



Gestion de projet

GÉRARD CASANOVA - DENIS ABÉCASSIS

Table des matières

Introduction	5
I - Gestion de projet - partie 4 - Risques et chaînes critiques	7
A. Risques et chaînes critiques.....	7
1. Définition du risque.....	8
2. Identification et caractérisation des risques.....	8
3. Evaluation des risques (la quantification).....	9
B. Réduction et suivi des risques.....	12
1. Réduction des risques.....	12
2. Déterminer les risques à suivre (dès le lancement du projet).....	12
3. Capitaliser les expériences.....	13
C. Exercice rédactionnel.....	13
D. Les chaînes critiques (rechercher une utilisation optimale des ressources sur un ensemble de tâches ou de projets).....	15
1. Principaux problèmes rencontrés pour manager le projet.....	15
2. Mode opératoire habituel.....	16
3. Marges de sécurité par tâche et par projet.....	16
4. Incertitudes, estimations réalistes et réalité.....	18
5. Différents types de tampons.....	19
6. Principes de mise en œuvre des Chaînes Critiques (CC).....	19
7. Management des incertitudes par l'allocation de ressources multi-projets, multi-tâches ou par le découpage de tâches.....	20
8. Exercice rédactionnel.....	21
9. Corrigé de l'étude de cas.....	22
Solution des exercices rédactionnels	25

Introduction



Gestion de projet

- partie 4 -

Risques et chaînes critiques



Risques et chaînes critiques	7
Réduction et suivi des risques	12
Exercice rédactionnel	13
Les chaînes critiques (rechercher une utilisation optimale des ressources sur un ensemble de tâches ou de projets)	15

A. Risques et chaînes critiques

Tout projet, du fait même de son caractère unique, comporte une part de risques dont la nature peut être très variée, techniques, juridiques, réglementaires, sociaux, humains, et dont les conséquences ont généralement toujours une dimension financière et en terme de délais.

La gestion de projet ne peut donc se passer d'une approche en terme de risques.

On ne retiendra cependant que les risques particuliers liés au projet. Certains risques non fondés ou acceptables, ne seront pas pris en considération, de même que les risques majeurs peu probables (tels que tremblement de terre, révolution, cyclone, ...) extérieurs au projet, sauf si des informations précises laissent penser que ce risque a une probabilité significative de se réaliser.

En d'autres termes : tout projet comporte des événements imprévus. Il convient d'adopter une démarche structurée de management des risques dont l'objectif est de réduire l'impact d'événements négatifs et à l'inverse de profiter des opportunités qui se présentent (voir ISO 03).

1. Définition du risque



Définition

Le risque est un aléa, un événement indésirable dont l'apparition n'est pas certaine, ayant pour conséquence la possibilité que le projet n'aboutisse pas conformément aux objectifs de :

- Date d'achèvement
- Coûts
- Spécifications (techniques, qualité, performance, fiabilité...)
- Autres : Image de l'entreprise, environnement, juridique, social...

- Le risque peut mettre en danger le projet, les écarts aux prévisions le rendant peu acceptable ou totalement inacceptable.
- On distingue les risques exogènes (extérieurs à l'entreprise ; fournisseurs, évolution de la réglementation, politiques, sociaux, météorologie...) et les risques endogènes (internes à l'entreprise ; organisation du projet, mauvaises estimations, incapacité de certains services à répondre aux exigences du projet, choix de l'entreprise...)



Remarque

Il existe une apparente contradiction entre l'inconnu, l'incertitude, le risque d'une part, et la nécessité d'une méthode, d'une rigueur, d'un management du risque d'autre part.

Le management du risque conduit à l'examen critique de l'ensemble du projet dans un but de repérer et d'évaluer les événements susceptibles de perturber le déroulement du projet.

Les incertitudes peuvent provenir d'événements de nature variée. Les normes françaises distinguent les imprévus, les aléas, les risques et les problèmes (NFX50-117).

1. Imprévu : événement virtuel non identifiable
2. Aléa : événement virtuel identifiable mais non quantifiable
3. Risque : événement virtuel identifiable et quantifiable
4. Problème : événement virtuel déjà réalisé

Le management des risques s'attache aux risques identifiables et quantifiables.

Les imprévus ne doivent pas être sous-estimés car ils génèrent des coûts ou des retards par rapport aux estimations initiales. Ces imprévus feront généralement l'objet d'une évaluation grossière - par exemple par une majoration de 10 % du temps et des coûts du projet – et quelque-fois par la souscription d'une police d'assurance.

Ces éléments sont intégrés dans le coût du projet, par le chef de projet, dans le cadre de l'enveloppe des frais généraux du projet.

2. Identification et caractérisation des risques

Cette étape consiste à répertorier les risques potentiels ainsi que tous les événements générateurs de risques pour le projet, pouvant conduire au non respect des objectifs.

Ce recensement des risques est réalisé par l'équipe projet, dès le début du projet, en fonction des objectifs, des exigences et du contexte du projet : contraintes de

délais et de budget, environnement, organisation.... L'équipe projet s'appuie sur le suivi des risques dans les retours d'expériences des projets antérieurs de même nature.

Pour chaque risque, il faudra déterminer :

- ## 1. Les déclencheurs (événements, conditions, ...)

Exemple

A partir des expériences antérieures il est possible que savoir que la location de certains matériels peut être plus délicate à certaines saisons (pelleteuses au printemps, ...) ou que de fortes intempéries retarderont les travaux extérieurs, ce qui retardera la tâche et décalera les tâches suivantes.

- ## 2. La nature du risque :

Exemple

Climatique, technologique, juridique, ...

- ### 3. Origine du risque

Exemple

Délais de livraison, inexpérience des remplaçants, découverte d'un sol pollué ou de vestiges archéologiques, contexte réglementaire instable, ...

- #### 4. Conséquences du risque :

Exemple

Retards, coûts supplémentaires, modification des spécifications,

- ## 5. Définir des actions correctives (préventives et curatives)

Exemple

Anticiper les commandes, prévoir des pénalités de retard, diversifier les sources d'approvisionnement ; faire réaliser des sondages dans le sol ; s'informer sur l'agenda législatif français et européen,

3. Evaluation des risques (la quantification)

Évaluer ou quantifier un risque consiste, pour chaque risque, à mesurer :

La probabilité d'occurrence et estimer cette probabilité ou proposer une échelle

Sur un chantier extérieur, des retards sont possibles en raison d'intempéries. Il est possible d'estimer, plusieurs mois à l'avance, une probabilité à partir d'informations sur la région, la date prévue des travaux et les archives météorologiques. On pourra ainsi savoir que, dans le Limousin, il y a généralement quatre jours d'intempéries en mai, ce qui devra être pris en considération. On peut aussi savoir que la probabilité d'un jour supplémentaire d'intempéries est de 8 % et de deux jours de plus de 3 %.

Cette probabilité évoluera avec le temps (2 jours avant la date des travaux, les prévisions seront plus précises et permettront d'évaluer une probabilité plus précise et d'en prévoir les conséquences).

La probabilité d'occurrence varie donc avec la date d'estimation et devra être mise à jour. Dans certains cas la réalisation deviendra certaine (probabilité = 100%) alors que dans d'autres cas l'évènement ne se réalisera pas (probabilité = 0%)



Exemple : échelle de probabilités

- 1 : très peu probable
- 2 : rare, peu probable
- 3 : risque occasionnel, peut se réaliser
- 4 : risque fréquent, a de fortes probabilités de se réaliser

La gravité des conséquences et les estimer ou proposer une échelle

Dans le prolongement précédent, il sera possible d'estimer la gravité pour notre chantier, pour un jour de plus ou pour deux jours de plus.

Dans l'exemple précédent, le coût supplémentaire sera de 5 K€ pour un jour et de 20 K€ pour deux jours de retard.



Exemple : échelle de gravité

- 1 : conséquences mineures, insignifiantes
- 2 : conséquences sans gravité (courte durée, faible coût)
- 3 : conséquences majeures, significatives (en coûts, délais, ...), qui demanderont généralement l'accord du Maître d'oeuvre)
- 4 : conséquences importantes, catastrophiques, qui peuvent mettre en question l'ensemble du projet et nécessiteront de grandes interventions (l'accord du Maître d'oeuvre est indispensable).
- 5 : conséquences lourdes, qui dépassent le projet, qui peuvent mettre en danger des personnes ou mettent en danger l'entreprise.

La déterminabilité

Il s'agit de savoir s'il est possible de prévoir la réalisation du risque à l'avance, et dans quels délais.



Exemple

Toujours dans la situation précédente, la météorologie peut nous permettre de prévoir la réalisation du risque, plusieurs mois à l'avance.

Ainsi, sur le chantier d'un barrage, on pourra déterminer deux mois à l'avance un faible risque de pluie au mois de juin, mais la semaine précédente, la météo peut annoncer du mauvais temps, il sera alors possible de s'organiser en tenant compte de ces informations nouvelles (mettre les matériels sensibles à l'abri, décaler certaines tâches, faire appel à des prestataires,...)

Les informations connues modifient la déterminabilité d'un projet. Une information aléatoire de réalisation d'un risque peut devenir certaine quelques heures avant, dans le cas de la météorologie. Dans ce cas les conséquences seront limitées.

A l'inverse, une probabilité importante de non détection du risque, accroît la gravité des conséquences.



Exemple

Si on détecte un dysfonctionnement très tôt, il sera plus facile à corriger et ses conséquences seront moins graves que si on le détecte au moment de la livraison.

De même, si on détecte un début d'incendie, les conséquences seront moindres que si la détection est tardive.



Exemple : échelle de déterminabilité

1 : réalisation du risque totalement détectable très tôt, permet de prendre des dispositions à temps pour réduire ses conséquences.

2 : réalisation du risque détectable tôt, des corrections seront apportées mais certaines conséquences seront inévitables et entraîneront des coûts peu importants et/ou de faibles retards.

3 : réalisation du risque est faiblement détectable ou détectable au début de la tâche. Les conséquences importantes en terme de coût et/ou de délais qui peuvent mettre en question l'ensemble du projet.

4 : risque non détectable, devient un problème aux conséquences lourdes qui peuvent dépasser le projet et mettre en danger l'entreprise.



Remarque

Certains risques pourront être souscrits par des polices d'assurance, cependant le coût de ces polices ou leurs modalités peuvent être dissuasives.

Cotation de la criticité du risque

La criticité d'un risque sera mesurée selon la méthode AMDEC utilisée en gestion de la qualité.



Définition : AMDEC

Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (méthode d'analyse **AMDEC appliquée aux risques**) est une technique d'analyse exhaustive et rigoureuse. Il s'agit d'un travail en groupe, très efficace par la mise en commun de l'expérience et de la compétence de chaque participant du groupe de travail.



Définition : Criticité

La criticité est calculée par le produit de trois facteurs :

probabilité d'apparition

gravité

probabilité de non détection

$C = (\text{probabilité d'apparition}) \times (\text{gravité}) \times (\text{probabilité de non détection})$

L'AMDEC est très utilisée dans le secteur de l'automobile, de l'aéronautique, du ferroviaire et du matériel médical, tout au long du processus de conception.

Il existe de nombreux logiciels d'analyse des défaillances et de gestion des risques. Certains sont couplés à d'autres logiciels de gestion de projet.



Exemple : Cotation de la criticité

Criticité = probabilité x coût x probabilité de non détection

1 à 4 : criticité très faible : le projet ne devrait pas subir de conséquences significatives de la réalisation du risque : exemple $2 \times 1 \times 2$ (peu probable, conséquences mineures, détectable tôt). Criticité de niveau 1

5 à 8 : criticité faible : risque maîtrisable ayant de faibles conséquences, sans danger pour le projet : exemple $2 \times 2 \times 2$ (peu probable, conséquences légères, détectable tôt). Criticité de niveau 2

9 à 12 : criticité moyenne : aura des conséquences sur les objectifs du projet : exemple : $2 \times 3 \times 2$ (peu probable, conséquences majeures, détectable tôt). Criticité de niveau 3

13 à 16 : criticité forte : aura des conséquences majeures sur le projet : exemple : $2 \times 4 \times 2$ (peu probable, conséquences catastrophiques, détectable tôt). Criticité de niveau 4

17 et plus : criticité très forte : ce niveau de prise de risque relève du Maître d'oeuvre qui peut décider d'interrompre le projet, de le délocaliser ou de le faire couvrir par une assurance. Exemple : $3 \times 3 \times 3$ (risque occasionnel, conséquences majeures, faiblement détectable). Criticité de niveau 5

B. Réduction et suivi des risques

1. Réduction des risques

Il s'agit de mettre en œuvre des dispositions appropriées visant à rendre les risques acceptables pour le projet.



Exemple : Ces dispositions peuvent être de différents types

1. Suppression des causes. Exemple : la mise au point d'un nouveau moteur a une criticité élevée, on décide d'utiliser un moteur existant.
2. Révision du projet. Un risque trop important peut conduire à modifier le projet. Exemple : abandon d'un projet de moteur à énergie nucléaire pour une voiture, compte tenu des incertitudes et de l'ensemble des risques non maîtrisés, au profit d'une autre énergie.
3. Partage ou transfert de responsabilités. La livraison de certains composants a subi d'importants retards lors de projets précédents, on trouve un deuxième fournisseur et on impose des pénalités de retard dissuasives. La qualité des livrables peut se révéler insuffisante, on fait procéder, en cours de fabrication, à des contrôles qualité par un organisme extérieur.
4. Limitation des conséquences. Exemples : risques de retard de livraisons, constitution d'un stock tampon coûteux ; risque de panne informatique, installation d'un ordinateur de secours ; risques de pannes mécaniques sur le parc de machines, embauche d'un technicien pendant la durée du projet...
5. Acceptation du risque tout en le surveillant. Exemples : mise en place de détecteurs d'incendie et déclenchement automatique de jets d'eau ; détecteurs de température sur certaines machines ; jalonnement très serré pour la réalisation d'un nouveau moteur, pour évaluer au plus vite les dérives de coût et de délais...
6. ...

Toutes les actions préventives sont coûteuses et doivent faire l'objet d'arbitrages.

Le choix des actions préventives à engager est le résultat d'un calcul économique comparant les coûts de leur mise en œuvre de l'action avec les coûts des conséquences du risque, en tenant compte de leur probabilité d'apparition. Il s'agira d'engager des dépenses à bon escient tout en évitant de sur-investir.

2. Déterminer les risques à suivre (dès le lancement du projet)

On traitera en priorité les causes des modes de défaillance présentant les plus fortes criticités (3, 4 ou 5)

La détermination des risques à suivre commence dès le lancement du projet, par l'établissement de la table des risques et se répétera à intervalles réguliers (tous les mois ou toutes les semaines) tout au long de la réalisation du projet.

1. Recenser les points critiques à suivre (lieux et/ou moments où la probabilité et/ou la gravité sont mesurables et/ou peuvent évoluer).
2. Mettre en place des alertes (prévoir de relancer le fournisseur trois jours avant la livraison prévue, détecter le dépassement d'une certaine température sur certaines machines).
3. Suivre les alertes et mettre en place des parades (envoyer une lettre recommandée au fournisseur, si annonces de retards, prévoir l'arrêt de certaines machines pendant plusieurs heures).
4. Evaluer la pertinence et l'efficacité des parades (effet de la lettre sur le fournisseur -heures supplémentaires, niveau de baisse de la température de la machine après une heure d'interruption).
5. Décider de déclencher les parades en cas de besoin.
6. Suivre la probabilité d'apparition de chaque risque (stable, à la hausse, à la baisse).
7. Suivre l'évolution de la criticité du risque en cours de projet (stable, à la hausse, à la baisse).



1. Repérer l'émergence de nouveaux risques
2. Capitaliser les retours d'expérience
3. Réviser la table des risques
4. Evaluer les risques résiduels
5. Si nécessaire, mettre en place un observatoire des risques

La capitalisation de l'ensemble des expériences, des incidents et des solutions trouvées sera riche d'enseignements pour des phases professionnelles ultérieures.

La législation est susceptible d'évoluer et le calendrier des travaux est imposé.

Après avoir analysé l'ensemble des risques (voir tableaux ci-dessous), le chef de projet vous demande de prévoir des actions de réduction des risques.

N°	Risques & Facteur de risques	Probabilité	Gravité	Déterminabilité	Criticité	Impacts	Nature du risque	Action de réduction des risques
1	CONTEXTE							
	Facteur de risque : Incertitude sur la réglementation Risque : Ouvrage réalisé non conforme dans un avenir proche	2	2	1	1	Risque coûts supplémentaires.	Coût	
	Facteur de risque : Le début des travaux est conditionné par une tâche qui est du ressort d'un autre projet Risque : Retard du projet	3	3	1	2	Un projet prioritaire en cours de réalisation a pris du retard Si le retard dépasse un mois, les projets risquent de se chevaucher	Coût	
	Facteur de risque : Le début des travaux est conditionné par une livraison Risque : Retard du projet	3	3	2	3	Pressions et pénalités de retard fortes sur le fournisseur	Délai	
	Facteur de risque : L'expérience montre que les sondages du sous-sol sont insuffisants pour garantir la qualité du sous-sol Risque : Découverte d'un sol pollué	2	4	1	2	Allongement de la durée des travaux	Délai	
	Facteur de risque : Les plans du sous-sol sont incomplets Risque : Découverte d'une canalisation de gaz ou d'un fourreau électrique en service.	1	3	1	1	Allongement de la durée des travaux.	Délai	
	Facteur de risque : zone inondable en cas de forte averse Risque : Subir une inondation durant les travaux	2	4	1	2	Retard des travaux et commande de matériels inutilisables Coût supplémentaire	Délai Coût	

Tableau 1 Tableau

N°	Risques & Facteur de risques	Probabilité	Gravité	Déterminabilité	Criticité	Impacts	Nature du risque	Action de réduction des risques
2	ENGAGEMENT OU RISQUES CONTRACTUELS							
	Facteur de risque : La nouvelle organisation des achats avec la logistique n'est pas encore opérationnelle Risque : Retard dans le traitement des réservations et/ou des commandes	2	3	2	3	Retards dans les commandes sur le chemin critique	Délai	
	Facteur de risque : Lancement d'un appel d'offre pendant la période des grandes vacances Risque : appel d'offre infructueux	2	3	2	3	Retards dans les commandes sur le chemin critique Retard de lancement des travaux	Délai	

Tableau 2 Tableau

N°	Risques & Facteur de risques	Probabilité	Gravité	Déterminabilité	Criticité	Impacts	Nature du risque	Action de réduction des risques
3	PRODUIT ET TECHNOLOGIE							
	Facteur de risque : Incertitude sur le standard sur une fourniture du projet Risque : Devoir modifier la spécificité d'une commande qui est déjà partie.	2	2	2	2	Faire un alignement sur l'offre technique, retarder la consultation achat	Délai	

Tableau 3 Tableau

N°	Risques & Facteur de risques	Probabilité	Gravité	Déterminabilité	Criticité	Impacts	Nature du risque	Action de réduction des risques
4	RESSOURCE							
	Facteur de risque : Accès hors heures ouvrées, durée effective de travail des entreprises limitée à 6h/jour (en zone en exploitation) Risque : Non accès des entreprises	3	3	3	4	Allongement des travaux Coût de gardiennage supplémentaire	Délai Coût	
	Facteur de risque : Maladie ou indisponibilité du responsable d'une tâche Risque : Pas de contrôle des travaux, ni de pilotage projet	3	3	2	4	Qualité prestation ?	Coût, Qualité	

Tableau 4 Tableau

N°	Risques & Facteur de risques	Probabilité	Gravité	Déterminabilité	Criticité	Impacts	Nature du risque	Action de réduction des risques
5	CHANGEMENT							
	Facteur de risque : Indécision de l'exploitant Risque : modification du projet	3	3	2	4		Délai	

Tableau 5 Tableau

N°	Risques & Facteur de risques	Probabilité	Gravité	Déterminabilité	Criticité	Impacts	Nature du risque	Action de réduction des risques
6	ORGANISATION ET PILOTAGE DE L'OPERATION							
	Facteur de risque : L'organisation comporte deux particularités : la sous-traitance d'études de détail et l'éloignement géographique du chef de projet Risque : Equipes travaillant sur des documents différents	2	3	3	4	Reprise des études et décalage des réquisitions	Délai	
	Facteur de risque : changement de poste d'un acteur du projet Risque : inexpérience du remplaçant	2	3	1	2		Qualité	

Tableau 6 Tableau

D. Les chaînes critiques (rechercher une utilisation optimale des ressources sur un ensemble de tâches ou de projets)

Depuis plusieurs années des techniques nouvelles sont expérimentées dans le but de mieux utiliser les ressources et de réduire la durée et le coût d'un projet.

Les chaînes critiques font partie de ces techniques, elles tiennent compte des incertitudes dans le projet et s'appuient principalement sur la recherche d'une utilisation optimale des ressources sur un ensemble de tâches ou de projets, en segmentant les tâches lorsque c'est nécessaire.

Il s'agit d'appliquer la théorie des contraintes à la gestion de projets, en commençant par le recensement des principales difficultés.

1. Principaux problèmes rencontrés pour manager le projet

Un projet, en raison de ses caractéristiques d'unicité, d'incertitudes..., ne se déroule jamais de façon idéale.

Le chef de projet se heurte donc en permanence à des difficultés qu'il est utile de recenser.



Attention

1. La fin du projet ne se produit jamais à la date prévue à l'origine.
2. Les arbitrages entre différents projets sont source de conflits internes à l'entreprise.
3. Les spécificités du projet sont fréquemment modifiées, ce qui entraîne des corrections du projet initial et modifie les calendriers et les coûts.
4. Le budget initial est généralement dépassé.
5. Un grand nombre de tâches doivent être reprises.
6. L'efficacité du projet est limitée par au moins une contrainte (un goulot d'étranglement).

2. Mode opératoire habituel

Le chef de projet doit respecter ses engagements d'ensemble auprès du maître d'ouvrage, c'est-à-dire faire en sorte de respecter le calendrier et le budget fixés. Pour cela :



Conseil

1. Il prend une marge sur le planning (si les calculs indiquent que le projet doit durer 30 jours, il annoncera 33 jours de manière à disposer d'un délai pour gérer les imprévus et les aléas).
2. Il cherche à obtenir que chaque responsable de tâche respecte les dates de son planning pour que les tâches suivantes puissent commencer à la date prévue.
3. Le suivi du projet se concentre sur le travail réalisé, sur le budget engagé, et sur le reste à réaliser ou à dépenser et rarement sur l'utilisation optimale des ressources.
4. Pour éviter les problèmes ultérieurs, chaque responsable de tâche se protège en gardant une marge de sécurité, en majorant la durée, et le coût de manière à couvrir les imprévus qui pourraient survenir lors du déroulement de sa tâche.
5. Pour réduire les incertitudes on complique le planning et on ajoute des contraintes qui rigidifient l'ensemble et accroissent les problèmes en cas d'imprévu



Remarque

Les tâches terminent rarement en avance ou moins cher que prévu. Quel que soit le temps dont on dispose, on attend le dernier moment pour s'y mettre... « **Une tâche nécessite toujours tout le temps dont on dispose pour l'effectuer** », cette loi a été énoncée en 1958 par le professeur C. Northcote Parkinson.

En effet, si une tâche dure en moyenne 8 jours, le responsable de la tâche annoncera 10 jours de manière à couvrir 80% des cas. Cette situation devrait aboutir à terminer avant la date annoncée dans 80% des cas, or c'est exceptionnel. Le responsable de la tâche utilisera le temps disponible pour avancer d'autres tâches ou d'autres projets.

De même, si le coût annoncé a été calculé de manière à couvrir certains impondérables, même si le projet se déroule au mieux, il restera peu de reliquats, « **Une tâche nécessite toujours tout le budget dont on dispose pour l'effectuer** », cette loi est énoncée ici.

3. Marges de sécurité par tâche et par projet

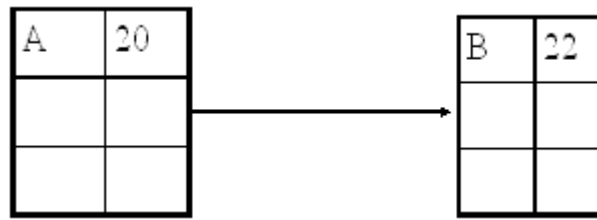
En prenant une marge de sécurité pour chaque tâche, on majore l'ensemble des données initiales du projet, ainsi que la réalisation finale.



Exemple

Distribution de probabilité de la durée de deux tâches (A en rouge et B en bleu), si on prend une sécurité de 80 % on majore la durée totale beaucoup plus qu'avec une sécurité de 65 % et beaucoup plus qu'avec les durées moyennes.

Ainsi, si les tâches A et B se suivent dans un projet, la durée moyenne de A étant 20 jours et la durée moyenne de B étant 22 jours, le chemin A B devrait durer en moyenne 42 jours.



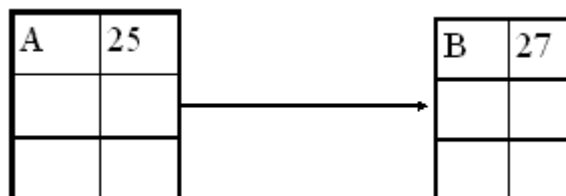
Durées moyennes

Si les responsables des tâches prennent une sécurité de 65 %, ils majorent les durées, qui deviennent (voir graphique plus loin), soit une durée du chemin de 46 jours.

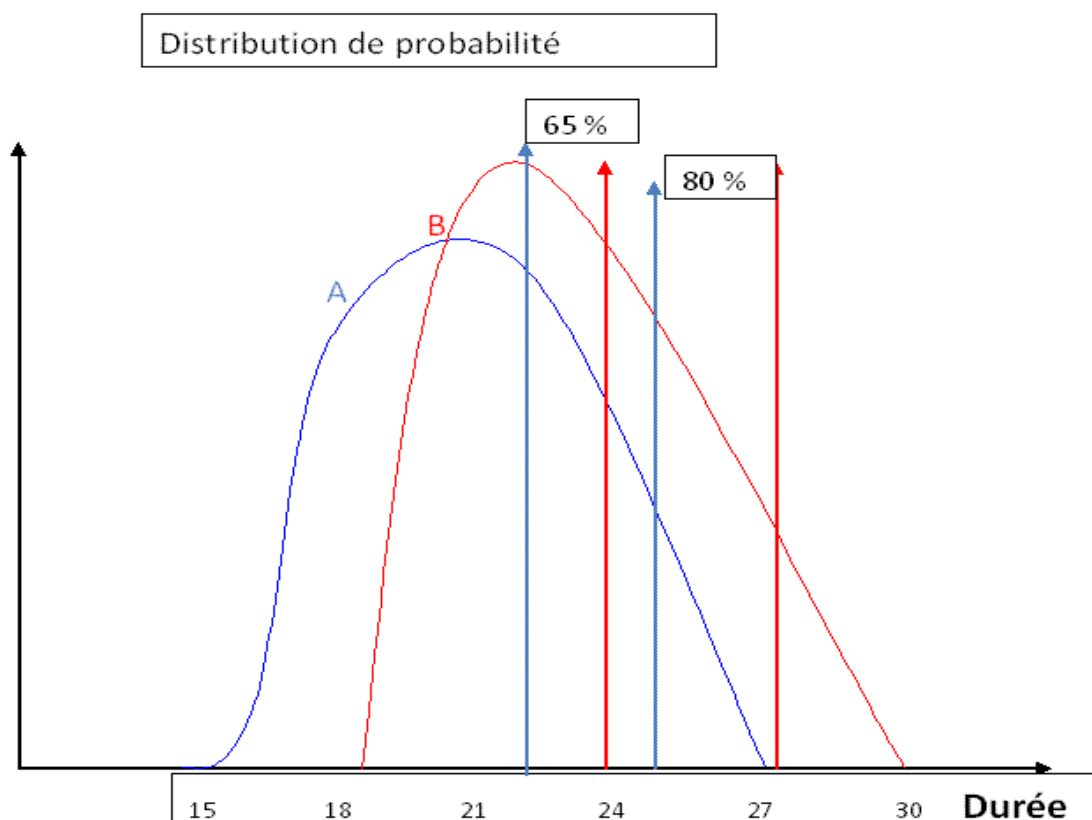


Durées à 65%

Enfin, avec une sécurité de 80 %, la durée du chemin devient 52 jours.



Durées à 80%



Tâche	Durée	Ressource 1 Peintres	Ressource 2 Techniciens
A1	22	5	4
A2	25	6	9
B1	31	4	8
B2	21	3	4
C1	20	8	6

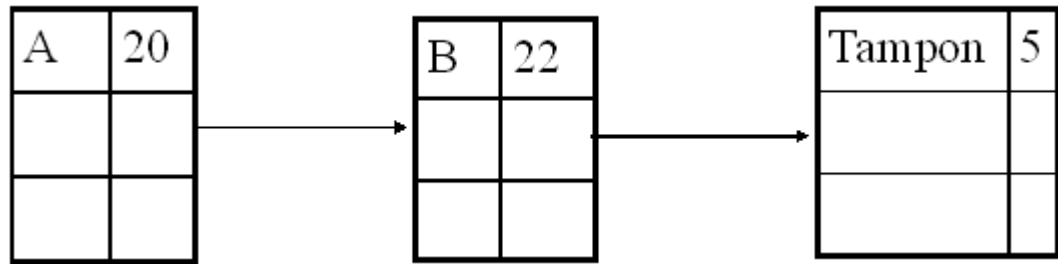
Graphique

4. Incertitudes, estimations réalistes et réalité

Même si une grande incertitude subsiste dans l'estimation de la durée de chaque tâche, il n'y a aucune raison pour que toutes les tâches rencontrent des difficultés et se déroulent dans un calendrier allongé, comme il n'y a aucune raison pour que toutes les tâches se déroulent dans les meilleures conditions.

Il existe donc des marges de sécurité masquées.

Le premier principe adopté par la méthode des chaînes critiques consiste à créer des tampons, qui absorberont l'ensemble des aléas du chemin.



Schéma

La durée du chemin sera au maximum de 47, en prenant l'hypothèse que A ou B peuvent connaître des aléas correspondant à 80 % des cas, mais pas les deux en même temps, ce qui est vraisemblable.

La méthode consistera donc, en partant d'estimations de durée réalistes (correspondant à la durée moyenne de chaque tâche) à regrouper les incertitudes dans un tampon en fin de chemins.

Les estimations de durée de chaque chemin prendront donc en considération les aléas pour l'ensemble du chemin.

Enfin en cours de réalisation du projet le tampon évoluera en absorbant les aléas.

Ainsi, si A a une durée réelle de 24, le tampon sera réduit de 4 unités, et il restera un tampon de 1 pour B.

5. Différents types de tampons

On distingue trois types de tampons

1. le tampon pour le projet dont le but est de protéger la chaîne critique pour l'ensemble des activités du projet.
2. les tampons pour les chemins secondaires du projet qui permettent de s'assurer qu'un chemin qui n'était pas critique ne devienne critique.
3. Des tampons pour les ressources qui permettent de libérer les ressources identifiées comme étant des ressources critiques qu'ils devront travailler sur une activité de la chaîne critique.

6. Principes de mise en œuvre des Chaînes Critiques (CC)

1. La CC intègre les dépendances des ressources et ne change pas pendant le projet. Elle constitue des chaînes d'activités.
2. La CC utilise les probabilités de réalisation à 50 % et agrège l'incertitude dans des marges temporelles placées en fin des chaînes d'activités (les tampons)
3. Les marges temporelles sont utilisées comme outil de contrôle de la programmation du projet.
4. Le comportement des équipes est modifié par l'encouragement de l'achèvement avancé et l'élimination du mauvais multi-tâches.
5. Planifier le projet à partir de la date de fin cible. Lors de la planification du projet, la date de livraison cible sera utilisée pour planifier votre projet à rebours.

Le suivi du projet s'effectue alors exactement comme pour la méthode classique du chemin critique, en considérant que la date de fin de projet est fixe tant que le tampon de projet n'aura pas été complètement absorbé.

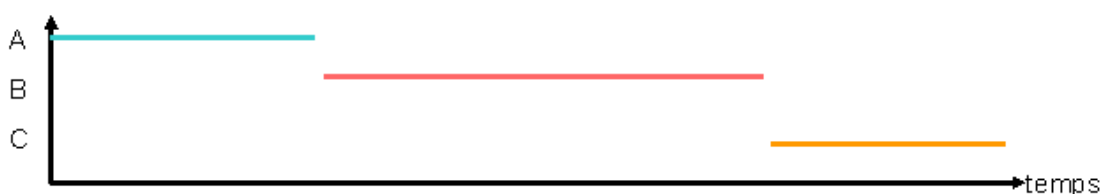
La gestion des tampons constitue un élément essentiel du suivi du projet selon la

chaîne critique. Chaque tampon pourra être divisé en trois zones. La première est la zone verte, la seconde la zone jaune, et la troisième la zone rouge. Si les retards se limitent à la zone verte, le projet n'est pas menacé. S'il atteint la zone jaune, il faut évaluer le problème et réfléchir à une action éventuelle sur cette chaîne. S'il atteint la zone rouge, il faut agir immédiatement car tout nouveau problème peut entraîner un retard du projet. On cherchera des moyens d'achever plus tôt les tâches de la chaîne non terminées, ou des façons d'accélérer des tâches futures de la chaîne pour sortir de la zone rouge.

7. Management des incertitudes par l'allocation de ressources multi-projets, multi-tâches ou par le découpage de tâches.

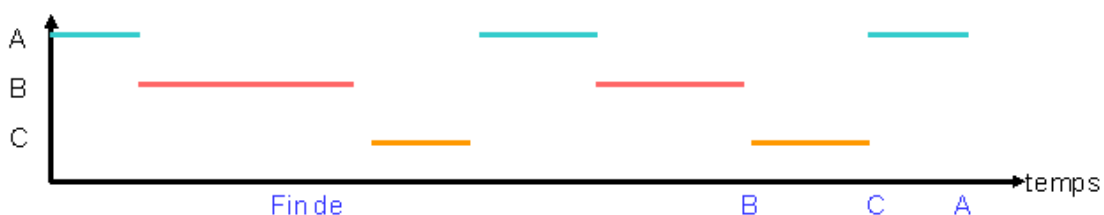
Un autre aspect à prendre en compte, en relation avec l'analyse des chaînes critiques, est l'impact de la pratique du multi-tâches. En fait, lorsque l'on effectue une planification, il est souvent possible de scinder les activités, ce qui rend possible une meilleure utilisation des ressources.

Il s'agit d'attribuer les ressources selon certaines priorités, sur les activités critiques, avec pénétration dans le tampon du projet ou dans le tampon de la chaîne critique,



Schéma

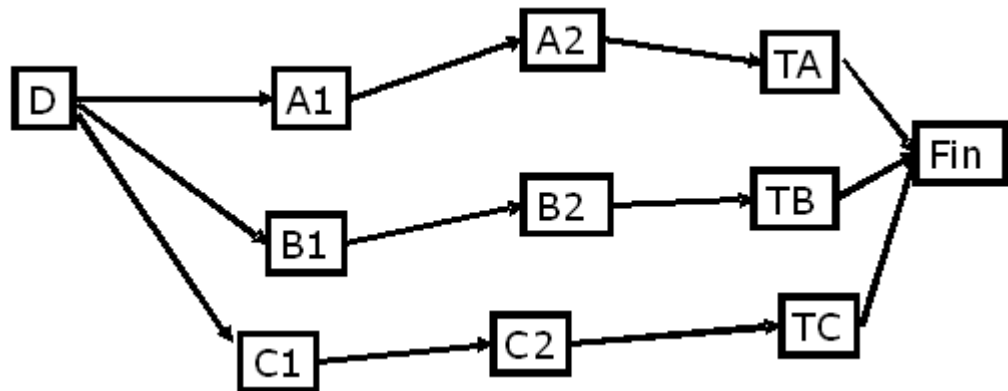
Ainsi, si A dispose d'une grande marge, que l'on souhaite maintenir le calendrier initial de B et que l'on souhaite terminer C plus tôt, on pourra procéder de la manière suivante :



Schéma

8. Exercice rédactionnel

Soit un projet simple représenté par le graphe suivant.



Schéma

Dans ce projet, D représente le début et Fin, la fin.

A1, A2, B1, B2, C1 et C2 représentent les tâches.

TA, TB et TC représentent les tampons des chemins A, B et C respectivement.

Les durées et les ressources sont données par le tableau suivant :

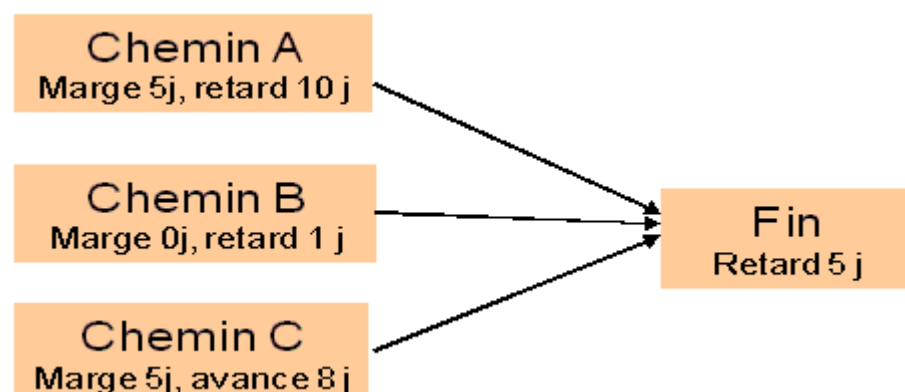
Tâche	Durée Moyenne	Ressource 1 Peintres	Ressource 2 Techniciens
A1	22	5	4
A2	25	6	8
B1	31	4	8
B2	21	3	4
C1	20	5	6
C2	27	8	8

Tableau 7 Tableau

La durée du projet est de 52 jours, le chemin critique est le chemin B.

Les chemins A et C ont chacun une marge de 5 jours.

A l'issue du projet on constate que le projet s'est terminé avec 5 jours de retard, en raison d'un retard de 10 jours sur le chemin A qui est devenu critique



Schéma

Question

1. Proposez une solution pour respecter la durée initiale du projet, en tenant compte de la possibilité de déplacer les ressources d'une tâche à l'autre et de la possibilité de scinder les tâches.

On supposera que les avances et les retards sur un chemin se répartissent à part égale entre les tâches et que la durée d'une tâche est inversement proportionnelle au total des effectifs impliqués.

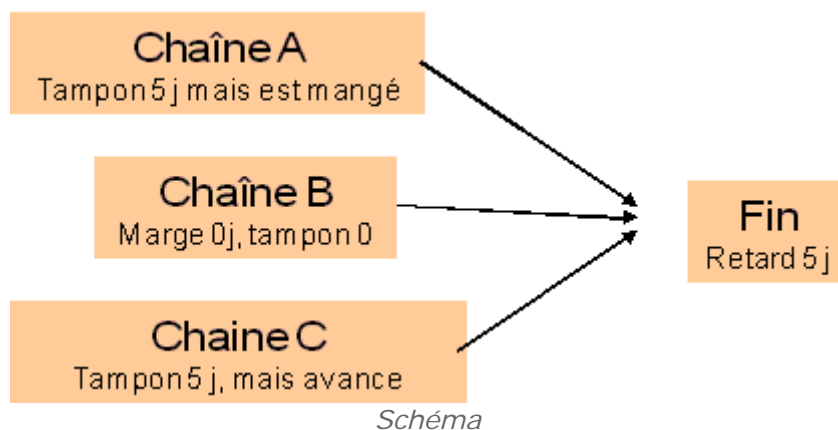
On choisira une durée des tampons de chaque chemin égale à la marge du chemin.

2. Est-il possible de réduire la durée du projet par une utilisation judicieuse du multi-tâches

9. Corrigé de l'étude de cas

1. Respect de la durée initiale

- Si on avait utilisé les ressources du chemin C sur le chemin A et B, en priorité, on aurait réduit le retard.
- Lorsque l'on constate que le chemin C est en avance, on déplace les ressources sur le chemin qui est en train de réduire son tampon.



Tâche	Durée réelle	Ressource 1 Peintres	Ressource 2 Techniciens
A1	22 + 5	5	4
A2	25 + 5	6	4
B1	31 + 1	4	8
B2	21	2	4
C1	20 – 04	5	6
C2	27 – 04	8	8

Tableau 8 Tableau

On constate que le tampon du chemin A est entièrement consommé à la fin de la tâche A1, soit le 27ème jour.

Une solution consistera à interrompre la tâche C2 (qui commence le 17ème jour) après le 32ème jour (soit après 15 jours de tâche C2) pour reporter les ressources sur les tâches A2 et B2.

On doublera les ressources de la Tâche A2 pendant 10 jours, ce qui fera gagner 5 jours, et celles de la tâche B2 pendant 2 jours, pour gagner 1 jour.

La tâche C2 qui dure désormais 23 jours, disposera donc de toutes ses ressources pendant 15 jours, d'aucune ressource pendant 2 jours et de 6/16 de ses effectifs

pendant 10 jours (il lui manque 10/16 attribués à A2).

La tâche C2 aura donc pris (2 jours + 10/16) de retard pendant les 12 jours suivants, soit 8 jours $\frac{1}{4}$ de retard, comme cette tâche est en avance, son tampon reste égal à 4,75 jours.

2. Gagner du temps

On pourra utiliser le tampon restant de la chaîne C pour avancer les tâches A et B.

La tâche C2 utilisant autant de ressources que les tâches A2 et B2 réunies, un jour de tampon C utilisé fait gagner 1 jour sur la chaîne A et sur la chaîne B.

On peut donc gagner plus de deux jours sur le projet. (4,75/2).

Solution des exercices rédactionnels

> Solution n° 1 (exercice p. 13)

N°	Risques & Facteur de risques	Probabilité	Gravité	Déterminabilité	Criticité	Impacts	Nature du risque	Action de réduction des risques
1	CONTEXTE							
	Facteur de risque : Incertitude sur la réglementation Risque : Ouvrage réalisé non conforme dans un avenir proche	2	2	1	1	Risque coûts supplémentaires.	Coût	Suivi de la réglementation en vigueur (alerte) et des éventuelles évolution (veille) Anticiper la réglementation en réalisant des ouvrages aux normes sécuritaires les plus avancées.
	Facteur de risque : Le début des travaux est conditionné par une tâche qui est du ressort d'un autre projet Risque : Retard du projet	3	3	1	2	Un projet prioritaire en cours de réalisation a pris du retard Si le retard dépasse un mois, les projets risquent de se chevaucher	Coût	S'assurer que le retard du projet prioritaire n'excède pas un mois.
	Facteur de risque : Le début des travaux est conditionné par une livraison Risque : Retard du projet	3	3	2	3	Pressions et pénalités de retard fortes sur le fournisseur	Délai	Vérifier que le matériel a été livré trois jours avant le commencement des travaux.
	Facteur de risque : L'expérience montre que les sondages du sous-sol sont insuffisants pour garantir la qualité du sous-sol Risque : Découverte d'un sol pollué	2	4	1	2	Allongement de la durée des travaux	Délai	Sondages du sous sol commandés
	Facteur de risque : Les plans du sous-sol sont incomplets Risque : Découverte d'une canalisation de gaz ou d'un fourreau électrique en service.	1	3	1	1	Allongement de la durée des travaux.	Délai	Demande des plans du sous-sol à la mairie
	Facteur de risque : zone inondable en cas de forte averse Risque : Subir une inondation durant les travaux	2	4	1	2	Retard des travaux et commande de matériels inutilisables Coût supplémentaire	Délai Coût	Prévoir le matériel nécessaire pour vider les fosses, le faire prendre en charge par l'entreprise qui réalise les travaux (l'intégrer dans le cahier des charges)

Tableau 9 Tableau

N°	Risques & Facteur de risques	Probabilité	Gravité	Déterminabilité	Criticité	Impacts	Nature du risque	Action de réduction des risques
2	ENGAGEMENT OU RISQUES CONTRACTUELS							
	Facteur de risque : La nouvelle organisation des achats avec la logistique n'est pas encore opérationnelle Risque : Retard dans le traitement des réservations et/ou des commandes	2	3	2	3	Retards dans les commandes sur le chemin critique	Délai	Anticiper les commandes de quelques jours. Vérifier les livraisons
	Facteur de risque : Lancement d'un appel d'offre pendant la période des grandes vacances Risque : appel d'offre infructueux	2	3	2	3	Retards dans les commandes sur le chemin critique Retard de lancement des travaux	Délai	Prévoir une marge de délai plus importante pour l'appel d'offre, car notre projet commence en juillet.

Tableau 10 Tableau

N°	Risques & Facteur de risques	Probabilité	Gravité	Déterminabilité	Criticité	Impacts	Nature du risque	Action de réduction des risques
3	PRODUIT ET TECHNOLOGIE							
	Facteur de risque : Incertitude sur le standard sur une fourniture du projet Risque : Devoir modifier la spécificité d'une commande qui est déjà partie.	2	2	2	2	Faire un alignement sur l'offre technique, retarder la consultation achat	Délai	Prévoir une marge pour ce type de problème Contacter un spécialiste et sous-traiter la ou les nomenclatures

Tableau 11 Tableau

N°	Risques & Facteur de risques	Probabilité	Gravité	Déterminabilité	Criticité	Impacts	Nature du risque	Action de réduction des risques
4	RESSOURCE							
	Facteur de risque : Accès hors heures ouvrées, durée effective de travail des entreprises limitée à 6h/jour (en zone en exploitation) Risque : Non accès des entreprises	3	3	3	4	Allongement des travaux Coût de gardiennage supplémentaire	Délai Coût	Prévoir dans le CPP, la prise en charge du gardiennage par la société prestataire
	Facteur de risque : Maladie ou indisponibilité du responsable d'une tâche Risque : Pas de contrôle des travaux, ni de pilotage projet	3	3	2	4	Qualité prestation ?	Coût, Qualité	Prévoir un remplaçant potentiel pour les postes clé

Tableau 12 Tableau

N°	Risques & Facteur de risques	Probabilité	Gravité	Déterminabilité	Criticité	Impacts	Nature du risque	Action de réduction des risques
5	CHANGEMENT							
	Facteur de risque : Indécision de l'exploitant Risque : modification du projet	3	3	2	4		Délai	Faire valider chacune des étapes de réalisation par l'exploitant

Tableau 13 Tableau

N°	Risques & Facteur de risques	Probabilité	Gravité	Déterminabilité	Criticité	Impacts	Nature du risque	Action de réduction des risques
6	ORGANISATION ET PILOTAGE DE L'OPERATION							
	Facteur de risque : L'organisation comporte deux particularités : la sous-traitance d'études de détail et l'éloignement géographique du chef de projet Risque : Equipes travaillant sur des documents différents	2	3	3	4	Reprise des études et décalage des réquisitions	Délai	Définir des règles de communication entre le CDP et la sous traitance
	Facteur de risque : changement de poste d'un acteur du projet Risque : inexpérience du remplaçant	2	3	1	2		Qualité	Prévoir une période suffisante de recouvrement du poste ou déléguer les tâches au remplaçant prévu initialement

Tableau 14 Tableau