Les tests en pratique

GLO-2003

Tests: leurs propriétés

- Automatiques
  - Facile et rapide à exécuter
  - Répétable (pas de test *flaky*)
  - Rapide à exécuter
- Résultat binaire
  - Passe ou échec
- Les tests sont indépendants
  - On ne reteste pas plusieurs fois la même chose
  - Assume que les autres tests font leur travail
  - Évite qu'un bogue cause plusieurs tests à échouer
- Ce qui signifie… que le *Single-responsibility principle* s'applique aussi aux tests
  - Un test ne teste qu'une chose
  - Un seul concept / comportement par test
  - Idéalement une seule assertion logique par test
    - Une assertion logique peut correspondre à plus d'un assert dans le code

Robert C. Martin.Clean Code : A Handbook of Agile Software Craftsmanship. Prentice Hall PTR, USA, 1 edition, 2008. ISBN 0132350882. Chapitre 9

Tests: leurs propriétés

- Les tests sont aussi du code
  - On doit les **maintenir** aussi
  - Ils doivent être aussi propres que le “vrai” code

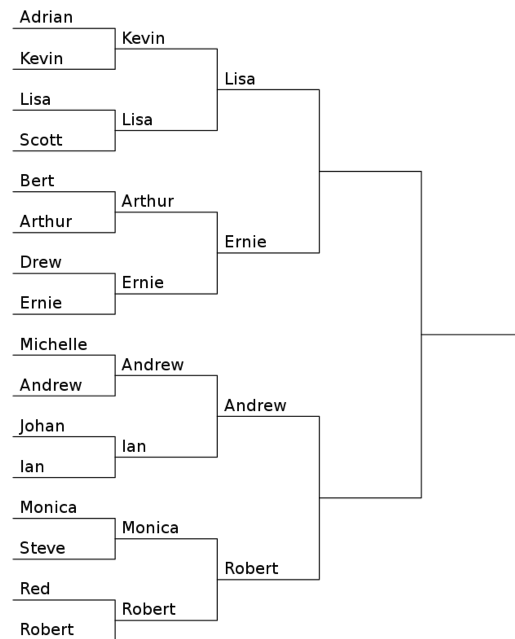
Structure d’un test

- Arrange-Act-Assert
  - Arrange: Prépare les données de test
  - Act: Appelle la méthode sous test
  - Assert: Valide le résultat
- Facile de repérer les différentes parties du test
- Permet de facilement comprendre le test

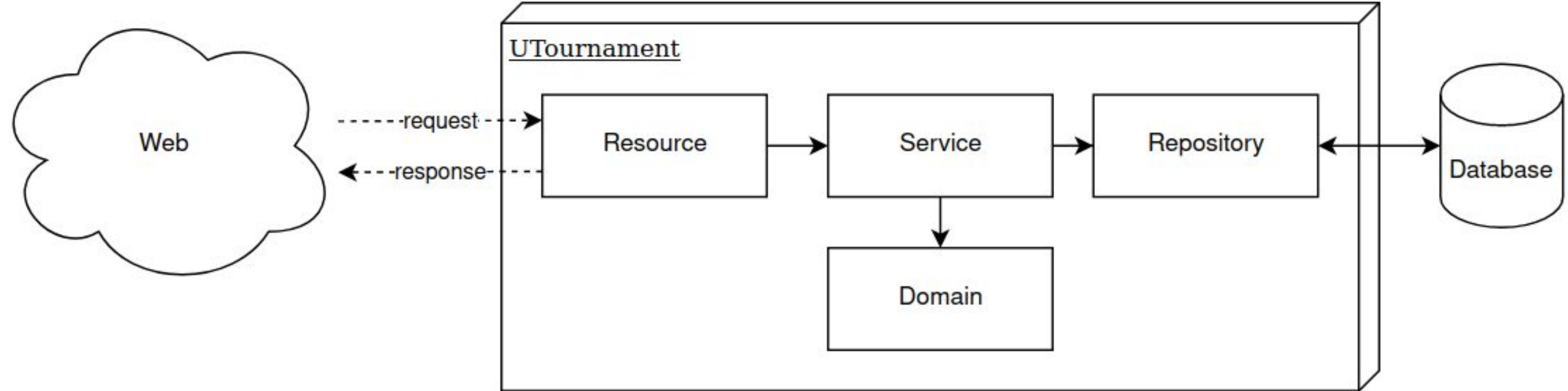
```java
@Test
void test() {
    // Arrange
    Calculator calculator = new Calculator();

    // Act
    boolean result = calculator.isOdd(SOME_ODD_NUMBER);

    // Assert
    assertThat(result).isEqualTo( expected: true);
}
```

Étude de cas — UTournament

- API de gestion de tournois
  - Création de tournois à partir d'une liste de participants
  - Gestion de la progression du tournoi
  - Suppression de tournois
- API REST avec Spark en Java
- Code source: glo2003/UTournament



Étude de cas — UTournament



Types de tests

- Tests unitaires
  - Testent une unité en isolation des autres
- Tests d’intégration
  - Testent l’intégration (la collaboration) entre des unités
- Tests de système
  - Testent le système complet
  - Aussi connus sous le nom de tests de bout en bout (*end-to-end testing*)
- Tests d’acceptation
  - Testent si le logiciel fait ce qui est demandé par le client
  - Centrés sur un scénario d’utilisation
  - Aussi connus sous les noms: tests fonctionnels, tests clients ou *story tests*

https://www.agilealliance.org/glossary/unit-test/

https://www.guru99.com/levels-of-testing.html

https://www.agilealliance.org/glossary/acceptance

Tests unitaires

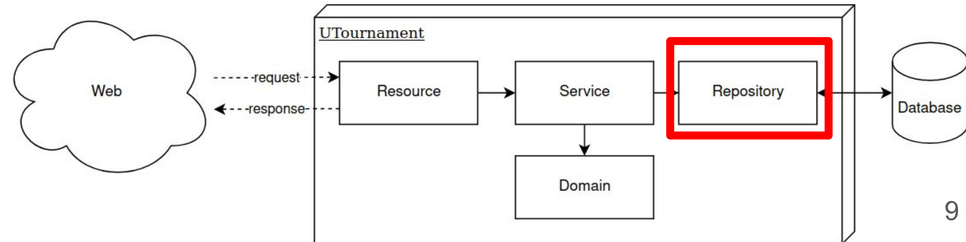
- Testent une unité
  - Une classe, une méthode, un module, une fonction
- Isolation de l’unité avec des *Mocks*
  - Remplace les autres unités avec lesquelles l’unité testée interagit
  - Permet de ne tester que l’unité sous test
  - Possibilité de piloter les mocks
  - Facilite la mise en place des tests
- On teste des comportements ou des actions, pas les détails d’implémentation
  - Évite de créer des tests fragiles qui brisent souvent
- Outils
  - JUnit 5 (Framework de tests)
  - Google Truth (Permet de mieux exprimer des assertions)
  - Mockito (Bibliothèque de *Mocks*)

https://www.agilealliance.org/glossary/unit-test/

https://martinfowler.com/articles/practical-test-pyramid.html#UnitTests

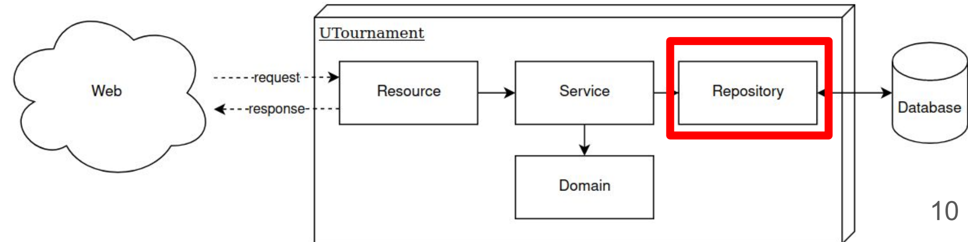
Exemple de test unitaire — `TournamentRepository`

- Classe permettant de stocker, d'obtenir et de supprimer des Tournaments
- On a une implémentation qui stocke les Tournaments dans une table de hachage (HashMap)
- Code source
- Code des tests



Exemple de test unitaire: Code à tester

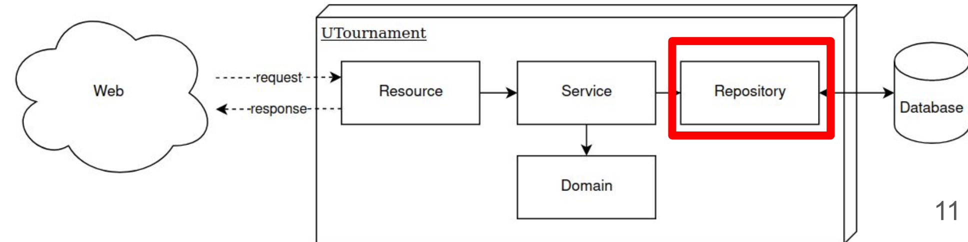
```java
public class InMemoryTournamentRepository implements TournamentRepository {
    private final Map<TournamentId, Tournament> database;

    public InMemoryTournamentRepository() {
        database = new HashMap<>();
    }

    @Override
    public Optional<Tournament> get(TournamentId id) {
        return Optional.ofNullable(database.get(id));
    }

    @Override
    public void save(Tournament tournament) {
        TournamentId tournamentId = tournament.getTournamentId();
        database.put(tournamentId, tournament);
    }

    @Override
    public void remove(TournamentId tournamentId) {
        database.remove(tournamentId);
    }
}
```



Exemple de test unitaire: Classe de test et setup

```
class InMemoryTournamentRepositoryTest {
    private InMemoryTournamentRepository repository;
    private Tournament tournament;
    private TournamentId tournamentId;

    @BeforeEach
    void setUp() {
        repository = new InMemoryTournamentRepository();
        List<Participant> participants = List.of();
        String tournamentName = "smash";
        tournament = new Tournament(new TournamentId(),
                tournamentName,
                participants,
                new ByeBracket(new BracketId(), new Participant( name: "Alice")));
        tournamentId = tournament.getTournamentId();
    }
```

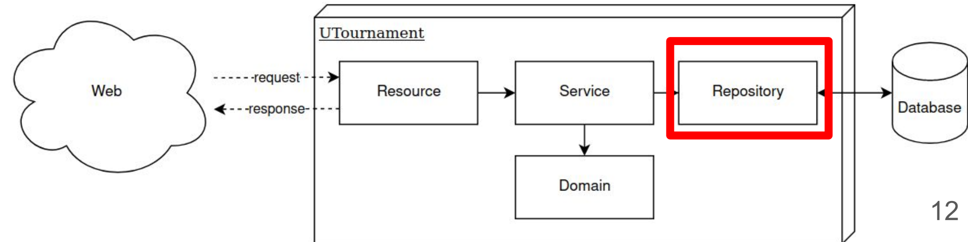
- setUp est exécuté avant chaque test
- *Arrange* commun à plusieurs tests
- Permet de réinitialiser les objets entre les tests



Exemple de test unitaire: Méthodes de test

```
@Test
void returnTournamentWhenInRepository() {
    repository.save(tournament);

    Optional<Tournament> gottenTournament = repository.get(tournamentId);

    assertThat(gottenTournament.isPresent()).isTrue();
    assertThat(gottenTournament.get()).isEqualTo(tournament);
}

@Test
void returnEmptyWhenTournamentNotInRepository() {
    Optional<Tournament> tournament = repository.get(tournamentId);

    assertThat(tournament.isEmpty()).isTrue();
}
```

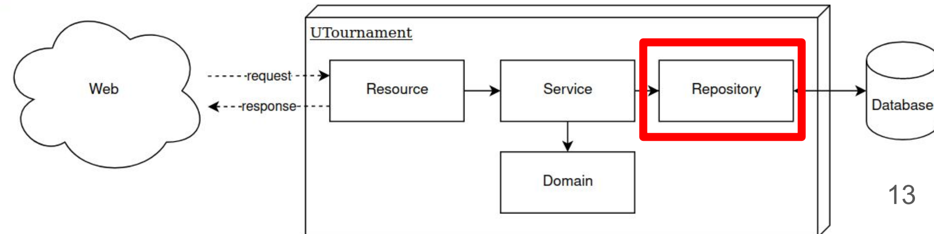
- Arrange-Act-Assert
- Noms descriptifs
- Assertions avec Google Truth



Exemple de test unitaire: Méthodes de test

```
@Test
void canDeleteTournamentFromRepository() {
    repository.save(tournament);

    repository.remove(tournament.getTournamentId());

    Optional<Tournament> tournament = repository.get(tournamentId);
    assertThat(tournament.isPresent()).isFalse();
}

@Test
void canDeleteTournementNotInRepositoryWithoutError() {
    repository.remove(tournament.getTournamentId());

    Optional<Tournament> tournament = repository.get(tournamentId);
    assertThat(tournament.isPresent()).isFalse();
}
```

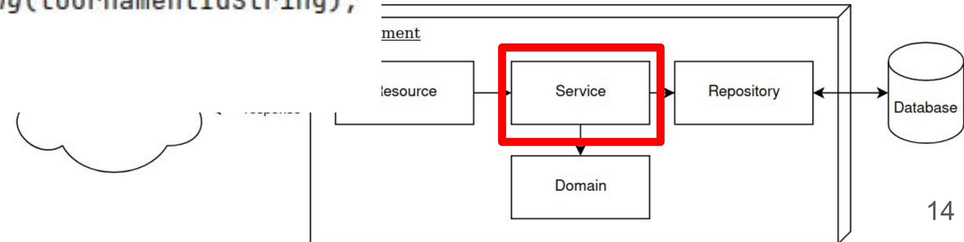
- Arrange-Act-Assert
- Noms descriptifs
- Assertions avec Google Truth



Exemple de test unitaire avec des Mocks

- On désire tester la méthode `deleteTournament` du service `TournamentService` qui supprime un tournoi du `TournamentRepository`
- On utilise un mock pour plusieurs raisons
  - Comme `TournamentRepository` est déjà testé unitairement, on mock pour ne pas tester à nouveau ses comportements. On ne veut tester que le `TournamentService`
  - `TournamentRepository` est une interface, et l'on ne veut pas devoir créer une vraie instance seulement pour les tests
  - `TournamentRepository` pourrait communiquer avec une vraie base de données, on mock alors pour éviter cela et garder les tests rapides à exécuter
- Code source
- Code des tests

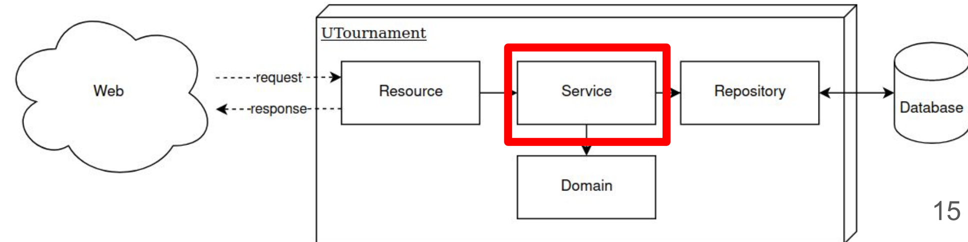
```java
public void deleteTournament(String tournamentIdString) {
    TournamentId tournamentId = TournamentId.fromString(tournamentIdString);
    tournamentRepository.remove(tournamentId);
}
```



Exemple de test unitaire avec des Mocks

```java
@ExtendWith(MockitoExtension.class)
class TournamentServiceTest {

    @Mock
    TournamentRepository tournamentRepository;

    @BeforeEach
    void setUp() {
        tournamentService = new TournamentService(tournamentFactory,
                tournamentRepository,
                findPlayableBracketsVisitor,
                winBracketVisitor);
    }

    @Test
    void canDeleteTournament() {
        tournamentService.deleteTournament(TOURNAMENT_ID_STRING);

        verify(tournamentRepository).remove(TOURNAMENT_ID);
    }
```

- Le mock crée un faux objet
- On l'injecte dans le constructeur du service
- Permet de vérifier que certains appels de méthode ont été faits
- Le `@ExtendWith` permet d'utiliser des mocks avec JUnit5



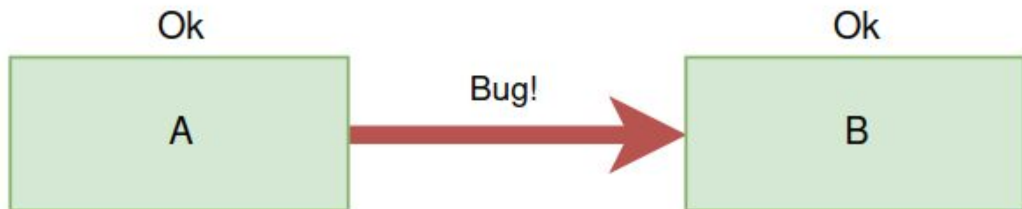
Exemple de test unitaire avec des Mocks

```java
@Test
void throwsWhenTournamentNotFound() {
    when(tournamentRepository.get(TOURNAMENT_ID)).thenReturn(Optional.empty());

    assertThrows(TournamentNotFoundException.class,
            () → tournamentService.getTournament(TOURNAMENT_ID_STRING));
}

@Test
void canGetTournamentFromId() {
    when(tournamentRepository.get(TOURNAMENT_ID)).thenReturn(Optional.of(tournament));

    TournamentDto gottenTournament = tournamentService.getTournament(TOURNAMENT_ID_STRING);

    assertThat(gottenTournament).isEqualTo(tournamentDto);
}
```

- Il est aussi possible de piloter les mocks
- `when().thenReturn()` permet de retourner un objet en particulier lorsque certains arguments sont passés à une méthode
- Facilite la mise en place des tests

Tests d'intégration

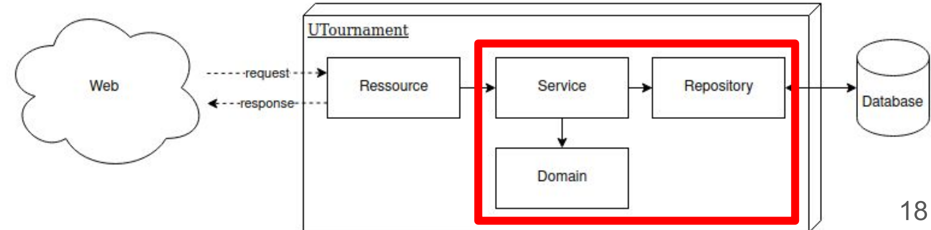
- Testent la collaboration entre des composantes (sans mock)
- Permettent de tester le flot de données entre les composantes
- Suppose que les composantes fonctionnent
  - Elles ont été testées unitairement, on ne teste pas en double
  - On vise surtout à tester que les unités interagissent correctement
- Outil
  - JUnit 5 (Framework de tests)
  - Google Truth (Permet de mieux exprimer des assertions)



Même si A et B sont corrects (testés unitairement), un bogue peut se glisser dans leur coopération

Exemple de test d'intégration

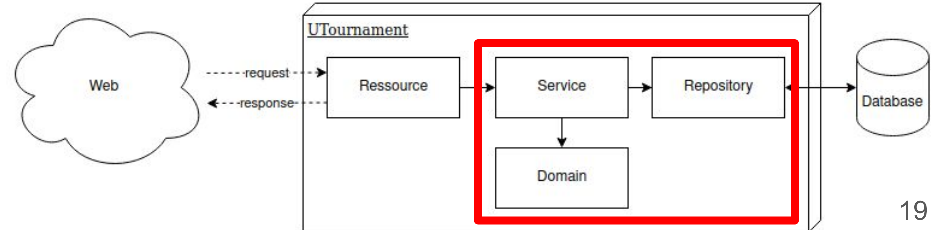
- TournamentService
- [Code source]
- [Code des tests]



Exemple de test d’intégration

- Tests sans mock
- On crée de vraies instances des dépendances

```
@Test
void canGetCreatedTournament() {
    TournamentId tournamentId = tournamentService.createTournament(TOURNAMENT_NAME, participantDtos);
    String tournamentIdString = tournamentId.toString();

    TournamentDto tournamentDto = tournamentService.getTournament(tournamentIdString);

    assertThat(tournamentDto.tournamentId).isEqualTo(tournamentIdString);
}
```



Tests de système

- Testent le système complet
  - Testent toutes les couches du système de l’interface utilisateur aux bases de données
  - Permettent aussi de tester la configuration du programme
  - Dans le cas d’une API
    - Démarre le serveur et simule des requêtes
    - Outils
      - REST-assured
  - Dans le cas d’application avec interface utilisateur
    - Démarre l’application et simule des entrées utilisateurs
    - Outils pour app web (JavaScript / ECMAScript)
      - Cypress
      - Selenium

https://www.guru99.com/system-testing.html

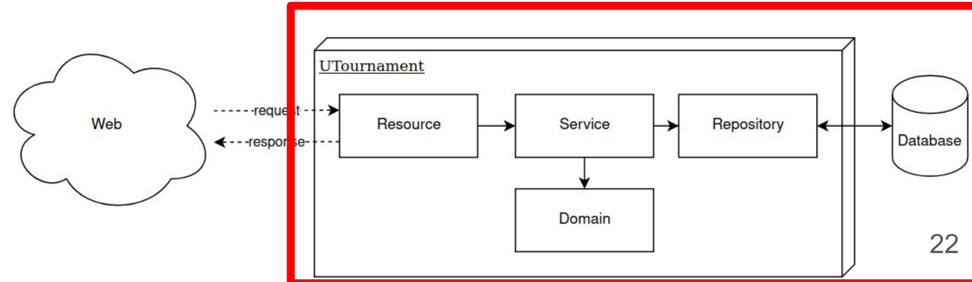
Tests de système: Quoi tester

- On évite les tests trop précis qui *assert* trop de choses sur le système
  - Ces comportements sont déjà testés avec des tests unitaires et intégrés
  - On évite ainsi des tests fragiles qui seront toujours brisés à la moindre modification
  - Il faut que ces tests puissent bien évoluer avec le changement du projet sans demander de constantes modifications
- En général, on évite
  - Une pléthore d'assertions sur la réponse du système
  - Qu'une route retourne exactement cette valeur
- On préfère
  - Valider que code HTTP ne retourne pas d'erreur
  - Qu'un header HTTP n'est pas vide
  - etc.

Exemple de test de bout en bout

```java
@BeforeAll
static void setUp() {
    UTournament.main(new String[0]);
}

@AfterAll
static void tearDown() {
    stop();
}
```

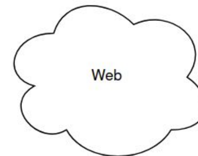
- Code des tests
- On démarre le serveur avant tous les tests
- On ferme après l'exécution des tests

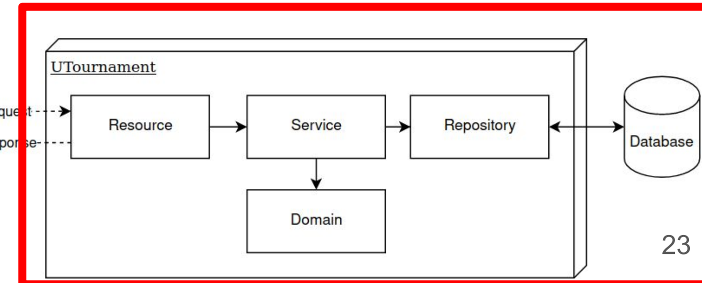


Exemple de test de bout en bout

```java
@Test
void healthReturnsOk() {
    Response response = when().get( s: BASE_URL + "/health");

    response.then().statusCode(200);
}

@Test
void canCreateTournamentHasLocationHeader() {
    TournamentCreation tournamentCreation = new TournamentCreation();
    tournamentCreation.name = "Smash";
    tournamentCreation.participants = ParticipantTestUtils.createParticipantDtos( num: 16);

    Response response = given().body(tournamentCreation).
            when().post( s: BASE_URL + "/");

    response.then().statusCode(200).header( s: "Location", not(emptyOrNullString()));
}
```

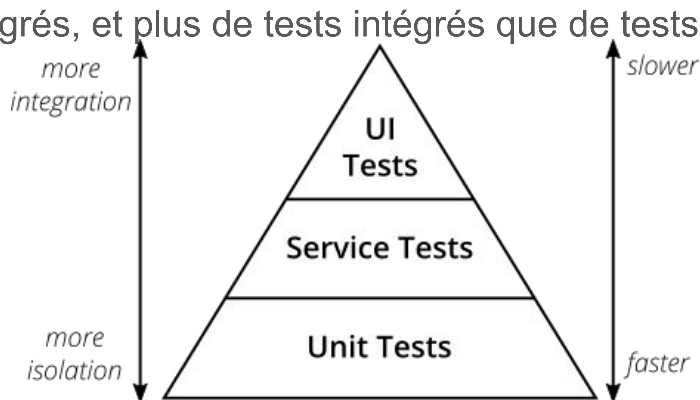
- On fait des requêtes HTTP sur le serveur
- Validations haut niveau
  - Status code
  - Headers
  - etc.





Comparaison entre les tests unitaires, intégrés et systèmes

- Portée des tests
  - Unitaire = une classe
  - Intégration = quelques classes
  - Système = tout le système
- Pyramide des tests
  - Il y aura plus de tests unitaires que de tests intégrés, et plus de tests intégrés que de tests systèmes
  - #unitaires > #intégrés > #systèmes
  - Comme une pyramide!



https://martinfowler.com/articles/practical-test-pyramid.html

Pourquoi la pyramide de tests?

- On a quatre fonctions
  - A possède a = 5 cas possibles
  - B possède b = 7 cas possibles
  - C possède c = 3 cas possibles
  - D qui appelle A, B et C. Ainsi, D possède a * b * c cas possibles
- Si on veut tester tous les cas de D de façon intégrée
  - il faudra a * b * c = 5 * 7 * 3 = 105 tests
- Si on veut tester tous les cas de A, B, C de façon unitaire
  - il faudra a + b + c = 5 + 7 + 3 = 15 tests
- Il est donc avantageux de tester unitairement pour couvrir le plus de cas possible

Integrated Tests Are a Scam, J.B. Rainsberger
https://www.youtube.com/watch?v=VDfX44fZoMc

Pourquoi la pyramide de tests?

- Les tests intégrés et systèmes ratissent large
  - S'ils échouent, le problème peut être n'importe où dans le code appelé
  - Plus difficile à déboguer qu'un test unitaire
  - Un test unitaire est plus précis et facile à déboguer
- Abus de tests intégrés
  - Fausse impression de sécurité
  - Tests fragiles
- **MAIS**, les tests intégrés permettent de trouver des problèmes qu'il serait impossible de trouver avec seulement des tests unitaires
- Les tests intégrés et de système peuvent apporter de la valeur

Integrated Tests Are a Scam, J.B. Rainsberger
https://www.youtube.com/watch?v=VDfX44fZoMc

Tests d'acceptation

- Testent le logiciel depuis la perspective de l'utilisateur
- Valident que le logiciel fait ce que le client demande
- Scénarios d'utilisation
  - Structure given-when-then
- Outil
  - Cucumber
  - IntelliJ offre une intégration avec Cucumber

https://www.agilealliance.org/glossary/acceptance

https://martinfowler.com/articles/practical-test-pyramid.html#acceptance

Structure d’un test d’acceptation

- Fichier de feature qui décrit les scénarios de tests avec gherking, un langage dédié au test (*domain-specific language* de test)
- Scénario de test
  - Given: énonce les préconditions
  - When: l’action testée
  - Then: les assertions
- Code source

```
Feature: tournament feature

  Scenario: Create a tournament
    Given the following participants
      | name     |
      | Alice    |
      | Bob      |
      | Caroline |
    When the user creates the tournament named Smash
    Then the tournament exists

  Scenario: Play a bracket
    Given the following participants
      | name   |
      | Dylan  |
      | Eliott |
      | Frank  |
      | Xavier |
    Given a tournament named Rocket League
    When the user plays the first playable bracket
    Then that bracket is played

  Scenario: Can delete tournament
    Given the following participants
      | name    |
      | Tommy   |
      | William |
      | Xavier  |
      | Yan     |
    Given a tournament named Smash
    When the user deletes the tournament
    Then the tournament does not exist
```

Code *glue*

```java
@Given("^the following participants$")
public void givenFollowingParticipants(final List<ParticipantDto> participantDtos) {
    this.participantDtos = participantDtos;
}

@Given("^a tournament named (.+)$")
public void givenTournament(String tournamentName) {
    tournamentId = createTournamentGetId(tournamentName, participantDtos);
}

@When("^the user deletes the tournament$")
public void whenDeleteTournament() {
    deleteTournament(tournamentId);
}

@Then("^the tournament does not exist$")
public void thenTournamentDoesNotExist() {
    getTournament(tournamentId).then().statusCode(404);
}
```

- Code qui vient adapter les énoncés gherking à votre application
- Utilisation d’expressions régulières pour le nom des étapes
- Possibilité de captures (.+)
- Code source

Intégration avec JUnit5

- Code source

```
@RunWith(Cucumber.class)
@CucumberOptions(plugin = {"pretty"}, features = "src/test/resources/features")
public class TournamentCucumberTest {
}
```

Bonus: Tests par propriétés (*Property-based Testing*)

- Pose des propriétés que le code doit respecter
  - Ex. Pour toute entrée, la sortie doit être positive
- Fonctionnement
  - La bibliothèque génère des cas de test aléatoirement pour tenter de faire échouer le test
  - Valide que la propriété est respectée
  - Si la propriété n’est pas respectée, retourne un cas simple pour aider le débogage
- Popularisé par QuickCheck, un bibliothèque de tests écrit en Haskell
- Il existe aussi des implémentations de QuickCheck en Java:
  - https://jqwik.net/
  - https://github.com/pholser/junit-quickcheck
  - etc.

QuickCheck: A Lightweight Tool for Random Testing of Haskell Programs, K. Claessen, J. Hughes

Exemple de *Property-based Testing*

- Dans le premier test, on valide que la valeur absolue d'un nombre est positive
- Dans le deuxième, on valide que la concaténation de deux Strings est de longueur plus grande que chacune des Strings d'entrée
- Il ne semble pas y avoir de problème avec le code
- Que dit jqwik?

```java
import net.jqwik.api.*;
import org.assertj.core.api.*;

class PropertyBasedTests {

	@Property
	boolean absoluteValueOfAllNumbersIsPositive(@ForAll int anInteger) {
		return Math.abs(anInteger) >= 0;
	}

	@Property
	void lengthOfConcatenatedStringIsGreaterThanLengthOfEach(
		@ForAll String string1, @ForAll String string2
	) {
		String conc = string1 + string2;
		Assertions.assertThat(conc.length()).isGreaterThan(string1.length());
		Assertions.assertThat(conc.length()).isGreaterThan(string2.length());
	}
}
```

Exemple tiré de
https://jqwik.net/docs/current/user-guide.html#writing-properties

Résultats — absoluteValueOfAllNumbersIsPositive

- Math.abs(-2147483648) = 2147483648
- Trop grand pour un int, alors overflow à -2147483648, un nombre négatif

```
                                |-------------------jqwik-------------------
tries = 10                      | # of calls to property
checks = 10                     | # of not rejected calls
generation = RANDOMIZED         | parameters are randomly generated
after-failure = PREVIOUS_SEED | use the previous seed
when-fixed-seed = ALLOW         | fixing the random seed is allowed
edge-cases#mode = MIXIN         | edge cases are mixed in
edge-cases#total = 9            | # of all combined edge cases
edge-cases#tried = 1            | # of edge cases tried in current run
seed = 2348343322668266667      | random seed to reproduce generated values

Sample
------
  arg0: -2147483648
```

Résultats — lengthOfConcatenatedStringIsGreaterThanLengthOfEach

- On a oublié le cas de Strings vides

```
                                   |-----------------------jqwik-----------------------
tries = 16                         | # of calls to property
checks = 16                        | # of not rejected calls
generation = RANDOMIZED            | parameters are randomly generated
after-failure = SAMPLE_FIRST       | try previously failed sample, then previous seed
when-fixed-seed = ALLOW            | fixing the random seed is allowed
edge-cases#mode = MIXIN            | edge cases are mixed in
edge-cases#total = 4               | # of all combined edge cases
edge-cases#tried = 0               | # of edge cases tried in current run
seed = -2370223836245802816        | random seed to reproduce generated values

Shrunk Sample (<n> steps)
-------------------------
  string1: ""
  string2: ""

Original Sample
---------------
  string1: "욒��갰븞樀滬��������ｒ빙�����ｧ꿭���焗歆牠"
  string2: ""
```

Tests par propriétés

- Permet de tester des cas que l'on aurait oublié de tester
  - Limites des types numériques
  - Chaînes de caractères vides
  - Gestion de l'UTF-8
  - Listes vides
  - Etc.
- Permet de rendre le code plus robuste
- Similaire au Fuzzing
- Peut être difficile de poser de bonnes propriétés
  - Il faut éviter de refaire l'algorithme dans la propriété