

Systems Engineering

Abdellatif MEGNOUNIF

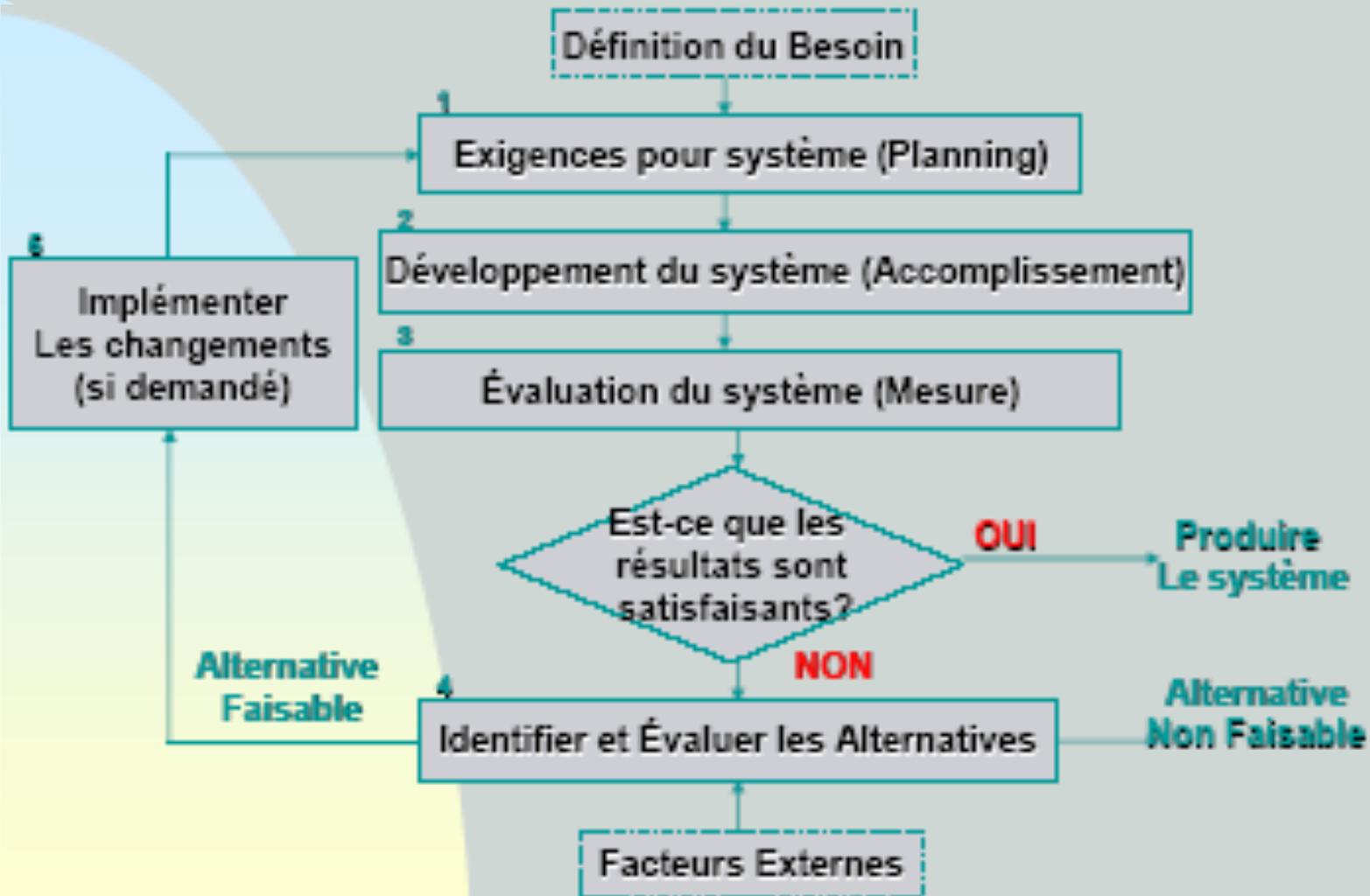
Chap. 6

Évaluation et Test du Système

Introduction

- ❖ L'évaluation se réfère à l'**examen** du système (ou bien un élément du système) en termes de valeur relative, qualité de la performance, degré d'efficacité, coût anticipé etc...
- ❖ L'évaluation doit être **continue** qui commence à l'étape conceptuelle s'étendre à travers l'étape d'utilisation et de support et se termine quand le système est mis hors service.
- ❖ L'objectif de l'évaluation est de déterminer en utilisant une combinaison d'activités de prédiction, d'analyse et de mesure, les **vraies caractéristiques** du système pour s'assurer que le système remplit avec **succès sa mission**.

Exigences pour évaluation et test



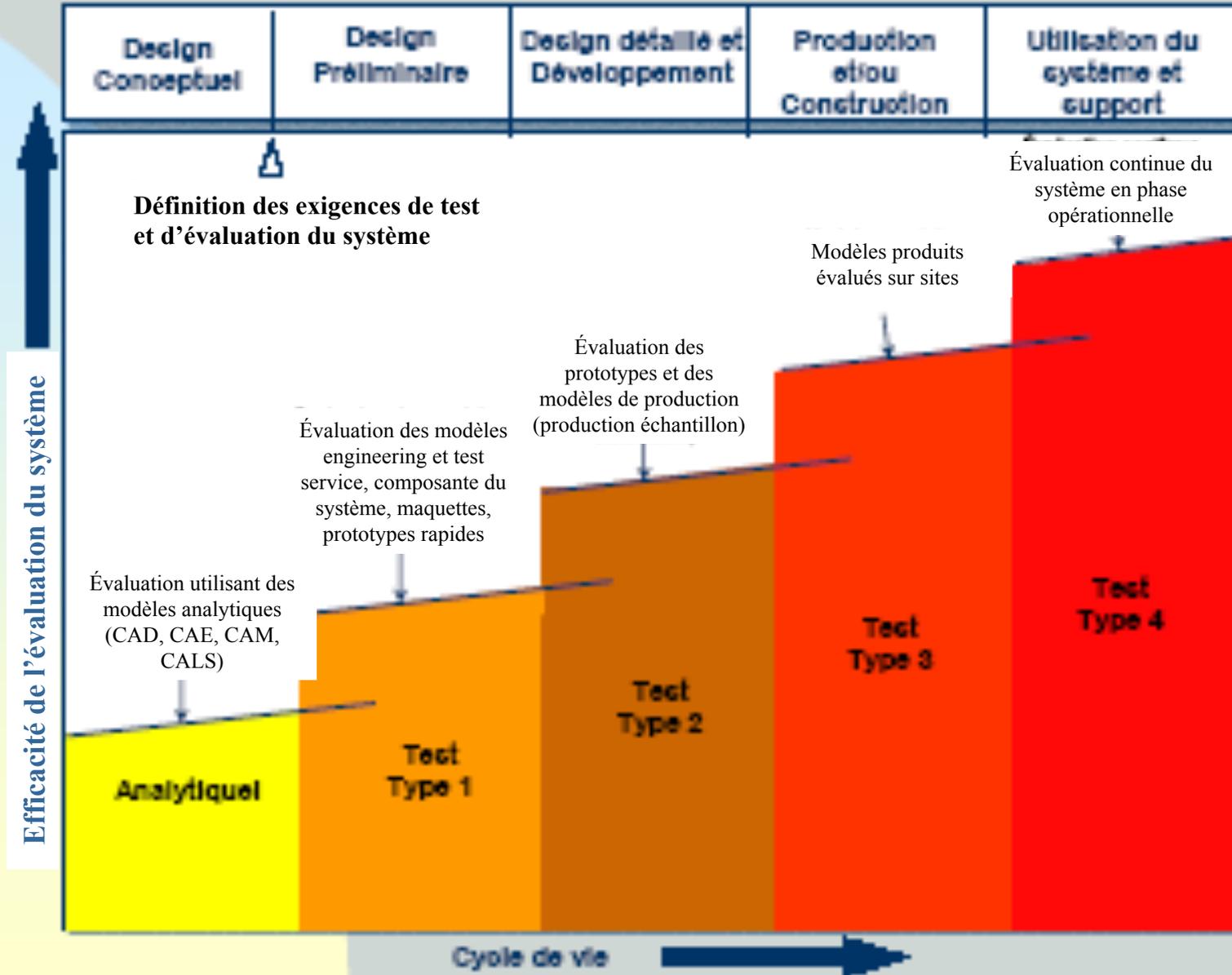
Relations entre les exigences et Évaluation du système

Exigences pour évaluation et test (suite)

- ❖ Les **besoins spécifiques** pour le test et l'évaluation sont définis initialement à l'étape conceptuelle quand les **exigences** du système sont **globalement établies**.
- ❖ Si une nouvelle exigence est établie, la question est comment on serait capable de déterminer si l'exigence est respectée et quelle méthode d'évaluation et de test doit être implémentée pour vérifier ceci.
- ❖ **Tôt** dans le design du système, des **techniques analytiques** peuvent être utilisées pour prédire et évaluer les caractéristiques anticipées d'une certaine configuration du système.
- ❖ Puis en **avançant** dans le système (définition des exigences opérationnelles et de maintenance et support, analyse fonctionnelle...), **l'évaluation continue**.

- ❖ Plusieurs aspects du design sont révisés sur la base des exigences spécifiées et des actions correctives sont prises.
- ❖ L'évaluation devient plus importante lorsqu'on arrive à la maquette.
- ❖ Mais le vrai test et évaluation c'est lorsque le système est mis dans son environnement et sera soumis aux vraies conditions de fonctionnement.
- ❖ Exemple, un avion doit être testée quand elle exécute sa vraie mission en situation de fonctionnement actuelle. Les personnes de maintenance et de support travaillent normalement etc...
- ❖ L'expérience sera donc enregistrée puis évaluée pour refléter la vraie représentation du design du système.

2. Catégorie d'évaluation du système/composante



Test type 1

- ❖ Tôt dans le design, des modèles Bancs d'essais, modèles engineering, software, et modèles test de service sont construits pour vérifier certaines caractéristiques physiques et de performance.
- ❖ Ces modèles représentant tout le système ou bien une composante du système, sont concernés par la fonctionnalité (électrique et mécanique) mais ne représente pas un équipement de production.
- ❖ Tests peut inclure des actions de support logistique et opérationnelles qui sont directement comparables aux tâches exécutées en situation réelle.
- ❖ Souvent ce type de test est fait chez le producteur/fournisseur par des ingénieurs. A cette phase, des changements peuvent être faits à des coûts très bas.

Test type 2

- ❖ Test formel et démonstration sont accomplis à la fin du design détaillé. Le programme du test doit inclure:
 1. **Tests de performance:** Pour vérifier les caractéristiques individuelles de performance du système. Est-ce que le moteur électrique fournira l'output nécessaire, est-ce la canalisation supportera la pression du fluide appliquée. De plus il est nécessaire de vérifier la forme, interchangeabilité, sécurité du produit...
 2. **Qualification Environnementale:** tests de cycle température, Choc et vibration, Humidité, vent, poussière et sable, bruit acoustique, émission de pollution, résistance à l'explosion et l'interférence magnétique.

Test type 2 (suite)

- 3. Tests de Structures:** Pour déterminer les caractéristiques des matériaux utilisées relatives aux contraintes, déformations, fatigue, la flexion, la torsion...
- 4. Qualification de fiabilité:** les tests sont conduits sur un ou plusieurs éléments du système pour déterminer le temps moyen entre pannes (**MTBF**) et le temps moyen entre maintenance (**MTBM**). Aussi pour déterminer la durée de vie d'une composante, pour évaluer sa dégradation, et pour déterminer les types de ruptures.
- 5. Démonstration de maintenabilité:** Tests conduits sur un ou plusieurs éléments du système pour déterminer les valeurs du temps moyen de maintenance active (M), du temps moyen de maintenance corrective (Mct), du temps moyen de maintenance préventive (Mpt)...

Test type 2 (suite)

6. **Tests de compatibilité de l'équipement du support:** Pour vérifier la compatibilité entre l'équipement principal, l'équipement du test et du support, et l'équipement de transport et de soulèvement.
7. **Test du personnel et Évaluation:** Pour vérifier la relation entre les personnes et l'équipement, Les niveaux des personnes demandés, et les besoins en formation. Que ça soit les taches opérationnelles ou bien de maintenance.
8. **Vérification des données technique:** Vérification des procédures opérationnelles et de maintenance.
9. **Vérification du software:** Software opérationnel ou bien de maintenance. Inclut unités de soft (CSU), les configurations (CSCI), compatibilité hard-soft...

Test type 2 (suite)

- ❖ Les exigences spécifiques pour tests sont définies à partir des TPM.
- ❖ La profondeur du test est influencée par les niveaux d'importance établis en fonction des priorités définies.
- ❖ Il est souhaitable de planifier et programmer des tests individuels de façon qu'ils puissent être accomplis de façon intégrée. Des résultats d'un test peuvent être bénéfiques comme input à un autre test.
- ❖ Test de type 2 se fait généralement chez le producteur/fournisseur par les personnes concernées. Les utilisateurs généralement participent aux tests

Test type 3

- ❖ Tests accomplis sur site par l'utilisateur juste avant la fin de la production du système.
- ❖ Les équipements de support et de test opérationnel, les pièces de rechanges, les procédures formelles de maintenance et opérationnelles sont utilisées.
- ❖ Le testing est continu, accompli sur une période de temps défini.
- ❖ C'est la première fois que tous les éléments du système sont mis en phase opérationnelle et évalués sur une base intégrée.
- ❖ La compatibilité entre l'équipement principal avec le software et les éléments de maintenance et de support est vérifiée.
- ❖ Les temps de transport, les niveaux de stock, les facteurs d'efficacité du personnel, et les paramètres liées à l'opérationnel et au support sont mesurées.

Test type 4

- ❖ **Accompli généralement pendant la phase d'utilisation opérationnelle. Il est souhaitable de vérifier le profile de la mission ou bien le taux d'utilisation du système pour déterminer l'impact sur l'efficacité totale du système.**
- ❖ **C'est vraiment la première fois qu'on connaît la capacité réelle du système.**
- ❖ **Test type 4 est accompli sur un ou bien plusieurs sites où le système est opérationnel (dans son environnement) par le personnel opérationnel et de maintenance et supporter normalement**
- ❖ **Les éléments de maintenance et de support définis auparavant sont évalués dans un contexte d'un système total.**

3. Planning pour le test et l'évaluation

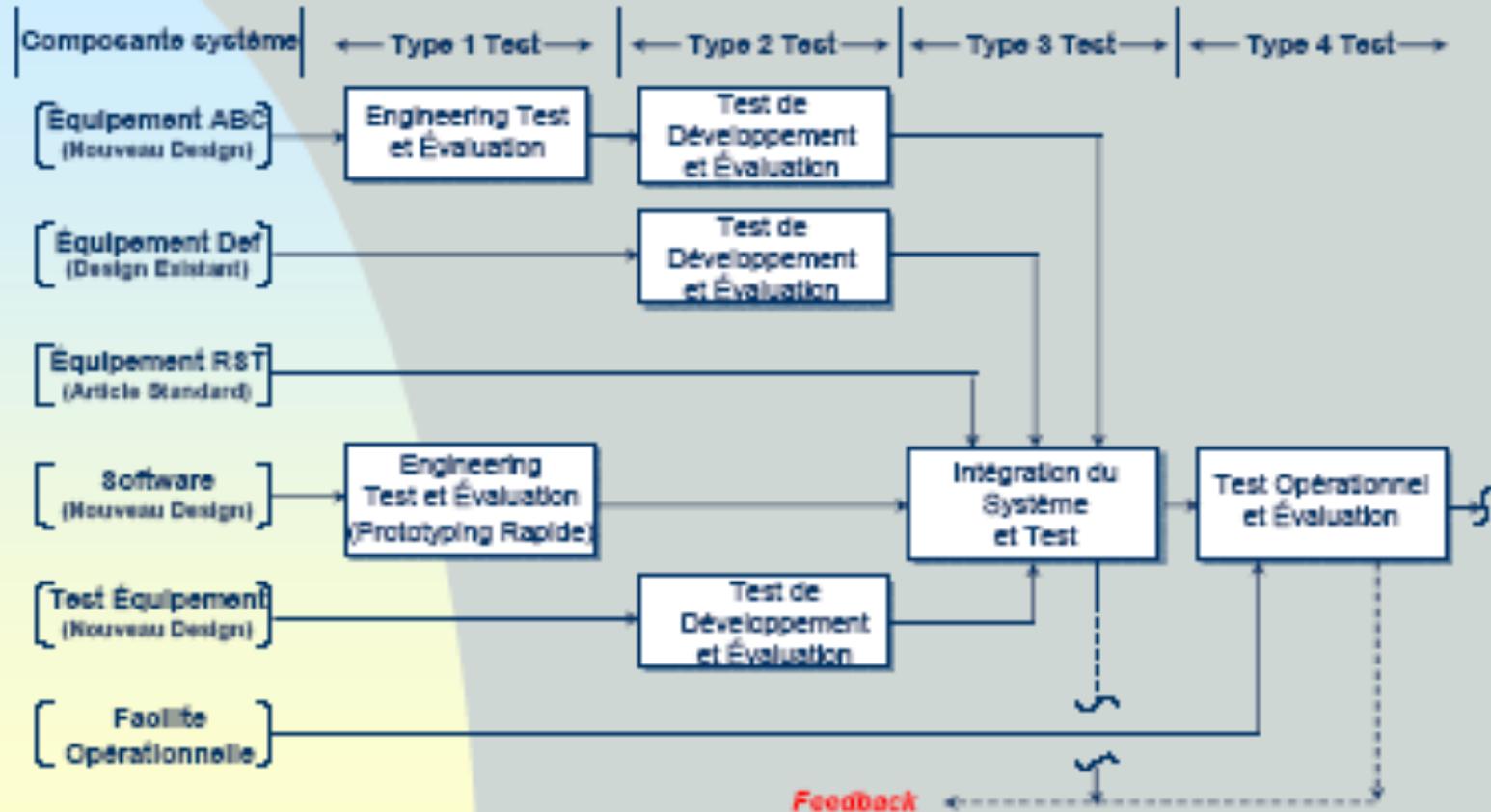
- ❖ Le planning doit commencer dans la phase conceptuelle.
- ❖ Si une exigence du système est définie, il faut s'assurer qu'il y a un moyen pour vérifier que cette exigence est respectée.
- ❖ Les exigences du test doivent être considérées sur une base intégrée pour optimiser. Exemple: les données de maintenabilité peuvent être obtenues à partir des tests de fiabilité, ce qui diminue le nombre de tests exigés de maintenabilité.
- ❖ La combinaison des tests est possible dès que les caractéristiques propres sont mesurées et les données de sortie sont compatibles avec les objectifs initiales du test.
- ❖ Pour chaque programme, un plan d'évaluation et de test est établi, généralement pour implémentation à commencer dans la phase préliminaire.

Plan

Le plan doit inclure:

- 1.** La définition et la programmation de toutes les exigences de test, en anticipant sur les résultats de test (que va accomplir le test), pour chaque test individuel. Certaines composantes passent par toutes les catégories de test, d'autres ne le sont pas, ça dépend du degré de définition du design et des risques associés. (voir figure)
- 2.** Définition des responsabilités organisationnelle, administrative et de control (fonctions organisationnelles, Interfaces organisationnelles, suivi des activités de test, control du coût)
- 3.** Définition des conditions de test et des exigences des ressources de maintenance et de support (environnement du test, moyens, équipement de test et de support, pièces de rechanges, personnel du test, procédures de test).

Exigences du test



- 4.** Description de la phase de préparation du test pour chaque type de test (sélection de la méthode de test, formation du personnel de test, acquisition des moyens logistiques et préparation des moyens)
- 5.** Description de la phase formelle du test (procédures de test, collection des données de test, méthodes d'analyse et de réduction)
- 6.** Description des conditions et des provisions pour une phase de re-test (méthodes pour conduire des tests additionnels s'il y a échec du premier test)
- 7.** Identification de documentation de test (exigences de faire des rapports de test)

4. Préparation pour évaluer et tester le système

- ❖ Des conditions d'évaluation et de test doivent être assurées pour bien mener l'opération. Ça doit inclure

1. Sélection de l'article à tester

- ❖ La configuration de l'équipement/software utilisée dans le test doit être très représentative de l'article opérationnel.
- ❖ Une tâche préalable inclut la sélection du modèle test par un numéro de série, Définissent la configuration en termes de changements engineering incorporés ou non incorporés, et en s'assurant qu'il soit disponible au temps opportun.

2. Procédures d'évaluation et de test

- ❖ La satisfaction des objectifs du test implique l'accomplissement des tâches opérationnelles et de maintenance.
- ❖ La complétude de ces tâches doivent suivre des procédures formelles approuvées qui sont généralement sous forme de manuels techniques développés pendant la fin de la phase détaillée.
- ❖ S'il y a déviation des procédures approuvées, il peut y avoir des pannes et peut perturber les fréquences de maintenance et les durées des tâches comme enregistrées dans les données du test.
- ❖ L'identification des procédures à utiliser dans le test doit être incluse dans le plan d'évaluation.



3. Sélection du test sur site

- ❖ Un test sur site peut être sélectionné pour évaluer le produit dans un environnement désigné.
- ❖ Plusieurs test sur site peuvent être sélectionnés pour évaluer le produit sous différentes conditions environnementales. (ex. Terrain montagneux Vs. Terrain plat...)
- ❖ Une variété de locations géographiques peut être sélectionnée pour évaluer le produit en termes de marchés différents et de conditions d'utilisation.
- ❖ Chacune de ces méthodes ou bien de leur combinaison peut être appropriée, ça dépend du type de produit ou bien des exigences du programme.

4. Personnel du test et formation

- ❖ Le personnel qui s'occupe du test doit inclure:
 1. Les individus qui s'occupe de l'opération et de la maintenance du système et de l'équipement pendant le test.
 2. Les éléments de support tels que les ingénieurs, techniciens, analystes, ceux qui enregistrent les données et les administrateurs du test.
- ❖ Les personnes d'opération et de maintenance doivent avoir les mêmes compétences que ceux des personnes consommateurs.
- ❖ Le niveau de compétence exigé est atteint à travers une combinaison d'une formation officielle et pendant le travail.

5. Les moyens et ressources du test

- ❖ Les moyens nécessaires, les chambres de test, l'équipement capital, les contrôles environnementaux, les instruments spéciaux et les ressources associés (ex. Chaleur, Eau, Gaz, Climatisation, Téléphone, Électricité..) doivent être identifiés et programmés.
- ❖ Une description détaillée des moyens du test et la disposition de ces moyens doivent être inclus dans la documentation du planning du test et dans des rapports de test.

6. Équipement du test et support

- ❖ Les exigences de l'équipement de support et de test sont initialement considérées dans le concept de maintenance, puis ils seront définis plus tard à travers l'analyse de maintenance et de supportabilité.
- ❖ Pendant la fin de design détaillé, les articles de support doivent être disponibles pour les tests de type 2, 3 et 4.
- ❖ Si par contre un équipement de support n'est pas disponible, un article de rechange peut être utilisé mais il doit être identifié dans le plan d'évaluation et de test. Avec ce nouvel article, il peut y avoir des problèmes.

7. Support des provisions du test

- ❖ Il constitue tous les matériels, données, personnel, et les activités associées avec les exigences, l'approvisionnement et la procuration des pièces de rechange et détachées. Ça doit inclure:
 1. Exigences initiales des pièces de rechange et des consommables (essence, lubrifiants, oxygène liquide, nitrogène...) pour les éléments principaux du système.
 2. Exigences initiales des pièces de rechange et des consommables pour les éléments de support logistique (équipement de test et de support, équipement de transport et de manutention...)
 3. Les moyens et les hangars de stockage des pièces de rechange et détachées.

7. Support des provisions du test (suite)

4. Exigences du personnel requis pour l'accomplissement des activités de support des provisions, qui inclut les données d'approvisionnement, réception et émission, management de l'inventaire et control d'expédition.
5. Exigences des données techniques pour support des provisions.

5. Performance du test et compte rendu

Lorsque le système est dans un statut opérationnel, les questions suivantes peuvent apparaître:

1. Quelle est la performance et l'efficacité réelles du système?
 2. Quelle est la capacité de maintenance et de support logistique et l'efficacité réelles du système?
 3. Est-ce que les exigences spécifiées initialement sont rencontrées?
- ❖ Pour répondre à ces questions, il faut des données - information et une possibilité de feedback avec l'output considérée.

1. Exigences des données du test

- ❖ L'objectif des données du test et de l'information est:
 1. Données qui sont analysées pour évaluer et vérifier la performance, l'efficacité, l'opération, la maintenance et la possibilité de support logistique pour le système sur site. L'ingénieur système ou manager a besoin de connaître exactement comment est fait le système et a besoin de connaître la réponse rapidement.
 2. Fournit des données historiques qui sont appliquées dans le design et le développement de nouveaux systèmes qui ont des fonctions similaires. L'expérience du passé est très important pour planifier dans le futur.

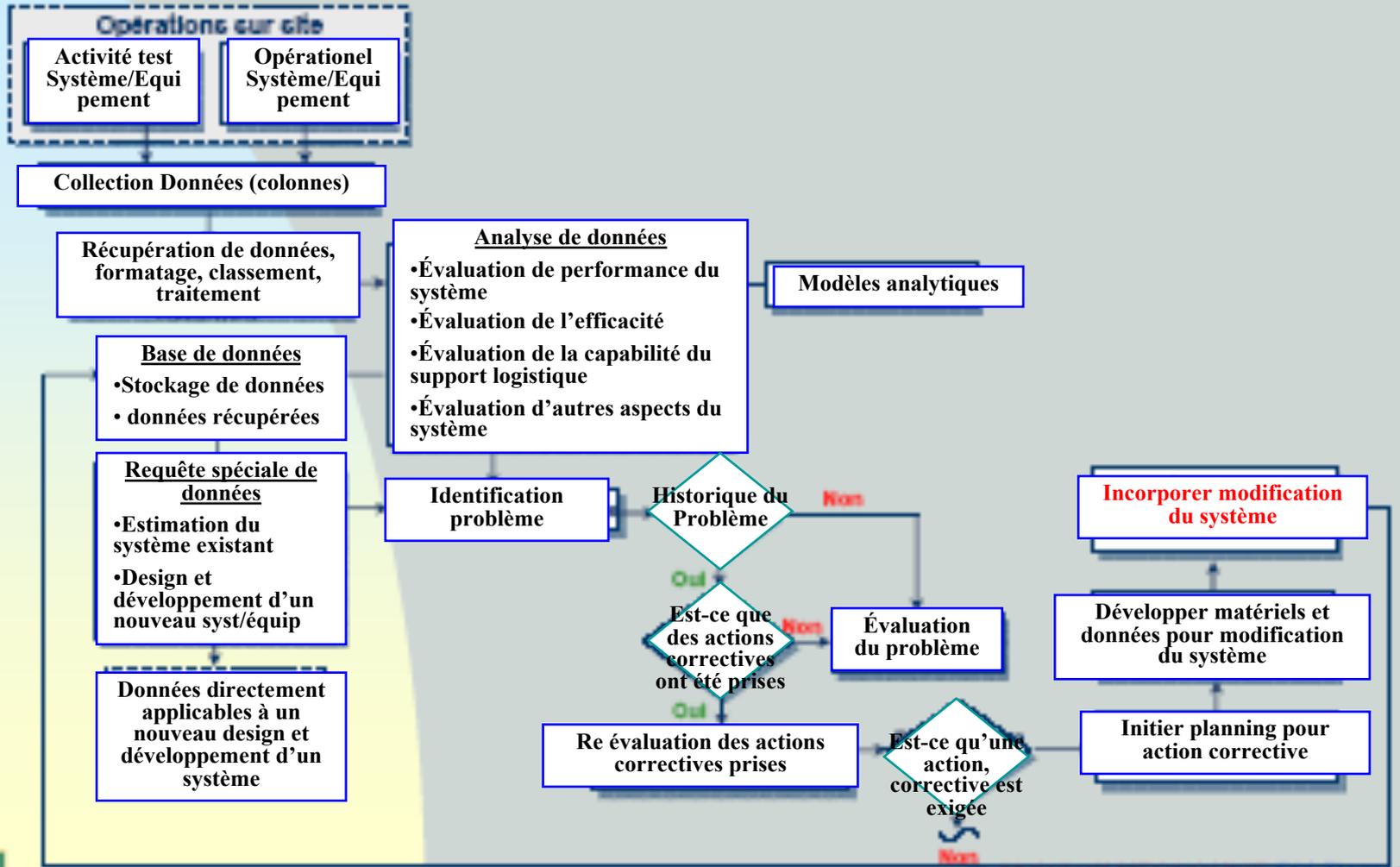
2. Développement de données pour sous systèmes

- ❖ Lorsque les objectifs du sous système sont définis, il faut donc identifier les facteurs spécifiques de données qui doivent être acquis et les méthodes d'acquisition. Une collection formelle de données doit être développées et doit inclure les données du **succès** et les données de **maintenance**.
- ❖ Données du **succès**, constitue l'information de **l'opération** du système et de **l'utilisation** de jour en jour
- ❖ Données de **maintenance**, chaque **événement** impliquant une **maintenance** programmée ou non programmée.
- ❖ Le format pour collecter les données peut varier et l'information désirée peut être différente pour chaque système.

2. Développement de données pour sous systèmes (suite)

- ❖ D'une façon générale, il faut:
 1. Le formulaire de données doit être très simple à comprendre et complet (de préférence sur feuilles simples). Si c'est difficile à comprendre, il y a risque de ne pas le compléter correctement et les données nécessaires ne seront plus disponibles.
 2. Les facteurs spécifiées dans chaque formulaire doivent être claires et ne doivent pas nécessiter une grande interprétation.
 3. Les facteurs spécifiées doivent avoir un sens en termes d'application. L'utilité de chaque facteur doit être vérifiée.

3. Évaluation du système et action corrective



4. Compte rendu du test

- ❖ Le dernier effort dans le processus de l'évaluation est la préparation d'un compte rendu. Il doit référencier le document de planification d'évaluation initiale du système.
- ❖ Il doit décrire
 1. Toutes les conditions du test.
 2. Toutes les modifications du système pendant le test.
 3. Les données du test
 4. Les résultats de l'analyse des données

Ces résultats peuvent inclure des recommandations appropriées pour l'opération et le support du système applicable à la phase utilisation.

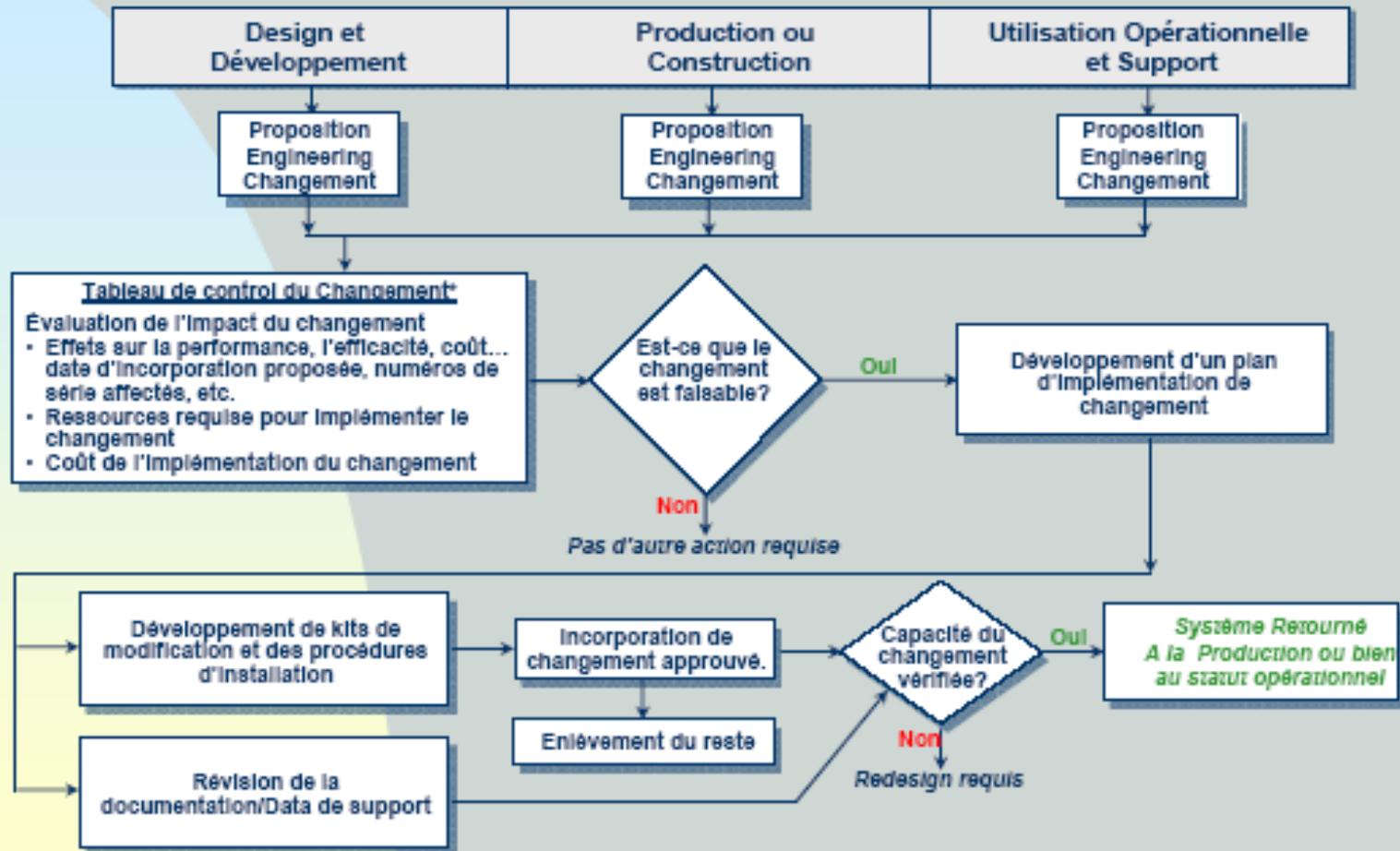


6. Modification du système

- ❖ S'il y a un changement quelque part (article, équipement, software...) il va affecter plusieurs éléments du système.
- ❖ Changement dans les procédures affectera les exigences du personnel et de la formation et nécessitera un changement des données techniques.
- ❖ Chaque changement doit être évalué en termes de son impact sur les autres éléments du système avant de prendre une décision de changer.
- ❖ La faisabilité d'un changement dépendra de:
 1. Importance du changement
 2. Son impact sur l'aptitude du système d'accomplir sa mission
 3. Le temps dans le cycle de vie ou le changement est considéré.
 4. Le coût de l'implémentation du changement.



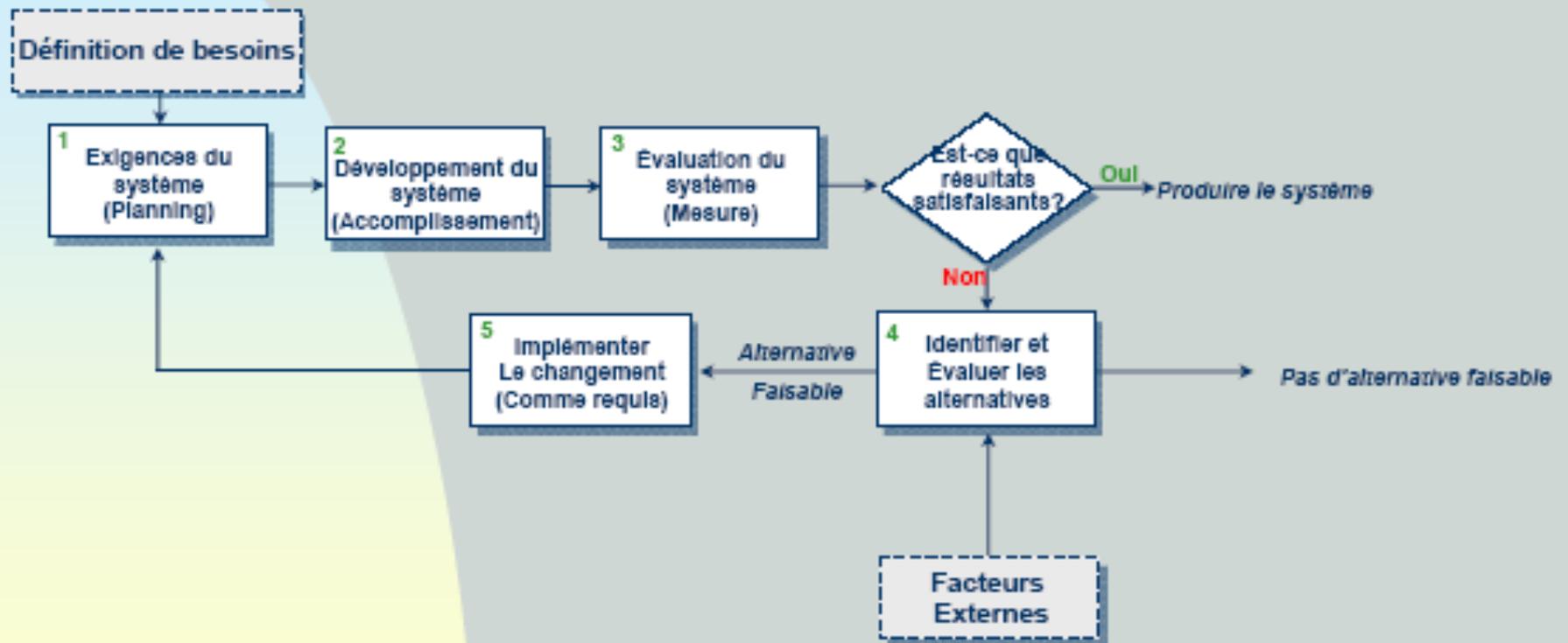
Processus du control du changement



* Cette activité est aussi connue sous « tableau de control de configuration »

Exigences et Évaluation

Résumé



Systems Engineering

Abdellatif MEGNOUNIF

Semaine Prochaine

Alternatives et modèles dans la prise de décision

Merci. Fin du Chapitre 6