

Chapitre 4 – Le modèle CMMI-DEV

• A- Introduction

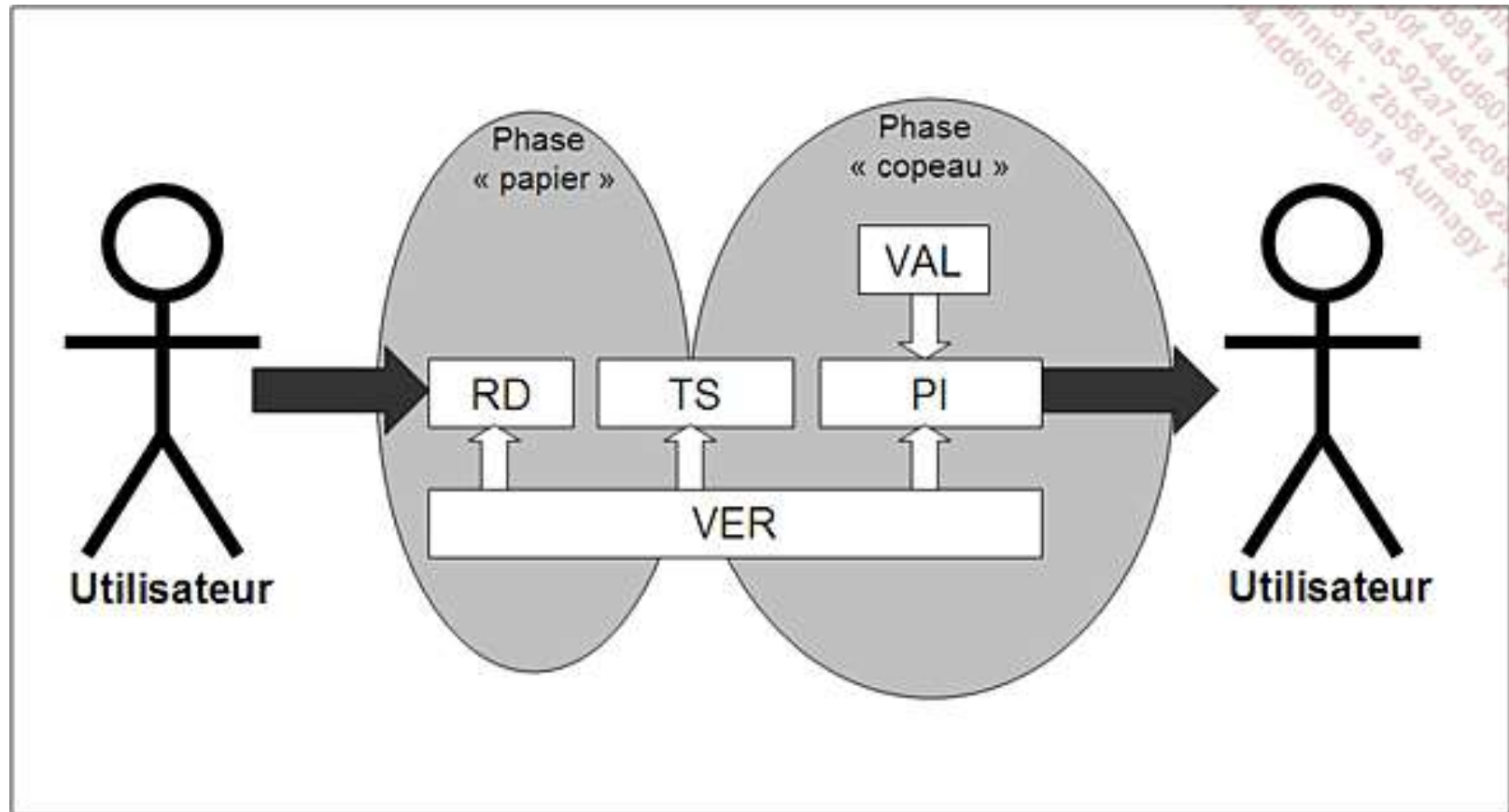
De même qu'une constellation d'étoiles désigne un groupe d'astres bien identifiés, une constellation CMMI regroupe, autour d'un modèle donné, tous les éléments s'y rapportant, tels que, par exemple, des supports de formation ou des éléments relatifs à l'évaluation ou la mise en œuvre particulière du modèle. À ce jour, il existe trois constellations respectivement relatives aux modèles ; CMMI-DEV, CMMI-SVC et CMMI-ACQ.

Le CMMI-DEV : l'ingénierie représente le cœur de tout développement. Sans elle, pas de produit, pas de solution. Le modèle CMMI-DEV utilise à très juste titre le mot solution pour désigner le domaine de processus où sont regroupées les pratiques de conception et de réalisation d'un produit.

Le CMMI propose cinq domaines de processus pour couvrir ce cycle :

- Développement des exigences (RD).
- Solution Technique (TS).
- Intégration du Produit (PI).
- Vérification (VER).
- Validation (VAL).

L'interaction des domaines de processus d'ingénierie est illustrée par la figure ci-dessous :



Dans la figure ci-dessus, la phase papier porte sur la partie du projet pendant laquelle les éléments réalisés ne consistent qu'en de la documentation ; que ce soient des spécifications d'exigences ou de conception.

- **B- Développement des exigences (RD)**

Requirements Development

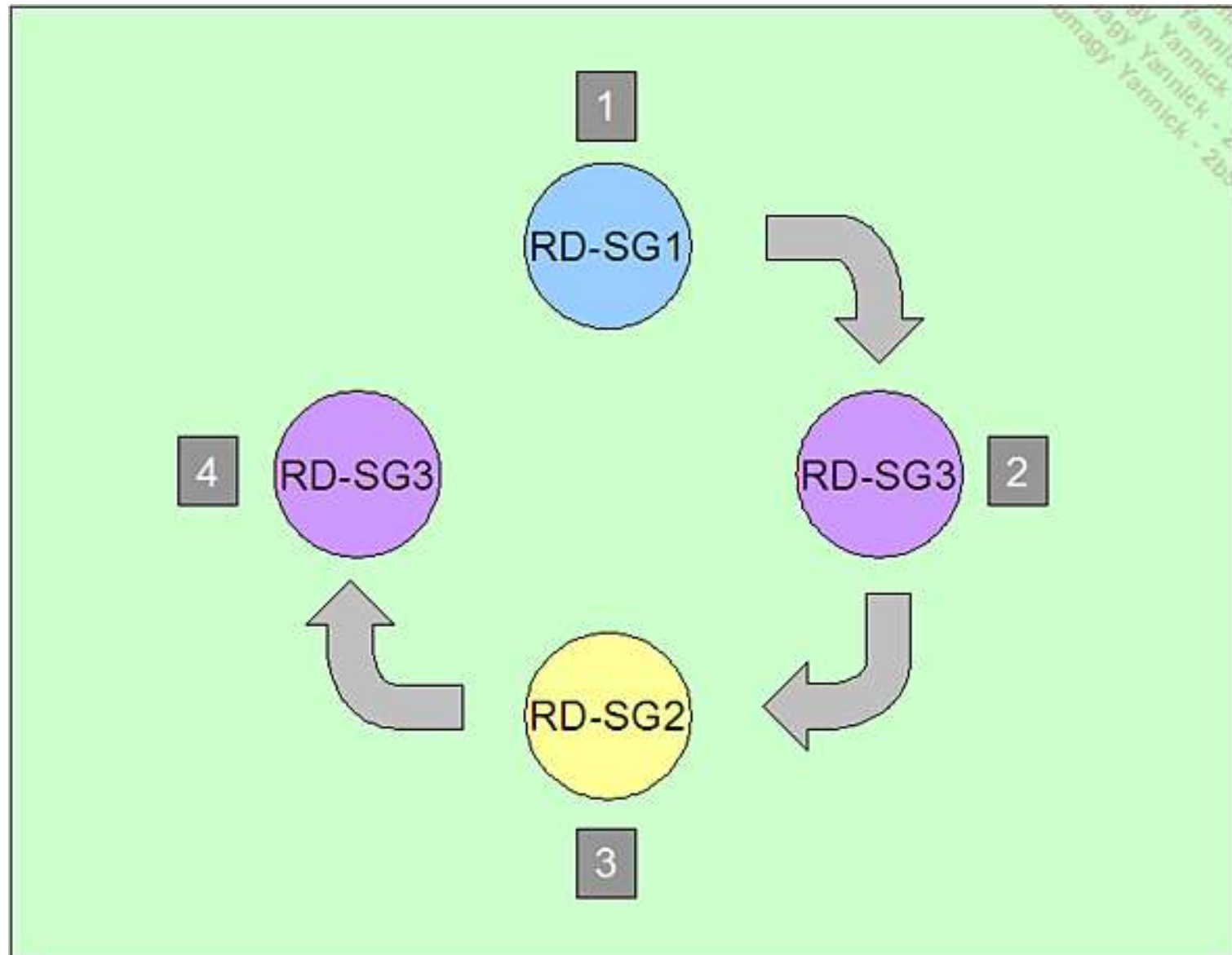
- **Objectifs**

Le domaine de processus RD a pour objet la définition des exigences. Cette activité de définition des exigences est critique pour le succès du projet, puisque c'est elle qui pose le problème auquel apporter une solution. Tout le monde se souvient qu'un problème bien posé est à moitié résolu. Pour ce faire, RD est structuré autour de trois objectifs spécifiques.

Le premier objectif spécifique (RD-SG1) vise à définir les exigences émises par le client.

Le deuxième objectif spécifique (RD-SG2) s'adresse à la transposition des exigences exprimées par le « client » en exigences que l'on pourrait qualifier de techniques, puisqu'elles sont déterminées par les membres de l'équipe projet en charge de l'ingénierie.

Le troisième objectif spécifique (RD-SG3) s'intéresse successivement aux résultats des pratiques mises en œuvre par les deux premiers.



- Pratiques

• RD-SG1

RD-SG1 comprend deux pratiques spécifiques qui, réalisées collectivement, permettent l'atteinte de l'objectif spécifique exprimé comme suit :

- **Les besoins, attentes, contraintes et interfaces des parties prenantes sont recueillis et traduits en exigences client.**

La première pratique spécifique **SP1.1 : Obtenir et expliciter les besoins** vise à recueillir auprès des parties prenantes l'ensemble des besoins en considérant l'ensemble du cycle de vie du produit à développer, allant de la conception au retrait de service.

C'est la condition sine qua non pour pouvoir dérouler la seconde pratique spécifique **SP1.2 : Développer les exigences client** qui concrétise l'objectif en documentant les exigences client.

- **RD-SG2**

RD-SG2 comprend trois pratiques spécifiques qui, réalisées collectivement, permettent l'atteinte de l'objectif spécifique exprimé comme suit :

- **Les exigences client sont clarifiées et détaillées pour développer les exigences produit et composants du produit.**

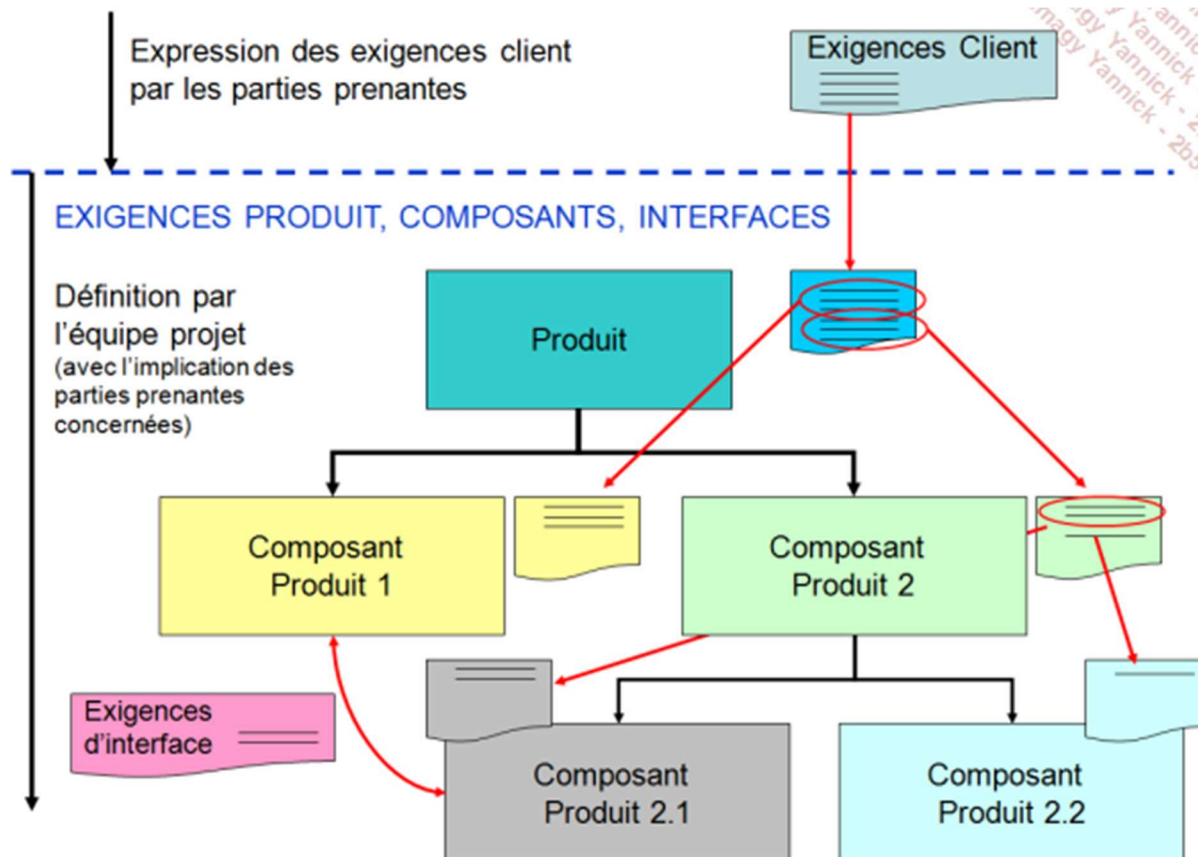
La première pratique spécifique **SP2.1 : Établir les exigences produit et composants du produit** vise à transposer les exigences client exprimées par le cahier des charges, en exigences de plus en plus détaillées et affectées à un niveau de l'architecture du produit ou du système à développer.

Les deux autres pratiques spécifiques **SP2.2 : Allouer les exigences composants** du produit et **SP2.3 : Identifier les exigences d'interface** sont naturellement mises en œuvre dans le cadre de la prise en compte de l'architecture du produit selon une arborescence distinguant les composants et, par conséquent, les interfaces existantes entre eux.

En réalité, les trois pratiques spécifiques de RD-SG2 sont réalisées ensemble à travers une analyse des besoins opérationnels et des différentes conceptions possibles quant à la solution à apporter:

- Les exigences globalement affectées au produit.
- Les exigences affectées à chacun des composants.
- Les exigences affectées aux interfaces.

C'est ce que le CMMI appelle la traçabilité bidirectionnelle des exigences, requise par le domaine de processus REQM relatif à la gestion des exigences.



- **RD-SG3**

RD-SG3 comprend cinq pratiques spécifiques qui, réalisées collectivement, permettent l'atteinte de l'objectif spécifique exprimé comme suit :

- **Les exigences sont analysées et validées, et une définition des fonctionnalités requises est développée.**

Les cinq pratiques spécifiques peuvent être vues selon deux groupes.

Le premier de ces deux groupes comprend les deux premières pratiques spécifiques **SP3.1 : Établir des concepts et scénarios d'emploi** et **SP3.2 : Établir une définition des fonctionnalités requises**. Il identifie le contexte et l'utilisation opérationnelle du produit ou système à développer, ainsi que le contenu des fonctionnalités qui en découlent.

Le résultat est une liste d'exigences qui en premier lieu se rapporte aux exigences « client », puis ensuite aux exigences produit et composants du produit.

Ces exigences font ensuite tour à tour l'objet d'une analyse puis d'une validation de la correcte représentation des besoins opérationnels, par la mise en œuvre des trois autres pratiques spécifiques constitutives du second groupe (**SP3.3 : Analyser les exigences**, **SP3.4 : Analyser les exigences pour assurer l'équilibre** et **SP3.5 : Valider les exigences**).

- Résumé

En résumé, RD contient les éléments suivants :

Domaine de processus RD		
Entrées	Pratiques	Sorties
Parties prenantes identifiées. Information fournie par les parties prenantes.	Pratiques spécifiques à l'atteinte de SG1 : les besoins, attentes, contraintes et interfaces des parties prenantes sont recueillis et traduits en exigences client.	Besoins opérationnels identifiés. Exigences client.
Exigences client. Interfaces identifiées.	Pratiques spécifiques à l'atteinte de SG2 : les exigences client sont clarifiées et détaillées pour développer les exigences produit et composants du produit.	Exigences client transposées par l'équipe projet en exigences explicitées au niveau global du produit et détaillées à l'échelon de chacun des composants du produit. Exigences afférentes à chacun des composants du produit. Exigences s'appliquant aux interfaces internes et externes du produit.
Besoins des parties prenantes. Exigences produit, composants et aux interfaces.	Pratiques spécifiques à l'atteinte de SG3 : les exigences sont analysées et validées, et une définition des fonctionnalités requises est développée.	Concepts et cas d'utilisation du produit. Spécification fonctionnelle du produit. Exigence analysée et comprise sous tous ses aspects techniques et non techniques. Exigence analysée et affectée d'attributs en permettant la prise en compte de manière équilibrée (tels que par exemple le degré d'importance ou de priorité, le coût ou le risque). Exigences produit, composants et aux interfaces, validées d'être pleinement représentatives des besoins opérationnels.
Niveau de capacité souhaité pour RD (niveau 1 à 3).	Pratiques génériques institutionnalisant le niveau souhaité (GP1.1 à GP3.2).	Pratiques spécifiques RD réalisées avec le niveau de capacité souhaité.

- **C- Solution technique (TS)**

Technical Solution

- **Objectifs**

Le domaine de processus TS a pour objet la définition et la réalisation d'une solution technique répondant aux exigences. TS comprend trois objectifs spécifiques :

Le premier objectif spécifique (TS-SG1) vise à assurer le choix d'une solution technique propre à répondre au mieux aux exigences issues de RD. Ici, le CMMI adopte une démarche méthodique, progressive et prudente qui recommande fortement de considérer différentes solutions alternatives avant de rentrer dans une conception générale et détaillée de la solution retenue.

Le deuxième objectif spécifique (TS-SG2) traite de la conception de la solution retenue après avoir examiné le champ des possibles.

Le troisième objectif spécifique (TS-SG3) est celui où les composants sont fabriqués ainsi que toute la documentation technique nécessaire à la vie du produit : utilisation et maintenance notamment.

- Pratiques

• TS-SG1

TS-SG1 comprend deux pratiques spécifiques qui, réalisées collectivement, permettent l'atteinte de l'objectif spécifique exprimé comme suit :

- **Les solutions de produit ou de composants de produit sont sélectionnées à partir d'un éventail de solutions possibles.**

La première pratique spécifique **SP1.1 : Développer un éventail de solutions possibles ainsi que des critères de sélection** vise en premier lieu à identifier une liste de solutions possibles ainsi que les critères à considérer pour faire un choix.

À titre d'exemple de ces critères, on peut citer la complexité, le coût, la possibilité de ré-utilisation de composants existants, la facilité de maintenance et les possibilités d'évolution future. Ces critères seront utilisés dans le cadre de la seconde pratique spécifique **SP2.2 : Sélectionner les solutions de composants du produit**. Il faut bien noter que le choix sera répété autant de fois qu'il y a de composants ; chacun faisant l'objet d'une solution lui étant propre.

- **TS-SG2**

TS-SG2 comprend quatre pratiques spécifiques qui, réalisées collectivement, permettent l'atteinte de l'objectif spécifique exprimé comme suit :

- **Le produit ou les composants de produit sont conçus.**

La première pratique spécifique **SP2.1 : Concevoir le produit ou le composant du produit** porte sur la conception générale à l'échelon global du produit et la conception détaillée à l'échelon de chacun des composants.

La deuxième pratique spécifique **SP2.2 : Établir un ensemble de données techniques** assure la disponibilité d'une documentation technique spécifiant les données nécessaires à la fabrication des composants.

La troisième pratique **spécifique SP2.3 : Concevoir les interfaces en s'appuyant sur des critères** focalise sur la conception des interfaces.

La quatrième pratique spécifique **SP2.4 : Réaliser les analyses pour déterminer si l'on va faire, acheter ou réutiliser** va alimenter le domaine de processus SAM dédié à la gestion des accords fournisseur lorsque le choix se porte sur l'achat du composant.

● TS-SG3

TS-SG3 comprend deux pratiques spécifiques qui, réalisées collectivement, permettent l'atteinte de l'objectif spécifique exprimé comme suit :

- **Les composants de produit et la documentation de soutien associée sont réalisés à partir de leurs conceptions.**

La première pratique spécifique **SP3.1 : Réaliser à partir de la conception** englobe toutes les activités de fabrication des composants du produit ou système, quelle qu'en soit la nature : matérielle ou logicielle.

Il ne faut toutefois pas oublier un pan important de la solution qui consiste en l'ensemble des documents nécessaires au déroulement du cycle de vie produit ; que ce soit la documentation d'utilisation, de maintenance, voire de retrait de service. Le CMMI y consacre la seconde pratique spécifique de TS-SG3 avec **SP3.2 : Développer la documentation de soutien au produit.**

- Résumé

En résumé, TS contient les éléments suivants :

Domaine de processus TS		
Entrées	Pratiques	Sorties
Exigences produit, composants et aux interfaces, validées d'être pleinement représentatives des besoins opérationnels.	Pratiques spécifiques à l'atteinte de SG1 : les solutions de produit ou de composants de produit sont sélectionnées à partir d'un éventail de solutions possibles.	Solutions possibles identifiées. Critères de sélection de la solution. Solution sélectionnée.
Solution sélectionnée.	Pratiques spécifiques à l'atteinte de SG2 : le produit ou les composants de produit sont conçus.	Dossiers de conception générale et détaillée du produit, de ses composants et interfaces. Résultats d'analyse « Make, Buy or Re-use » (Fabriquer, Acheter ou Ré-utiliser).
Dossiers de conception générale et détaillée du produit, de ses composants et interfaces. Résultats d'analyse « Make, Buy or Re-use ».	Pratiques spécifiques à l'atteinte de SG3 : les composants de produit et la documentation de soutien associée sont réalisés à partir de leurs conceptions.	Composants du produit réalisés. Documentation pour l'utilisation finale du produit.
Niveau de capacité souhaité pour TS (niveau 1 à 3).	Pratiques génériques institutionnalisant le niveau souhaité (GP1.1 à GP3.2).	Pratiques spécifiques TS réalisées avec le niveau de capacité souhaité.

- **D- Intégration du produit (PI)**

Product Integration

- **Objectifs**

Le domaine de processus PI porte sur les activités d'intégration des composants du produit ou système. PI comprend trois objectifs spécifiques dont le troisième associe étroitement PI à deux autres domaines que nous examinerons ensuite ; il s'agit de la vérification (VER) et de la validation (VAL). Ce troisième objectif spécifique PI-SG3 est véritablement un pivot qui, lors de l'assemblage des composants, active les activités de vérification ou de validation.

Avant de l'examiner plus en détail, soulignons que les deux premiers objectifs caractérisent encore une fois une approche méthodique, progressive et prudente du modèle CMMI-DEV avec PI-SG1 qui porte sur la préparation de l'intégration et PI-SG2 qui concentre son attention sur les interfaces.

- Pratiques

• PI-SG1

PI-SG1 comprend trois pratiques spécifiques qui, réalisées collectivement, permettent l'atteinte de l'objectif spécifique exprimé comme suit :

- **La préparation en vue de l'intégration du produit est réalisée.**

L'utilité de la première pratique spécifique **SP1.1 : Déterminer la séquence d'intégration** est évidente en ce qu'elle développe un ordre précis d'intégration des composants sans lequel il ne saurait être procédé à un assemblage.

La deuxième pratique **SP1.2 : Établir l'environnement d'intégration du produit** invite à préparer par avance la plate-forme et l'outillage nécessaires à l'assemblage des composants.

Enfin, la troisième pratique spécifique **SP1.3 : Établir les procédures et critères d'intégration du produit** rappelle le besoin de documenter les procédures d'assemblage en incluant les critères à considérer.

- **PI-SG2**

PI-SG2 focalise son attention sur les interfaces. On a vu lors du développement des exigences et ensuite pendant la conception et la réalisation de la solution technique, que les interfaces étaient un sujet majeur pour le CMMI.

C'est en effet une zone à haut risque pouvant engendrer des dysfonctionnements importants avec des effets néfastes sur le projet, aussi bien en termes de délais que de coût. Ainsi, PI-SG2 comprend deux pratiques spécifiques propres à prévenir tout problème d'interface par l'atteinte de l'objectif spécifique exprimé comme suit :

- **Les interfaces des composants du produit, tant internes qu'externes, sont compatibles.**

La première pratique **SP2.1 : Passer en revue les descriptions d'interfaces pour s'assurer de leur exhaustivité** peut paraître quelque peu énigmatique. Il s'agit en fait, avant l'assemblage, de revoir en détail la documentation décrivant les interfaces afin de s'assurer de leur adéquation à permettre l'intégration des composants.

La seconde pratique spécifique **SP2.2 : Gérer les interfaces** insiste sur le besoin de gérer les modifications d'interfaces.

En fait, cette pratique SP2.2 est active dès le début du projet en liaison étroite avec un domaine de processus, la gestion de configuration, que nous aborderons ultérieurement.

- **PI-SG3**

PI-SG3 concrétise l'assemblage en faisant le lien avec les domaines de processus VER et VAL. Il comprend quatre pratiques spécifiques qui, réalisées collectivement, permettent l'atteinte de l'objectif spécifique exprimé comme suit :

- **Les composants du produit vérifiés sont assemblés et le produit intégré, vérifié et validé est livré.**

La première pratique spécifique **SP3.1 : Confirmer que les composants du produit sont prêts à être intégrés** porte sur la question de savoir s'ils ont été vérifiés au préalable.

SP3.2 : Assembler les composants du produit concrétise la phase d'assemblage dont le résultat fait l'objet d'un contrôle de vérification et/ou validation lors de la mise en œuvre de **SP3.3 : Évaluer les composants du produit assemblés.**

SP3.4 : Conditionner et livrer le produit ou le composant du produit, la quatrième pratique spécifique marque la fin du développement à un stade intermédiaire ou au stade final, avec le conditionnement et la livraison d'un composant de produit sous forme de sous-assemblage ou du produit final assemblé.

- Résumé

En résumé, PI contient les éléments suivants :

Domaine de processus PI		
Entrées	Pratiques	Sorties
Dossiers de conception générale et détaillée du produit, de ses composants et interfaces.	Pratiques spécifiques à l'atteinte de SG1 : la préparation en vue de l'intégration du produit est réalisée.	Stratégie d'intégration du produit. Environnement d'intégration du produit. Procédures et critères d'intégration du produit.
Descriptions d'interface. Modifications aux interfaces.	Pratiques spécifiques à l'atteinte de SG2 : les interfaces des composants du produit, tant internes qu'externes, sont compatibles.	Descriptions d'interface revues et assurées d'être exhaustives. Interfaces internes et externes gérées.
Composants du produit. Procédures et environnements de vérification et de validation.	Pratiques spécifiques à l'atteinte de SG3 : les composants du produit vérifiés sont assemblés et le produit intégré, vérifié et validé est livré.	Composants assemblés, vérifiés et validés. Produit assemblé, vérifié et validé. Produit conditionné pour être livré.
Niveau de capacité souhaité pour PI (niveau 1 à 3).	Pratiques génériques institutionnalisant le niveau souhaité (GP1.1 à GP3.2).	Pratiques spécifiques PI réalisées avec le niveau de capacité souhaité.

- **E- Vérification (VER)**

Verification

- **Objectifs**

Trois objectifs spécifiques regroupent les pratiques spécifiques à la vérification. Considérons en premier lieu le premier et le troisième de ces objectifs.

Le premier objectif propose de faire la préparation préalable nécessaire aux activités de vérification regroupées sous le troisième objectif.

Le deuxième objectif mérite un commentaire particulier. Il porte en effet sur une bonne pratique fortement recommandée par le modèle CMMI. Il s'agit de la revue par les pairs. Le modèle SW-CMM dont le CMMI a hérité ainsi que nous l'avons indiqué en première partie avait fait de la revue par les pairs un domaine de processus à part entière.

Le troisième objectif est le prolongement direct du premier. Il concrétise les activités de vérification avec deux pratiques spécifiques qui s'enchaînent

- Pratiques

• VER-SG1

VER-SG1 comprend trois pratiques spécifiques qui, réalisées collectivement, permettent l'atteinte de l'objectif spécifique exprimé comme suit :

- **La préparation en vue de la vérification est réalisée.**

SP1.1 : Sélectionner les produits d'activité en vue de la vérification indique clairement que tous les éléments fabriqués par le projet ne sont pas nécessairement à vérifier. Il est de la responsabilité du projet de décider des éléments devant faire l'objet d'une vérification.

SP1.2 : Établir l'environnement de vérification peut recouvrir des activités aussi diverses que la mise en place d'une plate-forme dédiée aux tests d'un logiciel ou celle d'un banc d'essai spécialement conçu pour un système particulier.

SP1.3 : Établir les procédures et les critères de vérification participe généralement au plan de test précisant comment les tests doivent être effectués ainsi que les critères de succès à considérer.

• VER-SG3

Passons maintenant directement à VER-SG3 - nous reviendrons à VER-SG2 ensuite - qui comprend deux pratiques spécifiques dont la réalisation collective permet l'atteinte de l'objectif spécifique exprimé comme suit :

- **Les produits d'activité sélectionnés sont vérifiés au regard des exigences spécifiées.**

Ce troisième objectif est le prolongement direct du premier. Il concrétise les activités de vérification avec deux pratiques spécifiques qui s'enchaînent. **SP3.1 : Réaliser la vérification** et **SP3.2 : Analyser les résultats de toutes les activités de vérification**. Le CMMI ne précise pas ici de pratique pour la mise en œuvre d'actions correctives mais elles sont bien évidemment à considérer lorsque les résultats de la vérification ne sont pas conformes à l'attente.

• VER-SG2

Ainsi que nous l'avons signalé en introduisant VER, le deuxième objectif spécifique VER-SG2 porte sur le moyen de vérification qu'est la revue par les pairs. Il est exprimé comme suit :

- **Des revues par les pairs sont réalisées sur les produits d'activité sélectionnés.**

Cet objectif est également dans le prolongement de VER-SG1 pour tous les documents réalisés par le projet et dont la conformité à des exigences spécifiées doit être vérifiée.

- Résumé

En résumé, PI contient les éléments suivants :

Domaine de processus VER		
Entrées	Pratiques	Sorties
Liste des produits d'activité.	Pratiques spécifiques à l'atteinte de SG1 : la préparation en vue de la vérification est réalisée.	Sélection de produits d'activité à vérifier. Environnement de vérification. Procédures et critères de vérification.
Produits d'activité sélectionnés pour être revus par les pairs.	Pratiques spécifiques à l'atteinte de SG2 : des revues par les pairs sont réalisées sur les produits d'activité sélectionnés.	Revue par les pairs préparées et réalisées. Résultats de la revue par les pairs analysés, ainsi que les données portant sur la préparation et la conduite des revues.
Exigences spécifiées pour les produits d'activité à vérifier.	Pratiques spécifiques à l'atteinte de SG3 : les produits d'activité sélectionnés sont vérifiés au regard des exigences spécifiées.	Produits d'activité vérifiés.
Niveau de capacité souhaité pour VER (niveau 1 à 3).	Pratiques génériques institutionnalisant le niveau souhaité (GP1.1 à GP3.2).	Pratiques spécifiques VER réalisées avec le niveau de capacité souhaité.

- **F- Validation (VAL)**

- Verification*

- **Objectifs**

- Précisons d'entrée de jeu la différence que le CMMI fait entre la vérification et la validation. On a vu que la vérification consiste à contrôler la conformité aux spécifications. Avec la vérification, on s'assure d'avoir construit correctement le produit ; c'est-à-dire conformément à ce qui avait été spécifié. Avec la validation, on s'assure d'avoir construit un produit correct ; c'est-à-dire répondant aux besoins opérationnels de l'utilisateur.

- Ainsi, compte tenu de l'objet qui leur est propre, les tests de validation diffèrent de ceux de vérification par les conditions dans lesquelles ils sont menés ; ceux de validation devant impérativement placer le produit dans ses conditions opérationnelles d'emploi ou les simuler.

- **Pratiques**

Pour mettre en œuvre ces objectifs, le modèle CMMI préconise les pratiques spécifiques

- **SP1.1 : Sélectionner les produits à valider,**
- **SP1.2 : Établir l'environnement de validation,**
- **SP1.3 : Établir les procédures et les critères de validation,**
- **SP2.1 : Réaliser la validation,**
- **SP2.2 : Analyser les résultats des activités de validation.**

- Résumé

En résumé, PI contient les éléments suivants :

Domaine de processus VAL		
Entrées	Pratiques	Sorties
Liste des produits ou composants des produits.	Pratiques spécifiques à l'atteinte de SG1 : la préparation en vue de la validation est réalisée.	Sélection de produits ou composants des produits à valider. Sélection des méthodes de validation. Environnement de validation. Procédures et critères de validation.
Besoins opérationnels auxquels les produits à valider doivent répondre lors de leur utilisation prévue. Environnement opérationnel cible.	Pratiques spécifiques à l'atteinte de SG2 : le produit ou les composants du produit sont validés pour s'assurer qu'ils conviennent à l'utilisation prévue dans l'environnement opérationnel cible.	Produits ou composants des produits validés.
Niveau de capacité souhaité pour VAL (niveau 1 à 3).	Pratiques génériques institutionnalisant le niveau souhaité (GP1.1 à GP3.2).	Pratiques spécifiques VAL réalisées avec le niveau de capacité souhaité.

• **Quizz 4 – 60 mn**

1-

2-

3-

4-

5-

6-