



# Vérification & validation tout au long du développement (Exigences, architecture, intégration)

Fiche inter-GT

Cette fiche a pour objectif de présenter le besoin de V & V dans les activités de développement. Les bonnes pratiques et méthodes correspondantes sont traitées dans les fiches techniques des GT concernés.

## Définitions

**Validation** : Confirmation par des preuves tangibles que les exigences pour une utilisation spécifique ou une application prévues ont été satisfaites (ISO 9000.2000).

Dans le contexte du cycle de développement d'un système, la validation, d'un système, regroupe les activités qui assurent et qui construisent la confiance dans le système et dans son aptitude à satisfaire aux utilisations prévues, à atteindre les buts et les objectifs assignés (ISO 15288).

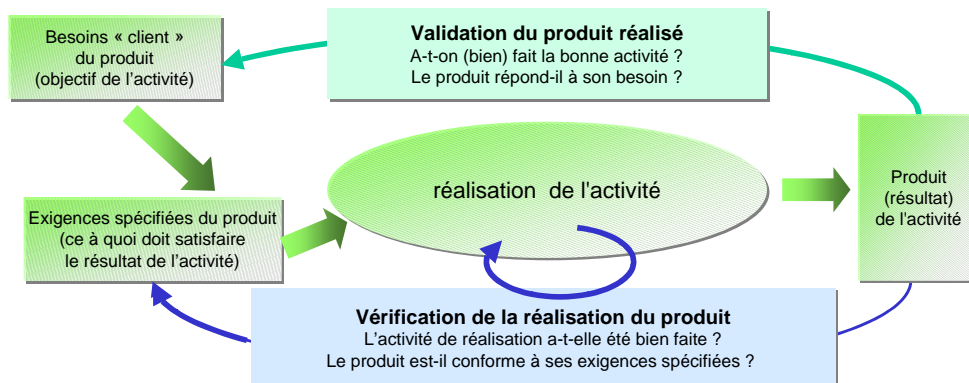
**Vérification** : Confirmation par des preuves tangibles que les exigences spécifiées ont été satisfaites (ISO 9000.2000).

Dans le contexte du cycle de développement d'un système, la vérification regroupe un ensemble d'activités qui comparent un produit du cycle de vie du système à ses propriétés exigées. Ces produits comprennent, entre autres, les spécifications, les descriptions de conception et le système lui-même (ISO 15288).

## V&V des activités techniques

Ainsi, comme l'indique la norme d'ingénierie système ISO 15288, la V&V (vérification et validation) va bien au-delà de la vérification et de la validation finale du système. Les corrections de défauts étant d'autant plus coûteuses que l'on avance dans la conception, on a tout intérêt à s'assurer au fur et à mesure que toutes les activités de développement sont bien faites et répondent à leurs objectifs.

Les activités de vérification et validation (V & V) concernent ainsi tous produits (document, matériel, logiciel...) des sous-processus, activités ou tâches techniques, y compris ceux des activités de V & V, intervenant dans les processus de développement d'un système.



**Les activités de vérification** ont pour but de s'assurer que l'activité a été bien faite, qu'elle a transformé ses entrées en produit sans introduire de défaut, que le produit résultant est bien conforme à ses exigences de réalisation dites *exigences spécifiées* dans la norme ISO 9000.2000 rappelée ci-dessus. Elles peuvent se faire au cours de l'activité, par exemple sur les états intermédiaires successifs du produit de l'activité, puis sur le produit final, en vérifiant sa conformité par rapport à ses exigences spécifiées. L'ensemble des vérifications des activités techniques d'IS assure que l'on progresse vers une *bonne définition* du système.

**Les activités de validation** ont pour but de montrer que l'activité répond à son objectif, que le produit résultant de l'activité répond au besoin pour lequel l'activité a été faite. Elles se font en vérifiant la conformité du produit de l'activité aux besoins du son « client » (conformité aux exigences qu'il a alloué au produit). L'ensemble des validations donne confiance en ce que l'on progresse vers la définition du *bon système*.

Remarque : l'activité de spécification des exigences spécifiées prenant en compte les besoins du client et les contraintes du réalisateur, dont l'état de l'art applicable, est elle-même justifiables de V & V : Il serait absurde de prendre une spécification non vérifiée et validée comme référentiel de réalisation et vérification du produit !

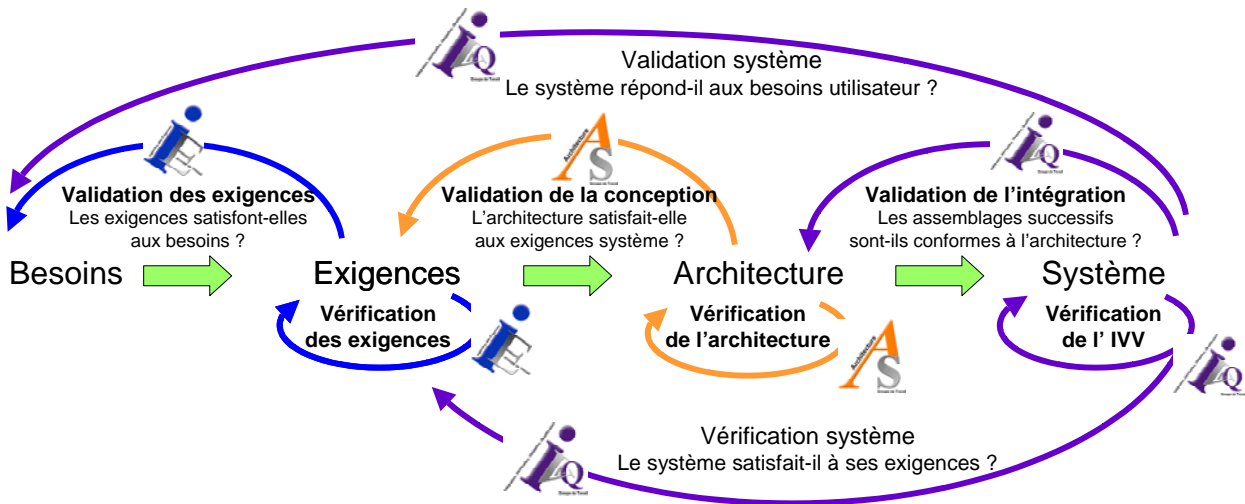


# Vérification & validation tout au long du développement (Exigences, architecture, intégration)

Fiche inter-GT

## V&V dans le cycle de développement

Le schéma suivant applique la vision générique du schéma de la page précédente à l'ensemble du cycle de développement, et met en évidence les domaines de V & V correspondant aux trois GT contributeurs à cette fiche.

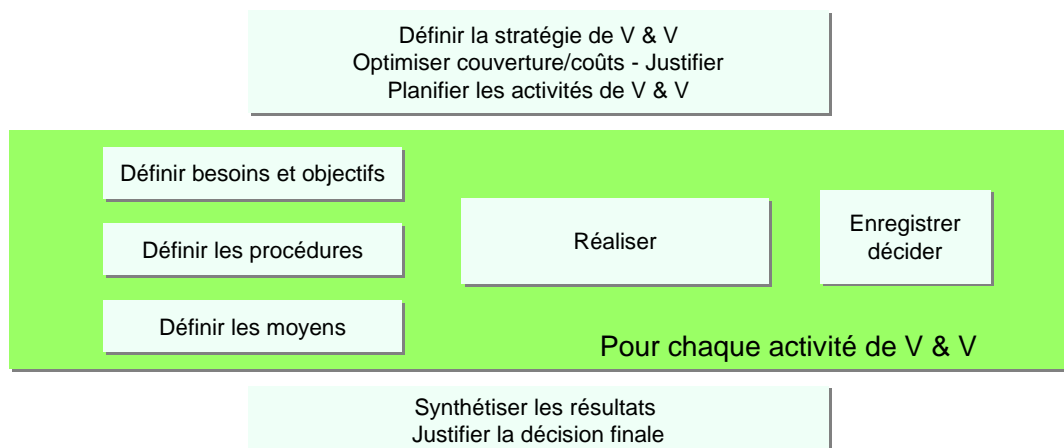


## Mise en œuvre des activités de V & V

Comme toute activité, les opérations de V & V sont planifiées et suivies : c'est le domaine du management technique qui définit la stratégie de V&V en justifiant sa pertinence (le juste nécessaire), qui en planifie les opérations et qui en assure le pilotage et le contrôle technique.

Le rôle du contrôle qualité consiste à vérifier que les opérations de V & V ont été dûment planifiées puis, tout au long du déroulement de l'activité, à s'assurer que les opérations de V & V sont exécutées en conformité au plan et contrôlées techniquement.

C'est ainsi, qu'on assure une base solide aux développements ultérieurs et que l'on construit progressivement **la preuve que le système a été bien fait ou bien défini** (vérifications) **et répond à son besoin** (validations). Ceci implique que la stratégie de V & V ait elle-même été définie et optimisée de manière pertinente et justifiée.

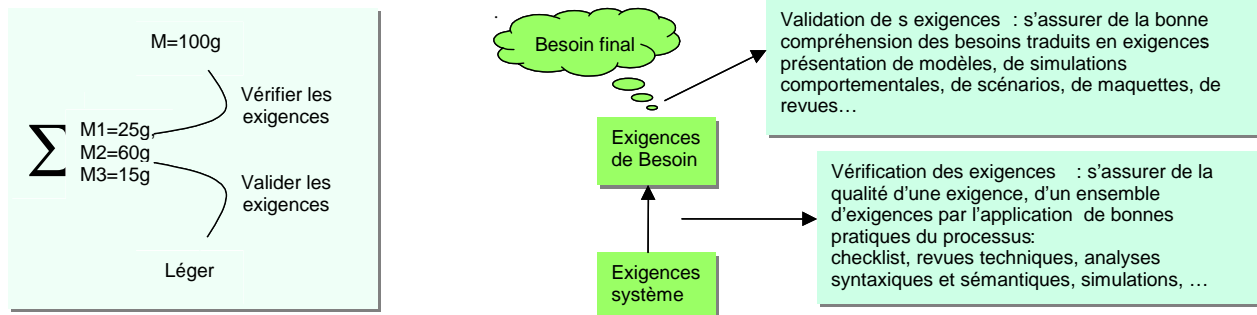




# Vérification & validation en ingénierie des exigences

Fiche inter-GT

## Vérification des exigences $\Leftrightarrow$ Validation des exigences



## Validation des exigences

La validation des exigences est une activité fondamentale qui commence au début d'un projet. Elle se poursuit tout au long du développement au fur et à mesure que se précise le produit final.

Cette activité est supportée par des moyens de simulation, maquetages, revues avec les parties prenantes, revues d'études de marché...

### Activités :

- ✓ Pour la maîtrise d'ouvrage : s'assurer que les exigences de besoins répondent correctement au besoin final des utilisateurs et autres parties prenantes associées (exploitants, soutien logistique, financeur, actionnaires, réglementation, environnement...).
- ✓ Pour la maîtrise d'œuvre : s'assurer que les exigences système répondent correctement au besoin final (maître d'ouvrage et autres parties prenantes)

### Ces activités sont assurées par les points suivants :

- Les clients et autres parties prenantes identifiés sont représentatifs
- Les scénarios d'emploi sont complets
- Les exigences répondent aux cibles du marché
- L'ergonomie du système futur correspond aux attentes des utilisateurs finaux
- Les exigences de besoin sont acceptées par le client et autres parties prenantes...

## Vérification d'une exigence / d'un ensemble d'exigences

La vérification des exigences est une activité qui est nécessaire tout au long du développement, à chaque évolution d'exigences, de solution ...

Cette activité est supportée par des moyens de modélisation, de revues, de check-lists, d'outils d'analyse syntaxique et sémantique, d'analyse de la traçabilité ...

### Activités liées à la vérification d'une exigence :

- ✓ Vérifier que les exigences sont identifiées, uniques et tracées
- ✓ S'assurer qu'une exigence porte sur le « quoi » et pas le « comment »
- ✓ Vérifier la compréhension des exigences : non ambiguïté, simplicité, concision, clarté...
- ✓ Vérifier la justification des exigences
- ✓ S'assurer que les exigences sont testables, mesurables ....
- ✓ S'assurer qu'une exigence est nécessaire : répond à un besoin
- ✓ S'assurer de la faisabilité d'une exigence : réalisable dans les contraintes de l'état de l'art, du projet et des moyens de l'entreprise

### Activités liées à la vérification d'un ensemble d'exigences :

- ✓ Contrôler l'absence d'incohérence entre exigences : pas d'exigences contradictoires
- ✓ Contrôler la complétude de l'ensemble d'exigences : pas d'exigences manquantes.



# Vérification & validation en conception architecturale du système

Fiche inter-GT

Dans le principe, une architecture se vérifie par rapport aux règles de conception architecturale du plan de conception et se valide par rapport au référentiel d'exigences et éventuellement aux architectures définies en amont (ainsi l'architecture physique doit être conforme à l'architecture fonctionnelle).

## ***V & V de l'architecture logique (fonctionnelle)***

**La vérification de l'architecture logique (fonctionnelle)** consiste à s'assurer que le processus d'analyse et de conception fonctionnelles est bien appliqué :

- Les règles de l'art sont respectées par exemple en matière de modularité de la décomposition (analysable sur les matrices de couplages), de traçabilité des exigences au fil des allocations, d'analyses des scénarios dans les différents modes de fonctionnements, de la sûreté de fonctionnement, etc.,
- Les spécifications des modules fonctionnels et interfaces comprennent bien les caractéristiques fonctionnelles allouées et présentent les qualités attendues de tout ensemble d'exigences, rigueur, cohérence, complétude, faisabilité, vérifiabilité, etc.,
- Les interactions inter-fonctionnelles sont dûment identifiées et caractérisées.

**La validation de l'architecture logique (fonctionnelle)** consiste à s'assurer de sa conformité au référentiel d'exigences.

- Cohérence, adéquation et complétude de l'architecture fonctionnelle.
- Conformité aux exigences système des fonctions opérationnelles avec leurs caractéristiques, dans tous les modes de fonctionnement pour toutes les phases de vie.
- Absence d'incompatibilité de l'architecture logique avec les exigences non directement associables à l'aspect fonctionnel du système (sûreté de fonctionnement, maintenabilité, évolutivité, ambiance, standards industriels, etc.,).

## ***V & V des architectures physiques (organiques)***

Les activités de vérification d'une architecture physique se font tout au long de leur conception, celles de validation sont réalisées sur les architectures physiques des différents constituants issus de sous-projets, d'abord sous forme préliminaire en descendant de l'architecture système vers celle des sous-systèmes et des constituants, puis sous forme finale en remontant à partir des constituants feuilles de l'arborescence, et *in fine* par le systémier sur l'architecture physique globale du système.

Pour chaque niveau de la stratification en blocs constitutifs (ou chaque sous-projet), on effectue :

- des **vérifications** concernant la bonne construction de l'architecture, notamment : adéquation, cohérence avec l'architecture logique (fonctionnelle), complétude via la traçabilité des exigences sur les constituants et interfaces, modularité, conformité comportementale, cohérence entre l'architecture des produits cibles et leurs processus de cycle de vie (aptitude au déploiement, au maintien en condition opérationnelle, au démantèlement), documentation des compromis et choix de conception, etc.,
- les **validations** des définitions d'interfaces et des constituants par rapport au référentiel des exigences.

## ***Justification des architectures***

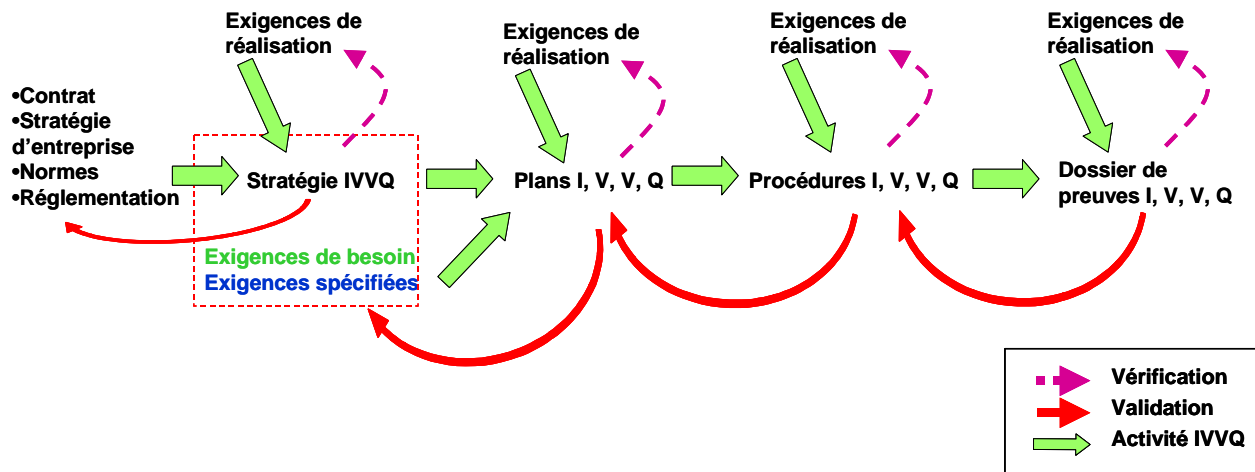
En plus du jugement porté sur les résultats des opérations de V & V proprement dites, on jugera de la pertinence des architectures à travers les justifications des décisions-clés de structuration et d'optimisation fonctionnelles et physique : justification des alternatives architecturales analysées, évaluation des solutions alternatives en tenant compte de tous les impacts sur la vie du système ainsi que de leurs risques et de leurs parades, enfin documentation des raisons des choix entre ces solutions.

# Vérification & validation en IVVQ

Fiche inter-GT

Les activités d'IVVQ font elles-mêmes l'objet de V&V : l'IVVQ a été bien faite (c'est la vérification) et répond à son besoin (c'est la validation). Les paragraphes qui suivent présentent cette V&V et son positionnement par rapport à la vérification et à la validation du système.

Les activités d'IVVQ tout au long du développement se déclinent en : établissement de la stratégie d'IVVQ, préparation de l'IVVQ et exécution.



**Les exigences de réalisation** des documents d'IVVQ sont constituées des règles de l'art, des règles d'élaboration, des guides de rédaction, des exigences contractuelles non techniques, etc.

**Les exigences de besoin** comprennent les besoins de l'utilisateur final ainsi que les besoins et contraintes issues des autres parties prenantes : réglementation/normalisation, stratégie d'entreprise,

**La vérification des documents IVVQ** consiste à s'assurer qu'ils existent et qu'ils sont conformes à leurs exigences de réalisation, notamment :

- La stratégie doit décrire les activités, les ressources humaines, logicielles et matérielles, les jalons et la répartition des activités du processus IVVQ. Elle résulte d'une recherche d'optimisation du rapport global couverture sur coûts pour satisfaire les objectifs et contraintes du produit, du projet, de l'entreprise et de la réglementation. Elle justifie ainsi les approches retenues, les activités clés à mener, leurs niveaux de résultats attendus ainsi que les impasses décidées et les risques acceptés.
- Les plans et programmes d'Intégration, de Vérification, de Validation et de Qualification doivent préciser les aspects organisation, méthodologie, moyens, description des activités, politique de non-régression, calendrier.
- Les procédures doivent référencer les exigences à tester et détailler les configurations applicables du produit et des moyens d'IVVQ, la qualification des personnels, les modes opératoires, les critères d'acceptation, les durées, etc.
- Les dossiers de preuves doivent rassembler les configurations appliquées, les procédures appliquées, les résultats de test, les conclusions, les faits techniques, les dates et durées, etc.

Ces vérifications sont réalisées par des revues de pairs ou des audits qualité.

**La validation d'un document IVVQ** consiste à s'assurer que ce document satisfait au besoin exprimé par le document parent auquel il répond, notamment en terme de conformité aux objectifs, de complétude, de faisabilité, d'optimisation. Le document parent doit préciser l'allocation des besoins sur les différents documents contributeurs.

## Rappel des enjeux des activités d'IVVQ du système :

### Intégration :

- Mettre à disposition le système construit à partir des blocs élémentaires, dans un état permettant de dérouler les procédures de Vérification Système.
- Adapter l'effort aux caractéristiques du système et aux exigences du projet.

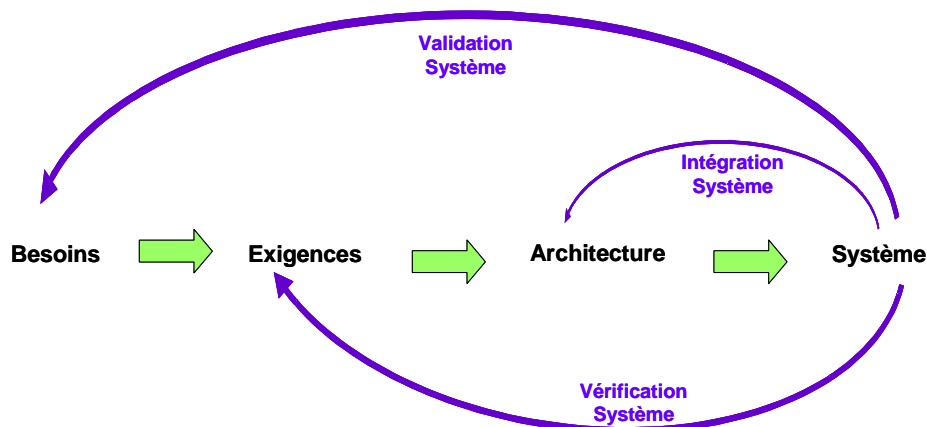
### Vérification :

- Constituer un dossier de preuves de satisfaction des exigences spécifiées permettant de présenter le système en validation avec un niveau de risque projet accepté.
- Obtenir un système conforme aux spécifications.

### Validation :

- Obtenir le système dans un état permettant sa réception par l'acquéreur.
- Constituer le dossier de preuves de satisfaction du besoin exprimé par l'acquéreur.

La figure ci-dessous positionne ces processus dans le schéma du cycle de développement du système :



Ces processus s'appliquent aux différents niveaux de décomposition du système et in fine au système lui-même. Dans le cas d'un constituant, sa vérification a pour référentiel les exigences définies par son développeur tandis que sa validation a pour référentiel les exigences allouées par son « client »

**Les produits contributeurs** (documentation et moyens de conception, d'essais, de production, de formation, d'installation, d'exploitation, de maintenance, etc.) doivent eux-mêmes faire l'objet d'Intégration, de Vérification et de Validation.

## Éléments de stratégie IVVQ :

Les preuves de vérification ou de validation du système peuvent s'acquérir progressivement à tout niveau du système.

Les preuves de vérification ou de validation peuvent s'acquérir sur un ou plusieurs prototypes et/ou exemplaires de série d'un constituant ou du système.

Les activités d'IVVQ sont supportées par des méthodes et des moyens : d'inspection (dont les revues avec les parties prenantes), d'analyse et de simulation, de similarité et de justification par l'usage, de maquettage et de prototype, d'essais produits.