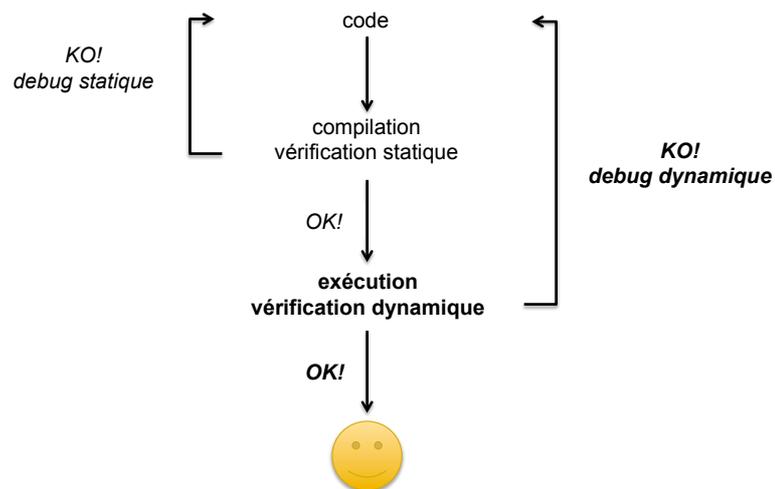


Programmation Par Objets

Tests unitaires
JUnit

Démarche de développement



Zoom sur la vérification dynamique

Vérifier que le logiciel :

A. s'exécute sans « planter » (' ' exit on error ' ')

=> debug des erreurs d'exécution détectées par le langage

B. produit les **résultats attendus**

- par le client en réponse à ses *spécifications fonctionnelles*
- indétectables par le langage
- d'où la responsabilité du concepteur/développeur de tester les cas d'erreurs possibles

=> notion de **test** étudiée ici.

debug vs. test : exemple

On reprend l'exemple des comptes bancaires.

Spécification:

« Réinitialiser » un compte consiste à reporter son solde en crédit ou en débit selon qu'il est positif (créditeur) ou négatif (débiteur).

Version 0 : le code vide ...

```
public class Compte {  
    public void reinit() {}  
}
```

- A. ne plante pas (le code vide ne plante jamais !)
- B. mais ne produit rien.

C'est toute la différence, à l'extrême, entre debug et test.

debug vs. test : exemple

Version 1, un peu plus sérieuse

```
public class Compte {  
    public void reinit() {  
        if (solde()>0) // compte créditeur  
            credits = solde();  
        else // compte débiteur  
            debits = solde();  
    }  
}
```

- A. ne plante pas
- B. mais ne produit pas les résultats attendus ...

debug vs. test : exemple

- Situation 1 : que du crédit
`Compte compte = new Compte();`
`compte.crediter(300.0);`

état avant

```
compte.getCredit() -> 300.0  
compte.getDebit() -> 0.0  
compte.solde() -> 300.0
```

OK

- Action
`compte.reinit();`

état après

```
compte.getCredit() -> 300.0  
compte.getDebit() -> 0.0  
compte.solde() -> 300.0
```

OK

- Tests
1. le compte était créditeur et le solde a bien été reporté au crédit

OK

debug vs. test : exemple

□ Situation 1 : que du crédit

```
Compte compte = new Compte();  
compte.crediter(300.0);
```

état avant

```
compte.getCredit() -> 300.0  
compte.getDebit() -> 0.0  
compte.solde() -> 300.0
```

OK

□ Action

```
compte.reinit();
```

état après

```
compte.getCredit() -> 300.0  
compte.getDebit() -> 0.0  
compte.solde() -> 300.0
```

OK

□ Tests

1. le compte était créditeur et le solde a bien été reporté au crédit
2. le solde n'a pas changé

OK

debug vs. test : exemple

□ Situation 1 : que du crédit

```
Compte compte = new Compte();  
compte.crediter(300.0);
```

état avant

```
compte.getCredit() -> 300.0  
compte.getDebit() -> 0.0  
compte.solde() -> 300.0
```

□ Action

```
compte.reinit();
```

état après

```
compte.getCredit() -> 300.0  
compte.getDebit() -> 0.0  
compte.solde() -> 300.0
```

□ Tests

- 1. le compte était créditeur et le solde a bien été reporté au crédit
- 2. le solde n'a pas changé.

□ Verdict : OK!

debug vs. test : exemple

- Situation 2 : crédits, débits, compte créditeur

```
// idem +  
compte.debiter(50.0);
```

état avant

```
compte.getCredit() -> 300.0  
compte.getDebit() -> 50.0  
compte.solde() -> 250.0
```

OK

- Action

```
compte.reinit();
```

état après

```
compte.getCredit() -> 250.0  
compte.getDebit() -> 50.0  
compte.solde() -> 200.0
```

OK

- Tests

3. le compte était créditeur et le solde a bien été reporté au crédit

OK

debug vs. test : exemple

- Situation 2 : crédits, débits, compte créditeur

```
// idem +  
compte.debiter(50.0);
```

état avant

```
compte.getCredit() -> 300.0  
compte.getDebit() -> 50.0  
compte.solde() -> 250.0
```

bug

- Action

```
compte.reinit();
```

état après

```
compte.getCredit() -> 250.0  
compte.getDebit() -> 50.0  
compte.solde() -> 200.0
```

bug

- Tests

3. le compte était créditeur et le solde a bien été reporté au crédit
4. mais le solde a changé

bug

- Verdict : KO!

debug vs. test : exemple

Correction :

On a oublié de réinitialiser le débit ou le crédit à 0 selon le cas (compte créditeur ou débiteur).

Version 2 :

```
public void reinit() {
    if (solde()>0) // compte créditeur
        {credits = solde(); debits = 0.0;}
    else // compte débiteur
        {debits = solde(); credits = 0.0;}
}
```

- ❑ Tests 1 et 2 : toujours OK (mais à confirmer)
- ❑ Tests 3 et 4 ...

debug vs. test : exemple

- ❑ Situation 2 : crédits, débits, compte créditeur

```
// idem +
compte.debiter(50.0);
```

état avant

```
compte.getCredit() -> 300.0
compte.getDebit() -> 50.0
compte.solde() -> 250.0
```

OK

- ❑ Action

```
compte.reinit();
```

état après

```
compte.getCredit() -> 250.0
compte.getDebit() -> 0,0
compte.solde() -> 250.0
```

OK

- ❑ Tests

3. le compte était créditeur et le solde a bien été reporté au crédit

OK

debug vs. test : exemple

- ❑ Situation 2 : crédits, débits, compte créditeur

```
// idem +  
compte.debiter(50.0);
```

état avant

```
compte.getCredit() -> 300.0  
compte.getDebit() -> 50.0  
compte.solde() -> 250.0
```

OK

- ❑ Action

```
compte.reinit();
```

état après

```
compte.getCredit() -> 250.0  
compte.getDebit() -> 0.0 // ce qui a changé  
compte.solde() -> 250.0
```

OK

- ❑ Tests

3. le compte était créditeur et le solde a bien été reporté au crédit
4. le solde n'a pas changé

OK

- ❑ Verdict : OK!

Comment faire ces tests ?

Manuellement

- ❑ exécuter
- ❑ en entrant les données à la main
- ❑ vérifier de tête ou sur un bout de papier (!) que les résultats sont ceux attendus
- ❑ recommencer après chaque modification du code: correction, ajout, évolution, ...
- ❑ laborieux !

Comment faire ces tests ?

Mieux, par programme : notion d'**oracle**

- ❑ main de tests
- ❑ qui code « en dur » les situations à tester selon le schéma de code = *procédure de test* :

```
// situation
// action...
// verification = oracle
if( resultats = attendus )
    print(``OK!``)
else
    print(``KO! blabla de compte-rendu ``)
```

Comment faire ces tests ?

Mais ...

- schéma de code **répétitif**
- **non-indépendance** des procédures de test
 - ❑ due à la **séquentialité** du programme de tests
 - ❑ rend chaque test dépendant des précédents
 - ❑ à l'exécution : risques d'effets de bord
 - ❑ ajout/suppression/modification de tests
= modification du programme
avec risque d'erreurs de programmation (on boucle!)

Besoin d'automatisation ...

Besoin d'automatisation

- Faciliter l'expression des tests
 - constructions dédiées
 - notamment pour l'expression des **oracles** :

```
// verification (oracle)
if( resultats = attendus )
    print(`OK!`)
else
    print(`KO! blabla de compte-rendu `)
```
 - remplacée par des **assertions** (déclarations) du genre:

```
assert(resultat = attendus)
```
 - avec prise en charge automatique:
 - résultat : OK! / KO!
 - génération automatique de **compte-rendu**.

Besoins d'automatisation

- Indépendance
 - pouvoir les formuler et les exécuter isolément (sans effets de bord)
 - notion de **test unitaire exécutable**
 - peu importe leur ordre d'exécution
 - pouvoir en ajouter/supprimer/ignorer unitairement et rejouer ...
- Pouvoir facilement (re-)jouer les tests ... tout le temps !
 - à chaque modification/correction de code
 - lors d'ajout de fonctionnalités (classes, méthodes) : tests incrémentaux
 - lors de changement complet d'implémentation à fonctionnalités constantes
- Principe de **non régression** :
« ce qui fonctionnait fonctionne toujours »

*C'est l'apport de la technologie des XUnit, **JUnit** en Java.*

JUnit

- www.junit.org
- Technologie d'automatisation de tests unitaires inventée en 1997 par K. Bleck (*Smalltalk/SUnit*) et E. Gamma après l'avènement de Java
- puis reprise dans de nombreux langages (famille logicielle des *XUnit*):
CppUnit, Cunit, PHPUnit, ...
- et intégrée dans de nombreux outils de développement intégré (IDE) ou de gestion de projets tels que Eclipse:
www.eclipse.org

Assertions

- méthodes static de la classe **org.junit.Assert**
 - `assert[Not]Equals(expected value, actual value)`
 - `assertTrue(boolean condition) / assertFalse`
 - `assert[Not]Same(expected object, actual object)`
// par `==`
 - `assertArrayEquals(Type[] expecteds, Type[] actuals)`
// par equals itéré
 - ...
 - qui provoquent une exception `AssertionError` si l'assertion n'est pas vérifiée (KO!)
 - capturée par JUnit pour générer un compte-rendu automatique, fonction des paramètres.

Procédures de test

- à programmer dans de simples classes dites **classes de test**
- sous la forme de **méthodes annotées** par **@Test**
- exploitant le jeu d'**assertions** précédentes.
- les classes et méthodes de test doivent être **public** pour être visibles de JUNIT, notamment de son moteur d'exécution (`org.junit.runner`)
- bonne pratique:
les regrouper dans un package `test`

sur l'exemple...

```
package test;
import org.junit.*;
import banque.*;

public class CompteTest { // classe de test
    @Test //procédure de test 1: que du credit
    public void testReinit_1() {
        // situation
        Compte compte = new Compte(); compte.crediter(300.0);
        // action
        compte.reinit();
        // oracle
        Assert.assertEquals(300.0, compte.getCredit(), 0.0);
    }
    @Test public void testReinit_2() //test 2 ...
    @Test public void testReinit_3() //test 3 ...
    @Test //test 4: credits, debits, compte crediteur, solde?
    public void testReinit_4() {
        Compte compte = new Compte(); compte.crediter(300.0);
        compte.debiter(50.0);
        compte.reinit();
        Assert.assertEquals(250.0, compte.solde(), 0.0);
    }
}}
```

Jouer les tests

- dans un terminal (quelque soit l'outillage utilisé) moyennant l'ajout de la lib **junit.jar**
 - compiler les classes de test

```
javac
  -cp <path to junit.jar>
  test.CompteTest.java
```
 - exécuter

```
java
  -cp <path to junit.jar>
  org.junit.runner.JUnitCore
  test.CompteTest
```
- ou dans les outils (IDE) intégrant JUnit tels qu'Eclipse ...

Exemple sur V1 de la classe Compte : KO (rouge)!

The screenshot shows the Eclipse IDE interface. The Package Explorer on the left shows the test class structure. The JUnit runner window displays the following summary:

```
Finished after 0,03 seconds
Runs: 4/4   Errors: 0   Failures: 1
```

The test results list shows four tests, with the fourth one failing:

```
test.CompteTest [Runner: JUnit 4] (0,000 s)
  testReinit_1 (0,000 s)
  testReinit_2 (0,000 s)
  testReinit_3 (0,000 s)
  testReinit_4 (0,000 s)
```

The Failure Trace window shows the error details:

```
java.lang.AssertionError: expected:<250.0> but was:<200.0>
at test.CompteTest.testReinit_4(CompteTest.java:16)
```

The code editor on the right shows the source code for `CompteTest.java`. The failing test is `testReinit_4`, which is highlighted in red in the original image:

```
1 package test;
2
3 import org.junit.*;
4 import banque.*;
5
6 public class CompteTest {
7     @Test //test 4: credits, debits, compte créditeur, solde?
8     public void testReinit_4() {
9         // situation
10        Compte compte = new Compte();
11        compte.crediter(300.0);
12        compte.debiter(50.0);
13        // action
14        compte.reinit();
15        // oracle
16        Assert.assertEquals(250.0, compte.solde(), 0.0);
17    }
18
19    @Test // test 3: credits, debits, compte créditeur
20    public void testReinit_3() {
21        // situation
22        Compte compte = new Compte();
23        compte.crediter(300.0);
24        compte.debiter(50.0);
25        // action
26        compte.reinit();
27        // oracle
28        Assert.assertEquals(250.0, compte.getCredit(), 0.0);
29    }
30 }
```

Rejouer après correction (V2) : OK (vert)!

Finished after 0,019 seconds

Runs: 4/4 Errors: 0 Failures: 0

```
test.CompteTest [Runner: JUnit 4] (0,000 s)
├── testReinit_1 (0,000 s)
├── testReinit_2 (0,000 s)
├── testReinit_3 (0,000 s)
└── testReinit_4 (0,000 s)
```

```
1 package test;
2
3 import org.junit.*;
4 import banque.*;
5
6 public class CompteTest {
7     @Test //test 4: credits, debits, compte créditeur, solde?
8     public void testReinit_4() {
9         // situation
10        Compte compte = new Compte();
11        compte.crediter(300.0);
12        compte.debiter(50.0);
13        // action
14        compte.reinit();
15        // oracle
16        Assert.assertEquals(250.0, compte.solde(), 0.0);
17    }
18
19    @Test // test 3: credits, debits, compte créditeur
20    public void testReinit_3() {
21        // situation
22        Compte compte = new Compte();
23        compte.crediter(300.0);
24        compte.debiter(50.0);
25        // action
26        compte.reinit();
27        // oracle
28        Assert.assertEquals(250.0, compte.getCredit(), 0.0);
29    }
30 }
```

JUnit : indépendance des tests

- ajouter/supprimer/modifier des tests unitairement
- exemple : tester aussi l'état débiteur

Finished after 0,024 seconds

Runs: 6/6 Errors: 0 Failures: 2

```
test.CompteTest [Runner: JUnit 4] (0,001 s)
├── testReinit_1 (0,000 s)
├── testReinit_2 (0,000 s)
├── testReinit_3 (0,000 s)
├── testReinit_4 (0,000 s)
├── testReinit_5 (0,000 s)
└── testReinit_6 (0,001 s)
```

```
1 package test;
2 import org.junit.*;
3 import banque.*;
4
5 public class CompteTest {
6
7     @Test // test 5: credits, debits, compte débiteur
8     public void testReinit_5() {
9         // situation
10        Compte compte = new Compte();
11        compte.crediter(300.0);
12        compte.debiter(500.0);
13        // action
14        compte.reinit();
15        // oracle
16        Assert.assertEquals(200.0, compte.getDebit(), 0.0);
17    }
18
19    @Test // test 6: credits, debits, compte débiteur, solde?
20    public void testReinit_6() {
21        // situation
```

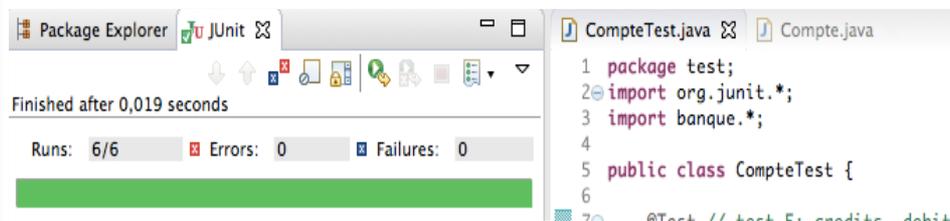
Failure Trace

```
java.lang.AssertionError: expected:<200.0> but was:<-200.0>
at test.CompteTest.testReinit_5(CompteTest.java:16)
```

OOPS! Corriger ...

```
public void reinit() { // Version 3
    if (solde()>0) // compte crediteur
        {credits = solde(); debits = 0.0;}
    else // compte debiteur
        {debits = -solde(); credits = 0.0;}
}
```

... et rejouer.



Bien remarquer la **non-régression**.

Pour aller plus loin avec JUnit

- Factoriser les situations
notion de « fixture » : **@Before**
- Test d'exception
- Test et héritage
- Regrouper des classes de test
notion de **suite de tests**

Factoriser les situations

- on constate que les tests partagent souvent des conditions de mise en situation :

```
// situation
Compte compte = new Compte();
compte.crediter(300.0);
```

- il est possible de les factoriser grâce à la notion de « fixture » de JUnit (« installation ») :

- méthode dédiée annotée **@Before**
- convention de nommage : **setUp()**
- exécutée **avant chaque méthode de test**

sur l'exemple...

```
public class CompteTest {
    Compte compte;
    @Before // mise en situation partagée
    public void setUp() {
        compte = new Compte();
        compte.crediter(300.0);
    }
    @Test //test 1 : que du credit
    public void testReinit_1() {
        // situation = celle de @Before
        // action puis oracle ... }
    @Test // test 2 : que du credit, vérif solde
    public void testReinit_2() {
        // situation = celle de @Before
        // action puis oracle ... }
    @Test // test 3: credits, debits, compte créditeur
    public void testReinit_3() {
        // situation = celle de @Before + complément :
        compte.debiter(50.0);
        // action puis oracle ... }
    ...}
```

Test d'exception

- Il est possible de tester qu'une exception doit être provoquée
- Compléter l'annotation `@Test` de la méthode de test par:
`@Test(expected=ExceptionName.class)`
- Le test sera alors :
 - valide si l'exception `ExceptionName` est provoquée
 - invalide sinon.

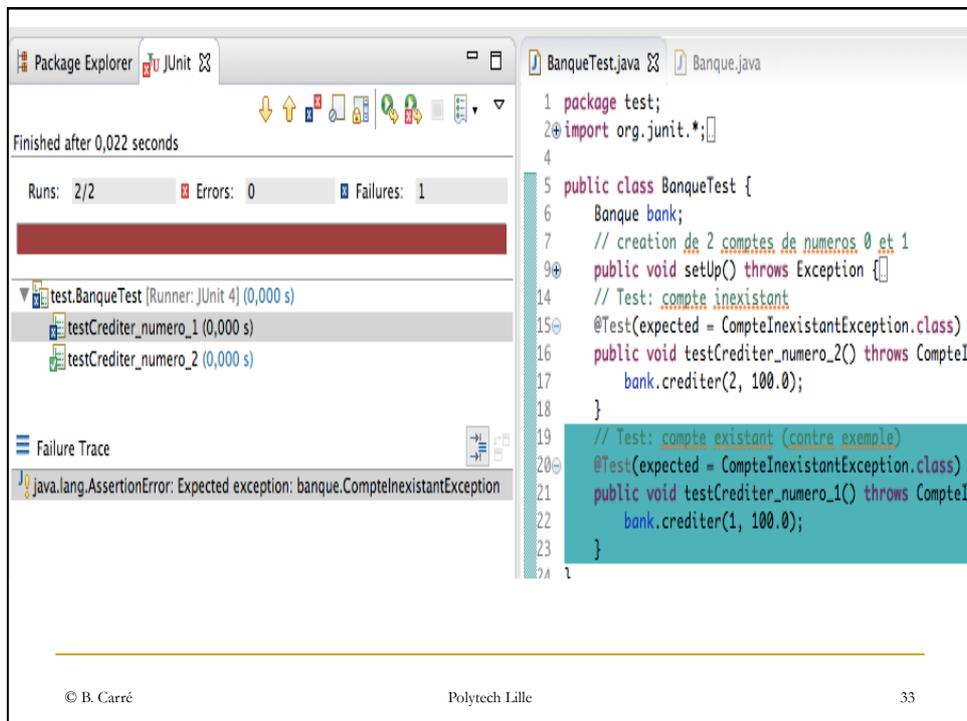
Exemple...

```
public class BanqueTest {
    Banque bank = new Banque();

    // creation de 2 comptes de numeros 0 et 1
    @Before public void setUp() {
        bank.creerCompte(); bank.creerCompte();}

    // Test: compte numero 2 inexistant
    @Test(expected = CompteInexistantException.class)
    public void testCrediter_numero_2()
        throws CompteInexistantException {
        bank.crediter(2, 100.0);
    }

    // Test: compte numero 1 existant (contre exemple)
    @Test(expected = CompteInexistantException.class)
    public void testCrediter_numero_1()
        throws CompteInexistantException {
        bank.crediter(1, 100.0);
    }
    ...}
}
```



Package Explorer JUnit

Finished after 0,022 seconds

Runs: 2/2 Errors: 0 Failures: 1

test.BanqueTest [Runner: JUnit 4] (0,000 s)

- testCrediter_numero_1 (0,000 s)
- testCrediter_numero_2 (0,000 s)

Failure Trace

java.lang.AssertionError: Expected exception: banque.CompteInexistantException

```

1 package test;
2 import org.junit.*;
3
4
5 public class BanqueTest {
6     Banque bank;
7     // creation de 2 comptes de numeros 0 et 1
8     public void setUp() throws Exception {}
9
10    // Test: compte inexistant
11    @Test(expected = CompteInexistantException.class)
12    public void testCrediter_numero_2() throws CompteIn
13        bank.crediter(2, 100.0);
14    }
15
16    // Test: compte existant (contre exemple)
17    @Test(expected = CompteInexistantException.class)
18    public void testCrediter_numero_1() throws CompteIn
19        bank.crediter(1, 100.0);
20    }
21
22
23
24

```

© B. Carré Polytech Lille 33

Test et héritage

- les tests étant formulés dans des classes de plein droit il est possible d'en hériter
- typiquement: en parallèle à une hiérarchie de classes du logiciel
- prendre soin des redéfinitions.

Exemple

- on considère la sous-classe `CompteEpargne` de `Compte`, sur laquelle effectuer les tests précédents
- pour rappel
 - un compte épargne a des intérêts
 - il ne peut être débiteur.

```

public class CompteEpargneTest extends CompteTest {
    @Before
    public void setUp() {
        compte = new CompteEpargne();
        compte.crediter(300.0);
    }
}

```

Finished after 0,025 seconds

Runs: 6/6 Errors: 0 Failures: 2

test.CompteEpargneTest [Runner: JUnit 4] (0,001 s)

- testReinit_1 (0,000 s)
- testReinit_2 (0,000 s)
- testReinit_3 (0,000 s)
- testReinit_4 (0,000 s)
- testReinit_5 (0,001 s)
- testReinit_6 (0,000 s)

Failure Trace

java.lang.AssertionError: expected: <-200.0> but was: <300.0>
at test.CompteTest.testReinit_6(CompteTest.java:21)

```

15
16
17 @Test // test 6: credits, debits, compte debiteur,
18 public void testReinit_6() {
19     compte.debiter(500.0);
20     compte.reinit();
21     Assert.assertEquals(-200.0, compte.solde(), 0.
22 }
23
24 @Test // test 5: credits, debits, compte debiteur
25 public void testReinit_5() {
26     compte.debiter(500.0);
27     compte.reinit();
28     Assert.assertEquals(200.0, compte.getDebit(),
29 }
30
31
32
33 public void testReinit_4() {}
41

```

1^{ère} solution : **redéfinir** ces tests en respect des spécificités de la sous-classe

Sur l'exemple: le débit ne doit pas se faire, devant laisser le compte épargne en l'état (tests 5 et 6).

Finished after 0,02 seconds

Runs: 6/6 Errors: 0 Failures: 0

test.CompteEpargneTest [Runner: JUnit 4] (0,000 s)

- testReinit_5 (0,000 s)
- testReinit_6 (0,000 s)
- testReinit_1 (0,000 s)
- testReinit_2 (0,000 s)
- testReinit_3 (0,000 s)
- testReinit_4 (0,000 s)

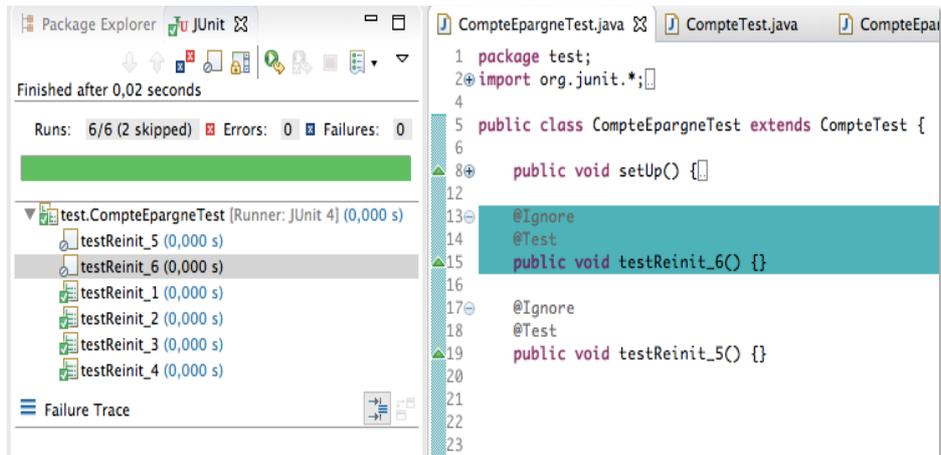
Failure Trace

```

1 package test;
2 import org.junit.*;
3
4 public class CompteEpargneTest extends CompteTest {
5     public void setUp() {}
6
7
8
9
10
11 @Test // test 6: credits, debits, compte debiteur, solde?
12 public void testReinit_6() {
13     compte.debiter(500.0);
14     compte.reinit();
15     Assert.assertEquals(300.0, compte.solde(), 0.0);
16 }
17
18 @Test // test 5: credits, debits, compte debiteur
19 public void testReinit_5() {
20     compte.debiter(500.0);
21     compte.reinit();
22     Assert.assertEquals(0.0, compte.getDebit(), 0.0);
23 }
24

```

2^{ème} solution : ignorer ces tests par l'annotation @Ignore



```
1 package test;
2 import org.junit.*;
3
4
5 public class CompteEpargneTest extends CompteTest {
6
7
8     public void setUp() {}
9
10
11
12
13     @Ignore
14     @Test
15     public void testReinit_6() {}
16
17
18     @Ignore
19     @Test
20     public void testReinit_5() {}
21
22
23
```

- peu satisfaisant (« anti-héritage »)
- toujours préférer de **maximiser les tests** (et non de les contourner)

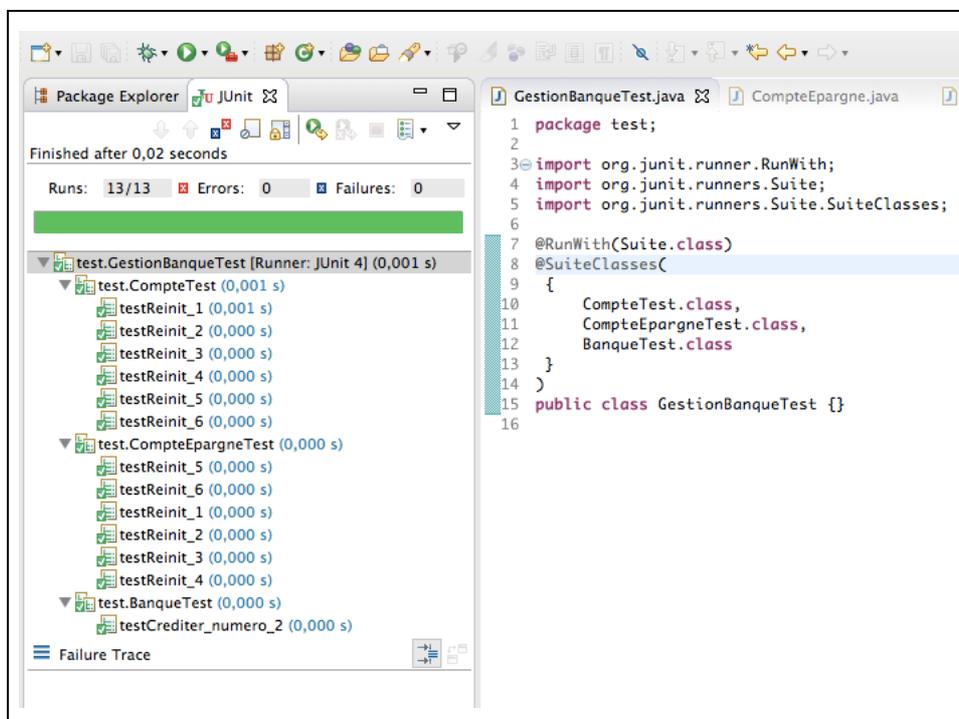
Un mot de plus sur @Ignore

- au delà de son utilisation dans la situation précédente (pour l'« anti-héritage » de méthodes de test)
- cette technique est plus généralement utile en phase intermédiaire de développement
 - quand on prévoit les tests à effectuer vis à vis des spécifications de fonctionnalités
 - mais que ces fonctionnalités ne sont que partiellement réalisées, certaines n'étant donc pas testables.
 - méthodologie « write tests first »

Regrouper des classes de test

- un logiciel comporte en général un nombre important de classes/méthodes à tester
- et donc un nombre important de classes de test
- JUnit permet de les exécuter ensemble en les regroupant sous la forme de **suite de tests**
 - classe annotée @SuiteClasses
 - recensant les classes de test concernées
 - attention: il est nécessaire de changer le runner de Junit (cf. RunWith).

Exemple :
regrouper CompteTest, CompteEpargneTest,
BanqueTest en une seule **suite de test** GestionBanqueTest



The screenshot displays an IDE interface with two main panels. The left panel shows the Package Explorer with a tree view of test classes. The right panel shows the source code of the test suite class.

Package Explorer (Left Panel):

- test.GestionBanqueTest [Runner: JUnit 4] (0,001 s)
 - test.CompteTest (0,001 s)
 - testReinit_1 (0,001 s)
 - testReinit_2 (0,000 s)
 - testReinit_3 (0,000 s)
 - testReinit_4 (0,000 s)
 - testReinit_5 (0,000 s)
 - testReinit_6 (0,000 s)
 - test.CompteEpargneTest (0,000 s)
 - testReinit_5 (0,000 s)
 - testReinit_6 (0,000 s)
 - testReinit_1 (0,000 s)
 - testReinit_2 (0,000 s)
 - testReinit_3 (0,000 s)
 - testReinit_4 (0,000 s)
 - test.BanqueTest (0,000 s)
 - testCrediter_numero_2 (0,000 s)

Source Code (Right Panel):

```
1 package test;
2
3 import org.junit.runner.RunWith;
4 import org.junit.runners.Suite;
5 import org.junit.runners.Suite.SuiteClasses;
6
7 @RunWith(Suite.class)
8 @SuiteClasses(
9 {
10     CompteTest.class,
11     CompteEpargneTest.class,
12     BanqueTest.class
13 }
14 )
15 public class GestionBanqueTest {}
16
```

Conclusion

- démarche itérative
 - écrire les tests progressivement et en même temps que le code (allers-retours)
- « maximiser » les tests
 - peut paraître fastidieux dans un premier temps
 - mais investissement : les tests écrits sont rejouables indéfiniment et sans effort après toute modification du code : correction, ajout de fonctionnalités, changement de choix d'implem (versions) ...
 - *Scénario*: Remplacer dans la hiérarchie de classes la classe `Compte` primitive par une version plus élaborée (historisation des opérations de crédits/débits par exemple). La suite de classes de tests est écrite, il suffit de les rejouer.