

Systems Engineering

Abdellatif MEGNOUNIF

Chap. 10

Management du programme et Contrôle

Introduction

- ❖ Étant donné une structure **organisationnelle**, le challenge serait son **implémentation**.
- ❖ Pour un accomplissement des objectifs d'un système avec succès, il faut 02 étapes dans le procès managérial:
 1. Planning et organisation pour engineering des systèmes (chapitre 9)
 2. Activités d'implémentation et de control qui en découlent.
- ❖ L'étape initiale dans l'implémentation d'un programme est de définir les objectifs et buts des organisations responsables et de décrire les méthodes proposées pour atteindre ces objectifs.

Introduction (suite)

- ❖ Cette information est alors utilisée comme base pour établir les tâches de control et de direction (jour-en-jour)
- ❖ Au fur et à mesure que le programme avance, il faut un mécanisme (built-in) par lequel l'évaluation sera faite.
- ❖ Les résultats de ceci vont aider à identifier les risques de ne pas répondre aux objectifs.
- ❖ Finalement, il faut un feedback et des actions correctives si nécessaire i.e système de management de l'information (MIS) qui fournit la visibilité essentielle à un bon programme de management.

1. Objectifs et buts des organisations

- ❖ L'objectif est de répondre aux exigences de design et développement, production et livraison du système qui répond complètement aux besoins du client d'une manière effective, efficace et dans le temps.
- ❖ Pour adresser le sujet des buts, il faut considérer 02 niveaux d'activité:
 1. Les buts spécifiés par les TPM.
 2. Les buts de l'organisation relative à l'accomplissement des activités nécessaires pour s'assurer que le premier objectif est atteint.

- ❖ La question est avec quelle efficacité l'organisation fonctionne pour accomplir le premier objectif?
- ❖ Cette question est adressée à l'organisation à l'échelle du système relatif à :
 1. Son impact sur la configuration de design du l'ultime système/produit.
 2. Son efficacité dans l'exécution des 11 tâches définies dans le chapitre 9.
- ❖ Pour développer une capabilité du système pour accomplir les taches de façon effective, il faut:
 1. D'abord établir un système métrique contre lequel les tâches sont évaluées.
 2. Développer les procès nécessaires pour la performance des tâches.
 3. Implémenter une capabilité de collectionner des données et de l'information qui permet au manager de suivre la performance et de déterminer comment fonctionne l'organisation.

- ❖ L'objectif global de l'organisation est d'établir une approche disciplinée, bien définie dans la performance des tâches, d'établir des buts mesurables qui peuvent être exprimés quantitativement et contrôlés et initier une provision pour une amélioration continue du procès.
- ❖ Après l'identification des tâches à accomplir et l'évaluation faite, il faut du benchmarking. i.e comparer le procès, le produit ou le service avec la meilleure activité similaire connue, il peut y avoir donc un challenge.
- ❖ Il faut toujours se poser les questions suivantes
 1. Où sommes-nous aujourd'hui?
 2. Comment comparer avec les autres (la compétition) ?
 3. Où souhaiterons-nous être dans le futur?

2. Direction et Contrôle des activités

- ❖ Pour assurer un succès dans l'implémentation du programme, il faut des fonctions managériales (de jour en jour) associées avec l'influence, l'orientation et la supervision des subordonnés dans l'accomplissement des activités organisationnelles définies dans le SEMP.
- ❖ L'aspect du contrôle permet de développer un système d'information managérial (MIS) approprié qui peut fournir la bonne information au bon moment et d'initier un feedback et une capacité d'action corrective qui répond au temps opportun.

Révision du programme et rapport des exigences

- ❖ Des révisions périodiques sont faites à travers les étapes de design et développement. La nature et la périodicité dépend de la complexité du design, le nombre et le lieu des participants dans les organisations, le nombre de fournisseurs, le nombre de problèmes rencontrés...
- ❖ Les systèmes développés, utilisant des technologies nouvelles et où les risques sont importants, nécessitent des révisions très fréquentes que d'autres systèmes.
- ❖ L'objectif de ces révisions est de déterminer le statuts des taches du programme, évaluer le degré du progrès en fonction des exigences, réviser les délais et les coûts, réviser les activités du fournisseur et coordonner les résultats des révisions du design techniques. (ceci est une révision managerielle alors que l'autre révision (conceptuel, préliminaire et détaillé) elle est technique).

Révision du programme et rapport des exigences

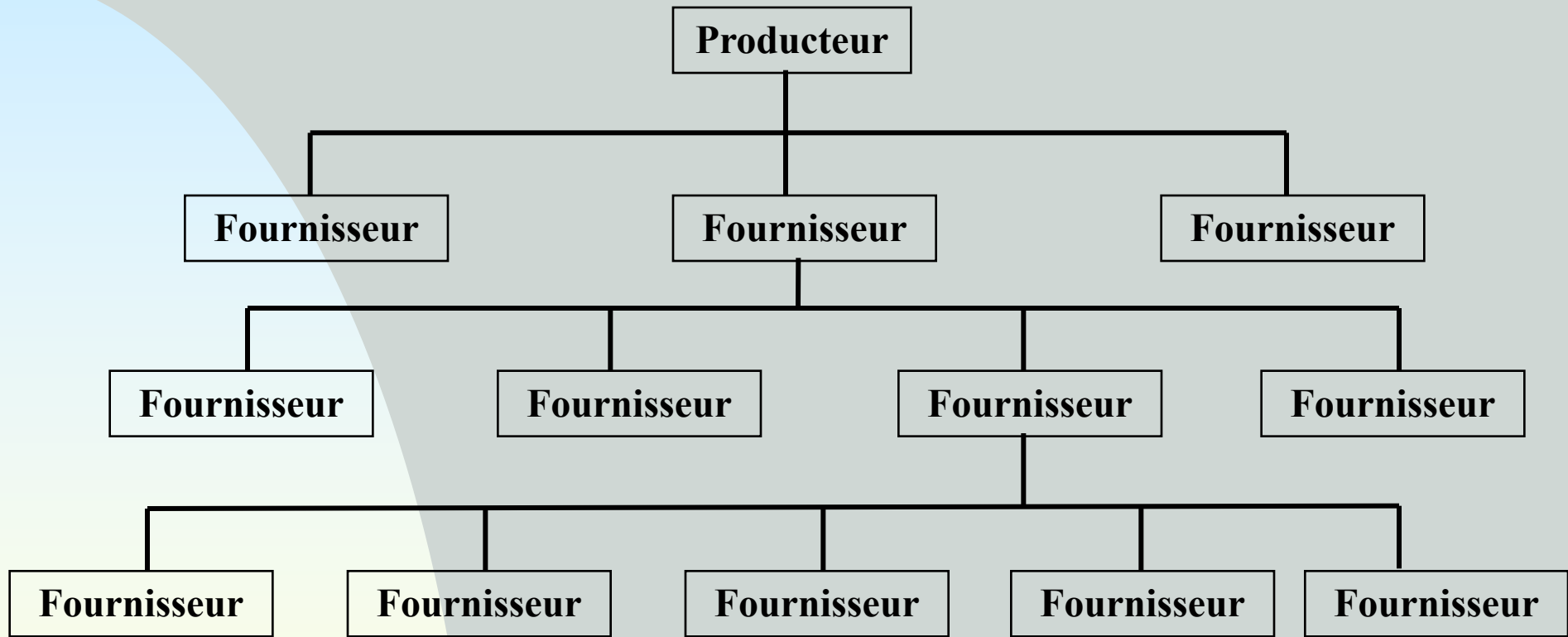
- ❖ Les données du système d'information (MIS) doivent pointer du doigt les zones à problèmes. Pour cela, le planning doit établir une action corrective qui doit inclure:
 1. Les problèmes sont identifiés et classés en ordre d'importance.
 2. Chaque problème est évalué selon la base du classement, les plus critiques d'abord. Certaines alternatives de correction sont considérées en termes, d'effets sur le coût et le délai, d'effets sur la performance et l'efficacité du système et les risques associés à la décision à ce que l'action corrective soit faite.
 3. Une fois la décision prise de corriger, il faut initier un planning pour résoudre le problème. Il peut prendre la forme d'un changement de politique de management, un changement contractuel, un changement organisationnel ou bien un changement de configuration du système/équipement.
 4. Après l'action de correction, il faut s'assurer que les changements ont permis de résoudre le problème, s'assurer qu'on n'a pas créé d'autres problèmes.

Révision des activités du fournisseur

- ❖ Le terme « **fournisseur** » réfère à une certaine classe d'organisations externes qui fournit des produits, composantes, matériels ou bien des services au producteur.
- ❖ Ça peut varier de la livraison de sous systèmes importants, d'article de configuration, d'unités jusqu'à la plus petite composante. (environ 50% des composantes fournies)
- ❖ Les **fournisseurs** assurent des **services** qui incluent:
 1. Le design, développement et fabrication d'un élément important du système
 2. La production et la distribution d'articles déjà conçus (d'une source de fabrication)
 3. La distribution de composantes commerciales et normalisées
 4. L'implémentation d'un procès en réponse à certaines exigences fonctionnelles.



Multicouches de fournisseurs.



- ❖ Pour de grands systèmes, on préfère utiliser un système de **fournisseurs en multicouches**, où un ou plusieurs fournisseurs de composants assurent des services à un fournisseur d'un sous système important.
- ❖ La tendance actuelle est de **multiplier les fournisseurs** et non pas de faire tous les travaux à l'intérieur de l'organisation du producteur.
- ❖ Ceci, avec le phénomène de mondialisation, a permis la **sélection de fournisseurs** à l'échelle planétaire.
- ❖ En considérant plusieurs fournisseurs, le besoin d'implémentation des techniques et pratiques de l'engineering des systèmes devient très important.
- ❖ Les fournisseurs principaux doivent être impliqués dès le début, dans le design et développement

3. Facteurs d'évaluation d'un programme

- ❖ Il faut toujours se poser les questions suivantes:
 1. A quel degré, votre organisation est en train de compléter les tâches de façon efficace ?
 2. Est-ce que votre management comprend bien les principes et les concepts de l'engineering du système ?
 3. Est-ce qu'il y a un engagement du top-down envers l'implémentation du procès de l'engineering du système?
 4. Est-ce que les différents procès, les standards, les buts mesurables sont établis de façon à satisfaire les objectifs?

- ❖ L'objectif est donc d'établir un niveau de maturité de l'organisation du système.
- ❖ Bien que le benchmarking va aider à établir certains buts, il y a toujours un besoin à développer un modèle pour assister l'évaluation de la capacité de l'organisation.
- ❖ Ceci va conduire au développement d'un plan d'amélioration.

Modèle de maturité de la capabilité de l'engineering du système (System engineering capability maturity model SE-CMM)

- ❖ En 1994, pour la première fois on utilise un modèle de SE-CMM développé par Carnegie Melon University et suite aux efforts aussi de beaucoup de gens de l'industrie, académiques et du gouvernement.
- ❖ Le Modèle SE-CMM décrit les **éléments essentiels** d'un procès d'organisation de l'engineering de système qui doivent exister pour s'assurer que les pratiques et principes d'un bon système sont implémentés.
- ❖ Le modèle **ne spécifie** pas un procès ou bien une séquence d'activités particulier, mais **fournit une référence** pour comparer les pratiques actuelles implémentées par l'organisation contre ces éléments essentiels.

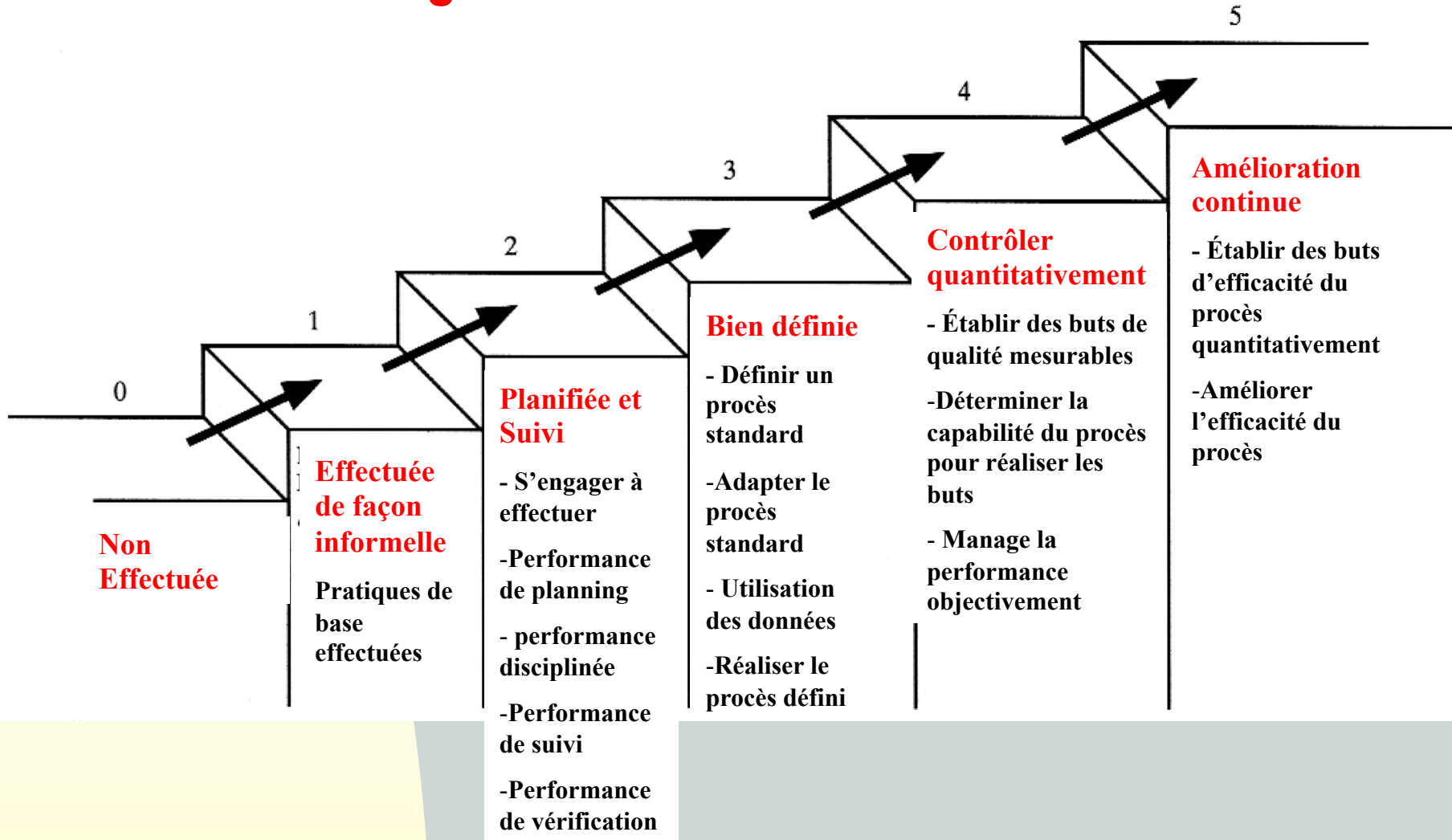
❖ Ces éléments essentiels sont divisés en 17 domaines de procès où l'organisation doit être évaluée. En plus simple, est-ce que l'organisation:

1. Analyse les solutions proposées en réponse du besoin?
2. Dérive et alloue les exigences?
3. Développe une architecture du système?
4. Intègre des disciplines de design?
5. Intègre les éléments du système?
6. Comprend les besoins et attentes du client/consommateur?
7. Vérifie et valide le système?
8. S'assurer de la bonne qualité?
9. Manage les configurations?
10. Manage le risque?

- 11. Suit et contrôle les efforts techniques?**
- 12. Définit ses propres activités et procès de l'engineering du système?**
- 13. Améliore ses procès de l'engineering du système?**
- 14. Manage l'évolution du produit?**
- 15. Manage l'environnement support de l'engineering du système?**
- 16. Fournit des compétences et du savoir faire?**
- 17. Fournit une coordination avec les fournisseurs?**

- ❖ Pour évaluer une certaine organisation, une estimation peut être faite pour déterminer à quel point seront appliqués les 17 domaines retenus.
- ❖ Un questionnaire est développé avec des questions spécifiques de chaque domaine. Une échelle numérique est utilisée pour estimer le degré de conformité, des valeurs numériques sont combinées et compilées et une note finale est attribuée à l'organisation.
- ❖ De ces résultats, **l'indice de capabilité** est calculé et l'organisation sera placée dans l'un des **06 niveaux de maturité** (figure).
- ❖ Niveau 0: il n'y a aucune évidence qu'une activité du système soit réalisée.
- ❖ Niveau 5: Toutes les activités ont été efficacement réalisées et un processus d'amélioration continu a été mis en place.

Classement de l'organisation



- ❖ Ayant les résultats finaux d'une organisation à partir de l'évaluation utilisant le SE-CMM, le manager peut aller plus loin et regarder en détails les données pour déterminer les zones de faiblesse parmi les 17 étudiées.
- ❖ La figure montre une présentation comparative qui peut conduire aux zones à améliorer.

Identification des zones à améliorer

	Effectuer Informellement	Planifiée et suivi	Bien défini	Contrôler quantitativement	Amélioré continûment
	1	2	3	4	5
Zone de procès 1					
Zone de procès 2					
Zone de procès 3					
Zone de procès 4					
Zone de procès 17					

Pratiques de base
incluse dans la
performance du processus

Évaluer le degré de performance. Est-ce
que c'est bon?

Développement de l'organisation et amélioration

- ❖ L'approche conceptuelle utilisée dans le SE-CMM doit être appliquée pour n'importe quelle organisation dans le système engineering.
- ❖ Il faut détecter les zones à améliorer. Par la suite on a besoin de 02 étapes:
 1. Déterminer comment améliorer les processus internes de l'organisation. Il faut évaluer les méthodes alternatives de faire du business, déterminer les exigences pour changer les procédures et processus existants et évaluer l'impact de ces changements sur les autres processus. On doit pas avoir un impact négatif sur les autres.
 2. Déterminer l'impact (s) possible (s) des changements sur les processus suivis par l'organisation sur les niveaux supérieurs de la structure de l'organisation ou bien sur les fonctions d'autres organisations.
- ❖ Pour réussir un changement, il faut l'implication de tous les membres de l'organisation.



4. Management du risque (système)

- ❖ Dans chaque système, il faut une implémentation d'un programme de management du risque et le développement d'un plan.
- ❖ L'élément risque peut être défini comme le potentiel que quelque chose tournera mal suite à une série d'événements.
- ❖ Il peut être mesuré par un effet combiné de la probabilité d'événement et les conséquences évaluées donnant cet événement.
- ❖ Le risque devient très élevé pour des systèmes nouveaux très complexes et introduisant de nouvelles technologies.
- ❖ Le risque est défini lorsque une exigence technique du programme n'est pas atteinte.

- ❖ Le management du risque est une méthode organisée pour identifier et mesurer un risque et pour sélectionner et développer des options pour supporter les risques.
- ❖ Management du risque est une partie intégrante du management d'un système.
- ❖ Pour une organisation, on s'intéresse beaucoup plus aux risques techniques.

❖ Le management du risque inclut:

1. **Évaluation du risque**: ça implique les révisions du design technique et/ou les décisions de management du programme et identification de zones potentielles de risque.
2. **Analyse du risque**: il faut conduire une analyse pour déterminer la probabilité des événements et les conséquences associées avec leur occurrence. Le but de l'analyse est d'identifier les causes, les effets et la magnitude du risque et d'identifier des approches pour éviter le risque. Plusieurs outils existent dans ce cas: cause-effet Ishikawa, diagramme « fishbone », analyse du risque (Hazard analysis)...
3. **Réduction du risque**: Implique les techniques et méthodes développées pour réduire (ou éliminer) ou bien pour contrôler le risque. Un plan doit être implémenté pour supporter le risque.

- ❖ La première étape dans le management du risque est l'identification des zones potentielles du risque. Bien que toutes les zones présentent un risque, il faut surtout identifier les zones qui présentent un potentiel important d'échec.
- ❖ Les zones de risque peuvent inclure: **le financement, les délais, les relations contractuelles, le politique et le technique.**
- ❖ Les risques techniques, lorsque les exigences techniques ne sont pas atteintes. Ou bien relié aux TPM. Quelles sont les causes possibles de ne pas atteindre un TPM et les probabilités d'occurrence.
- ❖ Dans ce cas, on peut classer les TPM en catégories : A risque élevé, à risque moyen et à risque faible.

Modèles

- ❖ Pour faciliter le procès d'implémentation du management du risque, il faut développer un modèle.
- ❖ Une des approches est d'exprimer le risque en terme de probabilité d'échec (of failure) (P_f) et en terme d'effet ou conséquence de cet échec. (C_f)
- ❖ Des conséquences peuvent être mesurées sur la base de performance technique, coût ou délai.
- ❖ Mathématiquement, le modèle s'écrira:

$$\text{Facteur de risque (FR)} = P_f + C_f - (P_f) * (C_f)$$

- ❖ Les relations quantitatives entre ces paramètres sont données au tableau suivant:

Magnitude	Facteur de maturité (P _M)		Facteur de Complexité (P _C)		Facteur de dépendance (P _D)
	Hardware P _{Mhw}	Soft P _{Msw}	Hard P _{Chw}	Soft P _{Csw}	
0.1	Existant	Existant	Design simple	Design simple	Indépendant du système existant, facilité ou associé contractant
0.3	Re design mineur	Re design mineur	Augmentation légère en complexité	Augmentation légère en complexité	Délai dépendant du système existant, facilité ou associé contractant
0.5	Changement majeur faisable	Changement majeur faisable	Augmentation modérée	Augmentation modérée	Performance dépendante de la performance du système existant, facilité ou associé contractant
0.7	Technologie disponible, design complexe	Nouveau soft. Similaire à l'existant	Augmentation significative	Augmentation significative/augmentation majeure dans le nb de modules	Délai dépendant du délai du système nouveau, facilité ou associé contractant
0.9	Etat de l'art certaine recherche complétée	Etat de l'art jamais faite avant	Extrêmement complexe	Extrêmement complexe	Performance dépendante sur le délai du système nouveau, facilité ou associé contractant

Magnitude	Facteur techniques (C_f) – (C_t)	Facteur de coût (C_c)	Facteur de délai (C_s)
0.1 (faible)	Minimal ou aucune conséquences Non important	Budget estimé non dépassé Certain transfert d'argent	Impact négligeable sur le programme, développement léger du délai.
0.3 (mineur)	Réduction léger de la performance technique	Coût estimé dépasse le budget de 1 à 5%	Léger glissement dans le délai (moins de 1 mois), certains ajustements exigés
0.5 (modéré)	Certaine réduction de la performance technique	Coût estimé augmente de 5 à 20%	Petit glissement dans le délai
0.7 (considérable)	Dégradation importante de la performance technique	Coût estimé augmente de 20 à 50%	Dépassement de délai de 03 mois.
0.9 (Élevé)	Buts techniques non atteints	Coût estimé dépasse les 50% d'augmentation	Un grand glissement dans le délai.

❖ Le modèle s'écrit:

$$\text{Facteur de risque (FR)} = P_f + C_f - (P_f) * (C_f)$$

❖ Avec:

$$P_f = (a) (P_{Mhw}) + (b) (P_{Msw}) + (c) (P_{Chw}) + (d) (P_{Csw}) + (e) (P_D)$$

❖ A, b, c, d et e sont des facteurs de pondération, la somme = 1.

P_{Mhw} : probabilité d'échec due au degré de maturité du hardware.

P_{Msw} : probabilité d'échec due au degré de maturité du software.

P_{Chw} : probabilité d'échec due à la complexité du hardware.

P_{Csw} : probabilité d'échec due à la complexité du software.

P_D : probabilité d'échec due à la dépendance sur d'autres articles.

$$C_f = (f) (C_t) + (g) (C_c) + (h) (C_s)$$

f, g et h: facteurs de pondération, somme = 1

C_t : Conséquence d'échec due aux facteurs techniques.

C_c : Conséquence d'échec due au changement du coût.

C_s : Conséquence d'échec due au changement du délai.

Application

- ❖ **Considérons les caractéristiques suivantes du design d'un système:**
 - 1. Le système utilise un hardware existant avec des modifications mineures du software.**
 - 2. Le design est relativement simple impliquant l'utilisation de hardware standard.**
 - 3. Le design exige un software de grande complexité. (plus ou moins)**
 - 4. Le design exige une nouvelle base de données à développer par le fournisseur.**

- ❖ Les caractéristiques du système suggère qu'il y a un risque potentiel avec la tâche de développement du software.
- ❖ En utilisant les critères des tableaux précédents (et en appliquant les facteurs de pondération comme indiqué), la probabilité d'échec (P_f) est calculée comme suit:
- ❖ $P_{Mhw} = 0.1$, ou (a) $(P_{Mhw}) = (0.2)(0.1) = 0.02$
- ❖ $P_{Msw} = 0.3$, ou (b) $(P_{Msw}) = (0.1)(0.3) = 0.03$
- ❖ $P_{Chw} = 0.1$, ou (c) $(P_{Chw}) = (0.4)(0.1) = 0.04$
- ❖ $P_{Csw} = 0.3$, ou (d) $(P_{Csw}) = (0.1)(0.3) = 0.03$
- ❖ $P_D = 0.9$, ou (e) $(P_D) = (0.2)(0.9) = 0.18$

0.30

❖ Si les conséquences d'échec d'un article dues aux facteurs techniques cause des problèmes de nature corrective, mais la correction conduit à 8% d'augmentation du cout et un glissement de 02 mois dans le délai, calculer C_f : Soit:

❖ $C_t = 0.3$, ou $(f)(C_t) = (0.4)(0.3) = 0.12$

❖ $C_c = 0.5$, ou $(g)(C_c) = (0.5)(0.5) = 0.25$

❖ $C_s = 0.3$, ou $(h)(C_s) = (0.1)(0.3) = 0.03$

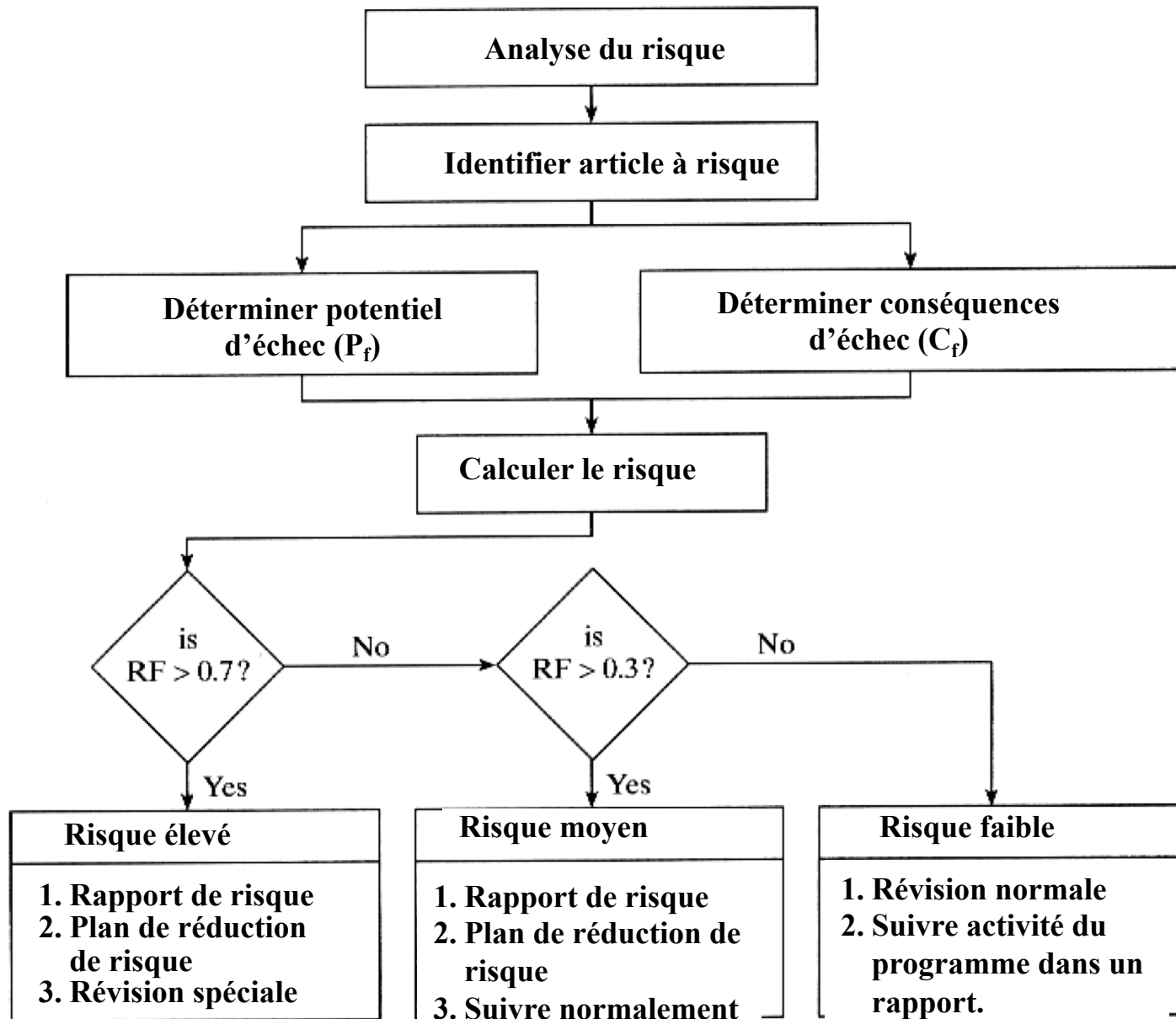
$$0.40$$

❖ Le facteur de risque dans ce cas sera:

$$\text{Facteur de risque (FR)} = P_f + C_f - (P_f) * (C_f)$$

Num. $FR = 0.58$

Avec cette valeur le risque est considéré **moyen risque**. (Voir figure)



- ❖ Comme dans l'application, on peut utiliser la même chose pour tous les autres paramètres. Le résultat sera le développement d'une liste d'articles critiques présentée en ordre de priorité, qui nécessitent une attention managériale spéciale.
- ❖ Des rapports de risque sont préparés à des moments différents (i.e fréquence de distribution) en fonction de la nature du risque.
- ❖ Les risques élevés nécessitent des rapports fréquents et une attention particulière que les risques faibles.
- ❖ Pour les risques élevés et moyens, un plan de réduction du risque doit être implémenté. Pour cela, il faut:
 1. Fournir une révision managériale supplémentaire des zones à problème et initier les actions correctives nécessaires à partir d'allocation interne ou bien une permutation des ressources.
 2. Recruter des spécialistes et consultants externes pour aider à résoudre les problèmes de design.

- 3. Implémenter un programme de test intensif avec l'objectif d'isoler et d'éliminer les causes possibles.
- 4. Initier des activités de recherche et de développement spéciales.
- ❖ Le but du plan de réduction du risque est d'identifier les zones qui nécessitent une attention managériale spéciale.
- ❖ L'identification des risques techniques est d'un intérêt particulier.

Systems Engineering

Abdellatif MEGNOUNIF

Semaine Prochaine

Présentation des projets

Merci. Fin du Chapitre 10