

Tests orientés objets

Junit, Mockito

Philippe Collet

Master 1 IFI

2013-2014

<http://deptinfo.unice.fr/twiki/bin/view/Minfo/SoftEng1314>

Plan

- Retour sur V&V
- JUnit 4
- Rapide tour de JUnit 3
- Alternatives à Junit
- Mockito
- Alternative à Mockito

Principes de V&V (rappel ?)

- Deux aspects de la notion de qualité :
 - Conformité avec la définition : VALIDATION
 - Réponse à la question : **faisons-nous le bon produit ?**
 - Contrôle en cours de réalisation, le plus souvent avec le client
 - **Défauts** par rapport aux besoins que le produit doit satisfaire
 - Correction d'une phase ou de l'ensemble : VERIFICATION
 - Réponse à la question : **faisons-nous le produit correctement ?**
 - Tests
 - **Erreurs** par rapport aux définitions précises établies lors des phases antérieures de développement

Tests : définition...

- Une expérience d'exécution, pour mettre en évidence un défaut ou une erreur
 - Diagnostic : quel est le problème
 - Besoin d'un **oracle**, qui indique si le résultat de l'expérience est conforme aux intentions
 - Localisation (si possible) : où est la cause du problème ?
- ☞ *Les tests doivent mettre en évidence des erreurs !*
- ☞ *On ne doit pas vouloir démontrer qu'un programme marche à l'aide de tests !*
- Souvent négligé car :
 - les chefs de projet n'investissent pas pour un résultat négatif
 - les développeurs ne considèrent pas les tests comme un processus destructeur

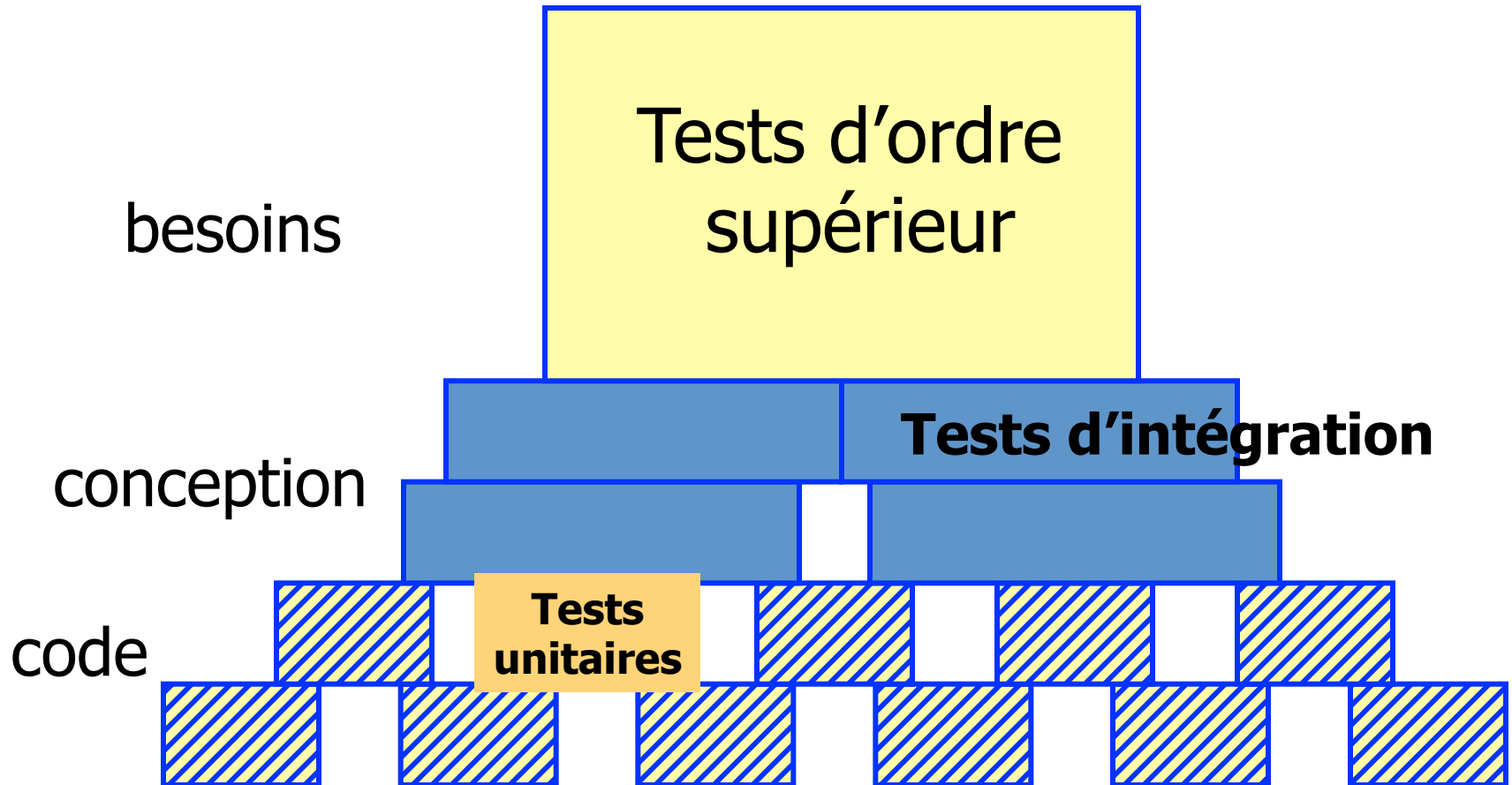
Constituants d'un test

- Nom, objectif, commentaires, auteur
 - Données : jeu de test
 - Du code qui appelle des routines : cas de test
 - Des oracles (vérifications de propriétés)
 - Des traces, des résultats observables
 - Un stockage de résultats : étalon
 - Un compte-rendu, une synthèse...
-
- Coût moyen : autant que le programme

Test vs. Essai vs. Débogage

- On converse les données de test
 - Le coût du test est amorti
 - Car un test doit être **reproductible**
- Le test est différent d'un essai de mise au point
- Le débogage est une enquête
 - Difficilement reproductible
 - Qui cherche à expliquer un problème

Les stratégies de test



Tests fonctionnels en boîte noire

- Principes
 - S'appuient sur des spécifications externes
 - Partitionnent les données à tester par **classes d'équivalence**
 - Une valeur attendue dans $1..10$ donne $[1..10]$, < 1 et > 10
 - Ajoutent des valeurs « pertinentes », liées à l'expérience du testeur
 - Tests aux bornes : sur les bornes pour l'acceptation, juste au delà des bornes pour des refus

JUnit

JUnit v4

www.junit.org

JUnit

- La référence du tests unitaires en Java
- Trois des avantages de l'eXtreme Programming appliqués aux tests :
 - Comme les tests unitaires utilisent l'interface de l'unité à tester, ils amènent le développeur à réfléchir à l'utilisation de cette interface tôt dans l'implémentation
 - Ils permettent aux développeurs de détecter tôt des cas aberrants
 - **En fournissant un degré de correction documenté, ils permettent au développeur de modifier l'architecture du code en confiance**

Exemple

```
class Money {
    private int fAmount;
    private String fCurrency;
    public Money(int amount, String currency) {
        fAmount= amount;
        fCurrency= currency;
    }

    public int amount() {
        return fAmount;
    }

    public String currency() {
        return fCurrency;
    }
}
```

Premier Test avant d'implémenter `simpleAdd`

```
import static org.junit.Assert.*;

public class MoneyTest {
    //...
    @Test public void simpleAdd() {
        Money m12CHF= new Money(12, "CHF"); // (1)
        Money m14CHF= new Money(14, "CHF");
        Money expected= new Money(26, "CHF");
        Money result= m12CHF.add(m14CHF); // (2)
        assertTrue(expected.equals(result)); // (3)
    }
}
```

1. Code de mise en place du contexte de test (*fixture*)
2. Expérimentation sur les objets dans le contexte
3. Vérification du résultat, oracle...

Les cas de test

- Ecrire des classes quelconques
- Définir à l'intérieur un nombre quelconque de méthodes annotés @Test
- Pour vérifier les résultats attendus (écrire des oracles !), il faut appeler une des nombreuses variantes de méthodes assertXXX() fournies
 - **assertTrue(String message, boolean test), assertFalse(...)**
 - **assertEquals(...)** : test d'égalité avec equals
 - **assertSame(...), assertNotSame(...)** : tests d'égalité de référence
 - **assertNull(...), assertNotNull(...)**
 - **Fail(...)** : pour lever directement une AssertionError
 - *Surcharge sur certaines méthodes pour les différents types de base*
 - **Faire un « import static org.junit.Assert.* » pour les rendre toutes disponibles**

Application à equals dans Money

```
@Test public void testEquals() {  
    Money m12CHF= new Money(12, "CHF");  
    Money m14CHF= new Money(14, "CHF");  
  
    assertTrue(!m12CHF.equals(null));  
    assertEquals(m12CHF, m12CHF);  
    assertEquals(m12CHF, new Money(12, "CHF"));  
    assertTrue(!m12CHF.equals(m14CHF));  
}
```

```
public boolean equals(Object anObject) {  
    if (anObject instanceof Money) {  
        Money aMoney= (Money)anObject;  
        return aMoney.currency().equals(currency())  
            && amount() == aMoney.amount();  
    }  
    return false;  
}
```

Fixture : contexte commun

- Code de mise en place dupliqué !

```
Money m12CHF= new Money(12, "CHF");  
Money m14CHF= new Money(14, "CHF");
```

- Des classes qui comprennent plusieurs méthodes de test peuvent utiliser les annotations `@Before` et `@After` sur des méthodes pour initialiser, resp. nettoyer, le contexte commun aux tests (= *fixture*)
 - Chaque test s'exécute dans le contexte de sa propre installation, en appelant la méthode `@Before` avant et la méthode `@After` après chacune des méthodes de test
 - Pour deux méthodes, exécution équivalente à :
 - `@Before-method ; @Test1-method(); @After-method();`
 - `@Before-method ; @Test2-method(); @After-method();`
 - Cela doit assurer qu'il n'y ait pas d'effet de bord entre les exécutions de tests
 - Le contexte est défini par des attributs de la classe de test

Fixture : application

```
public class MoneyTest {
    private Money f12CHF;
    private Money f14CHF;

    @Before public void setUp() {
        f12CHF= new Money(12, "CHF");
        f14CHF= new Money(14, "CHF");
    }

    @Test public void testEquals() {
        assertTrue(!f12CHF.equals(null));
        assertEquals(f12CHF, f12CHF);
        assertEquals(f12CHF, new Money(12, "CHF"));
        assertTrue(!f12CHF.equals(f14CHF));
    }

    @Test public void testSimpleAdd() {
        Money expected= new Money(26, "CHF");
        Money result= f12CHF.add(f14CHF);
        assertTrue(expected.equals(result));
    }
}
```


Exécution des tests

- Par introspection des classes

- Classe en paramètre de la méthode

```
org.junit.runner.JUnitCore.runClasses(TestClass1.class, ...);
```

- Introspection à l'exécution de la classe
- Récupération des annotations @Before, @After, @Test
- Exécution des tests suivant la sémantique définie (cf. transp. précédents)
- Production d'un objet représentant le résultat
 - Résultat faux : détail de l'erreur (Stack Trace, etc.)
 - Résultat juste : uniquement le comptage de ce qui est juste

- Précision sur la forme résultat d'un passage de test

- Failure = erreur du test (détection d'une erreur dans le code testé)
- Error = erreur/exception dans l'environnement du test (détection d'une erreur dans le code du test)

Exécution des tests en ligne de commande

- Toujours à travers la classe `org.junit.runner.JUnitCore`

```
java org.junit.runner.JUnitCore com.acme.LoadTester  
com.acme.PushTester
```

- Quelques mots sur l'installation
 - Placer `junit-4.5.jar` dans le CLASSPATH (compilation et exécution)
 - C'est tout...

Autres fonctionnalités

- Tester des levées d'exception
 - `@Test(expected= ClasseDException.class)`

```
@Test(expected = ArithmeticException.class)
public void divideByZero() {
    calculator.divide(0);
}
```

- Tester une exécution avec une limite de temps
 - Spécifiée en millisecondes

```
@Test(timeout=100)
```

```
...
```

- *Pas d'équivalent en JUnit 3*

Autres fonctionnalités

- Ignorer (provisoirement) certains tests
 - Annotations supplémentaire @Ignore

```
@Ignore("not ready yet")
@Test
public void multiply() {
    calculator.add(10);
    calculator.multiply(10);
    assertEquals(calculator.getResult(), 100);
}
}
```

- *Pas d'équivalent en JUnit 3*

Paramétrage des tests

```
@RunWith(value=Parameterized.class)
public class FactorialTest {

    private long expected;
    private int value;

    @Parameters
    public static Collection data() {
        return Arrays.asList( new Object[][] {
            { 1, 0 }, // expected, value
            { 1, 1 },
            { 2, 2 },
            { 24, 4 },
            { 5040, 7 },
        });
    }

    public FactorialTest(long expected, int value) {
        this.expected = expected;
        this.value = value;
    }

    @Test
    public void factorial() {
        Calculator calculator = new Calculator();
        assertEquals(expected, calculator.factorial(value));
    }
}
```

Paramétrage des tests

- `@RunWith(value=Parameterized.class)`
 - Exécute tous les tests de la classe avec les données fournies par la méthode annotée par `@Parameters`
- `@Parameters`
 - 5 éléments dans la liste de l'exemple
 - Chaque élément est un tableau utilisé comme arguments du constructeur de la classe de test
 - Dans l'exemple, les données sont utilisés dans `assertEquals`
- Equivalent à :

```
factorial#0: assertEquals( 1, calculator.factorial( 0 ) );  
factorial#1: assertEquals( 1, calculator.factorial( 1 ) );  
factorial#2: assertEquals( 2, calculator.factorial( 2 ) );  
factorial#3: assertEquals( 24, calculator.factorial( 4 ) );  
factorial#4: assertEquals( 5040, calculator.factorial( 7 ) );
```

■ *Pas d'équivalent en JUnit 3*

Fixture au niveau de la classe

- **@BeforeClass**
 - 1 seule annotation par classe
 - Évaluée une seule fois pour la classe de test, avant toute autre initialisation @Before
 - Finalement équivalent à un constructeur...

- **@AfterClass**
 - 1 seule annotation par classe aussi
 - Évaluée une seule fois une fois tous les tests passés, après le dernier @After
 - Utile pour effectivement nettoyer un environnement (fermeture de fichier, effet de bord de manière générale)

Suite : organisation des tests

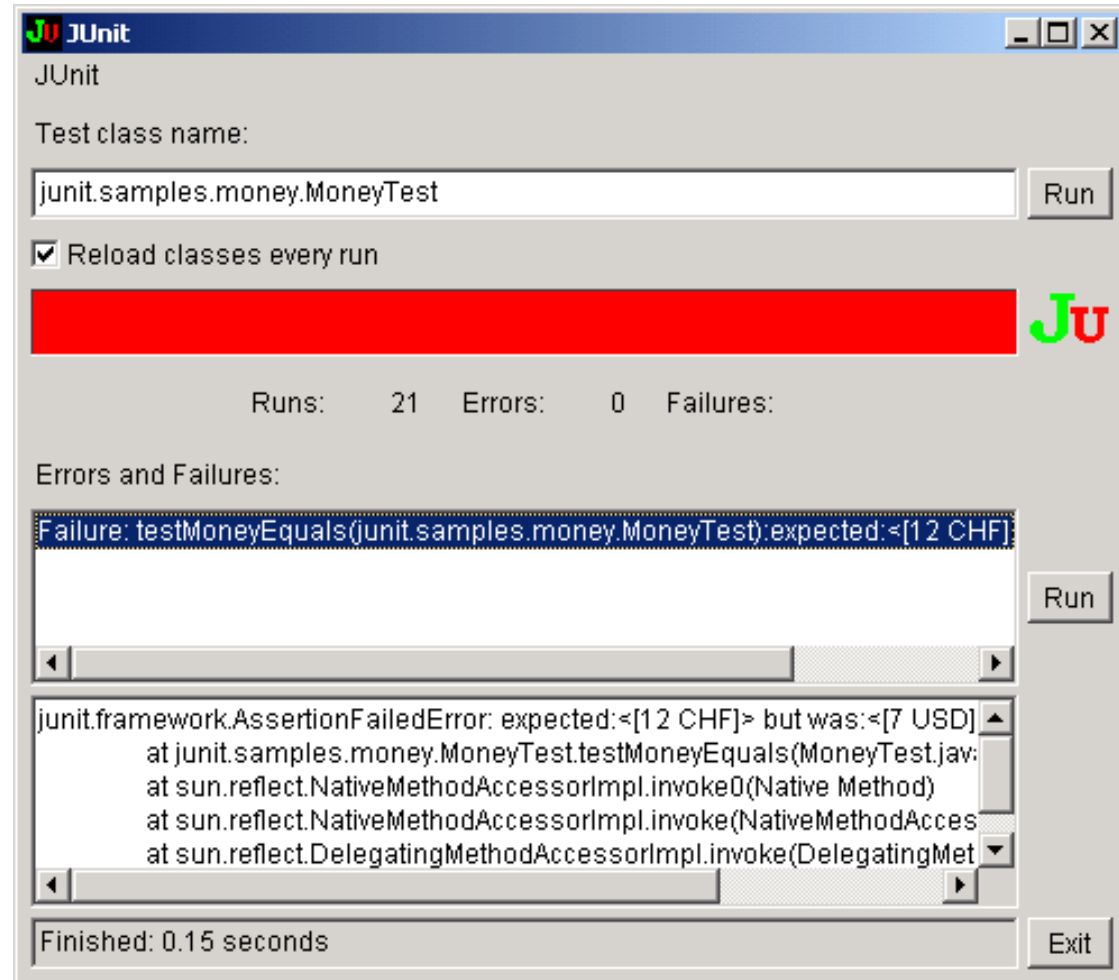
- Des classes de test peuvent être organisés en hiérarchies de « Suite »
 - Elles appellent automatiquement toutes les méthodes `@Test` de chaque classe de test
 - Une « Suite » est formée de classes de test ou de suites de test
 - Les tests peuvent être assemblés dans une hiérarchie de niveau quelconque, tous les tests seront toujours appelés automatiquement et uniformément en une seule passe.

```
@RunWith (value=Suite.class)
@SuiteClasses (value={CalculatorTest.class,
AnotherTest.class})
public class AllTests {
    ...
}
```

- Une « suite » peut avoir ses propres méthodes annotées `@BeforeClass` et `@AfterClass`, qui seront évaluées 1 seule fois avant et après l'exécution de toute la suite

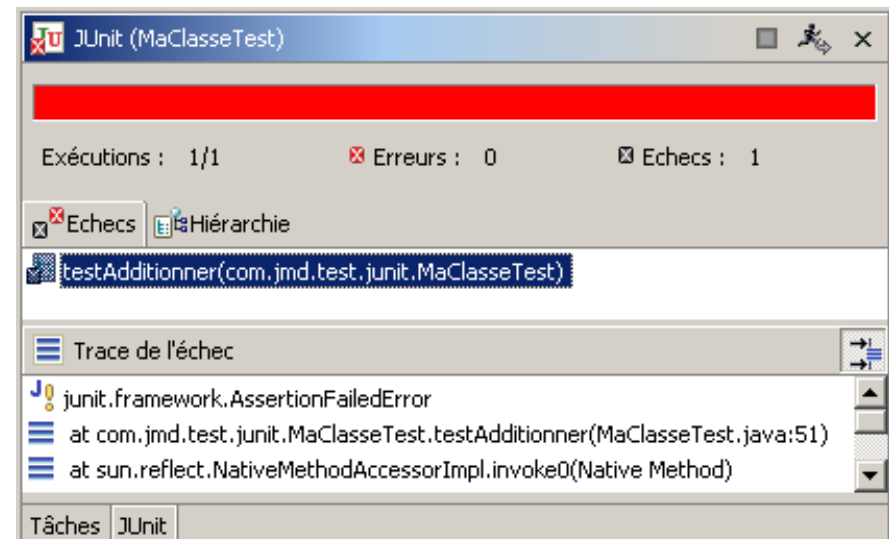
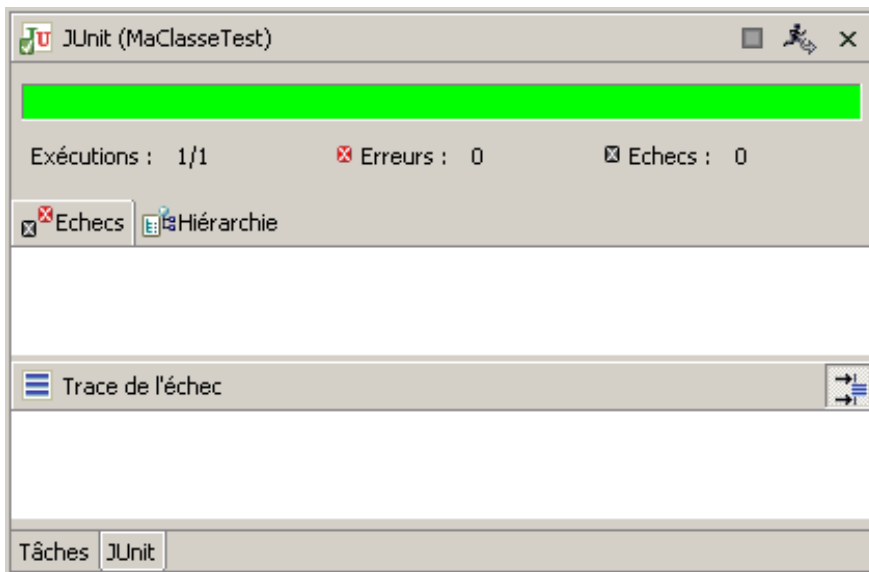
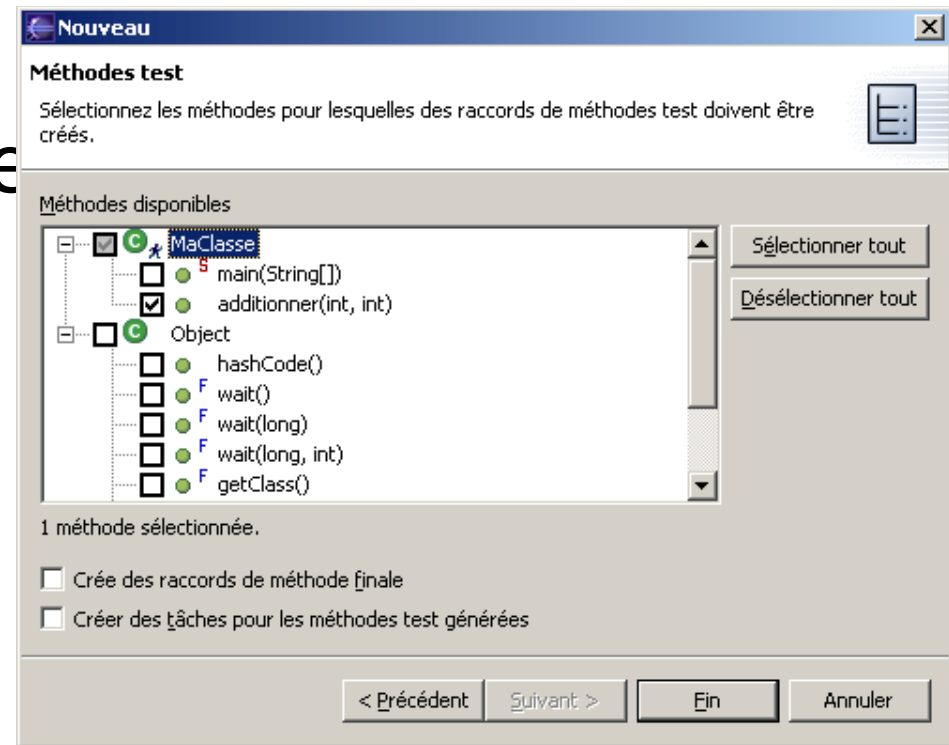
JUnit : TestRunner

- Exécuter et afficher les résultats
- Deux versions dans JUnit (textuelle, graphique)
- Intégration dans des IDE



JUnit dans Eclipse

- Assistants pour :
 - Créer des cas de test
- TestRunner intégré à l'IDE



Quoi tester ? Quelques principes

- **Principe Right-BICEP**

- Right : est-ce que les résultats sont corrects ?
- B (Boundary) : est-ce que les conditions aux limites sont correctes ?
- I (Inverse) : est-ce que l'on peut vérifier la relation inverse ?
- C (Cross-check) : est-ce que l'on peut vérifier le résultat autrement ?
- E (Error condition) : est-ce que l'on peut forcer l'occurrence d'erreurs ?
- P (Performance) : est-ce que les performances sont prévisibles ?

Right-BICEP : right

- **Right**
 - validation des résultats en fonction de ce que définit la spécification
 - on doit pouvoir répondre à la question « comment sait-on que le programme s'est exécuté correctement ? »
 - si pas de réponse => spécifications certainement vagues, incomplètes
 - tests = traduction des spécifications

Right-BICEP : boundary

- **B : Boundary conditions**
 - identifier les conditions aux limites de la spécification
 - que se passe-t-il lorsque les données sont
 - anachroniques ex. : !*W@V"
 - non correctement formatées ex. : fred@foobar.
 - vides ou nulles ex. : 0, 0.0, "", null
 - extraordinaires ex. : 10000 pour l'age d'une personne
 - dupliquées ex. : doublon dans un Set
 - non conformes ex. : listes ordonnées qui ne le sont pas
 - désordonnées ex. : imprimer avant de se connecter

Right-BICEP : boundary

- **Pour établir correctement les « bornes »**
- **Principe « CORRECT » =**
 - Conformance : test avec données en dehors du format attendu
 - Ordering : test avec données sans l'ordre attendu
 - Range : test avec données hors de l'intervalle
 - Reference : test des dépendances avec le reste de l'application (précondition)
 - Existence : test sans valeur attendu (pointeur nul)
 - Cardinality : test avec des valeurs remarquables (bornes, nombre maximum)
 - Time : test avec des cas où l'ordre à une importance

Right-BICEP

- **Inverse – Cross check**

- Identifier

- les relations inverses
- les algorithmes équivalents (cross-check)

- qui permettent de vérifier le comportement

- Exemple : test de la racine carrée en utilisant la fonction de mise au carré...

Right-BICEP

- **Error condition – Performance**
 - Identifier ce qui se passe quand
 - Le disque, la mémoire, etc. sont pleins
 - Il y a perte de connexion réseau
 - ex. : vérifier qu'un élément n'est pas dans une liste
 - => vérifier que le temps est linéaire avec la taille de la liste
 - Attention, cette partie est un domaine de test non-fonctionnel à part entière (charge, performance, etc.).

Aspects méthodologiques

- **Coder/tester, coder/tester...**
- **lancer les tests aussi souvent que possible**
 - aussi souvent que le compilateur !
- **Commencer par écrire les tests sur les parties les plus critiques**
 - Ecrire les tests qui ont le meilleur retour sur investissement !
 - Approche *Extreme Programming*
- **Quand on ajoute des fonctionnalités, on écrit d'abord les tests**
 - *Test-Driven Development...*
- **Si on se retrouve à déboguer à coup de `System.out.println()`, il vaut mieux écrire un test à la place**
- **Quand on trouve un bug, écrire un test qui le caractérise**

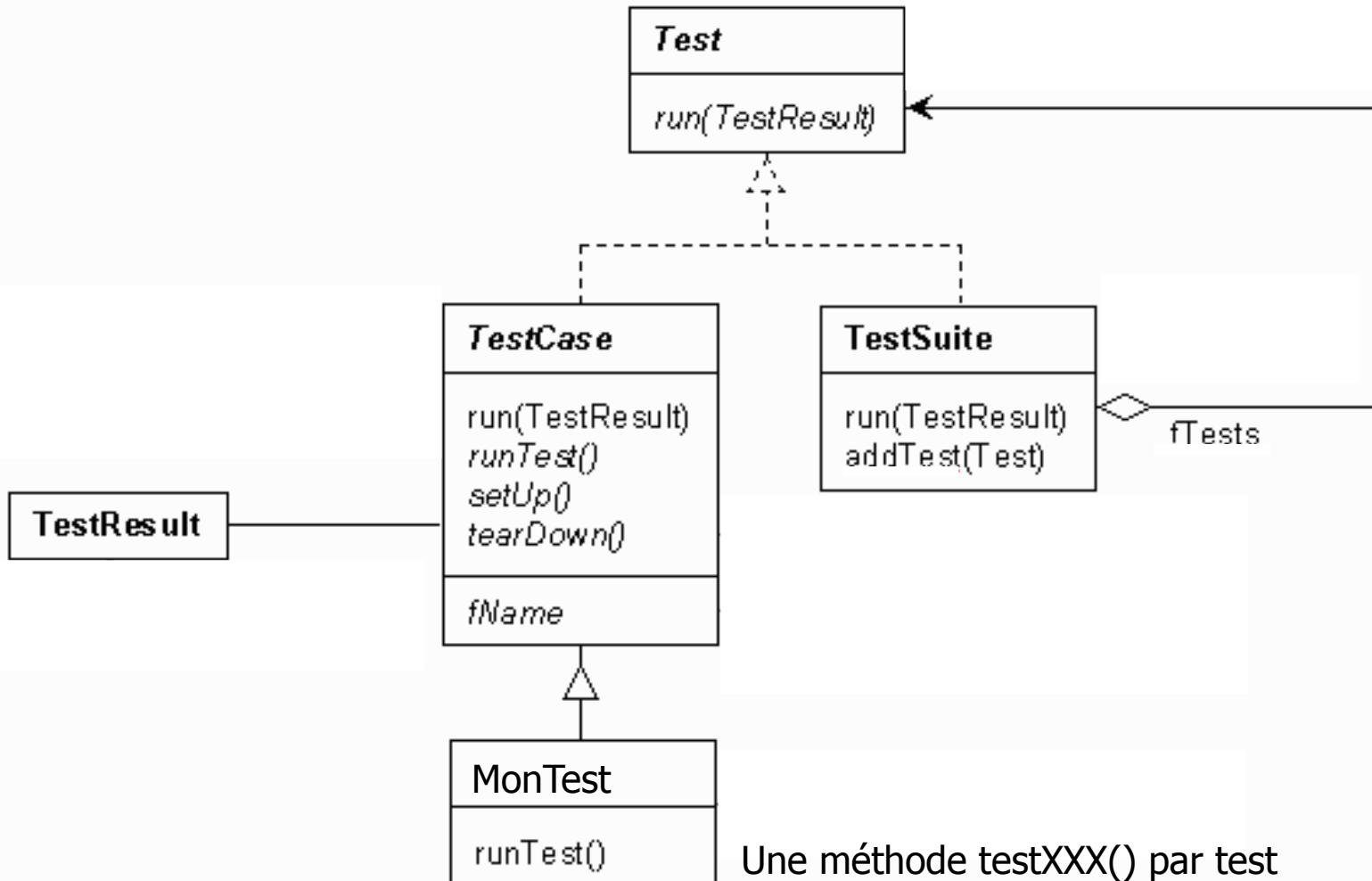
De l'eXtreme Programming au Test-Driven Development

- **Qu'est-ce vraiment ?**
 - Livrer les fonctionnalités dont le logiciel a réellement besoin, pas celles que le programmeur croît devoir fournir !
 - Une évidence *a priori*
- **Comment ?**
 - Ecrire du code client comme si le code à développer existait déjà et avait été conçu en tout point pour nous faciliter la vie !
 - Le code client, ce sont les tests !
 - Modifier le code pour compiler les tests
 - Implémenter le code au fur et à mesure
 - *Refactorer* le tout pour rendre les choses toujours plus simples pour soi
 - Ecrire un test, écrire du code, refactorer...
- **+ Principe d'intégration continue**
 - pendant le développement, le programme marche toujours, peut être ne fait-il pas tout ce qui est requis, mais ce qu'il fait, il le fait bien !

En JUnit 3, les TestCases...

- Ecrire des sous-classes de TestCase
- Un TestCase peut définir un nombre quelconque de méthodes testXXX()
- Pour vérifier les résultats attendus (écrire des oracles !), il faut appeler une des nombreuses variantes de méthodes assertXXX() fournies
 - assertTrue(String message, boolean test), assertFalse(...)
 - assertEquals(...) : test d'égalité avec equals
 - assertEquals(...), assertEquals(..., double delta) : tests d'égalité de référence
 - assertNull(...), assertNotNull(...)
 - Fail(...) : pour lever directement une AssertionError
 - *Surcharge sur certaines méthodes pour les différents types de base*

JUnit 3 : diagramme de classes



JUnit 3.x JUnit 4

```
package junit3;

import calc.Calculator;
import junit.framework.TestCase;

public class CalculatorTest extends
TestCase {

    private static Calculator calculator =
        new Calculator();

    protected void setUp() {
        calculator.clear();
    }

    public void testAdd() {
        calculator.add(1);
        calculator.add(1);
        assertEquals(calculator.getResult(),
2);
    }
}
```

```
package junit4;

import calc.Calculator;
import org.junit.Before;
import org.junit.Ignore;
import org.junit.Test;
import static org.junit.Assert.*;

public class CalculatorTest {

    private static Calculator calculator =
new Calculator();

    @Before
    public void clearCalculator() {
        calculator.clear();
    }

    @Test
    public void add() {
        calculator.add(1);
        calculator.add(1);
        assertEquals(calculator.getResult(), 2);
    }
}
```

JUnit 3.x JUnit 4

```
public void testDivideByZero() {  
    try {  
        calculator.divide(0);  
        fail();  
    } catch (ArithmeticException e) {  
    }  
}  
  
public void notReadyYetTestMultiply() {  
    calculator.add(10);  
    calculator.multiply(10);  
    assertEquals(calculator.getResult(),  
100);  
}  
}
```

```
@Test(expected =  
ArithmeticException.class)  
public void divideByZero() {  
    calculator.divide(0);  
}  
  
@Ignore("not ready yet")  
@Test  
public void multiply() {  
    calculator.add(10);  
    calculator.multiply(10);  
    assertEquals(calculator.getResult(),  
100);  
}  
}
```

Alternative à JUnit

- TestNG (www.testng.org)
 - Annotations Java 5: @Test, @Configuration...
 - Exécution de tests en batch, initialisation des tests à exécuter une seule fois, injection de données, distribution sur machines esclaves...
 - Intégration dans les IDE (Eclipse, IDEA) et les outils (Maven)
 - Conçu pour couvrir plusieurs catégories de test : unitaire, fonctionnel, intégration, client/serveur de bout en bout

Test & Objet Mock

Définition

- Mock = Objet factice
- les mocks (ou Mock object) sont des objets simulés qui reproduisent le comportement d'objets réels de manière contrôlée
- On teste ainsi le comportement d'autres objets, réels, mais liés à un objet inaccessible ou non implémenté
- Cet objet est remplacé par un mock

Définition(s)

- dummy (pantin, factice) : objets vides qui n'ont pas de fonctionnalités implémentées
- stub (bouchon) : classes qui renvoient en dur une valeur pour une méthode invoquée
- fake (substitut, simulateur) : implémentation partielle qui renvoie toujours les mêmes réponses selon les paramètres fournis
- spy (espion) : classe qui vérifie l'utilisation qui en est faite après l'exécution
- mock (factice) : classes qui agissent comme un stub et un spy

Exemple d'utilisation

- Comportement non déterministe (l'heure, un senseur)
- Initialisation longue (BD)
- Classe pas encore implémentée ou implémentation changeante, en cours
- Etats complexes difficiles à reproduire dans les tests (erreur réseau, exception sur fichiers)
- Pour tester, il faudrait ajouter des attribut ou des méthodes

Principe

- Un mock a la même interface que l'objet qu'il simule
- L'objet client ignore s'il interagit avec un objet réel ou un objet simulé
- La plupart des frameworks de mock permettent
 - De spécifier quelles méthodes vont être appelées, avec quels paramètres et dans quel ordre
 - De spécifier les les valeurs retournées par le mock

Mockito

<http://code.google.com/p/mockito/>

Eléments de cours de M. Nebut lifl.fr

Mockito

- Générateur automatique de doublures
- Léger
 - Focalisation sur le comportement recherché et la vérification après l'exécution
- Simple
 - Un seul type de mock
 - Une seule manière de les créer

Principes

- Fonctionnement en mode espion (spy) :
 - Création des mocks
 - méthode mock ou annotation `@mock`
 - Description de leur comportement
 - Méthode `when`
 - Mémorisation à l'exécution des interactions
 - Utilisation du mock dans un code qui teste un comportement spécifique
 - Interrogation, à la fin du test, des mocks pour savoir comme ils ont été utilisés
 - Méthode `verify`

`import static org.mockito.Mockito.*`

Création

- Par une interface ou une classe (utilisation de .class)
 - `UneInterface mockSansNom = mock(UneInterface.class);`
 - `UneInterface mockAvecNom =
mock(UneInterface.class, "ceMock");`
 - `@Mock UneInterface ceMock;`
- Comportements par défaut
 - `assertEquals("ceMock", monMock.toString());`
 - `assertEquals("type numérique : 0 ", 0,
monMock.retourneUnEntier());`
 - `assertEquals("type booleéen : false",
false, monMock.retourneUnBooleen());`
 - `assertEquals("type collection : vide",
0, monMock.retourneUneList().size());`

Stubbing

- Pour remplacer le comportement par défaut des méthodes
- Deux possibilités
 - Méthode qui a un type de retour :
 - when + thenReturn ;
 - when + thenThrow ;
 - Méthode de type void :
 - doThrow + when ;

Stubbing

retour d'une valeur unique

```
// stubbing  
when(monMock.retourneUnEntier()).thenReturn(3);  
  
// description avec JUnit  
assertEquals("une premiere fois 3", 3, monMock.retourneUnEntier());  
assertEquals("une deuxieme fois 3", 3, monMock.retourneUnEntier());
```

Stubbing

valeurs de retour consécutives

```
// stubbing
when(monMock.retourneUnEntier()).thenReturn(3, 4, 5);

// description avec JUnit
assertEquals("une premiere fois : 3", 3, monMock.retourneUnEntier());
assertEquals("une deuxieme fois : 4", 4, monMock.retourneUnEntier());
assertEquals("une troisieme fois : 5", 5, monMock.retourneUnEntier());

when(monMock.retourneUnEntier()).thenReturn(3, 4);
// raccourci pour .thenReturn(3).thenReturn(4);
```

Stubbing

Levée d'exceptions

```
public int retourneUnEntierOuLeveUneExc() throws BidonException;  
// stubbing  
when(monMock.retourneUnEntierOuLeveUneExc()).thenReturn(3)  
    .thenThrow(new BidonException());  
  
// description avec JUnit  
assertEquals("1er appel : retour 3",  
    3, monMock.retourneUnEntierOuLeveUneExc());  
  
try {  
    monMock.retourneUnEntierOuLeveUneExc(); fail();  
} catch (BidonException e) {  
    assertTrue("2nd appel : exception", true);  
}
```

Levée d'exception + méthode void = doThrow

Remarques

- Les méthodes `equals()` et `hashCode()` ne peuvent pas être *stubbed*
- Un comportement de mock non exécuté ne provoque pas d'erreur
- Il faut utiliser *verify*
 - Quelles méthodes ont été appelées sur un
 - Combien de fois, avec quels paramètres, dans quel ordre
- Une exception est levée si la vérification échoue, le test échouera aussi

Verify

- Méthode appelée une seule fois :
 - `verify(monMock).retourneUnBooleen();`
 - `verify(monMock, times(1)).retourneUnBooleen();`
- Méthode appelée au moins/au plus une fois:
 - `verify(monMock, atLeastOnce()).retourneUnBooleen();`
 - `verify(monMock, atMost(1)).retourneUnBooleen();`
- Méthode jamais appelée :
 - `verify(monMock, never()).retourneUnBooleen();`
- Avec des paramètres spécifiques :
 - `verify(monMock).retourneUnEntierBis(4, 2);`

Verify

- `import org.mockito.InOrder;`
- Pour vérifier que l'appel (4,2) est effectué avant l'appel (5,3) :
 - `InOrder ordre = inOrder(monMock);`
 - `ordre.verify(monMock).retourneUnEntierBis(4, 2);`
 - `ordre.verify(monMock).retourneUnEntierBis(5, 3);`
- Avec plusieurs mocks :
 - `InOrder ordre = inOrder(mock1, mock2);`
 - `ordre.verify(mock1).foo();`
 - `ordre.verify(mock2).bar();`

Espionner un objet classique

- Pour espionner autre chose qu'un objet mock (un objet « réel »):
 - Obtenir un objet espionné par la méthode spy :

```
List list = new LinkedList();  
List spy = spy(list);
```
 - Appeler des méthodes « normales » sur le spy :

```
spy.add("one");  
spy.add("two");
```
 - Vérifier les appels à la fin :

```
verify(spy).add("one");  
verify(spy).add("two");
```


Matchers

- Mockito vérifie les valeurs en arguments en utilisant `equals()`
- Assez souvent, on veut spécifier un appel dans un « `when` » ou un « `verify` » sans que les valeurs des paramètres aient vraiment d'importance
- On utilise pour cela des *Matchers* (`import org.mockito.Matchers`)
 - `when(mockedList.get(anyInt())).thenReturn("element");`
 - `verify(mockedList).get(anyInt());`

Matchers

- Les Matchers très souvent utilisés :
 - `any()` , static `<T> T anyObject()`
 - `anyBoolean()`, `anyDouble()`, `anyFloat()` , `anyInt()`, `anyString()`...
 - `anyList()`, `anyMap()`, `anyCollection()`,
`anyCollectionOf(java.lang.Class<T> clazz)` , `anySet()`, `<T>`
`java.util.Set<T> anySetOf(java.lang.Class<T> clazz)`
 - ...
- Attention ! Si on utilise des matchers, tous les arguments doivent être des matchers :
 - `verify(mock).someMethod(anyInt(), anyString(), "third argument");`
 - n'est pas correct !

Alternatives à Mockito

- EasyMock, Jmock
- Tous basés sur expect-run-verify