



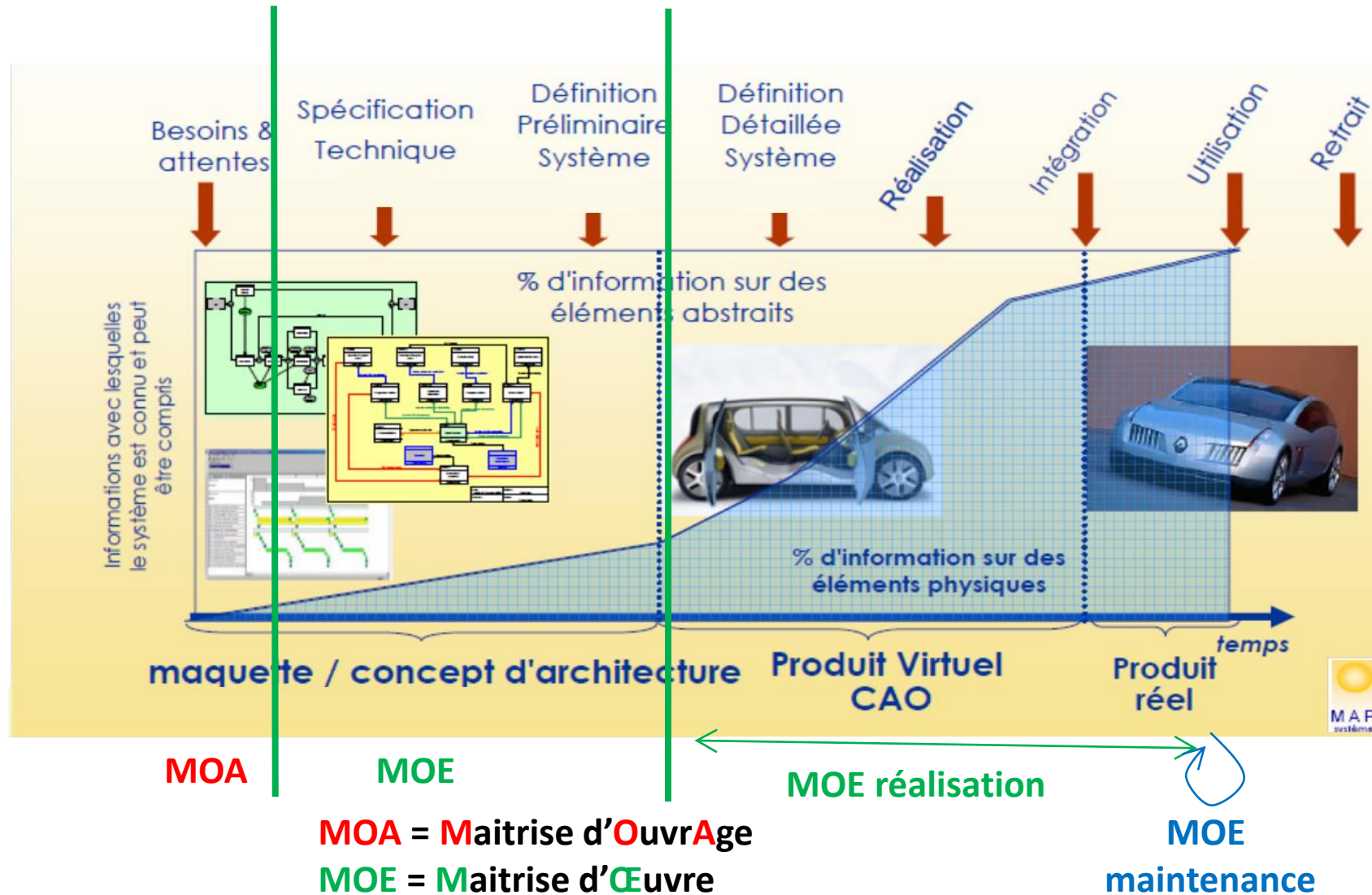
Ingénierie des systèmes

Présenté par: REMACI Zeyneb Yasmina



**Production, intégration,
vérification, validation et
qualification du système**

Introduction



Production du système

- La production est la transition du projet depuis les plans et les conceptions vers la concrétisation des systèmes.
- Le système doit répondre à la solution de conception ainsi qu'aux exigences spécifiées.
- **Système Réalisé :**
 - La réalisation implique la production, l'intégration, la vérification, la validation et la transition du système final pour son utilisation au niveau supérieur de la structure du système ou pour le client.
 - À ce stade, le système final peut être appelé un "produit réalisé" ou "produit final".

Intégration du système

- 1. Intégration du système :** Elle consiste à concevoir les interactions entre les sous-systèmes et leurs interactions avec les environnements du système (naturels et induits).
- 2. Début dès la définition conceptuelle :** L'intégration commence dès la définition conceptuelle et se poursuit tout au long du cycle de vie du système.
- 3. Activités d'intégration :** Les activités d'intégration comprennent l'analyse système pour définir et comprendre les interactions, les tests de développement, y compris les tests de qualification, et l'intégration avec des systèmes externes.
- 4. Coordination interdisciplinaire :** Pour accomplir cette intégration, l'ingénieur système coordonne activement les différentes équipes de disciplines et de conception afin de garantir un équilibre adéquat des interactions système et environnementales.
- 5. Résultat d'une intégration réussie :** Un système bien intégré et équilibré conduit à une conception et à un fonctionnement satisfaisant.

Les points clés d'intégration du système

- **Début pendant la conception:**

- L'intégration commence dès la phase de conception du système.
- Assure une compréhension exhaustive des fonctions nécessaires, des éléments principaux...

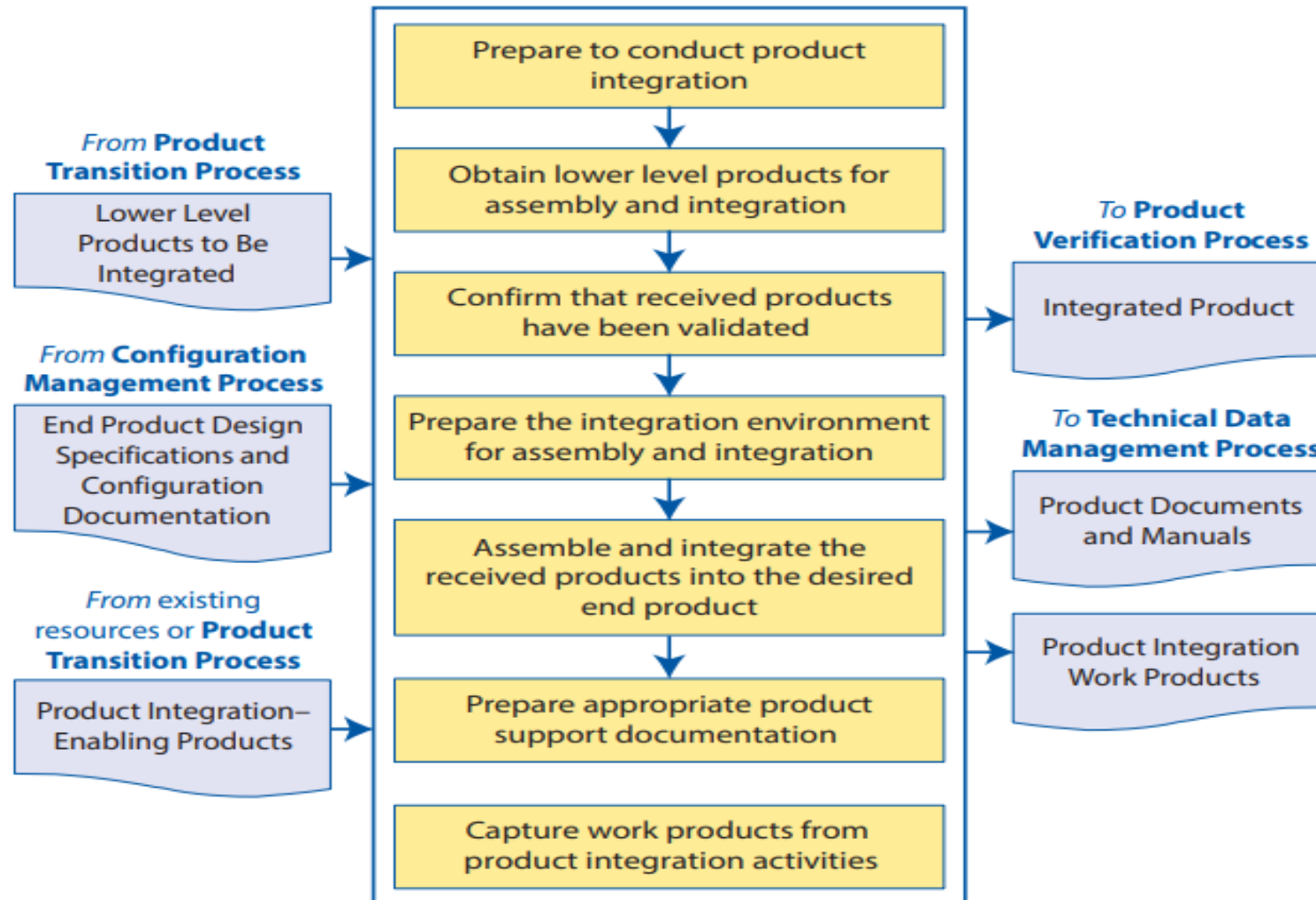
- **Définition des interfaces :**

- Les interfaces, représentant les voies d'interaction du système, sont définies à cette étape.
- Elles englobent des aspects mécaniques, fluides, thermiques, électriques, de données, logiques...
- Peuvent inclure un support pour des fonctions d'assemblage, de maintenance et de test, en plus des performances principales du système.

- **Gestion de complexité des interactions :**

- Les interactions à travers ces interfaces peuvent être subtiles et complexes.
- Conduisent à des conséquences tant prévues qu'imprévues.
- Nécessitent une ingénierie attentive pour garantir la création d'un système satisfaisant et équilibré.

Processus d'intégration



Entrées du processus d'intégration

- **Systèmes de niveaux inférieurs à intégrer** : Les systèmes développés précédemment dans la hiérarchie, qui seront intégrés pour former le système actuel.
- **Spécifications de conception du système final et documentation de configuration** : Il s'agit des spécifications, des Documents de Contrôle d'Interface (DCI), des modèles, du plan d'intégration, des procédures ou d'autres documents ou modèles nécessaires pour effectuer l'intégration, y compris la documentation pour chacun des systèmes de niveaux inférieurs à intégrer.
- **Systèmes permettant l'intégration du système** : Tout système nécessaire pour intégrer avec succès les systèmes de niveaux inférieurs et créer le système final.

Les phases du processus d'intégration

1. Préparer l'intégration du système.
2. Acquérir les produits de niveau inférieur pour l'assemblage et l'intégration.
3. Tester les systèmes reçus.
4. Organiser l'environnement d'intégration pour l'assemblage et l'intégration.
5. Assembler et intégrer les systèmes reçus pour obtenir le produit final souhaité.
6. Élaborer une documentation de support adaptée.
7. Définir les éléments d'intégration du système (Procédures d'assemblage, Décisions prises et justifications, Anomalies identifiées et actions correctives associées, Documentation de configuration et de support du produit ...)

Résultats du processus d'intégration

1. Système intégré avec toutes les interactions identifiées et correctement équilibrées.

2. Documentation et manuels.

3. Produits de travail:

- Rapports, enregistrements et résultats des activités d'intégration du produit.
- Soutien au Processus de Gestion des Données Techniques.
- Document de stratégie d'intégration.
- Identification des limitations pour le matériel et le logiciel...

Les Tests

- Le test est l'exécution ou l'évaluation d'un système ou d'un composant, par des moyens automatiques ou manuels, pour vérifier qu'il répond à ses spécifications ou identifier les différences entre les résultats attendus et les résultats obtenus. [Norme IEEE (Standard Glossary of Software Engineering Terminology)]

Les Tests unitaires

- **Tests unitaires:** On s'assure que chaque composant (capteur, actionneur, classe programmée...) choisi lors de la conception détaillée remplit sa fonction, indépendamment du reste du système.
- Il répond à un élément atomique de la décomposition fonctionnelle.
- Un test unitaire est une procédure permettant de vérifier le bon fonctionnement d'un composant spécifique du système, en général ayant un objectif unique.
- Le test est réalisé en isolant chaque partie du système, et en simulant les parties dépendantes.
Il permet :
 - De cibler rapidement les erreurs.
 - De participer à la documentation (utilisation).
 - Aider à l'**intégration**

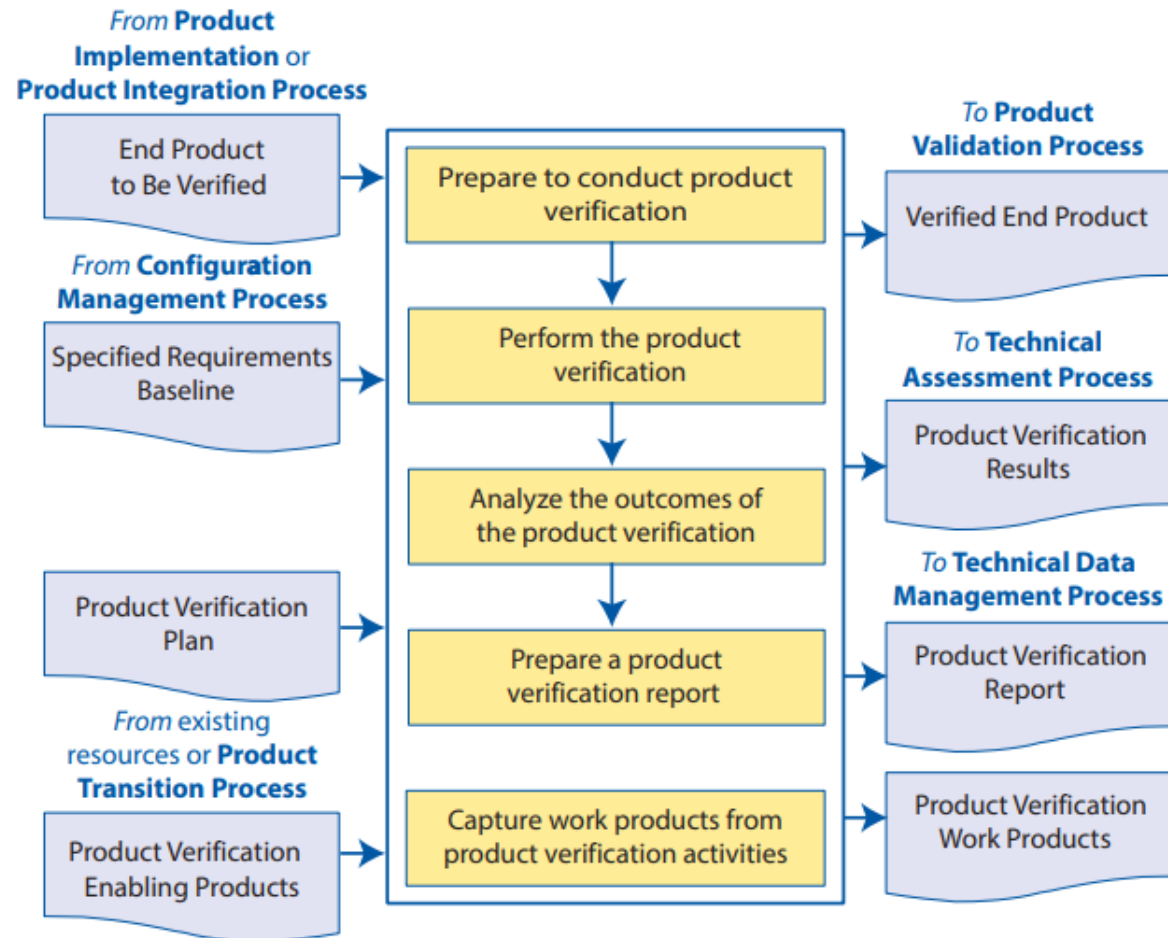
Vérification

- La vérification est la confirmation par examen et apport de preuves tangibles (informations dont la véracité peut être démontrée, fondée sur des faits obtenus par observation, mesures, essais ou autres moyens) que les exigences spécifiées ont été satisfaites [ISO 8402].

Vérification

- Se rapporte à l'ensemble des exigences approuvées et peut être réalisé à différentes étapes du cycle de vie du système.
- Les tests de vérification sont les tests officiels, enregistrés, effectués sur un système ou un élément pour démontrer qu'il répond à ses exigences ou spécifications allouées, y compris les interfaces physiques et fonctionnelles.
- Les tests de vérification utilisent des mesure qui sont généralement réalisés par des ingénieurs, des techniciens ou des opérateurs-mainteneurs dans un environnement contrôlé pour faciliter l'analyse des défaillances.

Processus de vérification du système



Les entrées du processus de vérification

- **Le système à vérifier :** Ce système aura été transféré soit du Processus de Mise en Œuvre de système, soit du Processus d'Intégration de système. Il aura probablement subi au moins un test fonctionnel pour garantir son assemblage correct. Toute documentation de support doit être fournie avec le système.
- **Plan de vérification :** Ce plan aura été élaboré dans le cadre du Processus de Planification Technique et aura été établi avant d'entrer dans cette vérification.
- **Base des exigences spécifiées :** Il s'agit des exigences identifiées devant être vérifiées pour ce système. Des critères d'acceptation devraient avoir été définis pour chaque exigence à vérifier.
- **Systèmes de support :** Tout autre système nécessaire pour effectuer le Processus de Vérification du système. Cela peut inclure des dispositifs de test et des équipements de support, les normes et politiques de vérification..

Les phases du processus de vérification

○ Préparation à la réalisation de la vérification du système :

- Planification des activités de vérification.
- Adaptation de l'approche de vérification au projet.

○ Réalisation de la vérification :

- Exécution des tests, analyses, inspections, ou démonstrations pour confirmer la conformité aux spécifications.

○ Analyse des résultats de vérification :

- Évaluation et interprétation des résultats obtenus lors des activités de vérification.

○ Préparation d'un rapport de vérification du système :

- Documentation des résultats et conclusions de la vérification.

○ Définir les mécanismes générés pendant les activités de vérification :

- Conservation des documents et données systèmes lors du processus de vérification.

Méthodes de Vérification

- 1. Analyse :** Utilisation de modélisations mathématiques et d'outils analytiques pour prédire la conformité d'une conception aux attentes des parties prenantes en l'absence de prototypes, incluant des modèles mathématiques et simulations.
- 2. Démonstration :** Confirmation de la capacité de performance d'un système final en montrant qu'il atteint les exigences spécifiées, impliquant des opérations réelles ou l'utilisation de modèles physiques.
- 3. Inspection :** Examen visuel d'un système final pour vérifier des caractéristiques de conception physiques ou des identifications spécifiques du fabricant.
- 4. Test :** Utilisation d'un système final pour obtenir des données détaillées nécessaires à la vérification des performances ou pour fournir des informations pour une vérification ultérieure, réalisé sous des conditions contrôlées, représentant la méthode la plus exigeante en ressources.

Les résultats du processus de vérification

- **Systeme vérifié prêt pour la validation.**
- **Résultats de la vérification du système.**
- **Rapport(s) de vérification du système.**
- **Produits de travail de vérification du système.**

Validation

- La validation est la confirmation par examen et apport de preuves tangibles que **les exigences particulières pour un usage** spécifique prévu sont satisfaites. Plusieurs validations peuvent être effectuées s'il y a différents usages prévus [ISO 8402].

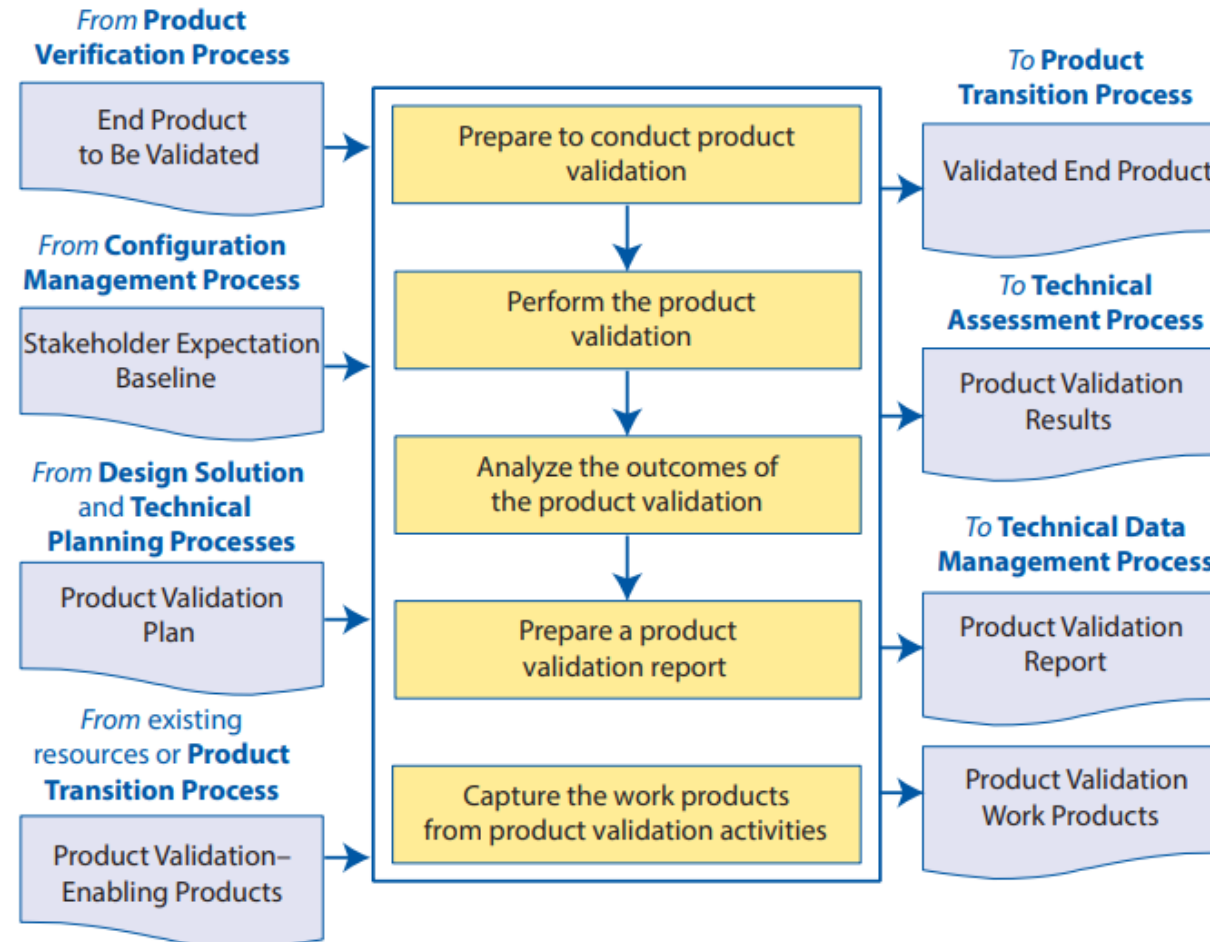
Validation

- Le test de validation est effectué dans des conditions réalistes (ou simulées) sur n'importe quel système final pour déterminer l'efficacité et l'aptitude du système à être utilisé dans les opérations de mission par des utilisateurs typiques et pour évaluer les résultats de validation.
- Il garantit que le système fonctionne comme prévu lorsqu'il est placé dans un environnement réaliste.
- La validation s'effectue sur des use cases en boîte noire, potentiellement construits à partir de scénarios d'utilisation.

Validation du système

- **Objectif :** Le Processus de Validation du système vise à déterminer si le système final répond aux attentes des clients et utilisateurs dans l'environnement prévu.
- **Comparaison aux Besoins :** La validation examine les systèmes à tous les niveaux de la structure du système global, les comparant aux attentes des parties prenantes pour assurer leur conformité.
- **Bénéfice pour les Parties Prenantes :** Un processus de validation bien structuré peut économiser des coûts et respecter les délais tout en répondant aux attentes des parties prenantes.
- **Exécution après la Vérification :** La validation intervient après la vérification pour s'assurer que le système fonctionne conformément aux attentes dans son environnement prévu.
- **Sauvegarde de Coûts et de Délais :** Un processus de validation efficace contribue à économiser des coûts et à respecter les échéances du projet.

Le Processus de Validation du système



Entrées du processus de validation

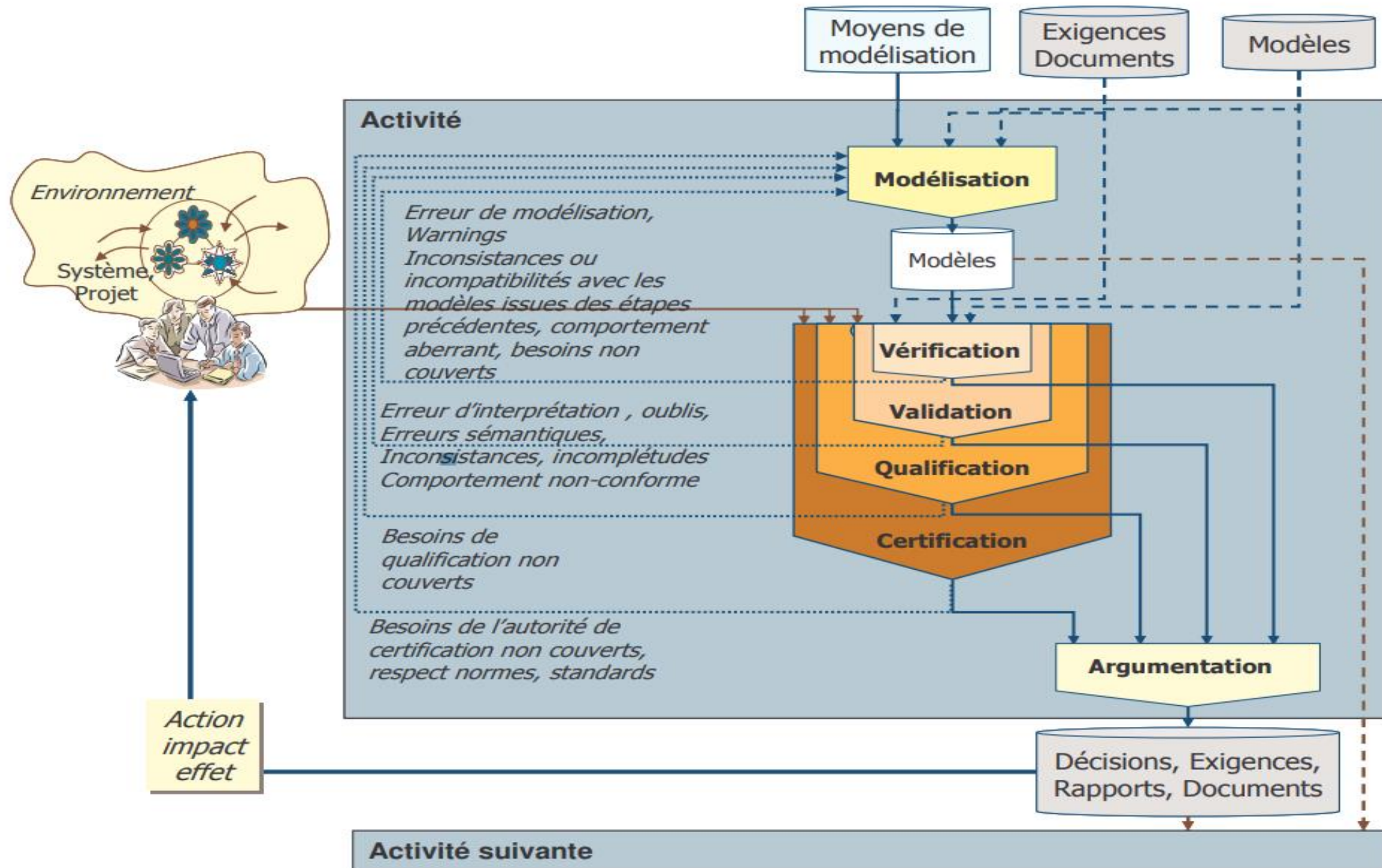
- **Système final à valider** : Il s'agit du système final qui doit être validé et qui a réussi avec succès le processus de vérification.
- **Plan de validation** : Ce plan aurait été élaboré dans le cadre du processus de planification technique et aurait été établi avant d'entrer dans ce processus.
- **Attentes des parties prenantes**:. Cela inclut les besoins, les objectifs, les concepts opérationnels de base ...

Les phases du processus de validation

- Le Processus de Validation du système démontre que le système final satisfait les attentes des parties prenantes (client et autres parties intéressées) dans les environnements opérationnels prévus, avec une validation effectuée par les opérateurs et/ou utilisateurs anticipés autant que possible.
- Les cinq étapes majeures du processus de validation sont les suivantes :
 1. **Préparation de la validation** : Planification des activités de validation.
 2. **Exécution de la validation planifiée (effectuer la validation)** : Mise en œuvre des activités de validation conformément au plan.
 3. **Analyse des résultats de la validation** : Évaluation des résultats de la validation.
 4. **Préparation d'un rapport de validation** : Documentation des conclusions et des résultats de la validation.
 5. **Définir les mécanismes de la validation** : Conservation des éléments générés pendant le processus de validation.

Résultats du processus de validation

- **Système final validé :**
 - Produit final ayant réussi la validation et prêt à être transféré vers la prochaine couche du produit ou au client.
- **Résultats de la validation du système :**
 - Résultats bruts de la réalisation des validations.
- **Rapport de validation du système :**
 - Document fournissant la preuve de la conformité du système aux attentes des parties prenantes validées pour le système à ce niveau.
 - Inclut toute non-conformité, anomalie ou autre action corrective entreprise.
 - Comprend des modèles de configuration, et d'autres documents générés lors des activités de validation



La qualification

- Parfois appelée recette, c'est la phase de test de la conformité aux besoins opérationnels définis par le client et les parties prenantes en phase d'analyse des besoins.

La certification

- Elle consiste à s'assurer que le système respecte une norme et peut servir de base à l'établissement d'un référentiel réutilisable et générique à un domaine. Cela sous-entend la nécessaire implication et la responsabilité d'un organisme tiers qui reconnaît la pertinence, la rigueur, l'intérêt du modèle et garantit ces qualités lors de sa diffusion.

Documents et Plans de Gestion

- Program or Project Management Plan (PMP).
- Systems Engineering Management Plan (SEMP).
- Master Integration Verification and Validation Plan (MIVVP).
- System Requirements Document or Specification (SRD/SRS).
- Requirements Verification Matrix (RVM).
- System Integration, Verification and Validation Plan (SIVVP).
- Verification Requirement Definition Sheet (VRDS).