

A photograph taken from an airplane window, showing the yellow wing and engine on the left, and a vast landscape of mountains and valleys below under a clear sky.

UNIVERSITE DE CORSE

2024-2025

**Licence ST 3ème année
Option INFORMATIQUE**

UE Qualité Logicielle et Tests

CH1 – Principes de qualité logicielle

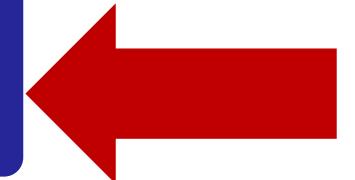


Evelyne VITTORI
vittori@univ-corse.fr

Plan du cours



CH1 – Principes de Qualité



CH2 – Métriques logicielles



CH3 - Bonnes pratiques OO



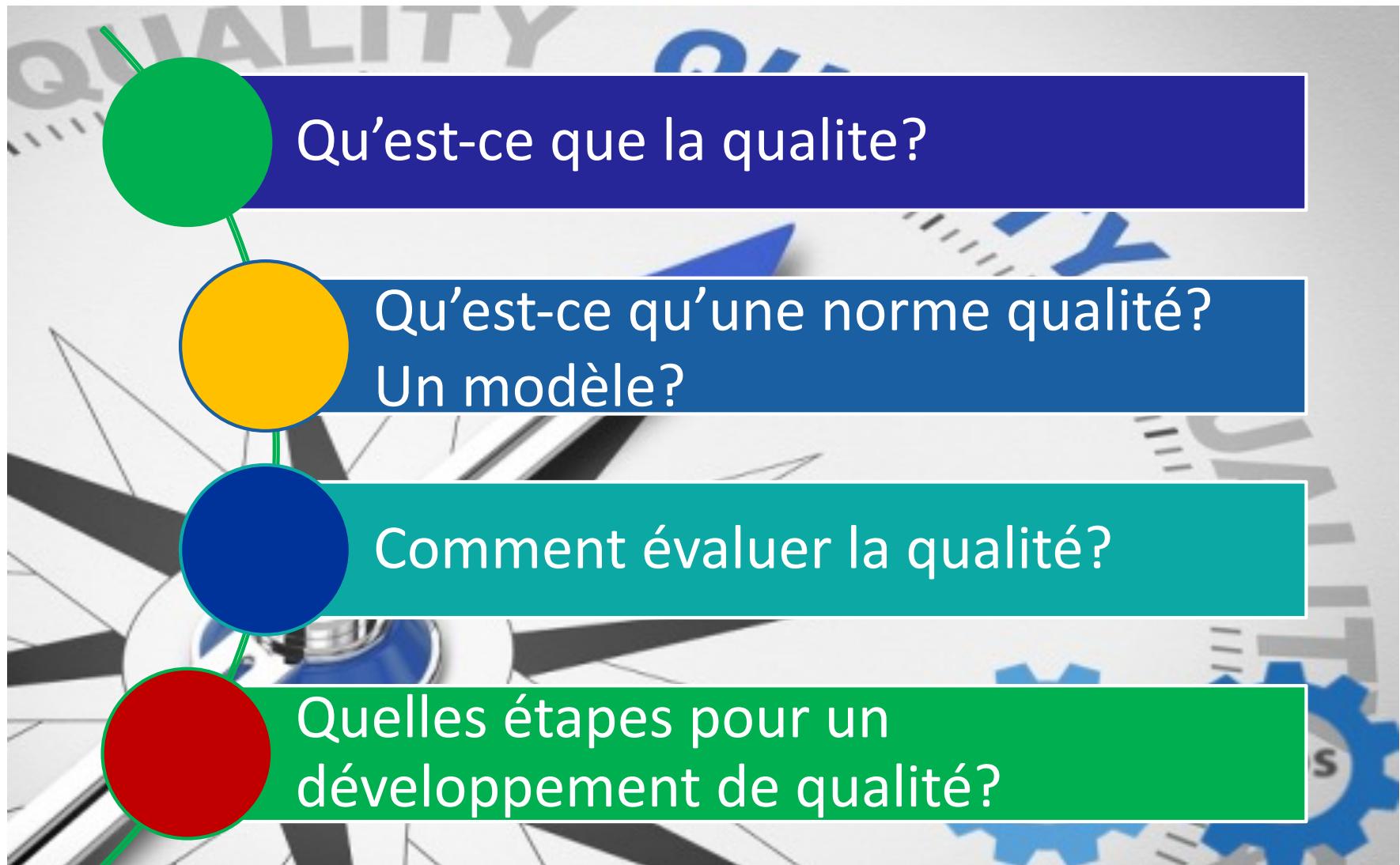
CH4 – Tests

Objectifs de ce chapitre



- Introduire la notion de qualité logicielle et ses différentes dimensions
- Découvrir les principes de base des normes qualités du développement logiciel
- Présenter différentes étapes d'évaluation de la qualité
- Se sensibiliser à la notion de modèle qualité
- Evoquer certains principes de qualité des processus de développement

CH1- Principes de qualité logicielle





Qu'est-ce que la qualité?

- Définitions
- Dimensions de la qualité logicielle
- Importance de la qualité

Qualité = satisfaction du client?

*Degré avec lequel un système, un composant ou un processus **satisfait aux besoins** ou attentes de ses clients/usagers*

IEEE

AFNOR

Aptitude d'un produit ou d'un service à satisfaire les **besoins** des utilisateurs

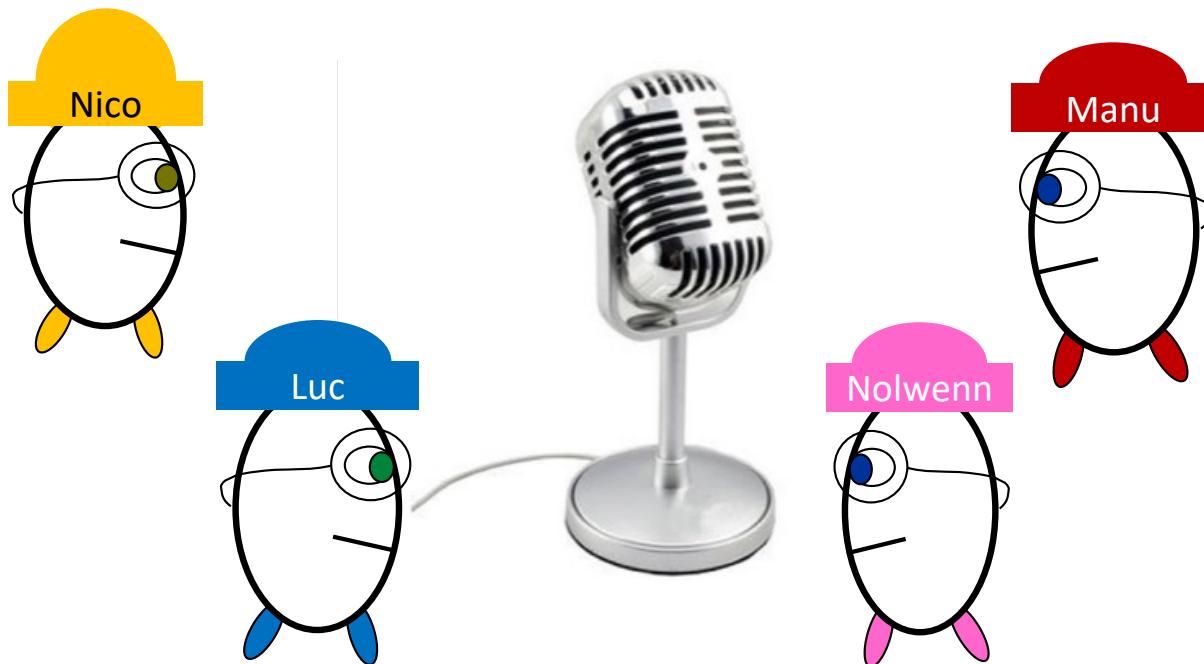
ISO 9000

Ensemble des caractéristiques intrinsèques qui lui confère l'aptitude à **satisfaire les besoins** et attentes exprimés ou implicites des clients et autres parties intéressées.

Oui! Biensur! Mais pas que....

Exercice: Qu'est-ce que la qualité logicielle?

- Ecoutez le podcast suivant
 - <https://www.april.org/sites/default/files/decrypt1917.ogg> de 04:56 mn à 10:56 mn
- Notez les différents **critères définissant la qualité logicielle** selon les intervenants de cette émission de radio.



Source: Décryptualité du 29 avril 2019 (cf. <https://www.april.org/la-bonne-et-la-mauvaise-qualite-en-informatique-decryptualite-du-29-avril-2019>)

Qu'est-ce que la qualité logicielle?

- Pas de définition générale et immuable!
- Une notion « plurielle »!

Appréciation d'un logiciel au travers de **critères** qui peuvent différer suivant les **référentiels** choisis, et évoluer avec le temps.

Source: <https://apero-tech.fr/quest-ce-que-la-qualite-logicielle/>

Cependant il existe des
Normes pour nous guider

Qualité logicielle: qu'évalue-t-on?

- Qualité du **processus**: la démarche de développement
- Qualité du **produit** : le « logiciel »
 - Qualité **interne**
 - Mesurée en regardant le code (architecture, structure, composants)
 - Peut-être évaluée pendant le développement
 - Qualité **externe**
 - Peut être évaluée grâce à des tests avant livraison
 - Mesurée par l'utilisateur final

CH2- Métriques

CH3- Bonnes pratiques

CH4- Tests



Pourquoi la qualité est-elle si importante?



La mauvaise qualité coute cher!!



il y a 4 jours - 24/02/2021 - 2 minutes

f t in

Le coût de la mauvaise qualité logicielle est en forte augmentation

L'analyse, la mesure et le contrôle de la qualité logicielle demeurent des volets importants pour tout éditeur et organisation. Dans son dernier rapport, le Cisq estime à 2,08 billions de dollars le coût global de la mauvaise qualité logicielle à travers le monde.

Le dernier rapport émanant du Consortium for Information and Software Quality ([Cisq](#)) est sans appel. Il indique que le coût pour les professionnels de la mauvaise qualité logicielle avoisine 2,08 billions de dollars sur l'ensemble de l'année 2020. Un élément en forte augmentation par rapport à l'an dernier. Les facteurs expliquant ces coûts sont principalement les pannes tout comme les dettes techniques. Arrivent ensuite les projets de développement infructueux et la cybercriminalité favorisée par les faiblesses et les vulnérabilités.

Exemples de catastrophes célèbres

L'explosion de la fusée Ariane 5 en 1996
cout= 200 millions d'euros

L'accélération maximale de la fusée a dépassé la valeur admissible par le logiciel, générant une erreur générale et donc l'autodestruction. Ces valeurs avaient été recopiées du programme Ariane 4, qui était moins puissante, et la simulation avait été annulée afin d'économiser 800.000 francs sur le programme.



https://www.liberation.fr/futurs/1996/07/24/l-explosion-d-ariane-5-c-est-la-faute-au-logiciel-nous-sommes-tous-coupables-a-affirme-le-directeur-g_176415/

La mauvaise qualité est dangereuse!

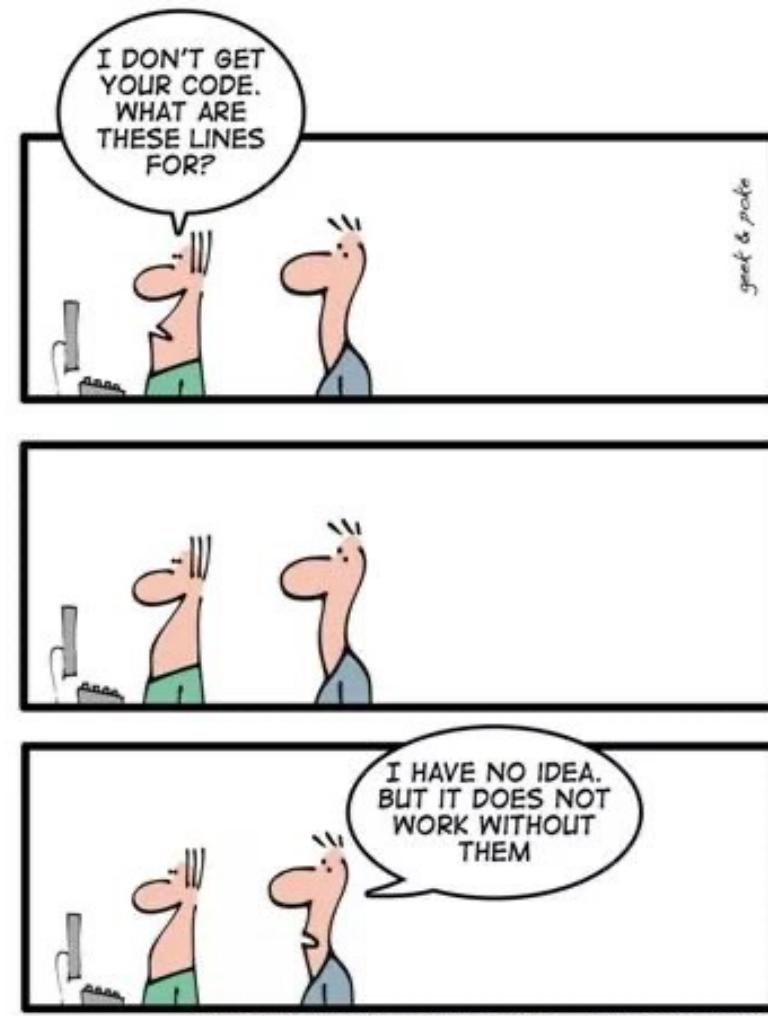
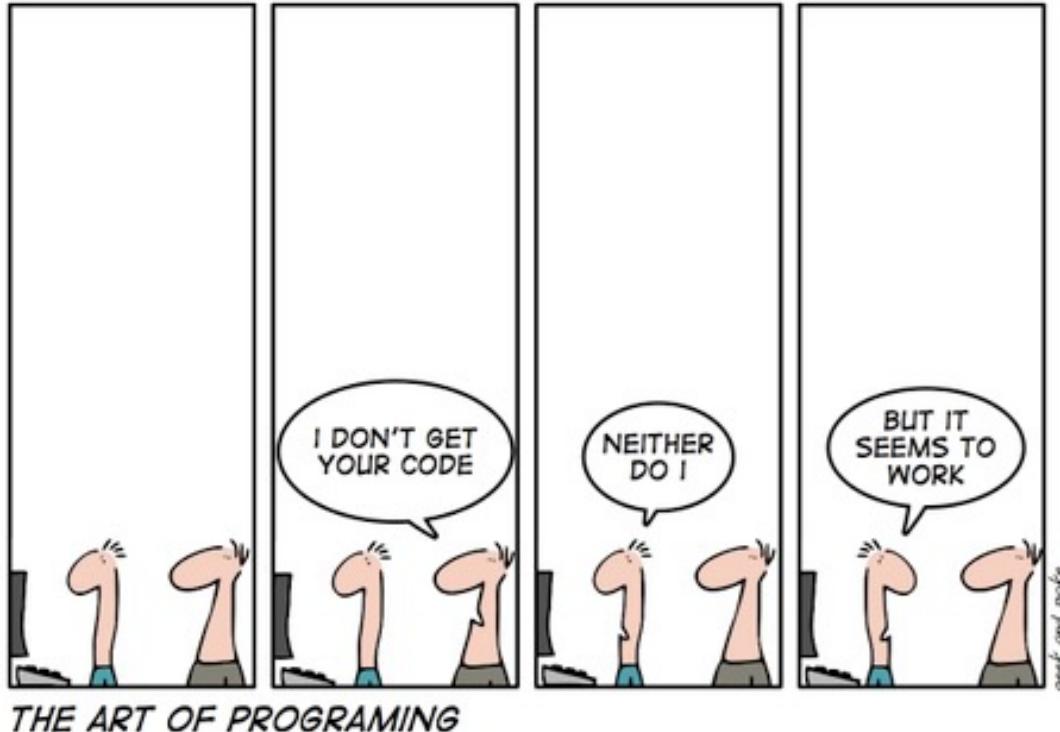
Institut National du Cancer (Panama) – 2001
17 morts et 11 blessés

Surexposés aux radiations émises par une machine de radiothérapie, des patients panaméens ont été victimes du logiciel gérant la machine.

Pourquoi ? Suivant l'ordre dans lequel les données du traitement étaient saisies par l'opérateur, la dose de radiation était calculée différemment.

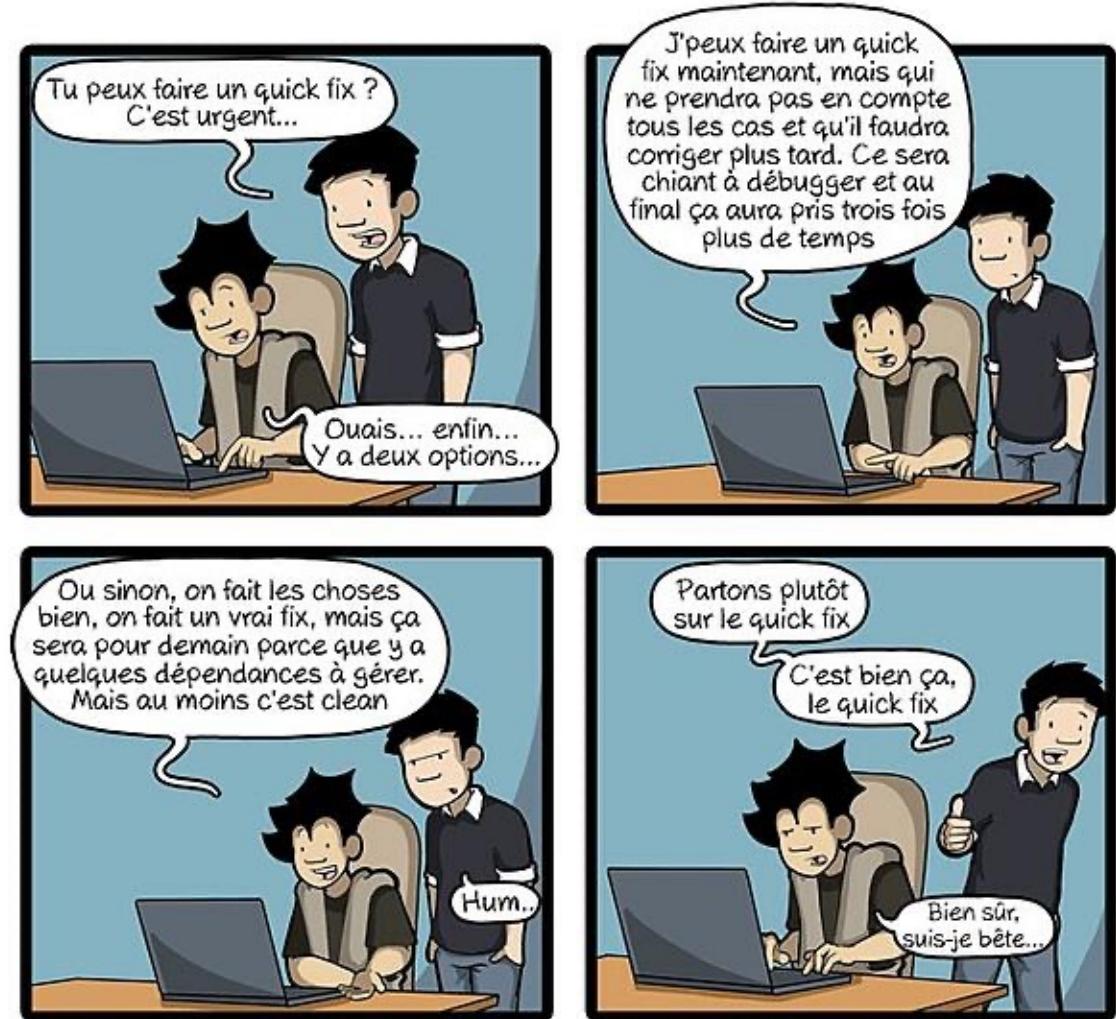


Ne pas comprendre est aussi dangereux!!



Notion de dette technique

Surcoût « en sursis » (dette) lié au manque de qualité en particulier les négligences au niveau de la maintenabilité



CommitStrip.com

Principe d'entropie logicielle

ARNAUD LEMAIRE lead developer & software architect



L'entropie logicielle, pourquoi la dette technique ne fait qu'augmenter ?

Principe d'entropie logicielle

"Quand un système est modifié, sa désorganisation, ou entropie, augmente systématiquement."

Ivar Jacobson



La dette technique d'un système augmente sans cesse

Mais il est possible de limiter cet effet en **anticipant** les changements





Modèle de qualité et normes

- Notion qualité
- Modèle de qualité
- Notion de qualimétrie logicielle

Notion de normes Qualité



International
Organization for
Standardization

- Une norme qualité est caractérisée par un ensemble d'indicateurs qualité (modèle générique de qualité)

Vocabulaire de la qualité

- La norme associée à l'évaluation de la qualité d'un logiciel est actuellement la norme **ISO/IEC 25010**
 - Elle a remplacé la norme ISO/IEC 9126 depuis 2011 et fait partie de la série de normes SQuaRE (System and Software Quality Requirements and Evaluation)
 - Version actuelle 2023 : <https://www.iso.org/fr/standard/78176.html>

Remarque : Il existe d'autres normes officielles plus orientées sur les processus et la gestion des projets (ex: ISO 9000-3).



INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

Certification qualité

- Philosophie des normes qualité
 - Toute opération influençant la qualité doit être sous contrôle et ce contrôle doit être visible.
- La conformité aux exigences d'une norme est délivrée par un organisme de **certification** (entreprise d'audit accréditée par le COFRAC).
 - Certification payante et valable 3 ans
- Obtenir une certification est une lourde tâche
 - compétences spécifiques -ingénieurs qualité



Enjeux économiques Importants!!

Normes et Certification qualité

On distingue deux types de normes :

- Normes certifiantes
 - ISO 9001 - gestion de la qualité globale
 - ISO 2701 - sécurité de l'information
- Normes sans accréditation Directe
 - ISO/IEC 25010
 - ensemble de directives ou cadres guidant les entreprises pour évaluer et améliorer leurs processus et produits

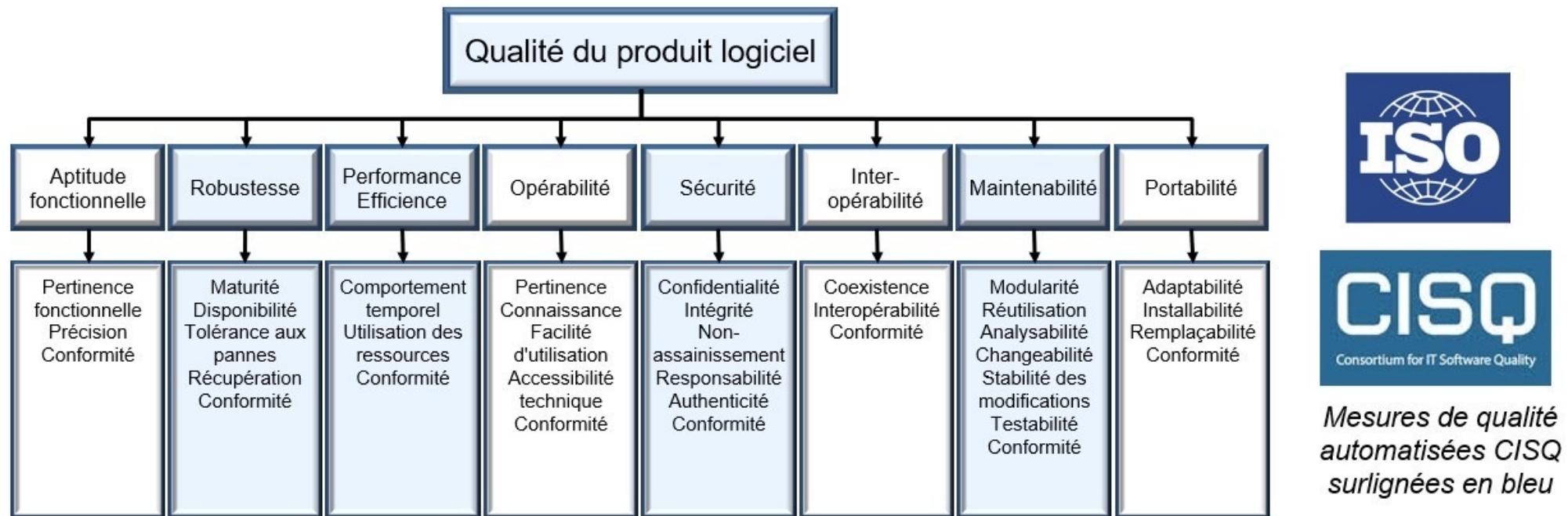
Modèle qualité de la norme ISO-25010



La norme est aussi un guide pour définir les différents types de tests
cf. CH4

Notre priorité dans ce cours

Modèle qualité de la norme ISO-25010



Mesures de qualité automatisées CISQ surlignées en bleu

Le consortium CISQ propose des métriques standards liées aux facteurs qualité du modèle
liste disponible: <https://www.it-cisq.org/pdf/cisq-weaknesses-in-ascqm.pdf>

Norme ISO-2510 : facteur Maintenabilité

Modularité

- capacité d'un logiciel à être constitué de composants indépendants

Réutilisabilité

Capacité d'analyse

- capacité à permettre un diagnostic efficace à propos d'un changement inattendu
- capacité à diagnostiquer une erreur et ses causes.
- aptitude à identifier les éléments nécessitant des modifications.

Evolutivité

- capacité d'un logiciel à être modifié sans introduire de défaut ou diminuer la qualité du produit

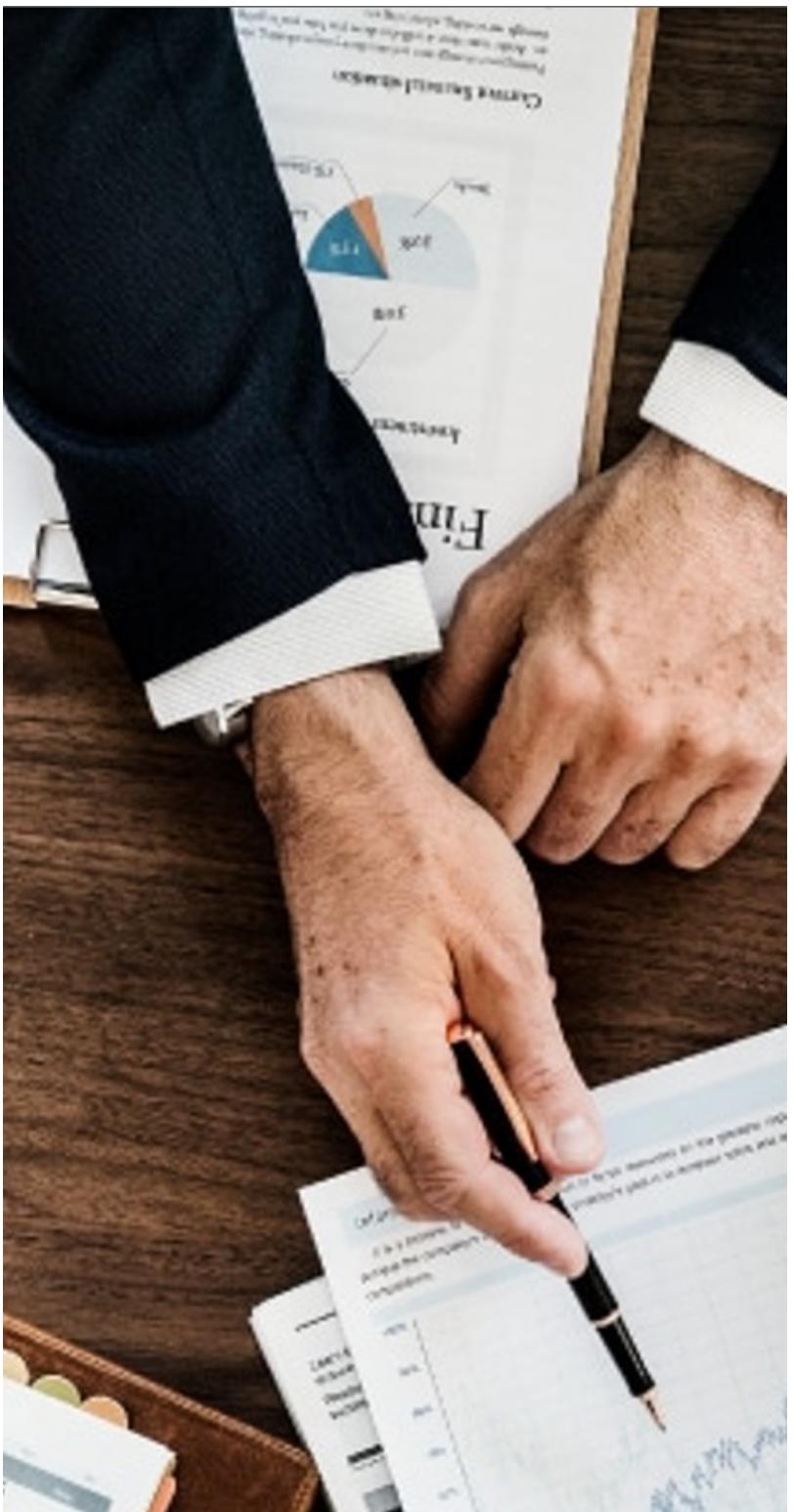
Testabilité

- capacité à établir des critères de tests pour un système, un produit ou un composant et capacité des tests à être exécutés pour déterminer si ces critères ont été remplis.

Notion de Qualimétrie logicielle

- Discipline qui consiste à établir des mesures du code source pour:
 - Analyser la capacité d'un code à évoluer
 - Faire des choix de réutilisation
- **Mesures qualitatives**
 - Revue de code – Respect des normes de codage
- **Mesures quantitatives**
 - **Métriques**

Prévention des risques



Evaluation de la qualité

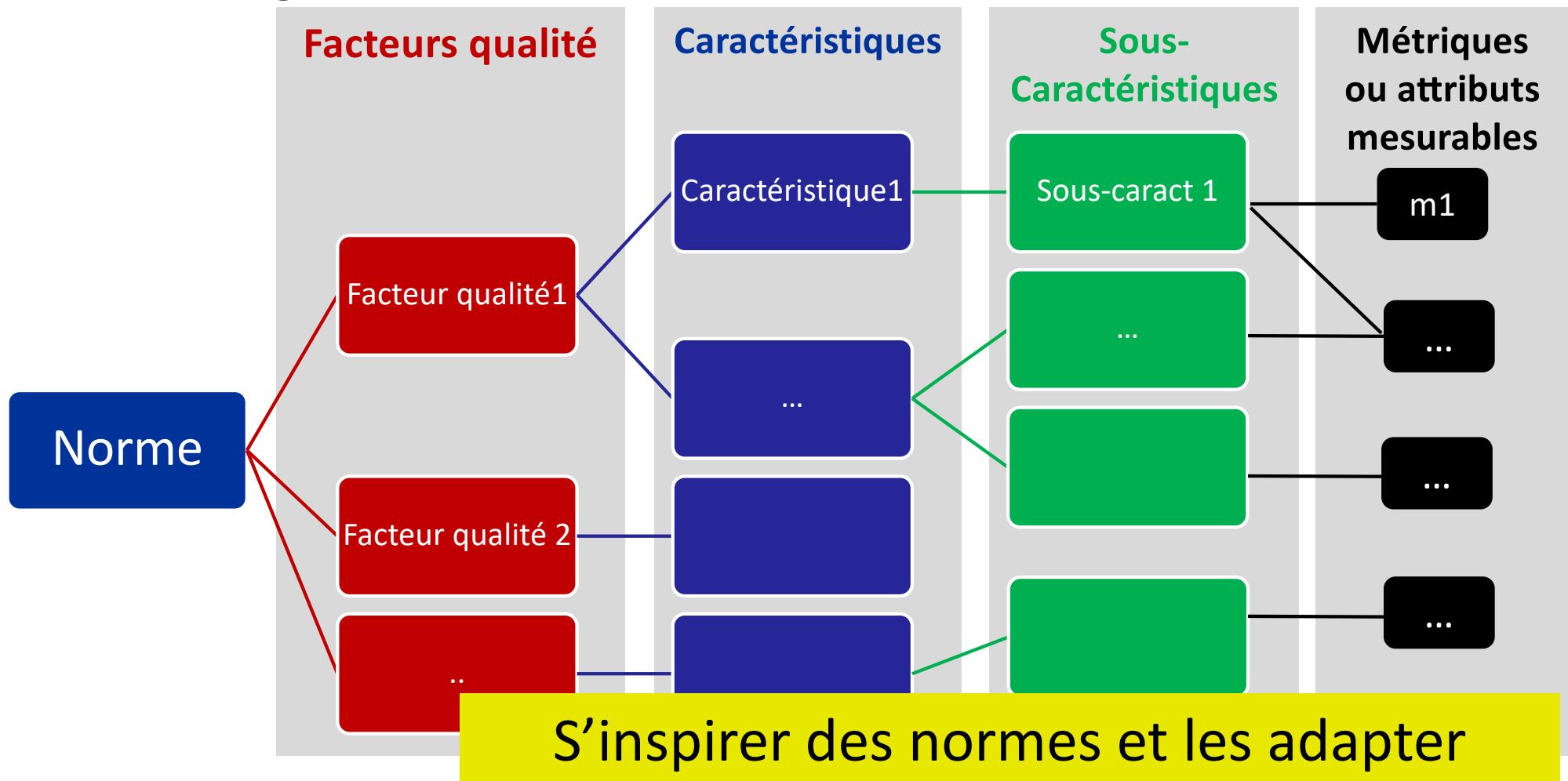
- Etapes du processus d'évaluation
- Exercice de sensibilisation

Processus d'évaluation de la qualité

1. Définir les exigences (objectifs)
2. Etablir un **modèle** qualité (facteurs et critères ou caractéristiques) guidé par normes
3. Choisir les métriques, définir les échelles d'évaluation et les coefficients de pondération
 - Composer les métriques entre elles pour obtenir une note globale pour chaque caractéristique
4. Procéder à l'évaluation : mesure, notation, appréciation

Notion de modèle Qualité

- L'objectif d'un modèle qualité est de définir une relation entre les différents aspects de la qualité et les propriétés mesurables d'un logiciel.



Principe d'évaluation

- Définir des échelles de valeurs pour chaque critère
- Attribuer une note (chiffre ou lettre) à chaque critère puis à chaque facteur

ISO 25010 Quality	Result
Reliability	
Testability	
Maintainability	
Total	

- Une note globale de qualité peut ensuite être calculée.

Exercice : Conception d'un Modèle qualité et évaluation

- On souhaite évaluer un logiciel EXQUAL du point de vue de sa maintenabilité et sa fiabilité.
- Plusieurs métriques ont été calculées.
- **Travail à faire**
 - Concevoir un modèle d'évaluation qualité
 - Compléter une ébauche de modèle par définition d'échelles de mesure et de coefficients
 - Appliquer ce modèle pour évaluer la qualité de EXQUAL



Sujet et fichier Excel à récupérer sur l'ENT

Exercice : Conception d'un Modèle qualité et évaluation

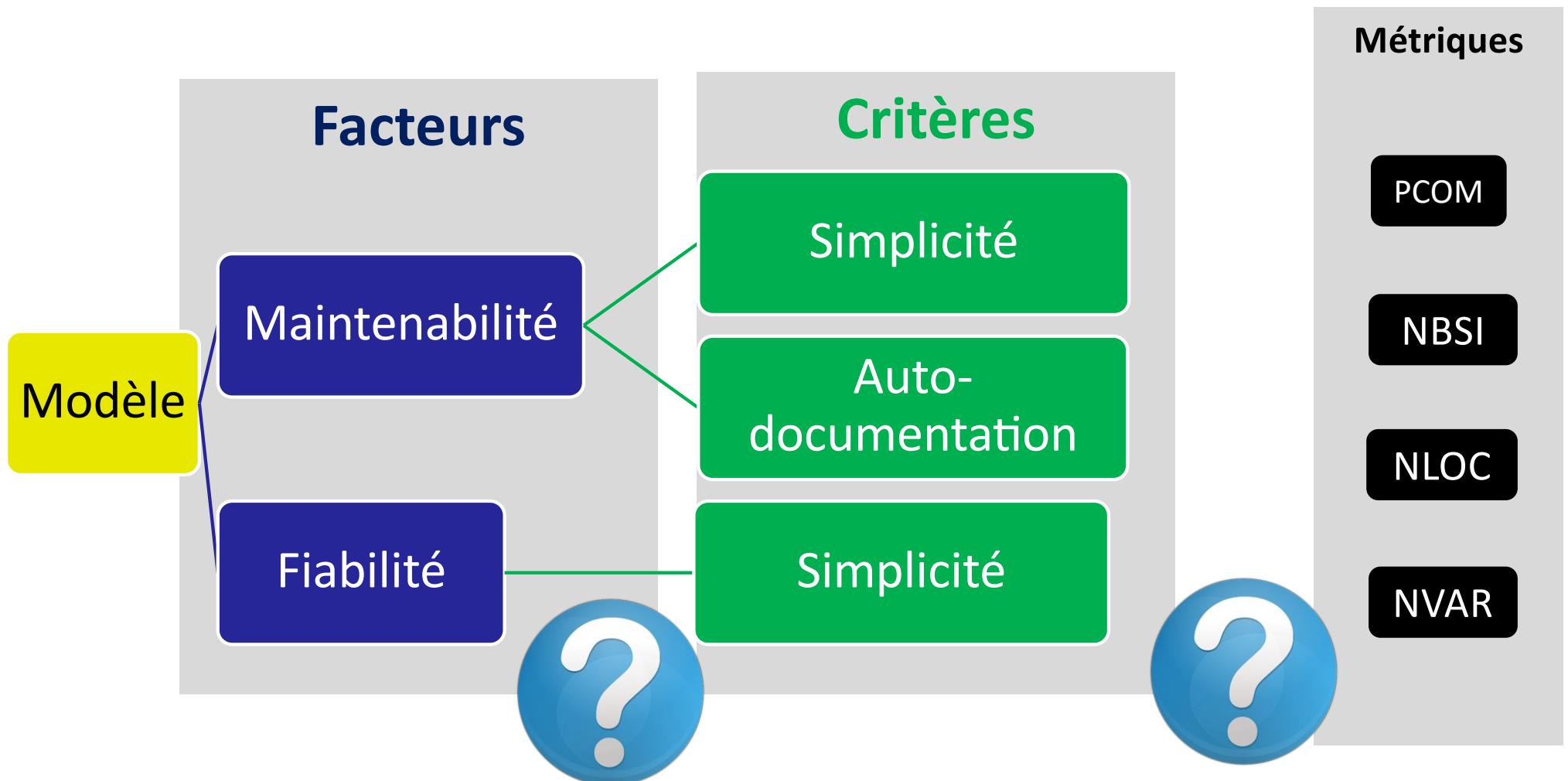
- Les **métriques** calculées sont les suivantes:

- **PCOM** : densité des commentaires= **10 %**
- **NBSI**: nombre de Si imbriqués = **3**
- **NLOC**: nombre de lignes par module de code =
compris entre 50 et 1000
- **NVAR**: qualité de nommage des variables =
incompréhensible



Exercice : Modèle qualité et évaluation

- Une ébauche de modèle a été définie, il faut la compléter par les coefficients.



Exercice : Modèle qualité et évaluation

1. Définissez les échelles d'évaluation de chacune des métriques en attribuant des notes 0, 1 ou 2 à chaque valeur possible ou intervalle de valeur

Métriques	0	1	2
X	[0,10]]10,50]]50,...]



Exercice : Modèle qualité et évaluation

2. Identifiez la ou les métriques associées à chaque critère

Critère	Métrique	Coefficient
Auto-Documentation		
Simplicité		

3. Définissez les coefficients caractérisant les poids des métriques impliquées dans chaque critère



Exercice : Modèle qualité et évaluation

4. Définissez les coefficients caractérisant les poids des critères dans chaque facteur



Facteur	Critère	Coefficient
Maintenabilité	Auto-Documentation	
	Simplicité	
Fiabilité	Simplicité	

Exercice : Modèle qualité et évaluation

5. Calculez le score obtenu pour chaque facteur ainsi que la **qualité totale mesurée**.

Vous considérerez que les deux facteurs ont un poids identique

6. Calculez la qualité évaluée en pourcentage = **qualité totale mesurée / qualité totale maximale**



Exercice : Modèle qualité et évaluation

Bilan

Impacts des choix des coefficients et poids sur l'évaluation globale de la qualité?





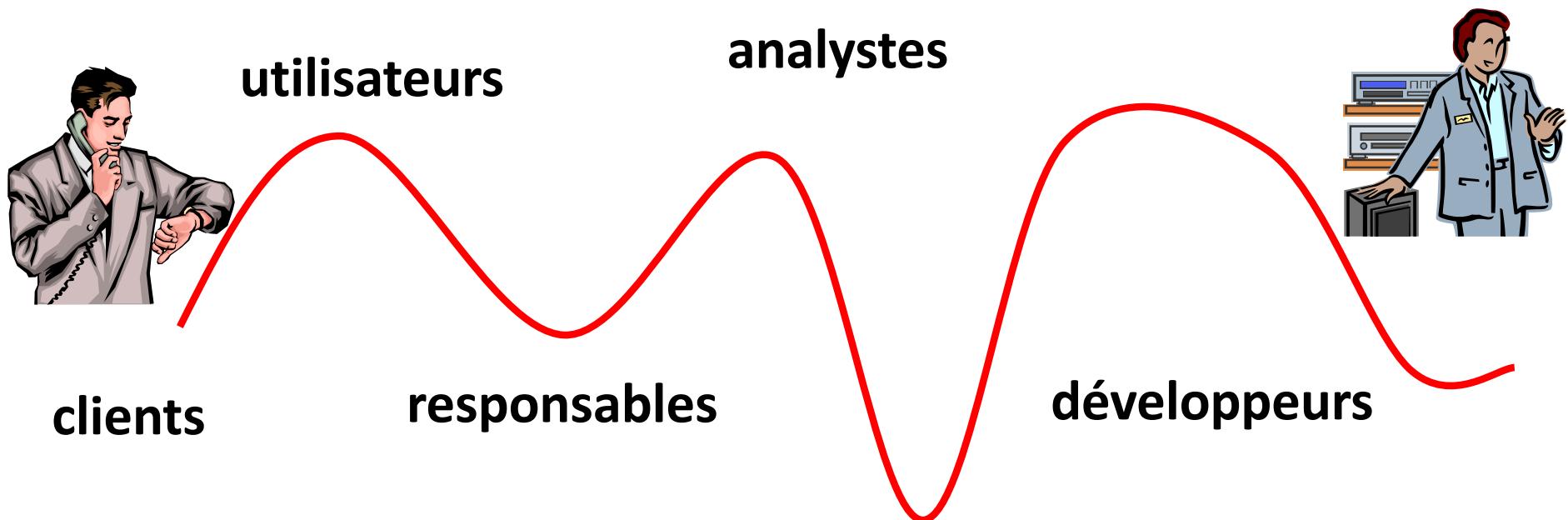
Principes qualité et processus de développement

- Notion de processus de développement
- Rôle central des utilisateurs
- Démarche itérative et incrémentale

Qu'est-ce qu'un processus de développement?

Objectif

Définir *qui fait quoi, à quel moment et de quelle façon* pour atteindre un certain objectif



Le fil d'Ariane du projet

Qu'est-ce qu'un processus de développement?

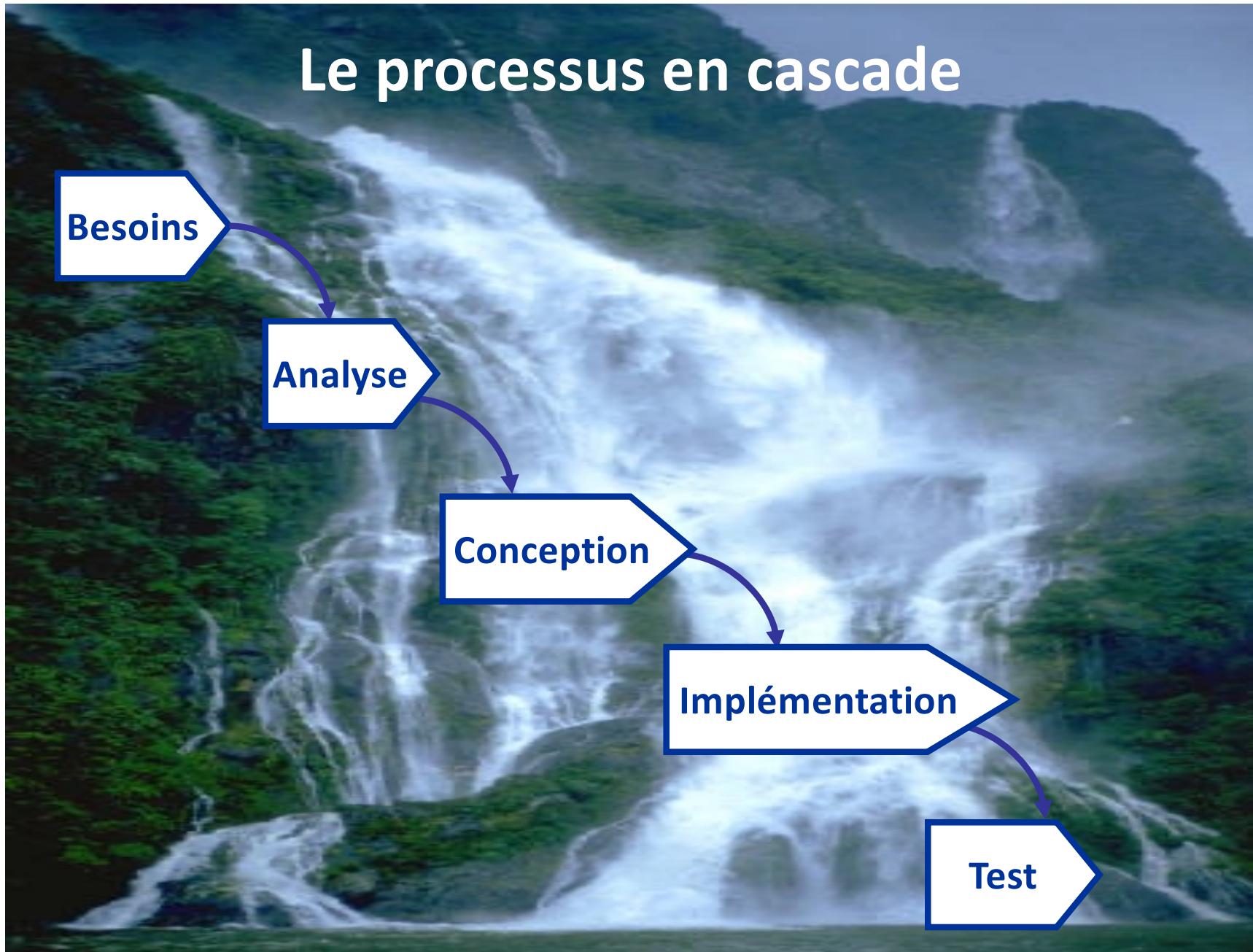
- Liste **d'activités** à réaliser selon différentes étapes :
 - Activités classiques ou spécifiques
 - Méthodologie à suivre pour chaque activité
 - Enchainement
- Documents à produire :
 - modèles (diagrammes UML, ...), documentation textuelle, code

Quoi

Comment



Activités classiques de développement

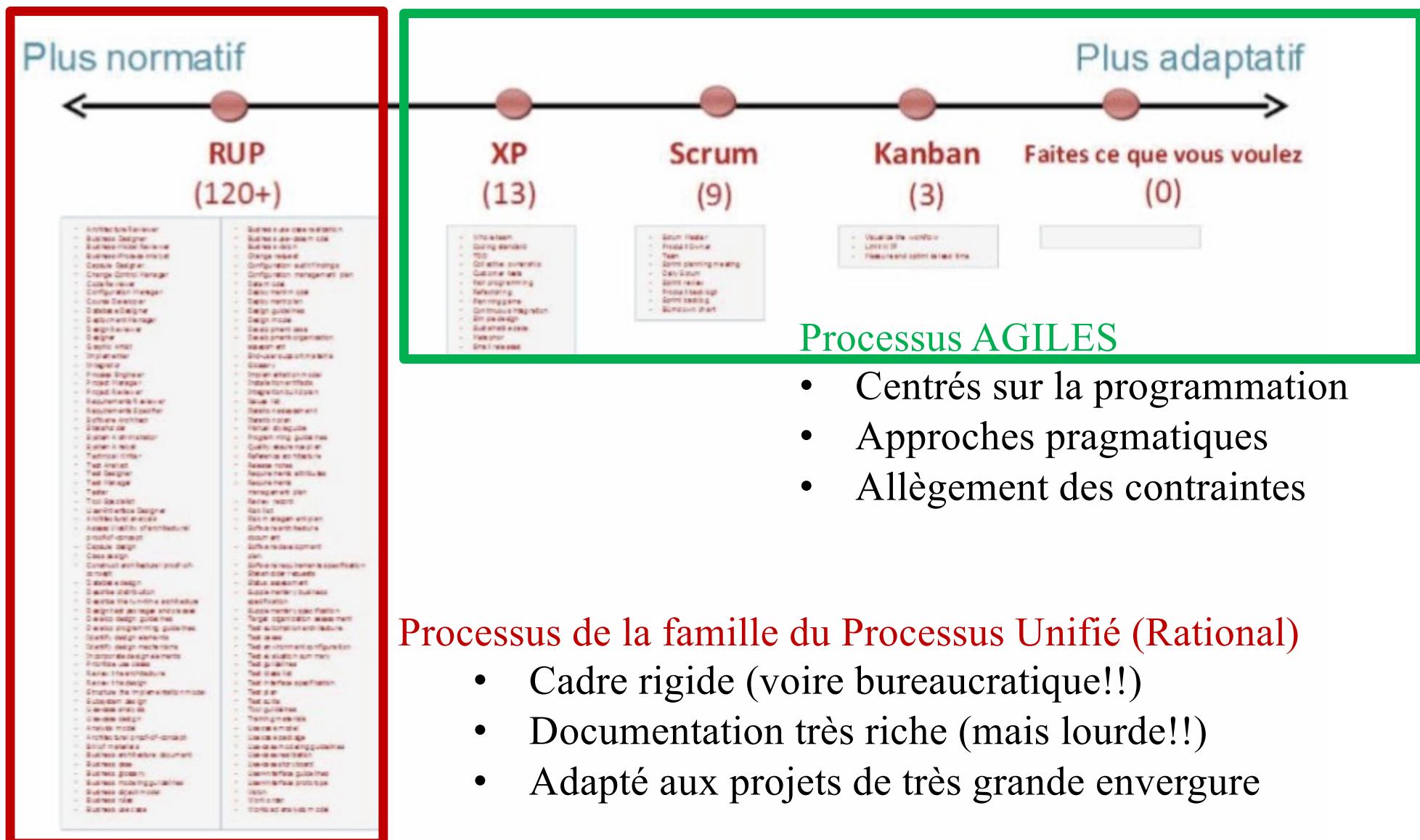


Différents types de processus

- Processus standardisés
 - approche systématique formalisée
 - démarche en générale commerciale
 - Documents
 - Outils spécifiques
 - Formations
- Processus ad hoc
 - approche « maison » développée en interne dans une entreprise
 - adaptation d'un processus standardisé

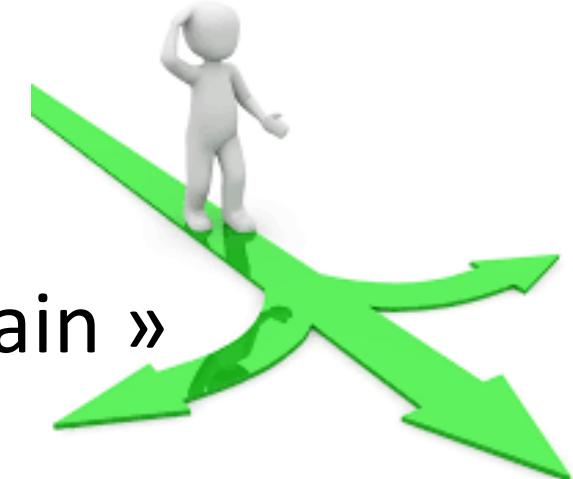


Exemples de processus standardisés

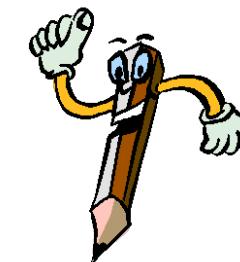


source : <https://henrik-kniberg.developpez.com/mattias-skarin/livre/scrum-kanban/?page=partie1-comparaison>

Quel processus choisir?



- Pas de solution miracle « clé en main »
- Le plus souvent mise en œuvre concrète selon une méthode Agile (ex: SCRUM)
- Application de deux principes fondamentaux :
 - Démarche guidée par les besoins des utilisateurs
 - Processus itératif et incrémental



Rôle central des utilisateurs



- Les besoins des utilisateurs sont au centre du processus
- Etape initiale incontournable : l'analyse des besoins
 - Besoins fonctionnels
 - Besoins non fonctionnels
- Le client est impliqué tout au long du processus

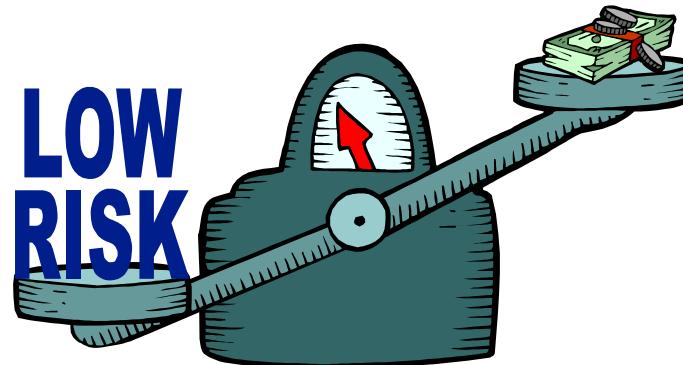
Choix du modèle qualité



Processus Itératif et incrémental



Objectif Principal : Réduire les Risques



Eviter le « cauchemar » du schéma de développement en cascade!!

Cf : http://dchaffiol.free.fr/info/chefprj/art_chefprjprincNul_t.htm

Processus Itératif et incrémental

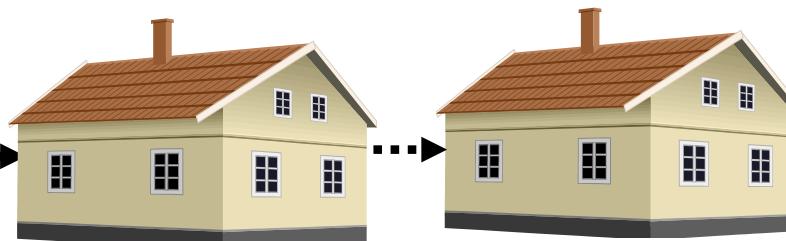


Le projet est découpé en **mini-projets** réalisés l'un après l'autre.

Chaque mini-projet conduit à une version opérationnelle qui vient s'ajouter au système global.



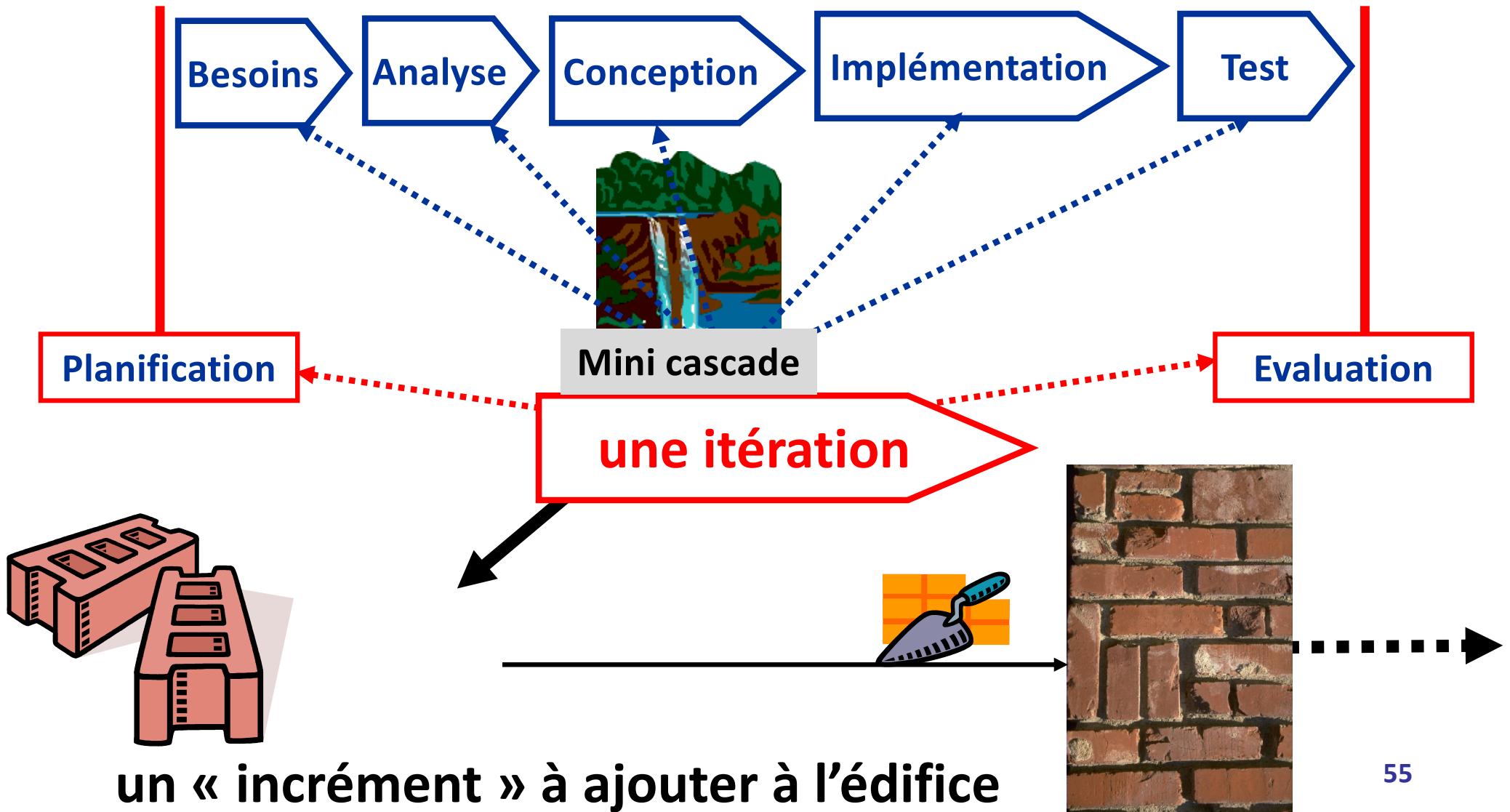
*Maison
témoin*



Processus Itératif et incrémental



Déroulement d'une itération



Processus Itératif et incrémental

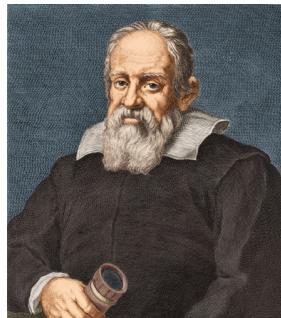
Une itération :

- réalisation d'un ou plusieurs cas d'utilisation
- production d'une version exécutable (« *release* ») qui peut être montrée au client.



Pour conclure...

- Beaucoup voient la qualité comme une contrainte inutile et un surcoût immédiat...
- Produire du code de qualité peut au contraire être considéré comme un investissement sur l'avenir.
- Les outils automatisés de mesures vont être une aide précieuse sur le chemin des bonnes pratiques!



« Mesurer tout ce qui peut être mesuré et rendre mesurable ce qui ne l'est pas ».

Galilée

Tout le monde n'est pas d'accord !

Un podcast qui prend position contre la clean architecture (avril 2024)

<https://www.youtube.com/watch?v=KJ5jafHDdGY>



Une réponse qui défend la clean architecture

<https://podcast.ausha.co/ancyr-academy-podcast/qu-est-ce-que-la-qualite-logicielle>

A faire pour la prochaine séance

- Recherchez la signification des termes suivants dans le contexte du développement logiciel :
 - Clean architecture
 - Craftmanship
- Ecoutez les deux podcasts évoqués dans la diapo précédente
- Notez les arguments des différents intervenants pour ou contre la clean architecture



Rédigez une courte synthèse de ce que vous en avez retenu