



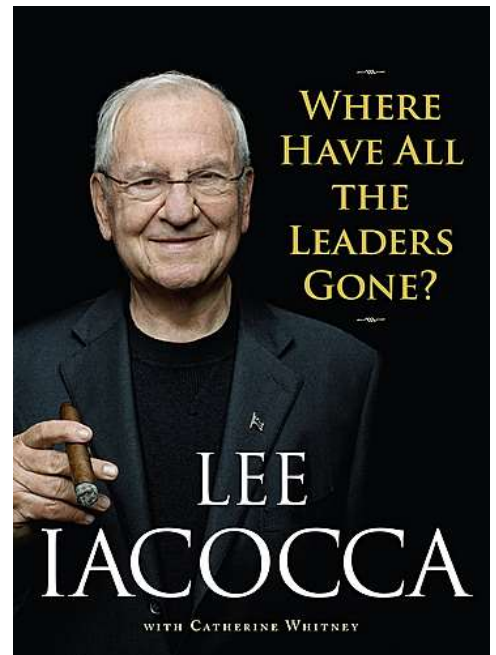
Le projet **DELIRE**
Développement par Equipe
de Livrables Informatiques
et Réalisation Encadrée

GP5 – Planification, nivellement et
lissage des charges



*Ce qui fait un bon manager, c'est la prise de décision.
On peut utiliser les ordinateurs les plus fous pour étudier
les chiffres, mais en final il faudra faire un planning et
passer à l'action.»*

Lee Iacocca, Ex P.D.G. de Chrysler



La construction de la tour EIFFEL

La tour Eiffel est actuellement une entreprise tellement rentable qu'on oublie que le projet faillit ne pas voir le jour pour un problème de planning et de budget.

Le projet initial est de construire la tour pour l'exposition universelle de 1889, pour fêter le centenaire de la révolution française. Les études ont duré 3 ans, et les travaux de construction doivent également durer 3 ans. Toute la planification a été faite à l'estimation (Gantt n'a pas encore publié la méthode de son diagramme) et globalement ça passe.

Lorsque les travaux démarrent, c'est la catastrophe : les carottages montrent que 2 des pieds sont prévus sur un terrain marécageux, et que la tour risque de basculer une fois édiflée.

La seule solution est de construire des caissons qui nécessitent de creuser profondément, ce qui induit un délai supplémentaire important mais surtout une augmentation du coût du projet. Or Eiffel a obtenu un budget non extensible pour ce projet. C'est Gustave Eiffel lui-même qui prendra la décision d'augmenter les ressources allouées et de réduire ses marges pour assurer le succès du projet.



Sans doute avait-il entrevu que ce monument (que je trouve personnellement très laid, mais que voulez-vous c'est un symbole, et on n'est pas autorisé à critiquer les symboles) allait le rendre célèbre pour plusieurs siècles ; et pour certains, l'immortalité ça n'a pas de prix.



La planification

Le planning, ce n'est pas un simple empilement de tâches ; c'est un objectif temporel qui doit permettre

1. De tenir un délai
2. D'identifier des décalages
3. Et d'avoir des buffers pour sauver les meubles

Comme la planification est souvent associée au projet, et que la gestion de projet est une discipline qui a tout juste 50 ans, on pense que la planification est une activité récente, mais ne rêvons pas, les plannings existaient déjà au temps des cathédrales

La planification introduit la dimension « temps » dans l'organisation de votre projet

1. Vous avez un objectif de délai global: soyez réaliste
2. C'est le moment de choisir la disposition de vos jalons: soyez intelligent.
3. C'est la base de toutes les prévisions: pensez suivi et cloisonnement des risques.

Le planning, c'est l'adaptation des tâches aux contraintes temporelles, pas leur répartition.

Planifier (Source: AFITEP, Dictionnaire de management des projets)

1. Cerner les ouvrages ou les parties d'ouvrage à réaliser, et d'une façon plus générale le but à atteindre
2. En déduire les objectifs d'actions: études, apros, travaux à mettre en œuvre
3. Définir les actions générales (activités) ou particulières (taches) à accomplir pour cette mise en œuvre
4. En déduire les moyens nécessaires
5. Comparer les moyens disponibles avec les moyens nécessaires, déduire les délais prévisionnels susceptibles d'être tenus après ordonnancement de l'exécution de l'œuvre
6. Respecter les échéances contractuelles, et principalement celles qui sont pénalisantes
7. Tenir le délai final prévu

Activité : action d'une certaine ampleur, appartenant à un domaine technique déterminé et dont l'exécution se trouve sous une responsabilité unique (personne physique ou morale compétente). L'activité peut contenir une ou plusieurs tâches

Tache : action d'une ampleur limitée. La tache appartient à un métier donné et correspond généralement à une division de l'activité. C'est l'élément le plus fin du planning de réalisation

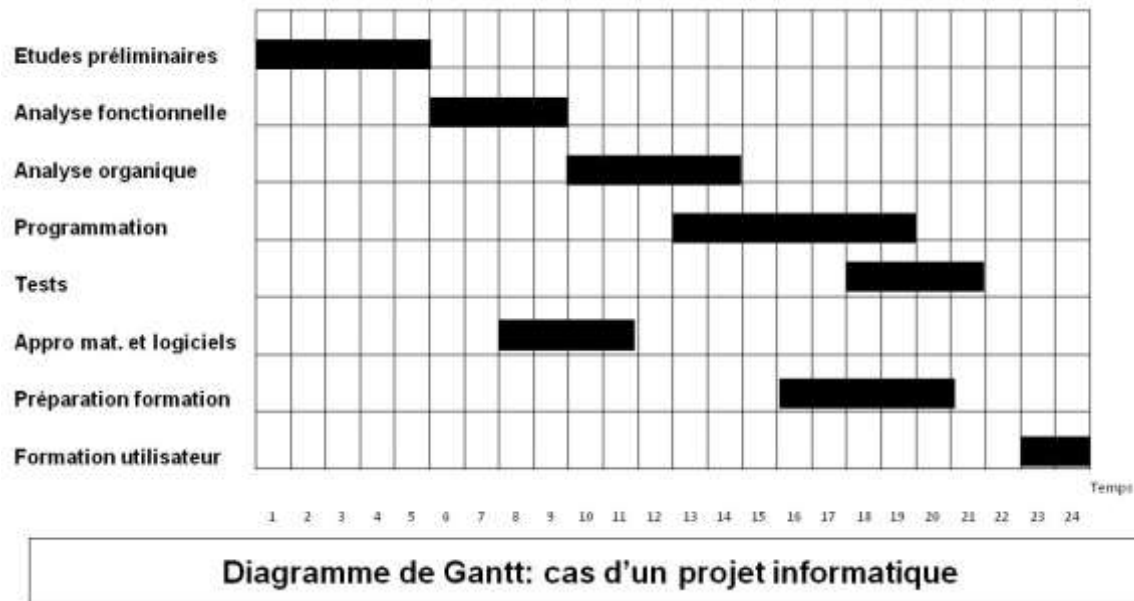
Les termes activité et tache sont considérés comme synonymes lorsqu'on travaille à un seul niveau de planification

Lot de Travaux (LT) : le LT est l'élément le plus détaillé apparaissant dans un Organigramme des Taches (OT). Le LT est souvent appelé tâche, bien qu'il y ait risque de confusion avec la notion de tâche utilisée en planification

Maîtrise des délais : processus permettant, pendant toute la durée d'un projet, de prévoir, suivre et optimiser en termes de délais, les tâches et les moyens pour la réalisation de l'ouvrage, avec l'objectif de maîtriser un délai prévisionnel final



Diagramme en barre de Gantt



Le diagramme de Gantt est un outil utilisé en ordonnancement et en gestion de projet et permettant de visualiser dans le temps les diverses tâches composant un projet. Il s'agit d'une représentation d'un graphe connexe, valué et orienté, qui permet de représenter graphiquement l'avancement du projet.

Le premier diagramme de ce type (appelé *Harmonogram Adamieckiego*) fut réalisé par l'ingénieur polonais Karol Adamiecki en 1896. Il l'a décrit en 1931, mais la langue de publication n'a pas permis la reconnaissance internationale de son idée. Pour cette raison, le concept a été nommé 'après Henri Laurence Gantt, ingénieur américain adjoint de Taylor, qui l'a mis au point en 1885, et qui en a publié la description du diagramme en 1910.



Représentation la plus connue et la plus utilisée en planification, le planning visualise les activités à un degré de finesse qui dépend de sa finalité

1. Le Gantt du chef de projet est plus fin que celui destiné à la direction
2. Mais moins détaillé que celui nécessaire à ceux qui gèrent l'exécution

Dans un diagramme de Gantt (ou planning à barres), les activités sont ordonnancées sur une échelle de temps en fonction des conditions techniques de réalisation, des impératifs temporels, de la disponibilité des moyens d'exécution

Les avantages de cette représentation

1. Claire et compréhensible par tous
2. Donne par lecture directe sur l'échelle de temps les dates prévues de début et de fin des tâches
3. Durant le projet, on peut facilement comparer les dates réelles de réalisation aux dates prévues, et ainsi mesurer la dérive pour chaque tâche, par rapport aux prévisions initiales

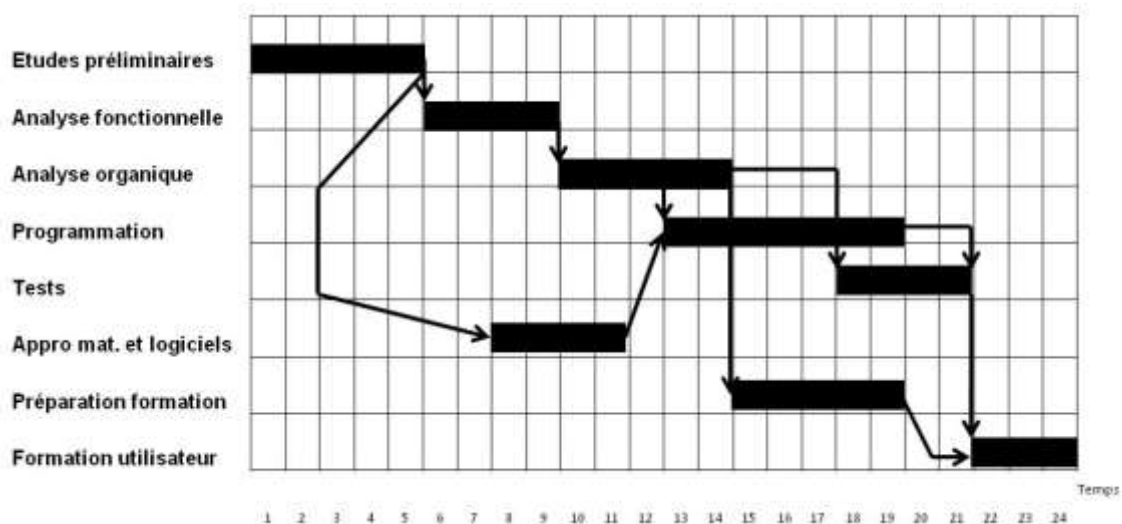


4. Permet, par affectation des ressources prévues sur les opérations, d'établir le plan de charge nécessaire au respect de ce planning

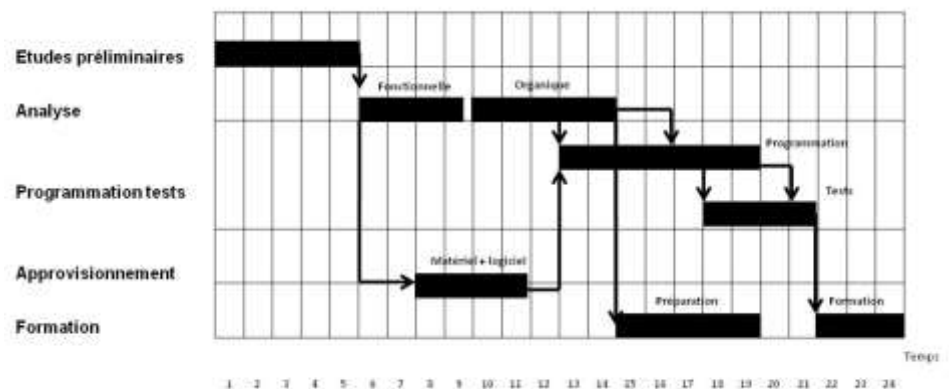
Les inconvénients de cette représentation:

1. Des incohérences peuvent se glisser dans l'ordonnancement des tâches, en particulier lorsque le planning est d'une certaine importance
2. Au moment de la mise à jour du planning, le décalage vers la droite des activités en retard ne met pas en évidence le glissement qui en résulte sur les activités qui en dépendent
3. Le responsable du projet ne dispose pas d'un instrument de mesure précis, et peut avoir une vue optimiste de son délai global
4. Des décisions parfois onéreuses peuvent être prises pour résorber le retard de certaines activités, alors que celui-ci n'a aucune incidence sur le délai final
5. Le responsable de projet court le risque de ne prendre conscience du retard de son projet que dans sa phase finale, c'est à dire trop tard pour prendre des mesures correctives efficaces

Diagramme de Gantt fléché : c'est un diagramme de Gantt qui exprime les relations de dépendance entre les opérations par des flèches



La méthode PERL



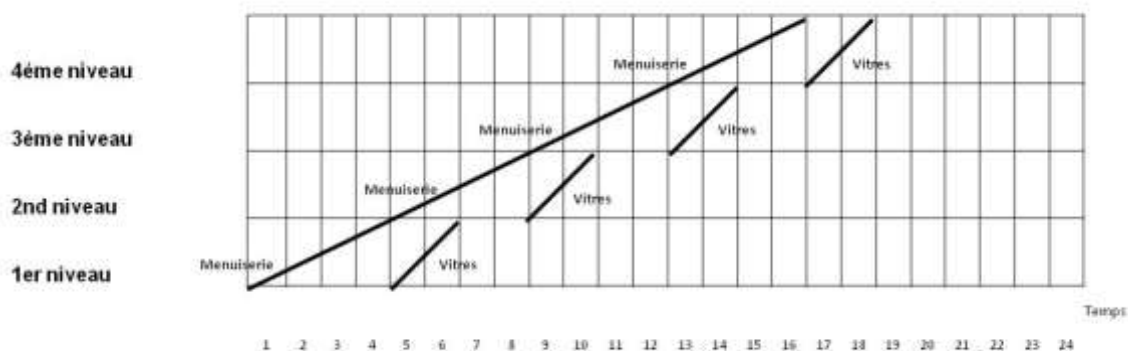
Le planning chemin de fer

Utilisé depuis l'origine du chemin de fer, il permet de définir les horaires et les vitesses des trains circulant sur une voie unique, pour se croiser ou se dépasser dans les gares. Principe repris pour planifier certains types de travaux à caractères linéaires tels que la construction de routes, de tunnels, d'oléoducs, d'immeubles-tours... de telle sorte que l'utilisation de la main d'œuvre et des matériels soit optimale.

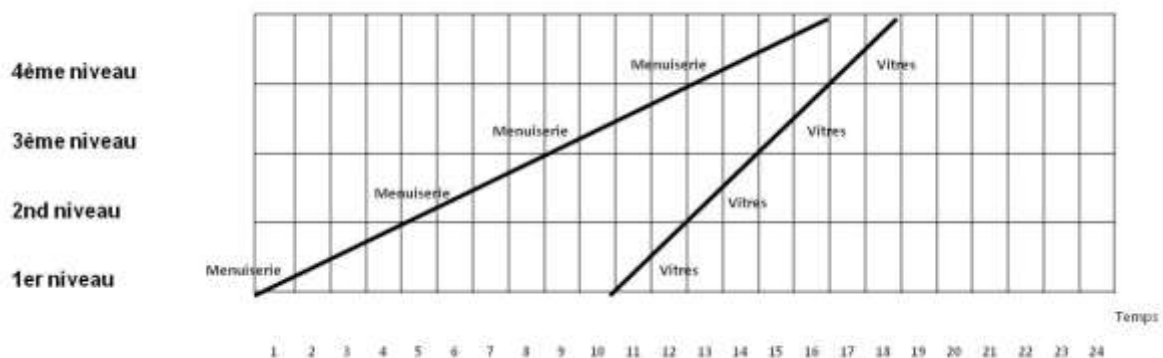
L'un des axes de l'harmonogramme définit le temps, l'autre les distances ou zones de travail. Le planning visualise alors les cadences d'exécution des corps de métier ou des équipes, par la pente des segments de droite qui représentent leurs travaux.

Son élaboration, simple, permet notamment d'organiser des interventions continues, par tronçon d'ouvrage ou sur la totalité, en alignant les segments relatifs à chaque équipe.

Prenons l'exemple d'une tranche de 4 niveaux dans la construction d'un immeuble. Pour chaque étage, les menuiseries intérieures nécessitent 4 jours, et les vitreries 2 jours. Dès que le menuisier a terminé un étage, il cède la place au vitrier.



On constate que cet ordonnancement oblige le vitrier à intervenir en discontinu. Pour obtenir une intervention en continu de son équipe, sans retarder la date de fin des travaux, le vitrier devrait commencer au début du jour 11



Le Gantt n'est qu'une représentation

Le Gantt n'est qu'un diagramme, une représentation, mais ne permet pas de gérer un planning un tout petit peu velu.

La planification consiste à ordonnancer des tâches.

Or ces tâches sont soumises à des contraintes

1. De dépendance
 - a. Certaines tâches attendent la sortie d'une autre tâche pour pouvoir démarrer.
 - b. A titre d'exemple, nombre de vos livrables dans le projet DELIRE étaient dépendants des livrables SFGs, Architecture Fonctionnelle et Architecture Logique.
2. De ressources
 - a. En particulier, une même personne ne peut exercer qu'une seule tâche à un instant donné.

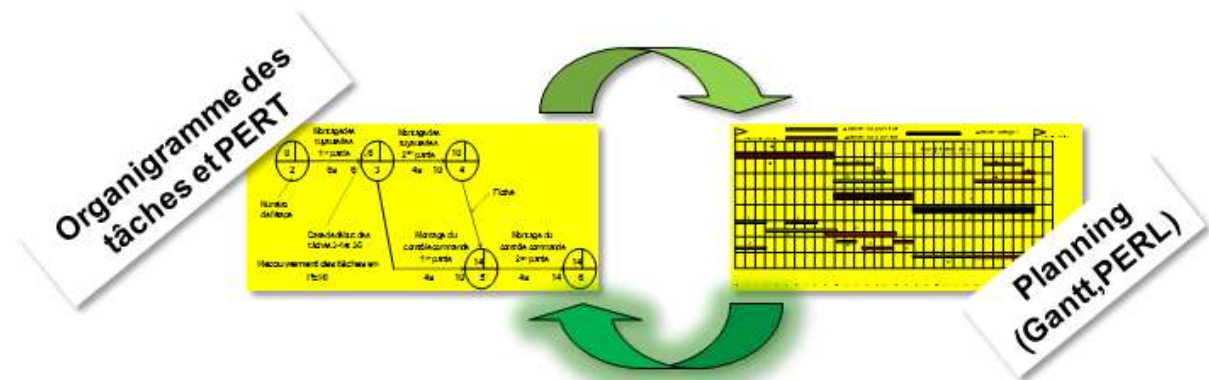
Exprimé autrement, un planning c'est un réseau de tâches sous contraintes de chronologie et de ressources

La bonne solution consiste donc à :

1. Formaliser sur le réseau, via une méthode par réseaux, les contraintes de dépendance pour analyser et gérer le délai du projet
2. En déduire en fin d'étude l'information à diffuser aux différents responsables et acteurs sous forme de diagramme de Gantt

Certes, mais cela suppose de savoir formaliser le réseau.

Dans la suite de cet exposé, nous allons nous intéresser aux méthode par réseaux, dont la plus connu est la méthode PERT.



Le projet POLARIS

Tous les grands projets des années 60 (Apollo, Concorde, SST...) se sont heurtés à des difficultés similaires:

1. Identifier un besoin
2. Maîtriser les difficultés techniques
3. Définir et maîtriser un budget
4. Définir et maîtriser un planning
5. En environnement coopératif

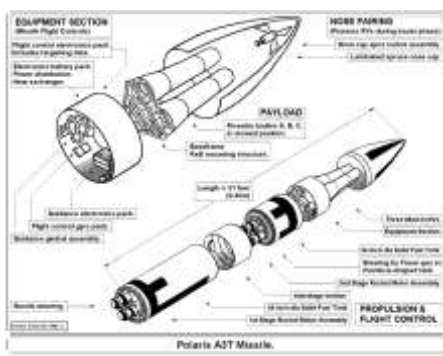
Néanmoins un projet, le projet Polaris, va venir à bout de cet ensemble de contraintes, en faisant progresser la technologie de l'époque

Le missile UGM-27 Polaris est un missile MSBS (Mer Sol Balistique Stratégique) lancé par sous-marin, conçu pour la US Navy en pleine crise de la guerre froide. Le projet, lancé par Ike Eisenhower en 1955, est opérationnel en 1960, à bord du premier SNLE (Sous-marin Nucléaire Lanceur d'Engins) le Georges Washington

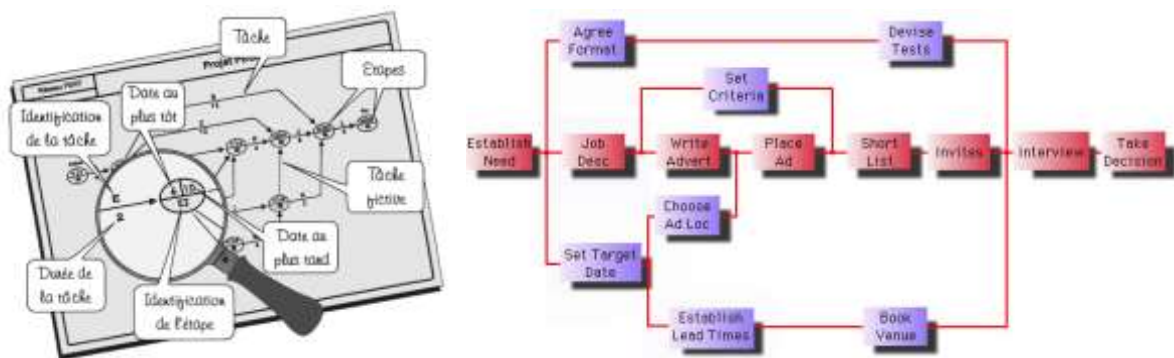


Le projet POLARIS 250 fournisseurs et 9000 sous-traitants, pour une durée initiale prévue de 7 ans de réalisation.

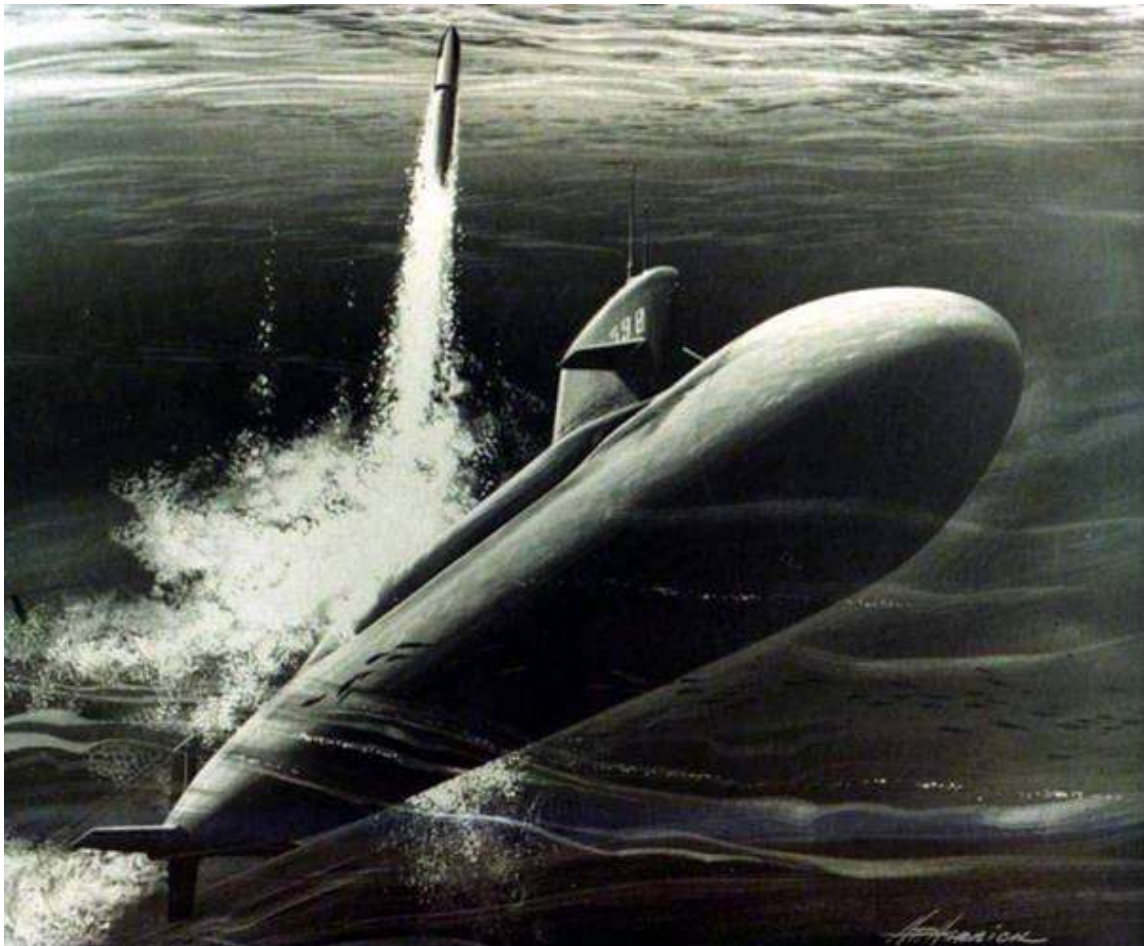
Pour Polaris, l'US conçoit une nouvelle technique d'ordonnancement à partir de la méthode CPM (Critical Path Method) qui existait depuis quelques années : le PERT (Programm Evaluation and Review Technique)



Le PERT est une méthode consistant à mettre en réseau de réseau un ensemble de tâches qui, grâce à leur dépendance et à leur chronologie, concourent toutes à l'obtention d'un produit fini.



Dans le cadre du projet Polaris, cette technique utilisée manuellement a permis de coordonner les tâches de 6000 sous-traitants et a ramené la durée globale du projet de 7 à 4 ans, temps compatible avec les délais imposés par le gouvernement



L'utilisation du PERT s'est ensuite étendue à l'industrie américaine puis à l'industrie occidentale. En particulier avec l'arrivée des ordinateurs sur des projets de taille plus raisonnable. Le PERT est à l'origine du déploiement des méthodes de gestion de projet dans les entreprises

A la même époque Bernard Rouy mettait au point, à Paris, la Méthode des Potentiels Metra (MPM) qui fut utilisée pour l'aménagement des superstructures du paquebot France, la construction de certaines centrales EDF

Ultérieurement, les principes de la méthode française ont été repris et aménagés pour donner lieu dans les années 1980 à la méthode des Antécédents, ou méthode PDM (Precedence Diagram Method), qui s'est imposée aujourd'hui, en général sous le vocable PERT.

Particularité des plannings par réseaux

A la différence des diagrammes à échelles de temps, qui visualisent la durée des activités et leurs dates sur un axe de temps, les méthodes par réseau, dites aussi méthodes à chemin critique, vont privilégier les relations logiques entre tâches. En effet, le réseau ne comporte pas d'échelle de temps et ne visualise que les contraintes logiques entre les tâches

Ceci permet d'analyser et d'exprimer le déroulement du projet, essentiellement sous l'angle des relations d'ordre techniques qui existent entre les activités du projet

Cette démarche offre l'avantage de "mettre à plat" de façon objective, la logique de réalisation du projet dans les règles de l'art des métiers concernés.

Le réseau ne comporte pas d'échelle de temps et ne visualise que les contraintes logiques entre les tâches

Parmi les méthodes par réseau, on distingue:

1. celles de type "potentiel-étapes" telles que CPM et PERT
2. celles de type "potentiel-tâches" telles que MPM et Antécédent

Nous n'aborderons pas ici le CPM qui concilie coûts et délais pour optimiser le coût global du projet

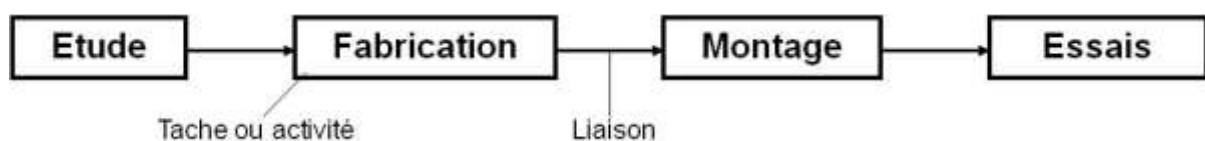
C'est la représentation de la logique qui différencie la méthode PERT des méthodes MPM et Antécédents. En revanche, la démarche d'analyse, les algorithmes de calcul, les techniques de réduction des délais, les techniques de maîtrise des délais, sont identiques.



Représentation PERT (potentiel-étapes). Dans un diagramme PERT, les tâches du projet sont représentées par les flèches et leur enchainements logiques par les sommets des flèches appelés étapes



Représentation MPM et Antécédents (potentiel-tâches) . A l'inverse de la représentation PERT, les réseaux MPM et Antécédents utilisent le sommet pour contenir la tâche, et c'est l'arc, appelé liaison qui symbolise la relation d'ordre entre les tâches successives.



L'élaboration du planning

C'est généralement après la construction de l'organigramme des tâches (OT) que sera entrepris le planning.

Son établissement comporte quatre phases, quelque soit la méthode utilisée: PERT, MPM, Antécédents.

1. la construction du réseau
2. l'introduction du temps dans le réseau
3. le calcul des dates
4. l'ajustement du planning aux objectifs

Construction du réseau

Cette première phase a pour objet d'identifier les activités et les relations d'ordre qui les relient, puis de les traduire par le réseau

Les relations entre les activités doivent nécessairement refléter des contraintes techniques cohérentes, afin que le réseau exprime le déroulement du projet tel qu'il devrait se réaliser selon l'état de l'art des métiers concernés.

Cela implique de recueillir l'information auprès des responsables des activités

Dans cette démarche analytique, on ne se préoccupe pas pour l'instant ni de la durée des activités ni de leur ressources



Introduction du temps dans le réseau

Cette deuxième phase consiste à estimer la durée de chaque activité du réseau

Relation durée ressource. Chaque activité nécessite une certaine quantité de travail (ou charge) pour être réalisée. Si nous faisons l'hypothèse d'un nombre constant de ressources, on a la relation

$$\text{Durée} = \frac{\text{Quantité de travail}}{\text{Intensité de la ressource}}$$

Exemple: admettons que 700 heures de travail soient nécessaires pour réaliser une activité. Si on travaille à raison de 35 heures par semaine, la quantité de travail est de 20 homme-semaines. Si l'effectif affecté est de 2 individus, la durée de l'activité est de 10 semaines. Seule la durée est prise en compte pour le calcul des dates du planning

Base de l'estimation : chaque activité du réseau doit impérativement comporter sa durée d'exécution estimée.

La disponibilité des ressources (humaines et matérielles) ayant un effet direct sur la durée d'une opération, on retient les 3 hypothèses suivantes:

1. On suppose que l'activité se déroulera normalement, dans les conditions habituelles de travail
2. On affecte à l'activité des ressources normales, à un niveau normal, c'est à dire celles habituellement utilisées pour des activités de même nature, et dont la qualité et le nombre correspondent généralement au meilleur rendement, donc au meilleur coût
3. On considère que les ressources prévues sur chaque activité seront disponibles au moment de sa réalisation

Il est recommandé d'utiliser toujours la même unité de durée pour toutes les activités du réseau. Chaque durée est exprimée en unités de temps ouvrées. 30 jours signifie 30 jours ouvrés, c'est à dire 6 semaines

Calcul des dates

Toutes les données nécessaires étant réunies (réseau logique et durée probable des tâches), il est alors possible de calculer le positionnement des activités dans le temps

Par convention :

1. les dates indiquées dans les calculs expriment la fin de l'unité de temps. Ainsi, nous partirons de l'hypothèse que le projet commence à la fin de l'unité de temps 0. Nous conviendrons également qu'il n'y a qu'un jalon de début et un jalon de fin imposés.
2. le calcul au plus tôt définit la position de chaque activité la plus proche de l'origine du réseau



3. le calcul au plus tard définit sa position la plus proche de l'objectif final

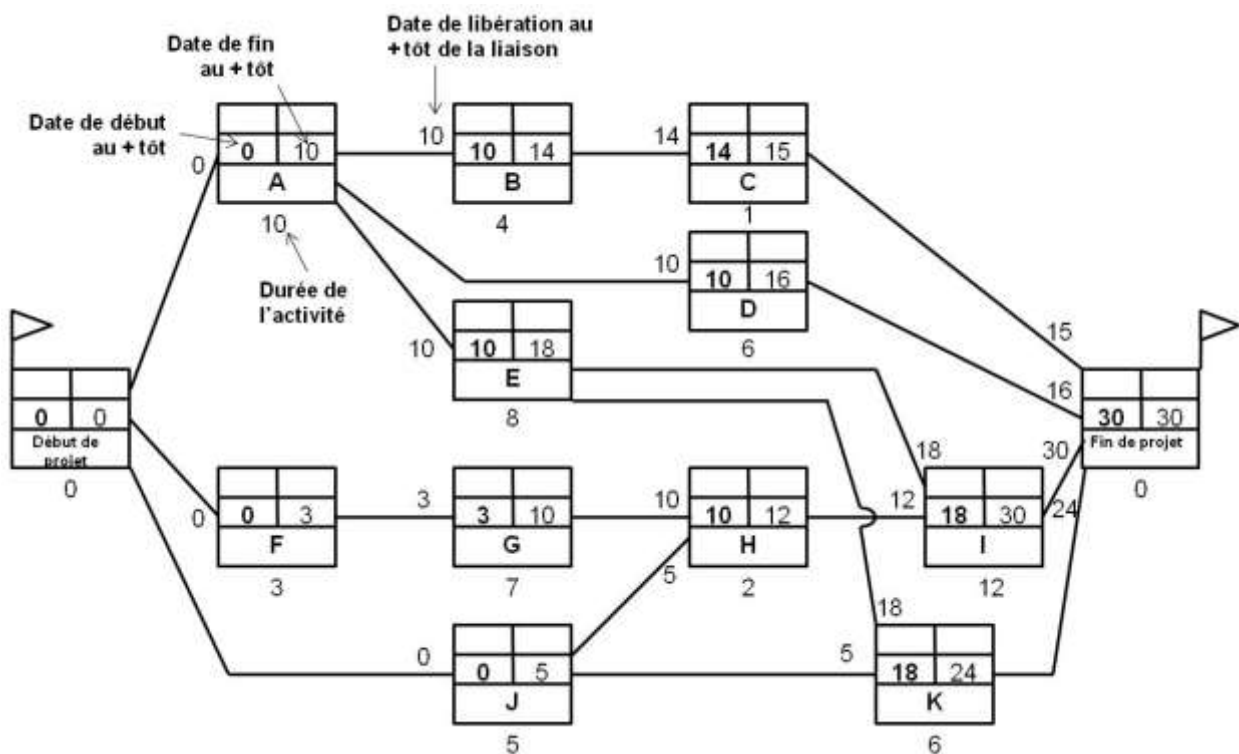
La méthode des Antécédents étant de loin la plus pratiquée aujourd'hui, le principe de calcul n'est abordé maintenant qu'avec ce type de réseau, avec des liaisons de type fin-début de délai nul, qui sont les plus couramment utilisées.

Calcul des dates au plus tôt

Il consiste à définir, en unités de temps ouvrées, cumulées depuis l'origine du réseau, la date de début au plus tôt (DTO) et la date de fin au plus tôt (FTO) que l'on peut prévoir pour chaque activité, c'est à dire l'hypothèse où toutes les activités qui la précèdent ont elles mêmes été réalisées au plus tôt

Date de début au plus tôt d'une activité n (DTOn). Elle correspond à la plus tardive des fin au plus tôt des activités n-1 qui la précèdent directement : $DTOn = \max FTO_{n-1}$

Date de fin au plus tôt d'une activité n (FTOn) : elle est égale à sa date au plus tôt augmentée de sa durée (dn) : $FTOn = DTOn + d_n$



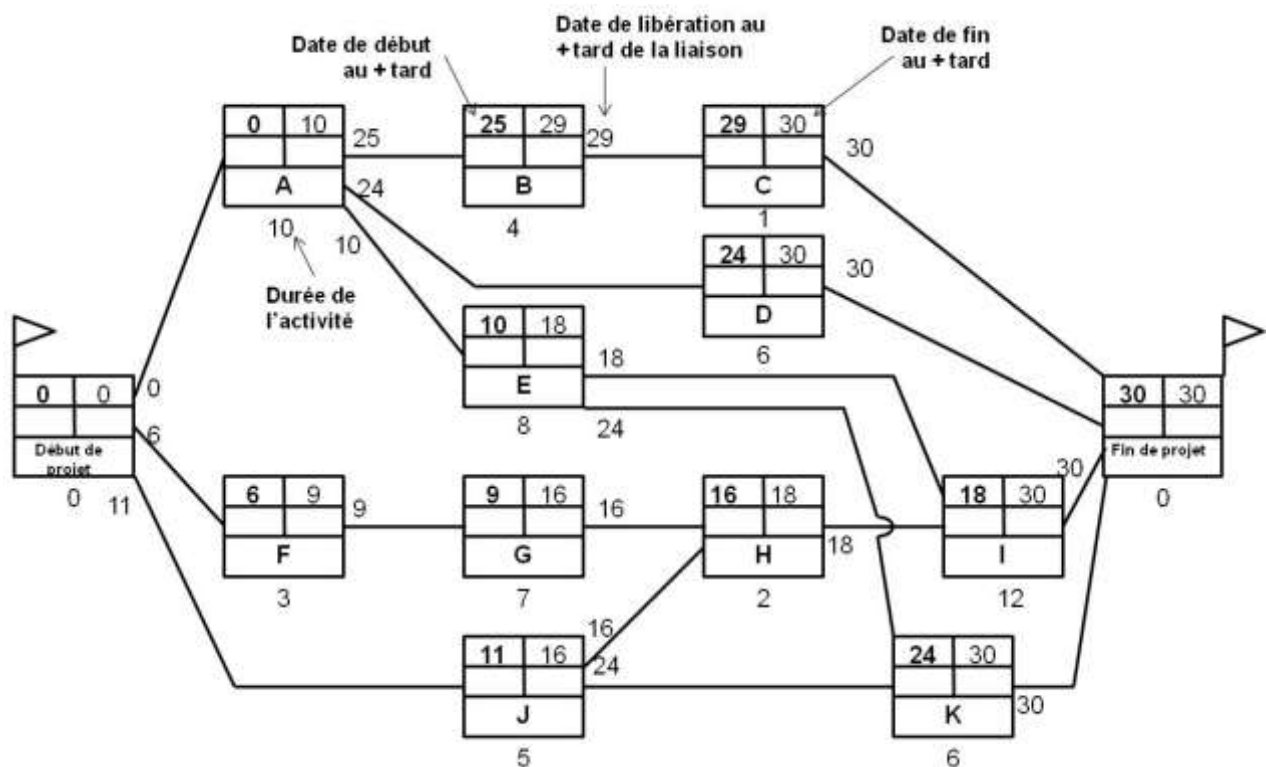
Calcul des dates au plus tard

Il consiste à définir les dates de fin au plus tard (FTA) et de début au plus tard (DTA) à ne jamais dépasser pour chaque activité si on veut respecter l'objectif temps fixé à la fin du projet.

Le calcul s'effectue par un compte à rebours à partir de l'objectif de fin de projet (et/ou d'un autre objectif officiel)

Date de fin au plus tard d'une activité n (FTAn). Elle correspond à la plus petite des dates de début au plus tard des activités n+1 qui lui succèdent directement : $FTAn = \min DTA_{n+1}$

Date de début au plus tard d'une activité n (DTAn). Elle est égale à sa date de fin au plus tard diminuée de sa durée (dn) : $DTAn = FTAn - dn$



Marge totale d'une activité : c'est la distance en unités de temps ouvrés qui sépare sa position au plus tard de sa position au plus tôt. Elle se calcule à partir de ses dates de fin ou de début

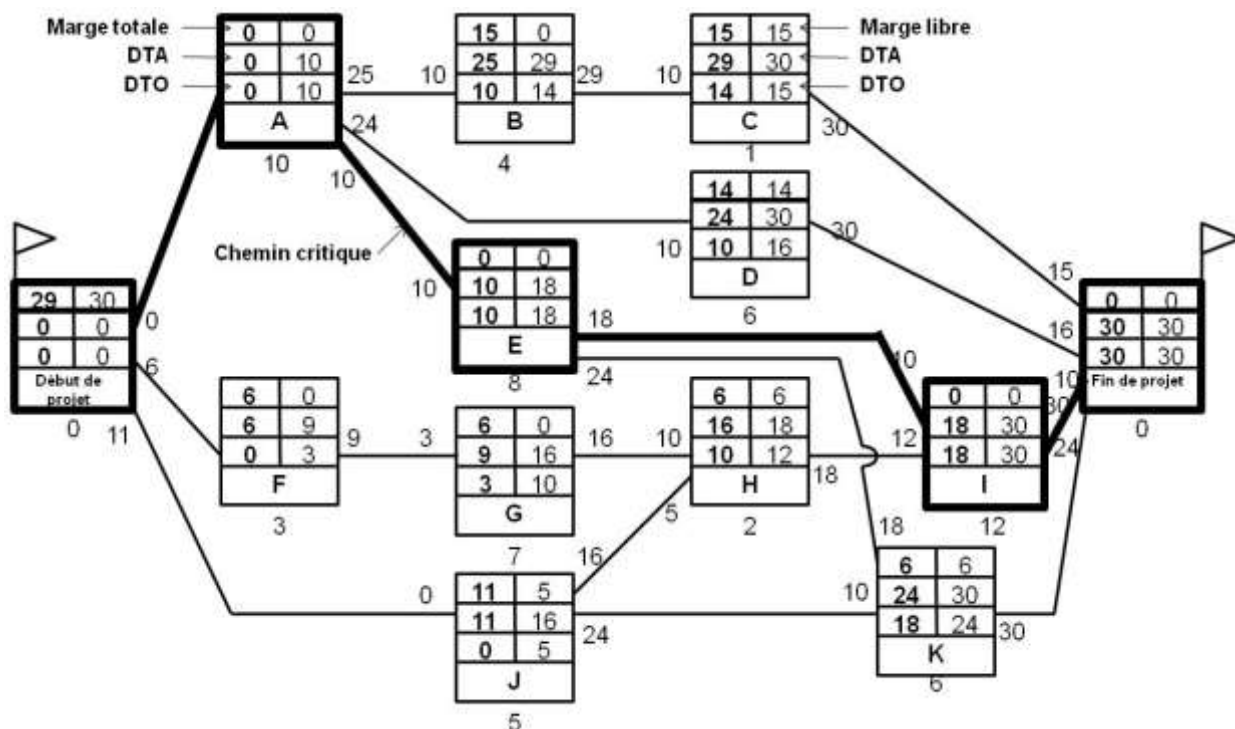
Ainsi la marge totale MT = date de fin au plus tard - date de fin au plus tôt = date de début au plus tard - date de début au plus tôt



Chemin critique d'un réseau : c'est le (ou les) chemin (s) dont la durée est la plus longue entre le début et la fin du réseau. il est composé des taches du réseau qui ont la marge totale la plus faible

Marge libre : la marge libre d'une activité est le retard que celle ci pourrait prendre à partir de sa position au plus tôt sans affecter la date de début au plus tôt de l'une quelconque de ses activités suivantes

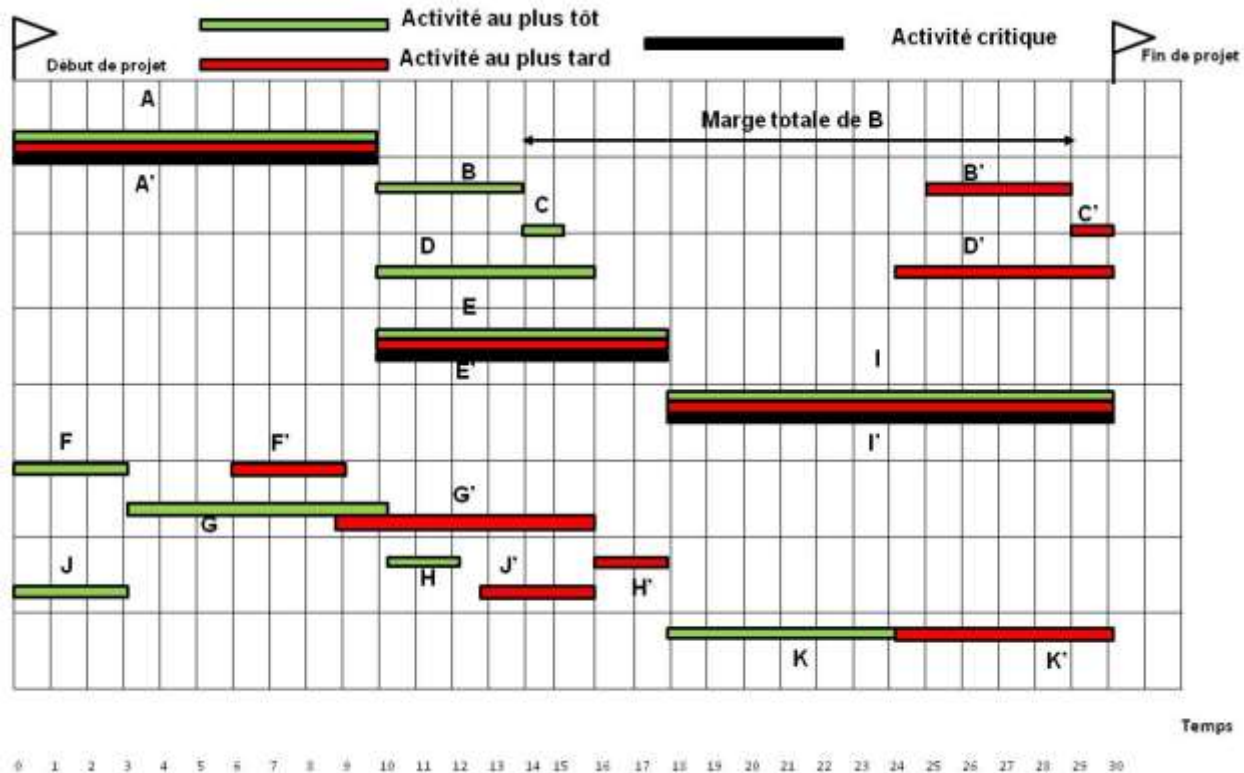
La marge $ML_n = \min DTO_{n+1} - FTO_n$



Chemin critique d'un réseau

La connaissance du chemin critique est fondamentale pour la gestion des délais, car il détermine la durée globale du projet.

Dans le cas de notre exemple ou toutes les liaisons du chemin critique sont de type fd, tout retard de l'une quelconque de ses activités se répercutera en fin de projet si aucune mesure corrective n'est entreprise.



Réductions des délais

Après avoir établi le réseau et effectué le calcul, le premier résultat n'est généralement pas satisfaisant. Le délai calculé est souvent plus long que celui imposé par la direction ou par le client.

Cela se traduit par des chemins de marge totale négative que l'on devra alors retoucher jusqu'à ce que chaque chemin critique ait une marge totale nulle ou positive

Sur chaque chemin critique, la réduction du délai s'effectuera:

1. par la mise en parallèle totale, lorsque la succession en série n'est pas impérative
2. par la mise en parallèle partielle des activités qui se suivent, lorsque cela est réalisable
3. en modifiant la durée des activités élémentaires, par renforcement des moyens mis en œuvre ou par affectation de moyens plus performants



Si ces dispositions n'ont pu suffi à ramener la durée totale à celle exigée, d'autres mesures plus radicales doivent être envisagées:

1. Sous-traitance, adaptation d'un autre processus de travail
2. suppression de certaines activités non indispensables

Après avoir vérifié qu'elle n'entraîne pas l'allongement de la durée d'autres tâches.

Planning initial

Après la prise en compte de toutes ces mesures et la vérification par un dernier calcul de la compatibilité des délais du planning avec les objectifs fixés, celui-ci est maintenant exploitable.

Validé par le chef de projet, ce document appelé planning initial, devient la référence des responsables du projet

Traduit en Gantt, il va leur permettre de prévoir les ressources à mettre en œuvre et d'organiser les actions dans le cadre des dates qui leurs sont attribuées.

Vous avez là un planning initial. Reste à s'assurer que les ressources nécessaires auront le bon goût d'être disponibles aux dates espérées. Ajuster les charges au planning - ou l'inverse - sera l'occasion de montrer vos talents de communication.

Lorsque le planning par réseau est ajusté aux objectifs de temps, il est alors traduit en diagramme f(t), Gantt par exemple. Celui-ci doit être aménagé en tenant compte des contraintes de ressources humaines et matérielles

D'autres éléments doivent aussi intervenir dans l'ordonnancement, tel le positionnement au plus tôt des tâches à risque ou bien un positionnement plus tardif des tâches de livraison d'équipements coûteux, sans toutefois les caler au plus tard, ce qui créerait de nouveaux chemins critiques

Le planning ainsi mis au point est désormais opérationnel et servira de référence au moins jusqu'à sa prochaine mise à jour.



Nivellement et Lissage des charges

Nous avons vu que la planification par réseau apporte directement la solution au problème des délais, lorsqu'il n'existe pas de limitation de ressources pour exécuter le projet. Ce contexte idéal ne se rencontre toutefois que rarement.

Dans la plupart des cas les ressources allouées au projet sont limitées et l'ordonnancement doit être réaménagé pour prendre cette contrainte en considération, quitte à consentir parfois un allongement de la durée du projet. C'est le nivellement des charges

Dans d'autres cas, la contrainte prioritaire provient du délai, qui est fixé au projet avec un caractère impératif,. Il faudra bien alors, fournir les ressources en quantité suffisante et arranger l'ordonnancement de telle sorte que cette quantité reste aussi constante que possible, pour éviter les temps morts et les allers et retours onéreux. C'est le lissage des charges

Plusieurs modes de résolution peuvent être envisagés pour chaque activité

1. Soit déplacer l'activité sans changer ses caractéristiques
2. Soit lorsque la nature de l'activité le permet, changer l'intensité I de sa ressource et donc sa durée D .
 - a. La quantité de travail Q étant constante, on applique la règle de 3 de l'ingénieur $D = Q / I$
 - b. Ainsi une activité prévue avec 2 personnes pendant 3 jours pourrait se réaliser avec 3 personnes pendant 2 jours
3. Soit lorsque l'activité est sécable, la scinder en tronçons qui seront placés à des périodes de sous emploi.

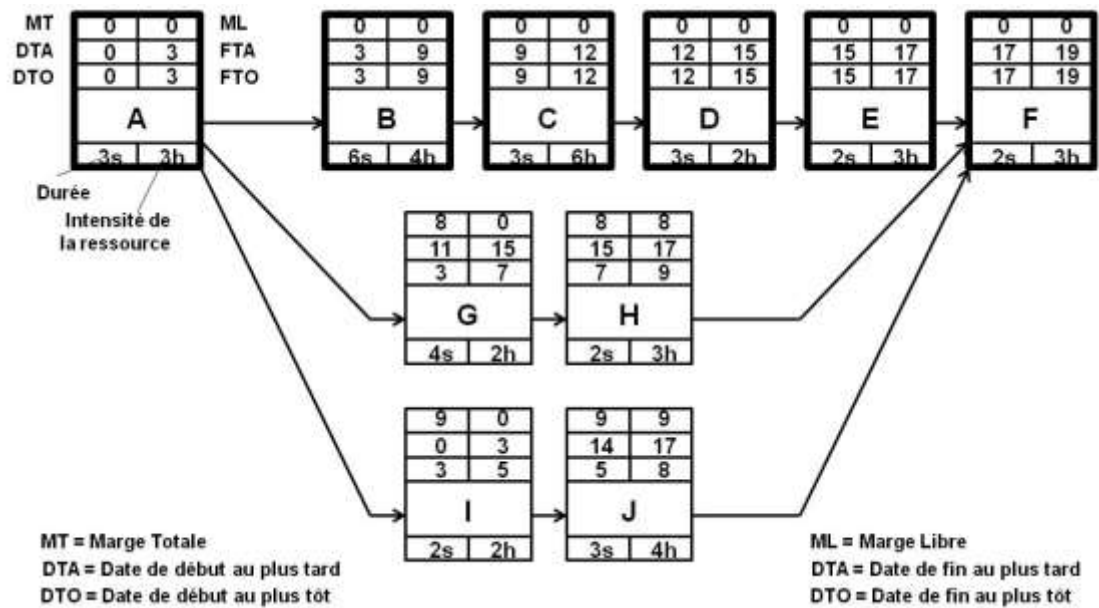
Nivellement des ressources

Une étude de nivellement s'impose lorsque les ressources attribuées sont limitées

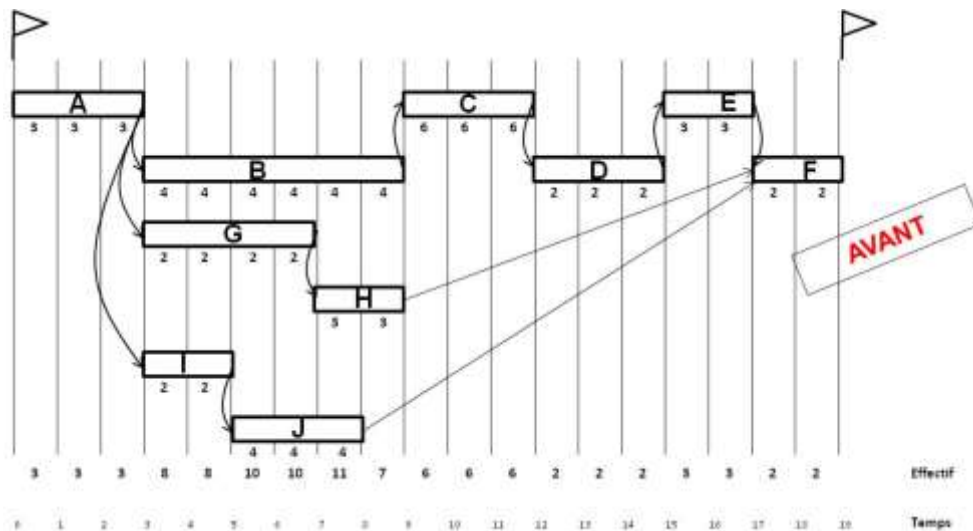
Envisageons le cas d'un petit projet à réaliser avec un effectif de 5 personnes de même qualification. Il s'agit là d'un problème de nivellement que nous allons résoudre en appliquant la démarche PERT-CHARGE telle que présentée.

Le réseau suivant mentionne la logique retenue, la durée exprimée en semaine, les ressources de chaque activité, ainsi que les calculs de date. Le chemin critique est mentionné en gras



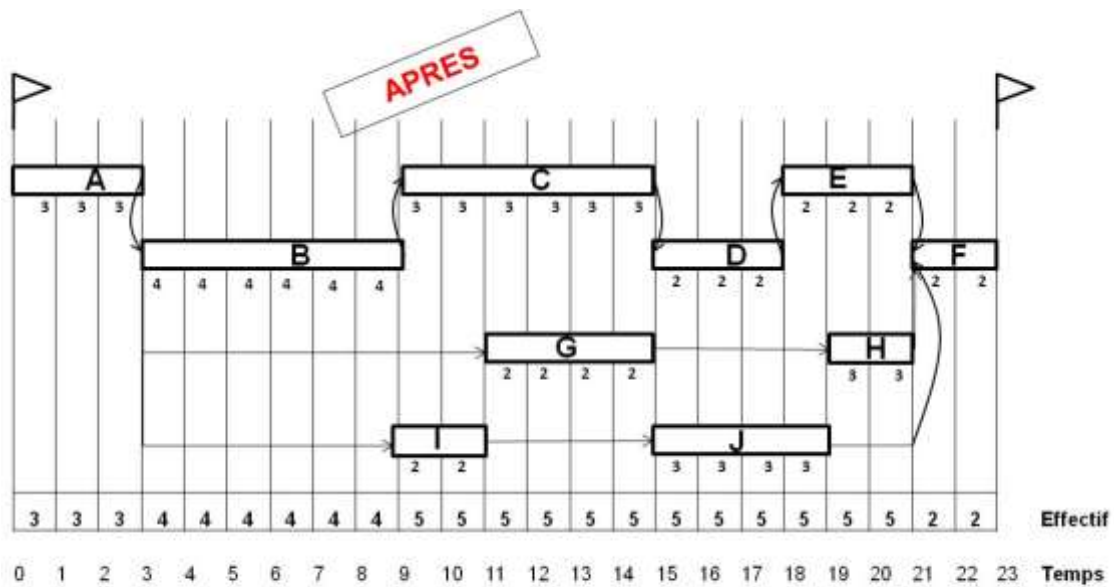
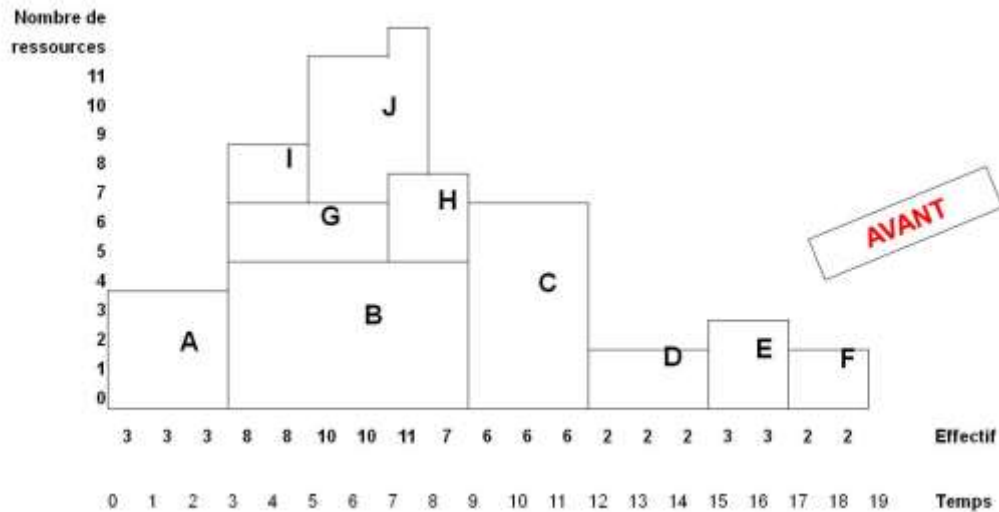


A partir de ce réseau, nous établissons le diagramme de Gantt fléché, calé au plus tôt, et dressons les besoins en effectifs



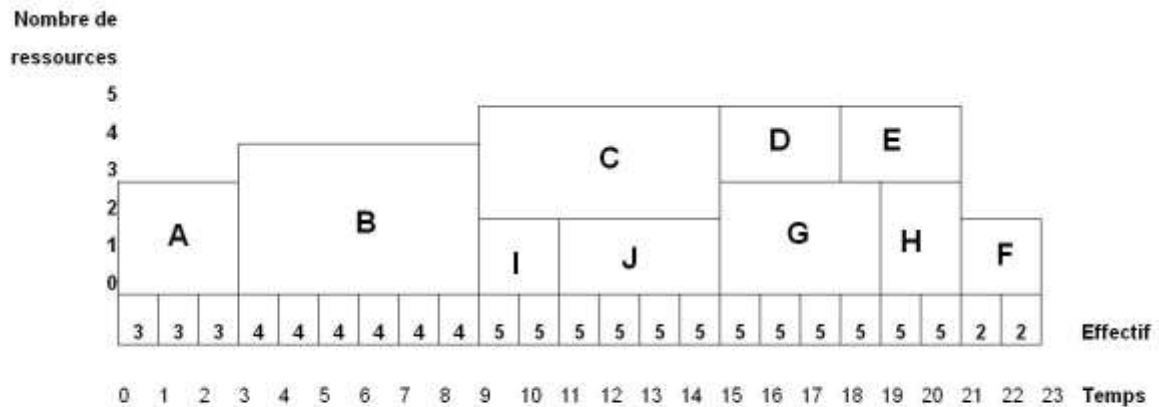
Puis nous établissons le plan de charge de la figure. Il apparaît qu'entre les dates 3 et 12, les effectifs nécessaires sont supérieurs à la disponibilité autorisée.





Planning après nivellement





Plan de charge après nivellement

APRES

Lissage des ressources

Le lissage des ressources s'impose surtout quand le délai est limité

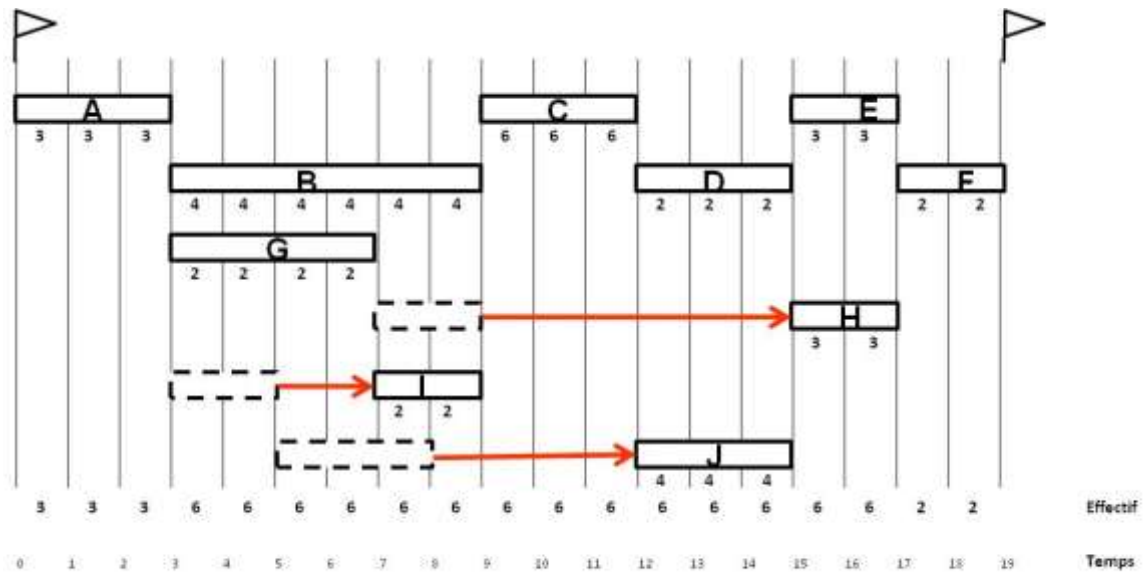
Lorsque le délai imposé au projet a un caractère fondamental, il faudra bien alors prévoir les ressources en quantité suffisante, sans toutefois les mettre en œuvre de façon anarchique et coûteuse

Le lissage a pour objet de trouver dans le délai imparti au projet un ordonnancement des tâches qui permette d'utiliser les ressources de la façon la plus régulière possible sans remettre en cause la logique du réseau

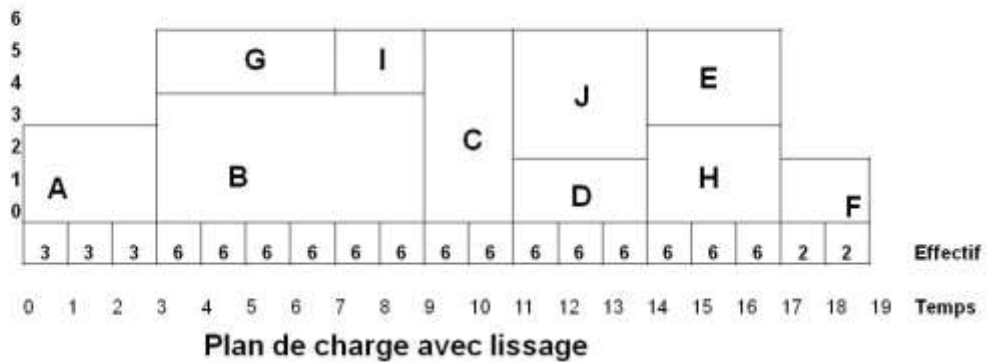
Le principe de réaménagement et de déplacement reste le même que pour le nivellement, mais ici aucune limite de disponibilité de ressources n'est prise en compte. c'est la courbe de charge la plus constante possible qui est recherchée, sans jamais déplacer les activités au delà de leur marge totale

Si on impose la date de fin à 19, la courbe la plus régulière est obtenue en déplaçant I, J et H en I', J' et H'





Nombre de ressources



Remarque: lorsque l'étude porte sur des ressources de nature différente, il est recommandé de lisser d'abord la plus coûteuse ou la plus rare et de poursuivre par une seconde de priorité moindre et ainsi de suite.



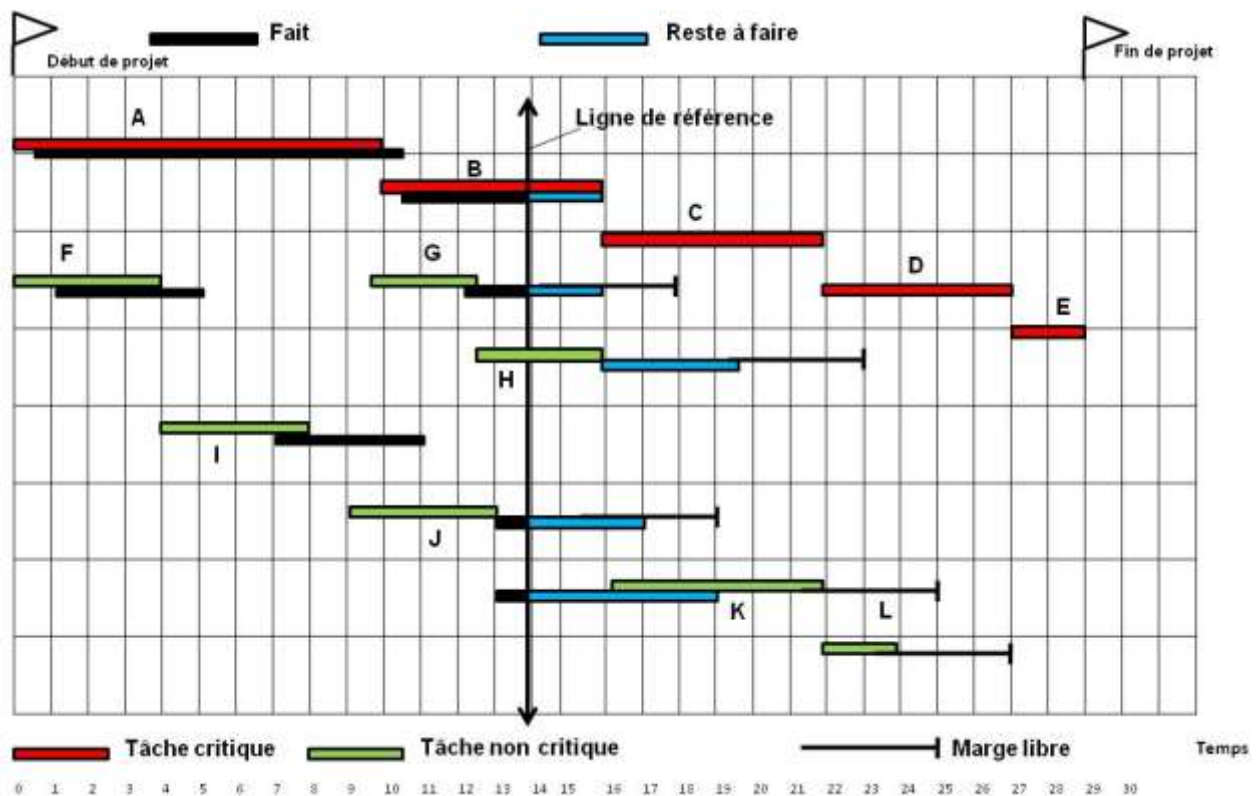
L'exploitation du planning

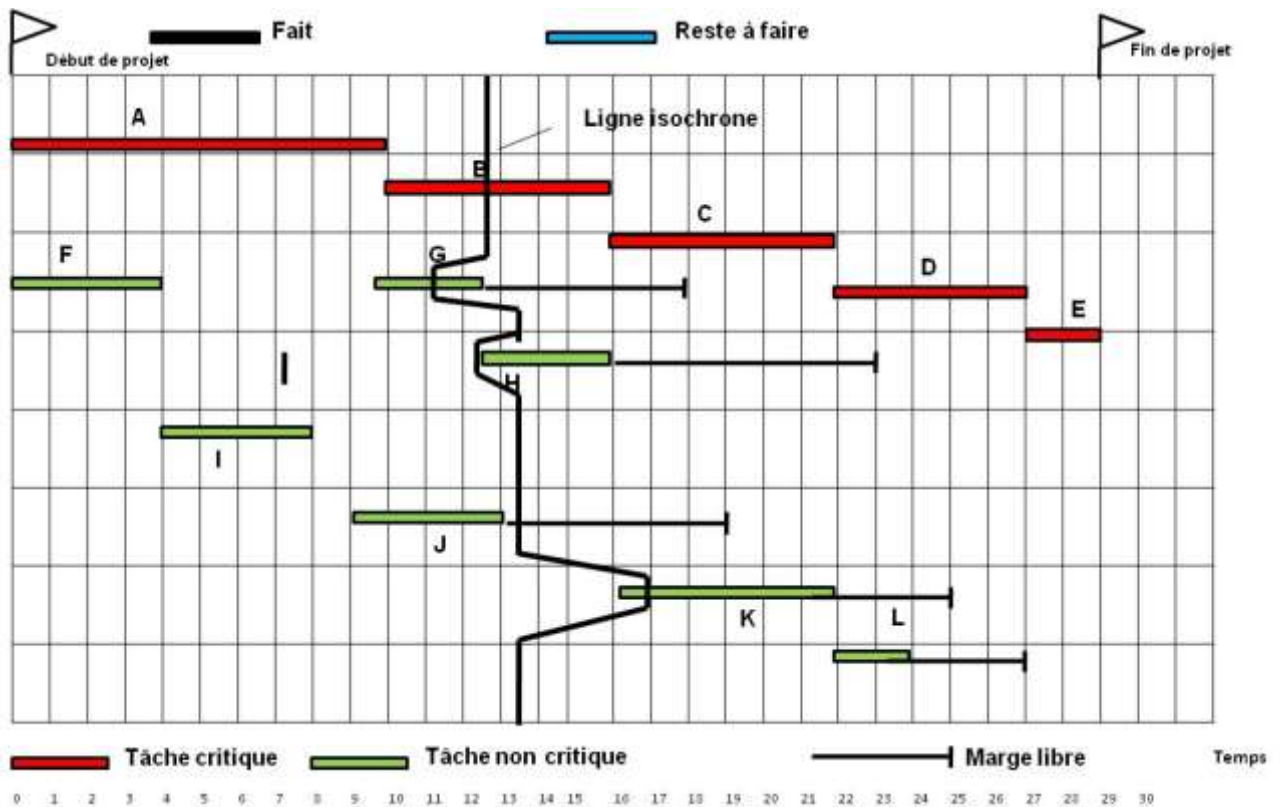
Un projet est soumis à des aléas et des risques. Dans la réalité, le projet ne se déroule jamais comme prévu

Dès sa mise en vigueur, la gestion du planning impose un ensemble permanent de collecte d'informations, d'évaluation de l'avancement du projet et de consignes correctives

L'exploitation correcte du planning exige la mise en place de procédure de suivi et de mise à jour. Et dans ce cadre, le fait d'avoir prévu des marges et d'avoir anticipé les problèmes va se montrer précieux

Bien que l'on puisse théoriquement opérer sur le réseau, c'est généralement sur le diagramme de Gantt que sont portées les informations recueillies. La visualisation de l'avancement pourra être établie selon le principe de la ligne de référence, ou la ligne isochrone, ou encore par un mixage des deux.





L'avancement physique d'une tâche, d'un lot de travaux, d'un sous ensemble du projet ou du projet global, est le rapport entre le travail effectivement réalisé et le travail total à effectuer.

$$A_{t_0} = \frac{\text{Travail réalisé}}{\text{Travail total}}$$

Pour une tâche ou un lot de travaux, le travail est exprimé de préférence par les unités d'œuvre physiques qui lui sont caractéristiques, telles que ml, m3, tonne, nombre de plans... Le temps écoulé et les ressources consommées ne sont pas représentatifs de l'avancement physique de l'ouvrage à réaliser. Cette notion est fondamentale en gestion de projet.

Selon la nature et la durée de la tâche, l'avancement à un instant t se mesure selon une des techniques suivantes:

1. Unités équivalentes
2. Jalons intermédiaires
3. Pondération d'items
4. Avancement par le reste à faire
5. Avancement calendaire
6. Avancement à titre d'expert
7. Technique 0/100
8. Technique 0/50/100 (dite aussi 50/50)



Courbes CBTP, CBTE, CRTE

Très utilisées en coûtéance, elles sont le plus souvent graduées en €. Elles peuvent l'être aussi en hommes-heures et en %.

Bien qu'elles puissent s'employer pour chaque tâche ou lot de travaux, en pratique elles sont établies surtout pour suivre les ensembles, par totalisation du coût de leur tâches.

L'avancement pourra être suivi à n'importe quel niveau de décomposition du projet, en effectuant des consolidations appropriées.

La courbe CBTP : Courbe Budgétée du Travail Prévu

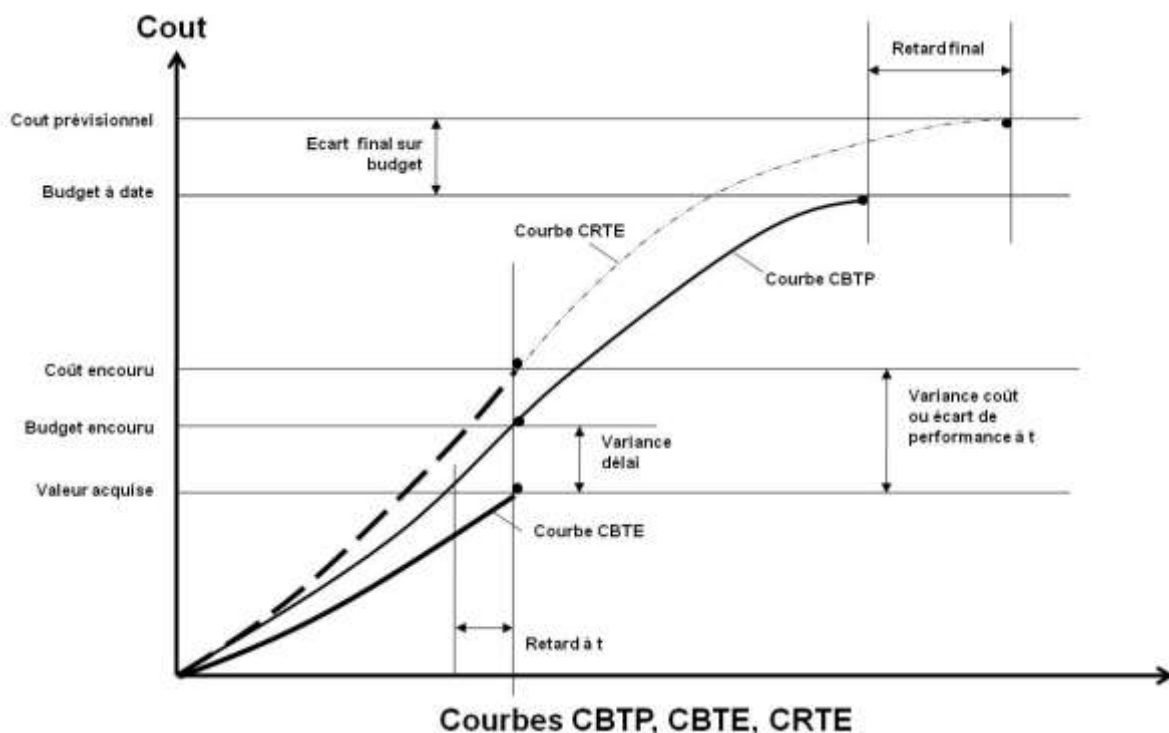
Elle est la courbe de référence officielle qui relate l'évolution prévue des coûts du budget cumulés depuis l'origine, en cohérence avec le planning de référence pour l'ensemble concerné

La courbe CBTE : Courbe Budgétée du Travail Effectué

Elle reflète l'évolution réelle du coût budgété pour les travaux déjà exécutés à la date t, c'est à dire l'évolution de la valeur acquise

La courbe CRTE : Courbe Réelle du Travail Effectué

Elle concerne les montants exacts qu'il a fallu dépenser pour faire le travail. On les appelle aussi "couts encourus". Lors de chaque mise à jour, la courbe CRTE est prolongée de la nouvelle prévision du reste à faire (reste à encourir) réévaluée en fonction des dernières informations de coûts et de quantité, pour aboutir au coût prévisionnel final. Cette courbe est cohérente avec le planning mis à jour à cette date.



La différence en ordonnée entre la courbe CBTE et la courbe CRTE reflète la perte (ou le gain) engendrée à la date par rapport à la prévision budgétaire pour les



travaux effectués. Cette variance-coût est aussi appelée écart de performance ou de productivité

La comparaison en ordonnée entre CBTP et CBTE à la date t , c'est à dire la différence entre le budget encouru et la valeur acquise, donne la variance-délai qui exprime le retard (ou l'avance) en valeur budgétaire.

