Projet de développement

Eclipse : PDT
V&V et tests unitaires

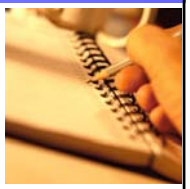
Philippe Collet

Licence 3 Informatique

2011-2012

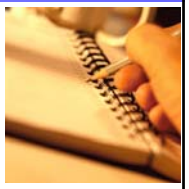
Université Nice SOPHIA ANTIPOLIS

Organisation



- **Cours 1 : principes généraux - svn**
- **Cours 2 : Redmine et gestion de projet**
- **Cours 3 : Introduction à Eclipse**
- **Cours 4 : Eclipse PHP, V&V et tests unitaires en Java**
- **Cours 5 : Tests PHP**
- **Cours 6 : conclusion , questions…**

Plan



- **Eclipse PDT**
- **Démo**
- **V&V**
- **Spécificités des tests OO**
- **Tests unitaires en Java avec JUnit**
- **Démo**

PDT : PHP Development Tooling

- **Environnement de développement dédié à PHP**
- **Basé sur le sous-projet « web tools »**
  - **Développé par Zend, la société leader des outils et solutions serveurs PHP**
- **Complétion, formatage, etc.**
- **Historique**
  - **A pris le dessus sur PHPEclipse (premier envt dédié à PHP sous Eclipse)**

Validation et Vérification

Université Nice SOPHIA ANTIPOLIS

Principes de V&V

- **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

V&V et cycle de vie

- **Les spécifications fonctionnelles définissent** les intentions
  - Elles sont créées lors de la phase d'analyse des besoins
- **La vérification du produit consiste à vérifier la conformité vis-à-vis de ces spécifications fonctionnelles**
  - Revues, inspections, analyses, tests fonctionnels et structurels en boîte blanche
- **La validation du produit consiste à vérifier par le donneur d'ordre la conformité vis-à-vis des besoins**
  - Le plus souvent, tests fonctionnels en boîte noire
  - Théoriquement, la validation devrait être plutôt faite par les utilisateurs, sans tenir compte du cahier des charges
  - En pratique, la validation s'appuie sur le cahier des charges pour créer des tests d'acceptation…

Techniques statiques

- **Portent sur des documents (plutôt des programmes), sans** exécuter **le logiciel**
- **Avantages**
  - contrôle systématique valable pour toute exécution, applicables à tout document
- **Inconvénients**
  - Ne portent pas forcément sur le code réel
  - Ne sont pas en situation réelle (interaction, environnement)
  - Vérifications sommaires, sauf pour les preuves
  - Ces preuves nécessient des spécifications formelles et complètes, donc difficiles

Techniques dynamiques

- **Nécessitent une exécution du logiciel, une parmi des multitudes d'autres possibles**
- **Avantages**
  - Vérification avec des conditions proches de la réalité
  - Plus à la portée du commun des programmeurs
- **Inconvénients**
  - Il faut provoquer des expériences, donc écrire du code et construire des données d'essais
  - Un test qui réussit ne démontre pas qu'il n'y a pas d'erreurs

☞ ***Les techniques statiques et dynamiques sont donc complémentaires***

Les tests

" Testing is the process of executing a program with the intent of finding errors."
Glen Myers

Université Nice SOPHIA ANTIPOLIS

Tests : définition...

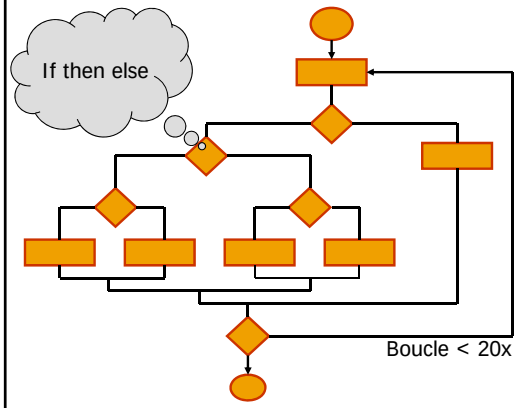
- **Une expérience d'exécution, pour mettre en évidence un défaut ou une erreur**
  - Diagnostic : quel est le problème
  - Besoin d'un oracle, qui indique si le résultat de l'expérience est conforme aux intentions
  - Localisation (si possible) : où est la cause du problème ?

☞ ***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

Tests exhaustifs ?



Il y a 5^{20} chemins possibles
En exécutant 1 test par milliseconde, cela prendrait **3024** ans pour tester ce programme !

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…**

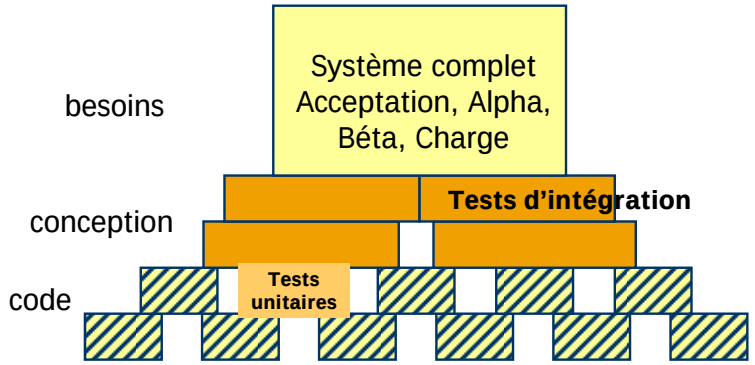
- **Coût moyen : autant que le programme**

Test vs. Essai vs. Débogage

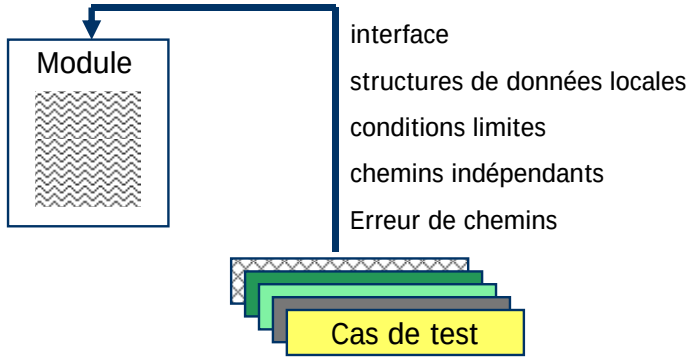
- **On converse les données de test**
  - Le coût du test est amorti
  - Car un test doit être reproductible
- **Le test est différent d'un essai de mise au point**

- **Le débogage est une enquête**
  - Difficilement reproductible
  - Qui cherche à expliquer un problème

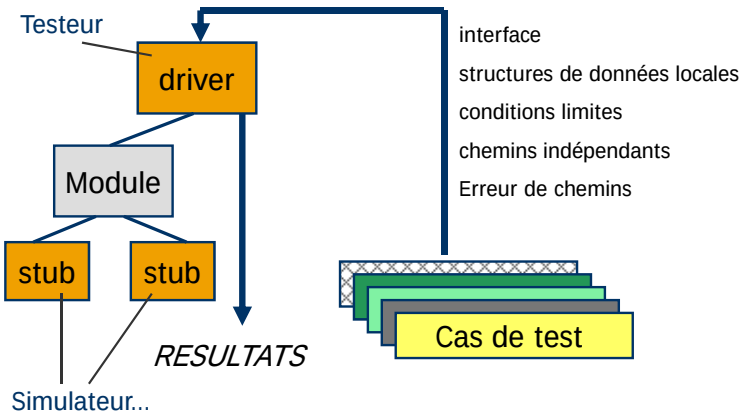
Les stratégies de test



Test unitaire



Environnement du test unitaire



Tests d'intégration

Si tous les modules marchent bien séparément, pourquoi douter qu'ils ne marcheraient pas ensemble ?

Réunir les modules : **Interfacer**

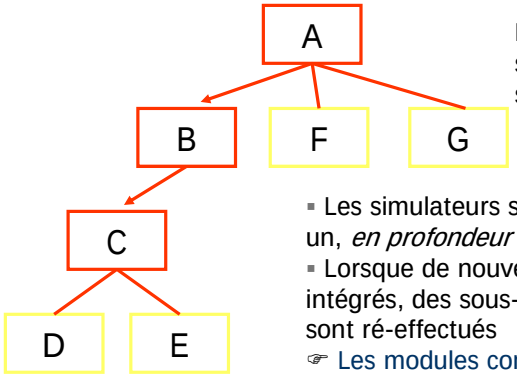
Big Bang

Stratégie de construction incrémentale

Intégration partielle

Test de non-régression

Intégration descendante



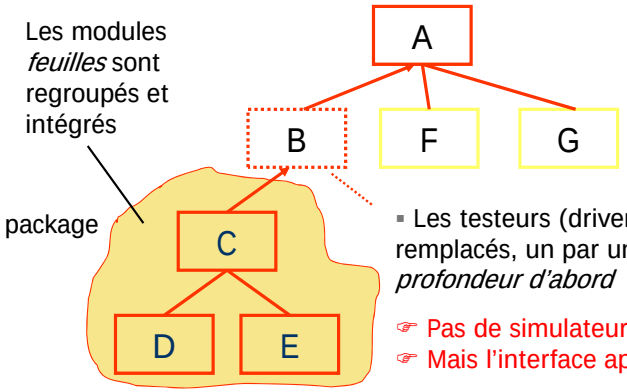
Les modules racines sont testés avec des simulateurs (stubs)

- Les simulateurs sont remplacés, un par un, *en profondeur d'abord*
- Lorsque de nouveaux modules sont intégrés, des sous-ensembles des tests sont ré-effectués

☞ Les modules complexes sont testés tardivement

Intégration ascendante

Les modules *feuilles* sont regroupés et intégrés

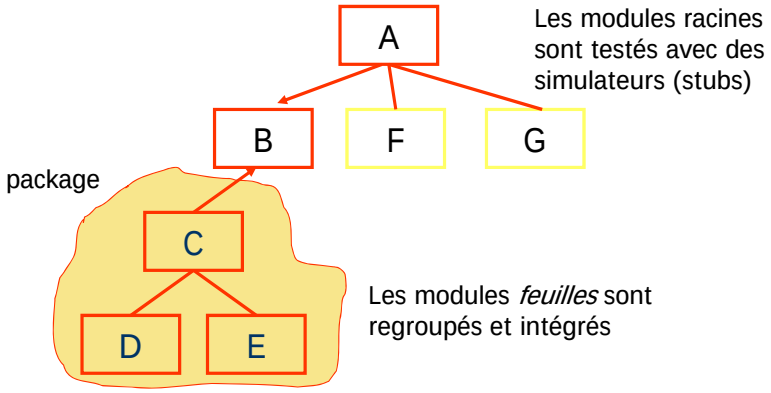


- Les testeurs (drivers) sont remplacés, un par un, *en profondeur d'abord*

☞ Pas de simulateur

☞ Mais l'interface apparaît tard

Intégration en *Sandwich*



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

Exemple : la recherche binaire

```
Table_binaire <elem -> comparable>
…
lower() : integer
…
chercher(key : elem) : integer
// si l'élement de clé key est dans la table, rend son indice,
sinon rend lower-1
…
```

- **Classes d'équivalence ?**
  - Données conformes aux prérequis (?)
  - Données non-conformes aux prérequis
  - Cas où l'élément recherché existe dans la table
  - Cas où l'élément recherché n'existe pas dans la table

Test : recherche binaire

- **Deuxième regroupement plus pertinent**
  - Table ordonnée, avec élément recherché présent
  - Table ordonnée, avec élément recherché absent
  - Table non ordonnée, avec élément recherché présent
  - Table non ordonnée, avec élément recherché absent
- **Ajout de cas limites et *intuitifs***
  - Table à un seul élément
  - Table à un nombre impair d'éléments *(boite grise)*
  - Table à un nombre pair d'éléments *(boite grise)*
  - Table où l'élément recherché est le premier de la table
  - Table où l'élément recherché est le dernier de la table

Test : recherche binaire

- **Classes d'équivalence**
  - 1 seul élément, clé présente
  - 1 seul élément, clé absente
  - Nb pair d'éléments, clé absente
  - Nb pair d'éléments, clé en première position
  - …
- **Tests en boîte noire résultants**
  - Nb pair d'éléments, clé ni en première, ni en dernière position
  - Nb impair d'éléments, clé absente
  - Nb impair d'éléments, clé en première position
  - …

Spécificités des tests orientés objets

Tester des applications OO

- **Commence par l'évaluation de la correction et de la cohérence de l'analyse et de la conception OO**
- **Les stratégies de test changent :**
  - Le concept de *module* s'élargit à cause de l'encapsulation
  - L'intégration se concentre sur les classes et leur exécution dans un *thread* ou dans le contexte d'un *cas d'utilisation*
  - La validation se fait à l'aide d'approches conventionnelles en boîte noire
- **La conception des cas de test repose sur des méthodes classiques mais introduit aussi des spécificités**

Stratégies de test OO

- **Les classes sont la plus petite unité testable**
- **L'héritage introduit de nouveaux contextes pour les méthodes**
  - Le comportement des méthodes héritées peut être modifié à cause des méthodes appelées à l'intérieur de leur corps

    ➡ **Les méthodes doivent être testées pour chaque classe**
- **Les objets ont des états : les procédures de test doivent en tenir compte**

Intégration OO

- **Tests basés sur les *threads***
  - Intègrent l'ensemble des classes nécessaires pour répondre à une entrée ou un événement
- **Tests basés sur les cas d'utilisation**
  - Intègrent l'ensemble des classes nécessaires pour répondre à un cas d'utilisation
  - Démontrent que chaque cas d'utilisation est exécutable par le système
    - avec ou sans l'interface utilisateur
  - Se focalisent sur ce que fait l'utilisateur, pas sur ce que fait le système

Jeux de test par classe

- **Pour chaque classe dans le système**
  - Au moins un cas de test pour
    - le comportement normal de chaque méthode publique
    - les exceptions de chaque méthode publique
    - chaque transition d'état de la classe (…de l'instance)
    - les transitions d'état invalides de la classe (…de l'instance)
  - Des cas de test en boîte blanche pour les méthodes les plus importantes

Passage des tests (exécution) : méthode pragmatique

- **Développer des lanceurs automatiques de test (test drivers) pour chaque classe**
  - La méthode `main` de la classe lance le test de la classe
  - Des méthodes de la classe définissent des (ensemble de) tests
- **Pour les tests de cas d'utilisation**
  - Développer des classes de test qui réalise les cas d'utilisation
  - Tester les cas d'utilisation à la main avec l'IHM
- **Le lanceur de tests du système appelle tous les lanceurs des classes et toutes les classes qui testent les cas d'utilisation**

Implémentation des tests

- **Le code du lanceur de tests doit :**
  - **Créer l'état spécifique du système décrit dans le cas de test**
  - **Appeler la méthode à tester**
  - **Vérifier si le résultat attendu est produit**
  - **Écrire le résultat du test dans un fichier / sur la console**

```
Classe: ResourcePool
méthode: addEngineer
cas de test: No. 142 - test de l'exception de la méthode
résultat: échec
```

  - **Compter le nombre de tests OK / NOK pour produire un résumé des résultats à la fin**

JUnit

JUnit v4

www.junit.org

Université Nice SOPHIA ANTIPOLIS

Version « automatique »: 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

- **Une classe Money**

```
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 AssertionFailedError
  - *Surcharge sur certaines méthodes pour les différentes 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)
…
```


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);
  }
}
```

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 ) );
```


Fixture au niveau de la classe

- **@BeforeClass**
  - 1 seule annotation par classe
  - Evaluée une seule fois pour la classe de test, avant tout autre initialisation @Before
  - Finalement équivalent à un constructeur…
- **@AfterClass**
  - 1 seule annotation par classe aussi
  - Evaluée une seule fois une fois tous les tests passés, après le dernier @After
  - Utile pour effectivement nettoyé un environnement (fermeture de fichier, effet de bord de manière générale)

Suite : organisation des tests

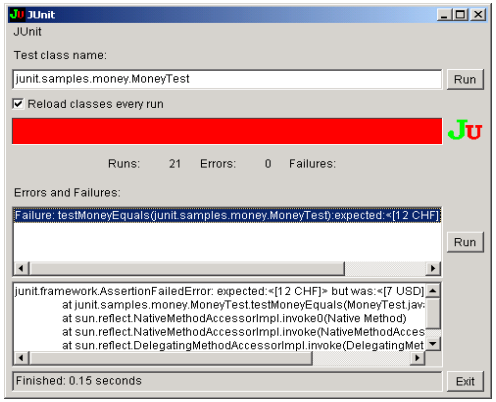
- **Des classes de test peuvent être organisés en hiérarchies de « Suite »**
  - Elles appellent automatiquement toutes les méthodes @Test de chaque classe de test
  - Une « Suite » est formée de classes de test ou de suites de test
  - Les tests peuvent être assemblés dans une hiérarchie de niveau quelconque, 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**

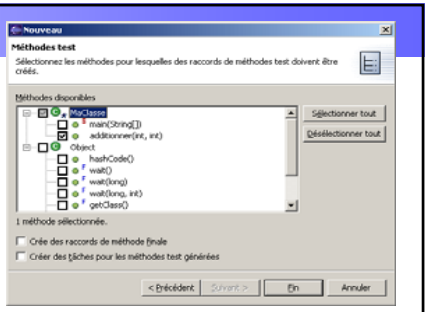
JUnit : TestRunner

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

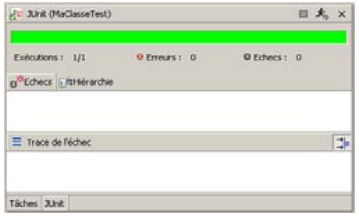


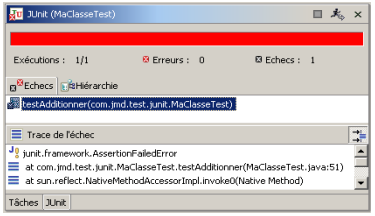
JUnit dans Eclipse

- **Assistants pour :**
  - Créer des cas de test



- **TestRunner intégré à l'IDE**





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**

TDD: 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 : Ecrire un test.
  - Le regarder échouer (il n'y a pas de code fonctionnel pour l'instant).
  - Ecrire du code pour que ça compile
  - Modifier le code au fur et à mesure pour que le test passe (et les tests précédents aussi)
  - *Refactorer* le tout (code, test) pour rendre les choses toujours plus simples pour soi
  - **Rincer et répéter**
- **+ 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 !

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**
  - 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

- **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 formattées 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
  - 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…

- **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.).