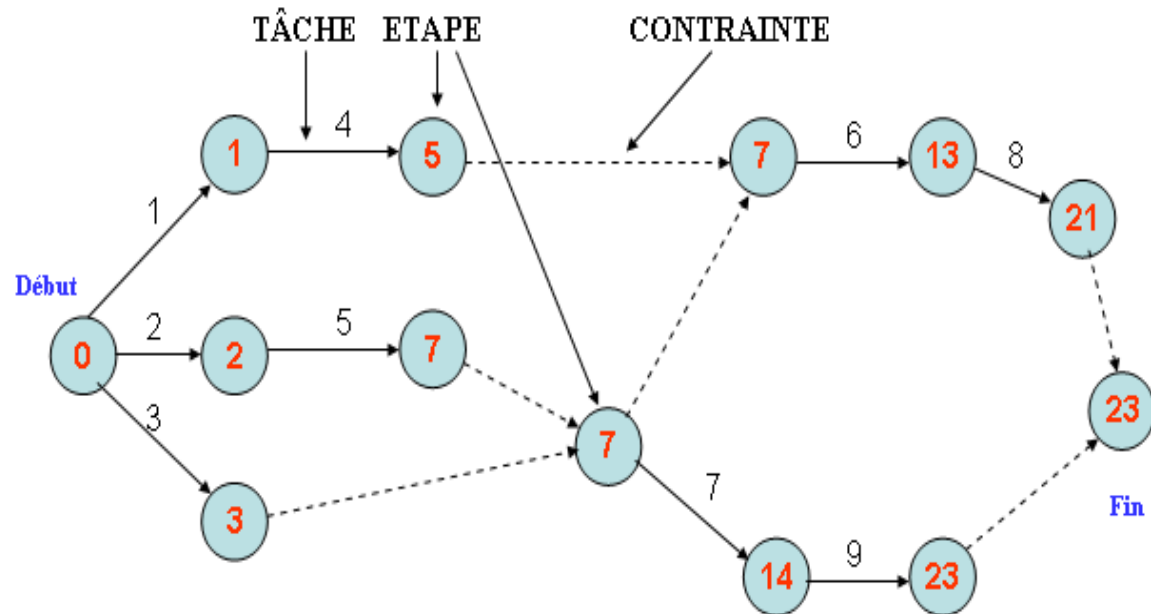
I.U.T. du Littoral



La planification P.E.R.T.

Vidéo 2

Dessiner le P.E.R.T d'un projet !



Program Evaluation and Review Technique

- technique d'examen et d'évaluation de programmes (projets) -

LES ÉTAPES DE RÉALISATION D'UN P.E.R.T.

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



N°	EXÉCUTION
1	Déterminer la liste des tâches nécessaires à la réalisation du projet et estimer leur durée
2	Déterminer les dépendances logiques entre les tâches (l'anesthésiste doit arriver avant l'opération !)
3	Dessiner le diagramme PERT : Mise à niveau + Construction du graphe P.E.R.T.
4	Calculer pour chaque nœud la date au plus tôt
5	Repartir de la date finale et calculer pour chaque nœud la date au plus tard
6	Définir le chemin critique (trajet date au plus tôt = date au plus tard)
7	Définir pour les tâches non critiques les marges de temps

CONSTRUCTION D'UN P.E.R.T. : étapes 3 à 7

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



10

PERT- V2 – 01.11.14

Tâche	Durée	Prédécesseurs
A	2	aucun
B	2	A
C	6	aucun
D	1	aucun
E	2	D
F	8	A
G	3	B, C, E
H	10	D
I	7	G
J	11	G
K	3	F, H, I
L	8	J, K
M	10	F, H, I

Enoncé repris du site de Michel Emery : <http://m.emery.management.pagesperso-orange.fr/>

Niveau 1 : { A, C, D }

Niveau 2 : { B, E, F, H }

Niveau 3 : { G }

Niveau 4 : { I, J }

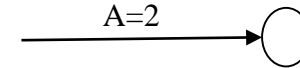
Niveau 5 : { K, M }

Niveau 6 : { L }

ETAPE 3 : DESSINER LE DIAGRAMME P.E.R.T.

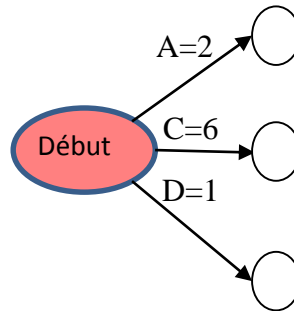
Dessiner le graphe de P.E.R.T. **niveau par niveau**

- Une tâche donne lieu à la création
d'un sommet et d'une flèche



La précedence est traduite en accrochant la flèche au prédécesseur (**cas simple : un seul prédécesseur**)

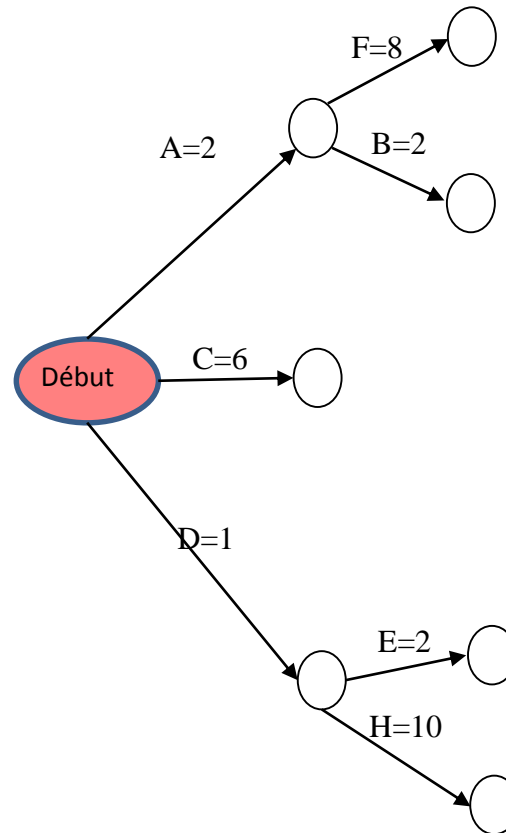
Niveau 1 : { A = 2, C = 6, D = 1 }



Continuer le graphe pour :
Niveau 2 = { B = 2 , E = 2 , F = 8, H = 10 }

ETAPE 3 : DESSINER LE DIAGRAMME P.E.R.T.

Niveau 2 = { B= 2 , E = 2 , F = 8 , H = 10 }



F a été dessiné au dessus de B par souci esthétique (voir la suite)

Qu'en est-il du niveau 3 { G = 3 } avec **3** prédécesseurs = {B, C, E} ?

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

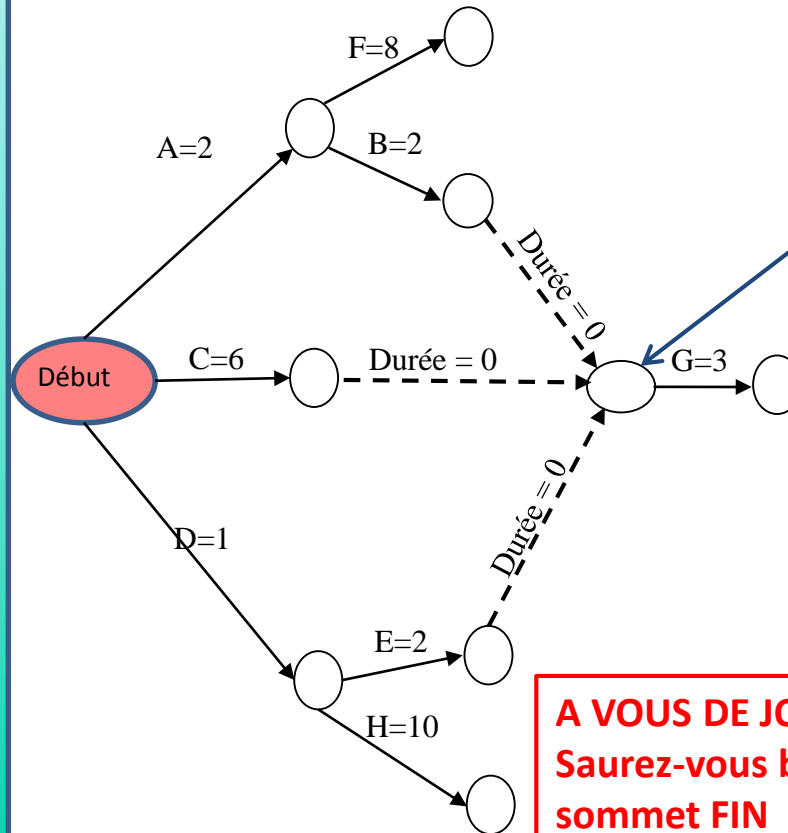
I.U.T. du Littoral



12

ETAPE 3 : DESSINER LE DIAGRAMME P.E.R.T.

Niveau 3 = { G = 3 } mais il possède 3 prédécesseurs : B, C et E



Création d'un sommet fictif

Les flèches pleines : les tâches

Les sommets : les étapes

Les flèches pointillés : les contraintes d'attente

**A VOUS DE JOUER AVEC LE RESTE DES NIVEAUX !
Saverez-vous bien finir le graphe ? Pensez au
sommet FIN**

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



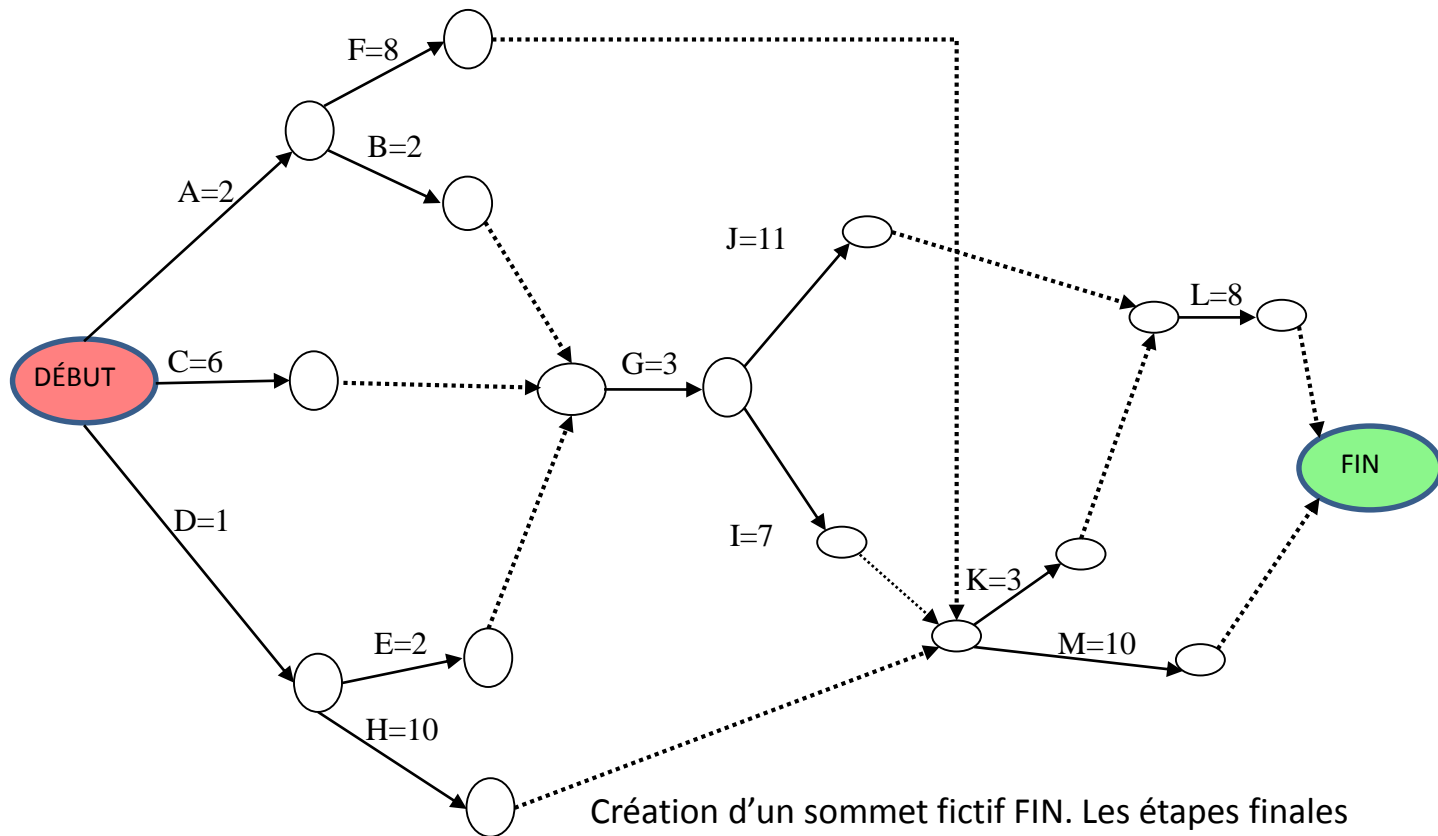
13

ETAPE 3 : DESSINER LE DIAGRAMME P.E.R.T.

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



Création d'un sommet fictif FIN. Les étapes finales (voir tâches L et M) lui sont reliées par des tâches fictives d'une durée de zéro (flèches en pointillé)



Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



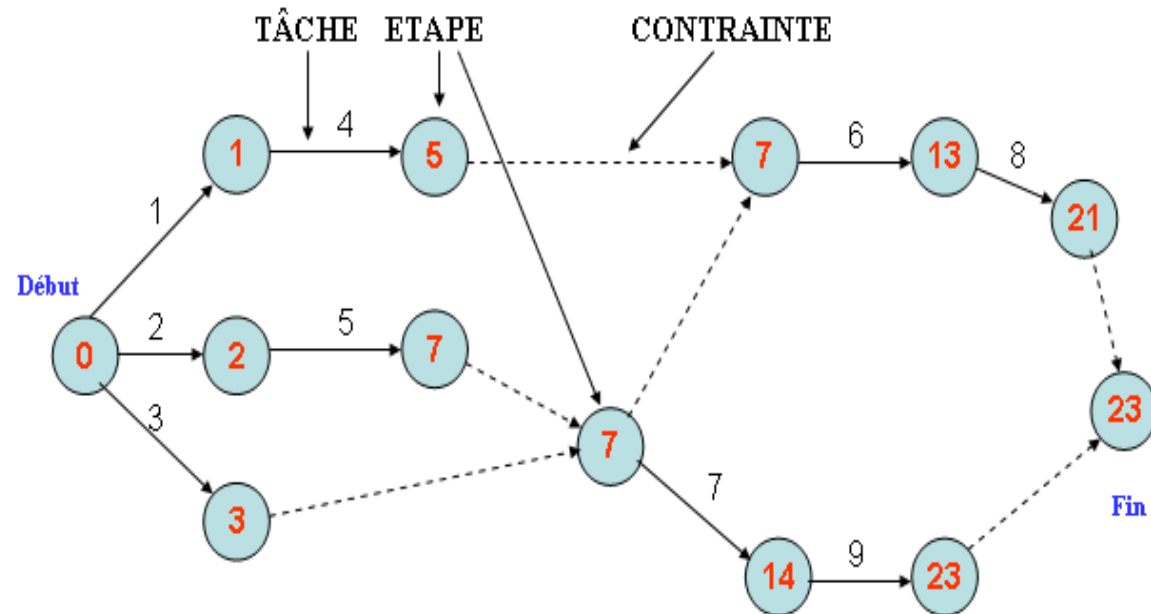
15

PERT- V2 – 01.11.14

La planification P.E.R.T.

Vidéo 3

Calcul des dates au + tôt et au + tard



Program Evaluation and Review Technique

- technique d'examen et d'évaluation de programmes (projets) -

Les étapes de réalisation d'un P.E.R.T.

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



16

PERT- V2 – 01.11.14

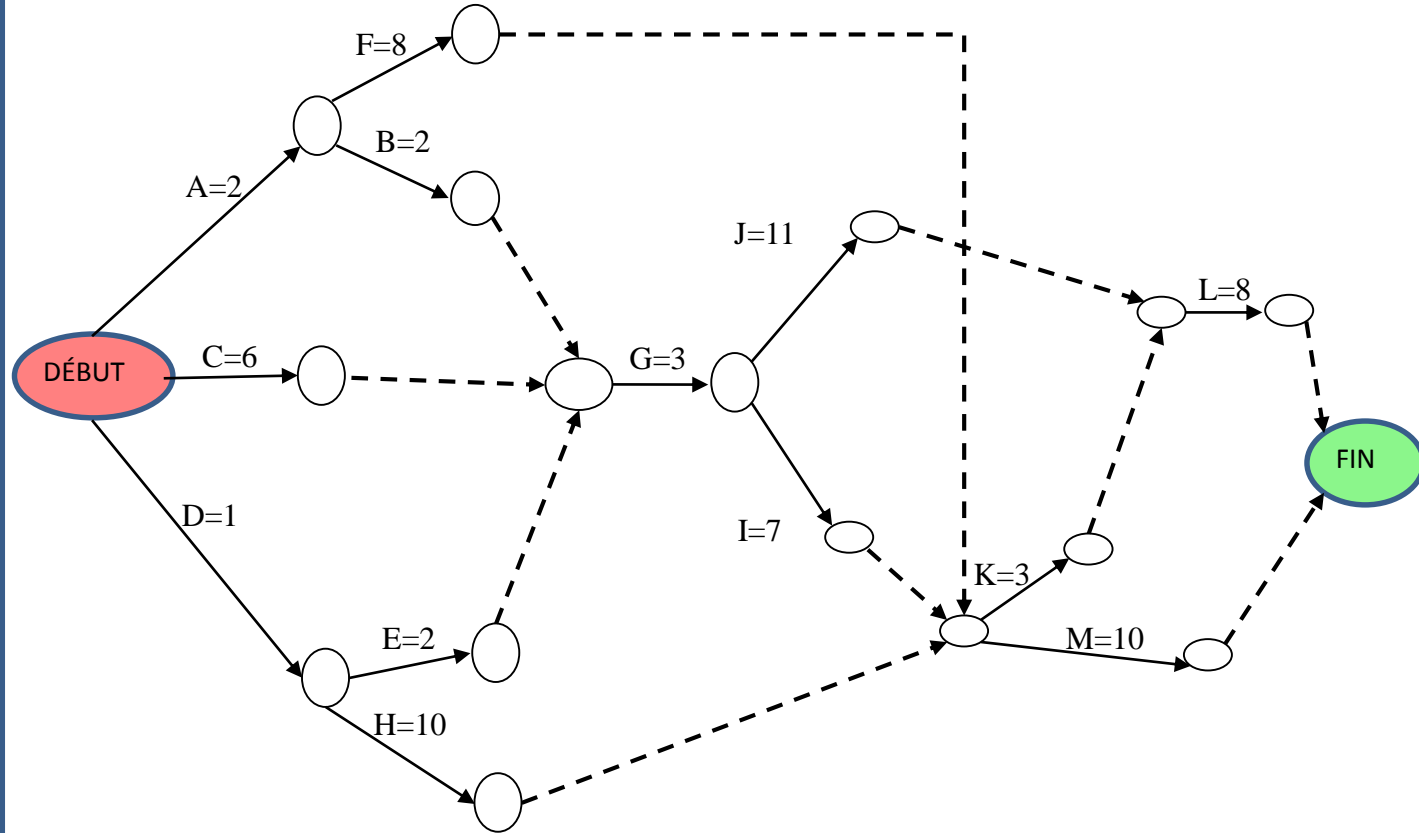
N°	EXÉCUTION
1	<i>Déterminer la liste des tâches nécessaires à la réalisation du projet et estimer leurs durées</i>
2	<i>Déterminer les dépendances logiques entre les tâches (l'anesthésiste doit arriver avant l'opération !)</i>
3	<i>Dessiner le diagramme PERT : Mise à niveau + Construction de graphes</i>
4	Calculer pour chaque nœud la date au plus tôt
5	Repartir de la date finale et calculer pour chaque nœud la date au plus tard
6	Définir le chemin critique (trajet date au plus tôt = date au plus tard)
7	<i>Définir pour les tâches non critiques les marges de temps</i>

Étape 4 : calculer les dates au + tôt

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

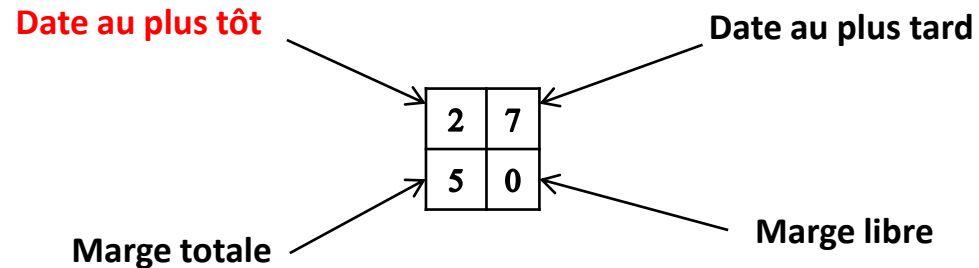
I.U.T. du Littoral



Étape 4 : calculer les dates au + tôt ⁽²⁾

Convention

Dans la suite de cette formation, nous allons apprendre à calculer 4 dates très importantes. Par souci pratique, nos sommets seront des mini-tableaux comme suit :

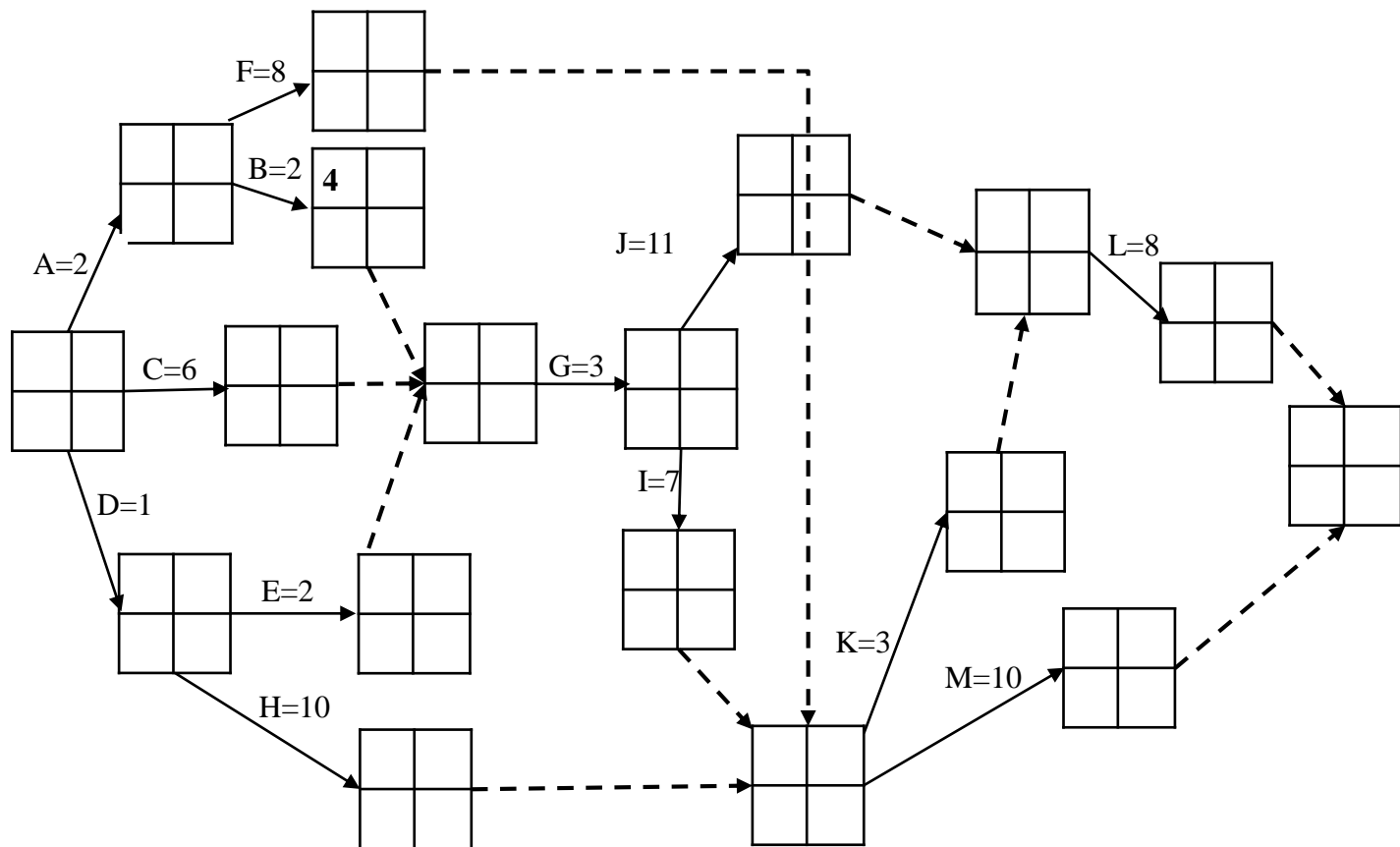


Étape 4 : calculer les dates au + tôt₍₃₎

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



Étape 4 : calculer les dates au + tôt₍₄₎

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



20

PERT- V2 – 01.11.14

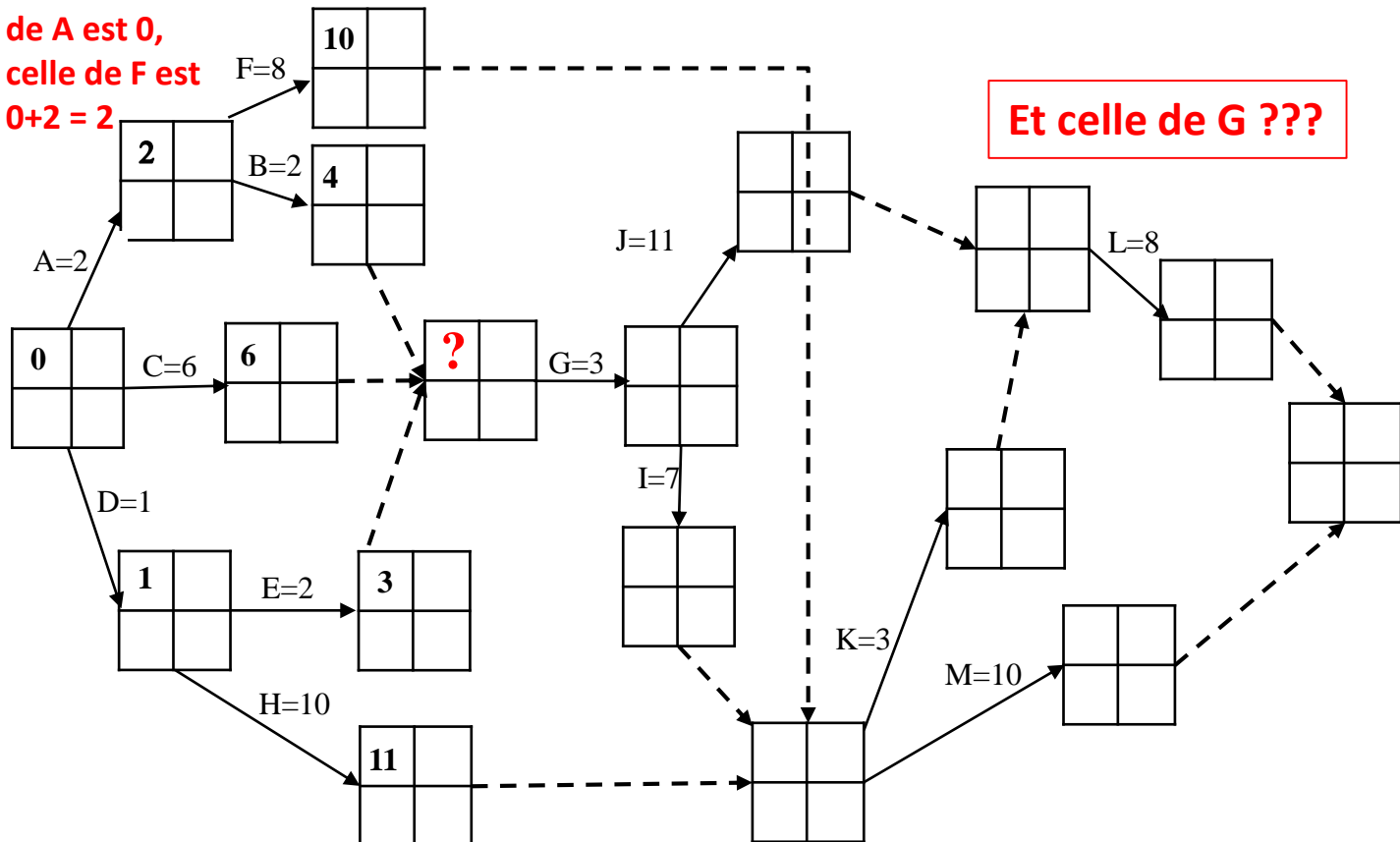
Objectif : Calculer pour chacune des tâches du projet, la **date à laquelle la tâche peut commencer si tout se passe bien**. C'est-à-dire si les tâches qui la précèdent se terminent en temps et en heure (en d'autres termes ne prennent pas de retard dans leur exécution !)

Algorithme :

- La date de début de projet est la date 0. Ainsi on place **0 dans le mini-tableau associé au sommet Début**.
- **On parcourt, sommet par sommet, le graphe du sommet Début jusqu'au sommet Fin**. On calcule ainsi de proche en proche la date de début au plus tôt de chaque sommet

Étape 4 : calculer les dates au + tôt ⁽⁵⁾

La date de
début au tôt
de A est 0,
celle de F est
 $0+2 = 2$



Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



Étape 4 : calculer les dates au + tôt ⁽⁶⁾

Solution : on applique **le principe de l'autobus**. L'autobus ne part que lorsque tous les passagers sont là.

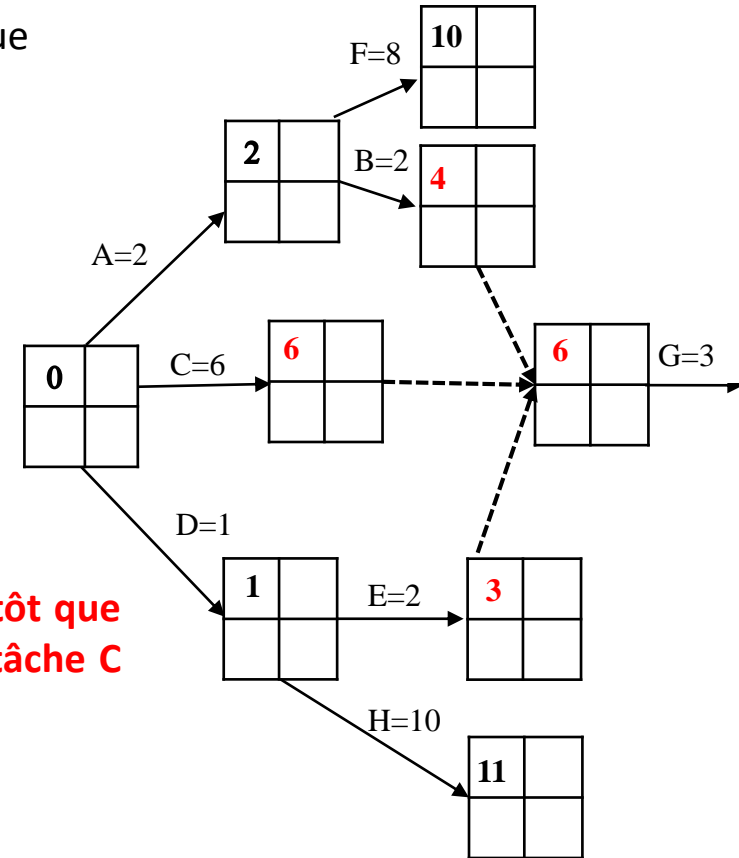
Passager B : arrive à 4 heures

Passager C : arrive à 6 heures

Passager D : arrive à 3 heures

La date de début au plus tôt pour la tâche G est : $\text{Max}(4, 6, 3) = 6$

La tâche G ne peut commencer au + tôt que lorsque les 3 étapes (fin tâche B, fin tâche C et fin tâche D) sont terminées.



Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral

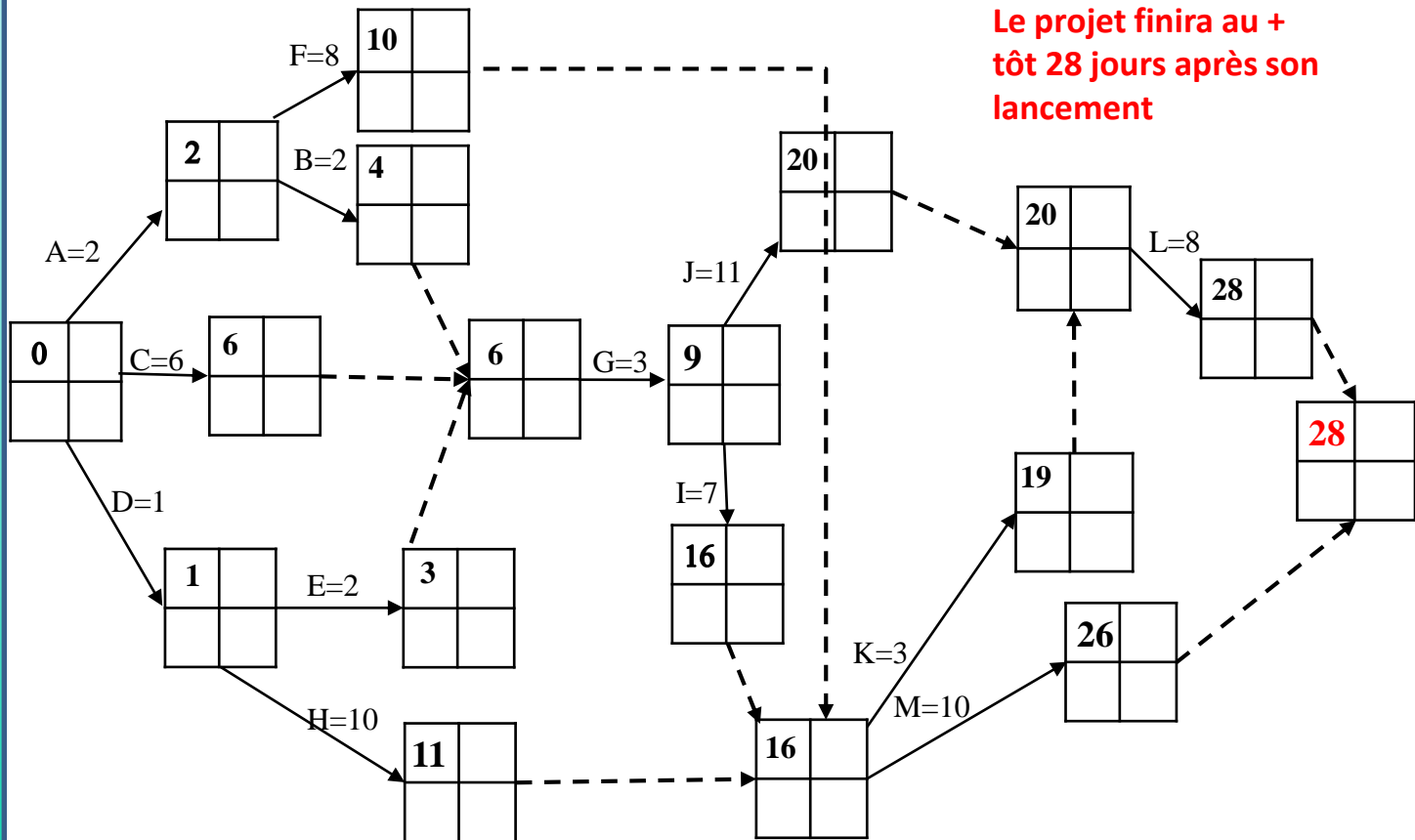


Étape 4 : calculer les dates au + tôt ⁽⁷⁾

Bruno WARIN

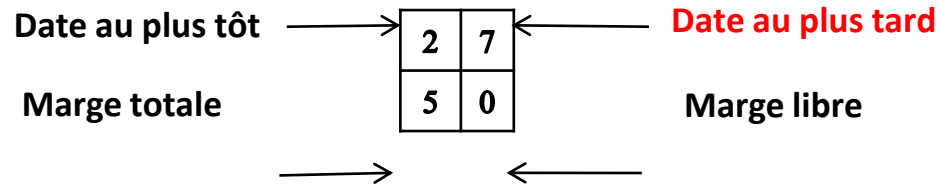
Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



Étape 5 : calculer les dates au + tard

Objectif : Calculer pour chacune des tâches du projet, la **date à laquelle la tâche doit finir au plus tard si on veut empêcher que le projet prenne du retard**



Algorithme :

- La date de fin au plus tard de la *Fin* du projet est égale à la durée de *Fin* au plus tôt du projet !!! Nous allons donc placer 28 dans la case 'fin au plus tard' associée au sommet *Fin*.
- Ensuite, **on parcourt, sommet par sommet, dans le sens inverse : du sommet *Fin* en remontant jusqu'au sommet *Début*, le graphe P.E.R.T.** On calcule ainsi de proche en proche la date de fin au plus tard de chaque sommet

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral

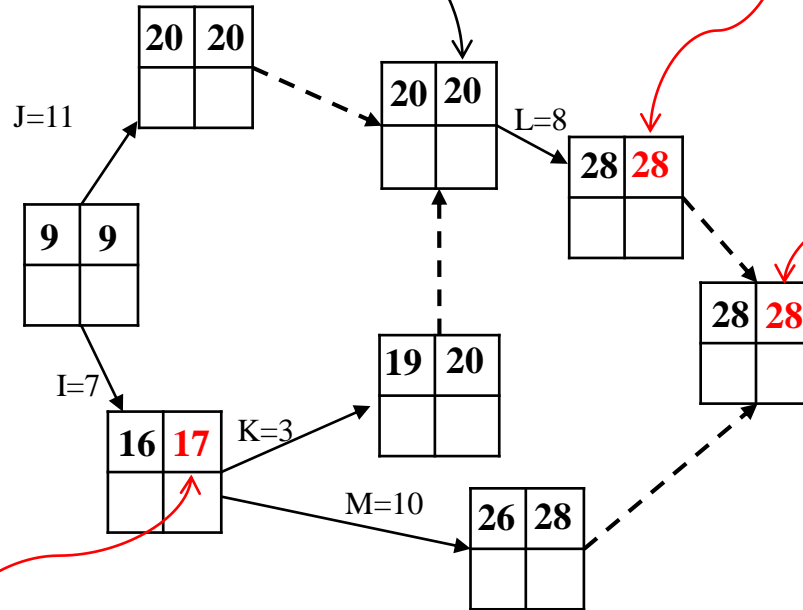


Étape 5 : calculer les dates au + tard ⁽²⁾

Cas général : date de fin au plus tard du successeur – durée de la tâche. Ici $28 - 8 = 20$

La durée d'une tâche fictive est zéro

La date au + tôt de la fin est reportée sur le sommet FIN



Le principe du plus exigeant : pour ne pas finir en retard il faut se positionner sur le délai le plus exigeant. Ici $\min((28-10) , (20-3)) = 17$

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral

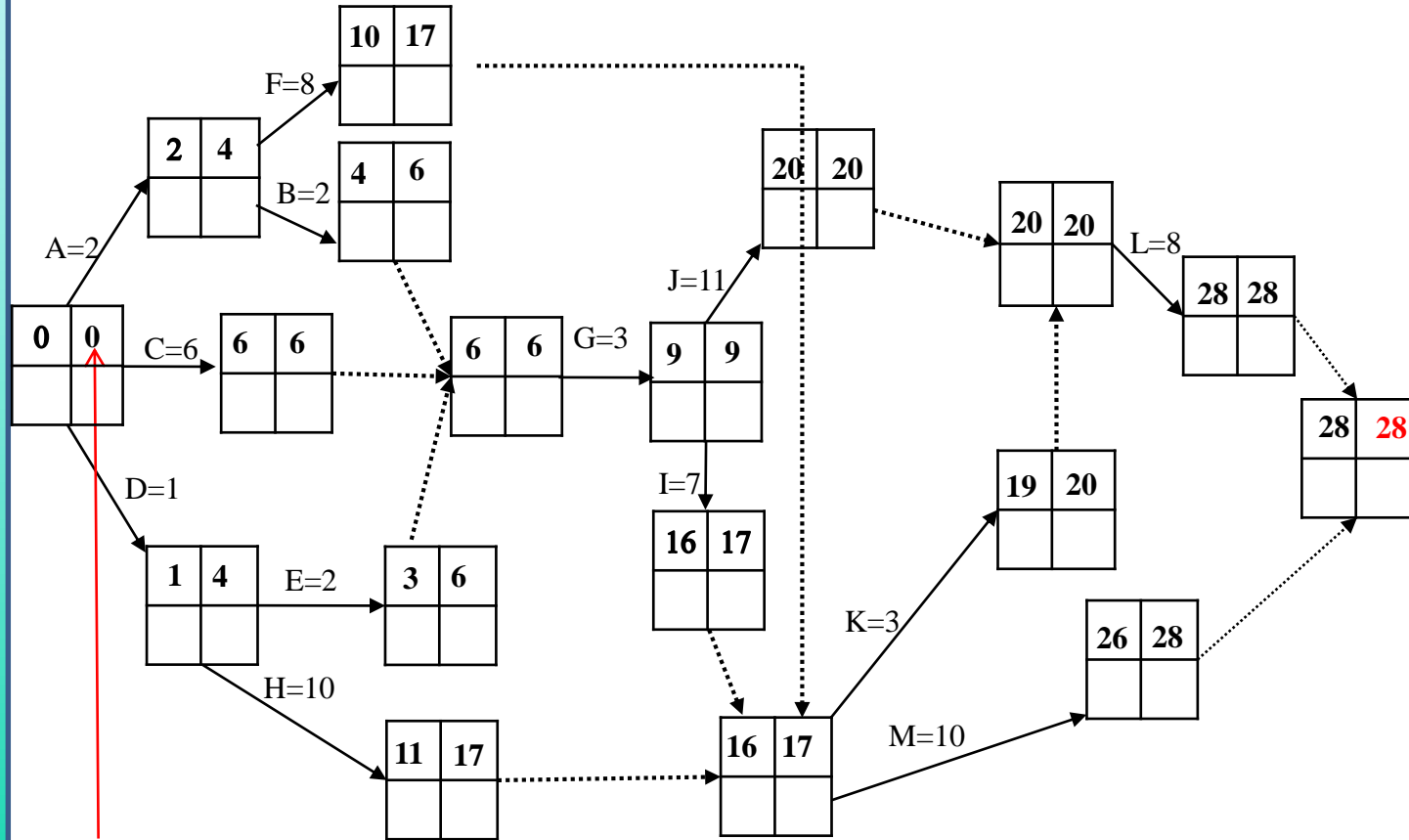


Étape 5 : calculer les dates au + tard ⁽³⁾

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



**On doit obtenir zéro
puisqu'on cherche à être
en flux tendu !**

Synthèse des résultats

Tâche	Date de début au + tôt	Durée	Date de fin au + tard
A	0	2	4
B	2	2	6
C	0	6	6
D	0	1	4
E	1	2	6
F	2	8	17
G	6	3	9
H	1	10	17
I	9	7	17
J	9	11	20
K	16	3	20
L	20	8	28
M	16	10	28

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral





Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral

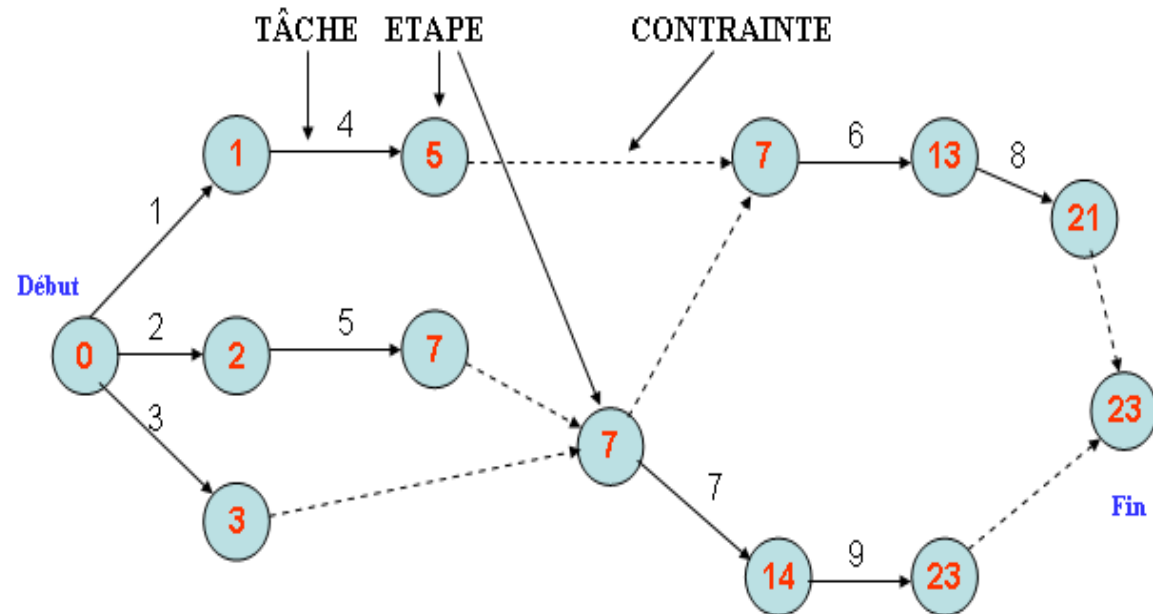


28

La planification P.E.R.T.

Vidéo 4

Calcul du chemin critique, des marges totales et des marges libres



Program Evaluation and Review Technique

- technique d'examen et d'évaluation de programmes (projets) -

Les étapes de réalisation d'un P.E.R.T.

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



29

N°	EXÉCUTION
1	<i>Déterminer la liste des tâches nécessaires à la réalisation du projet et estimer leurs durées</i>
2	<i>Déterminer les dépendances logiques entre les tâches (l'anesthésiste doit arriver avant l'opération !)</i>
3	<i>Dessiner le diagramme PERT : Mise à niveau + Construction de graphes</i>
4	Calculer pour chaque nœud la date au plus tôt
5	Repartir de la date finale et calculer pour chaque nœud la date au plus tard
6	Définir le chemin critique (trajet date au plus tôt = date au plus tard)
7	Définir pour les tâches non critiques les marges de temps

Étape 6 : calculer du chemin critique

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



30

PERT- V2 – 01.11.14

Tâche	Date de début au + tôt	Durée	Date de fin au + tard	Marge totale
A	0	2	4	2
B	2	2	6	2
C	0	6	6	0
D	0	1	4	3
E	1	2	6	3
F	2	8	17	7
G	6	3	9	0
H	1	10	17	6
I	9	7	17	1
J	9	11	20	0
K	16	3	20	1
L	20	8	28	0
M	16	10	28	2

Marge totale pour une tâche : retard tolérable sur la tâche tel que cela ne porte pas préjudice à la date de fin du projet

Marge totale = **Date de fin au + tard** – **Durée de la tâche** – **Date de début au plus tôt** (col. 4 – col. 2 – col. 3)

Tâche critique = tâche pour laquelle la marge totale est égale à zéro

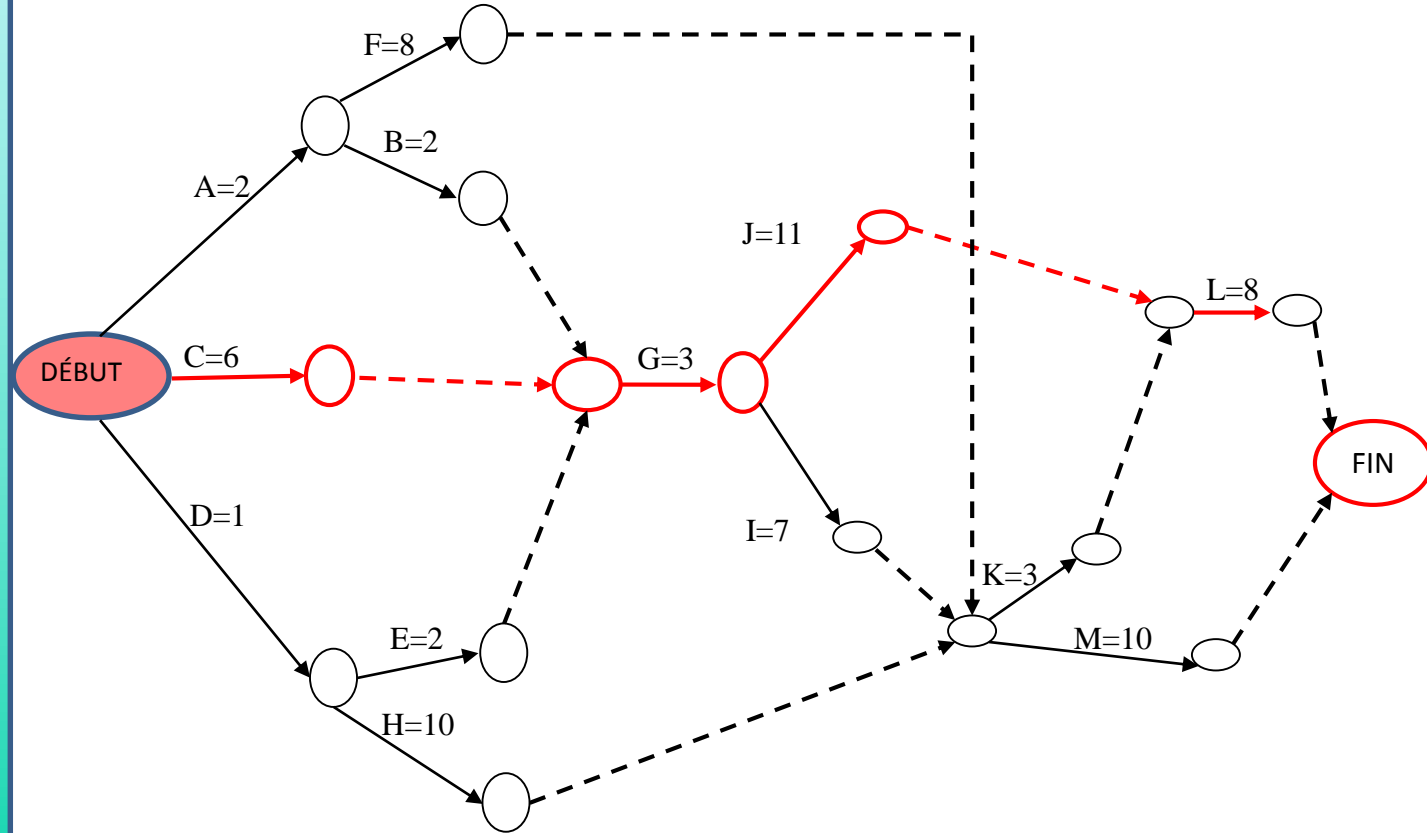
Chemin critique = chemin constitué de tâches critiques. Il existe toujours au moins un chemin critique parfois plusieurs

Étape 6 : calculer du chemin critique ⁽²⁾

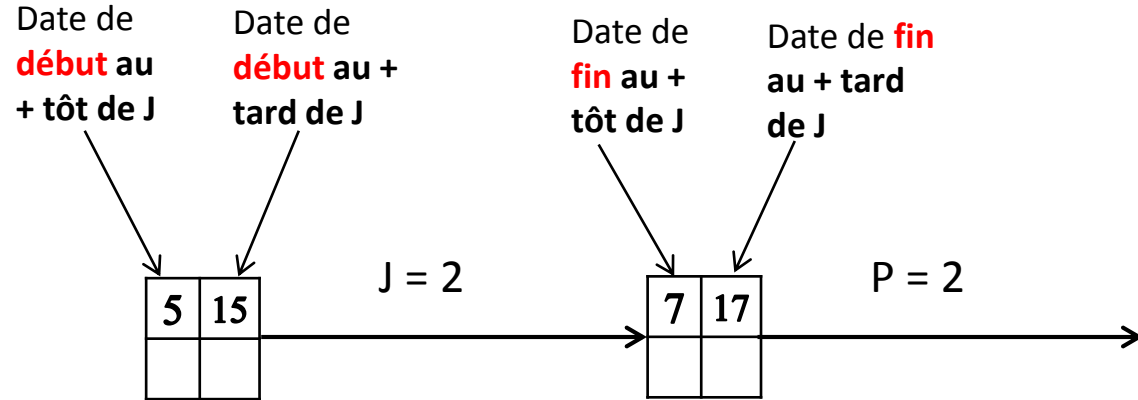
Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



Précision sur la lecture du P.E.R.T



Réflexion : dans ce schéma , 7 représente une date de fin au + tôt pour J mais ce même 7 que représente-t-il pour la tâche P ?

Bruno WARIN

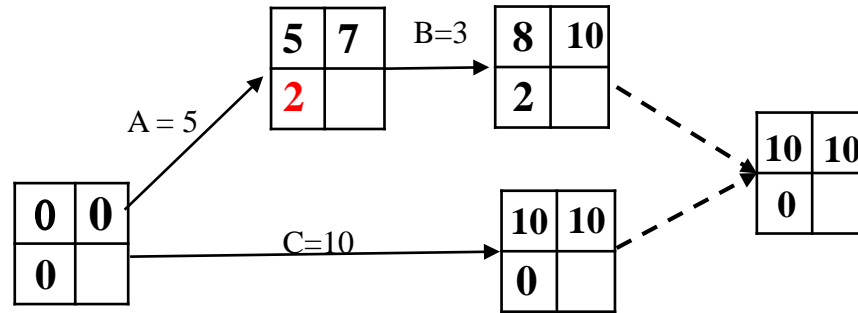
Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



Étape 7 : calculer les marges libres

ILLUSTRATION SUR UN MINI-PROJET



Si la tâche A finit avec un retard de 1 jour alors cela n'entraînera pas de retard sur le projet (sa marge totale est de 2) ! Mais n'y aura-t-il pas un souci quand même ? Lequel ?

Oui car le successeur A (ici B) doit être prévenu : il ne pourra commencer à l'heure.

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral

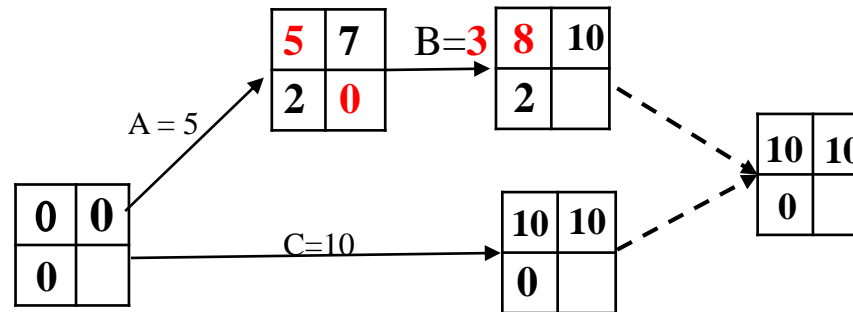


Étape 7 : calculer les marges libres ⁽²⁾

Connaître le retard tolérable d'une tâche vis-à-vis de la date de fin de projet **n'est pas suffisant**. Il est très important de s'assurer que le retard sur une tâche n'aura **pas d'impact sur les tâches qui la suivent immédiatement**

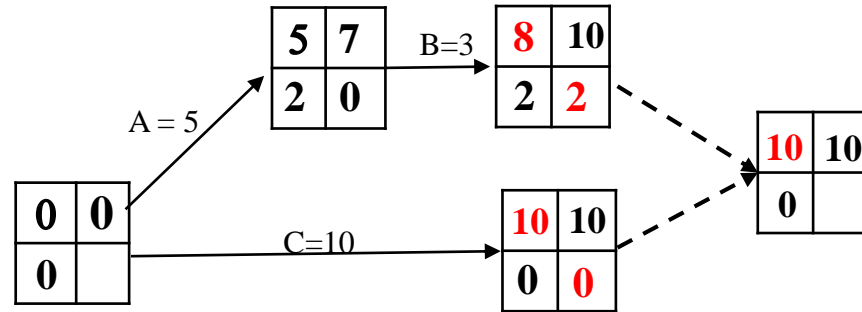
La marge libre pour une tâche c'est le délai de retard qu'elle peut prendre sans provoquer de retard à **AUCUN DE SES SUCESSEURS** ! **La marge libre est plus sévère que la marge totale**. Marge libre \leq marge totale.

Cas 1 : une tâche qui arrive directement (flèche pleine) sur une étape : elle n'a pas de marge libre. Marge libre égal zéro. **On attend qu'elle pour commencer** ! C'est le cas pour la tâche A



Étape 7 : calculer les marges libres ⁽³⁾

Cas 2 : B et C ne sont pas dans le cas précédent. De leurs étapes fin, partent une flèche en pointillé. Quelles sont leurs marges libres ? On travaille avec les dates au + tôt



Pour B : $10 - 8 = 2$ jours de marge libre

Pour C : $10 - 10 = 0$ jour de marge libre

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

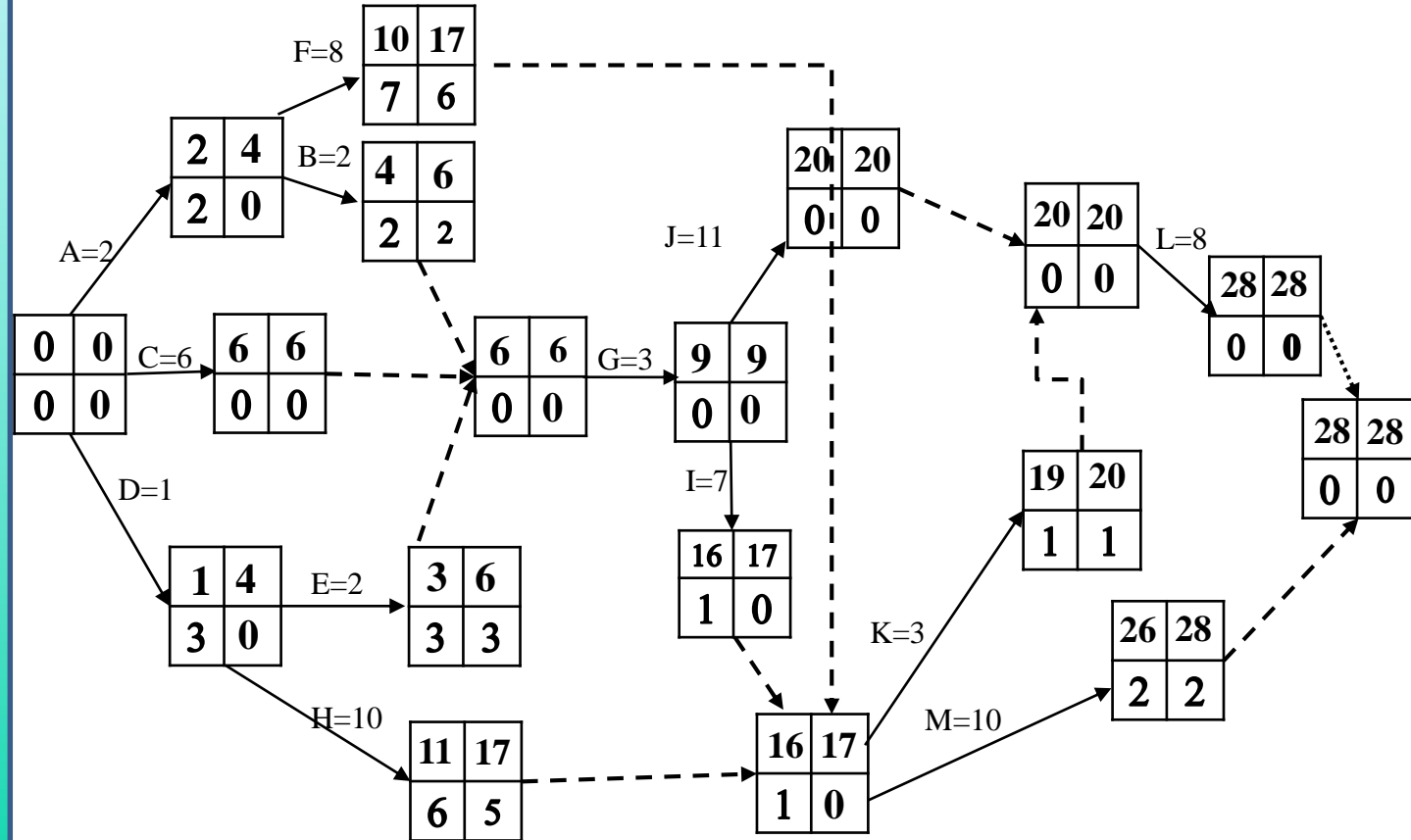
I.U.T. du Littoral

Étape 7 : calculer les marges libres ⁽⁴⁾

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



Synthèse des résultats

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral

Tâche	Durée	Date de début au + tôt	Date de fin au + tard	Marge totale	Marge libre
A	2	0	4	2	0
B	2	2	6	2	2
C	6	0	6	0	0
D	1	0	4	3	0
E	2	1	6	3	3
F	8	2	17	7	6
G	3	6	9	0	0
H	10	1	17	6	5
I	7	9	17	1	0
J	11	9	20	0	0
K	3	16	20	1	1
L	8	20	28	0	0
M	10	16	28	2	2





Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral

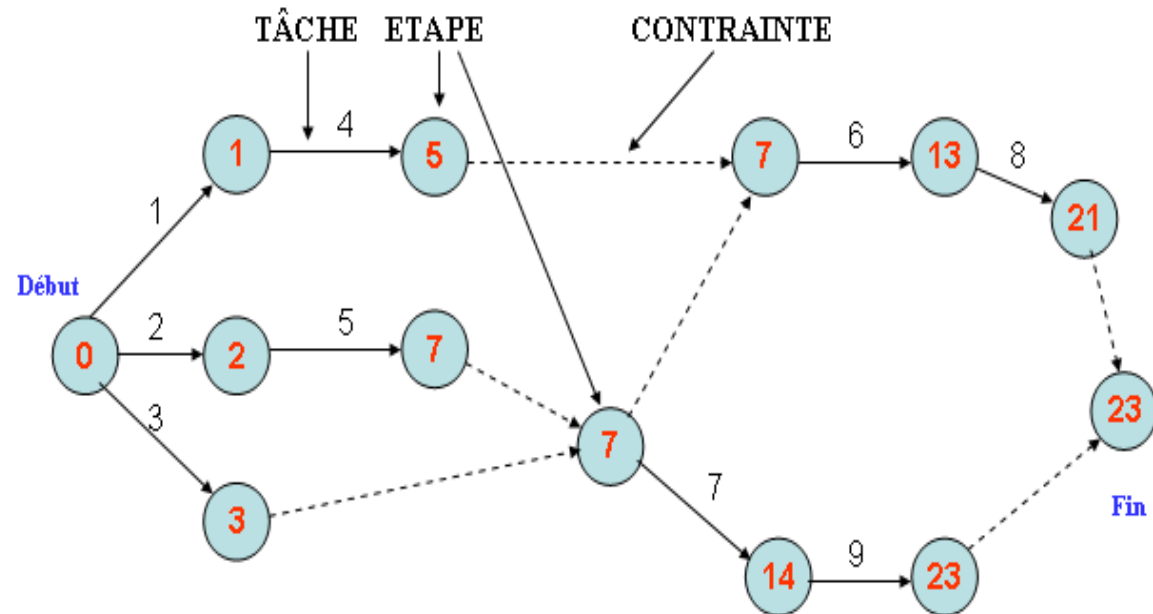


38

PERT- V2 – 01.11.14

La planification P.E.R.T. – La Pratique avec OpenProj

Vidéo 5 Introduction



Program Evaluation and Review Technique

- technique d'examen et d'évaluation de programmes (projets) -

Logiciel de planification

- Réseau P.E.R.T.
- Dates au + tôt
- Dates au + tard
- Marges totales
- Chemins critiques
- Marges libres

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



39

- ☐ MS-Project de Microsoft : le leader mais payant !
- ☐ OpenProj : Windows, Mac, Linux, etc. Compatible MS-Project. Il existe une version gratuite performante :
<http://sourceforge.net/projects/openproj/>.

Formation en 3 parties

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



40

- ☐ Lancer OpenProj
 - ☐ Créer un projet vide
 - ☐ Parcourir rapidement l'interface d'OpenProj
 - ☐ Modifier le calendrier du projet
-
- ☐ Saisir les tâches et leur durée
 - ☐ Saisir les prédécesseurs
 - ☐ Faire apparaître le tableau complet des résultats
 - ☐ Faire apparaître notre réseau P.E.R.T.
-
- ☐ Analyse comparative calcul manuel / calcul logiciel

La **vidéo 6 est une vidéo de démonstration** de logiciel et aucune diapositive n'y est associé. Juste l'image ci-dessous

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral

- ☐ Lancer OpenProj
- ☐ Créer un projet vide
- ☐ Parcourir rapidement l'interface d'OpenProj
- ☐ Modifier le calendrier du projet



La **vidéo 7 est une vidéo de démonstration** de logiciel et aucune diapositive n'y est associé. Juste les images ci-dessous

- ☐ Saisir les tâches et leur durée
- ☐ Saisir les prédécesseurs
- ☐ Faire apparaître le tableau complet des résultats
- ☐ Faire apparaître notre réseau P.E.R.T.



PERT PRATIQUE – V3 –
11.11.2014

Tâche	Durée	Prédécesseurs
A	2	aucun
B	2	A
C	6	aucun
D	1	aucun
E	2	D
F	8	A
G	3	B, C, E
H	10	D
I	7	G
J	11	G
K	3	F, H, I
L	8	J, K
M	10	F, H, I

Tâche	Marge totale	Marge libre
A	2	0
B	2	2
C	0	0
D	3	0
E	3	3
F	7	6
G	0	0
H	6	5
I	1	0
J	0	0
K	1	1
L	0	0
M	2	2



42



Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



43

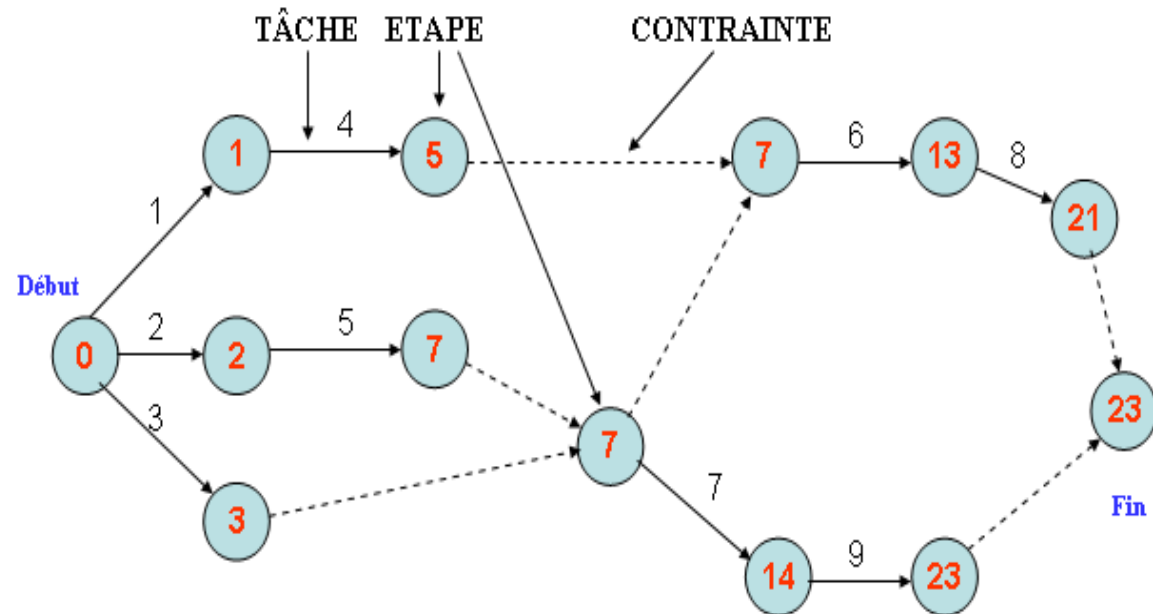
PERT- V2 – 01.11.14

La planification P.E.R.T. – La pratique avec OpenProj

Vidéo 8

Analyse comparative

Résultats manuels et Résultats automatiques



Program Evaluation and Review Technique

- technique d'examen et d'évaluation de programmes (projets) -

Analyse comparative (1)

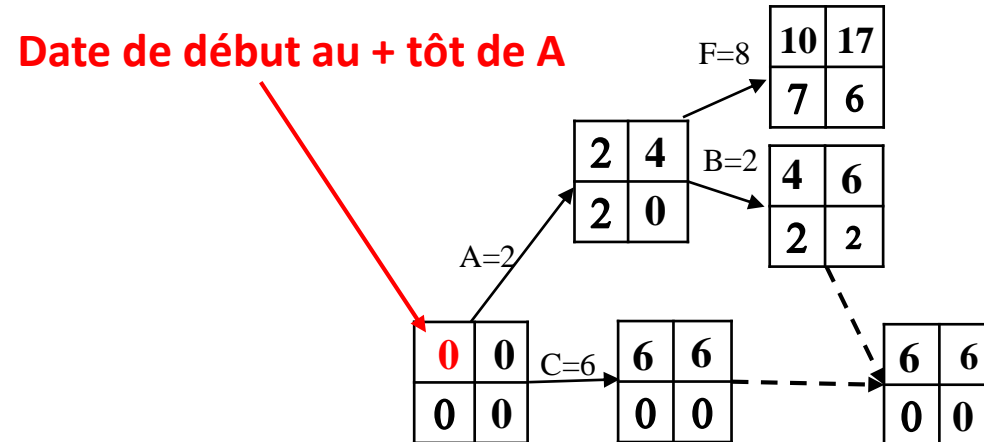
Calcul	A La main	OpenProj
Début au + tôt de A	0	1 ^{er} janv à 8h00

Explication : le 0 janvier 2015 n'existe pas ! Les calculs sous OpenProj seront donc tous décalés d'un jour par rapport à nos calculs.

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

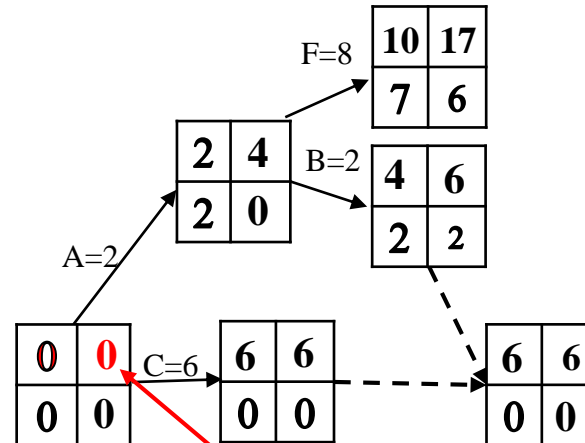
I.U.T. du Littoral



Analyse comparative (2)

Calcul	A La main	OpenProj
Début au + tard de A	0	3 janv à 8h00

Explication : Nous raisonnons en terme d'étapes. Nous aurions dû écrire le « *début au + tard de l'étape avec laquelle commence la tâche A* ». Il aurait fallu diviser le sommet Début en 3 sommets (Début-a ; Début-c et Début-d) pour trouver les mêmes résultats.



Date de début au + tard de A

Bruno WARIN

Maître de Conférences
Université du Littoral
Côte d'Opale

I.U.T. du Littoral



Analyse comparative (3)

Calcul	A La main	OpenProj
Début au + tôt de B	2	2 janv à 17h00

Remarque : Tiens cette fois-ci le décalage d'un jour dû au 0 janvier n'existe plus ? Si ! Car sous OpenProj c'est le 2 janvier à 17h00 autant dire le 3 janvier à 8h00. Le décalage d'un jour est toujours là.

Date de début au + tôt de B

