

Au delà de la couverture de code, comment s'assurer de la pertinence de nos tests ?



09 Avril 2019  
11<sup>ème</sup> édition  
JOURNÉE FRANÇAISE  
DES TESTS LOGICIELS

LE TEST LOGICIEL. MAÎTRISER L'ÉTAT  
DE L'ART DU TEST AVEC LE CFTL !

ISTOB  
International Software Testing  
Organization

Journée Française des Tests Logiciels  
9 avril 2019



# Présentation



Vincent HUC

Leader technique



Amandine  
JAUFERRAULLY

Automaticienne de tests



Marie ISOARD

Automaticienne de tests



Fonctionnement  
Mauvais  
Code  
Logiciel Bon  
Tests Conforme  
**Besoin**  
Développement

**Tests  
manuels**

**Tests système**

**Tests d'intégration**

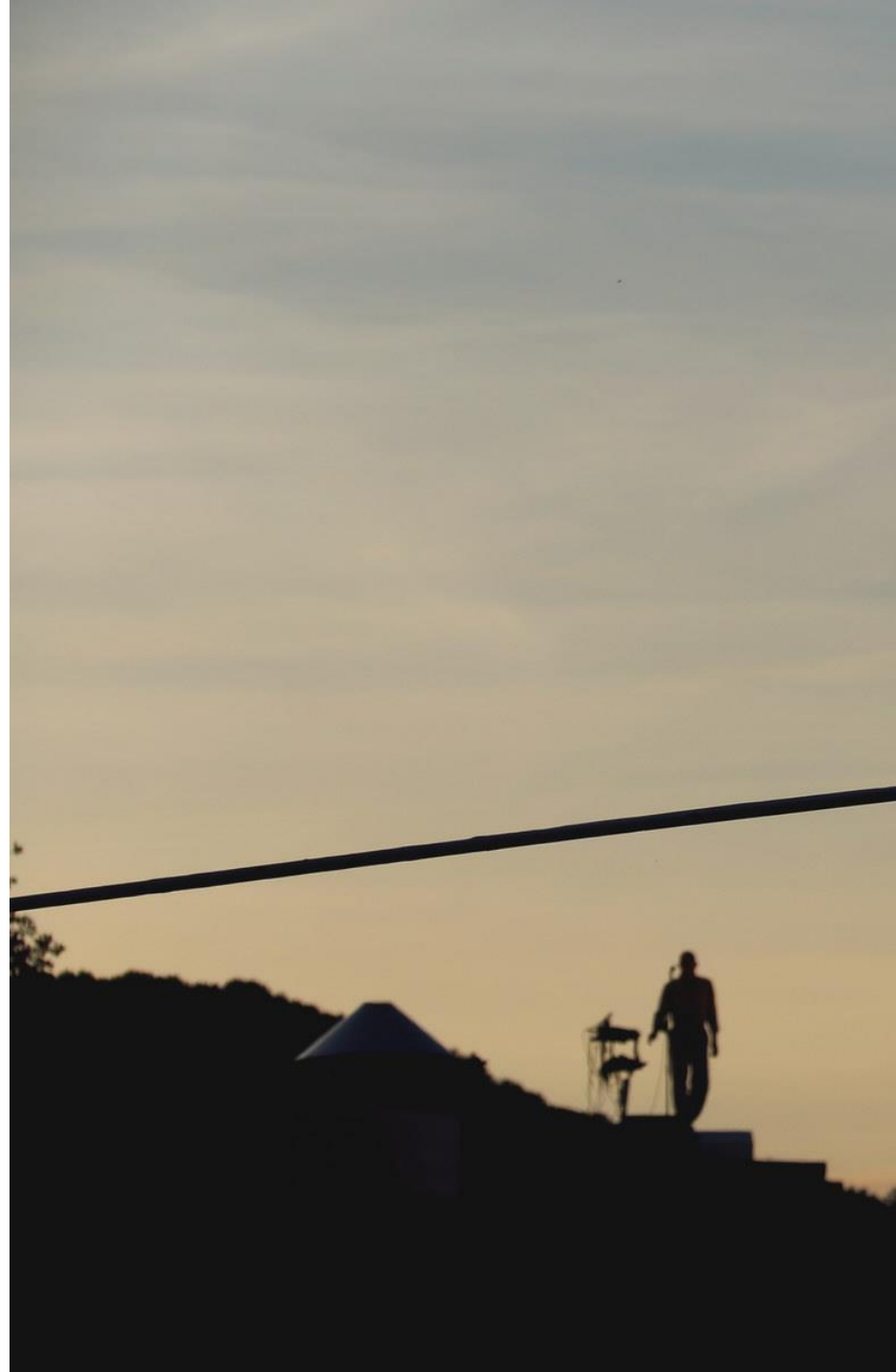
**Tests unitaires**

**Tests de  
performance**

**Tests  
d'accessibilité  
numérique**

**Tests de  
sécurité**

Quel degré de  
confiance dans nos  
tests ?





“ Program testing can be used to show the presence of bugs, but never to show their absence ! ”

Edsger W. Dijkstra, 1969

**Tests  
manuels**

**Tests système**

**Tests d'intégration**

**Tests unitaires**

**Tests de  
performance**

**Tests  
d'accessibilité  
numérique**

**Tests de  
sécurité**

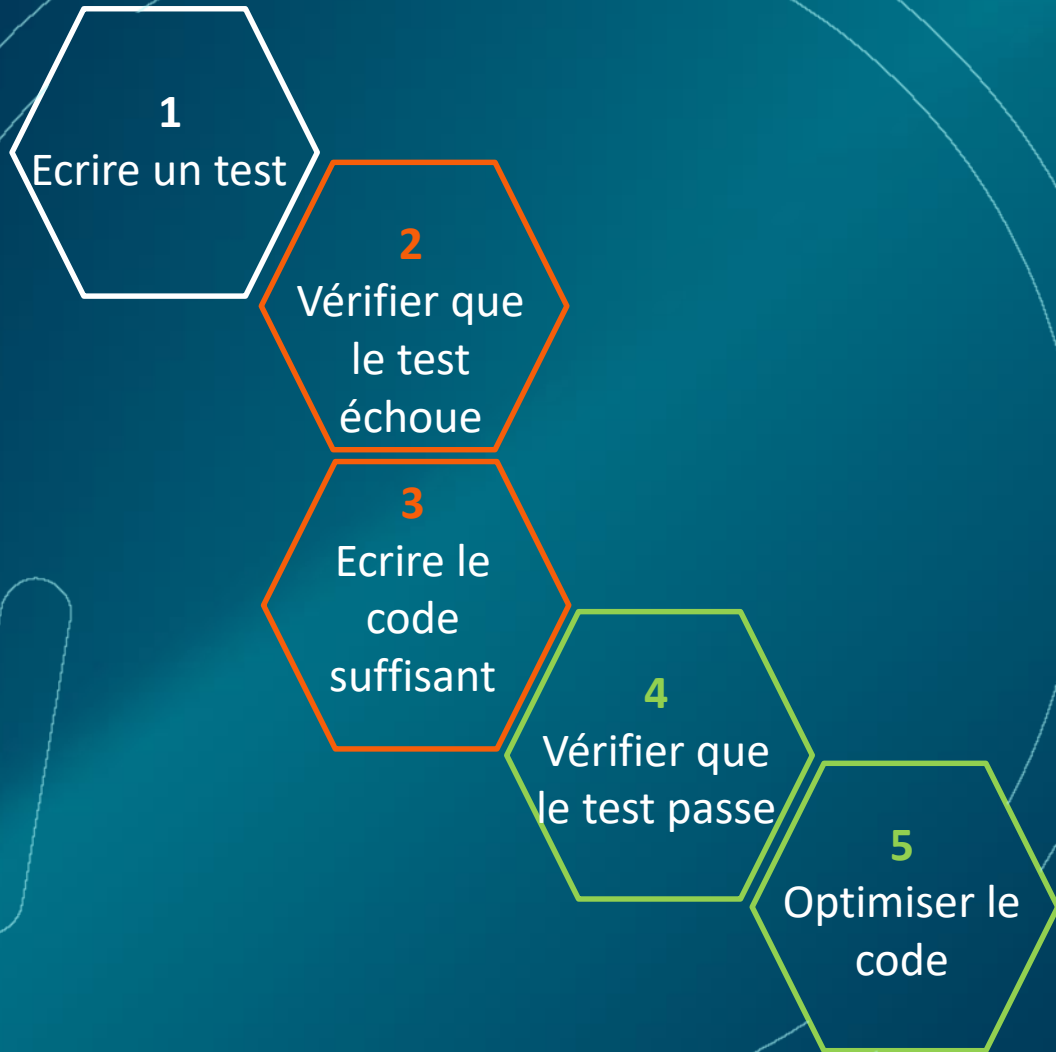


Qu'avons-nous à disposition ?

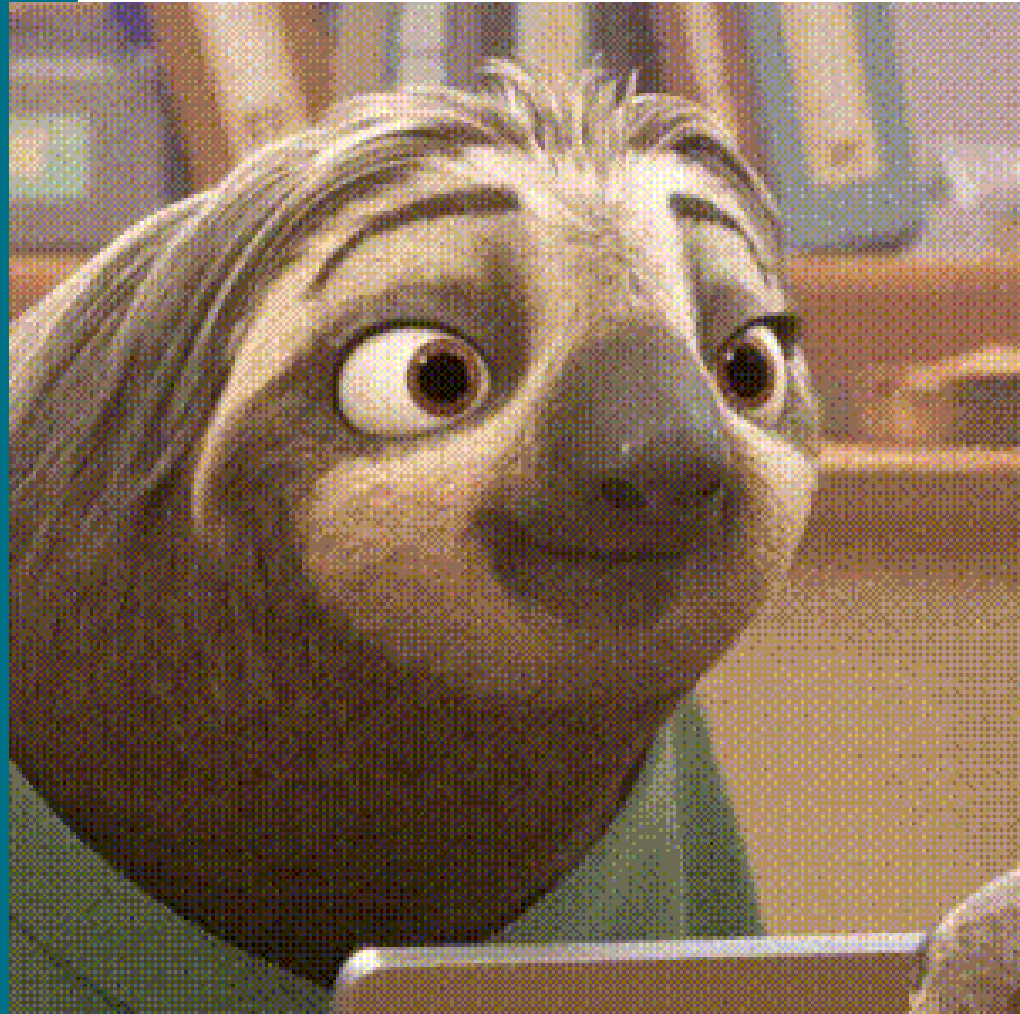




# Méthode : Test Driven Development



Quand les tests  
passent au vert



# Indicateur : Couverture de code


```
public static int calculer(int a, int b) {  
    int res = 0;  
    if (a == 0)  
        res = b * 2;  
    else {  
        res = a + b;  
    }  
    return res;  
}
```

Pas couvert

Couvert par des tests

Partiellement couvert par des tests

```
/**  
 * Ajoute un rdv à l'agenda du conseiller  
 * @param rendezVous ajouté à l'agenda  
 */  
void ajouterUnRendezVous(Rdv rendezVous) {  
    if (listeRdv.size() < nbMaxRdv) {  
        listeRdv.add(rendezVous);  
    }  
}
```

Element	Coverage
Agenda.java	 100,0 %

Code exécuté  $\neq$  Code testé

Couverture

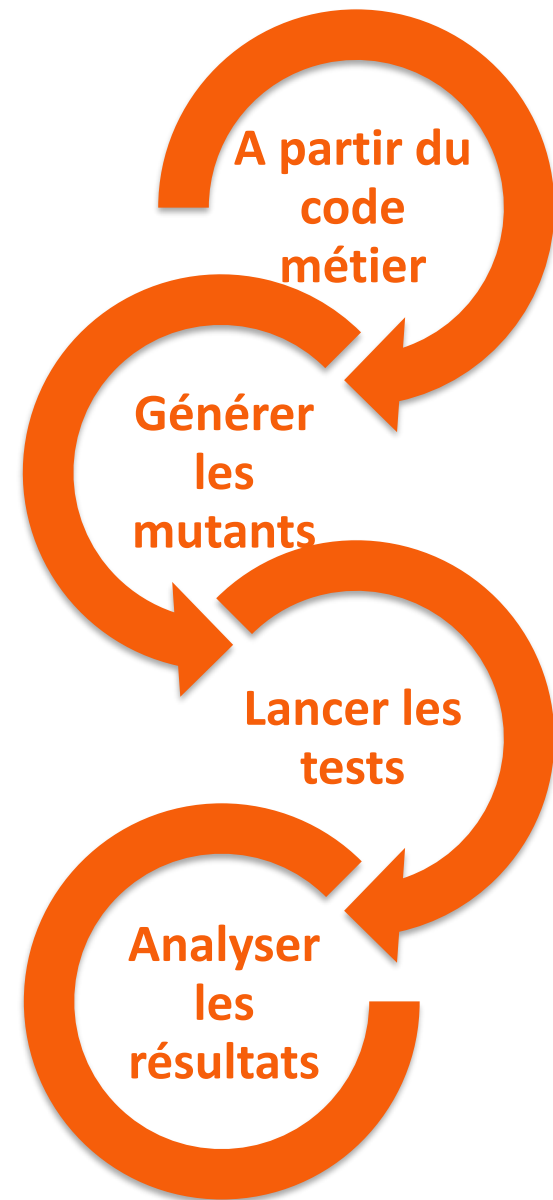
100 %

```
@Test  
public void ajouterUnRDV_dans_un_calendrier_avec_des_disponibilites_Test() {  
    Agenda agendaConseiller = new Agenda(new ArrayList<Rdv>(),5);  
  
    agendaConseiller.ajouterUnRendezVous(new Rdv());  
  
    assertEquals(agendaConseiller.listeRdv.size(),1);  
}
```

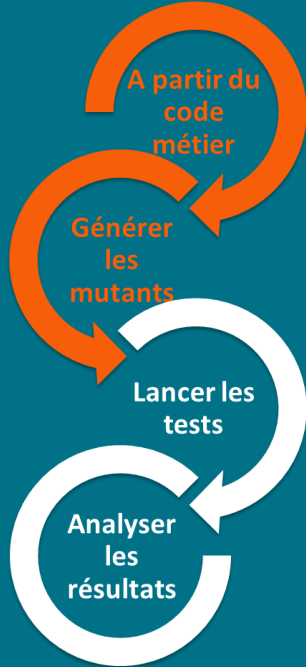
Et si nous testions nos tests ?



# Les tests de mutation



# Types de mutation



## Opérations mathématiques

- + devient -
- \* devient /

...

## Conditions

- Changer un < en <=
- Changer un == en !=

...

## Constantes

- True devient False
- x devient null
- 0 devient 1
- x remplacé par Constante

## Suppression de code

- d'un appel de méthode

...



# Les mutants

## Code origine

```
/**
 * Ajoute un rdv à l'agenda du conseiller
 * si plus de dispo, envoi d'une alerte
 * @param rendezVous ajouté à l'agenda
 */
void ajouterUnRendezVous(Rdv rendezVous) {
    if (listeRdv.size() < nbMaxRdv) {
        listeRdv.add(rendezVous);
    } else {
        gestionnaire.envoyerMailAlerteNbMaxRdvAtteint();
    }
}
```

## Code muté

### Modification des limites

```
void ajouterUnRendezVous(Rdv rendezVous) {
    if (listeRdv.size() <= nbMaxRdv) {
        listeRdv.add(rendezVous);
    } else {
        gestionnaire.envoyerMailAlerteNbMaxRdvAtteint();
    }
}
```

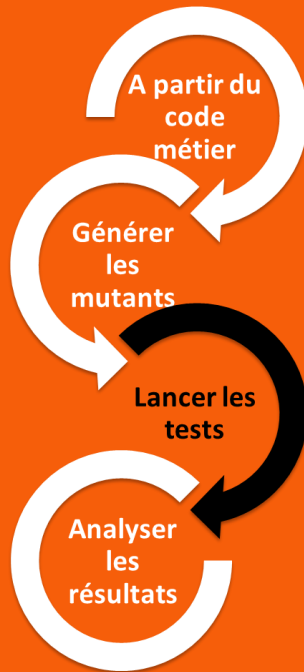
### Négation de condition

```
void ajouterUnRendezVous(Rdv rendezVous) {
    if (listeRdv.size() >= nbMaxRdv) {
        listeRdv.add(rendezVous);
    } else {
        gestionnaire.envoyerMailAlerteNbMaxRdvAtteint();
    }
}
```

### Suppression de code

```
void ajouterUnRendezVous(Rdv rendezVous) {
    if (listeRdv.size() >= nbMaxRdv) {
        listeRdv.add(rendezVous);
    } else {
        // Code supprimé
    }
}
```

# Le carnage des mutants



# Mutant tué



Au moins un test a **échoué**

Le code muté a été **défecté**

Le code est **correctement testé**

# Mutant survivant



Les tests ont **réussi**

Le code muté n'a **pas** été **défecté**

Les tests sont **à revoir**

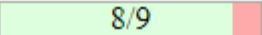
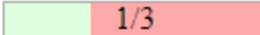
## Exemple – Code à tester

```
/**
 * Ajoute un rdv à l'agenda du conseiller
 * si plus de dispo, envoi d'une alerte
 * @param rendezVous ajouté à l'agenda
 */
void ajouterUnRendezVous(Rdv rendezVous) {
    if (listeRdv.size() < nbMaxRdv) {
        listeRdv.add(rendezVous);
    } else {
        gestionnaire.envoyerMailAlerteNbMaxRdvAtteint();
    }
}
```

# Exemple – Test 1

```
@Test
public void ajouterUnRDV_dans_un_calendrier_avec_des_disponibilites_Test() {
    Agenda agendaConseiller = new Agenda(new ArrayList<Rdv>(),5,gestionnaire);

    agendaConseiller.ajouterUnRendezVous(new Rdv());
    assertEquals(agendaConseiller.listeRdv.size(),1);
}
```

Name	Line Coverage	Mutation Coverage
<a href="#">Agenda.java</a>	89%  8/9	33%  1/3

```
29     void ajouterUnRendezVous(Rdv rendezVous) {
30 2     if (listeRdv.size() < nbMaxRdv) {
31         listeRdv.add(rendezVous);
32     } else {
33 1     gestionnaire.envoyerMailAlerteNbMaxRdvAtteint();
34     }
35 }
```

## Mutations

- 30 1. changed conditional boundary → SURVIVED
- 30 2. negated conditional → KILLED
- 33 1. removed call to com/example/demo/Gestionnaire::envoyerMailAlerteNbMaxRdvAtteint → NO\_COVERAGE

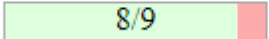
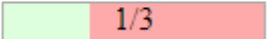
# Exemple – Test 1 + Test 2

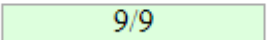
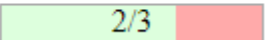


```
@Test
public void ajouterUnRDV_dans_un_calendrier_sans_disponibilites_Test() {
    Agenda agendaConseiller = new Agenda(Arrays.asList(new Rdv()),1,gestionnaire);

    agendaConseiller.ajouterUnRendezVous(new Rdv());

    assertEquals(agendaConseiller.listeRdv.size(),1);
}
```

Name	Line Coverage	Mutation Coverage
<a href="#">Agenda.java</a>	89%  8/9	33%  1/3

Name	Line Coverage	Mutation Coverage
<a href="#">Agenda.java</a>	100%  9/9	67%  2/3

```
29     void ajouterUnRendezVous(Rdv rendezVous) {
30 2     if (listeRdv.size() < nbMaxRdv) {
31         listeRdv.add(rendezVous);
32     } else {
33 1     gestionnaire.envoyerMailAlerteNbMaxRdvAtteint();
34     }
35 }
36
```

## Mutations

- 30 1. changed conditional boundary → KILLED
- 30 2. negated conditional → KILLED
- 33 1. removed call to com/example/demo/Gestionnaire::envoyerMailAlerteNbMaxRdvAtteint → SURVIVED



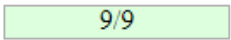
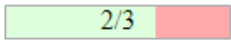
# Exemple – Test 1 + Test 2 bis

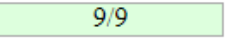
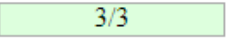


```
@Test
public void ajouterUnRDV_dans_un_calendrier_sans_disponibilites_Test() {
    Agenda agendaConseiller = new Agenda(Arrays.asList(new Rdv()),1,gestionnaire);

    agendaConseiller.ajouterUnRendezVous(new Rdv());

    assertEquals(agendaConseiller.listeRdv.size(),1);
    Mockito.verify(gestionnaire).envoyerMailAlerteNbMaxRdvAtteint();
}
```

Name	Line Coverage	Mutation Coverage
<a href="#">Agenda.java</a>	100%  9/9	67%  2/3

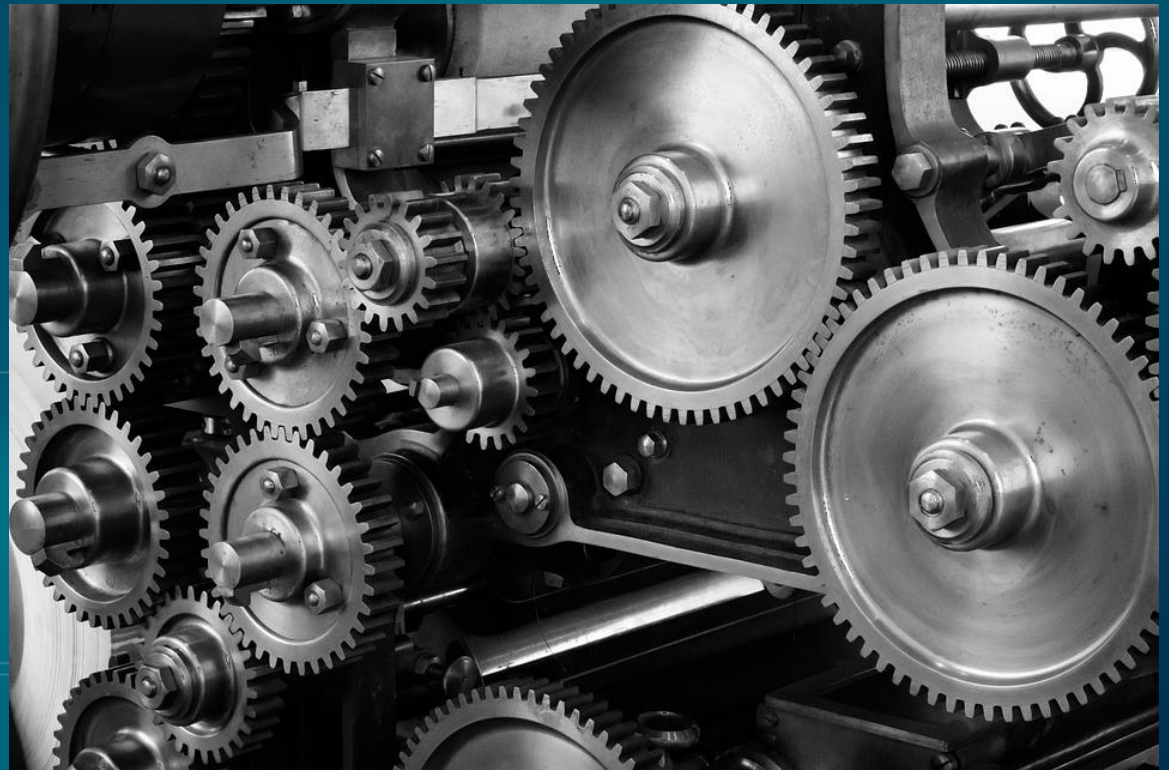
Name	Line Coverage	Mutation Coverage
<a href="#">Agenda.java</a>	100%  9/9	100%  3/3

```
29     void ajouterUnRendezVous(Rdv rendezVous) {
30 2         if (listeRdv.size() < nbMaxRdv) {
31             listeRdv.add(rendezVous);
32         } else {
33 1             gestionnaire.envoyerMailAlerteNbMaxRdvAtteint();
34         }
35     }
```

## Mutations

- [30](#) 1. changed conditional boundary → KILLED  
2. negated conditional → KILLED
- [33](#) 1. removed call to com/example/demo/Gestionnaire::envoyerMailAlerteNbMaxRdvAtteint → KILLED

Quel outil utiliser?



# Mise en place

- Pi Test   
pitest.org  
– <http://pitest.org/>
- Dépendance Maven

```
<plugin>
  <groupId>org.pitest</groupId>
  <artifactId>pitest-maven</artifactId>
  <version>1.3.2</version>
  <configuration>
    <timestampedReports>false</timestampedReports>
    <targetClasses>
      <param>fr.pe.sire.service.da0xx.*</param>
    </targetClasses>
    <targetTests>
      <param>fr.pe.sire.service.da0xx.*</param>
    </targetTests>
    <outputFormats>
      <outputFormat>HTML</outputFormat>
      <outputFormat>XML</outputFormat>
    </outputFormats>
  </configuration>
</plugin>
```

- Plugins pour IDE

# Exécution Intégration Continue



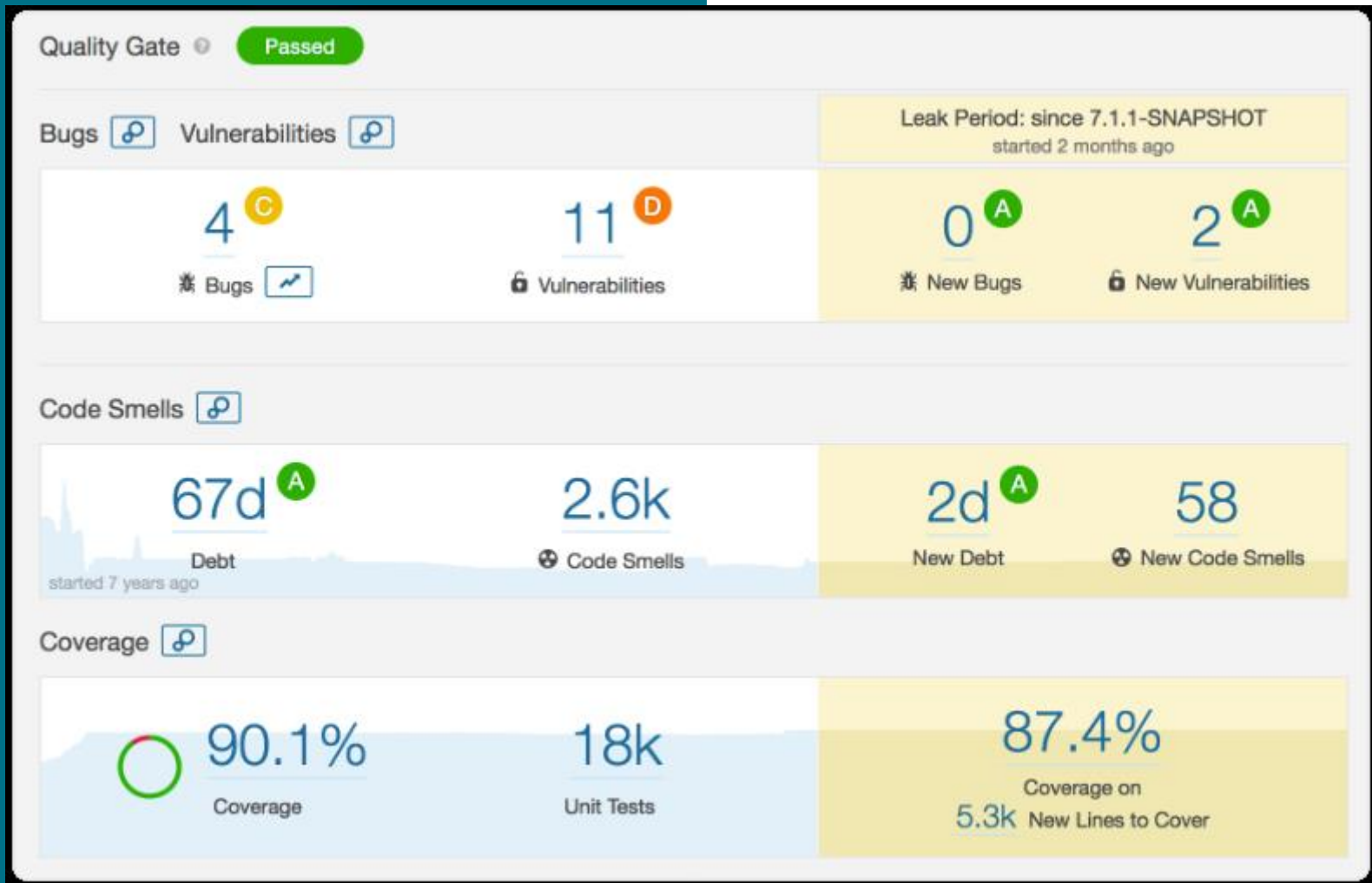
Récupération sources du composant	Configuration variables projet	Execution des tests unitaires	Exécution des tests de mutation
4s	314ms	29s	1min 20s



```
stage('Exécution des tests de mutation') {
  steps {
    script {
      // Exécution de Pitest
      dir (nomProjet+"/impl") {
        sh "mvn -f pom.xml -gs ${env['MAVEN_PE_SETTINGS']} -DwithHistory org.pitest:pitest-maven:mutationCoverage"
      }

      // Publication du reporting pour alimenter le menu dans jenkins
      publishHTML([
        allowMissing: false,
        alwaysLinkToLastBuild: false,
        keepAll: false,
        reportDir: nomProjet+"/impl/target/pit-reports",
        reportFiles: 'index.html',
        reportName: "Tests de mutation "+env.Composant,
        reportTitles: ''
      ])
    }
  }
}
```

# SONAR



# Plugin SONAR



## Project Overview

- Reliability ?
- Security ?
- Maintainability ?
- Coverage
- Duplications
- Size
- Complexity ?
- Code Smells
- Issues
- Jdepend

## Mutation Analysis

- Alive: Not Covered
- Alive: Survivors
- Alive: Total
- Killed: Total
- Killed: by Tests

### Mutation: Coverage

Mutations: Total

## OWASP-Dependency-Check

da023-feuilledeuroute-sldng-imp...

to select files to navigate 15 / 41 files

Mutation: Coverage 69.8%

Leak Period: since 1.2.1-SNAPSHOT

src/main/java/fr/pe/sire/service/da023/commun/persistence/AbstractDb2Dao.java	0.0%
src/main/java/fr/pe/sire/service/da023/commun/tools/AbstractLogger.java	0.0%
src/main/java/fr/pe/sire/service/da023/commun/persistence/AbstractOracleDao.java	0.0%
src/main/java/fr/pe/sire/service/da023/projection/persistence/ActionPd2i2IOPPK.java	0.0%
src/main/java/fr/pe/sire/service/da023/commun/persistence/DatabaseProducerDb2.java	0.0%
src/main/java/fr/pe/sire/service/da023/commun/persistence/DatabaseProducerOracle.java	0.0%
src/main/java/fr/pe/sire/service/da023/projection/manager/dn010/ProducteurClientRESTDn010.java	0.0%

src/.../pe/sire/service/da023/commun/RestResponseTools.java

<input type="checkbox"/>	Alive Mutant: The return value of a method call has been replaced without being detected by a test. ...	last month	L33			Bug	Major	Open	Not assigned	30min effort	Comment	mutation-operator, mutator, pitest, test,...
<input type="checkbox"/>	Alive Mutant: The return value of a method call has been replaced without being detected by a test. ...	last month	L37			Bug	Major	Open	Not assigned	30min effort	Comment	mutation-operator, mutator, pitest, test,...
<input type="checkbox"/>	Alive Mutant: The return value of a method call has been replaced without being detected by a test. ...	last month	L41			Bug	Major	Open	Not assigned	30min effort	Comment	mutation-operator, mutator, pitest, test,...

src/.../da023/commun/persistence/AbstractDb2Dao.java

<input type="checkbox"/>	Alive Mutant: The return value of a method call has been replaced without being detected by a test. ...	2 years ago	L15			Bug	Major	Open	Not assigned	30min effort	Comment	mutation-operator, mutator, pitest, test,...
--------------------------	---	-------------	-----	--	--	-----	-------	------	--------------	--------------	---------	--

# Quelques outils ...



Java

Ninja  
Turtles

C#

Mutant

Ruby



PHP



PHP

Mutmut

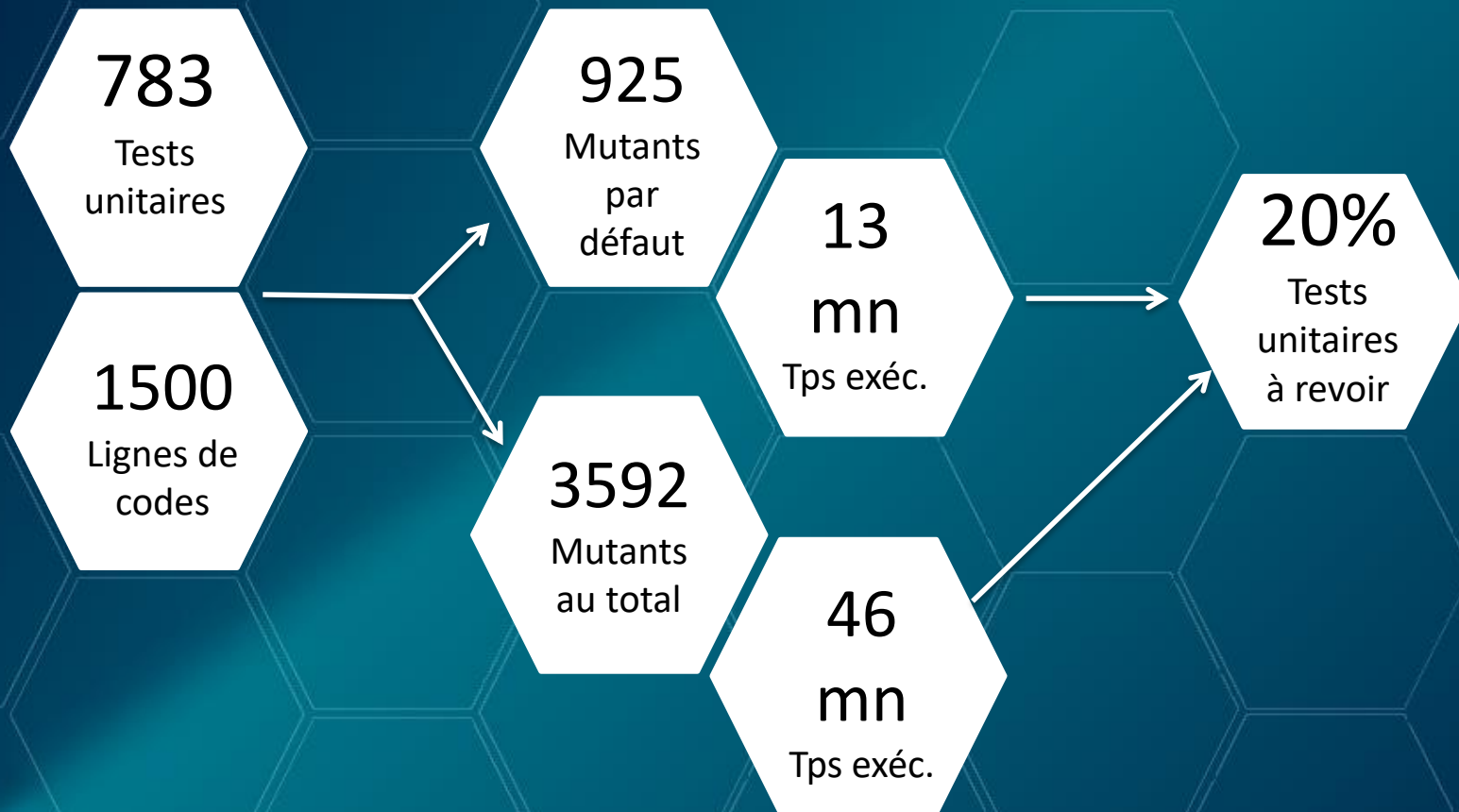
Python



JavaScript



# Nos métriques



# Les erreurs les plus fréquentes



## 1 - Valeur de retour

```
public Object foo() {  
    return new Object();  
}
```

```
public Object foo() {  
    new Object();  
    return null;  
}
```

## 2 - Suppression de code

```
public void faireQlqChose(int i) {  
    // fait quelque chose  
}  
public int foo() {  
    int i = 5;  
    faireQlqChose(i);  
    return i;  
}
```

```
public void faireQlqChose(int i) {  
    // fait quelque chose  
}  
public int foo() {  
    int i = 5;  
  
    return i;  
}
```


## 3 - Inversion de conditions

```
if (a == b) {  
    // do something  
}
```

```
if (a != b) {  
    // do something  
}
```

# Les limites des tests de mutation



- 
- Temps d'exécution
  - Temps d'analyse
  - Risque de faux positif

```
1 | while(...) {  
2 |     index++;  
3 |     if (index == 10)  
4 |         break;  
5 | }
```

Une mutation de `==` en `>=` va produire le même résultat. Le test sera correct... mais à raison

# Nos conseils pour démarrer



**Avoir une culture qualité ancrée**

**Cibler la valeur métier**

**Limiter aux mutants par défaut**



Avez-vous des questions ?

WHO

WHEN

WHERE

How

WHY

WHAT