

Partiel ENSTA SYS2 2021

Questions sur 2 :

- 2 si la majorité des mots clés (ou des mots clés voisins) est présente dans la réponse ; ou si la réponse montre globalement que l'élève a bien compris
- 1 si peu de mots clés (ou des mots clés voisins) sont présents dans la réponse ou si la réponse comporte des imprécisions / approximations
- 0 si aucun mot clé ou si la réponse est complètement fausse ou hors sujet

Questions sur 10 :

- 2 pour la forme/orthographe
- 8 pour le fond

→ 5 pour notions en gras (ou notions voisines) : tout dépend si la réponse montre globalement que l'élève a bien compris et a su restituer ses connaissances du cours dans le contexte de la question

→ 3 pour qualité de la réflexion / maturité / ouverture : sanctionne la capacité à prendre du recul et l'appropriation profonde des notions du cours par l'élève

Questions de cours (sur 2)

1) **Que sont les exigences et quel est leur rôle dans la relation MOA/MOE?**

Une exigence est un **énoncé prescrivant une fonction, une aptitude, une caractéristique, une limitation à laquelle doit satisfaire un produit.**

Les exigences peuvent exprimer un **besoin ou contrainte de toute nature** : technique, financière, opérationnelle, temporelle, etc.

Les exigences peuvent être **décrites dans toutes sortes de langages** : courant, mathématique, formel, etc.

Chaque exigence, à titre individuel, doit posséder des **caractéristiques de qualité**, parmi lesquelles on peut citer :

- Unicité : une exigence ne traite que d'un sujet
- Précision : rigueur dans l'expression
- Non ambiguïté : ne permet qu'une seule interprétation
- *Pure prescription : porte que le Quoi? Et non sur le Comment?*
- Vérifiabilité, testabilité : à toute exigence peut être associée une méthode permettant la vérification de son obtention
- *Faisabilité : peut être satisfaite avec l'état de l'art technologique*
- Réalisme : peut être satisfaite dans les contraintes du projet

Prises dans leur ensemble, le référentiel d'exigences se doit d'être **cohérent et complet.**

Les exigences permettent de **capturer l'expression de besoin de la maîtrise d'ouvrage (MOA)**, dans un format rigoureux.

Contrairement au cahier des charges du MOA, le référentiel d'exigences se doit d'être complet et cohérent pour permettre à la maîtrise d'œuvre (MOE) de **s'engager et d'amorcer la conception du produit répondant à ces exigences.** Au titre de **l'ingénierie du besoin** et de la relation MOA-MOE, il est primordial pour le MOE de « questionner / d'accompagner » toutes les parties prenantes de la MOA pour « capturer » leurs besoins (y-c en cherchant à capturer les besoins non perçus a priori par le MOA dans son cahier des charges). L'ingénierie du besoin et la capture des exigences sont une étape cruciale lors de laquelle la **réussite ou l'échec du projet se joue.**

2) **Quelles sont les composantes de la sûreté de fonctionnement et en quoi sont-elles liées les unes aux autres?**

La sûreté de fonctionnement est articulée autour des composantes suivantes :

- **Fiabilité de base (Basic reliability)** : Aptitude d'un système à fonctionner, dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné, appelé Mean Time Between Failure (MTBF).

- **Fiabilité de mission (Operational reliability)** : Aptitude d'un système à réaliser une mission, dans des conditions données, même si certains constituants sont en panne.
- **Disponibilité (Availability)** : Aptitude d'un système à être en état de marche à un instant donné. Par ex, l'obligation de période de maintenance entraînant un arrêt de service contribue à la non disponibilité.
- **Maintenabilité (Maintainability)** : Aptitude d'un système à être maintenu ou remis en état de fonctionnement. On parle de Mean Time To Repair (MTTR).
- **Sûreté (Safety)** : Aptitude d'un système à ne pas conduire à des accidents inacceptables.
- **Survivabilité (Survivability)** : Aptitude d'un système à survivre dans un environnement hostile naturel (ex. foudre) ou agression volontaire (avions militaires).
- **Sécurité des Systèmes d'Information (Information System Security)** : Aptitude d'un système à résister à une attaque de type informatique. Réglementation émergente dans le monde embarqué.

Ces composantes ne sont pas indépendantes et font l'objet d'une recherche de **compromis** particulièrement dimensionnants dans la conception des systèmes. Dans certains cas de figure, certaines composantes peuvent motiver des solutions techniques similaires. Dans d'autres cas au contraire, les solutions techniques seront le fruit d'un compromis entre les différentes composantes.

Exemples de compromis **(au moins un au choix)** :

- **Fiabilité de base Vs Fiabilité de mission**
- **Sûreté Vs Survivabilité**
- **Survivabilité Vs Maintenabilité**

3) Qu'est-ce que la gestion de configuration et comment intervient-elle dans le cycle en V?

La Gestion de configuration est **une composante de la Gestion de Projet**.

Gérer un produit en configuration consiste en :

- **L'identification de tous les éléments** qui le constituent (articles de configuration) et de leur état de maturité dans le développement (version)
- **L'identification et l'enregistrement des ensembles d'états cohérents** (Baseline, Standard)
- **La maîtrise des évolutions et des corrections et de leurs impacts**

La gestion de configuration s'applique sur

- **Les matériels** (cartes, faisceaux, etc.)
- **Les logiciels**
- **La documentation** (spécifications, documents utilisateurs, doc de montage, formations, etc.)

En particulier, dans le contexte de la validation (ou IVV ou remontée du V) la gestion de configuration intervient

- En amont, car elle permet de **cadre les activités de validation à mener**. La gestion de configuration permet de connaître l'état des sous-systèmes, de configurer les moyens d'essais (modèles, bancs, etc.), d'identifier les essais qui sont pertinents (disponibilités des fonctionnalités, compatibilités entre sous-systèmes, recherche de régression, etc.)
- En aval, car **l'identification de défauts pendant les activités de validation vont conduire à des reprises du système** qui peuvent aller jusqu'au plus haut niveau de la définition. En effet, les défauts identifiés peuvent conduire à :
 - une reprise de l'implémentation □ modification du software, du hardware, des câblages et donc des spécifications associées et des plans de tests unitaires, ce qui induit pour ces articles de configuration un nouveau versionnement ;
 - une reprise de la définition détaillée (et donc de l'implémentation) □ modification de la définition des interfaces, des spécifications, des architectures et des plans de validation système, ce qui induit pour ces articles de configuration un nouveau versionnement ;
 - une reprise du besoin client (et donc de la définition et de l'implémentation). En effet, les essais peuvent mettre en évidence que les fonctions, telles qu'elles sont implémentées, ne sont pas faciles à mettre en œuvre selon l'utilisation qui en sera faite □ modification des

spécifications de besoin, voire du cahier des charges et donc des plans validation fonctionnels ce qui induit pour ces articles de configuration un nouveau versionnement.

Grâce à ces activités de gestion de configuration, les parties prenantes sont en mesure d'identifier, à chaque étape du développement, les ensembles cohérents de matériels et logiciels qui arrivent en validation, ainsi que la documentation applicable pour ces matériels et logiciels. Cette identification permettra de faire évoluer le développement pour atteindre le niveau correspondant à la demande du client.

4) **Citez des exemples de comportements émergents indésirables d'un système, et expliquez en quoi l'ingénierie système peut nous aider à les éviter.**

Les comportements émergents indésirables d'un système résultent des interactions entre les constituants de ce système, conduisant à un comportement global non prévu. L'art de l'IS est d'obtenir, du fait des interactions, les comportements synergiques recherchés tout en maintenant les comportements émergents non intentionnels dans des limites acceptables.

Exemples de comportements émergents (tout autre exemple pertinent est éligible, les deux exemples ci-dessous sont fournis à titre illustratif):

- **L'effet « d'accordéon » des robots en file indienne**

- **Des transitoires sur les différents maillons de la boucle d'alimentation d'un réacteur en carburant (génération électrique, pompe à carburant, moteur)**

L'ingénierie système nous apporte une aide pour les éviter :

- Grâce à un **référentiel d'exigences** rigoureux qui spécifie ce que le système doit faire ainsi que chacun de ses constituants,

- Grâce à une **connaissance des interfaces** entre les constituants du système,

- Grâce à une démarche itérative d'ingénierie système exigences-architecture-interfaces-dimensionnement à laquelle la gestion de projet adosse des jalons formels de revue et **passage de jalons**.

La constitution d'une baseline de gestion de configuration requiert d'avoir procédé aux revues et vérifications amonts nécessaires pour passer les jalons,

- Grâce au processus intégral de la **sûreté de fonctionnement** qui nous oblige à nous poser des questions et à rechercher les modes dysfonctionnels de notre système afin d'en réduire la probabilité d'occurrence.

5) **Selon-vous, l'ingénierie système est-elle une démarche à appliquer uniformément ou une boîte à outils adaptable, et pour quelles raisons?**

L'ingénierie système est une **boîte à outils adaptable**, qui doit être appliquée sur mesure **pour les besoins de chaque projet**.

L'IS est une **démarche méthodologique générale, potentiellement applicable à l'ensemble du cycle en V**, qui englobe l'ensemble des activités adéquates pour concevoir, faire évoluer et vérifier un système apportant une solution économique et performante aux besoins d'un client tout en satisfaisant l'ensemble des parties prenantes. L'IS permet d'obtenir, du fait des interactions entre constituants, les comportements synergiques recherchés tout en maîtrisant les comportements non intentionnels.

Il est **possible d'appliquer partiellement l'IS** et ses outils en fonction de la nature du projet :

- Par exemple, si on se limite au développement d'une simulation amont, sans industrialisation et sans sous-traitance à des fournisseurs, on peut se limiter à l'ingénierie du besoin et à l'analyse fonctionnelle.
- Ou lorsque le projet en lui-même se limite à l'étape d'ingénierie du besoin (exemple : négociation des objectifs techniques d'un standard d'avion de combat, ingénierie du besoin qui peut durer un an).

Appliquer l'IS de façon dogmatique sur un projet dans discernement, c'est prendre le risque d'alourdir inutilement le projet (**impact coût et délai**) avec des activités qui ne sont pas indispensables pour le projet

considéré. C'est aussi prendre le risque d'un **manque d'adhésion des participants** du projet à la démarche d'ingénierie système proposée.

Cependant, pour concevoir, développer et qualifier un système complet et complexe tel qu'un avion, il est déconseillé de faire l'impasse sur certaines activités de l'IS. Sinon, c'est prendre le risque de concevoir un produit:

- Qui ne répond pas au besoin du client si on fait l'impasse ou si on bâcle **l'ingénierie du besoin**.
- Qui introduira des besoins non requis, ou qui oubliera certains besoins du client, si on fait l'impasse ou si on bâcle **l'analyse fonctionnelle FAST**.
- Qui échouera à répondre aux **exigences de performance** / temps de traversée, si on omet de réaliser les **logigrammes fonctionnels**
- Qui présente des erreurs de conception qu'il faudra reprendre. Par exemple, des erreurs de dimensionnement si on omet de réaliser les **analyses de dimensionnement** charge calcul, mémoire et bus, des erreurs de conception affectant la sûreté de fonctionnement ou la fiabilité / disponibilité de mission si on omet d'analyser les **arbres de défaillance du système**.

Questions d'ouverture (sur 10)

1) Concevoir un système, c'est notamment faire des choix et des compromis. Selon-vous, en quoi l'ingénierie système nous aide-t-elle dans cette tâche?

Vous expliquerez au préalable dans votre réponse, ce qui de votre point de vue, nécessite de faire des compromis dans la conception d'un système.

La conception de systèmes fait partie des finalités du métier d'ingénieur, et l'art de l'ingénieur est notamment de parvenir à des choix et des compromis techniques pertinents.

Un système réussi est un système qui **répond aux besoins des parties prenantes** de la MOA tout en étant conçu, développé, validé et qualifié dans les **contraintes de coût et délai imposées par le programme**.

Pour parvenir à satisfaire l'ensemble des parties prenantes, de nombreux compromis doivent être réalisés.

Cela commence par s'assurer de la **faisabilité** du besoin et de l'adéquation entre le besoin et les différentes contraintes du projet.

Cela passe par la définition des **« grands compromis » ou « grands équilibres »** relatifs au concept du produit « boîte noire » : par exemple, veut-on un avion furtif de supériorité aérienne au détriment de sa capacité d'emport d'armement et de capteurs ? Veut-on un avion omnirôle ou un avion spécialisé dans un rôle particulier (ex défense aérienne) ?

Une fois ces grands équilibres définis, des choix de **solutions techniques** doivent être faits aux **différents niveaux de granularité** de l'architecture du système et nécessitent là encore l'atteinte de compromis techniques et industriels : par exemple le choix d'une architecture de conditionnement, le choix d'implémenter telle fonction dans tel ou tel équipement en fonction de contraintes de répartition industrielle.

L'ingénierie système nous aide dans cette tâche :

- **L'ingénierie du besoin** nous aide à capturer le besoin des parties prenantes de manière non-ambiguë, cohérente et complète. C'est le point de départ pour réaliser des analyses de compromis pour vérifier notamment la faisabilité du projet.
- Elle nous permet de **capturer le résultat des compromis** sous la **forme d'exigences** cohérentes entre elles, précises et rigoureuses. Ces exigences seront une entrée des travaux de conception.
- Les **études de dimensionnement**, telle que l'étude de dimensionnement de la charge des réseaux numériques, permettent d'atteindre des compromis en termes d'optimisation des informations échangées, de choix de technologie et d'architecture réseau.
- Les **interfaces** et les **logigrammes ou chaînes fonctionnelles** projetées, nous permettent d'étudier la projection des fonctions sur les constituants du système et d'évaluer les temps de traversée globaux des chaînes traversantes (par exemple pour atteindre une **performance** demandée « end-to-end » telle que la latence de pilotage d'une ligne de visée de capteur depuis le cockpit). Ces chaînes fonctionnelles nous permettent de réaliser des compromis en termes d'**allocation** de temps de traversée sur les constituants

intervenant dans la chaîne, ce qui a une influence directe sur les contraintes qui leur sont imposées (par exemple en termes de puissance de calcul, de fréquence d'exécution des calculs etc).

- Le processus intégral de **sûreté de fonctionnement** contribue à l'analyse des compromis entre les différentes composantes de la sûreté de fonctionnement (fiabilité de base / fiabilité de mission, sûreté / survivabilité, survivabilité / maintenabilité, ...). Tout au long des activités de conception, la préoccupation permanente de concevoir un système sûr conduit à réfléchir aux solutions techniques permettant d'atteindre les objectifs safety : choix de patterns d'architecture avec des **chaînes dissimilaires** normale / backup, choix de **redondance** d'équipements, choix d'implémenter des fonctions de vote, de **surveillance**, choix de s'appuyer ou pas sur l'équipage pour assurer la sécurité en cas de panne. Tous ces choix relèvent de compromis techniques, industriels, coût et délai. Les répercussions de ces choix concernent la masse, la complexité, la consommation d'énergie, le coût, l'encombrement au niveau de l'avion. Ces choix impactent aussi directement les spécifications des constituants du système.

- Enfin, la **gestion de configuration** (discipline de gestion de projet), permet de **maîtriser les états cohérents du système vis-à-vis des différents compromis trouvés**.

2) La capacité à développer des systèmes en coopération internationale (ex : européenne) représente un défi humain et méthodologique. Comment imaginez-vous l'application d'une démarche d'ingénierie système dans un contexte de coopération avec de multiples parties prenantes, et en quoi l'ingénierie système peut, selon-vous, influencer sur la réussite du projet? ****Vous expliquerez notamment les enjeux et challenges auxquels on peut s'attendre, et comment l'IS peut nous aider à y répondre. Vous développerez vos arguments en considérant les différentes étapes du cycle en V, les parties prenantes etc.****

Concevoir un système en coopération internationale implique de faire travailler ensemble des **parties prenantes très différentes**. Les différences culturelles peuvent a priori exacerber les difficultés à se comprendre et à travailler ensemble.

Si l'on considère les différentes parties prenantes et les différentes étapes du cycle en V, on peut s'attendre notamment aux challenges suivants. Pour chaque challenge, on explique en quoi l'ingénierie système contribue à surmonter les difficultés rencontrées.

Analyse du besoin :

- La réconciliation des besoins de **clients étatiques de différentes nations** (exemple d'un programme de défense européen), chaque nation ayant des besoins opérationnels qui peuvent être différents voire incompatibles :

→ L'ingénierie système apporte une démarche d'ingénierie du besoin permettant à la MOE d'itérer avec les différents clients et de formaliser le résultat sous forme d'un **référentiel d'exigences cohérent et complet**. La **contractualisation MOA/MOE** sur la base de ce référentiel d'exigences permet de sécuriser le projet. La **gestion de configuration** documentaire est en support de ces activités, et permet à toutes les parties prenantes de partager une même connaissance du projet. La démarche d'ingénierie du besoin est couramment répandue et les bonnes pratiques associées sont documentées et promues par des **organismes / standards internationaux** (exemple : INCOSE).

- Le choix d'une base de navigabilité, c'est-à-dire la réglementation à respecter et à appliquer pour **concevoir le produit et le certifier** (lorsqu'il s'agit d'un aéronef). Là encore, les particularités nationales peuvent conduire à préconiser des **bases réglementaires** différentes.

→ Là aussi, la démarche d'ingénierie du besoin permet **d'itérer** avec les autorités des différentes nations pour converger vers un choix qui sera formalisé par des exigences.

Ingénierie du produit :

- Réaliser des compromis techniques, les justifier, les documenter, les appliquer en coopération.

→ La démarche d'ingénierie système, dont les pratiques sont connues et normalisées internationalement, contribue à l'accomplissement des travaux de « trade-off » techniques permettant d'aboutir à des compromis en coopération. Les résultats de ces trade-offs sont gérés en configuration dans les **index documentaires partagés**.

- Se répartir le travail, travailler à plusieurs sans être tous localisés au même endroit géographique, et malgré tout parvenir à concevoir un système cohérent.

→ La démarche d'ingénierie système permet grâce aux **exigences** et aux **interfaces**, de formaliser clairement les attendus de chaque constituant du système ainsi que ses interactions avec les autres constituants. La démarche de **sûreté de fonctionnement** permet d'allouer des exigences (niveau de développement de logiciel, MTBF d'équipement) à chaque constituant de façon à assurer la sûreté de fonctionnement du système intégré. La traçabilité des exigences et des fonctions permet de s'assurer qu'aucun besoin n'a été oublié au cours de la descente du « V ». Tout ceci contribue à permettre une **organisation du travail collaboratif malgré l'éloignement géographique potentiel**.

→ La démarche d'ingénierie système donne sa pleine mesure lorsqu'elle est menée à l'aide d'outils d'ingénierie système. Ces **outils, partagés entre tous les acteurs du projet**, et adossés à un processus (« **engineering procedures** »), contribuent à cadrer et normaliser les travaux de chacun sur le projet, à procéder à des revues et des vérifications outillées en conception. Ces outils « PLM » offrent à tous une vision globale du produit en cours de conception (exigences, fonctions, constituants, interfaces...). La démarche adossée à un processus outillé contribue ainsi à **homogénéiser les travaux de chacun au sein du projet**.

IVVO :

→ La démarche d'ingénierie système permet, grâce notamment à la **traçabilité entre essais et exigences**, d'apporter les **preuves aux différentes parties prenantes** concernant le bon fonctionnement du produit, sa conformité aux exigences de départ, sa conformité aux exigences réglementaires.

→ La **formalisation des produits de l'ingénierie système** (exigences, fonctions, interfaces et les documentations associées dans le référentiel) est essentielle pour **attester de la conformité** du processus de conception aux exigences en termes d'assurance qualité.

3) L'art de l'ingénieur système est, entre-autres, de savoir décomposer récursivement un problème complexe en problèmes élémentaires plus faciles à résoudre, tout en s'assurant de la cohérence de l'ensemble (par exemple, le respect d'un temps de réponse aux bornes du système). Selon-vous, en quoi la démarche d'ingénierie système contribue-t-elle à ces objectifs et quel est le critère d'arrêt de cette récursivité?

Vous vous appuyerez notamment sur l'articulation des différentes activités d'IS et sur les différents objets/concepts de l'IS pour développer votre propos. N'oubliez pas de considérer les rôles de MOA/MOE concernant le critère d'arrêt de la récursivité.

Un projet d'ingénierie système commence par la **contractualisation entre MOA et MOE** sur la base d'un cahier des charges exprimé sous forme d'un référentiel d'exigences sur lequel le MOE s'engage pour développer le produit selon les contraintes calendaires, budgétaires, réglementaires prévues.

Le MOE conduit alors la démarche d'ingénierie système sur le **système boîte noire** :

- **Analyse opérationnelle** : le système et ses parties prenantes, les « use cases » ou « cas d'utilisation » du système dans son environnement,

- **Analyse fonctionnelle** et **architecture système** :

- décomposer et organiser ce que doit faire le système sous forme d'une décomposition en fonctions (**diagramme FAST**) aux bornes du système « boîte noire »

- spécifier ce que doivent faire ces fonctions via des **exigences**

- décomposer et organiser le système « boîte noire » en **sous-systèmes** de premier rang

- décomposer les fonctions du système « boîte noire » en sous-fonctions allouables aux sous-systèmes

- projeter les fonctions sur les sous-systèmes (**logigrammes ou chaînes fonctionnelles**), et identifier les **besoins d'interfaces fonctionnelles** entre sous-systèmes

- mener des analyses de **dimensionnement** et de **sûreté de fonctionnement** pour faire des **compromis** de répartition entre sous-systèmes et pour établir les contraintes à respecter par chaque sous-système afin d'assurer la **cohérence globale** (c-a-d la finalité, le **service qui sera rendu par le système « boîte noire » grâce à la synergie, à l'interaction de ses sous-systèmes**)

- spécifier ce que doivent faire les sous-fonctions via des exigences

Ces activités, structurées par « exigences – fonctions – interfaces – architecture – dimensionnement – sûreté de fonctionnement » **permettent au MOE du système « boîte noire » d'établir un cahier des charges**

alloué à chaque sous-système du système « boîte noire », tout en assurant la cohérence et la traçabilité avec les exigences aux bornes du système « boîte noire ».

En réalité, **l'IS est une démarche « récursive » en ce sens que la démarche décrite précédemment est appliquée par le MOE à chaque sous-système jusqu'à un critère d'arrêt qui correspond à l'atteinte d'un niveau de décomposition en constituants permettant de contractualiser avec des fournisseurs.**

Autrement dit, le critère d'arrêt consiste, pour chaque sous-système de l'architecture, à poursuivre la décomposition en constituants matériels et/ou logiciels que le MOE principal pourra faire concevoir et réaliser par un autre industriel. **Ce critère d'arrêt dépend de chaque projet, et de chaque sous-système : les choix du projet peuvent conduire à sous-traiter des grains plus ou moins macroscopiques.**

Une fois le critère d'arrêt atteint, **le MOE devient MOA vis-à-vis du fournisseur du constituant considéré.** Le **fournisseur devient quant à lui MOE** et est censé **conduire à son tour une démarche d'ingénierie système** pour concevoir et développer le constituant qui lui est confié, dans le respect des exigences du MOA.

Ceci constitue donc une autre explication du caractère récursif de l'IS.

Par ailleurs, et de manière récursive, lorsque l'on spécifie un constituant (un logiciel ou un matériel, ou les deux) à un fournisseur il faut impérativement **penser aux moyens de valider les constituants spécifiés.** Prévoir les moyens et protocoles de validation des constituants du système est donc une préoccupation à avoir pendant la conception. On ne peut pas intégrer dans un avion un constituant dont on ne sait pas valider la conformité à ses spécifications. C'est d'autant plus primordial lorsque l'on parle de **sûreté de fonctionnement.**

A chaque niveau de conception caractérisé par des exigences, correspond un niveau de validation consistant à s'assurer que les exigences sont satisfaites. Sachant que le niveau ultime de validation est la qualification du système qui sanctionne la satisfaction du besoin client, l'utilisabilité du système entre les mains de ses utilisateurs, ainsi que la certification du système c'est-à-dire pour un avion la satisfaction de la réglementation qui l'autorise à voler ou non. Pour parvenir à ce niveau ultime, il est nécessaire de valider à **différents niveaux de granularité du système** et à **différents moments du cycle en V.**

En effet, plus un problème est détecté tard dans le cycle en V et plus il est coûteux et long à corriger.

De ce fait, les industriels et notamment les avionneurs tels que DASSAULT AVIATION, améliorent leurs processus d'IS pour réaliser autant que possible des étapes de « vérification en amont », c'est-à-dire dès les activités de conception. Cela est rendu possible par exemple, grâce à l'utilisation d'outils d'ingénierie et de moyens d'expression de spécifications formelles qui sont testables. Par exemple, des outils tels que Matlab, Simulink ou SCADE permettent d'écrire une spécification sous forme de modèles formels qu'il est possible de tester. Par ailleurs, les cas de tests utilisés lors de la conception sont bien souvent réutilisables pour les étapes ultérieures du cycle en V, par exemple pour repasser ces mêmes cas tests aux bornes du constituant réalisé à partir de la spécification.