

Doublures de test

(dummy, stub, mock, spy, fake)



Isabelle BLASQUEZ
@iblasquez

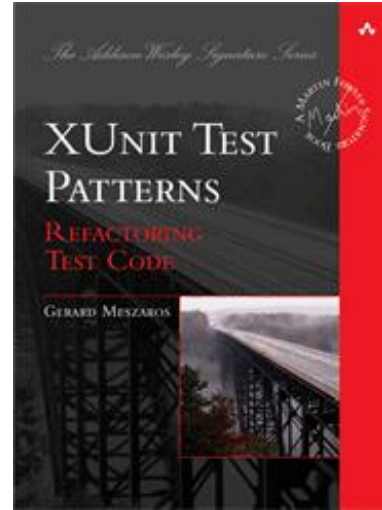
C'est quoi une doublure de test ? ... C'est ça ;-)



Extrait : <https://twitter.com/bercut2000/status/930911348724322304>

Doublure de test (Test Double) : Définition

Doublure de Test : Tout objet qui remplace un objet réel lors d'un test
(Meszaros, 2007)



Une doublure permet de reproduire l'état et/ou le comportement du composant dont dépend le code à tester.

Ces objets peuvent être **écrits à la main** (leur classe)
ou **générés** (à l'aide d'un outil comme Mockito en Java par exemple)

Mais, par abus de langage, une doublure de test est parfois appelée ...



Stub (bouchon) : Terme générique utilisé dans la littérature pour identifier une implémentation squelettique ou spéciale d'un composant logiciel déployée pour développer ou tester un composant qui l'utilise ou qui en est dépendant (**IEEE, 1990**)

... car une doublure de tests permet de bouchonner une dépendance ...



Ou...

Mock Roles, not Objects

Steve Freeman, Nat Pryce, Tim Mackinnon, Joe Walnes
ThoughtWorks UK
Berkshire House, 168-173 High Holborn
London WC1V 7AA

{sfreeman, npryce, tmackinnon, jwalnes} @thoughtworks.com

ABSTRACT

Mock Objects is an extension to Test-Driven Development that supports good Object-Oriented design by guiding the discovery of a coherent system of types within a code base. It turns out to be less interesting as a technique for isolating tests from third-party libraries than is widely thought. This paper describes the process of using Mock Objects with an extended example and reports best and worst practices gained from experience of applying the process. It also introduces jMock, a Java framework that embodies our collective experience.

Categories and Subject Descriptors

D.2.2 [Software Engineering]: Design Tools and Techniques, Object-Oriented design methods

General Terms

Design, Verification.

Keywords

Test-Driven Development, Mock Objects, Java..

1. INTRODUCTION

Mock Objects is misnamed. It is really a technique for identifying types in a system based on the roles that objects play.

In [10] we introduced the concept of *Mock Objects* as a technique to support Test-Driven Development. We stated that it encouraged

expressed using Mock Objects, and shows a worked example. Then we discuss our experiences of developing with Mock Objects and describe how we applied these to jMock, our Mock Object framework.

1.1 Test-Driven Development

In Test-Driven Development (TDD), programmers write tests, called *Programmer Tests*, for a unit of code before they write the code itself [1]. Writing tests is a *design* activity, it specifies each requirement in the form of an executable example that can be shown to work. As the code base grows, the programmers refactor it [4], improving its design by removing duplication and clarifying its intent. These refactorings can be made with confidence because the test-first approach, by definition, guarantees a very high degree of test coverage to catch mistakes.

This changes design from a process of *invention*, where the developer thinks hard about what a unit of code should do and then implements it, to a process of *discovery*, where the developer adds small increments of functionality and then extracts structure from the working code.

Using TDD has many benefits but the most relevant is that it directs the programmer to think about the design of code from its intended use, rather than from its implementation. TDD also tends to produce simpler code because it focuses on immediate requirements rather than future-proofing and because the emphasis on refactoring allows developers to fix design weaknesses as their understanding of the domain improves.

Mock : parfois utilisé comme terme générique en raison de l'article historique sur le sujet : **Mock Roles, not Objects** (<http://www.jmock.org/oopsla2004.pdf>)

Et pourtant Mock Aren't Stub ...

Mocks Aren't Stubs

The term 'Mock Objects' has become a popular one to describe special case objects that mimic real objects for testing. Most language environments now have frameworks that make it easy to create mock objects. What's often not realized, however, is that mock objects are but one form of special case test object, one that enables a different style of testing. In this article I'll explain how mock objects work, how they encourage testing based on behavior verification, and how the community around them uses them to develop a different style of testing.

02 January 2007



Martin Fowler

Translations: [French](#) · [Italian](#) · [Spanish](#) · [Portuguese](#) · [Korean](#)

Find **similar articles** to this by looking at these tags: [popular](#) · [testing](#)

Contents

- Regular Tests
- Tests with Mock Objects
 - Using EasyMock
- The Difference Between Mocks and Stubs
- Classical and Mockist Testing
- Choosing Between the Differences
 - Driving TDD
 - Fixture Setup
 - Test Isolation
- Coupling Tests to Implementations
- Design Style
- So should I be a classicist or a mockist?
- Final Thoughts

I first came across the term "mock object" a few years ago in the [Extreme Programming](#) (XP) community. Since then I've run into mock objects more and more. Partly this is because many of the leading developers of mock objects have been colleagues of mine at ThoughtWorks at various times. Partly it's because I see them more and more in the XP-influenced testing literature.

Un des articles de références ...

<https://martinfowler.com/articles/mocksArentStubs.html>

*Différents styles de doublures pout mettre en place
Différents styles de tests*

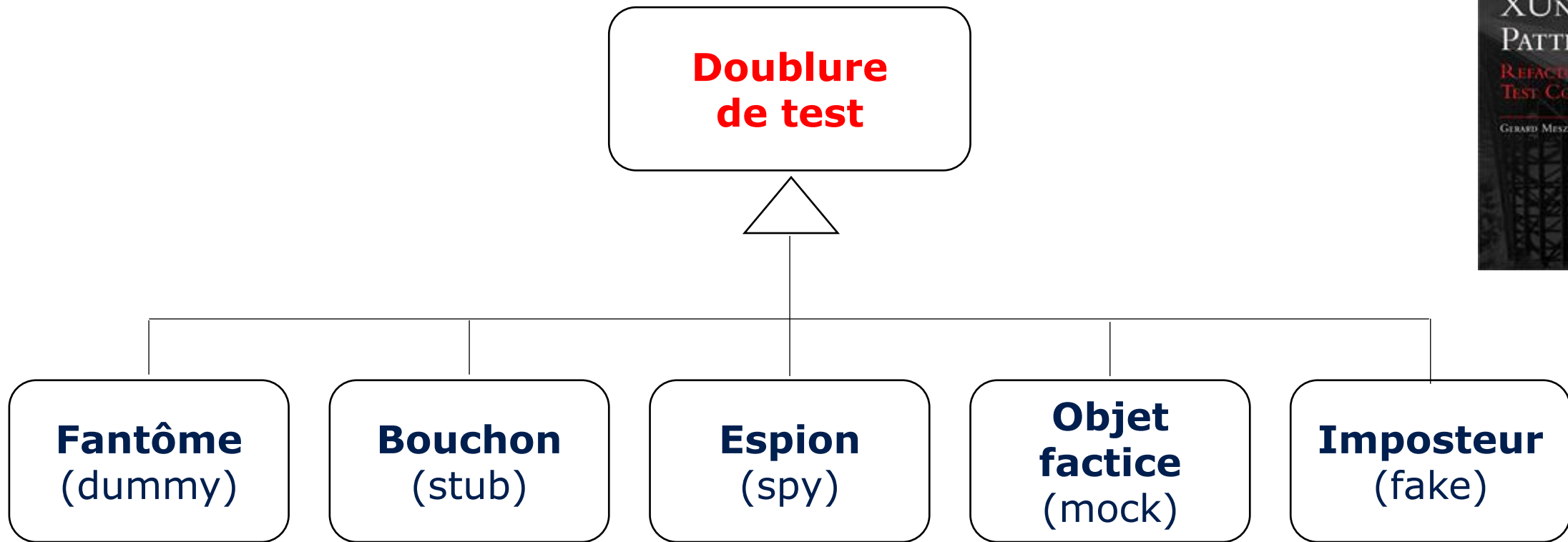
A lire !

Version française :

<http://bruno-orsier.developpez.com/mocks-arent-stubs/>

Classification des doublures de test

*En effet, selon Meszaros un mock et un stub sont des types particuliers de **doublure de tests** ayant des usages différents ...*

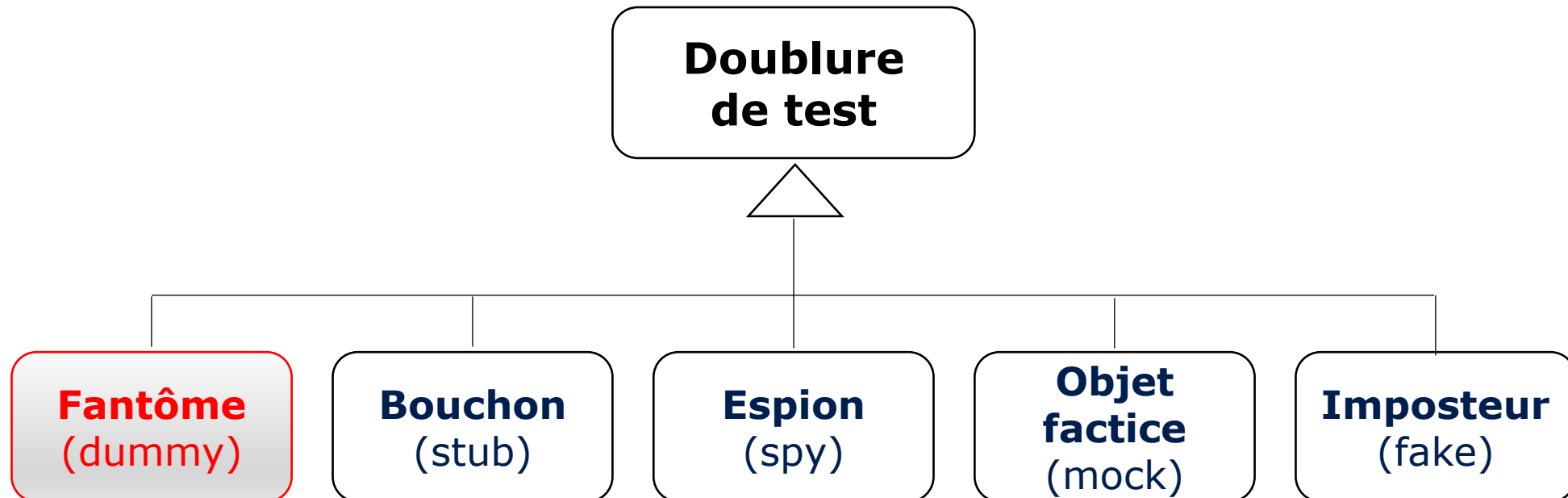


Une doublure, Oui, mais pour quel usage ?

*Dans cette partie, les doublures seront **écrites à la main**...*

*... et la présentation des différentes doublures s'inspire de :
<https://8thlight.com/blog/uncle-bob/2014/05/14/TheLittleMocker.html>*

Qu'est-ce qu'un Dummy ? (Fantôme)



Dummy : Définition ...

Une interface métier...

```
interface Authorizer {  
    public Boolean authorize(String username, String password);  
}
```

Un **Dummy** (fantôme)

*Un objet qui simule
l'implémentation d'un objet de
type Authorizer
et ne fait rien ...*

```
public class DummyAuthorizer implements Authorizer {  
    public Boolean authorize(String username, String password) {  
        return null;  
    }  
}
```

→ Doublure de test la plus simple

→ Objet « vide », ne contient ***aucune implémentation***

Dummy : Utilisation (Que faire avec un Fantôme ?)

Les dummies sont des objets qui ne font rien (d'où le null) puisqu'ils sont simplement utilisés comme paramètres d'appel à une méthode (***transmis*** mais ***jamais réellement utilisés***).

En général ils sont utilisés pour remplir des listes de paramètres.

Exemple :

```
public class System {
    public System(Authorizer authorizer) {
        this.authorizer = authorizer;
    }

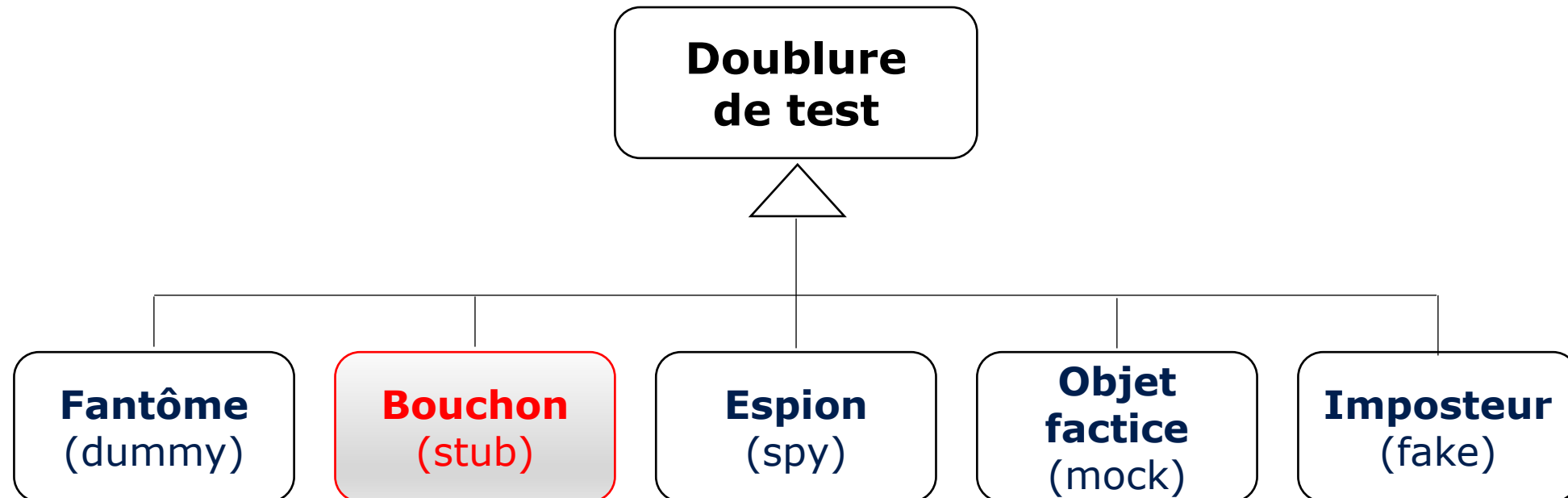
    public int loginCount() {
        //returns number of logged in users
    }
}

@Test
public void newlyCreatedSystem_hasNoLoggedInUsers() {
    System system = new System(new DummyAuthorizer());
    assertThat(system.loginCount(), is(0));
}
```

La doublure est utilisée dans **un test** pour permettre de tester le **SUT** (**S**ystem **U**nder **T**est) ici l'objet **system** de la classe **System**

Transmission de **la doublure** (sans utilisation de l'objet par la suite)
⇒ Le Dummy suffit !!!

Qu'est-ce qu'un Stub ? (Bouchon)



Stub : Définition ...

Une interface métier...

```
interface Authorizer {  
    public Boolean authorize(String username, String password);  
}
```

Un **Stub** (bouchon)

*Cette fois-ci retourne true
(c-a-d quelque chose ≠ null
pour simuler un login correct
lors d'un futur appel du stub ...)*

```
public class AcceptingAuthorizerStub implements Authorizer {  
    public Boolean authorize(String username, String password) {  
        return true;  
    }  
}
```

→ fait l'objet d'une **implémentation minimale** afin de fournir des réponses prédéfinies lorsque l'objet sous test a besoin de ses services. L'implémentation tient compte du contexte exact pour lequel la doublure sera utilisée

→ Le bouchon de test est écrit grâce à la connaissance de la classe à simuler (**boîte blanche** ⇒ **comportement attendu** en sortie)
(avec le **true** on considère ici que le login est correct).

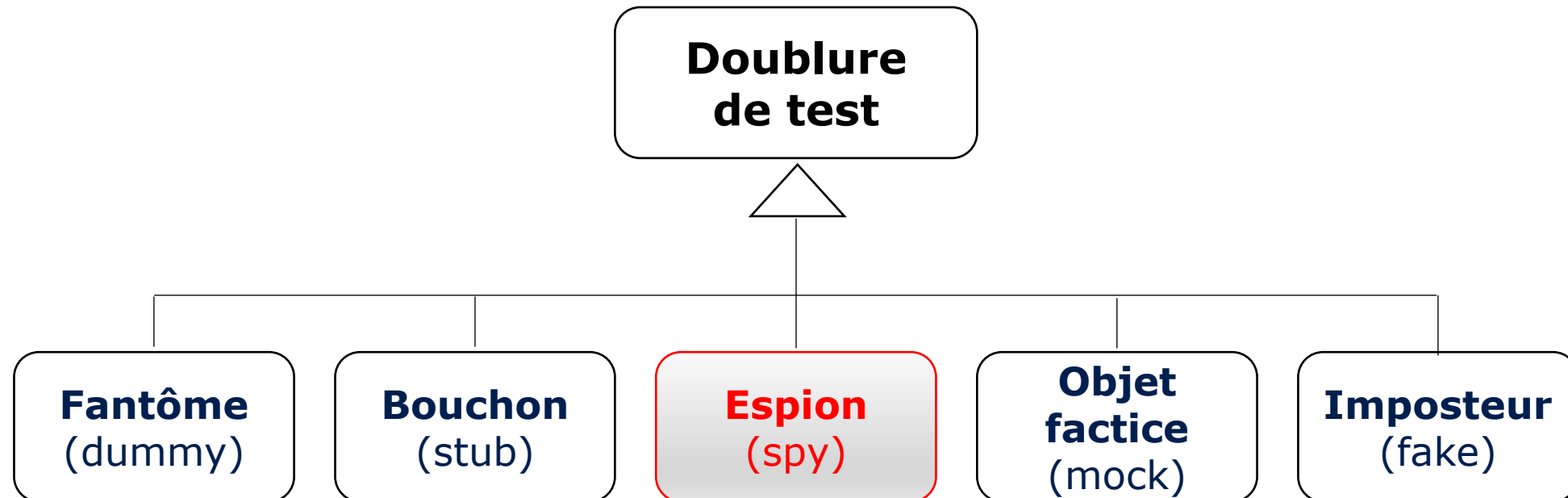
Stub : Utilisation ...

- Pour **écrire un test sur une partie du système qui requiert un login correct**, il suffit d'injecter dans le test le bouchon Accepting**Authorizer**Stub.
- Pour écrire un test sur une partie du système qui gère des **utilisateurs non autorisés**, il faudrait écrire un autre bouchon Accepting**Unauthorizer**Stub qui renverrait false (signifiant ainsi un login incorrect)

Le stub permet de reproduire le comportement du composant dont dépend le code à tester

Le stub est une classe écrite pour en simuler un autre qui sera **utilisée dans le test** à moment donné pour simuler ce comportement ...

Qu'est-ce qu'un Spy ? (Espion)



Spy : Définition et utilisation

Une interface métier...

```
interface Authorizer {  
    public Boolean authorize(String username, String password);  
}
```

Un **Spy** (espion)

Implémentation minimale du bouchon...

```
public class AcceptingAuthorizerSpy implements Authorizer {  
    public boolean authorizeWasCalled = false;  
  
    public Boolean authorize(String username, String password) {  
        authorizeWasCalled = true;  
        return true;  
    }  
}
```

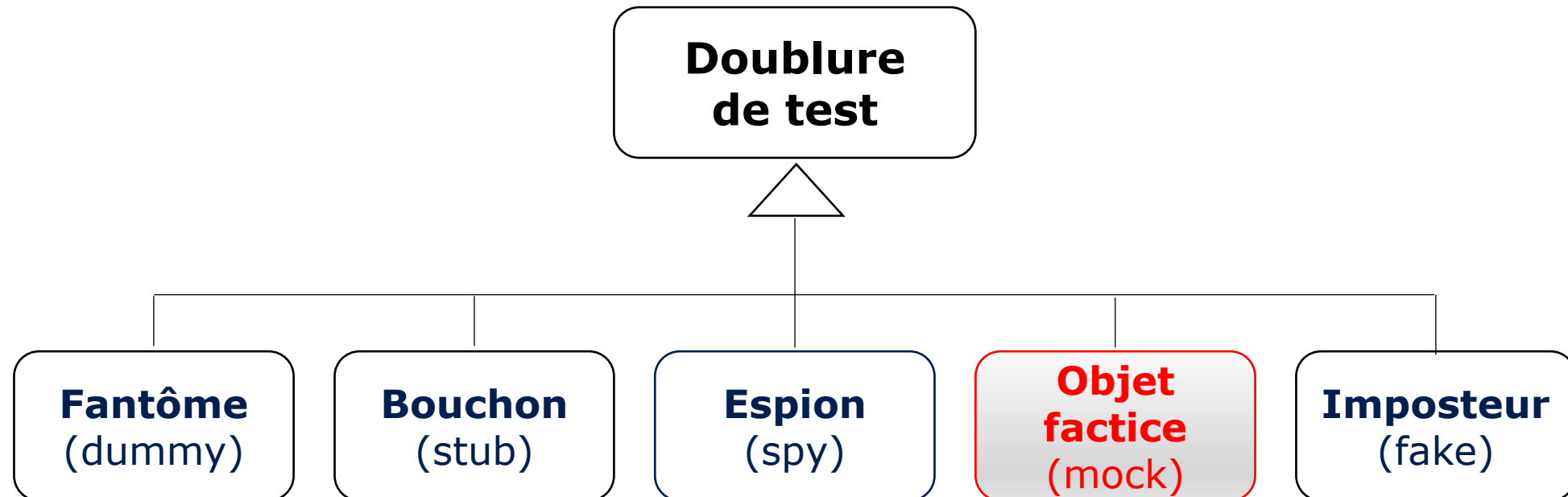
... et enregistrement de l'appel de la méthode ...

→ Bouchon qui, **en plus** de reproduire un comportement, **enregistre les paramètres de ses appels** pour un traitement ultérieur.

→ Un spy est donc une doublure capable **vérifier comment cette doublure est utilisée dans le test** : elle *espionne* le test...

(Par exemple : appel au moins une fois de telle méthode avec tel paramètre)

Qu'est-ce qu'un Mock ? (Objet Factice)



Mock : Présentation

Un **mock** (objet factice) `public class AcceptingAuthorizerVerificationMock implements Authorizer {
 public boolean authorizeWasCalled = false;`

*Implémentation
minimale pour donner
comportement
souhaité (stub)*

```
    public Boolean authorize(String username, String password) {  
        authorizeWasCalled = true;  
        return true;  
    }
```

*... enregistrement de l'appel
de la méthode (spy)*

```
    public boolean verify() {  
        return authorizedWasCalled;  
    }  
}
```

*... ET ajout d'une méthode de
contrôle pour vérifier le test ...*

*Un peu comme si **l'assertion attendue
dans le test était déplacée dans l'objet lui-même...**
C'est l'objet qui sait ce qui est tester
et qui va contrôler (verify),
à la place du test (assert)*

→ Objet proche d'un **stub espion**...

.. qui permet **en plus de faire une vérification comportementale** c-a-d de
vérifier quelle fonction a été appelée, avec quel(s) argument(s), combien de fois

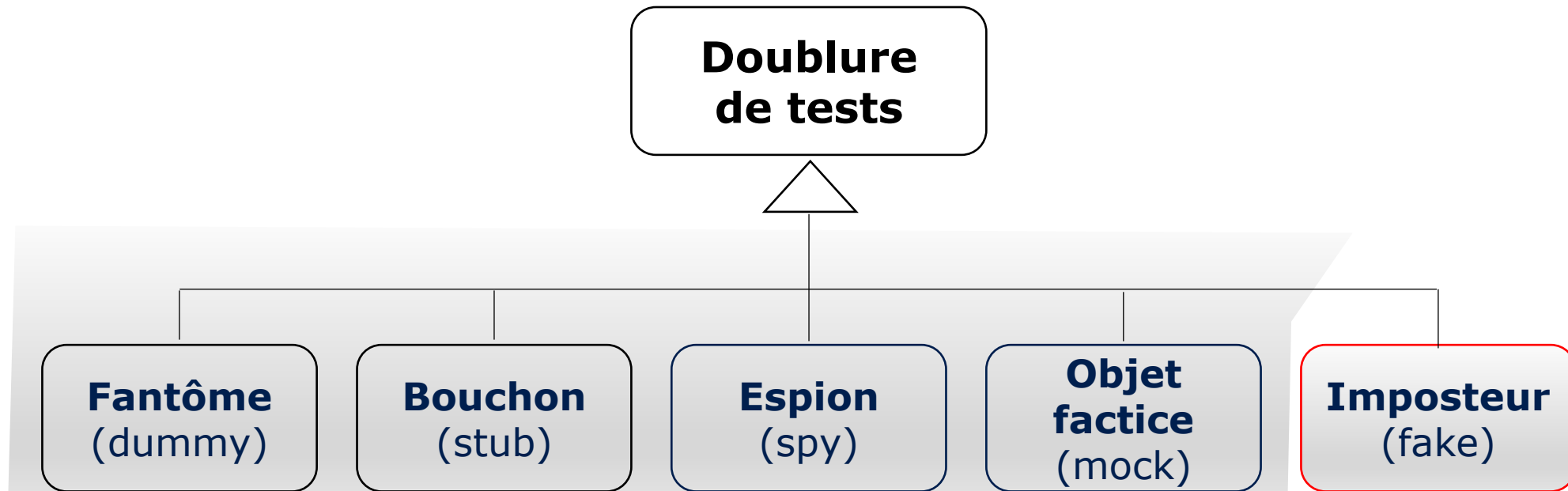
Mock : Définition

- 1** **Mocks** are pre-programmed with expectations which form a specification of the calls they are expected to receive. They can throw an exception if they receive a call they don't expect and are checked during verification to ensure they got all the calls they were expecting.
- 2** **Objet factice (mock)** : objet simulé dont le ***comportement est décrit spécifiquement pour un test unitaire dans un test unitaire.***
De plus, il a la capacité à vérifier la validité et l'enchaînement d'appels de méthode sur l'objet simulé par un langage d'expectations.

¹ Définition proposé par Martin Fowler sur <https://martinfowler.com/bliki/TestDouble.html>

² « Les tests dans le développement logiciel, du cycle en V aux méthodes agiles » I. Blasquez, H. Leblanc, C. Percebois
Isabelle BLASQUEZ

Qu'est-ce qu'un Fake ? (Imposteur)



Fake : Présentation

Un fake
(imposteur)

Implémente de manière simpliste le comportement de la classe.

```
public class AcceptingAuthorizerFake implements Authorizer {  
    public Boolean authorize(String username, String password) {  
        return username.equals("Bob");  
    }  
}
```

→ Un fake n'est pas un stub. Il est plus générique :
un *imposteur* a un **vrai comportement métier**.
(aucune des doublures précédentes n'avait de réel comportement métier)

→ Un fake contient une implémentation alternative opérationnelle.
Il est utilisé pour simplifier une dépendance, par exemple une base de données en mémoire au lieu d'une base de données réelle.

→ Le fake met en place des raccourcis qui le rendent inutilisable en production...

**Mais pourquoi utiliser
une doublure dans un test ?**

Pourquoi utiliser une doublure dans un test

- L'environnement du SUT (**S**ystem **U**nder **T**est) est complexe ou coûteux à mettre en place (environnement matériel, base de données, ...).
- Mise en place de situations exceptionnelles difficiles à déclencher (out of memory, ...)
- L'environnement du SUT n'est pas encore disponible ou stabilisé.
Le SUT appelle du code lent.
- Le SUT fait appel à des méthodes non déterministes (fonction de l'heure, de nombres générés aléatoirement, ...)

Comment manipuler une doublure de test générée à l'aide de Mockito ?

Page officielle du framework [Mockito](http://mockito.org/) : <http://mockito.org/>

javadoc et documentation pour faciliter l'utilisation du framework :
<https://static.javadoc.io/org.mockito/mockito-core/2.10.0/org/mockito/Mockito.html>

En Java, utilisation possible de Mockito pour générer des doublures de test ...

Pour un projet maven, ajouter au **pom.xml** la dépendance vers Mockito :

```
<dependency>
  <groupId>org.mockito</groupId>
  <artifactId>mockito-core</artifactId>
  <version>3.5.15</version>
  <scope>test</scope>
</dependency>
```



build passing coverage 88% license MIT

Download 3.5.14 maven-central v3.5.15

Project status

Please see the [release notes page](#).

Extrait : <http://mockito.org/>

Pour un projet graddle, voir la rubrique **How** de <http://mockito.org/> pour la déclaration de la dépendance ...

Comment créer une doublure de test (dans Mockito)

```
public class MaClasse {  
}
```

Classe (à doubler)
(code source : src/main/java)

→ via une annotation (**@Mock**) :

```
import org.mockito.Mock;  
  
public class TestMockito {  
  
    @Mock  
    MaClasse doublureDeMaClasse;  
  
    //... utilisation de la doublure dans les tests à suivre...  
}
```

OU

→ via une méthode statique (**mock**)

```
import org.junit.Test;  
import static org.mockito.Mockito.*;  
  
public class TestMockito {  
  
    @Test  
    public void unTestAvecUneDoublure() {  
        MaClasse doublureDeMaClasse = mock(MaClasse.class);  
        //...  
    }  
}
```

Code Test
(src/test/java)

Que faire sur des doublures ? ...

→ **Spécifier le comportement** d'une doublure (mot clé **when**)

c-a-d prédire le(s) résultat(s) souhaité(s) après l'appel d'une méthode.

*Cette opération est appelée **stubbing** (ou bouchonnage)*

→ **Utiliser une doublure** dans un code qui teste un comportement spécifique.

***Mockito** encapsule et contrôle tous les appels effectués sur la doublure.*

→ **Vérifier le« bon » comportement** d'une doublure (mot clé **verifiy**)

*Cette opération est en quelque sorte une **assertion** pour vérifier le(s) appel(s) à une méthode de la doublure.*

Comment manipuler une doublure de test générée à l'aide de Mockito ?

***Spécifier le comportement
d'une doublure (stubber)***

when

Spécifier le comportement d'une doublure : (1/2)

Un exemple simple pour comprendre le *bouchonnage*

Le contexte :

Une classe `User` qui propose un service `getLogin` encore non implémenté ...

```
public class User {  
  
    public Object getLogin() {  
        // TODO Auto-generated method stub  
        // Rien d'implémenter pour l'instant ;-)  
        return null;  
    }  
  
}
```

Le problème :

Ecrire un test qui fait appel à la méthode `getLogin` (qui n'existe pas encore réellement)

La solution :

***Utiliser une doublure** de `User` (un faux, un simulacre) pour **forcer le comportement attendu** et **faire comme si** ce service `getLogin` était implémenté et répondait correctement aux attentes ...*
...Autrement dit ...

QUAND `getLogin` est appelé sur la doublure alors la doublure **RENVOIE** la « bonne » **valeur**

Spécifier le comportement d'une doublure : (2/2)

Un exemple simple pour comprendre le *bouchonnage*

```
public class TestMockitoDecrireComportement {  
  
    @Test  
    public void testStubberUneMethodeQuiAUnTypeDeRetour() {  
  
        User user = mock(User.class);  
        when(user.getLogin()).thenReturn("alice");  
  
        assertEquals(user.getLogin(), "alice"); //Test AU VERT !!!  
        assertEquals(user.getLogin(), "bob" ); //Test AU ROUGE !!!  
    }  
}
```

1. Création de la doublure

2. **Bouchonnage** de la doublure :

Paramétrisation du comportement à simuler lors de l'appel de ce service dans ce test (bouchonnage)

3. Utilisation de la doublure comme tout autre objet du test

(Si on faisait une assertion sur le stub, ce qu'on devrait obtenir ...)

QUAND `getLogin` est appelée sur la doublure alors la doublure **RENVOIE** la « bonne » **valeur**

méthode statique **when** ...

... enchaînée avec **thenReturn**

Va permettre de **stubber** le composant User via une **doublure** pour les besoins de ce test ...

Stubber avec la méthode statique **when** (extrait javadoc)

```
public static <T> OngoingStubbing<T> when(T methodCall)
```

Enables stubbing methods. Use it when you want the mock to return particular value when particular method is called.

Simply put: "When the x method is called then return y".

```
when(mock.someMethod()).thenReturn(10);
```

Utilisation de **when pour des méthodes qui ont un *type de retour***

- **when suivi de** thenReturn
- **when suivi de** thenThrown

```
//setting exception to be thrown:
```

```
when(mock.someMethod("some arg")).thenThrow(new RuntimeException());
```

Levée d'exception (thenThrown)

```
//you can set different behavior for consecutive method calls.
```

```
//Last stubbing (e.g: thenReturn("foo")) determines the behavior of further consecutive calls.
```

```
when(mock.someMethod("some arg"))  
    .thenThrow(new RuntimeException())  
    .thenReturn("foo");
```

Enchaînement de comportements pour des appels successifs :

- premier appel : levée d'exception
- autres appels : retour de la valeur

```
//Alternative, shorter version for consecutive stubbing:
```

```
when(mock.someMethod("some arg"))  
    .thenReturn("one", "two");
```

```
//is the same as:
```

```
when(mock.someMethod("some arg"))  
    .thenReturn("one")  
    .thenReturn("two");
```

Retour de plusieurs valeurs consécutives

```
//you can use flexible argument matchers, e.g:
```

```
when(mock.someMethod(anyString())).thenReturn(10);
```

Arguments flexibles (Matchers)

Utiliser des ArgumentsMatchers pour plus de flexibilité ..

→ Mockito vérifie les valeurs des arguments via la méthode `equals()`

→ **Pour plus de flexibilité** (c-a-d spécifier un appel à une méthode sans que les valeurs des paramètres n'aient vraiment d'importance), il est possible d'utiliser des **arguments matchers**

```
//stubbing using built-in anyInt() argument matcher  
when(mockedList.get(anyInt())).thenReturn("element");
```

matcher

```
//following prints "element"  
System.out.println(mockedList.get(999));
```

À l'utilisation, la doublure peut ainsi faire appel à get avec une valeur entière quelconque

Si vous décidez d'utiliser un matcher, **tous les arguments doivent être des matchers !**



```
verify(mock).someMethod(anyInt(), anyString(), eq("third argument"));  
//above is correct - eq() is also an argument matcher
```



```
verify(mock).someMethod(anyInt(), anyString(), "third argument");  
//above is incorrect - exception will be thrown because third argument is given without an argument matcher
```

Choisir le « bon » ArgumentsMatchers ...

Les *matchers* souvent utilisés sont :

- any, anyObject,
- anyBoolean, anyDouble, anyFloat, anyInt, anyString,...
- anyList, anyMap, anyCollection, anyCollectionOf, anySet(), anySetOf, ...
- ...

| Method and Description |
|---|
| any() Matches anything , including nulls and varargs. |
| any(Class<T> type) Matches any object of given type, excluding nulls. |
| anyBoolean() Any boolean or non-null Boolean |
| anyByte() Any byte or non-null Byte. |
| anyChar() Any char or non-null Character. |
| anyCollection() Any non-null Collection. |
| anyCollectionOf(Class<T> clazz) Deprecated. With Java 8 this method will be removed in Mockito 3.0. |
| anyDouble() Any double or non-null Double. |
| anyFloat() Any float or non-null Float. |
| anyInt() Any int or non-null Integer. |
| anyIterable() Any non-null Iterable. |
| anyIterableOf(Class<T> clazz) Deprecated. With Java 8 this method will be removed in Mockito 3.0. |

| |
|--|
| anyList() Any non-null List. |
| anyListOf(Class<T> clazz) Deprecated. With Java 8 this method will be removed in Mockito 3.0. Thi |
| anyLong() Any long or non-null Long. |
| anyMap() Any non-null Map. |
| anyMapOf(Class<K> keyClazz, Class<V> valueClazz) Deprecated. With Java 8 this method will be removed in Mockito 3.0. Thi |
| anyObject() Deprecated. This will be removed in Mockito 3.0 (which will be java 8 on |
| anySet() Any non-null Set. |
| anySetOf(Class<T> clazz) Deprecated. With Java 8 this method will be removed in Mockito 3.0. Thi |
| anyShort() Any short or non-null Short. |
| anyString() Any non-null String |
| anyVararg() Deprecated. as of 2.1.0 use any() |
| argThat(ArgumentMatcher<T> matcher) Allows creating custom argument matchers. |
| booleanThat(ArgumentMatcher<Boolean> matcher) Allows creating custom boolean argument matchers. |
| byteThat(ArgumentMatcher<Byte> matcher) Allows creating custom byte argument matchers. |
| charThat(ArgumentMatcher<Character> matcher) Allows creating custom char argument matchers. |

| |
|---|
| contains(String substring) String argument that contains the given substring. |
| doubleThat(ArgumentMatcher<Double> matcher) Allows creating custom double argument matchers. |
| endsWith(String suffix) String argument that ends with the given suffix. |
| eq(boolean value) boolean argument that is equal to the given value. |
| eq(byte value) byte argument that is equal to the given value. |
| eq(char value) char argument that is equal to the given value. |
| eq(double value) double argument that is equal to the given value. |
| eq(float value) float argument that is equal to the given value. |
| eq(int value) int argument that is equal to the given value. |
| eq(long value) long argument that is equal to the given value. |
| eq(short value) short argument that is equal to the given value. |
| eq(T value) Object argument that is equal to the given value. |
| floatThat(ArgumentMatcher<Float> matcher) Allows creating custom float argument matchers. |
| intThat(ArgumentMatcher<Integer> matcher) Allows creating custom int argument matchers. |
| isA(Class<T> type) Object argument that implements the given class. |
| isNotNull() Not null argument. |

...etc...

org.mockito
Class ArgumentMatchers

java.lang.Object
org.mockito.ArgumentMatchers

Direct Known Subclasses:
Matchers, Mockito

Retrouvez tous les ArgumentsMatchers dans la *javadoc* :
<https://static.javadoc.io/org.mockito/mockito-core/2.10.0/org/mockito/ArgumentMatchers.html>

Spécifier le comportement d'une doublure : d'autres méthodes (1/2)

doThrow

```
public static Stubber doThrow(Throwable... toBeThrown)
```

Use `doThrow()` when you want to stub the void method with an exception.

Stubbing voids requires different approach from `when(Object)` because the compiler does not like void methods inside brackets...

```
doThrow(new RuntimeException()).when(mock).someVoidMethod();
```



pour les méthodes sans *type de retour*
doXXX suivi de when

doAnswer

```
public static Stubber doAnswer(Answer answer)
```

Use `doAnswer()` when you want to stub a void method with generic Answer.

```
doAnswer(new Answer() {  
    public Object answer(InvocationOnMock invocation) {  
        Object[] args = invocation.getArguments();  
        Mock mock = invocation.getMock();  
        return null;  
    }  
})  
when(mock).someMethod();
```

doNothing

```
public static Stubber doNothing()
```

Use `doNothing()` for setting void methods to do nothing. **Beware that void methods on mocks do nothing by default!**

```
doNothing().  
doThrow(new RuntimeException())  
.when(mock).someVoidMethod();  
  
//does nothing the first time:  
mock.someVoidMethod();  
  
//throws RuntimeException the next time:  
mock.someVoidMethod();
```

Pour plus de détails sur ces méthodes et leur utilisation, consulter la Javadoc de Mockito :
<https://static.javadoc.io/org.mockito/mockito-core/2.10.0/org/mockito/Mockito.html>

Spécifier le comportement d'une doublure : d'autres méthodes(2/2)

doCallRealMethod

doCallRealMethod

```
public static Stubber doCallRealMethod()
```

Use `doCallRealMethod()` when you want to call the real implementation of a method.

```
Foo mock = mock(Foo.class);
doCallRealMethod().when(mock).someVoidMethod();

// this will call the real implementation of Foo.someVoidMethod()
mock.someVoidMethod();
```

doReturn

doReturn

```
public static Stubber doReturn(Object toBeReturned)
```

Use `doReturn()` in those rare occasions when you cannot use `when(Object)`.

Beware that `when(Object)` is always recommended for stubbing because it is argument type-safe and more readable (especially when stubbing consecutive calls)

Pour plus de détails sur ces méthodes et leur utilisation, consulter la Javadoc de Mockito :
<https://static.javadoc.io/org.mockito/mockito-core/2.10.0/org/mockito/Mockito.html>

Comment manipuler une doublure de test générée à l'aide de Mockito ?

***Vérifier
le « bon » comportement
d'une doublure***

verify

Vérification comportementale de la doublure : un exemple simple

```
import org.junit.jupiter.api.Test;

import static org.mockito.Mockito.mock;
import static org.mockito.Mockito.when;
import static org.mockito.Mockito.verify;
```

```
public class TestMockitoVerification {
```

```
    @Test
```

```
    public void testVerification() {
```

```
        User user = mock(User.class);
        when(user.getLogin()).thenReturn("alice");
```

Une fois créé...

```
        System.out.println(user.getLogin());
```

*... le mock va mémoriser
toutes les interactions*

```
        verify(user).getLogin();
```

```
    }
}
```

*... **verify** permet de vérifier
qu'une **méthode a bien été appelée**
(les tests passent au VERT,
l'assertion est réalisée au travers de verify)*

Vérifier le nombre de fois où une méthode a été appelée...

```
LinkedList<String> mockedList = mock(LinkedList.class);
```

```
mockedList.add("twice");  
mockedList.add("twice");
```

```
mockedList.add("three times");  
mockedList.add("three times");  
mockedList.add("three times");
```

```
//exact number of invocations verification  
verify(mockedList, times(2)).add("twice");  
verify(mockedList, times(3)).add("three times");
```

appelée exactement n fois
(times)

```
//verification using never(). never() is an alias to times(0)  
verify(mockedList, never()).add("never happened");
```

Jamais appelée
(never)

```
//verification using atLeast()/atMost()  
verify(mockedList, atLeastOnce()).add("three times");  
verify(mockedList, atLeast(2)).add("three times");  
verify(mockedList, atMost(5)).add("three times");
```

appelée
au moins 1 fois (atLeastOnce)
au moins n fois (atLeast)
au plus 1 fois (atMost)

Comment manipuler une doublure de test générée à l'aide de Mockito ?

Espionner un objet réel

spy

Espionner de vrais objet via Mockito à l'aide de **Spy**

A la différence du *mock*, un espion (*spy*) permet de **doubler une vraie classe**
(et de *faire appel aux méthodes déjà implémentées*)

```
List spy = Mockito.spy(new LinkedList());  
  
//optionally, you can stub out some methods:  
when(spy.size()).thenReturn(100);
```

```
//using the spy calls *real* methods  
spy.add("one");  
spy.add("two");
```

```
//prints "one" - the first element of a list  
System.out.println(spy.get(0));
```

```
//size() method was stubbed - 100 is printed  
System.out.println(spy.size());
```

```
//optionally, you can verify  
verify(spy).add("one");  
verify(spy).add("two");
```

ou **@Spy**
List list = new LinkedList();

Comme un **mock**, possibilité de **stubber** les méthodes ...

Si méthode non stubbée
(c-a-d comportement non spécifié)
spy appelle **vraie** méthode
≠
mock renverrait null

Comme un **mock**, possibilité de mettre en place une **vérification comportementale**

Mockito : Conclusion

Mockito est un framework de doublures de test qui, associé à **JUnit**, permet :

- une écriture rapide de tests unitaires,
- de se focaliser sur le comportement de la méthode à tester en mockant les connexions aux bases de données, les appels aux web services ...

✓ **Limites** : Mockito ne permet pas de *bouchonner* :

- les classes finales,
- les enums,
- les méthodes privées, final, static (alternative possible avec [PowerMock](#) voir [ici](#))
- les méthodes hashCode() et equals() (utilisées en interne par Mockito notamment pour les matchers)

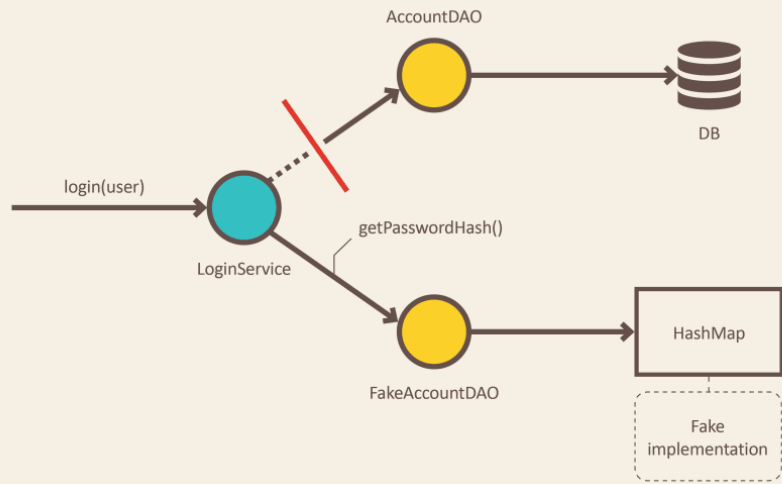
✓ **A noter aussi que ...** :

- Un comportement de mock non exécuté ne provoque pas d'erreur
- **Verify** : si la vérification échoue, le test échoue.

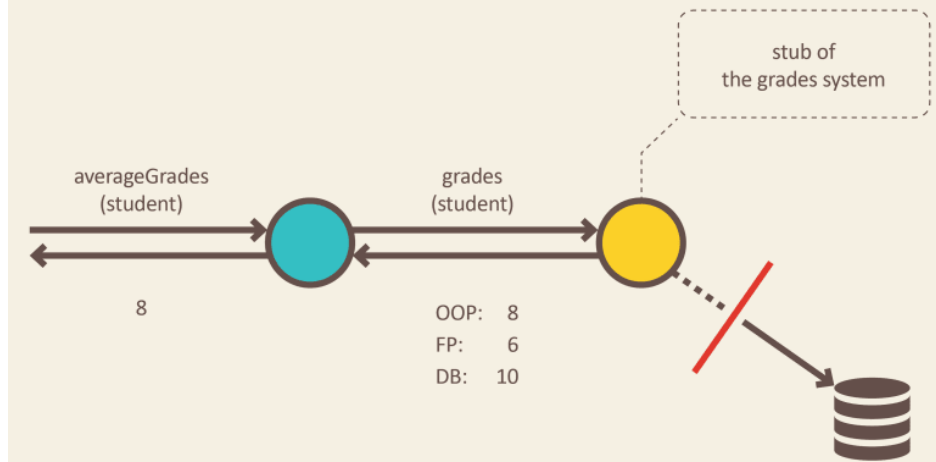


**Les objets *mockés* doivent être maintenus
au fur et à mesure des évolutions du code à tester.**

Fake

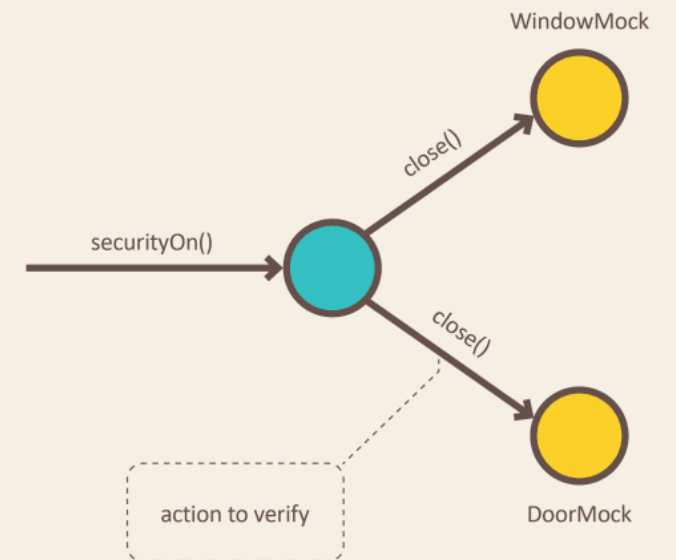


Stub



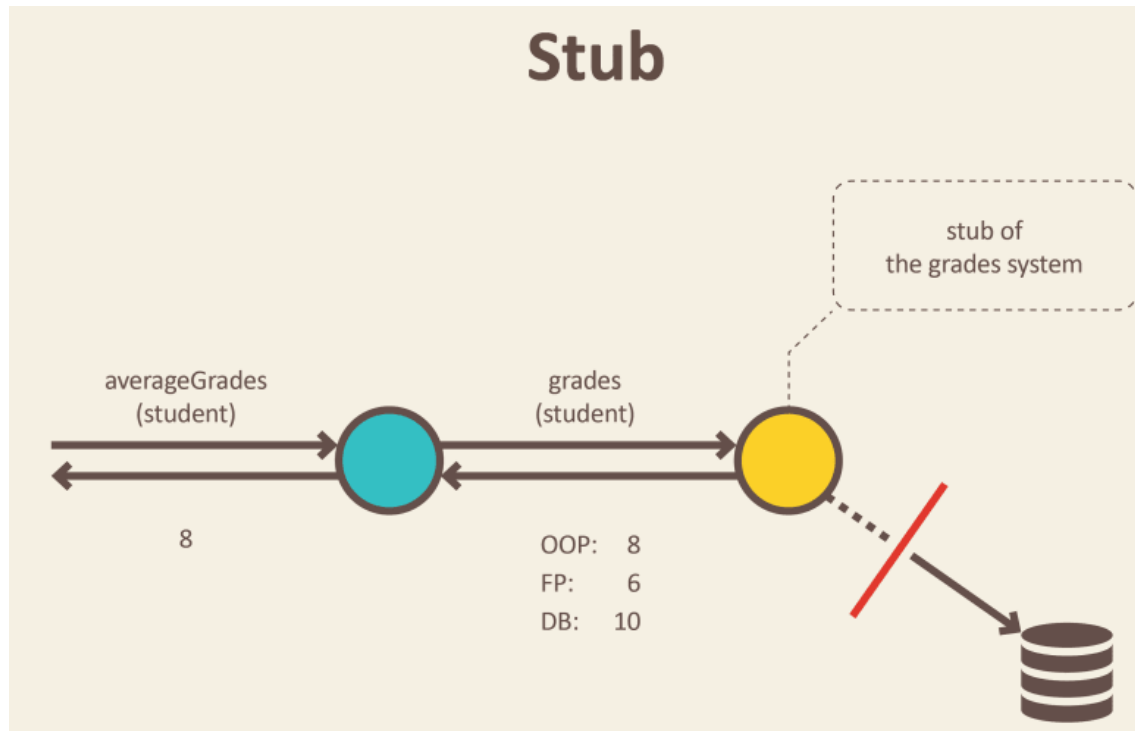
Examples

Mock



Exemple de Stub ...

Stub is an object that holds predefined data and uses it to answer calls during tests. It is used when we cannot or don't want to involve objects that would answer with real data or have undesirable side effects.



```
public class GradesService {  
  
    private final Gradebook gradebook;  
  
    public GradesService(Gradebook gradebook) {  
        this.gradebook = gradebook;  
    }  
  
    Double averageGrades(Student student) {  
        return average(gradebook.gradesFor(student));  
    }  
}
```

```
public class GradesServiceTest {  
  
    private Student student;  
    private Gradebook gradebook;  
  
    @Before  
    public void setUp() throws Exception {  
        gradebook = mock(Gradebook.class);  
        student = new Student();  
    }  
  
    @Test  
    public void calculates_grades_average_for_student() {  
        when(gradebook.gradesFor(student)).thenReturn(grades(8, 6, 10)); //stubbing gradebook  
  
        double averageGrades = new GradesService(gradebook).averageGrades(student);  
  
        assertThat(averageGrades).isEqualTo(8.0);  
    }  
}
```

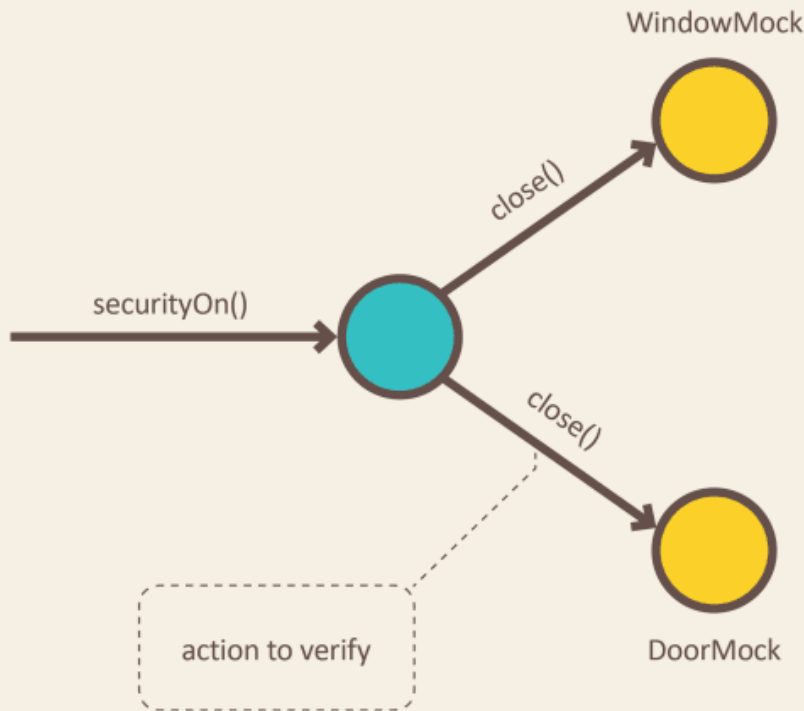
define just enough data to test average calculation algorithm.

Instead of calling database from Gradebook store to get real students grades, we preconfigure stub with grades that will be returned

Exemple de Mock ...

Mocks are objects that register calls they receive. In test assertion we can verify on Mocks that all expected actions were performed.

Mock



We don't want to close real doors to test that security method is working, right?

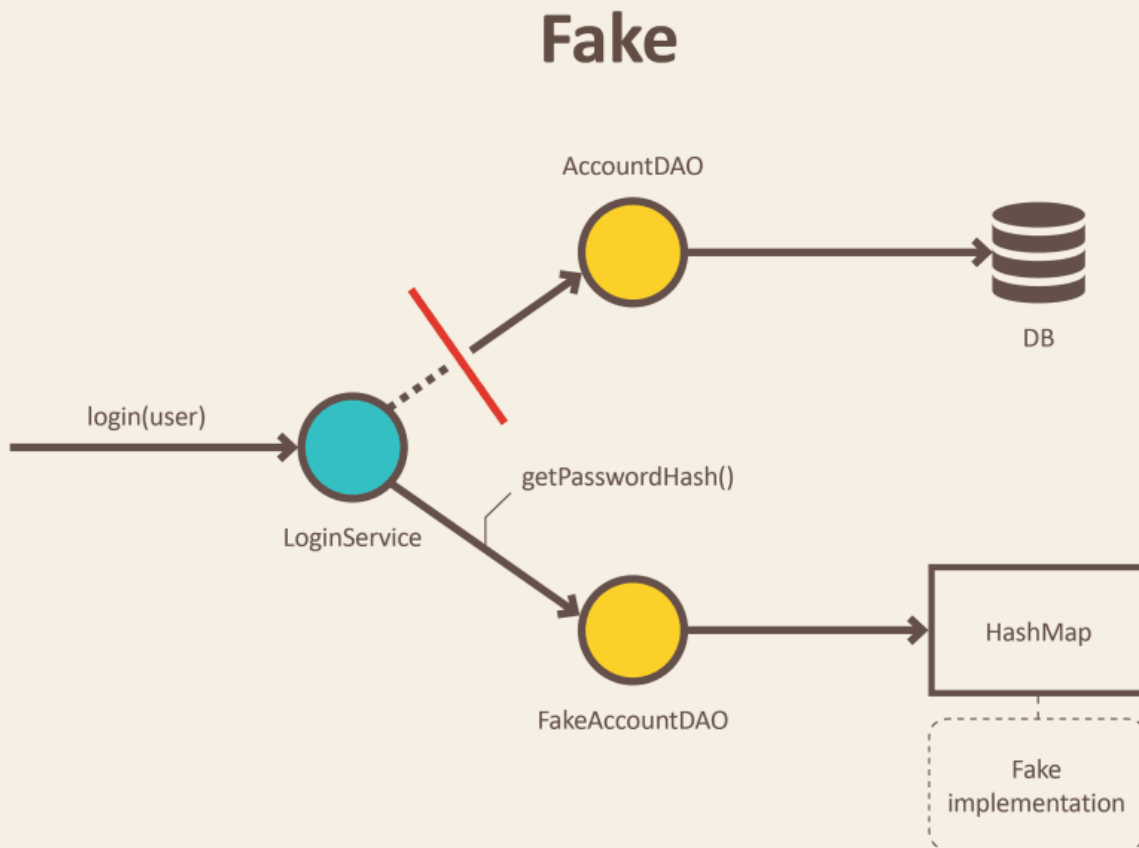
```
public class SecurityCentral {  
  
    private final Window window;  
    private final Door door;  
  
    public SecurityCentral(Window window, Door door) {  
        this.window = window;  
        this.door = door;  
    }  
  
    void securityOn() {  
        window.close();  
        door.close();  
    }  
}
```

```
public class SecurityCentralTest {  
  
    Window windowMock = mock(Window.class);  
    Door doorMock = mock(Door.class);  
  
    @Test  
    public void enabling_security_locks_windows_and_doors() {  
        SecurityCentral securityCentral = new SecurityCentral(windowMock, doorMock);  
  
        securityCentral.securityOn();  
  
        verify(doorMock).close();  
        verify(windowMock).close();  
    }  
}
```

*This is **responsibility of Door and Window alone to close itself** when they get proper signal. We can test it independently in different unit test.*

Exemple de Fake ...

Fakes are objects that have working implementations, but not same as production one. Usually they take some shortcut and have simplified version of production code.



```
@Profile("transient")
public class FakeAccountRepository implements AccountRepository {

    Map<User, Account> accounts = new HashMap<>();

    public FakeAccountRepository() {
        this.accounts.put(new User("john@bmail.com"), new UserAccount());
        this.accounts.put(new User("boby@bmail.com"), new AdminAccount());
    }

    String getPasswordHash(User user) {
        return accounts.get(user).getPasswordHash();
    }
}
```

in-memory implementation of Data Access Object

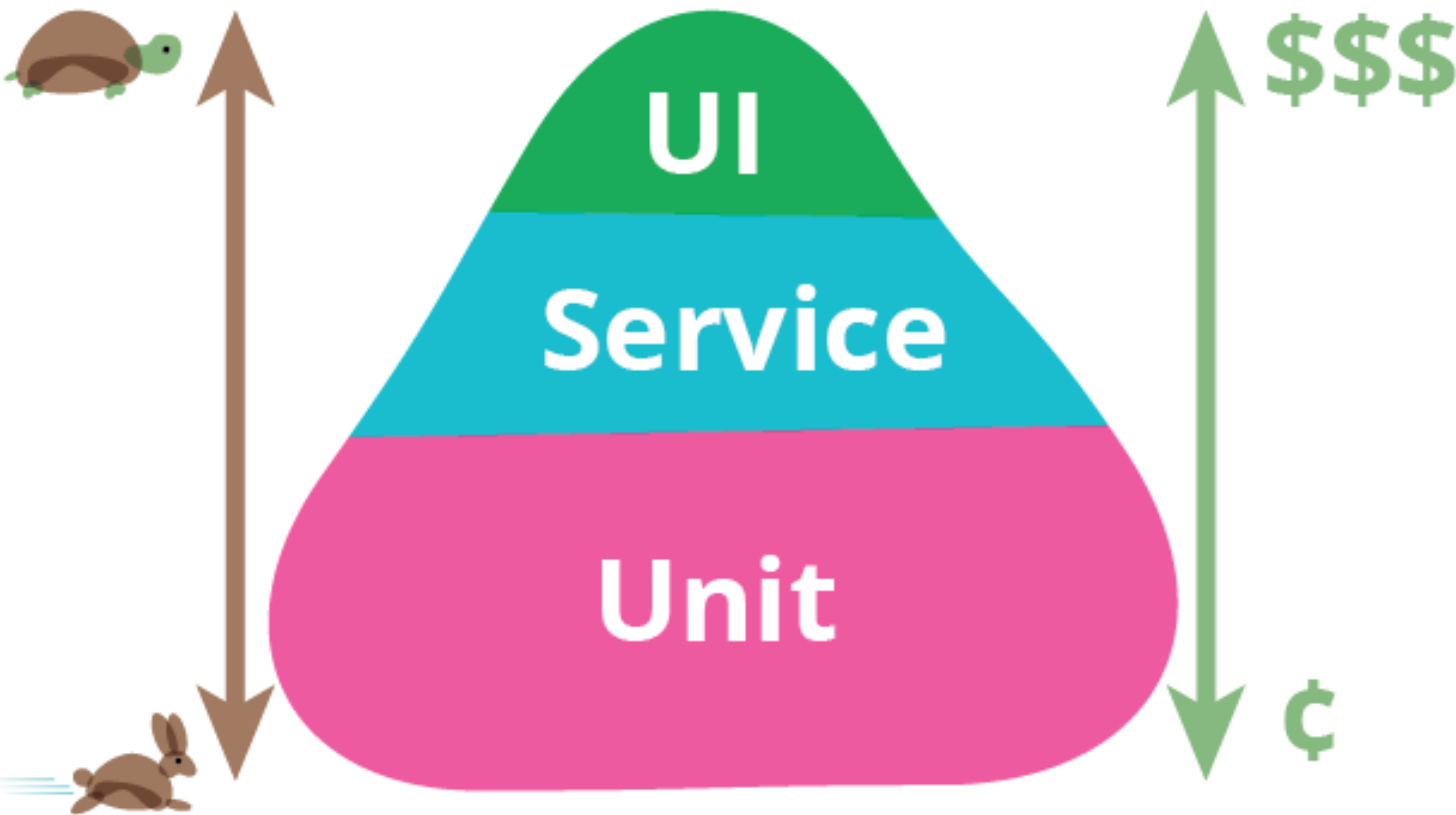
*This fake implementation will not engage database, but will use a **simple collection to store data (HashMap)***

This allows to **do integration test of services** without starting up a database and **performing time consuming requests**

**Mais au fait,
d'où vient ce *besoin* de doublures ?**

Des tests d'intégration aux doublures ...

Stratégie d'automatisation optimale des tests d'après Mike Cohn (dans un développement agile)



Tests d'Interface Utilisateur
(mise en place et maintenance couteuse)

Tests Services
*(tests d'acceptation,
indépendants de l'interface Utilisateur)*

Tests Unitaires
(prépondérants !!!)

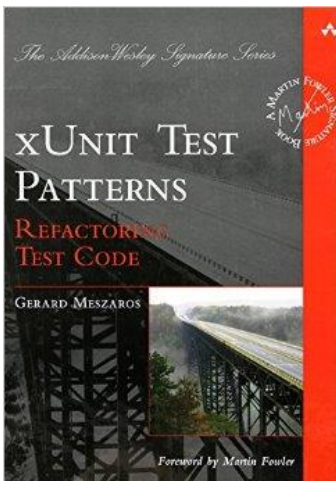
Qu'est-ce qu'un test unitaire ?

TEST UNITAIRE ?



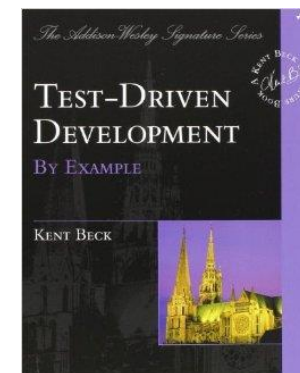
... Autant de définitions que d'auteurs

*Procédure permettant de vérifier le bon fonctionnement d'une partie précise d'un **logiciel** ou d'une portion d'un **programme** (appelée « unité » ou « module »)*
(Wikipedia : https://fr.wikipedia.org/wiki/Test_unitaire)



*A test that verifies the **behavior of some** small part of the overall system.*
(Meszaros)

Test à petite échelle.
(Kent Beck)



Test qui vérifie un comportement d'un morceau de code
(Antoine Vernois)

Test Unitaire

(Vérification au plus proche du code)

Rappel



Un test unitaire (*appelé aussi test de composant*)
est un test qui permet de tester de manière isolée
une unité logicielle ou un groupe d'unités
(IEEE, 1990).

Outil : Framework xUnit pour faciliter la création et l'exécution des tests

*Les tests unitaires sont des **tests dits en isolation** car les composants sont testés individuellement les uns des autres, et ce dans n'importe quel ordre.*

Mais ...

2 tests unitaires : ✓

0 test d'intégration : ✗

Rappel



Lorsque l'architecture logicielle se complexifie, les tests unitaires ne sont plus suffisants,
des **tests d'intégration** sont nécessaires
pour **vérifier les interactions entre différents composants** (testés unitairement).

Test d'Intégration

(Vérification des connexions d'interface des composants)

Rappel



Un test d'intégration est un test dans lequel les composants logiciels, les composants matériels ou les deux sont combinés pour tester et évaluer leurs interactions (**IEEE, 1990**).

Des tests d'Intégration aux doublures de test

Doublure de tests : technique proposée par la communauté agile pour permettre aux **tests d'intégration de devenir indépendants** et d'être joués comme les tests unitaires.

Les doublures permettent de **vérifier le comportement** d'un système sous test **sans disposer de tous ses objets réels.**

Grâce aux doublures, les tests unitaires et les tests d'intégration s'écrivent de la même façon avec les mêmes outils (framework xUnit ou autres) bien qu'ils abordent des points de vue différents sur le code en production.

Mock Roles, not Objects

Steve Freeman, Nat Pryce, Tim Mackinnon, Joe Walnes

ThoughtWorks UK

Berkshire House, 168-173 High Holborn

London WC1V 7AA

{sfreeman, npryce, tmackinnon, jwalnes} @thoughtworks.com

ABSTRACT

Mock Objects is an extension to Test-Driven Development that supports good Object-Oriented design by guiding the discovery of a coherent system of types within a code base. It turns out to be less interesting as a technique for isolating tests from third-party libraries than is widely thought. This paper describes the process of using Mock Objects with an extended example and reports best and worst practices gained from experience of applying the process. It also introduces JMock, a Java framework that embodies our collective experience.

Categories and Subject Descriptors

D.2.2 [Software Engineering]: Design Tools and Techniques, Object-Oriented design methods

General Terms

Design, Verification.

Keywords

Test-Driven Development, Mock Objects, Java..

1. INTRODUCTION

Mock Objects is misnamed. It is really a technique for identifying types in a system based on the roles that objects play.

In [10] we introduced the concept of *Mock Objects* as a technique to support Test-Driven Development. We stated that it encouraged

expressed using Mock Objects, and shows a worked example. Then we discuss our experiences of developing with Mock Objects and describe how we applied these to jMock, our Mock Object framework.

1.1 Test-Driven Development

In Test-Driven Development (TDD), programmers write tests, called *Programmer Tests*, for a unit of code before they write the code itself [1]. Writing tests is a *design* activity, it specifies each requirement in the form of an executable example that can be shown to work. As the code base grows, the programmers refactor it [4], improving its design by removing duplication and clarifying its intent. These refactorings can be made with confidence because the test-first approach, by definition, guarantees a very high degree of test coverage to catch mistakes.

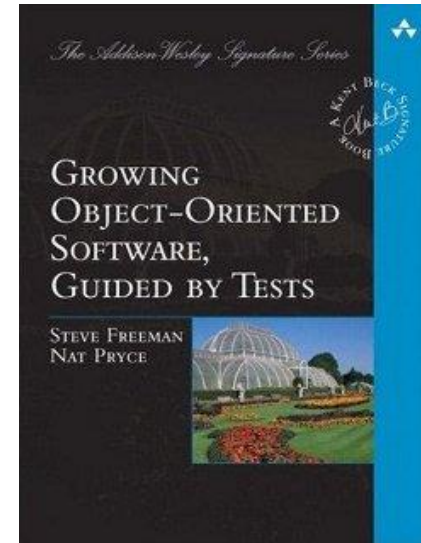
This changes design from a process of *invention*, where the developer thinks hard about what a unit of code should do and then implements it, to a process of *discovery*, where the developer adds small increments of functionality and then extracts structure from the working code.

Using TDD has many benefits but the most relevant is that it directs the programmer to think about the design of code from its intended use, rather than from its implementation. TDD also tends to produce simpler code because it focuses on immediate requirements rather than future-proofing and because the emphasis on refactoring allows developers to fix design weaknesses as their understanding of the domain improves.

Vers une nouvelle approche du développement dirigé par les tests

Grâce aux doublures, la *rapidité* (**F**ast), l'*isolation* (**I**ndependant), et la *répétition* (**R**epeatable) des tests sont facilitées.

Une (nouvelle) approche de développement dirigé par les tests est dès lors envisageable (approche dite « TDD mockiste »)



Annexe

Générer des doublures dans différents langages ...

Java

Il en existe plusieurs mais le plus utilisé est [Mockito](#) [archive]. D'autres solutions sont plus abouties comme [Mockachino](#) [archive] ou [JMockit](#) [archive] ;

C++

Google propose le [Google C++ Mocking Framework](#) [archive] ;

Groovy

[Gmock](#) [archive] ;

Ruby

[mocha](#) [archive]

JavaScript

[SinonJS](#) [archive]

Extrait : https://fr.wikibooks.org/wiki/Introduction_au_test_logiciel/Doublures_de_test

→ **Mocking in Python :**

<https://semaphoreci.com/community/tutorials/getting-started-with-mocking-in-python>

→ **Mocking in Ruby :**

<https://semaphoreci.com/community/tutorials/mocking-with-rspec-doubles-and-expectations>

→ **Mocking in Javascript :**

<https://semaphoreci.com/community/tutorials/best-practices-for-spies-stubs-and-mocks-in-sinon-js>

Doublures : Définitions (1/3)

The generic term he uses is a **Test Double** (think stunt double). Test Double is a generic term for any case where you replace a production object for testing purposes. There are various kinds of double that Gerard lists:

- **Dummy** objects are passed around but never actually used. Usually they are just used to fill parameter lists.
- **Fake** objects actually have working implementations, but usually take some shortcut which makes them not suitable for production (an **InMemoryTestDatabase** is a good example).
- **Stubs** provide canned answers to calls made during the test, usually not responding at all to anything outside what's programmed in for the test.
- **Spies** are stubs that also record some information based on how they were called. One form of this might be an email service that records how many messages it was sent.
- **Mocks** are pre-programmed with expectations which form a specification of the calls they are expected to receive. They can throw an exception if they receive a call they don't expect and are checked during verification to ensure they got all the calls they were expecting.

Définitions sur les différents types de doublure proposées par Martin Fowler sur :
<https://martinfowler.com/bliki/TestDouble.html>

Doublures : Définitions (2/3)

Fantôme (dummy) : doublure de test la plus simple.
Ne contient ***aucune implémentation***. Dans le code d'un test, il est utilisé comme paramètre d'appel à une méthode.

Bouchon (stub) : fait l'objet d'une ***implémentation minimale*** afin de fournir des réponses prédéfinies lorsque l'objet sous test a besoin de ses services.

Espion (spy) : similaire au bouchon, mais il ***enregistre en plus les paramètres de ses appels*** pour un traitement ultérieur.

Objet factice (mock) : objet simulé dont le ***comportement est décrit spécifiquement pour un test unitaire dans un test unitaire***.
De plus, il a la capacité à vérifier la validité et l'enchaînement d'appels de méthode sur l'objet simulé par un langage d'expectations.

Imposteur (fake) : contient une implémentation alternative opérationnelle.
Il est utilisé pour simplifier une dépendance, par exemple une base de données en mémoire au lieu d'une base de données réelle.

Doublures : Définitions (3/3)

Les termes de "Stub" et "Mock" sont aujourd'hui utilisés de manière assez courante mais, faute de véritable référence, tout le monde n'utilise pas ces mots avec la même signification.

Une affirmation assez courante, consiste à dire "les stubs c'est pour faire des vérifications d'état, les mocks c'est pour faire des vérifications de comportement".

Je préfère, de loin, les définitions proposées par **Gerard Meszaros** dans ses **xUnit Patterns** :

Stub : doublure qui remplace un objet réel **en fournissant des entrées indirectes** à l'objet à tester

Mock : doublure qui remplace un objet réel en **vérifiant les sorties indirectes** de l'objet à tester

Spy : c'est une doublure qui remplace un objet réel en **enregistrant les sorties indirectes** de l'objet à tester pour **vérification ultérieure** par le test

*Quand on parle des doublures (objets qui remplacent les objets réels lors des tests) les caractéristiques à identifier (celles qui auront le plus d'impact sur la stratégie d'implémentation du test) sont la mise en œuvre **des entrées indirectes** et **des sorties indirectes**.*