Mocks objets
Simuler pour mieux tester

Clémentine Nebut

Faculté Des Sciences Université de Montpellier

2022

Sommaire

Tester en présence de dépendance au temps

Test

```
…

@Test
public void testm(){
        …
        boolean b=sut.m() ;
        assertEquals( ???,b) ;
        …
}
```

Testeur

SUT

```
…

public boolean m(){
        …

        …
}
```

Si c'est l'heure,
Retourne 0 ;
Sinon :
Faire plein de trucs
Retourne truc compliqué

Tester en présence d'aléatoire

Test

```
…

@Test
public void testm(){
        …
        int i=sut.m() ;
        assertEquals( ???,i) ;
        …
}
```

Testeur

SUT

```
…

public int m(){
        …

        …
}
```

```
alea=random()
Si alea <12
        k=calcul1
Sinon
        k=calcul2
Retourner k
```

Tester en présence de dépendance à du code non développé

Test

```
...

@Test
public void testm(){
        ...
        int i=sut.m() ;
        assertEquals( 17,i) ;
        ...
}
```

SUT

```
...

public int m(){
        UsedClass c=new UsedClass() ;
        int r=c.calcul() ;
        ...
        return f(r) ;
}
```

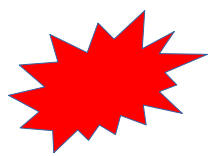
UsedClass

```
...
public int calcul(){

}
```

throw NotImplementedException()

Exécution du test

Testeur



Not implemented Exception

Tester en présence de dépendance à du code très lent

Test

```
…

@Test
public void testm(){
        …
        int i=sut.m() ;
        assertEquals( 17,i) ;
        …
}
```

SUT

```
…

public int m(){
        UsedClass c=new UsedClass() ;
        int r=c.calcul() ;
        …
        return f(r) ;
}
```

UsedClass

```
…
public int calcul(){

}
```

Trèèèès loooong calcul

Exécution du test

Testeur

Tester en présence de dépendance de services de type envoi de mail

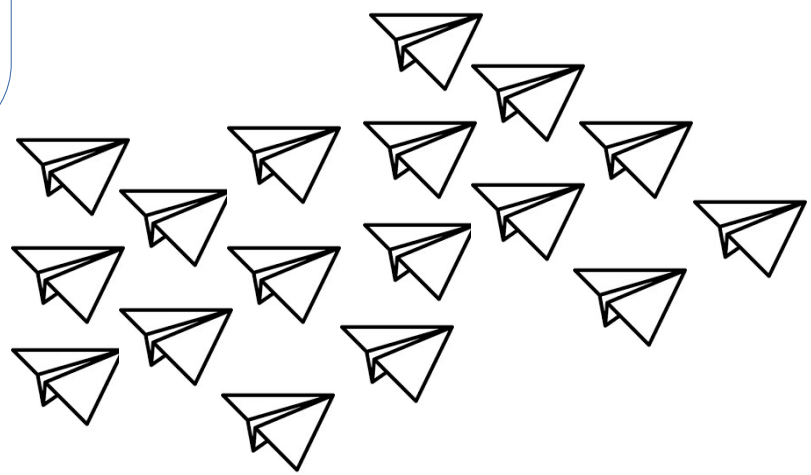
Test

```
...

@Test
public void testm(){
        …
        int i=sut.m() ;
        assertEquals( 17,i) ;
        …
}
```

SUT

```
...

public void serviceA(){
        …
        // a behavior
        sendMailToAll() ;
        ...
}
```

Exécution du test



Tester en présence de dépendance de services payants

Test

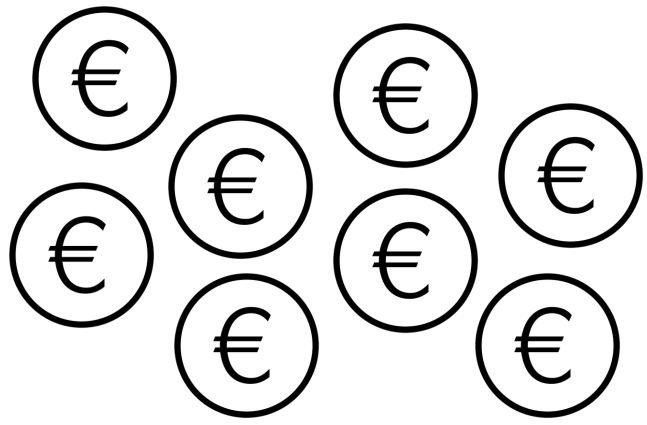
```
...

@Test
public void testm(){
        ...
        int i=sut.m() ;
        assertEquals( 17,i) ;
        ...
}
```

SUT

```
...

public void serviceA(){
        ...
        // a behavior
        callToANonFreeExternalService() ;
        ...
}
```

Exécution du test

Testeur

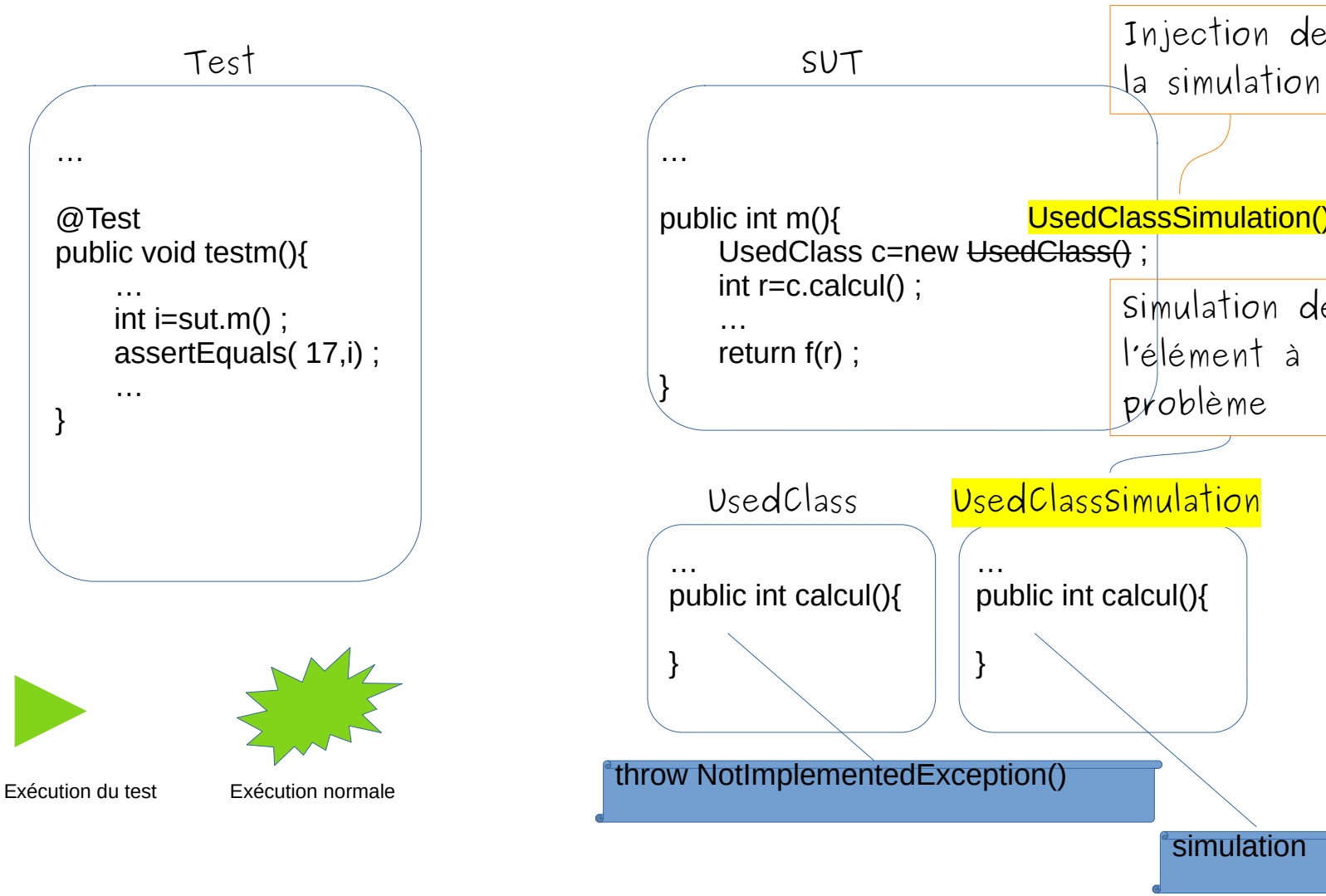


Pourquoi simuler ?

- L'environnement du SUT 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 fiabilisé.
- Le SUT appelle du code lent.
- Le SUT fait appel à des méthodes non déterministes (fonction de l'heure, de nombres générés aléatoirement, ...)
- on simule alors tout ou partie de l'environnement qui pose problème.

Sommaire

Simuler


Test
...
@Test
public void testm(){
…
int i=sut.m() ;
assertEquals(17,i) ;
…
}
Exécution du test
Exécution normale
SUT
...
public int m(){
UsedClass c=new UsedClass() ;
int r=c.calcul() ;
…
return f(r) ;
}
Injection de la simulation
UsedClassSimulation()
Simulation de l'élément à problème
UsedClass
...
public int calcul(){
}
UsedClassSimulation
...
public int calcul(){
}
throw NotImplementedException()
simulation

Simuler

- Écrire "à la main" les simulateurs est facile mais long
  $\rightarrow$ Utiliser des outils
- Injecter les simulateurs
  - Remplacer le vrai élément par le simulateur dans le code sous test
  - MAIS sans modifier le code sous test
  - Utiliser de l'injection de dépendance
  - Prévoir l'injection de dépendance lors de l'écriture du code ! (testabilité)

Qu'est-ce qu'une doublure de test ?

- La définition d'objets factices se substituant lors du test aux objets réels
- On a donc des objets factices qui remplacent des objets réels pour faciliter le test.
- Ces objets peuvent être écrits à la main (leur classe) ou générés.
- Les objets factices doivent partager la même interface que les vrais objets, pour pouvoir s'y substituer.

Types de doublures

- Dummy
- Stub
- Fake
- Spy
- Mock

Pas de définition consensuelle ... Dans la suite, définitions principalement inspirées de celles de Martin Fowler.

Dummy

- Objets vides qui n'ont pas de fonctionnalités implémentées
- Les dummies sont "transmis" mais jamais réellement utilisés.
- En général ils sont utilisés pour remplir des listes de paramètres.

Fake

- Le fake implémente de manière simpliste le comportement attendu d'une classe.
- Le fake est générique : il n'est pas spécifique à un test.
- Le fake met en place des raccourcis qui le rendent inutilisable en production

Spy

- Un spy est une doublure capable de vérifier l'utilisation qui en est faite.
- Par exemple : appel au moins une fois de telle méthode avec tel paramètre.

Bouchons de test (stubs)

- Un bouchon de test est une classe utilisée pour en simuler une autre.
- Il fournit des réponses pré-définies aux appels réalisés lors du test.
- Le bouchon de test est écrit grâce à la connaissance de la classe à simuler (boîte blanche).

Mocks

- Les mocks sont des objets pré-programmés avec des pré-suppositions qui forment la spécification des appels qu'ils sont censés recevoir.
- Le testeur configure le mock de manière à lui donner le comportement souhaité.
- Le code du test met en place le mock, le configure, puis l'injecte dans le SUT (dans la partie Given du test).
- Le mock permet de réaliser une vérification comportementale. Par exemple que telle méthode a bien été appelée.

Mocks, principe général d'utilisation

Test

```
…

@Test
public void testm(){
      //GIVEN
      // 1.mise en place d'un mock de
UsedClass
      // 2.paramétrage du mock pour la
méthode calcul (simulation de calcul)
      // 3.injection du mock dans le SUT
      // puis test « normal »
      //WHEN
      int i=sut.m() ;
      // THEN
      assertEquals( 17,i) ;
      …
}
```

SUT

```
private UsedClass c ;

public SUT(UsedClass c){this.c=c;}

public int m(){
      int r=c.calcul() ;
      …
      return f(r) ;
}
```

UsedClass

```
…
public int calcul(){

}
```

throw NotImplementedException()

Sommaire

Mockito

- Outil permettant de générer des mocks
- Le testeur peut facilement donner au mock le comportement recherché (paramétrage du mock).
- Le testeur peut facilement faire une vérification comportementale après exécution (le côté espion du mock)

Principe général : création d'un mock

Quand et pourquoi ?

- Quand on veut éviter (pour des raisons vues précédemment) de faire appel au vrai environnement du SUT
- Par exemple quand certains éléments de l'environnement dépendent du temps, ou d'un alea

Principe général : création d'un mock

Comment on fait ?

- Dans le test, au lieu d'utiliser une instance d'une classe "réelle" de l'environnement (et qu'on souhaite remplacer), on demande à Mockito d'utiliser une doublure.
- On paramètre la doublure pour qu'elle ait un comportement permettant le test.
- On injecte la doublure
- On écrit le test, qui, lors de son exécution, exécutera la doublure pour la partie simulée.

Principe général : création d'un mock

- Création d'un mock : utilisation de la méthode statique **mock** ou de l'annotation @Mock
- Nécessite la classe à mocker ou son interface
- Mockito, crée moi une instance mock pour cette classe ou cette interface

```
1  import org.mockito.Mock;
2  import static org.mockito.Mockito.*;
3  ...
4   C mock1 =mock(C.class); // C est une classe ou une interface
5   C mock2=mock(C.class, "nom");
6   @Mock C mock3;
7   @Mock(name="nom2") C mock4;
```

Remarques bassement techniques sur la création des mocks avec JUnit 5

- Pour utiliser les annotations mockito : ajouter `@ExtendWith(MockitoExtension.class)` sur la classe de test
- On ne peut pas utiliser l'annotation `@Mock` sur une variable locale (d'une méthode de test), seulement sur un attribut (normal, c'est une annotation)

Mais que fait un mock fraîchement créé ?

Par défaut pas grand chose ...

Ses méthodes retournent quand on les appelle :

- pour les numériques : 0
- pour les booléens : false
- pour les collections : collections vides
- pour les objets quelconques : null

D'où la nécessité de paramétrer le mock

- pour qu'il réponde des choses utiles pour le test

Principe général : paramétrage d'un mock

- On décrit le comportement du mock avec la méthode méthode `when`
- On exprime quelque chose du genre : Mockito, quand (when !) le mock recevra tel appel, alors il faut répondre ceci
- On peut faire des vérifications comportementales avec la méthode `verify`
- On vérifie quelque chose du genre : Mockito, est-ce que telle méthode a bien été appelée au moins une fois avec tel paramètre ?
- On peut spécifier des comportements à vérifier un peu complexes grâce à des `matchers`

Spécification du comportement du mock : méthodes avec retour

Cas d'une méthode avec retour ; valeur unique

```
1    interface I{ int m();} // the interface to mock
2    ...
3    @Mock I myMock; // the mock
4    ...
5    when(myMock.m()).thenReturn(42);
```

- Mockito, quand myMock recevra un appel à la méthode m, retourne 42.

Spécification du comportement du mock : méthodes avec retour

Cas d'une méthode avec retour ; valeurs successives

```
1    interface I{ int m();} / the interface to mock
2    ...
3    @Mock I myMock; // the mock
4    ...
5    when(myMock.m()).thenReturn(42, 43, 44);
```

- Mockito, quand myMock recevra un appel à la méthode m, retourne 42 au premier appel, puis 43 au deuxième appel, puis 44 au 3ème appel.

Spécification du comportement du mock, méthode avec paramètres

Spécifier le comportement selon la valeur reçue en paramètre

```
1    interface I{ int m(int i);} // the interface to mock
2    ...
3    @Mock I myMock; // the mock
4    ...
5    when(myMock.m(1)).thenReturn(42);
6    when(myMock.m(42)).thenReturn(1);
```

- Mockito, quand myMock recevra l'appel à la méthode m avec pour paramètre 1, retourne 42, et avec comme paramètre 42, retourne 1.

Spéc. du comportement du mock pour lever des exceptions

Cas d'une méthode avec retour avec levée d'exception

```
1    interface I{ int m() throws E;} // the interface to mock
2    ...
3    @Mock I myMock;
4    ...
5    when(myMock.m()).thenThrow(new E());
```

▶Mockito, quand myMock reçoit un appel à m, jette une exception de type E

Cas d'une méthode sans retour avec levée d'exception

```
1    interface I{ void m(int i) throws E;} // the interface to mock
2    ...
3    @Mock I myMock; // the mock
4    ...
5    doThrow(New E()).when(myMock).m(1);
```

▶Mockito, quand myMock reçoit un appel à m avec pour paramètre 1, jette une exception de type E

Spécification du comportement du mock, exemple de combinaison

Cas d'une méthode avec paramètres ; combinaison de then

```
1    interface I{ int m(int i) throws E;}
2    ...
3    @Mock I myMock;
4    ...
5    when(myMock.m(1)).thenReturn(42).thenthrow(new E());
6    when(myMock.m(42)).thenReturn(1).thenReturn(99);
```

- Mockito, quand myMock recevra un appel à m avec comme param 1, jette une exception de type E, et quand tu reçois un appel à m avec pour param 42, retourne 99.

Spécification du comportement du mock, mock de méthodes statiques

Cas d'une méthode sans paramètres

```
1     class A{ static int m() {return "blabla";}}
2     ...
3
4     ...
5   try (MockedStatic<A> utilities = Mockito.mockStatic(A.class)) {
6                 utilities.when(A::m).thenReturn("Hop");
7                 ...
8   }
```

- ▶Mockito, quand myMock recevra un appel à la méthode statique m , retourne "Hop".
  - try avec ressource
  - nécessite l'utilisation de mockito-inline

Spécification du comportement du mock, mock de méthodes statiques

Cas d'une méthode avec paramètres

```
1      class A{ static int m(int i) {return "blabla"+i;}}
2      ...
3
4      ...
5      try (MockedStatic<A> utilities = Mockito.mockStatic(A.class)) {
6          utilities.when(() -> A.m(1)).thenReturn("Hop hop");
7           // ici A.m(1) vaut "Hop hop"
8      }
9       // là A.m(1) vaut "blabla1"
```

- Mockito, quand myMock recevra un appel à la méthode statique m avec pour paramètre 1, retourne "Hop hop".
  - try avec ressource
  - nécessite l'utilisation de mockito-inline

Vérification du comportement : verify

Vérifier qu'une méthode est appelée 3 fois

```
1     verify(mock1, times(3)).m();
```

Vérifier qu'une méthode est appelée au moins/au plus 3 fois

```
1     verify(mock1, atLeastOnce()).m();
2        verify(mock1, atMost(3)).m();
```

Vérifier qu'une méthode n'est jamais appelée

```
1     verify(mock1, never()).m();
```

Vérification du comportement : verify

Vérifier l'ordre d'appel

```
1  InOrder ordre =inOrder(mock1, mock2);
2  ordre.verify(mock1).m();
3  ordre.verify(mock2).m();
```

Mock et spy

- On veut espionner un objet instance d'une classe réelle (pas un mock) ...
- ... et éventuellement en altérer le comportement
- Par exemple pour juste mocker une méthode (remplacer le comportement réel par un autre, et garder tous les autres comportements réels)
- On utilise alors un spy, dont le comportement par défaut est celui de la classe de l'objet espionné

Spy

```
1  @Spy LinkedList<String> spy;
2  ...
3  spy.add(``ajout1'');
4  spy.add(``ajout2'');
5  verify(spy).add("ajout1");
6  when(spy.isEmpty()).thenReturn(false);
7  assertFalse(spy.isEmpty());
```

Limites et remarques

Limites

- On ne peut pas mocker les méthodes privées, ni les méthodes final
- On ne peut pas mocker les méthodes equals et hashcode (utilisées en interne par Mockito)
- On ne peut pas mocker les classes final (avant la version 3.4) ou anonymes

Remarques

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

Argument matchers

- Permettent une spécification de paramètres flexible dans les when ou les verify
- Ne plus utiliser `Matchers` (deprecated pour cause de conflit de nommage avec hamcrest)
- `https://javadoc.io/doc/org.mockito/mockito-core/latest/org/mockito/ArgumentMatchers.html`

```
1  public interface I{public int m(int i);}
2  @Mock I mock;
3  ...
4  when(mock.m(anyInt())).thenReturn(42);
5  assertEquals(mock.m(12), 42);
```

- autres argument matchers : eq, contains, ...
- limitation : si on utilise des argument matchers, tous les arguments doivent être des argument matchers.

Injecter les mocks

Injecter le mock : faire en sorte que l'instance sous test utilise le mock plutôt que le vrai objet

Test

```
…

@Test
public void testm(){
      //GIVEN
      // 1.mise en place d'un mock de
UsedClass
      // 2.paramétrage du mock pour la
méthode calcul (simulation de calcul)

      // 3.injection du mock dans le SUT

      // puis test « normal »
      //WHEN
      int i=sut.m() ;
      // THEN
      assertEquals( 17,i) ;
      …
}
```

SUT

```
private UsedClass c ;

public SUT(UsedClass c){this.c=c;}

public int m(){
      int r=c.calcul() ;
      …
      return f(r) ;
}
```

UsedClass

```
…
public int calcul(){

}
```

throw NotImplementedException()

Injecter les mocks

- Se ramène au classique problème d'injection de dépendance (Dependency Injection)
- On veut que le SUT utilise un mock plutôt qu'un vrai objet de type A ...
- ... sachant que le mock "est un" A du point de vue du typage ...
- Options possibles de manière générale :
  - Injection par constructeur : l'objet que l'on veut simuler est reçu en paramètre du constructeur du SUT
  - Injection par accesseur/mutateur : l'objet que l'on veut simuler est injecté dans le SUT via l'appel à un accesseur en écriture (mutateur)
- Option possible en Mockito (dans certains cas) : l'annotation @InjectMocks

Injecter les mocks avec @InjectMocks, exemple – SUT

```
1  import java.util.Random;
2
3  public class ClassUtilisantRandom {
4      private Random r;
5
6      public ClassUtilisantRandom() {
7          r=new Random(System.currentTimeMillis());
8      }
9
10     public int calculAvecAlea() {
11         int randomInt=r.nextInt(20);
12         int result;
13         // un calcul qui dépend de randomInt
14         if (randomInt==10) {
15             result=0;
16         }else {
17             result=randomInt%2;
18         }
19         return result;
20     }
21 }
```

Injecter les mocks avec @InjectMocks, exemple – Test

```java
import static org.junit.jupiter.api.Assertions.assertEquals;
import static org.mockito.Mockito.when;
import java.util.Random;
import org.junit.jupiter.api.Test;
import org.junit.jupiter.api.extension.ExtendWith;
import org.mockito.InjectMocks;
import org.mockito.Mock;
import org.mockito.junit.jupiter.MockitoExtension;

@ExtendWith(MockitoExtension.class)
public class TestInjectionMock {

    @Mock
    Random mockrandom;

    @InjectMocks
    ClasseUtilisantRandom sut=new ClasseUtilisantRandom();

    @Test
    void testCalculRetourne0QuandAleaVaut10() {
        when(mockrandom.nextInt(20)).thenReturn(10);
        assertEquals(0, sut.calculAvecAlea());
    }

    @Test
    void testCalculRetourne0QuandAleaEstPairEtDifferentDe10() {
        when(mockrandom.nextInt(20)).thenReturn(12);
        assertEquals(0, sut.calculAvecAlea());
    }
    @Test
    void testCalculRetourne1QuandAleaEstPair() {
        when(mockrandom.nextInt(20)).thenReturn(13);
        assertEquals(1, sut.calculAvecAlea());
    }
```

Sommaire

Conclusion

- Les mocks permettent de simuler certains comportements, afin d'en tester d'autres
- Situations où les mocks sont utiles :
  - présence d'aléatoire ou dépendance au temps
  - accès à du code lent
  - accès à des bases de données
  - accès à du code non encore développé
  - test en isolation

Conclusion

- Des outils comme Mockito permettent de créer facilement des simulateurs spécifiques à un test : les mocks
- Ces mocks doivent être (en général) injectés dans le système sous test
- Si l'injection n'est pas possible, le système est alors difficilement testable.