Validation et vérification

de son logiciel scientifique

Introduction

Bug du vol 501 d'Ariane 5 en 1996

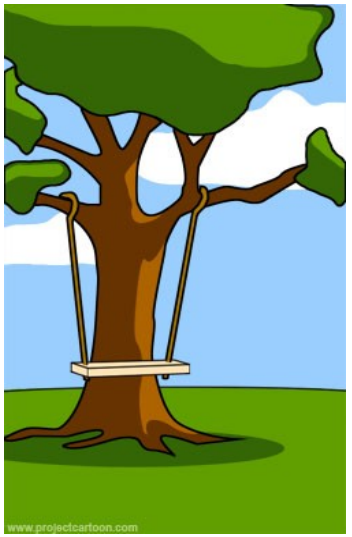
→ Explosion après 36s

A cause d'un bug (dépassement de capacité des entiers)

Guerre du Golfe de 1991 : un anti-missile US Patriot (dont le programme tournait depuis 100H) a raté l'interception d'un missile Irakien Scud

→ 28 morts

Problème de codage des réels (arithmétique flottante)

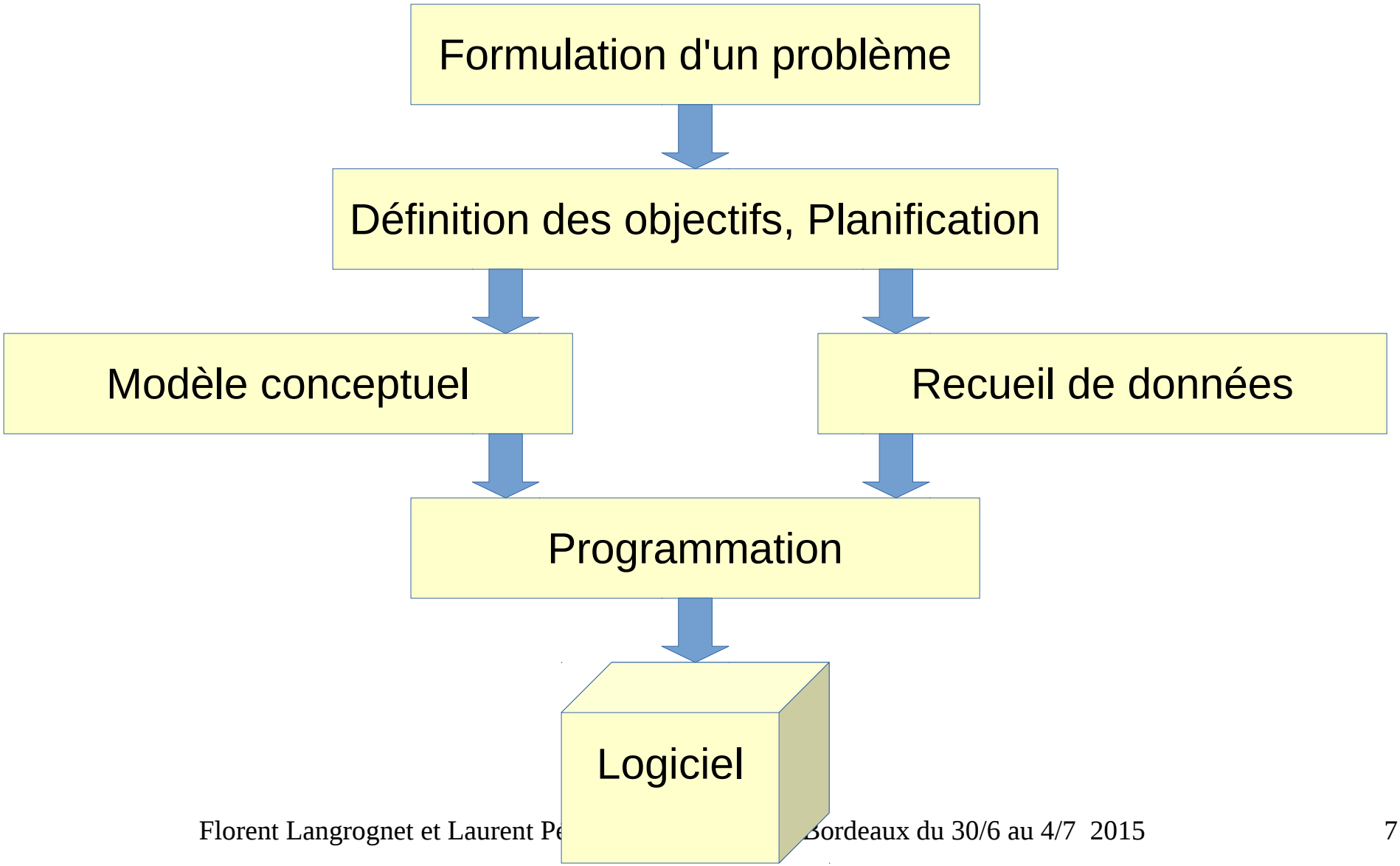


Le logiciel est-il conforme aux attentes ?

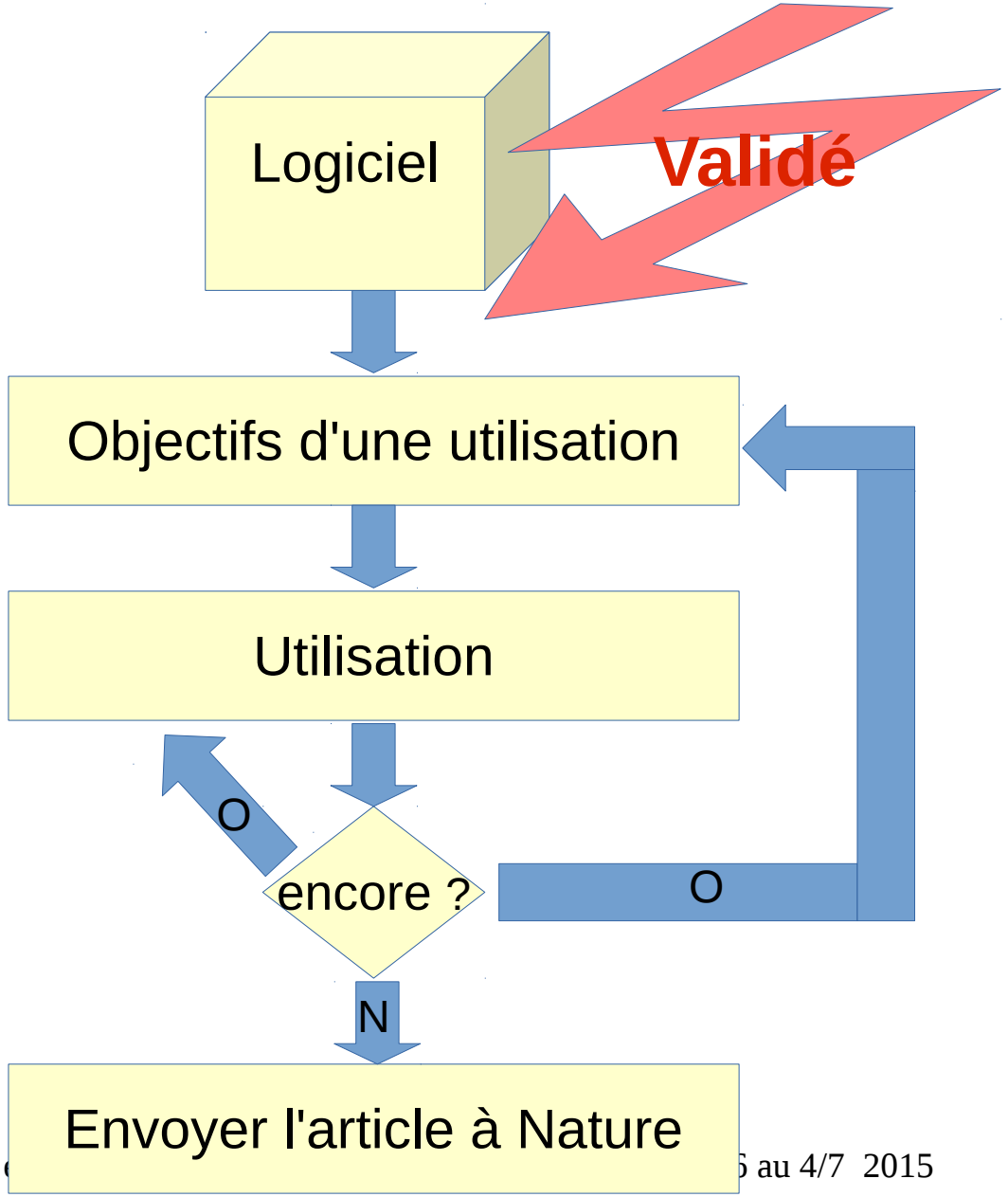
Fonctionne t-il bien ?

Validation - Vérification

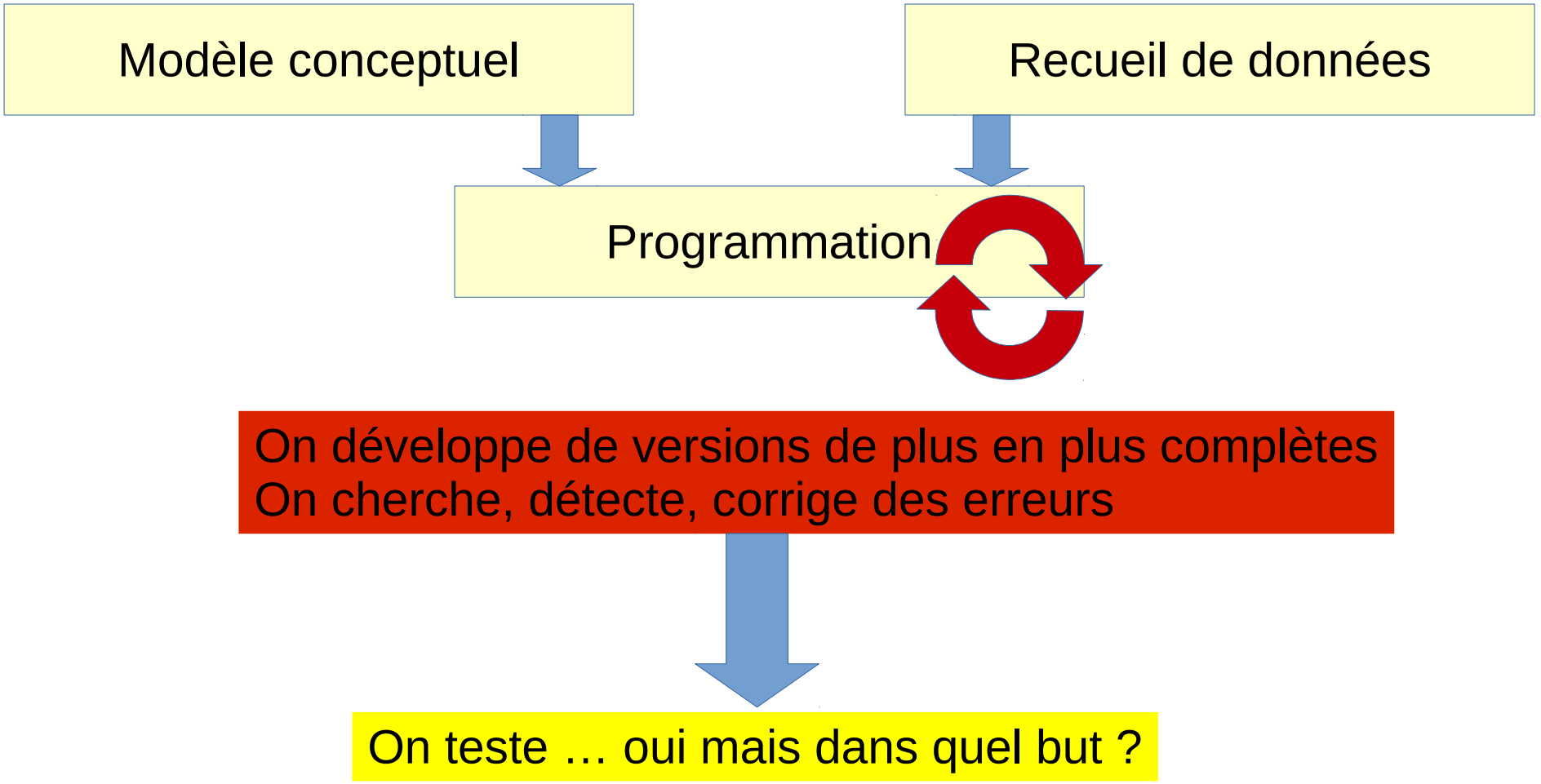
Le développement d'un simulateur



L'utilisation d'un simulateur



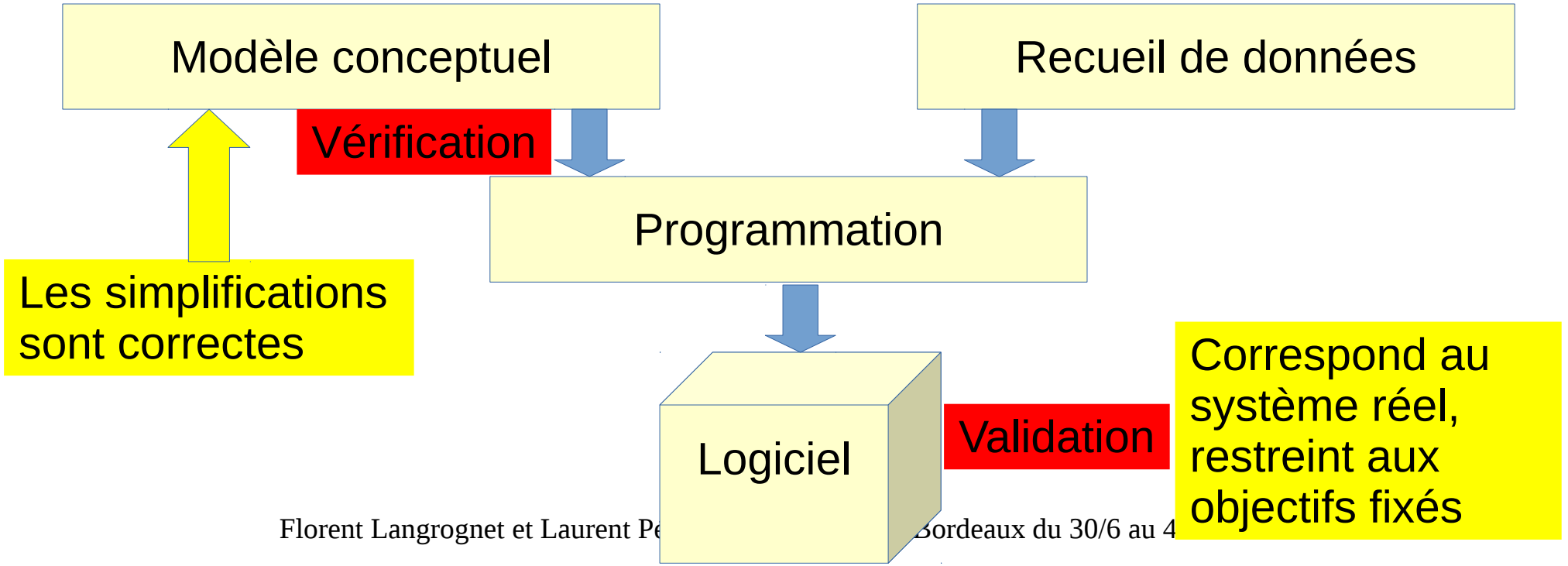
Le cycle du développement



Vérification / Validation / Test (Balci, 2010)

x Verification deals with the assessment of transformational accuracy of the x and addresses the question of "Are we creating the x right ?"

x Validation deals with the assessment of behavioral or representational accuracy of the x and addresses the question of
"Are we creating the right x ?"



Validation - Vérification

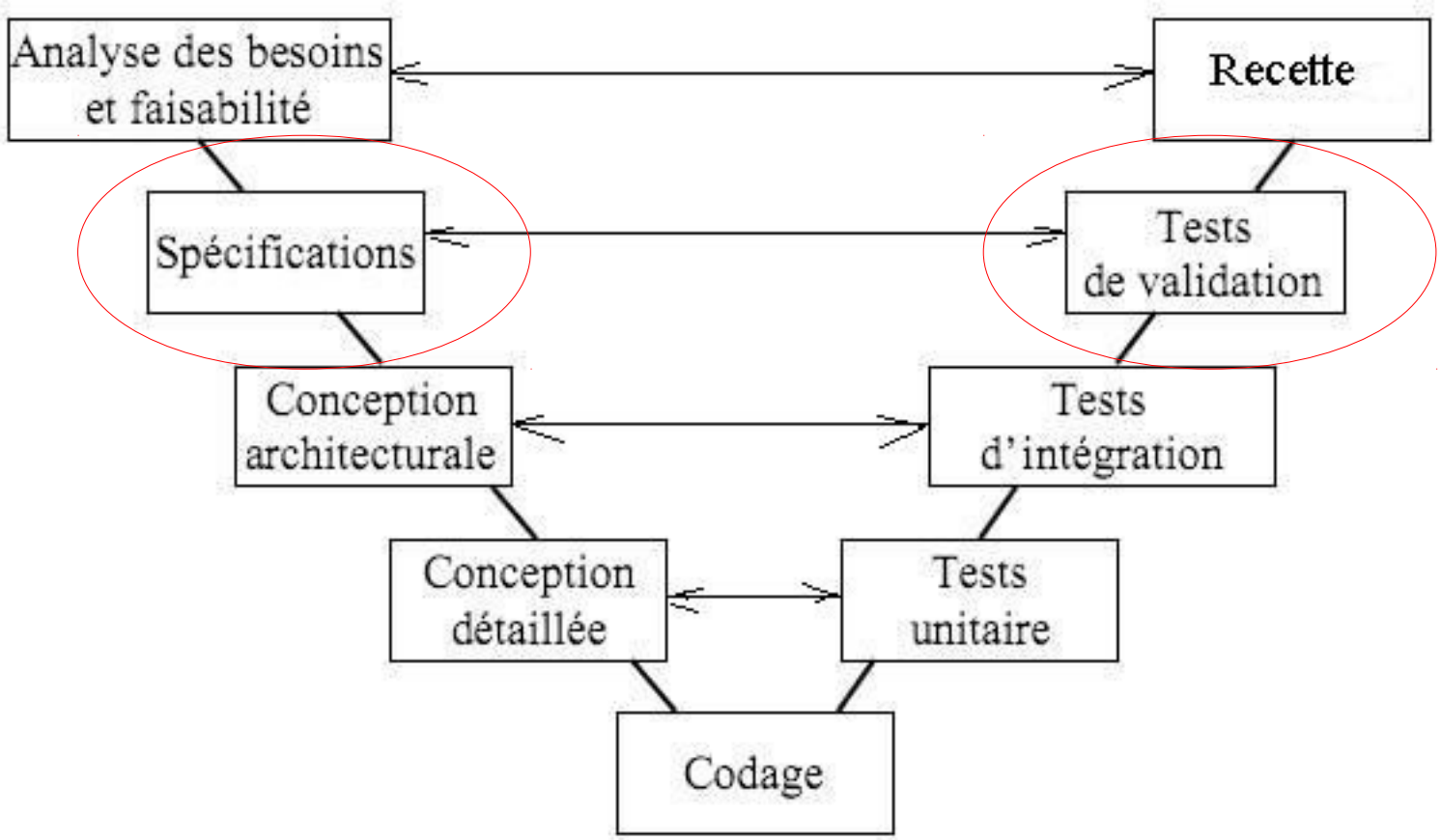
- Avons-nous construit le bon logiciel ?

  → Validé

- Avons-nous bien construit le logiciel ?

  → Vérifié

Vues du développeur / testeur



Comment « bien » spécifier ?

Comment faire le lien avec la vision précédente ?

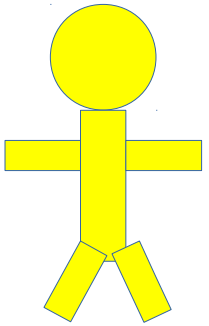
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cycle_de_developpement_en_v.jpg

Acteurs / informations disponibles

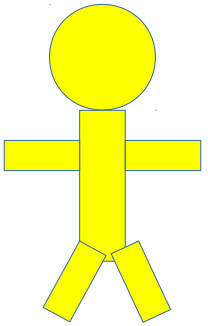
Modèle … conceptuel, formel …

Le code

Les sorties fichiers



Développeur



Scientifique

Des rôles différents … une ou plusieurs personnes ?

Validation

Validation et logiciels scientifiques

- **Dispose t-on de solutions analytiques dans des cas particuliers ?**
  - **Permet de valider le logiciel dans des situations particulières**
  - **Permet d'avoir des estimations de résultats dans des situations proches**
- **Dispose t-on des solutions admises par la communauté ?**
  - **Validation sur des cas plus complexes**

Vérification

Quelles méthodes, quels outils ?

- **Vérification statique**

  → Sans exécution

  Ex : méthode formelle (peu/pas utilisé pour les logiciels scientifiques)

- **Vérification dynamique**

  → En exécutant le logiciel

Vérification dynamique

Tests

Test Driven Development

Tests d'intégration

Tests unitaires

Tests de non régression

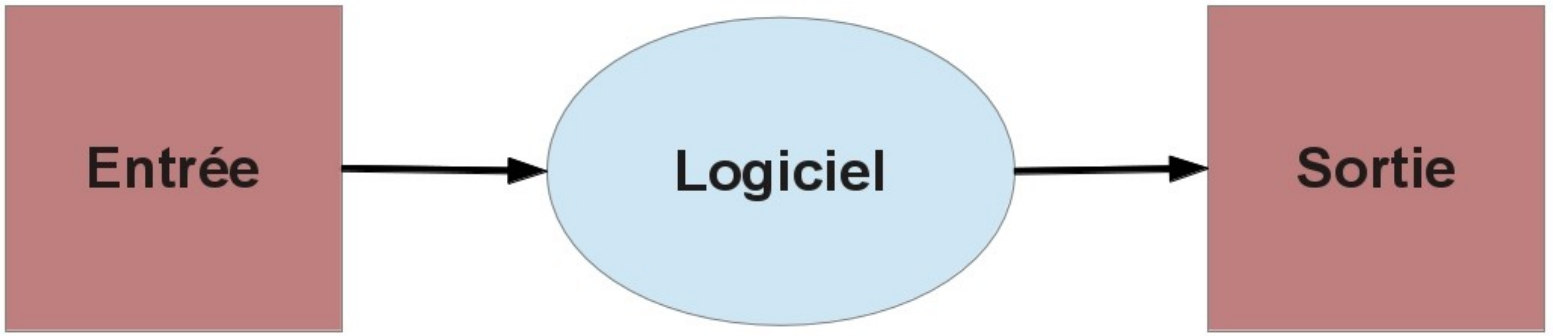
Tests fonctionnels

Tests de validation

Vérification et calculs

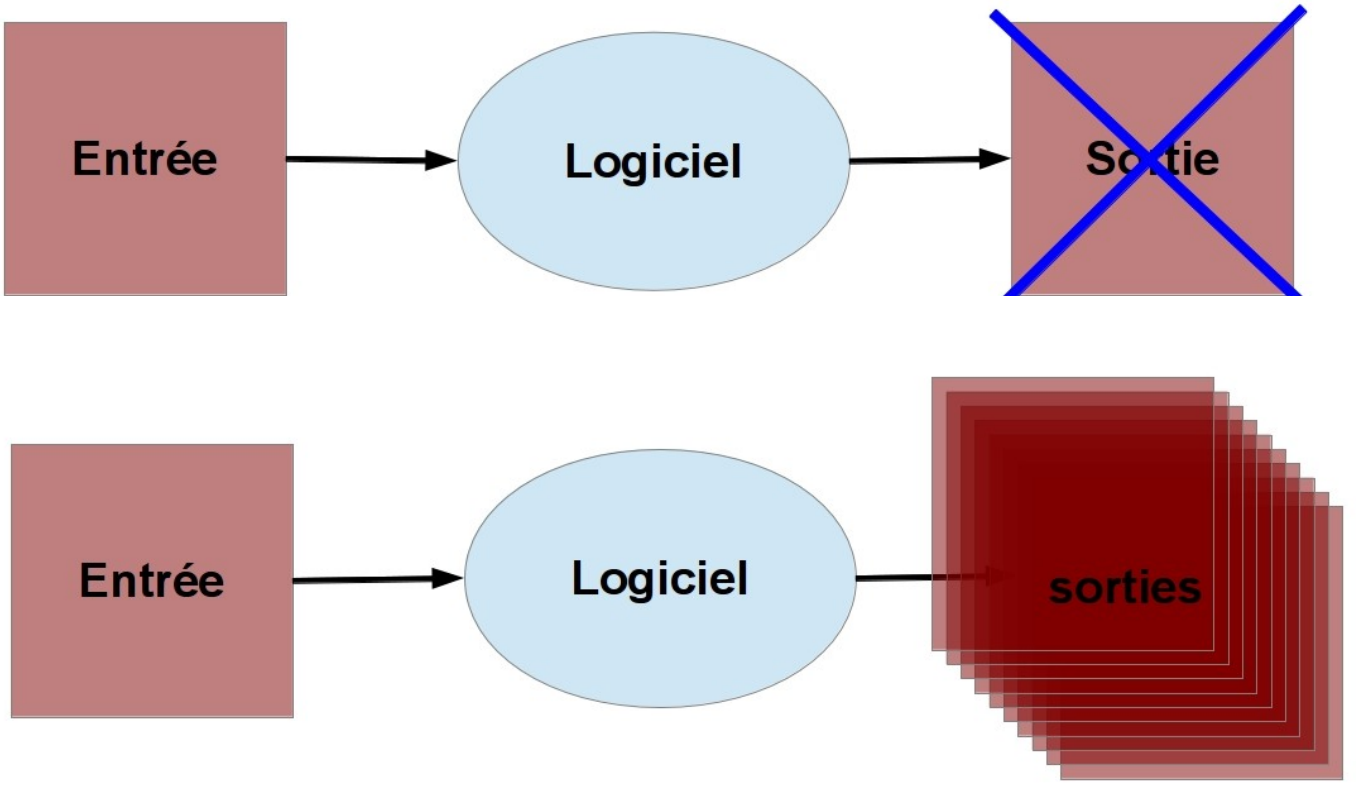
Arithmétique flottante et vérification/validation

Tests de non régression



Lancer (de manière automatique) des scénarios pour lesquels on connaît la bonne valeur de la sortie, sa valeur de référence.

Tests de non régression et arithmétique flottante



Il n'y a pas unicité de la sortie numérique

Pourquoi ?

Le même code exécuté dépend
- du langage de programmation
- du compilateur (et des options)
- du processeur
- du système d'exploitation

```
double x ;
float a, b, c, d ;
x = a+b+c+d ;
```

Ordre des opérations, précisions ?

Le même code peut donc donner des résultats différents dans des environnements différents

De plus 2 fonctions mathématiquement égales ne donneront pas forcément le même résultat numérique

Qu’est-ce qu’un résultat de référence ?

- Résultat que l’on peut reproduire numériquement (sur une machine)
- Et si possible égal (ou proche) au résultat exact ... quand on le connaît.

  Sinon : résultat validé (experts, approches numériques, …)

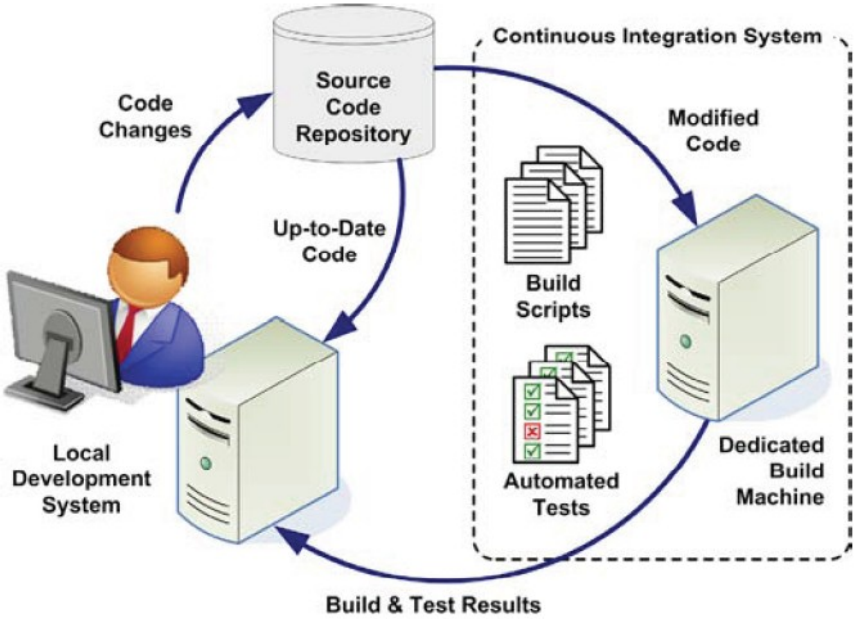
- Le résultat exact n’est pas toujours connu, et pas toujours atteignable sur une machine
- Le résultat de référence n’est pas toujours (rarement ?) le résultat exact.

Intégration continue

- Un environnement (compilateur (y compris options), architecture, système d'exploitation) <-> Un résultat numérique

Un résultat de référence unique par environnement

- Les tests de non régression ne sont pas effectués dans l'environnement informatique du développeur mais dans celui du serveur d'intégration



Maintenant la parole est à vous !