VALIDATION & VERIFICATION

INTRODUCTION TO SOFTWARE TESTING

UNIVERSITY OF RENNES, ISTIC & ESIR, 2024-2025

BENOIT COMBEMALE
FULL PROFESSOR, UNIVERSITY OF RENNES, FRANCE

HTTP://COMBEMALE.FR
BENOIT.COMBEMALE@IRISA.FR
@BCOMBEMALE

Tester pour prévenir…

- … une *erreur* du développeur introduit …
  - *Une erreur est une décision inappropriée ou erronée, faite par un développeur, qui conduit à l'introduction d'un défaut.*
- … un *défaut* dans le système qui provoquera …
  - *Un défaut est une imperfection dans un des aspects du système qui contribue, ou peut potentiellement contribuer, à la survenance d'une ou de plusieurs défaillances*
  - *Parfois, il faut plusieurs défauts pour causer une défaillance.*
- … sa *défaillance* à l'exécution.
  - *Une défaillance est un comportement inacceptable présenté par un système.*
  - *La fréquence des défaillances reflète la fiabilité.*

Tester pour prévenir…

Tester pour prévenir…

Le test : une première définition…

« Le test est un processus manuel ou automatique, qui vise à établir qu'un système vérifie les propriétés exigées par sa spécification, ou à détecter des différences entre les résultats engendrés par le système et ceux qui sont attendus par la spécification »

Extrait de la norme IEEE-STD729, 1983.

Le test

Essayer pour trouver des bugs.

Le test

Essayer pour voir si ça marche.

Le test

trouver des bugs

Essayer pour voir si ça marche.

- Apprendre
  - pourquoi c'est fait
  - ce que ça doit faire
  - comment c'est fait
  - comment ça marche
- Modéliser
- S'en faire une idée
- Exécuter
- Analyser

- Qu'y a-t-il à voir?
- Que faut-il regarder?
- Qu'est-ce qui est visible?
- Qu'est ce qu'on cherche?
- Comment le regarder?

- Qu'est ce qui devrait marcher?
- Identifier une erreur
- Diagnostiquer une erreur
- Catégoriser ces erreurs

Qu’est-ce qu’on teste? quelles propriétés?

- Fonctionnalité
- Sécurité / intégrité
- Utilisabilité
- Cohérence
- Maintenabilité
- Efficacité
- Robustesse
- Sûreté de fonctionnement
- Etc.

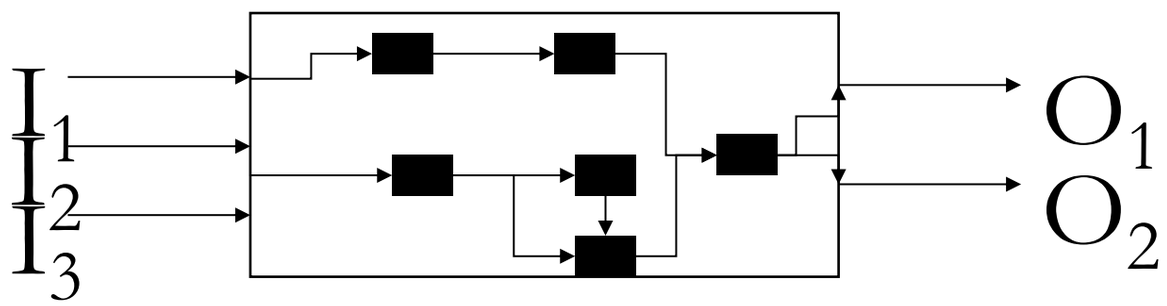
Comment on teste?

- Test statique
  - relecture / revue de code
  - analyse automatique (vérification de propriétés, règles de codage...)
- Test dynamique
  - on exécute le programme avec des valeurs en entrée et on observe le comportement

Comment on teste?

- Test fonctionnel (test boîte noire)
  - Utilise la description des fonctionnalités du programme

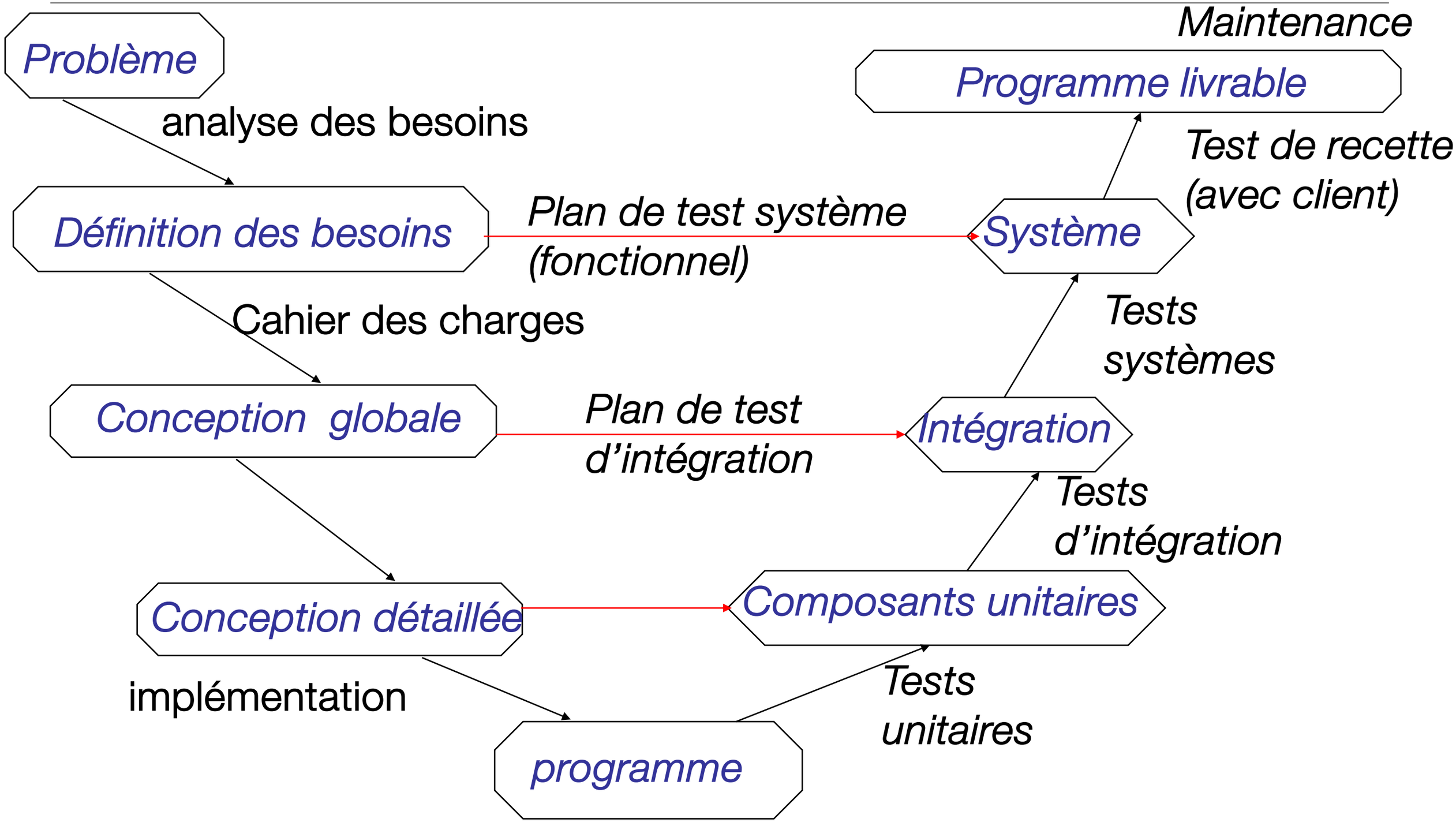
- Test structurel (test boîte blanche)
  - Utilise la structure interne du programme



Avec quoi on teste?

- Une spécification: exprime ce qu'on attend du système
  - des règles de codage
  - un cahier des charges (en langue naturelle)
  - commentaires dans le code
  - contrats sur les opérations (à la Eiffel)
  - un modèle UML
  - une spécification formelle (automate, modèle B...)

Hiérarchisation des tests



Test unitaire

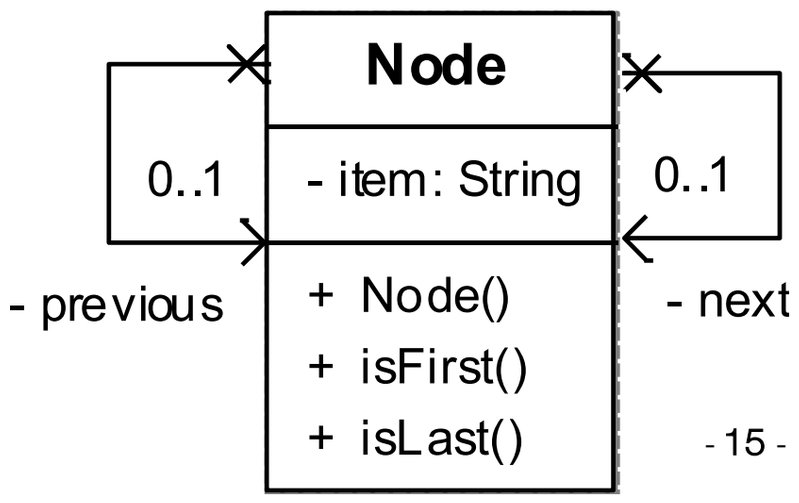
- Validation d'un module indépendamment des autres
- Valider intensivement les fonctions unitaires
- Les unités sont-elles suffisamment spécifiées?
- le code est-il lisible, maintenable...?

Test unitaire

- Pour un langage procédural
  - unité de test = procédure

```
void Ouvrir (char *nom, Compte *C, float S, float D )
{
        C->titulaire = AlloueEtCopieNomTitulaire(nom);
        (*C).montant = S ;
        (*C).seuil  = D ;
        (*C).etat = DEJA_OUVERT ;
        (*C).histoire.nbop = 0;
        EnregistrerOperation(C);
        EcrireTexte("Ouverture du compte numero ");
        EcrireEntier(NumeroCourant+1);
        EcrireTexte(", titulaire : \"");
        EcrireTexte(C->titulaire); EcrireCar('"');
        ALaLigne();
}
```

- Dans un contexte orienté objet
  - unité de test = classe

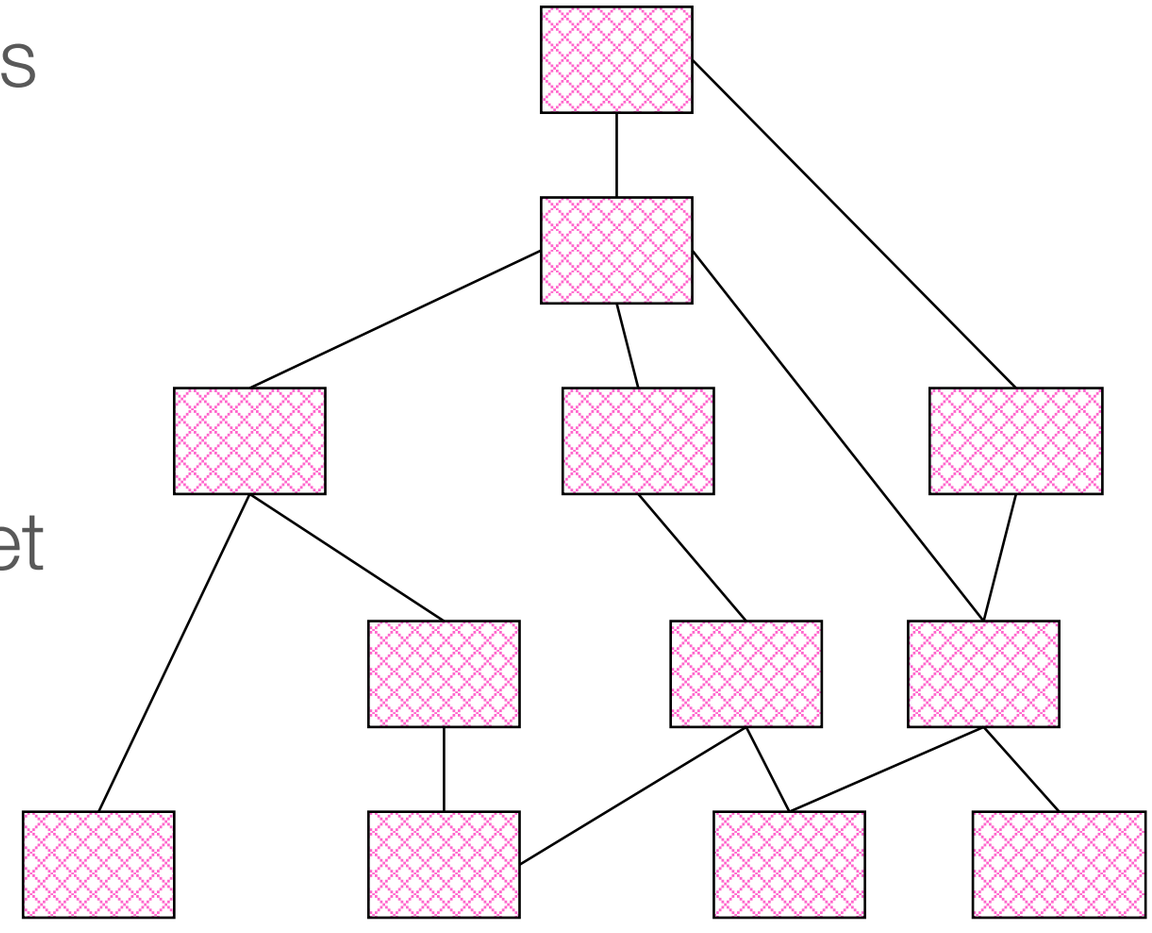


Test d’intégration

- Choisir un ordre pour intégrer et tester les différents modules du système

Test d’intégration

Cas simple: il n’y a pas de cycle dans les dépendances entre modules



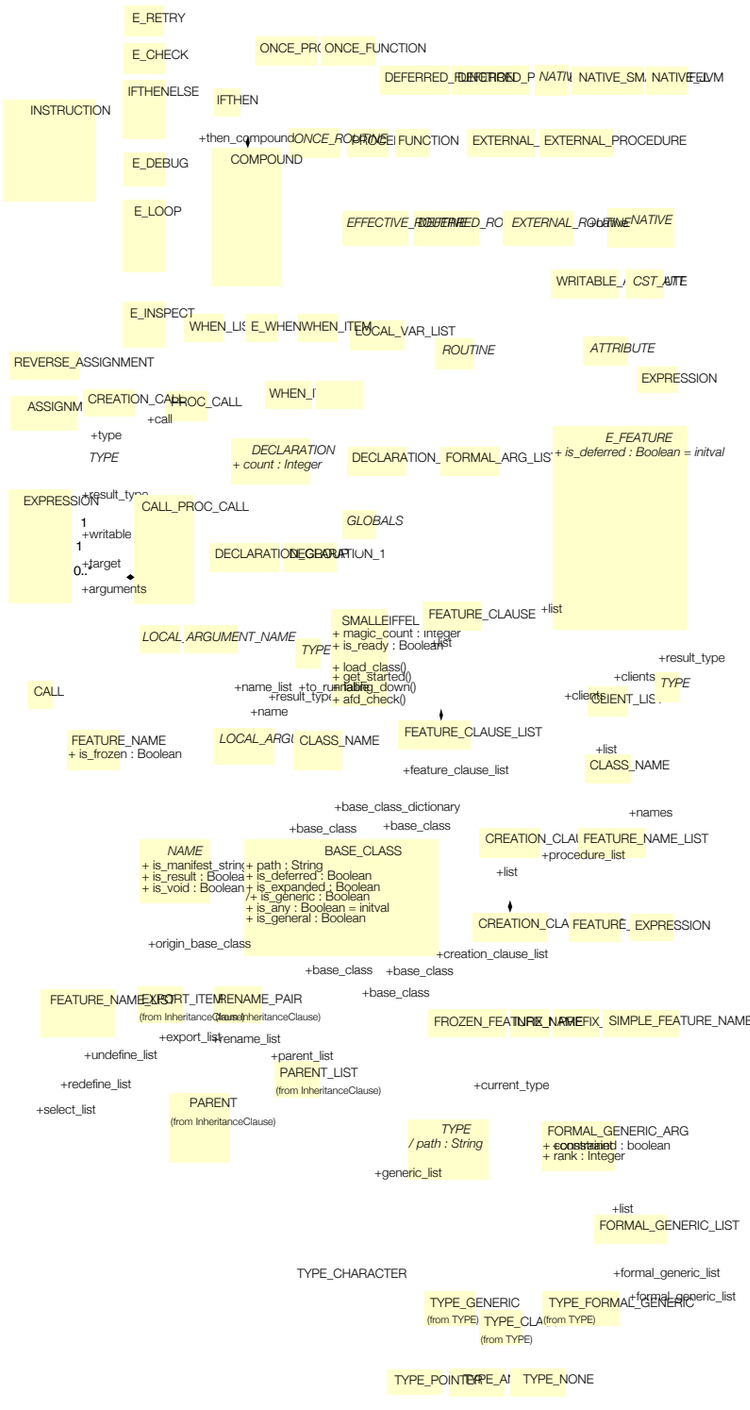
Les dépendances forment un arbre et on peut intégrer simplement de bas en haut

Test d’intégration

Cas plus complexe: il y a des cycles dans les dépendances entre modules

Cas très fréquent dans les systèmes à objets

Il faut des heuristiques pour trouver un ordre d’intégration

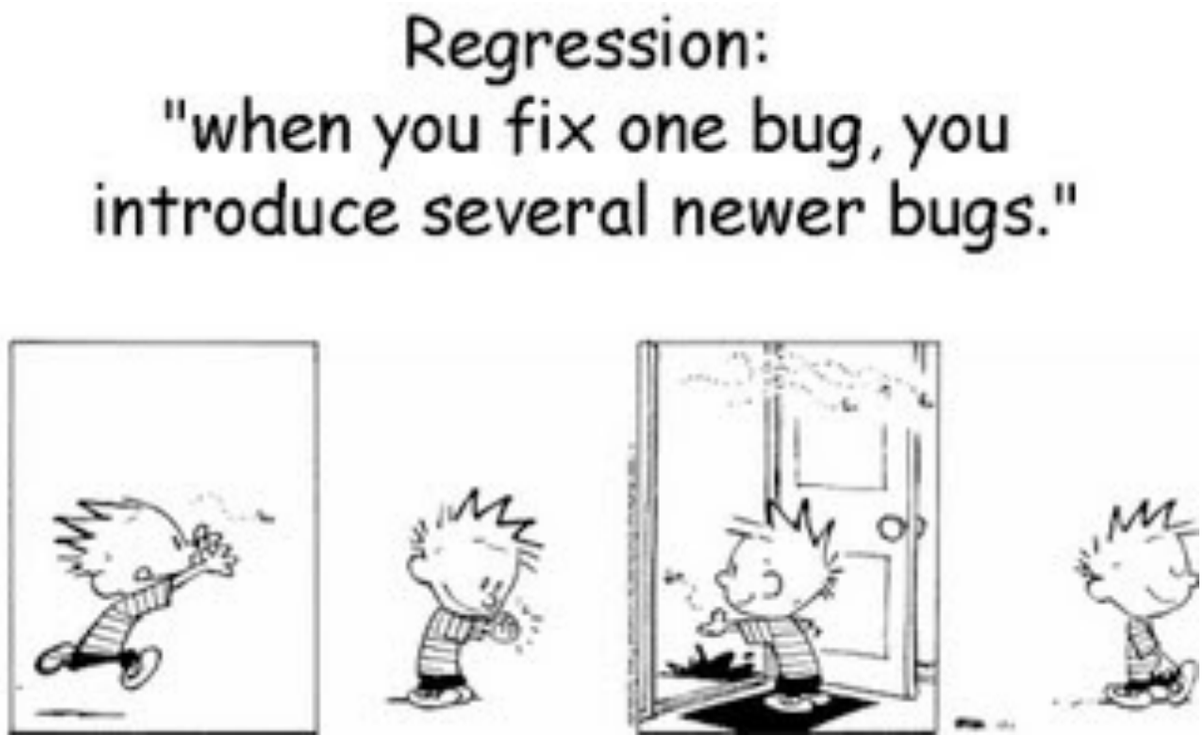


Test système

- Valider la globalité du système
  - Les fonctions offertes
  - La qualité du système
    - charge, ergonomie, sécurité, etc.
- A partir de l’interface

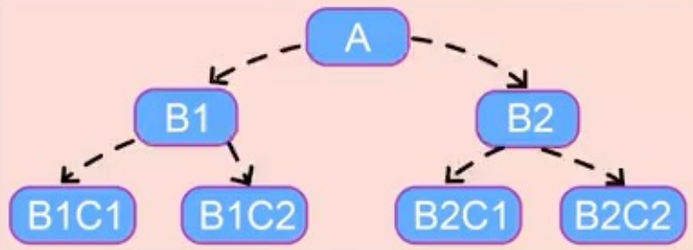
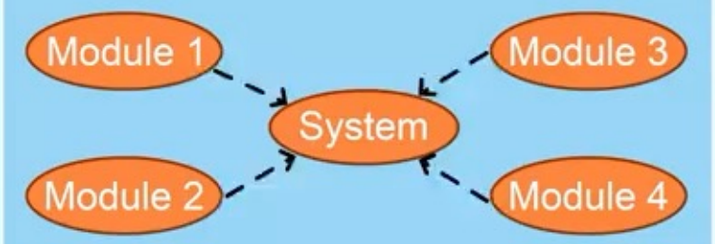
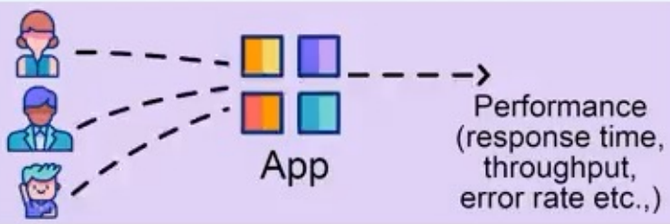
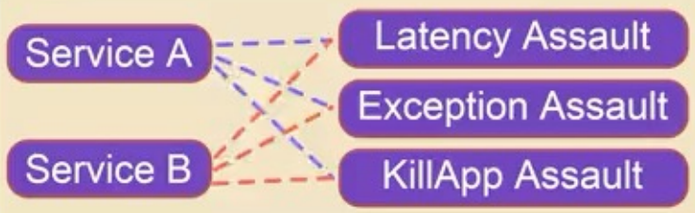
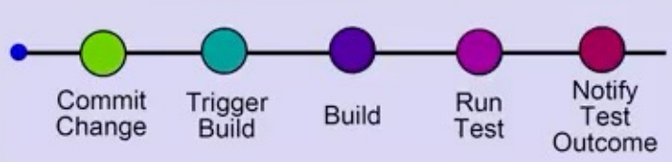
Test de non-régression

- Vérifier que des modifications apportées au logiciel n'ont pas introduit de nouvelles erreurs
  - vérifier que ce qui marchait marche encore
- Dans la phase de maintenance du logiciel
  - Après refactoring, ajout/suppression de fonctionnalités
- Après la correction d'une faute



Best Ways To Test System Functionality

blog.bytebytego.com

Process	Illustration	Tools
Unit Testing		pytest, MOCHA, JUnit 5, nunit
Integration Testing		POSTMAN, cucumber, SoapUI, Selenium
System Testing		Selenium, ROBOT FRAMEWORK, appium, APACHE JMeter™
Load Testing		APACHE JMeter™, Gatling, LOCUST, LOAD RUNNER
Error Testing		Chaos Monkey, Gremlin
Test Automation		Jenkins, Travis CI, circleci, GitHub Actions

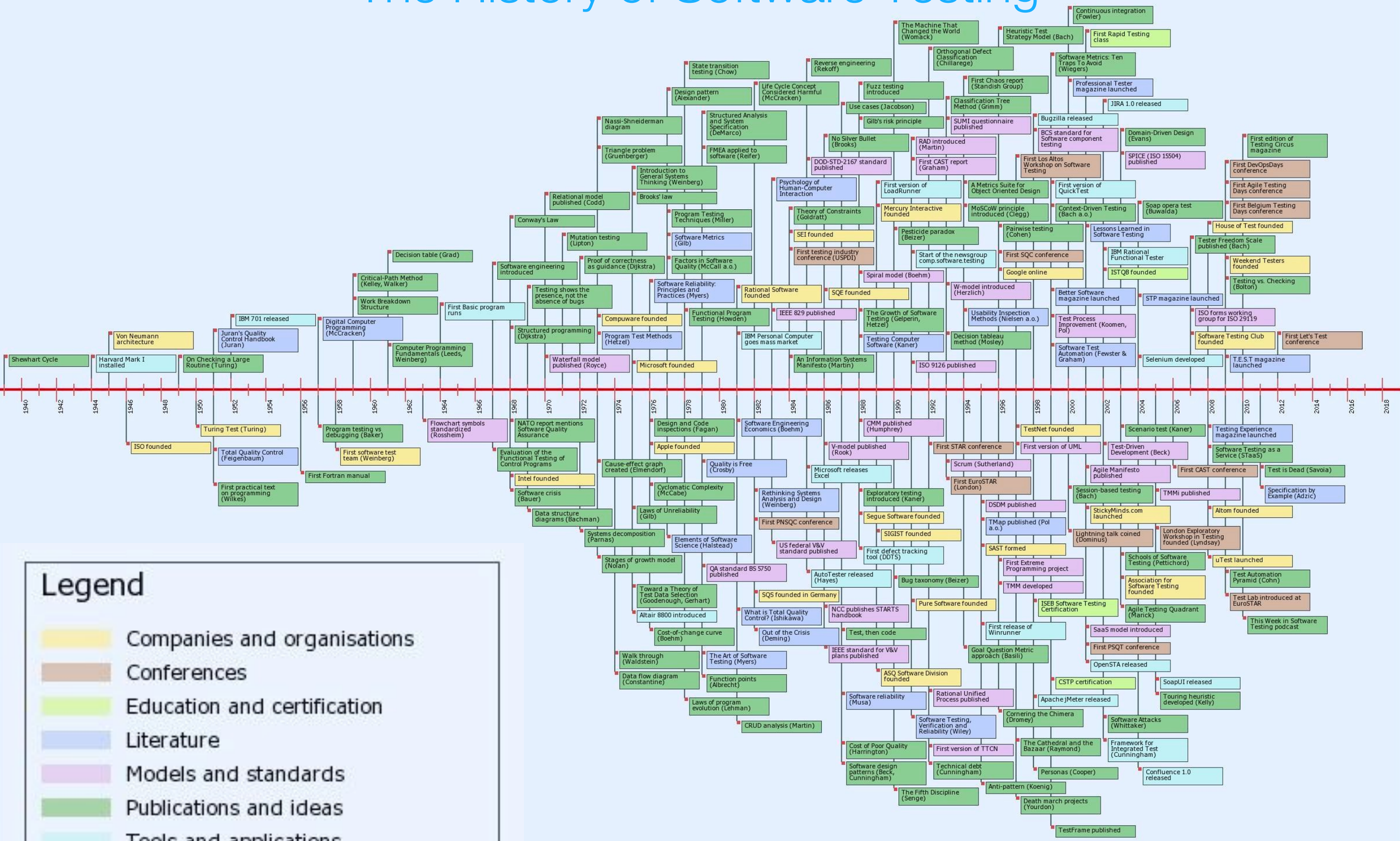
Développer du logiciel pour tester du logiciel

- Test unitaire
  - drivers (lanceur des tests), oracle (succès/échec), intrumentation (mesure couverture)
- Test d'intégration
  - idem
  - + "bouchons" de tests (stubs), pour simuler les modules non disponibles
- Test système
  - test des fonctions
  - + environnement matériel
  - + performances

Techniques de test de logiciel

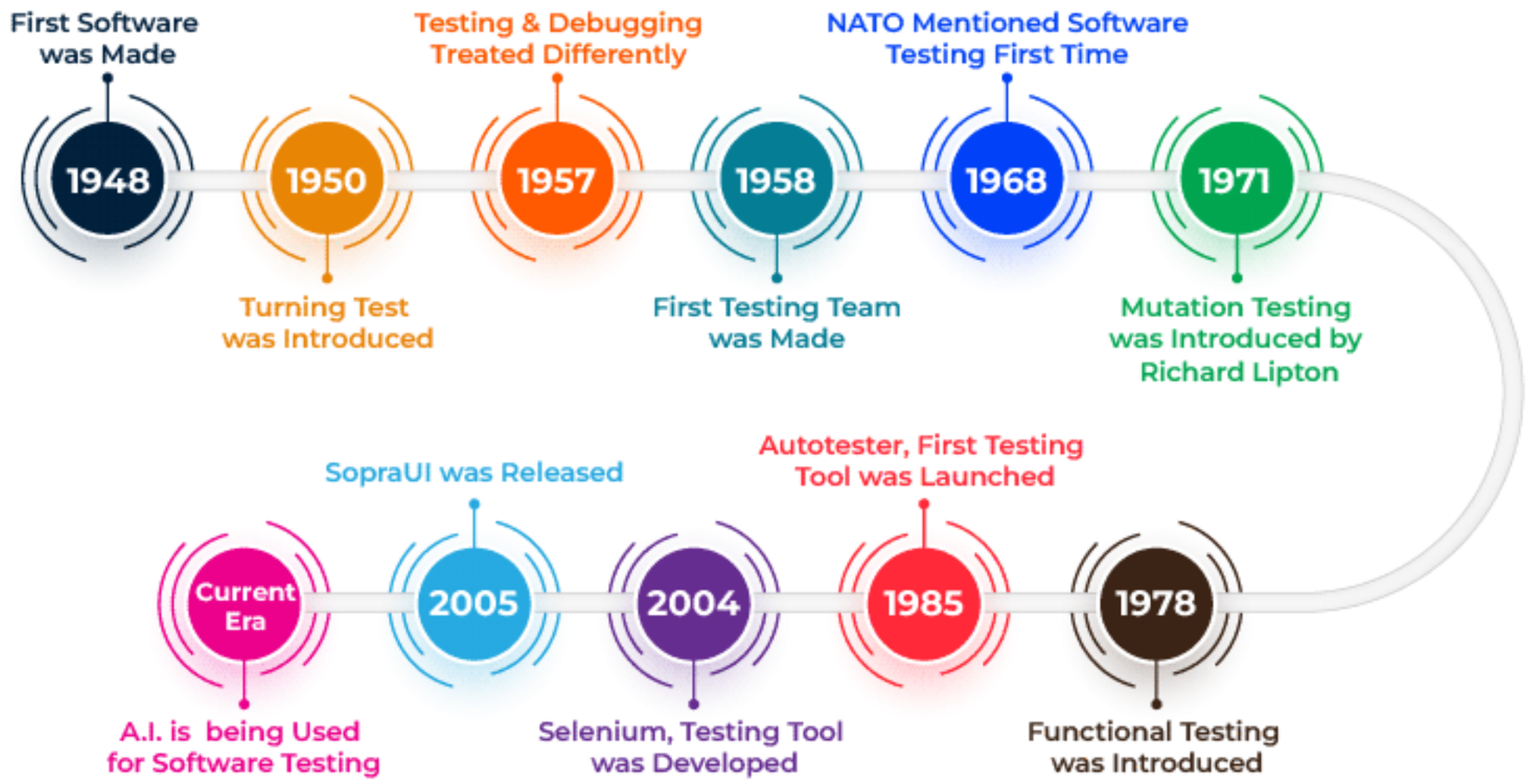
- Plusieurs techniques
  - Dynamique / statique
- Génération de test
  - Fonctionnel / structurel
- Plusieurs niveaux/étapes:
  - Unitaire, intégration, système, de non-régression

The History of Software Testing



Generated: 2nd November 2014

SOFTWARE TESTING HISTORY



https://www.geeksforgeeks.org/history-of-software-testing

Future of Software Testing (examples)

- Testing metrics
- Test generation & amplification
- Test selection
- Process automation (DevOps)
- Immediate feedback and recommendations
- Oracle problem (e.g., metamorphic testing)
- Etc.