

Chapitre 5: Qualité logicielle

-
- ▶ Modèle de qualité orienté processus
 - ▶ Modèle de qualité orienté produit

Modèle de qualité orienté processus

Introduction

- ▶ CMMI : Capability Maturity Model Integration,
- ▶ CMMI est un modèle d'évaluation et d'amélioration des processus de développement et de maintenance appliquées aux produits et aux services.



- CMMi a été développé par le *Software Engineering Institute (SEI)* de l'université Carnegie Mellon,
- Le SEI est *un centre de recherche crée et financé par le Département de la Défense US DoD.*
- Initialement pour évaluer *la qualité des services rendus par les fournisseurs de logiciels du Département de la Défense US (DoD).*
- Ce modèle *est largement employé par les entreprises d'ingénierie logicielle.*



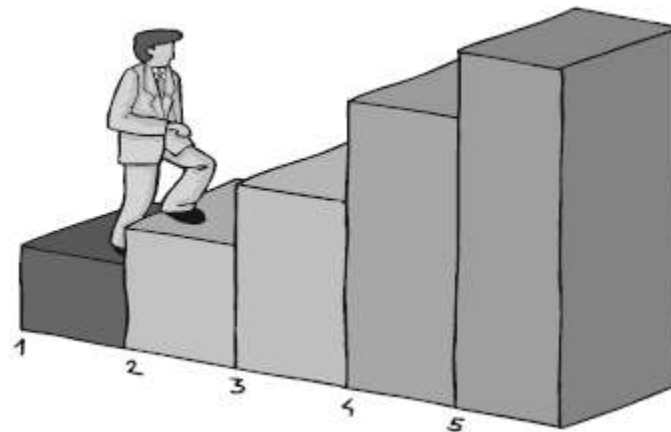
CMMI

- ▶ Une approche centrée sur le processus.
- ▶ **Processus**: ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie [ISO 9000].
- ▶ Processus: Permet d'atteindre les objectifs stratégiques.
- ▶ La qualité d'un système ou d'un produit est fortement influencée par la qualité du processus.

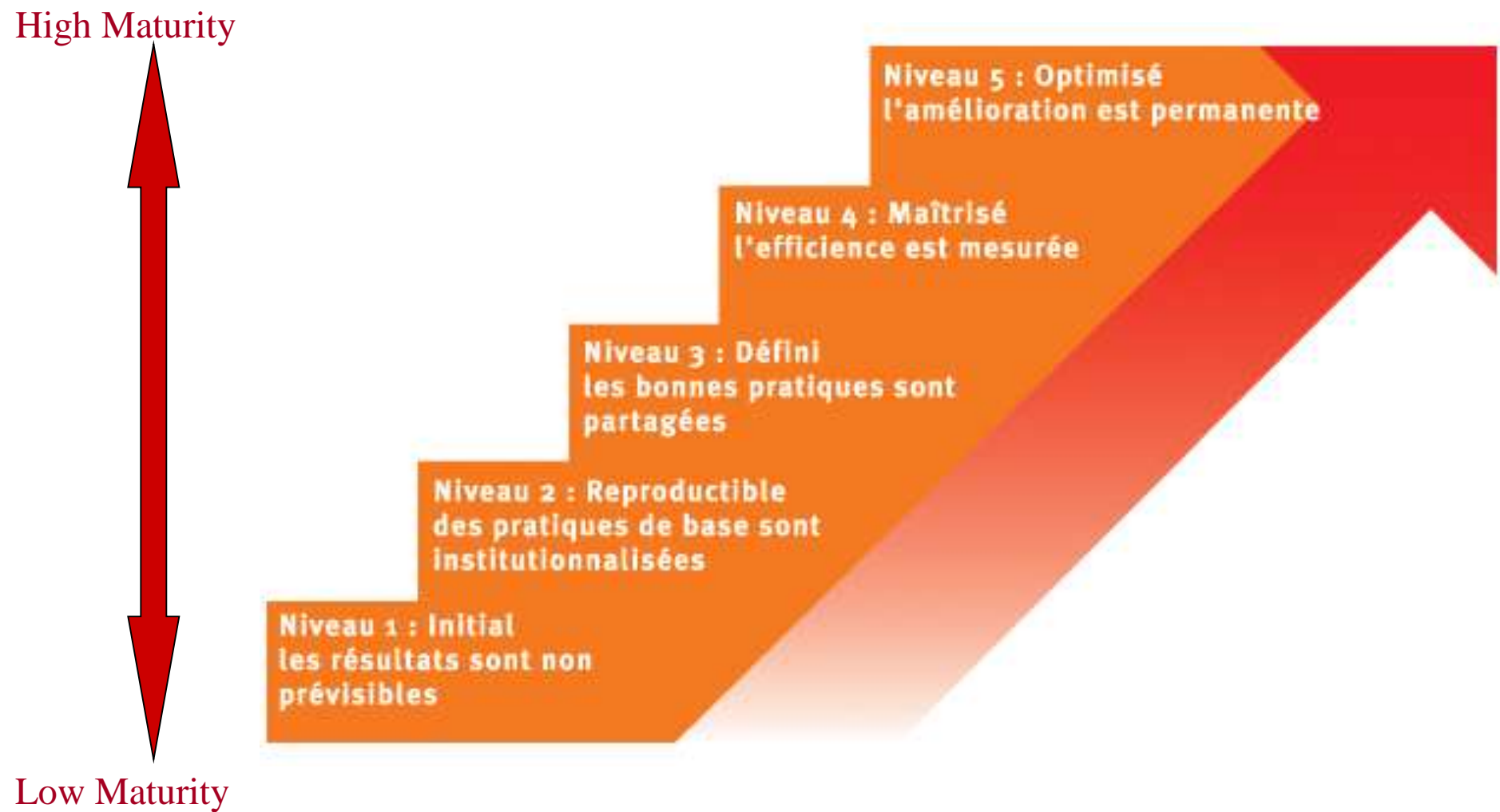


CMMI

- ▶ *Une démarche d'amélioration évolutive*
- ▶ Pour monter d'un niveau, il faut que toute l'organisation maîtrise, et **donc institutionnalise**, l'ensemble des domaines de processus associés au niveau supérieur.

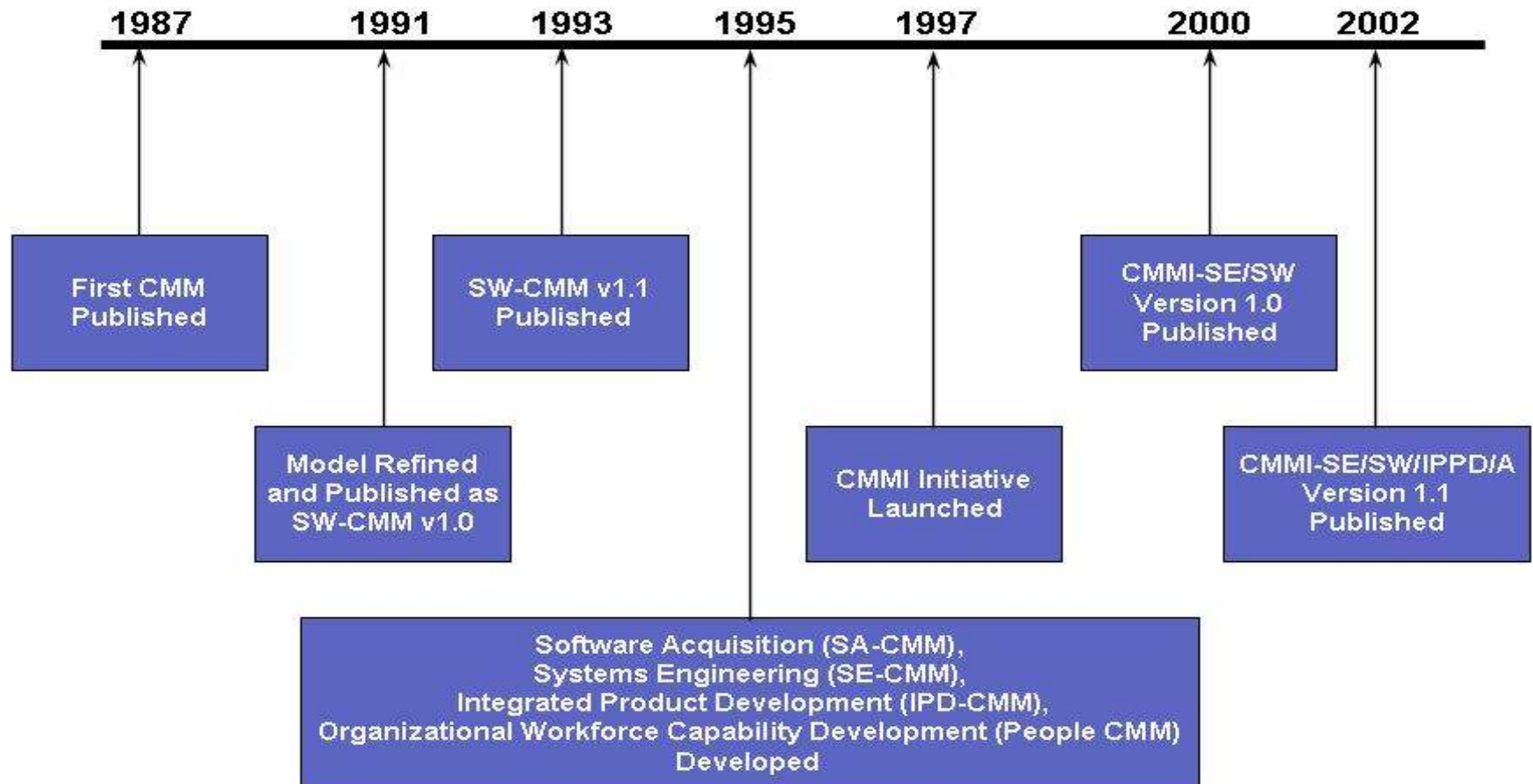


Niveaux de maturité CMMI (représentation étagée)





L'évolution du CMMI





Software Engineering Institute

Carnegie Mellon

Published Appraisal Results

Filter Results

Model/Constellation:

Maturity Level:

Year:

Apply Filter

Clear Filter

Organization Organizational Unit	Team Leader Sponsor	Appraisal End Date	Model (Representation): Maturity Level
First Engineering and Software Systems Information systems department	Marian Tadiros Ahmed El-Sharkawy	07/29/2010	CMMI-DEV v1.2(Staged):Maturity Level 2
FiServ DataSafe Account Processing Solution	Gyan Rastogi Eric Panepinto	09/28/2009	CMMI-DEV v1.2(Staged):Maturity Level 3
Fiserv India Pvt. Ltd. Fiserv India Pvt. Ltd.	Gururaj Managuli Shrihari Gokhale	11/11/2009	CMMI-DEV v1.2(Staged):Maturity Level 5
Flag Soluciones SIE & DSI Service Lines	Marcelo Amadio Liliana Carmona	12/01/2009	CMMI-DEV v1.2(Continuous):Not Given
FLS Tecnologia Ltda. (Aton Tecnologia) Software Factory	Jose Arias Lucio Stoco	11/13/2009	CMMI-DEV v1.2(Staged):Maturity Level 2
Flytot Technologies Co., Ltd. Flytot Technologies Co., Ltd.	John Junan Yu Wei LU	06/26/2009	CMMI-DEV v1.2(Staged):Maturity Level 3
FMC Technologies FMC-CDM section large new field software	Vinifred Menezes Veronique Prevault	07/01/2011	CMMI-DEV v1.2(Staged):Maturity Level 2
Focus & Focus International Focus & Focus International	Rajendra Khare Sonia Mahjoub	12/19/2009	CMMI-DEV v1.2(Staged):Maturity Level 3
Focused Management, Inc. Focused Management, Inc.	Richard Waina George Jackson	09/17/2009	CMMI-DEV v1.2(Staged):Maturity Level 2
Focused Photonics Environmental Protection Technology Inc. Software Department	Habibao Liu Zhanjun Ma	03/12/2010	CMMI-DEV v1.2(Staged):Maturity Level 3
Focused Photonics Inc.	Habibao Liu	07/04/2009	CMMI-DEV v1.2(Staged):Maturity Level 3



NATION

MONDE

ECONOMIE

BUSINESS & FINANCE

SOCIÉTÉ

CULTU

Accueil » Business & Finance » Vie des Entreprises »

INGÉNIERIE ET DÉVELOPPEMENT DE LOGICIEL

La société Focus, certifiée CMMI, niveau 3





CMMI Institute

powered by Carnegie Mellon

Published Appraisal Results

Filter Results

Model/Constellation: CMMI-DEV v1.3 ▼

Maturity Level: Maturity Level 5 ▼

Year: ▼

Country: Select Country ▼

Apply Filter Clear Filter

Organization Organizational Unit	Team Leader Sponsor	Appraisal End Date	Model (Representation): Maturity Level
Credit Card team	Hee-Tae Shin	07/08/2011	CMMI-DEV v1.3(Staged):Maturity Level 5
IBM			
IBM Application Management Services, Spanish South America (Argentina, Chile, Colombia, Peru, Uruguay and Venezuela). Maintenance, Development and Testing services.	Jose Luis Iparraguirre Alejandro Yvorra	11/09/2012	CMMI-DEV v1.3(Staged):Maturity Level 5
IBM			
IBM Globally Integrated Capabilities (GIC) Organization	Ronald Radice Joanne Collins-Smee	08/02/2013	CMMI-DEV v1.3(Staged):Maturity Level 5
IBM Global Business Services	Eugene McGuire	11/11/2011	CMMI-DEV v1.3(Staged):Maturity Level 5
U.S. Public Sector, Advanced Solutions Group	Richard Lordahl		
IBM Global Services Pte. Ltd	Larry Tyus	11/10/2011	CMMI-DEV v1.3(Staged):Maturity Level 5
China, Vietnam, Philippines Delivery Centers	Rajesh Nambiar		
IG WebServices S.A.S.	Louis Poulin	05/20/2013	CMMI-DEV v1.3(Staged):Maturity Level 5
Software Engineering Services	Edgar Giraldo		
iGATE Corporation	Edward Weller	07/28/2011	CMMI-DEV v1.3(Staged):Maturity Level 5
iGATE Global Solutions Offshore SW Development	Phaneesh Murthy		
IL&FS Technologies Limited	Rajarshi Kumar Das	04/30/2012	CMMI-DEV v1.3(Staged):Maturity Level 5
Gurgaon Office	Sanjiv Sharma		

Telnet: niveau de maturité 5

TELNET  **تِلنِت**

QAI

**The assessment team places the organizational unit
(as identified herein) at**

Maturity Level 5 (Optimizing)

*I affirm that the information provided in this statement is accurate and
that the appraisal described herein was conducted in full accordance
with the requirements of the SCAMPI V1.1 Appraisal Method and the
provisions of my authorization as a SCAMPI V1.1 Lead Appraiser*


Venkatesan S. Seshadri (QAI India Ltd.)
Lead Appraiser (SEI No. 0200130421)

We affirm that the information provided in this statement is accurate


Mohamed FRKHA, Sponsor
General Director
Telnet, Tunisia

Appraisal Team Members

 T. ELGHALI Telnet, Tunisia	 D. KANICHE Telnet, Tunisia	 Y. KHALKI Telnet, Tunisia
 H. BELMABROUK Telnet, Tunisia	 BK Shah BSI, Mumbai, India	 M. JIBBI Telnet, Tunisia
 M. Ayoub CHOUA Telnet, Tunisia	 H. MAHMOUDI Telnet, Tunisia	

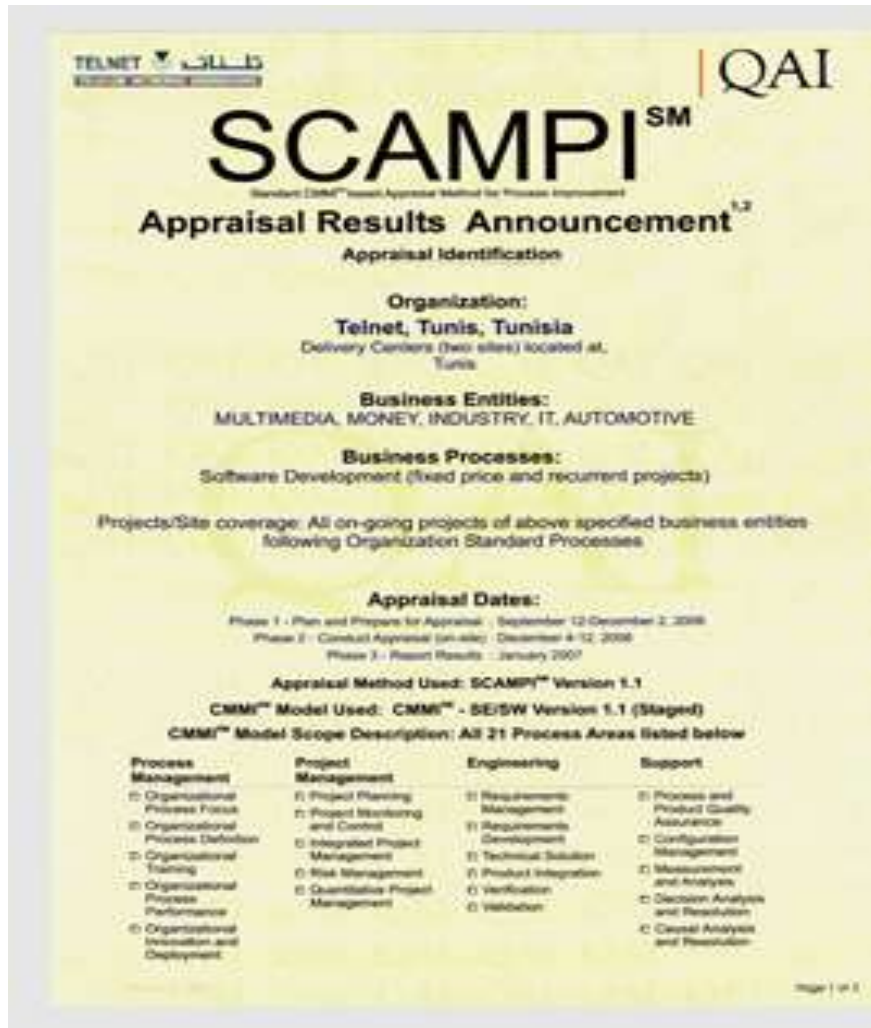
¹ These provisions of required information of Appraisal Certificate Statement - Appraisal & Standard (SSE) Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI), Version 1.1 Method (Initial) Document, SEI Handbook, CMU/SEI-2011-08-001, December 2011.

² An Appraisal Certificate statement as per the template provided by SEI is available with the sponsor.

SCAMPI™, CMU™ are service marks of the Carnegie Mellon University.

Page 2 of 2

Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI)



*TELNET a entrepris les démarches de certification CMMI depuis **Octobre 2004** en partenariat avec des organismes indiens.*

Telnet a été la première entreprise en Afrique et Moyen-Orient certifiée CMMi niveau 5. Cette certification a offert à Telnet un nouveau positionnement à l'échelle régionale et internationale. [www.groupe-telnet.com]



CMMI Institute

Published Appraisal Results

Filter Results

Model Constellation:

Maturity Level:

Year:

Country:

Organization:

Organization

Organizational Unit

ARDIA

Software Department

Team Leader

Sponsor

Moustansir Lannabhi

Walid Rouis

Last Day of
Appraisal Onsite

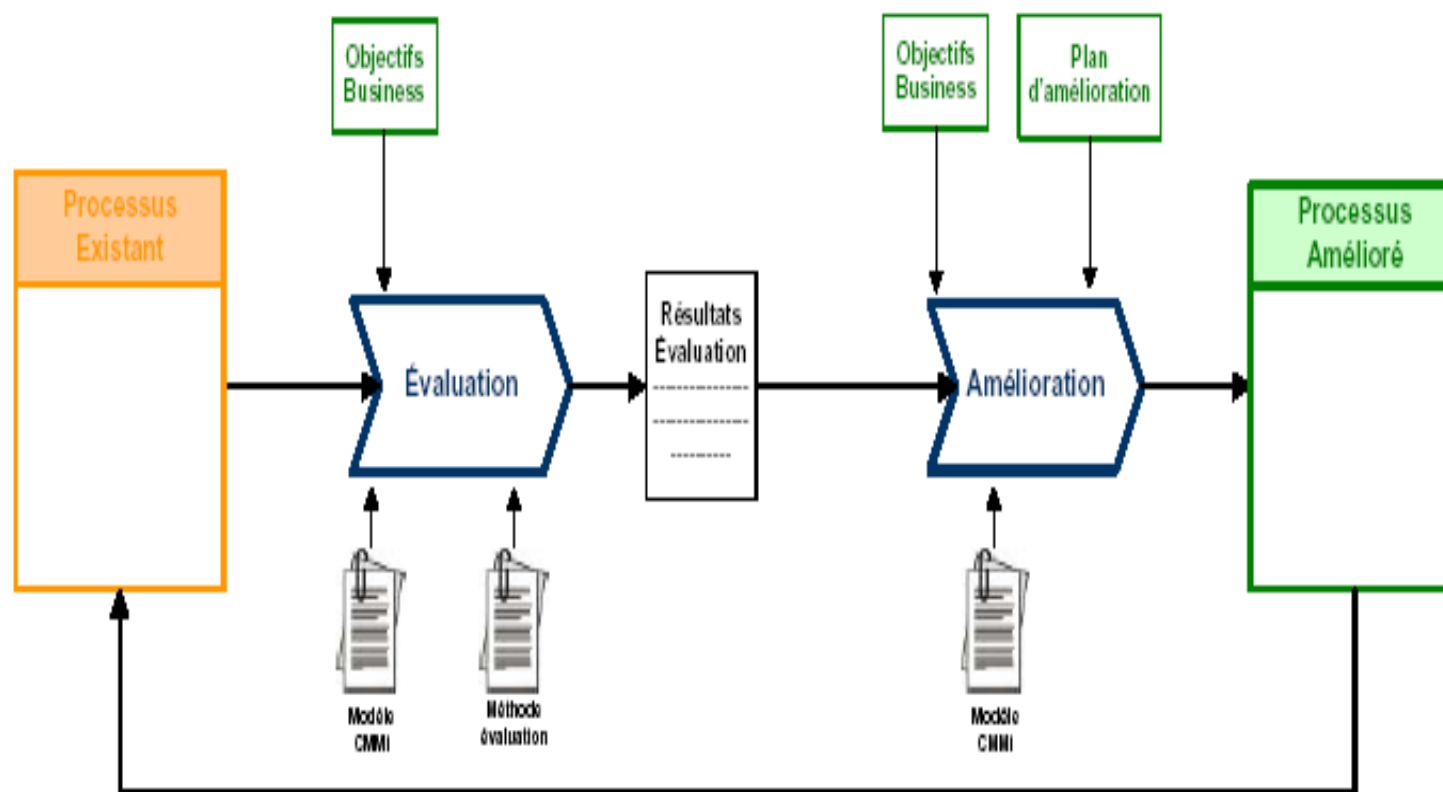
10/12/2016

Model (Representation): Maturity Level

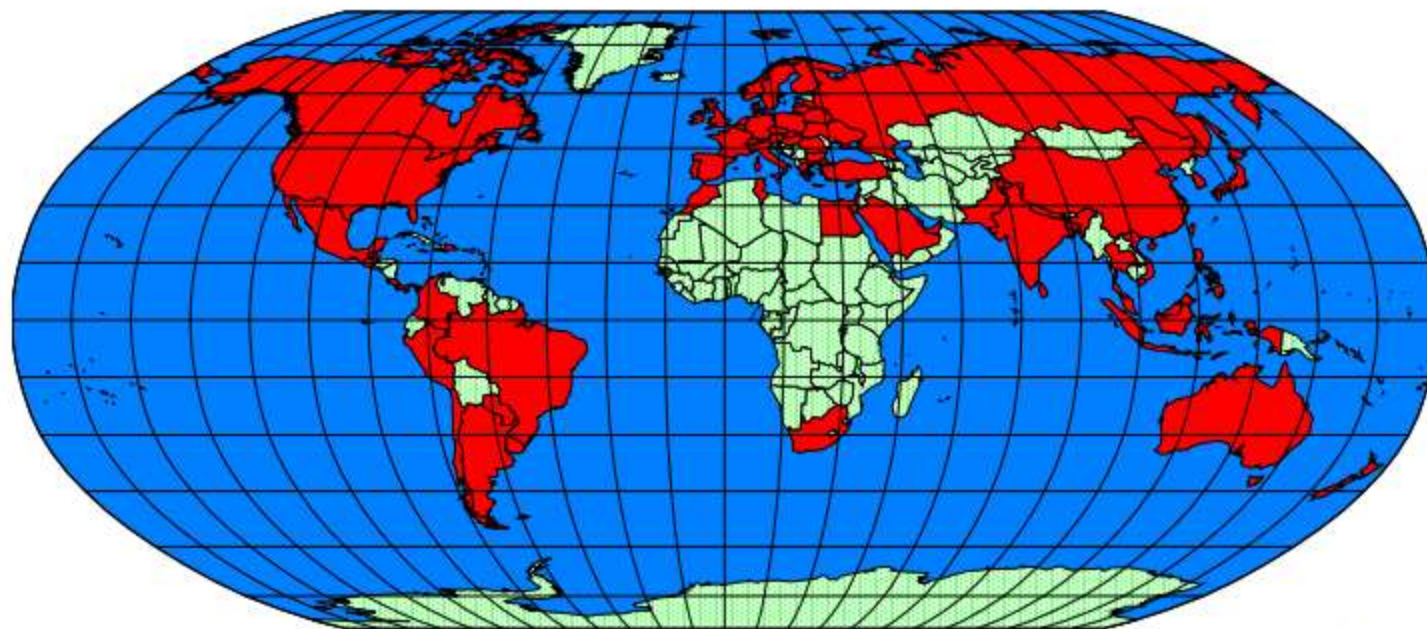
CMMI-DEV v1.3(Staged):Maturity Level 2

CMMI

- Ce n'est pas une méthode de développement (Rup, XP, Scrum...)



Countries Where Appraisals Have Been Performed and Reported to the SEI

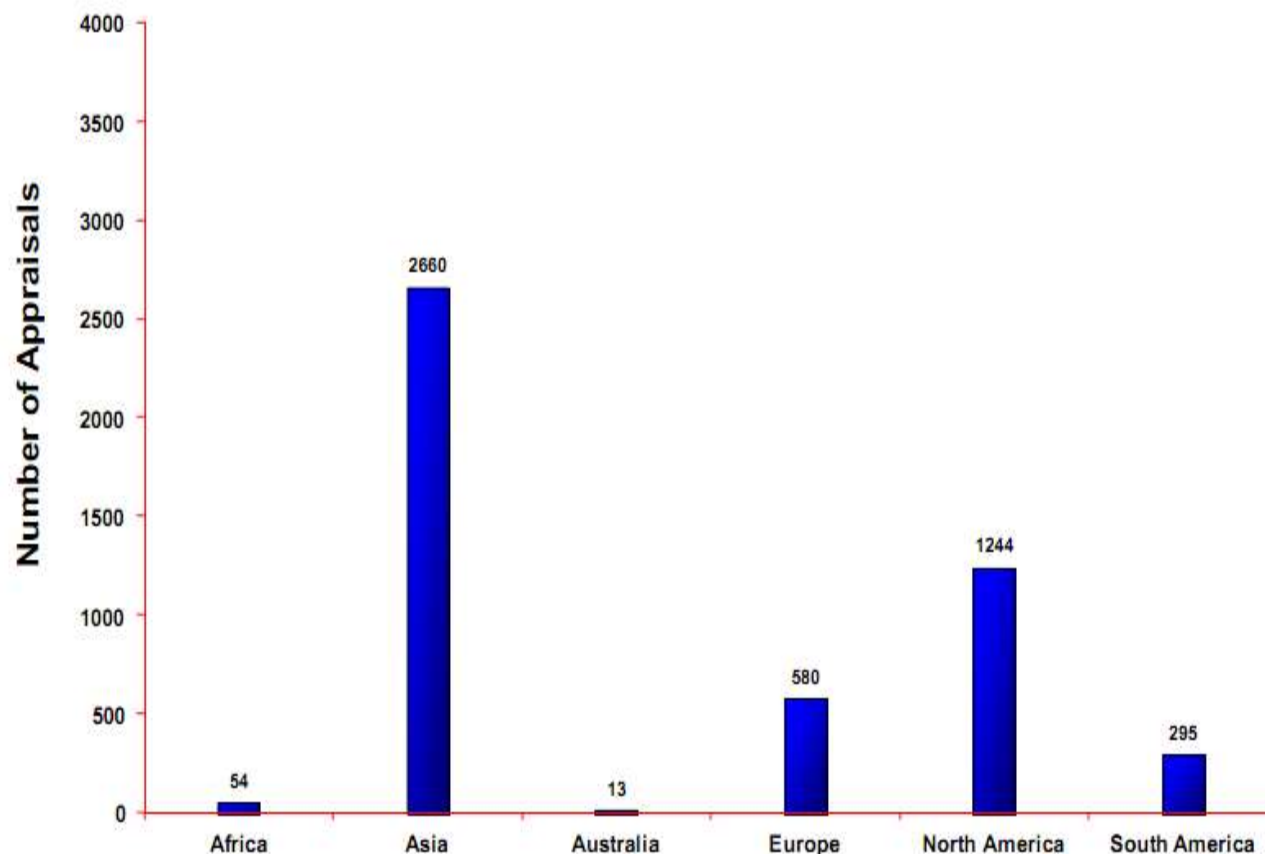


Argentina	Australia	Austria	Bahrain	Bangladesh	Belgium	Brazil	Brunei Darussalam
Bulgaria	Canada	Chile	China	Colombia	Costa Rica	Czech Republic	Denmark
Egypt	Finland	France	Germany	Greece	Guatemala	Hong Kong	Hungary
India	Indonesia	Ireland	Israel	Italy	Japan	Jordan	Korea, Republic Of
Latvia	Lebanon	Lithuania	Luxembourg	Macedonia	Malaysia	Mauritius	Mexico
Morocco	Nepal	Netherlands	New Zealand	Norway	Pakistan	Panama	Paraguay
Peru	Philippines	Poland	Portugal	Qatar	Romania	Russia	Saudi Arabia
Singapore	Slovakia	South Africa	Spain	Sri Lanka	Sweden	Switzerland	Taiwan
Thailand	Tunisia	Turkey	Ukraine	United Arab E	United Kingdom	United States	Uruguay
Viet Nam							

Red country name: New additions with this reporting since March 2011



Number of Appraisals Reported to the SEI by Continent



Based on 4846 appraisals

North America includes Canada, the USA, and Mexico; South America includes Central America and the Caribbean ; Australia includes New Zealand





- ▶ CMMI classifie les tâches (processus) que **l'on doit accomplir** pour réaliser un projet, en **25 « domaines de processus »** (Process Area).



Domaines de processus

Gestion de processus

- Innovation et déploiement organisationnels (OID)
- Définition du processus organisationnel (OPD)
- Focalisation sur le processus organisationnel (OPF)
- Performance du processus organisationnel (OPP)
- Formation organisationnelle (OT)

Support

- Gestion de configuration (CM)
- Assurance-qualité processus et produit (PPQA)
- Mesure et analyse (MA)
- Analyse causale et résolution (CAR)
- Analyse et prise de décision (DAR)

Gestion de projet

- Planification de projet (PP)
- Surveillance et contrôle de projet (PMC)
- Gestion des accords avec les fournisseurs (SAM)
- Gestion de projet intégrée (IPM)
- Gestion des risques (RSKM)
- Gestion de projet quantitative (QPM)

Ingénierie

- Gestion des exigences (REQM)
- Développement des exigences (RD)
- Solution technique (TS)
- Intégration de produit (PI)
- Vérification (VER)
- Validation (VAL)

**25 domaines de processus
groupés dans 4
catégories**



- ▶ Un domaine de processus (PA ou « Process Area ») constitue **un ensemble de pratiques liées dans un domaine** qui, une fois mises en application *collectivement*, satisfont à **un ensemble d'objectifs** considérés **comme importants pour l'amélioration de ce domaine**.

CMMI

- ▶ La certification CMMi pour une organisation est le résultat d'un audit conduit par un chef évaluateur, Lead Appraiser, certifié par le SEI, qui **déroulera sur des projets sélectionnés pour leur représentativité au sein de l'établissement** la méthode officielle d'évaluation SCAMPI, décrite sur le site du SEI.
- ▶ **Certification du chef évaluateur**: Pour obtenir cette certification, vous devez être parrainé par une organisation partenaire du CMMI Institute.

Comment se déroule une démarche d'amélioration basée sur le modèle CMMI ?

- ▶ Pour réaliser cette évaluation de chacun des processus, **une équipe d'évaluation SCAMPI est formée.**
- ▶ Cette équipe est composée :
 - ▶ De membres de l'organisation qui sera évaluée
 - ▶ De membres de société externe
- ▶ L'organisation doit choisir la société externe, certifiée par le SEI, qui conduira l'évaluation.

L'évaluation et l'amélioration se déroulent en plusieurs phases :

- **Evaluation initiale** dans laquelle le niveau de maturité de l'organisation est défini, qui débouche sur l'établissement d'un plan d'actions.
- **Organisation de workshops** constitués de membres d'équipe projets de l'organisation afin d'implémenter les pratiques déclinées pour les projets (en tenant compte du contexte et de l'existant).
- **Accompagnement** : Les pratiques définies dans les workshops sont déployées dans les projets au travers de sessions de formation et de « coaching ».
- **Evaluation « à blanc »** : Ce sont des évaluations non officielles (exemple : mini-check, GO/NOGO) qui permettent de donner un état des lieux des pratiques. Elles donnent lieu à l'établissement d'un plan d'action, et donnent une idée de la date d'évaluation officielle.
- **Evaluation officielle** : Collecte de preuves par l'équipe d'évaluation au sein des projets de l'organisation (artefacts directs et indirects).
- **Analyse des preuves** collectées afin de déterminer les points forts et les points faibles de l'organisation.
- **Evaluation sur site** : il s'agit essentiellement d'interviews.
- **Cotation et présentation des résultats**, qui sont ensuite envoyés au SEI.

CMMI

- ▶ **Cette évaluation finale** est l'aboutissement du travail d'amélioration: nous effectuons les prestations d'évaluation initiale (savoir son niveau de départ) et l'accompagnement du projet d'amélioration.
- ▶ **Le résultat de l'évaluation initiale** est une liste de forces et de faiblesses destinée à entamer une démarche d'amélioration.
- ▶ L'équipe d'évaluation donne un niveau de maturité à l'organisation évaluée.

- ▶ Il existe 3 méthodes d'évaluation SCAMPI (Standard *CMMI* Appraisal Method for Process Improvement) définies par le SEI : méthodes A, B et C. La méthode A est la plus rigoureuse, et c'est la seule qui autorise une cotation de niveau.
- ▶ Le modèle CMMI est longtemps demeuré l'apanage des entreprises du domaine industriel (armement, aviation, transport, télécommunication,...). Aujourd'hui, il s'étend largement au domaine bancaire, à celui des assurances, et plus généralement aux systèmes d'information.
- ▶ La limite de validité d'un niveau est passée aujourd'hui à 3 ans; auparavant, il n'y avait pas de limite.

- CMMI est un cadre générique de processus qui se décline en 3 modèles :
 - **CMMI-DEV pour le développement de systèmes (logiciel ou autre, modèle publié en août 2006)**
 - CMMI-ACQ pour la maîtrise des activités d'achat (modèle publié en novembre 2007)
 - CMMI-SVC pour la fourniture de services (modèle publié en février 2009)

Pourquoi CMMI?

La démarche CMMI (Capability Maturity Model Integration) est un référentiel d'évaluation qui illustre:

- Capacité à gérer et terminer un projet correctement.
- Capable de répondre aux appels d'offre internationaux
- Capacité à respecter les cahiers des charges

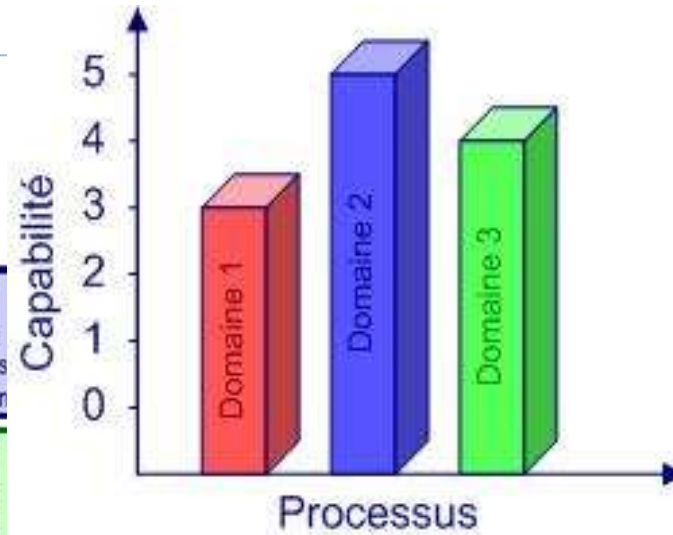
CMMI: Un modèle, deux représentations



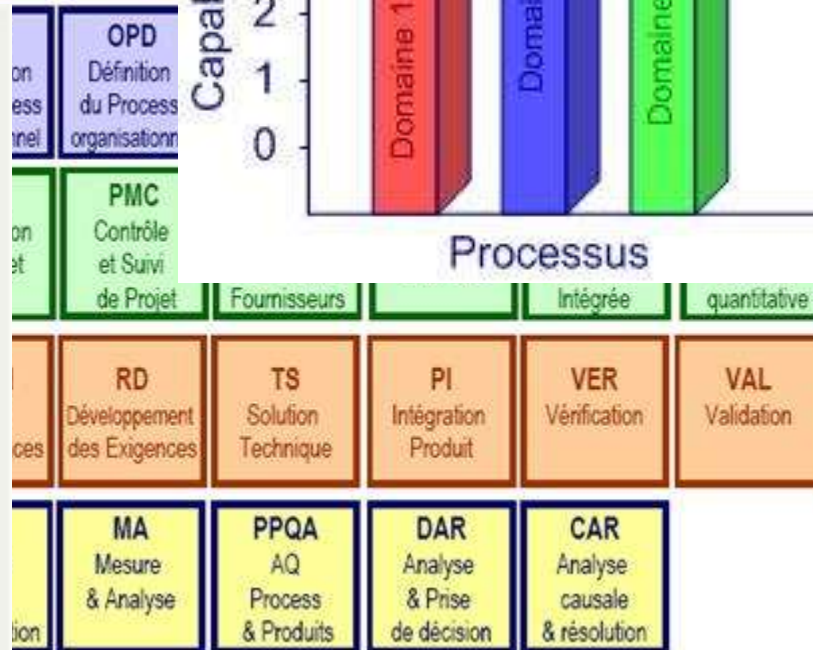
Étagée



Organisation



Continue

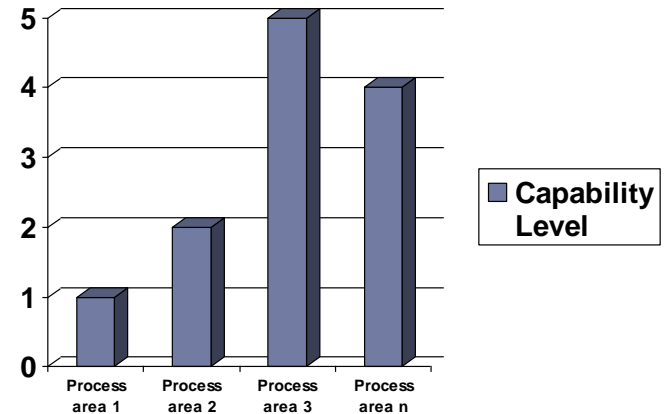


CMMI – Les représentations

- CMMI propose 1 modèle mais 2 représentations :

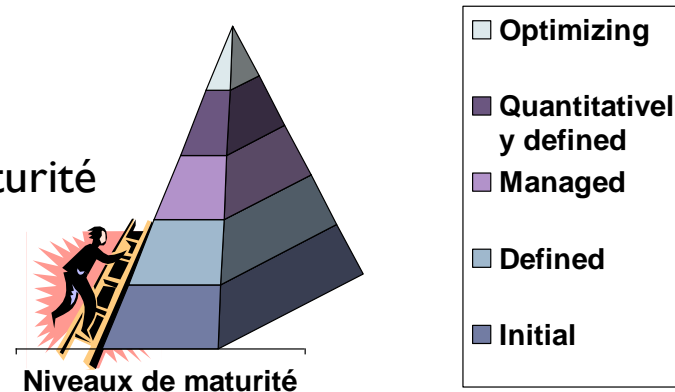
- ▶ Continue (env. 20%)

- ☐ La démarche de ce type de présentation conduira à l'évaluation de chaque processus indépendamment des autres
- ☐ On parlera de niveau d'aptitude



- ▶ Etagée (env. 80%)

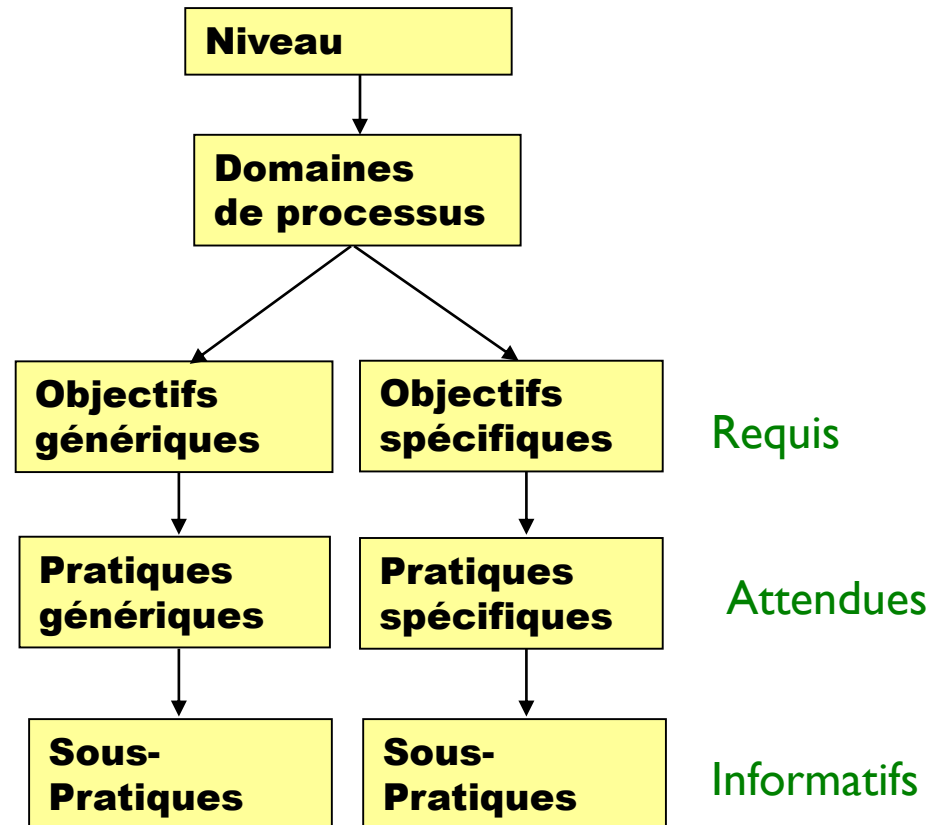
- ☐ Evaluation de façon globale de la maturité de l'entreprise en 5 niveaux
- ☐ On parlera de niveau de maturité



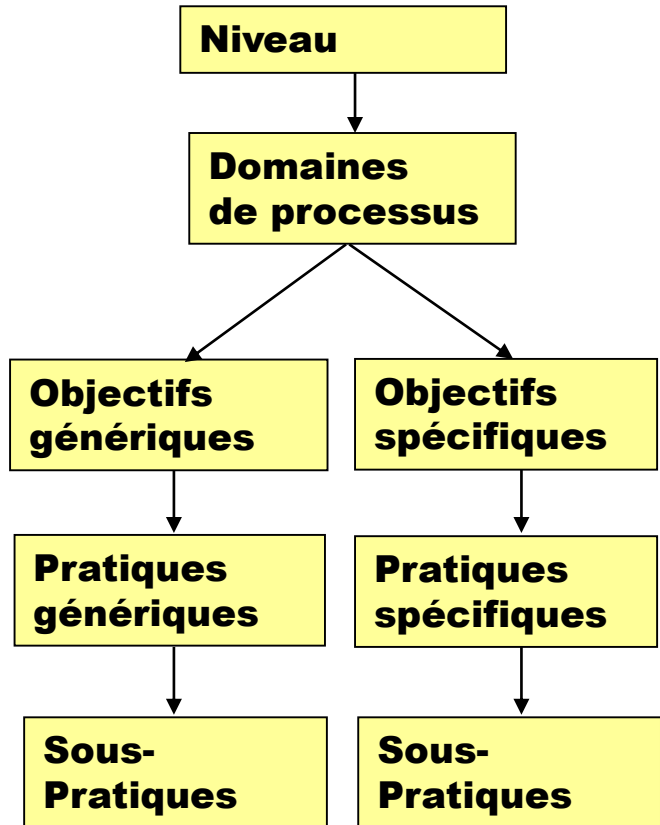
- NB : Dans la suite de la présentation, on ne parlera que de la représentation étagée sauf si spécifié

CMMI - Structure

- La structure de **chaque niveau de maturité** est simple et identique. On distingue les composants suivants :
 - Les niveaux au nombre de 5
 - Les domaines de processus
 - Les objectifs généraux** que l'on retrouve dans tous les processus
 - Les objectifs spécifiques** propres à chaque processus
 - Les pratiques** comportent une définition, des commentaires et éventuellement **des informations complémentaires (sous-pratiques)**



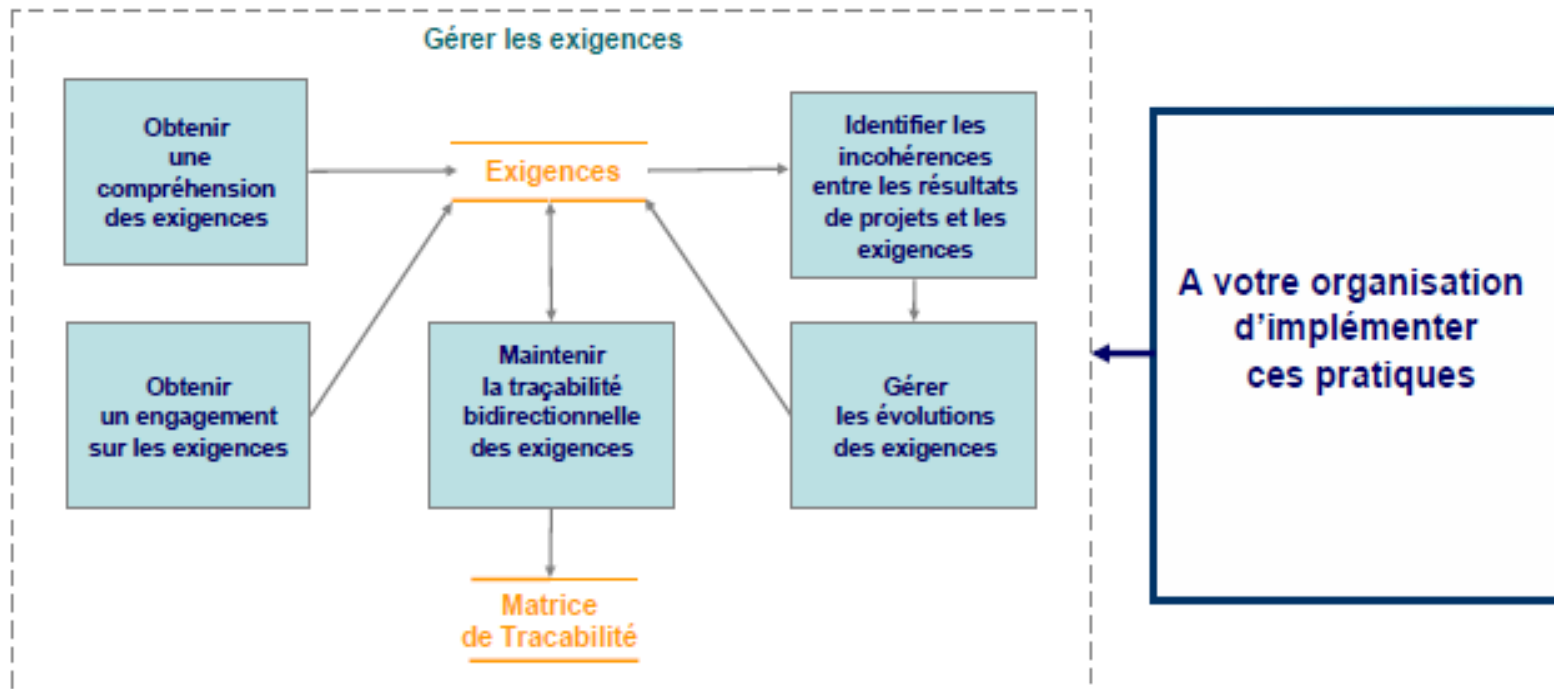
Exemple



► Niveau 2

- **PA** : Gestion des exigences du client (REQM)
 - **SG** : Les exigences sont gérées et les incohérences avec les plans projet et les livrables prévus sont identifiées
 - **SP** : Obtenir une compréhension commune sur le sens des exigences avec les fournisseurs de ces exigences
 - **Sub P** : Établir des critères objectifs pour l'acceptation des exigences
 - **Produit** : Résultat de l'analyse des exigences par rapport aux critères
 - **GG** : Le processus (de gestion des exigences) est géré
 - **GP** : Une stratégie de mise en œuvre est définie et permet de planifier et d'exécuter le processus

- Les bonnes pratiques de référence sont génériques:
 - elles précisent quoi faire
 - mais pas comment faire
 - et ceci indépendamment de tout modèle d'organisation



Exemple: Domaine de Processus Analyse causale et résolution (CAR)

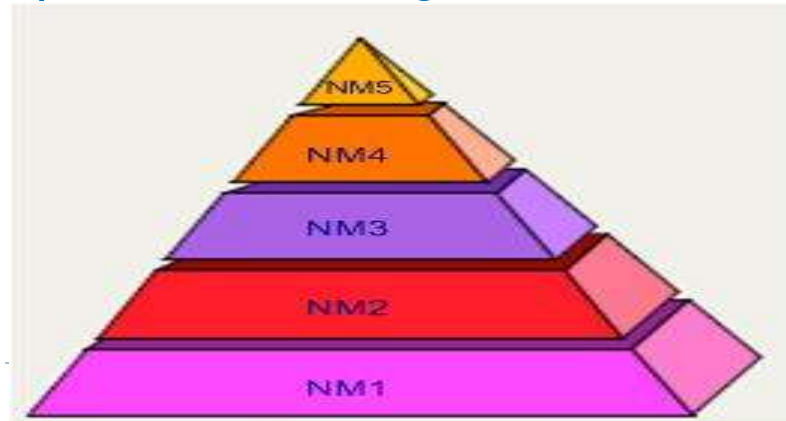
CAR Analyse des causes et résolution	Identifier la cause des écarts et mettre en œuvre des actions de préventions des occurrences futures
SG1 Déterminer les causes des écarts	Les causes sous-jacentes des écarts sont systématiquement déterminées
SP1.1 Sélectionner les écarts pour analyse	Les écarts sont sélectionnés pour analyse
SP1.2 Analyser les causes	Les causes des écarts sont analysées
SG2 Traiter la cause des écarts	La cause des écarts est systématiquement traitée afin de prévenir l'occurrence de nouveaux écarts
SP2.1 Implémenter les actions proposées	Les actions proposées lors de l'analyse des causes sont implémentées
SP2.2 Evaluer les effets des changements	L'impact sur la performance des actions implémentées est évalué
SP2.3 Enregistrer les données	Les données d'analyse et d'actions sont enregistrées

► SG: Specific Goal; SP: Specific Practice;

Représentation Étagée

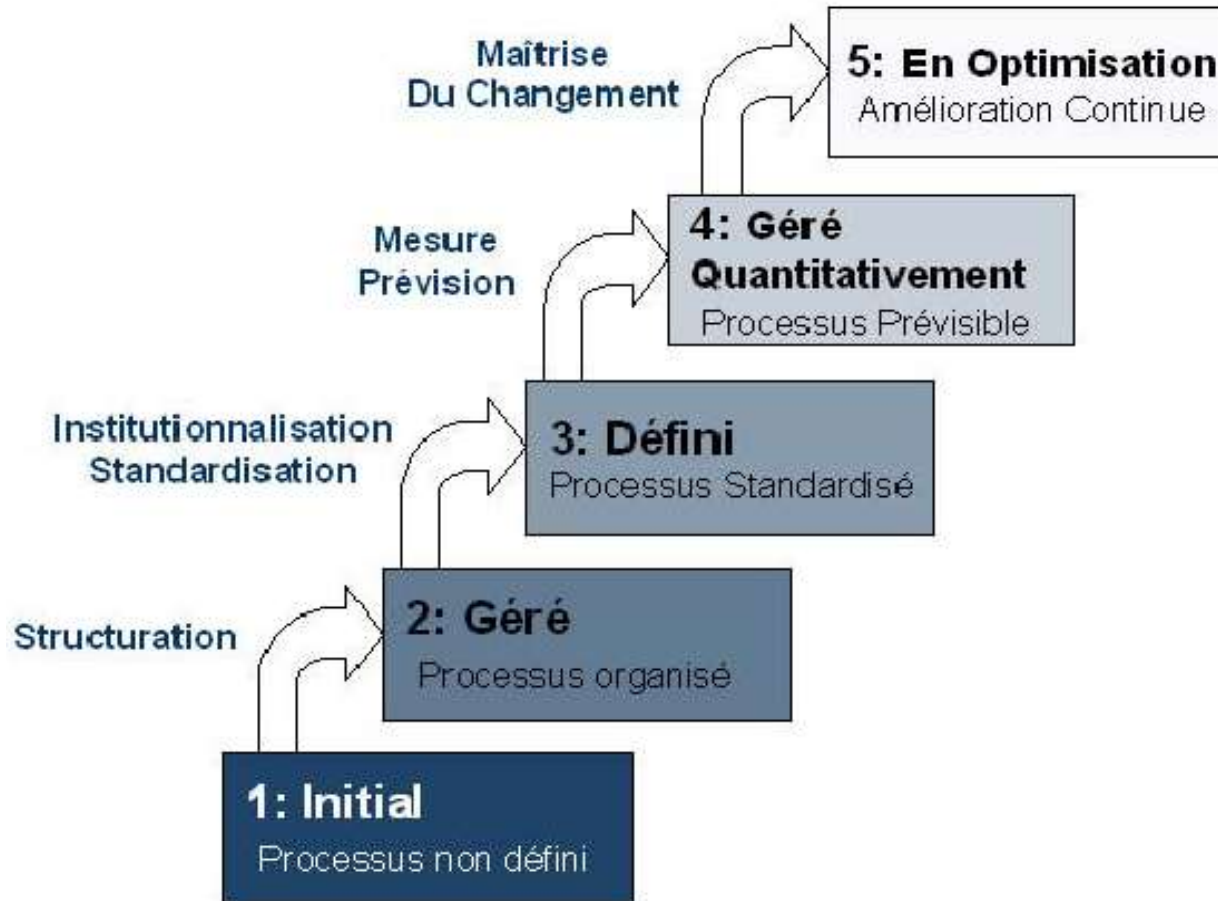


- Evaluation **de façon globale de la maturité de l'entreprise** en 5 niveaux. On parlera de **niveau de maturité**.
- ▶ Chaque niveau est associé à la maîtrise de certains domaines de processus
- ▶ **Incrémental: N avant N+1**
- ▶ Permet de faire **une comparaison entre organisations**



Organisation

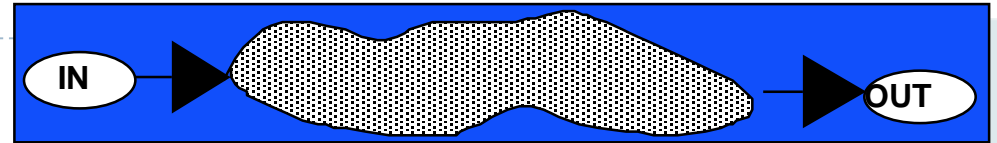
Représentation étagée



➤ Pour un niveau ciblé, une organisation doit démontrer par **une évaluation** qu'elle couvre entièrement les pratiques de ce palier et de tous les paliers inférieurs.

Les niveaux de maturité: Niveau 1 - Initial

• Ce qui caractérise ce niveau :

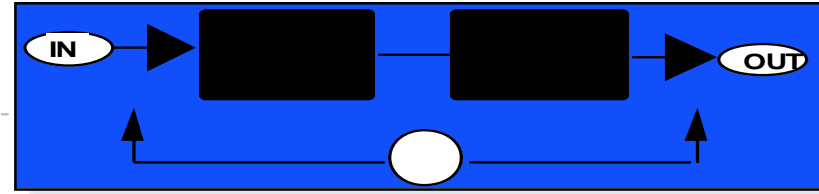


- ▶ Pas de processus défini: Pas de formalisation du processus et pas de partage à l'échelle du projet,
- ▶ La réussite du projet est tributaire de la compétence des acteurs du projet,
- ▶ Pas de planification,
- ▶ Pas de contrôle,
- ▶ Réactif et non prédictif,
- ▶ Pas d'enseignement tiré des difficultés ou des erreurs,
- ▶ Incapacité à reproduire les succès passés.

=> **Processus non maîtrisé et imprévisible**



Les niveaux de maturité: Niveau 2 – Géré ou discipliné

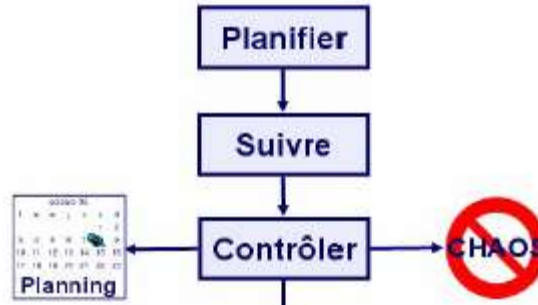


• **Des pratiques de gestion de projet,**

• **Pour chaque projet:**

▶ **Planification de phases**

□



▶ **Gestion des exigences**

□ Traçabilité des exigences:

▶ maîtriser les changements

▶ Les produits sont vérifiés par rapport aux exigences initiales

▶ **Assurance qualité logiciel**

▶ **Processus documenté.**

Les niveaux de maturité: Niveau 2 – Géré ou discipliné

- Ce qui caractérise ce niveau :

- ▶ Discipline dans les projets, bien que des variations subsistent entre projets
- ▶ Processus documenté
- ▶ Planification des travaux
- ▶ Prévisions, suivi et actions correctives
- ▶ Pas de compromis sur la qualité

- Conclusion

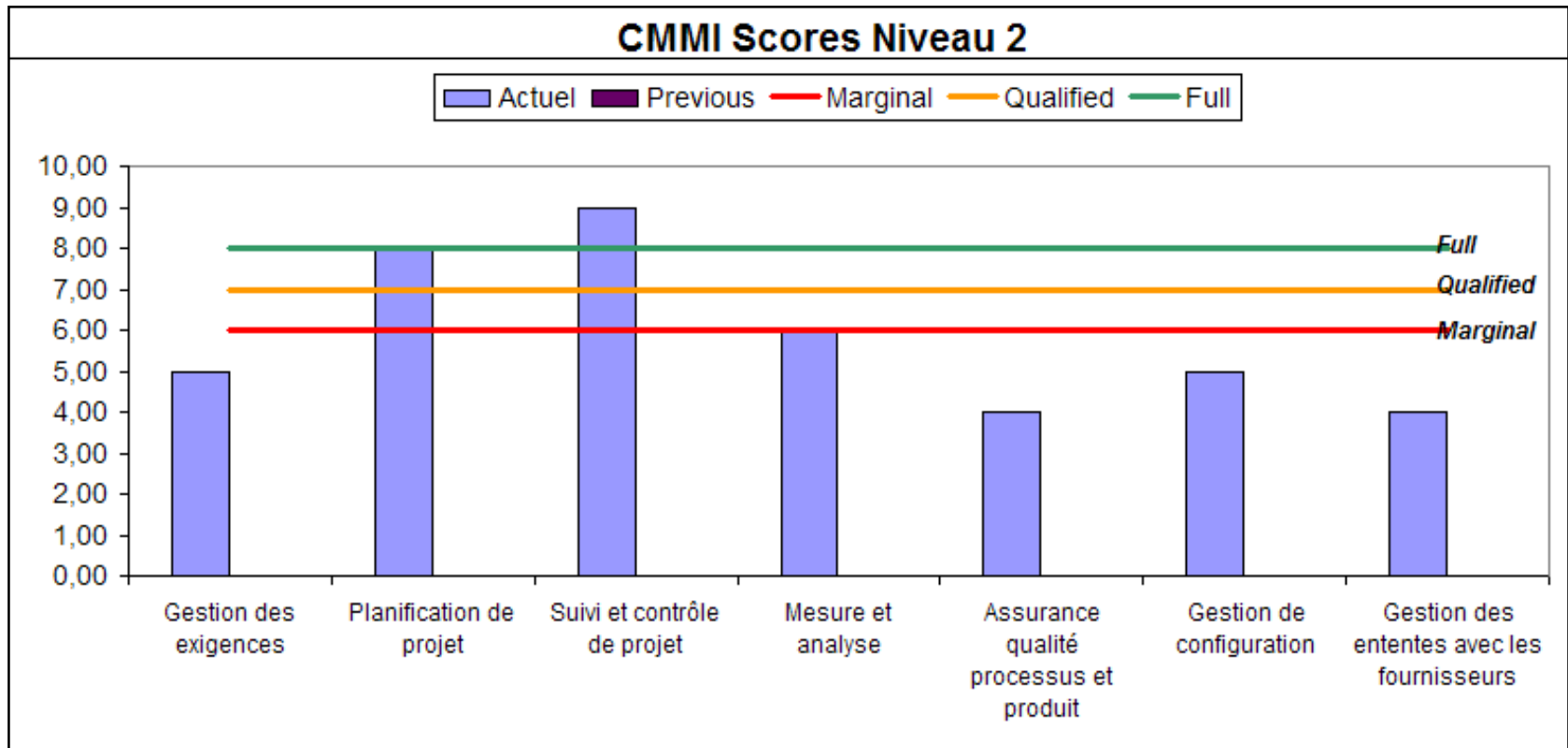
- ▶ La structure fonctionne au niveau projet
- ▶ Des pratiques de gestion de projet sont mises en œuvre
- ▶ Mais ce ne sont pas les mêmes dans les ≠ projets



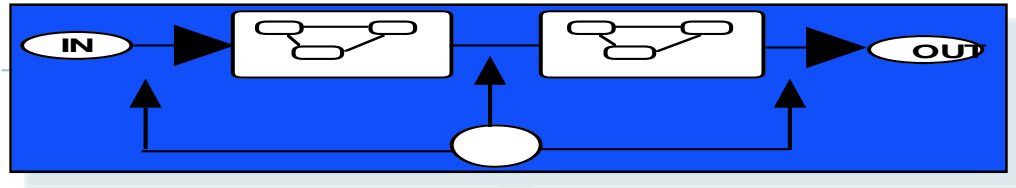
Bilan d'une évaluation SCAMPI

Exemple de résultat d'évaluation du Niveau 2

Chaque domaine de processus (PA) doit avoir la moyenne pour valider le niveau.



Les niveaux de maturité: Niveau 3 – Défini

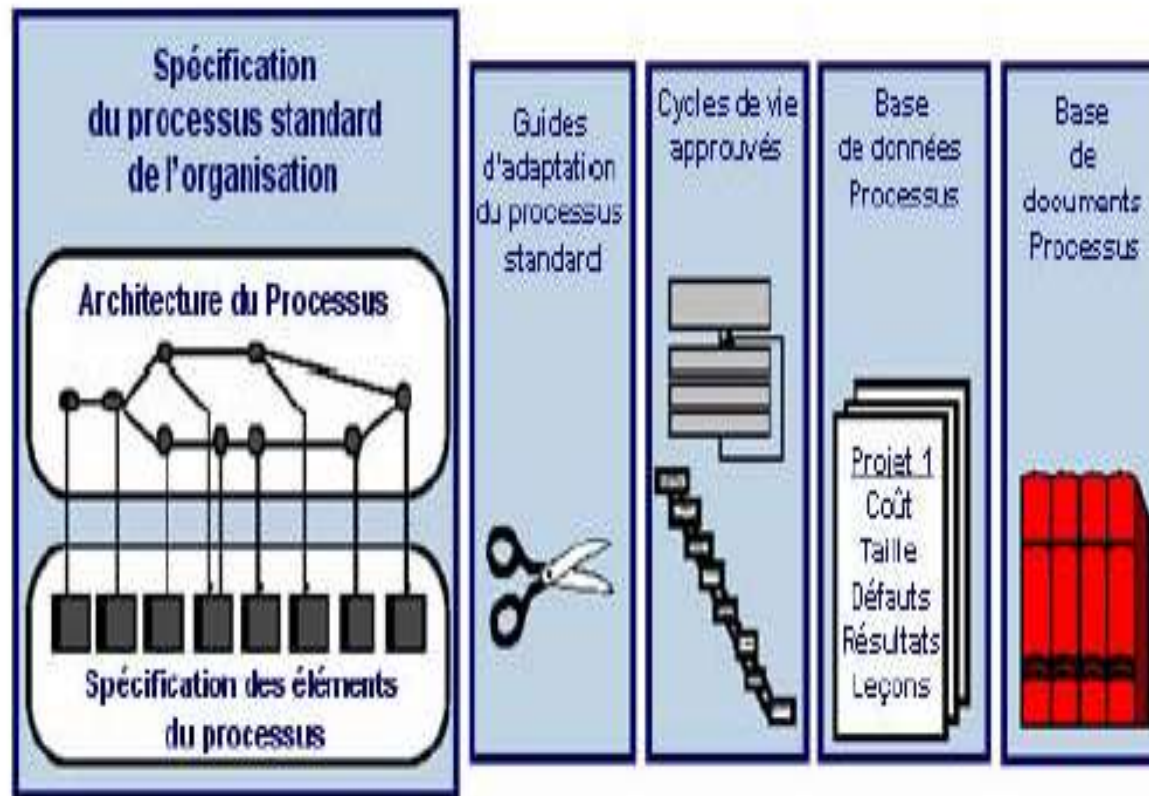


- Standardisation des processus à l'échelle organisationnelle,
- Un processus projet est une instantiation d'un processus organisationnel,
- **Mise en place d'un référentiel:** un cadre commun pour toute l'organisation des méthodes, outils et documents,
- **Culture et compréhension communes**
- **Capitalisation systématique**
 - ☐ Enseignements tirés
 - ☐ Réutilisation savoir-faire, code...
- Le **chef de projet** puise dans le référentiel en début de projet **plutôt que de réinventer la roue.**

CMMI Niveau 3



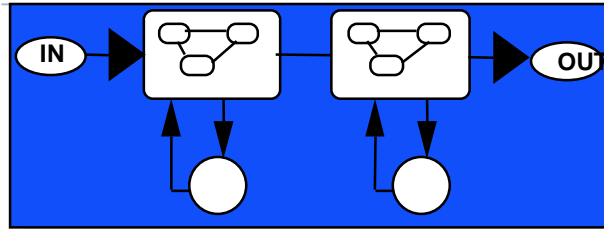
► Le Référentiel organisationnel



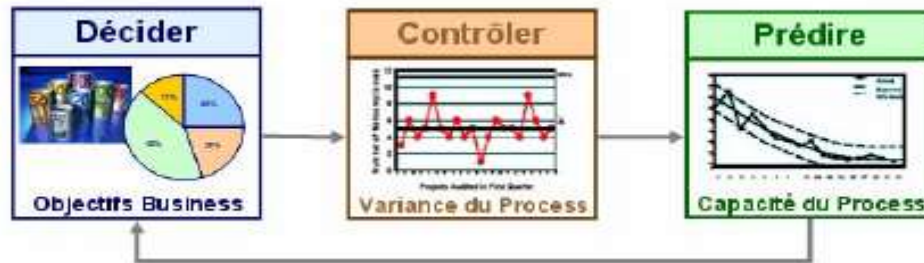
Le niveau 3 présente une différence capitale avec le niveau 2:

- ▶ Les processus y **sont décrits plus rigoureusement qu'au niveau 2**. Une description de processus ajusté énonce clairement l'intention, les entrées, les activités, les rôles, les mesures, les étapes de vérification.

Niveau 4 Maîtrisé ou Géré quantitativement

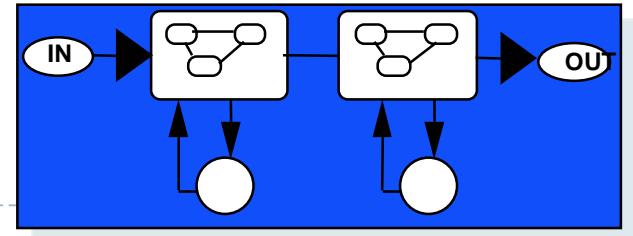


- ▶ le processus est géré quantitativement: Le processus est **mesuré**,
- ▶ **Objectifs quantitatifs**,
- ▶ Le processus se comporte de **façon prédictible**



- ▶ Agir en cas de déviation par rapport aux objectifs
- ▶ *Passage du Niveau 3 au Niveau 4 : de 18 à 24 Mois*

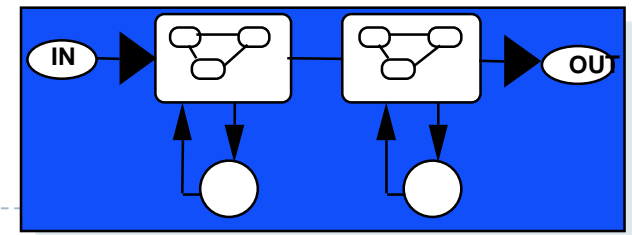
Niveau 4 Maîtrisé ou Géré quantitativement



- ▶ **Correction systématique en cas de dépassement des objectifs**
- On va travailler sur la notion de **productivité, de performance des projets et non de l'organisation**
- On va donc :
 - ▶ **Récupérer et comparer les statistiques de chaque projet.** Pour cela, il faut que les méthodes de calcul des statistiques soient les mêmes.
 - ▶ Distinguer les causes normales et les causes spéciales de variation sachant que le but est de corriger les causes spéciales.
 - ▶ Un processus géré quantitativement **est un processus niveau 3 contrôlé au moyen de statistiques** et d'autres techniques quantitatives (écart-type, moyenne).
 - ▶ Des objectifs quantitatifs de qualité et de réalisation de processus sont fixés et employés comme critères dans la gestion du processus.



Niveau 4



- Ce qui caractérise ce niveau :
 - ▶ Métriques / Indicateurs mis en place et exploités
 - ▶ Retours d'expérience possibles car processus cohérents (les comparaisons ont un sens)
 - ▶ Programme qualité
 - ▶ Evaluation des impacts liés aux évolutions de processus
- ▶ **Conclusion**
 - ▶ Le référentiel statistique sert à construire et piloter les projets

Les niveaux de maturité: Niveau 5 Optimisé

Amélioration continue du processus,

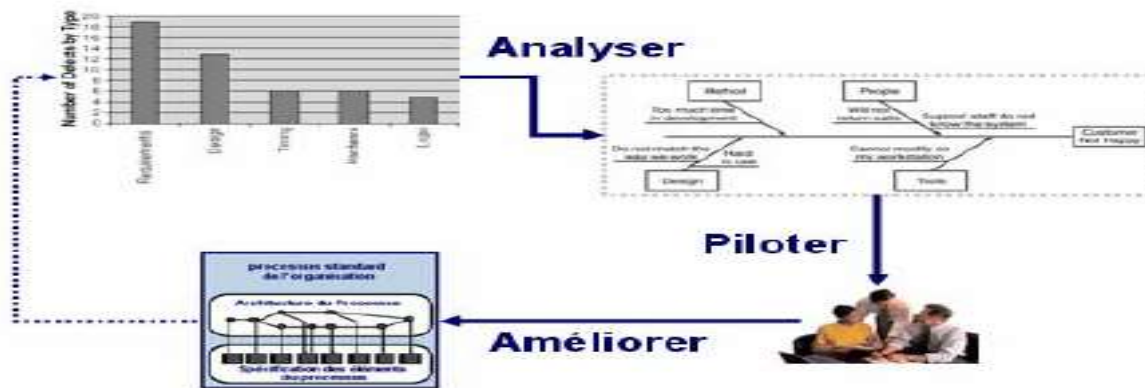
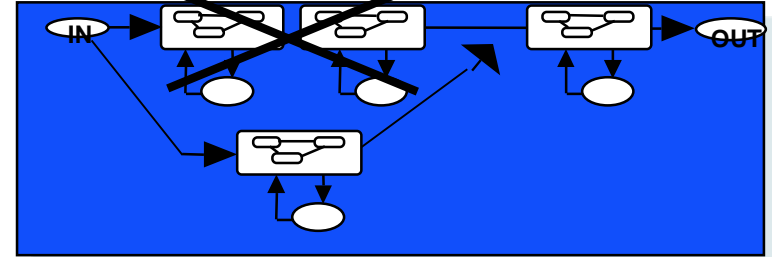
Amélioration **mesurable**,

Innovation organisationnelle

- Veille technologique

Analyse des causes des problèmes

- On s'efforce de remonter du constat à la cause afin d'agir.



- La mise en place de ce niveau implique en plus de ce qui est effectif au niveau inférieur :

- ▶ Prévention au lieu de correction des erreurs
- ▶ Processus toujours en amélioration

CMMI: deux représentations

Représentation continue

- ▶ Réalisation des améliorations sur les différents processus à différents niveaux
- ▶ 6 niveaux de capacité
- ▶ Flexibilité

Représentation étagée

- ▶ Réalisation des améliorations basées sur un étage prédéfini et prouvé
- ▶ 5 niveaux de maturité
- ▶ Benchmarking

- Les représentations différentes mais contenus similaires
- **80% des organisations utilisent la représentation étagée**

Quelles entreprises CMMI?

- Telnet
- Intel
- NASA
- Nokia
- General Motors
- IBM
- Armée Américaine
- Motorola
- BMW



Quelques chiffres

- IBM Australia : livraison des projets dans le budget initial passe de 90% à 100% en passant du niveau 2 au niveau 5
- JP Morgan Chase (finance) : 70% de réduction du décalage moyen des dates de livraison projet en atteignant le niveau 2, a doublé le nombre de livraisons par an en implémentant le CMMI-3
- Siemens Information Systems : réduction de 45% des coûts de qualité pendant le passage au CMMI-5, réduction de 20% du nombre de bugs avant tests
- DB Systems GmbH (IT) : coûts de développement réduits de 52% en passant au niveau 3 du CMMI
- Boeing Company : décalage de planning réduit de 63%, 3% d'augmentation de la réutilisation de code et de matériel lors du passage du SW-CMM 4 au CMMI-5



Conclusion

- C'est un modèle qui a ses défenseurs et ses détracteurs. Il a cependant **le mérite d'inciter à :**
 - ▶ **la capitalisation dans l'entreprise,**
 - ▶ **la formalisation des processus.**
- **La réussite repose sur la compétence de l'entreprise toute entière.**





Chapitre 6

Ingénierie des Besoins



Ingénierie des besoins (IB)

- ▶ *Le rôle de l'IB est de **déterminer les fonctionnalités** que le système doit mettre en œuvre et **identifier les contraintes de** la mise en œuvre de ces fonctions.*
- ▶ *L'Ingénierie des Besoins(IB) **couvre une phase importante dans un projet de développement de système.***
- ▶ ***Sous-estimer cette importance** peut mener à l'inachèvement des projets, au dépassement de leurs budgets ou à la défaillance des systèmes développés.*

Enjeux de L'Ingénierie des Besoins

- **Rendre visibles et explicites les besoins de l'utilisateur.**
- **Constituer une base pour le développement du logiciel, en traduisant les besoins de l'utilisateur en fonctionnalités, services à implémenter.**
- **Aboutir à un engagement mutuel entre les intervenants. Le document de spécification représente la base du contrat entre le client et le développeur.**
- **Supporter les modifications futures.**

Contexte du projet

- Projet interne,
- R&D,
- Client,
- Appel d'offres,
- Proiciel

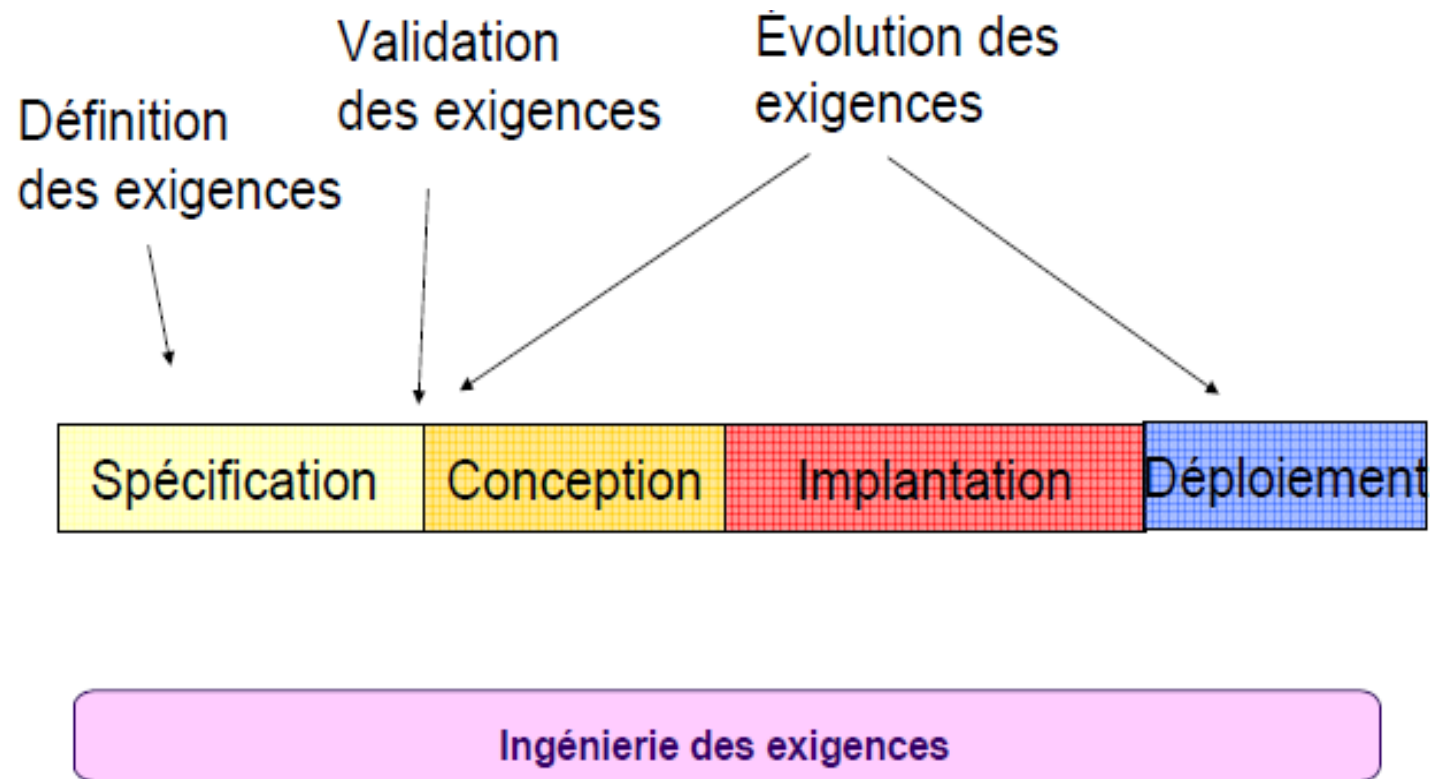


Processus d'ingénierie des besoins (1ere A)

- L'ingénierie des besoins est un processus qui repose sur les activités :
- Étude préalable
 - Définition et analyse des besoins
 - Spécification du système
 - Validation.

Mais pas uniquement..

Processus d'ingénierie des besoins



I. Etude préalable (gr 2-B)

- ▶ Identifier les besoins
- ▶ Etude d'opportunité: retombée sur l'entreprise
- ▶ Etude de faisabilité
- ▶ Risques
- ▶ Etendue du système



II. Collecte et analyse des besoins

- Capture des informations à propos du système à développer et du système existant, et filtrage des besoins à partir de ces informations.
- Source des informations
 - La documentation
 - Les intervenants
 - Spécifications de systèmes similaires.
- Techniques utilisées
 - Interviews
 - Scénarios.
 - Questionnaires

II. Collecte et analyse des besoins

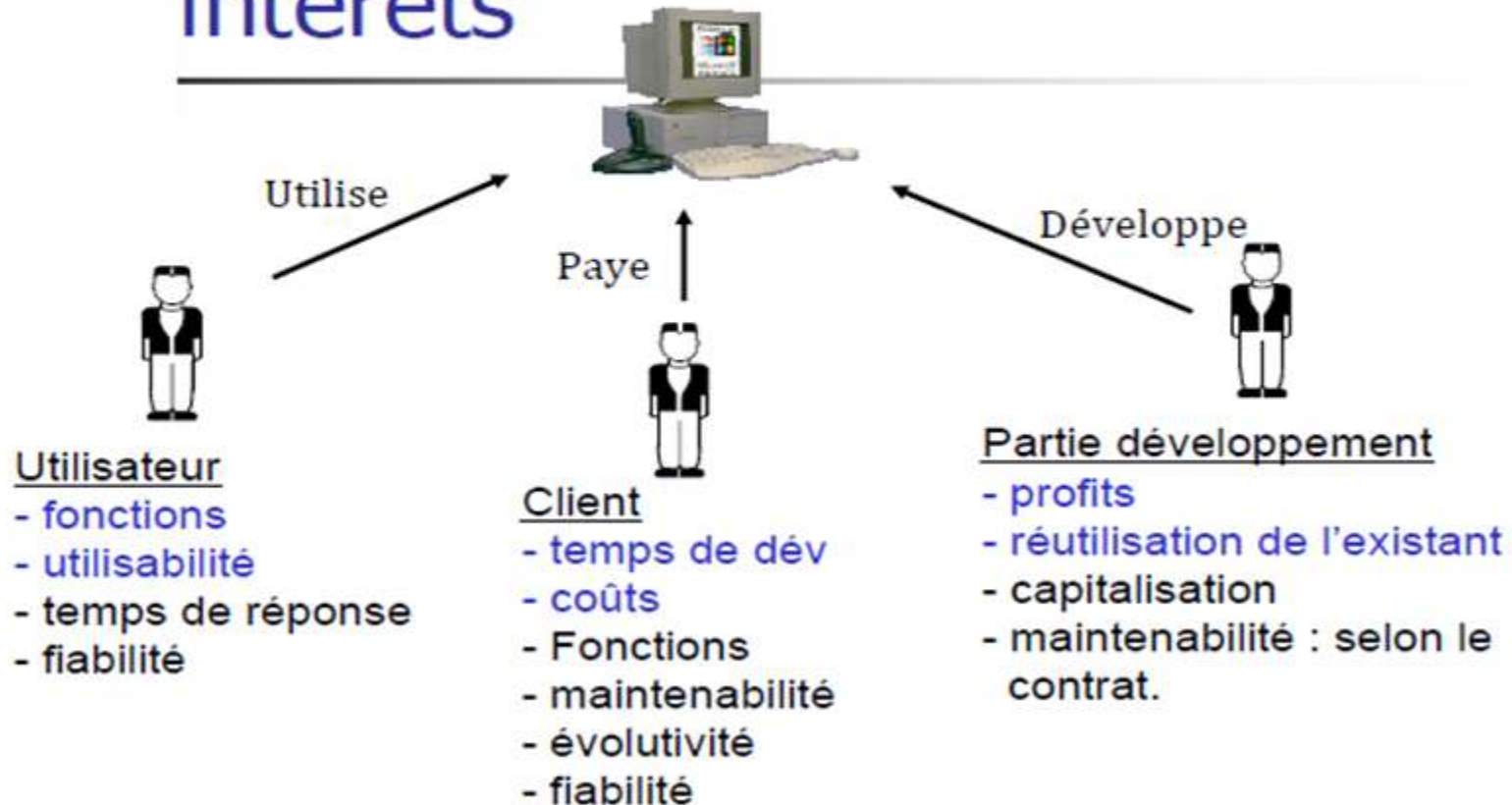
➤ Plusieurs intervenants

- Un intervenant est toute personne pouvant avoir une influence directe ou indirecte sur le système à réaliser
- Les intervenants peuvent avoir des objectifs différents
- Les intervenants comprennent les utilisateurs finaux qui interagissent directement avec le système et toute personne de l'organisation qui peut être affectée par le système
- Les intervenants peuvent comprendre les développeurs et les responsables maintenance de systèmes reliés .

Différents acteurs - exemple

- Cas d'une bibliothèque
 - Les employés de la bibliothèque (utilisateurs directs)
 - Clients (utilisateur indirect)
 - Directeur de la bibliothèque (utilisateur indirect)
 - Administrateur du système

Différents acteurs – différents intérêts



Différents acteurs

- Gestion des différents acteurs (et conflits)
 - Comment communiquer avec eux ?
 - Comment identifier et résoudre les conflits ?
- Gestion de la quantité d'information
 - Structuration
 - Différentes vues ?
- Obtenir toutes les exigences

Différents acteurs - Conflits

- De nombreuses décisions sur les exigences sont prises pour satisfaire des intérêts personnels
- Les personnes peuvent être contre un développement et adopter une attitude agressive ou passive
- Comportement humain (attitudes protectrice, en général)

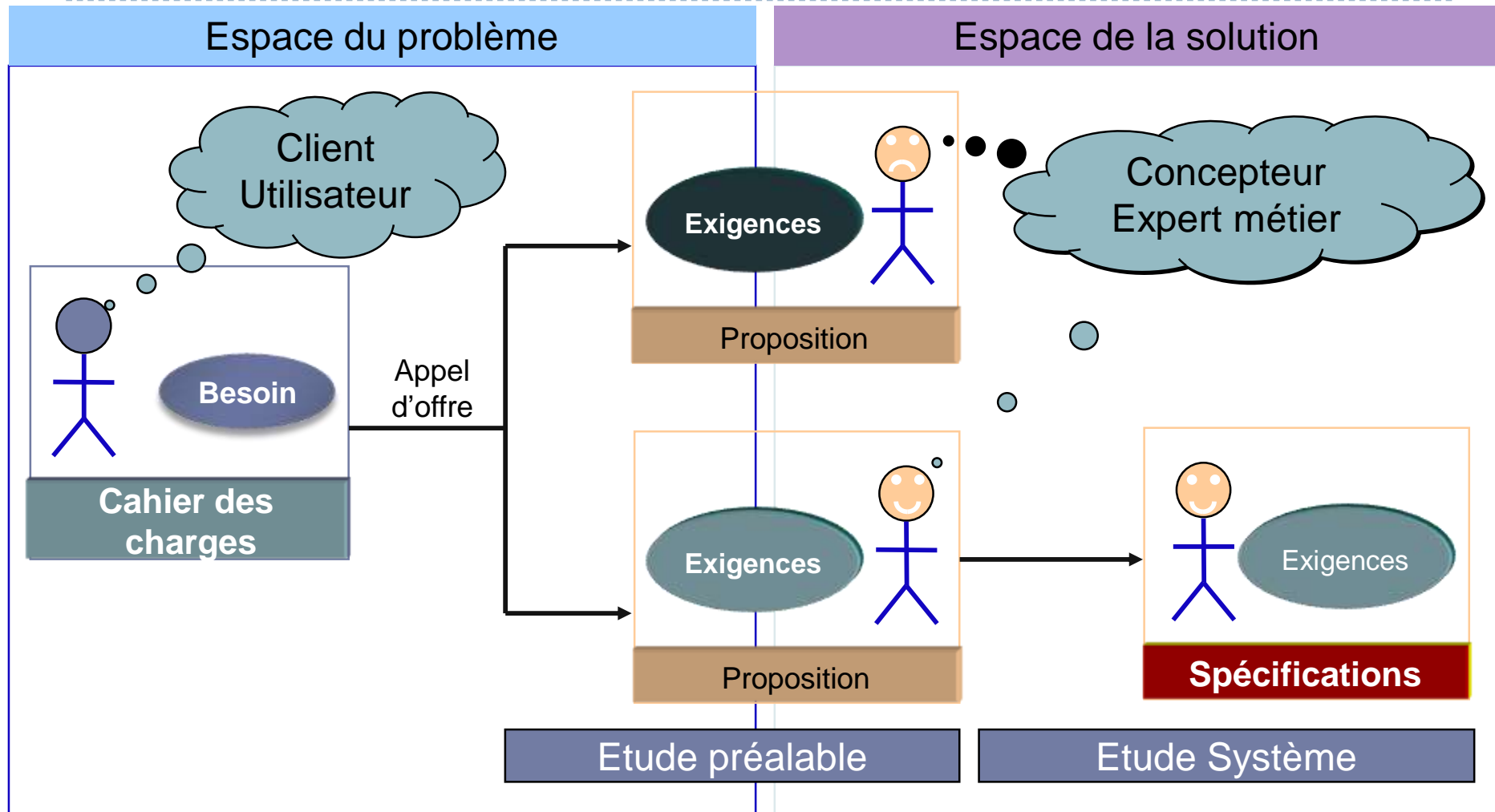
Collecte des besoins- Problèmes

- **Le client ne sait pas toujours ce qu'il veut et n'exprime pas toujours ces exigences clairement.**
- **Ce que le client demande n'est pas forcément ce dont il a besoin.**
- **Le client exprime souvent la solution à laquelle il pense plutôt que son besoin réel (que vous ne connaîtrez peut-être jamais).**
- **Le client ne connaît pas toujours l'informatique, il ne sait pas ce qui est possible et ce qui ne l'est pas.**

Définition des besoins- Problèmes

► ...

Analyse: Besoins & Exigences



Analyse: Besoins & Exigences

Besoin (client)

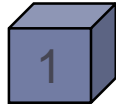
Vision du client. Il exprime une caractéristique du système dont doivent bénéficier les utilisateurs.

Exigence (système)

- **Vision des concepteurs** (du point de vue technique).
- Pour exister, une exigence doit impérativement **être vérifiable**, c'est-à-dire permettre de déterminer si elle a été atteinte ou non.

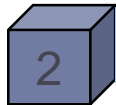


II. Analyse des besoins: Exemple



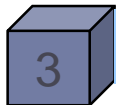
Extrait du cahier des charges

Le titulaire devra fournir un système de signalisation et d'aiguillage permettant de garantir la sécurité de la circulation des trains sur l'ensemble de notre réseau, y compris dans les aires de garage.



Le besoin

Le système de signalisation doit permettre de garantir la sécurité de la circulation des trains sur l'ensemble du réseau.



Analyse du besoin : Exigences de référence

Éviter
les collisions

Le système de signalisation doit permettre de garantir qu'un train au plus occupe une zone

Éviter
les déraillements

Le système de signalisation doit assurer l'immobilité des appareils de voie (aiguillage) dans les zones occupées par un train

III. Spécification des exigences ou système

- But: définir clairement le logiciel à produire
 - Documentation compréhensible par toutes les parties -> base contractuelle

- Phase de synthèse
 - Écriture des exigences
 - Structuration des exigences (type, niveau d'abstraction)
 - Vérification de la consistance, complétude, ...
 - Assignation de priorités possible
 - Validation

III. Spécification des exigences

- Le document de spécification des exigences de logiciels est intitulé:
 - DSL (Document de spécification Logiciel)
 - SEL (Spécification des Exigences Logicielles),
 - SRS (Software Requirement Specification)
 - Cahier des charges détaillé
 - Document de spécification détaillée

III. Spécification des exigences

- **Le Document de Spécifications Logiciel (DSL) comprend une description détaillée des fonctionnalités du système, les performances requises et les contraintes de développement.**
- **Le DSL constitue, pour les développeurs, la base officielle de ce qui doit être réalisé.**





IEEE 830- 1998

Spécification des Exigences Logicielles

IEEE std 830: 1998

○ *Les chapitres du document SRS*

○ **1 Introduction**

- 1.1 Objet
- 1.2 Portée
- 1.3 Définitions, acronymes et abréviations
- 1.4 Références
- 1.5 Vue d'ensemble

○ **2 Description générale**

- 2.1 Environnement
- 2.2 Fonctions
- 2.3 Caractéristiques des utilisateurs
- 2.4 Contraintes
- 2.5 Hypothèses et dépendances

○ **3 Exigences spécifiques**

- 3.1 Exigences des interfaces externes
 - 3.1.1 Interfaces avec les utilisateurs
 - 3.1.2 Interfaces avec le matériel
 - 3.1.3 Interfaces avec les logiciels
 - 3.1.4 Interfaces de communication
- 3.2 Exigences fonctionnelles
 - 2.1.1 Exigence fonctionnelle 1.1
 - 3.. 1.n Exigence fonctionnelle 1.n
 - 3.. 1.n Exigence fonctionnelle 1.n
 - 3.2.m.1 Exigence fonctionnelle m.1
 - 3.2.m.n Exigence fonctionnelle m.n
- 3.3 Exigences de performance
- 3.4 Contraintes de conception
- 3.5 Attributs
- 3.6 Autres exigences

1. Introduction IEEE std 830: 1998

❖ **Objet du document:**

- ❖ formuler l'objet de la SEL: Identification **par leur nom** le ou les logiciels à produire (exemple: système de contrôle d'accès),
- ❖ Préciser les destinataires de la SEL

❖ **Portée du produit logiciel:**

- ❖ Explication brève de ce que le logiciel fera (le cas échéant ce qu'il ne fera pas)
- ❖ **description des objectifs et des avantages.**

❖ **Définitions, acronymes et abréviations**

❖ **Documents de référence** (documents, normes et rapports)

❖ **Aperçu du document:** description de l'organisation du document



2. Description générale IEEE std 830: 1998(2grA)

- ❖ **Environnement:** Cette section devrait **situer le produit dans le contexte des autres produits reliés**. S'il est indépendant et parfaitement autonome il faut le mentionner ici.
- ❖ **Fonctions:** Cette section de la SEL donne **un résumé des fonctions principales** que le logiciel doit exécuter
- ❖ **Caractéristiques des utilisateurs:** niveau d'instruction, expérience, connaissances techniques.
- ❖ **Contraintes d'ordre général:** limites imposées par le matériel, protocole d'échange, ..
- ❖ **Hypothèses et dépendances:** Enumère les éventuelles relations qui pourraient se répercuter sur les exigences.



3.Exigences spécifiques-Description détaillée

IEEE std 830: 1998

- ❖ **Exigences des interfaces externes** (utilisateurs, matériel, logiciel, communication)
- ❖ **Exigence fonctionnelles**
 - ❖ Les diagrammes des cas d'utilisation (les interactions significatives)
 - ❖ Scénarios
- ❖ **Exigences de performance:**
 - ❖ temps d'exécution, nombre de terminaux, d'utilisateurs, transaction par secondes, quantité d'information.

Ex: 95 % des transactions doivent être traités en moins d'1 s.

Toutes ces exigences doivent être énoncés **d'une manière mesurables**
- ❖ **Attributs (exigences non fonctionnelles)**
 - ❖ fiabilité, disponibilité, sécurité, portabilité, etc..
- ❖ **Contraintes:** limites imposées par le matériel, protocole d'échange, ..

Remarque

- *Les interfaces externes:* quels types de liens doit-il y avoir entre le logiciel et les utilisateurs, le matériel du système, les autres matériaux et logiciels?

Interface utilisateur: par exemple DAB

- ▶ **Les interfaces de communication:** e-mail, http ou https, encryptage des données,...

Vérification et Validation de la SEL

Vérification et Validation de la SEL- IEEE 830

- Une spécification des exigences devrait être
 - ▣ Exacte
 - ▣ Non ambiguë
 - ▣ Complète
 - ▣ Cohérente
 - ▣ Hiérarchisée en fonction de l'importance et/ou de la stabilité
 - ▣ Vérifiable
 - ▣ Modifiable
 - ▣ Traçable



Vérification et Validation de la SEL- IEEE 830

Exacte ou Correcte : Une SEL est exacte si et seulement si chaque exigence qui y est formulée doit être respectée par le logiciel: **LES VRAIS BESOINS**

Non ambiguë : Une SEL est non ambiguë si et seulement si chaque exigence qui y est formulée n'a qu'une interprétation possible.

Complète (Complétude): **LA TOTALITÉ DES BESOINS**

- Toutes les exigences significatives, qu'elles se rapportent aux fonctions, à la performance, aux contraintes de conception, aux attributs de qualité ou aux interfaces externes.

- Définition de tous les termes et présence de toutes les légendes et les références aux figures et aux tableaux.

Cohérence: Y'a t-il des conflits ou contradictions entre les besoins ?
L'utilisation d'une terminologie et de définitions normalisées favorise la cohérence.



Vérification et Validation de la SEL- IEEE 830

Hiérarchisée : Chaque exigence de la SEL est dotée d'un identificateur qui désigne son importance ou sa stabilité; Hiérarchisée en fonction de l'importance et/ou de la stabilité.

- **Degré de stabilité** : Le nombre de modifications que l'exigence devrait subir (connaissance des événements futurs, besoin non mature)
 - **Degré de nécessité** En général, les exigences relatives à un logiciel n'ont pas toutes la même importance. Certaines exigences sont essentielles, souhaitables ou facultatives.
 - a) **Essentielles** : le logiciel ne sera pas acceptable si ces exigences ne sont pas fournies comme elles ont été demandées.
 - b) **Souhaitables** : ces exigences améliorerait le logiciel, mais ne le rendrait pas inacceptable si elles n'étaient pas fournies.
 - c) **Facultatives** : un type d'exigences qui pourrait ou non valoir la peine. Ainsi, le fournisseur de services a l'occasion de proposer une solution qui dépasse les exigences de la SEL.
-



Vérification et Validation de la SEL- IEEE 830

Vérifiable: si et seulement si chaque exigence qui y est énoncée est vérifiable.

- Une exigence est vérifiable si et seulement s'il existe un processus déterminé et rentable grâce auquel une personne ou une machine est en mesure de vérifier que le logiciel respecte l'exigence.
- Les exigences non vérifiables comprennent des énoncés qualitatifs comme « fonctionne bien », « bonne interface personne-machine ».

Voici un exemple d'un énoncé vérifiable :

60% des fois, le programme fournit un résultat dans les 20 s suivant l'événement; 100% des fois, il fournit un résultat dans les 30 s suivant l'événement.

Cet énoncé peut être vérifié parce qu'il utilise **des termes concrets et des quantités mesurables**.

Si on ne peut pas mettre au point des tests pour déterminer si le logiciel respecte une exigence, il faut la retirer ou la réviser.



Vérification et Validation de la SEL- IEEE 830

Modifiable: si et seulement si sa structure et le style d'écriture sont tels que chaque changement aux exigences est facile et laisse le document cohérent . Une SEL doit avoir

- ▶ Table des matières, index, références croisées
- ▶ Pas de redondance

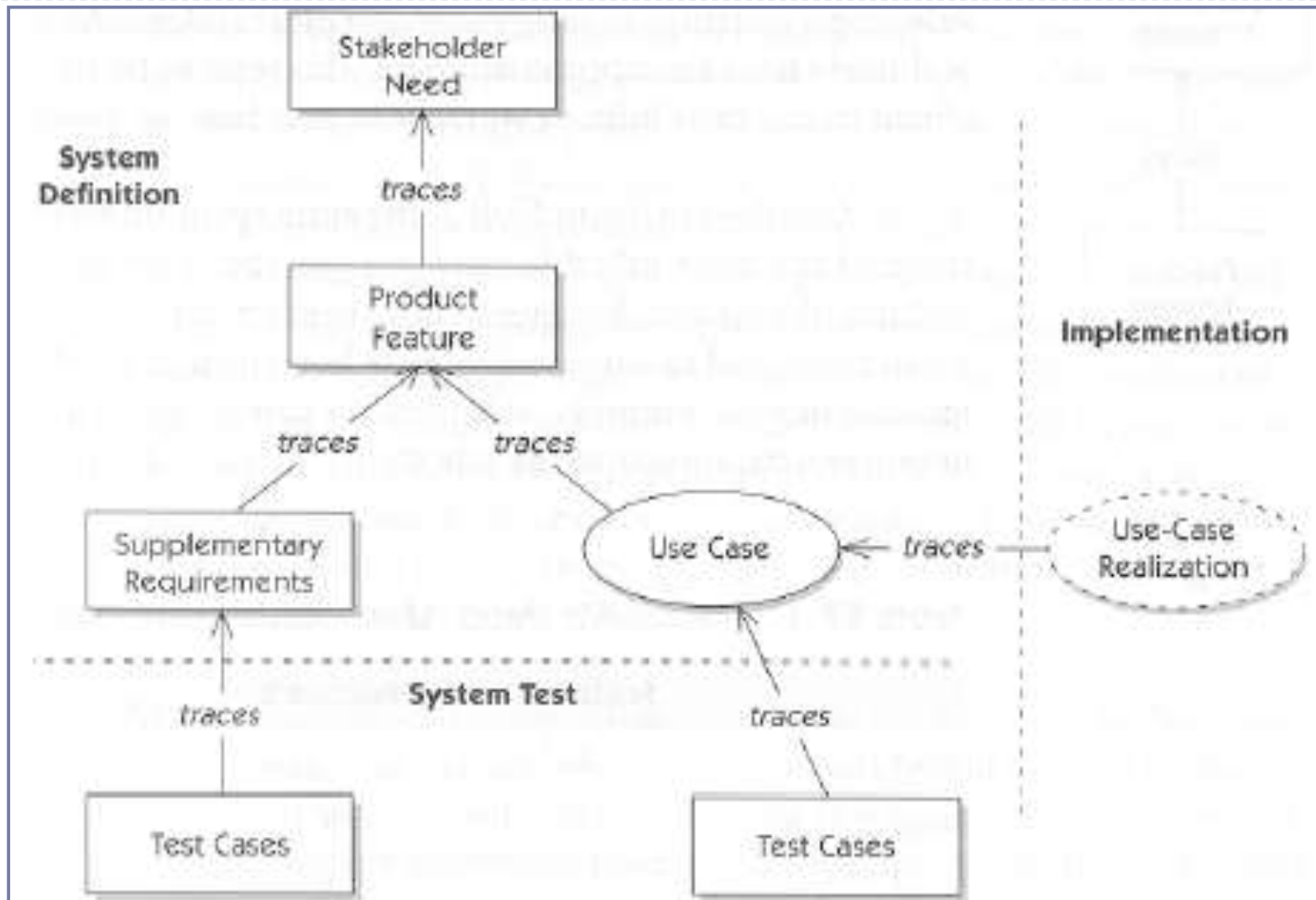
La SEL doit pouvoir évoluer car il est pratiquement impossible de « tout » spécifier dès le début.

Traçable si la ligne de vie de chaque exigence peut être suivi. Deux types de possibilités de suivi sont recommandés.

- ▶ **En arrière** : identifier la source
- ▶ **En avant** : identifier les documents engendrés par chaque exigence de la SEL



Traçabilidade



Préparation conjointe

- ▶ La SEL devrait être rédigée conjointement par les **représentants du client et du fournisseur du produit.**
 - ▶ Connaissances du domaine (client)
 - ▶ Limites techniques (fournisseur)

Techniques de Validation de la SEL (groupe D)

1. Les revues

- ▶ Analyse régulière des besoins
- ▶ Technique statique qui repose sur la documentation.

2. Le prototypage

- ▶ Réalisation d'un prototype, une version initiale du logiciel
- ▶ Technique qui permet de valider les besoins à travers un système opérationnel (technique dynamique).

Techniques de Validation de la SEL- Revue

- ▶ Les revues doivent être menées avec la participation du client.
- ▶ Les revues peuvent être formelles ou informelles
 - ▶ **Revue informelle:** simple discussion avec le client.
 - ▶ **Revue formelle:** groupes importants de lecteurs à la fois chez le client ou chez le développeur selon une approche déterminée.

Techniques de Validation de la SEL- Prototypage

- ▶ Montrer **la faisabilité** des exigences décrit dans la SEL
- ▶ **Un feedback** plus rapide du client
 - ▶ détecter des mésententes entre développeurs et client,
 - ▶ détecter des services manquants,
- ▶ La réalisation d'un prototype nécessite **un développement rapide et à faible coût.**



Les types de spécifications

- ▶ **Les spécifications informelles:** basées sur le langage naturel.
- ▶ **Les spécifications semi-formelles :** basées sur un langage structuré textuel et/ou graphique (sémantique faible).
- ▶ **Les spécifications formelles :** basées sur un langage formel dont le vocabulaire, la syntaxe et la sémantique sont formelles.

Spécifications informelles

▶ Avantages

- ▶ Liberté pour l'auteur
- ▶ Ne nécessite pas de qualification particulière.

▶ Inconvénients

- ▶ Les besoins fonctionnels, non fonctionnels ne sont pas clairement distingués.
- ▶ on peut regrouper plusieurs besoins distincts dans une même phrase, d'où **difficulté de vérification de cohérence.**

Spécifications semi-formelles

- ▶ Méthodes orientées données
 - ▶ Modèle entités-associations, MCD Merise.
- ▶ Méthodes orientées traitements
 - ▶ SADT, Structured Analysis and Design Technique.
- ▶ Méthodes orientées objets
 - ▶ Langage de modélisation UML :
 - ▶ Diagrammes de cas d'utilisation, diagrammes de séquences, diagrammes d'activités, ...

Spécifications semi-formelles

- ▶ **Avantage**

- ▶ Compromis lisibilité-formalisme.

- ▶ **Inconvénient**

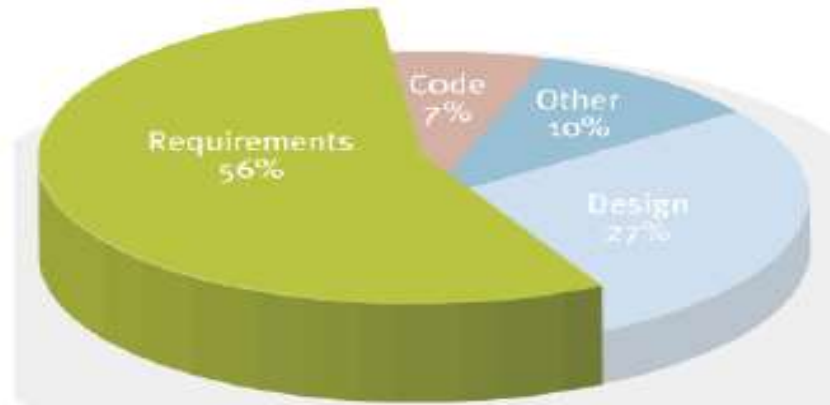
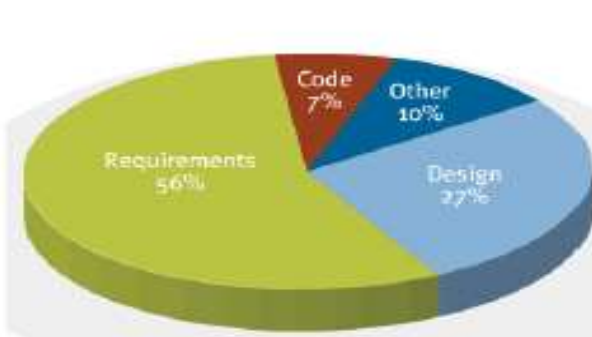
- ▶ Validation partielle (complétude, cohérence).

Spécifications formelles

- ▶ Spécification basées sur des modèles mathématiques : Z, VDM,
- ▶ **Avantage**
 - ▶ Validation (complétude, cohérence).
- ▶ **Inconvénient**
 - ▶ Nécessite une certaine qualification des intervenants.

Observations

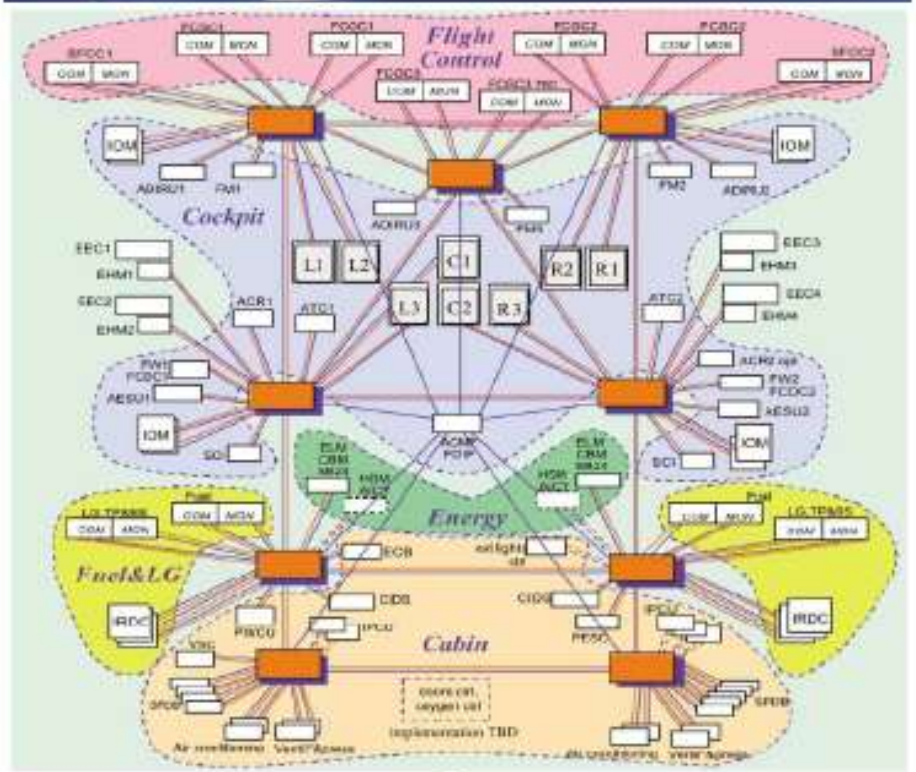
Les facteurs qui font que le projet soit en retard ou ne répond jamais aux exigences des Stakeholders (selon Standish Groupe 2006).



- ***Une mauvaise gestion des exigences est à l'origine de la plus part des échecs !!!***



Airbus A380 – Trop d'ordinateurs et trop de logiciels



La taille des logiciels

- *Airbus 380: Environ 1 billion (1.000.000.000) de lignes de code.*
- *Windows XP: ~40 million de lignes de code.*

Ceci donne une idée de la taille du défis auquel font face
les ingénieurs logiciel !!!

