



# TP 2 : CI/CD avec GitHub Actions

---

Prérequis : TP 1 terminé (backend et frontend avec tests)

## 🎯 Objectifs du TP

---

**Objectif principal :** Automatiser les tests avec GitHub Actions

À la fin de ce TP, vous aurez :

1.  Crée un **workflow backend** qui teste automatiquement votre code Python
  2.  Crée un **workflow frontend** qui teste et build votre code TypeScript
  3.  Compris comment **déboguer** un workflow qui échoue
  4.  Protégé votre branche **main** pour empêcher les bugs d'arriver en production
  5.  Crée des **workflows réutilisables** et des **pipelines CI**
  6.  Séparé les **tests rapides** (unitaires) des **tests lents** (E2E)
  7.  Ajouté des **badges de status** à votre README
- 



## Qu'est-ce que CI/CD ?

---

**CI (Continuous Integration) :**

- Intégration Continue
- À chaque push, les tests s'exécutent automatiquement
- Déetecte les bugs immédiatement

**CD (Continuous Deployment) :**

- Déploiement Continu (TP 3)
- Si les tests passent, déploiement automatique

**GitHub Actions :**

- Service gratuit de GitHub
  - Exécute vos tests sur des serveurs GitHub
  - Vérifie chaque commit et pull request
- 



## Prérequis : Vérifier votre connexion GitHub

Avant de commencer, assurez-vous que vous pouvez pousser du code sur votre repository GitHub.

### 1. Allez dans votre repository cloné

```
cd chemin/vers/votre/repository
```

### 2. Testez votre connexion

```
git push origin main
```

Résultats possibles :

- **Everything up-to-date** → Parfait, vous êtes prêt !
- **Error: authentication failed** → Suivez les instructions ci-dessous

### 3. Configuration HTTPS (si vous avez une erreur)

Créer un Personal Access Token (PAT)

1. Sur GitHub, allez dans : **Settings → Developer settings → Personal access tokens → Tokens (classic)**
2. Cliquez sur "**Generate new token (classic)**"
3. Configurez :
  - Note : TP EDL
  - Expiration : 90 days
  - Cochez :  **repo** (accès complet aux repositories)

4. Cliquez sur "**Generate token**"
5. ⚠ Copiez le token immédiatement (vous ne pourrez plus le revoir !)

## Utiliser le token

Lors du prochain `git push`, Git vous demandera :

- **Username** : Votre nom d'utilisateur GitHub
  - **Password** : Collez votre token (PAS votre mot de passe GitHub !)
- 



## Structure d'un Workflow GitHub Actions

Un workflow GitHub Actions est un fichier **YAML** dans `.github/workflows/`.

### Structure de base :

```
name: Mon Workflow          # 1 Nom affiché dans GitHub

on:                            # 2 Quand s'exécute-t-il ?
  push:
    branches: [main]
  pull_request:
    branches: [main]

jobs:                          # 3 Les tâches à faire
  test:
    runs-on: ubuntu-latest # 4 Machine virtuelle
    steps:                 # 5 Les étapes
      - uses: actions/checkout@v4
      - run: pytest
```

### Concepts clés :

- `name` : Nom du workflow
- `on` : Déclencheurs (push, pull\_request, etc.)
- `jobs` : Tâches parallèles
- `steps` : Étapes séquentielles

- `uses` : Action pré-faite
  - `run` : Commande shell
- 

## ✍ Exercice 1 : Workflow Backend

---

### Objectif

Créer un workflow qui teste automatiquement le backend à chaque push.

### Instructions

1. Créez la structure des workflows :

```
mkdir -p .github/workflows
```

2. Créez le fichier `.github/workflows/backend.yml` avec ce squelette :

```
name: Backend Tests

on:
  push:
    branches: [main]

jobs:
  test:
    runs-on: ubuntu-latest

  steps:
    - name: Checkout code
      uses: actions/checkout@v4

      # TODO : Setup Python 3.11 avec cache pip

      # TODO : Installez UV avec pip

      # TODO : Installez les dépendances (cd backend && uv sync)
```

```
# TODO : Lancez les tests
```

### 3. Complétez les TODO en vous aidant de la documentation

#### Documentation utile :

- [actions/setup-python](#) : Pour Setup Python avec cache

#### Indices :

- **Setup Python** : Utilisez `actions/setup-python@v5` avec les paramètres :
  - `python-version: '3.11'`
  - `cache: 'pip'` (pour activer le cache automatique)
- **Commandes shell** : Utilisez `run:` suivi de la commande
- **Multi-lignes** : Utilisez `run: |` pour exécuter plusieurs commandes

#### Exemple de step avec run :

```
- name: Mon étape
  run: |
    cd mon-dossier
    ma-commande
```

### 4. Testez localement avant de pousser :

```
cd backend
uv run pytest -v --cov
```

### 5. Poussez et vérifiez sur GitHub Actions :

```
git add .github/workflows/backend.yml
git commit -m "ci: add backend workflow"
git push origin main
```

#### Résultat attendu

Dans l'onglet "Actions" sur GitHub, vous devriez voir :

```
✓ Backend Tests
  └ test
    ├ Checkout code
    ├ Setup Python
    ├ Install UV
    ├ Install dependencies
    └ Run tests
```

## ✍ Exercice 2 : Workflow Frontend

### Objectif

Créer un workflow qui teste et build le frontend automatiquement.

### Instructions

1. Créez le fichier `.github/workflows/frontend.yml` avec ce squelette :

```
name: Frontend Tests

on:
  push:
    branches: [main]

jobs:
  test:
    runs-on: ubuntu-latest

    steps:
      - name: Checkout code
        uses: actions/checkout@v4

        # TODO : Setup Node.js 18 avec cache npm
        # Indice : cache-dependency-path: frontend/package-lock.json

        # TODO : Installez les dépendances (cd frontend && npm ci)
```

```
# TODO : Lancez les tests
```

```
# TODO : Vérifiez le build
```

## 2. Complétez les TODO en vous aidant de la documentation

### Documentation utile :

- [actions/setup-node](#) : Pour Setup Node.js avec cache

### Indices :

- **Setup Node** : Utilisez `actions/setup-node@v4` avec les paramètres :
  - `node-version: '18'`
  - `cache: 'npm'`
  - `cache-dependency-path: frontend/package-lock.json`
- **npm ci** : Installe exactement les versions de `package-lock.json`

## 3. Testez localement :

```
cd frontend  
npm test -- --run  
npm run build
```

## 4. Poussez et vérifiez :

```
git add .github/workflows/frontend.yml  
git commit -m "ci: add frontend workflow"  
git push origin main
```

### Résultat attendu

Vous devriez voir **2 workflows en parallèle** :

-  Backend Tests
-  Frontend Tests

### Note importante

```
npm ci vs npm install :
```

- `npm ci` : Installe exactement ce qui est dans `package-lock.json` (déterministe)
  - `npm install` : Peut mettre à jour les versions (moins fiable pour CI)
- 

## ✍ Exercice 3 : Déboguer un Échec

### Objectif

Apprendre à lire les logs et corriger les erreurs de workflow.

### Instructions

1. Introduisez volontairement un bug dans `backend/tests/test_api.py` :

```
def test_health_check(client):
    response = client.get("/health")
    assert response.status_code == 200
    assert response.json()["status"] == "BROKEN" # ❌ Faux exprès !
```

2. Poussez le bug :

```
git add backend/tests/test_api.py
git commit -m "test: intentional failure for learning"
git push origin main
```

3. Observez l'échec sur GitHub Actions :

- Allez dans "Actions"
- Cliquez sur le workflow ❌ rouge
- Cliquez sur l'étape "Run tests"

4. Analysez les logs :

- Quel test échoue ?
- À quelle ligne ?

- Quelle est l'erreur exacte ?

## 5. Reproduisez localement :

```
cd backend  
uv run pytest tests/test_api.py::test_health_check -v
```

## 6. Corrigez le bug :

```
assert response.json()["status"] == "healthy" # ✓ Correct
```

## 7. Vérifiez localement puis poussez :

```
uv run pytest tests/test_api.py::test_health_check -v  
git add backend/tests/test_api.py  
git commit -m "fix: correct health check assertion"  
git push origin main
```

## ✓ Leçon apprise

Si ça passe localement, ça passera sur GitHub !

---

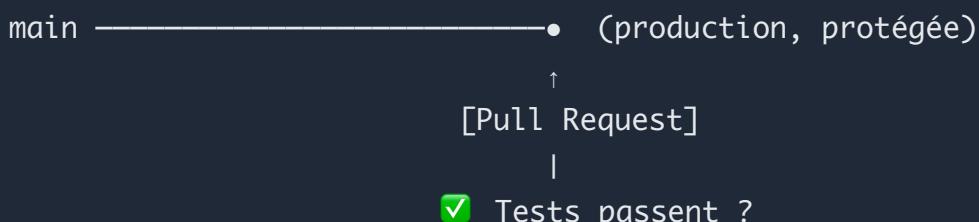
## ✍ Exercice 4 : Protection de Branches

---

### 📖 C'est quoi une Pull Request (PR) ?

**Concept simple :** Au lieu de pousser directement sur `main`, vous créez une **branche**, faites vos modifications, puis demandez à merger via une **Pull Request**.

Workflow visuel :



feature/ma-branche —●—●— (votre travail)

## Avantages :

- Les tests s'exécutent **avant** le merge
- Quelqu'un peut **review** votre code
- La branche `main` reste **stable**

Dans cet exercice, vous allez vivre cette situation !

---

## 🎯 Objectif

Empêcher les merges sur `main` si les tests échouent. Vous allez créer une branche avec un bug, ouvrir une PR, et voir GitHub bloquer le merge !

### 📘 Partie 1 : Activer la Protection de Branche

⚠️ **Prérequis :** Vous devez avoir déjà poussé vos workflows des exercices 1 et 2, et ils doivent avoir tourné au moins une fois.

1. Sur GitHub, allez dans votre repository → Settings → Branches

2. Cliquez sur "Add branch protection rule"

3. Configurez ces paramètres :

a) Branch name pattern

- Entrez : `main`

b) Require status checks to pass before merging

- Cochez la case "**Require status checks to pass before merging**"
- Dans la barre de recherche qui apparaît, tapez : `test`
- Cliquez sur `test` dans les résultats (c'est le nom du job de vos workflows)

💡 **Si `test` n'apparaît pas :** Vos workflows n'ont pas encore tourné. Retournez sur l'onglet "Actions" et vérifiez qu'ils ont bien été exécutés.

#### 4. Scrollez tout en bas et cliquez sur "Create"

⚠️ **Important :** Ne cochez RIEN d'autre ! Les autres options sont pour des cas avancés.

## ✓ Partie 2 : Tester avec une Branche Qui Casse les Tests

**Scénario réaliste :** Vous introduisez un bug accidentellement. GitHub doit vous empêcher de merger !

#### 1. Créez une nouvelle branche :

```
git checkout -b feature/test-branch-protection
```

#### 2. Introduisez un bug dans `backend/tests/test_api.py` :

```
def test_health_check(client):
    response = client.get("/health")
    assert response.status_code == 200
    assert response.json()["status"] == "BROKEN" # ❌ Bug volontaire
```

#### 3. Commitez et poussez :

```
git add backend/tests/test_api.py
git commit -m "test: intentionally break health check"
git push origin feature/test-branch-protection
```

#### 4. Créez une Pull Request :

```
# Si c'est la première fois, configurez le repo par défaut
gh repo set-default
# Sélectionnez VOTRE fork (pas le repo d'origine)

# Créez la PR
gh pr create --title "Test branch protection" --body "Testing if broke"
```

💡 **Attention :** les commandes `gh ...` nécessitent l'installation de **GitHub CLI**.

Si vous ne l'avez pas encore, installez-le avant d'exécuter ces commandes.

#### 5. Observez ce qui se passe :

- ⌚ Les workflows s'exécutent automatiquement
- ✖️ Le job `test` échoue (tests backend en erreur)
- 🔒 Le bouton "**Merge pull request**" devient **grisé et inutilisable**
- ⚠ GitHub affiche : "Required status check 'test' has not been successful"

## ✓ Partie 3 : Corriger et Merger

### 1. Corrigez le bug (toujours sur la même branche) :

```
assert response.json()["status"] == "healthy" # ✓ Correct
```

### 2. Commitez et poussez la correction :

```
git add backend/tests/test_api.py
git commit -m "fix: correct health check assertion"
git push origin feature/test-branch-protection
```

### 3. Observez la PR :

- ✓ Les workflows se relancent **automatiquement**
- ✓ Les tests passent maintenant
- ✓ Le bouton "**Merge pull request**" devient **vert et cliquable**

### 4. Mergez la PR :

- Cliquez sur "**Merge pull request**"
- Confirmez avec "**Confirm merge**"

### 5. Nettoyez votre environnement local :

```
git checkout main
git pull origin main
git branch -d feature/test-branch-protection
```

## 📸 Ce Que Vous Devriez Voir

### Étape 5 - PR bloquée :

⚠ Merging is blocked  
✗ Required status check "test" has not been successful

Some checks were not successful  
✗ Backend Tests / test – Failed

This branch has not been approved  
🔒 Merge blocked

### Étape 3 (après fix) - PR débloquée :

✓ All checks have passed  
✓ Backend Tests / test – Passed  
✓ Frontend Tests / test – Passed

This branch has no conflicts with the base branch  
🎉 Ready to merge

## 💡 Points Clés à Comprendre

### Q1 : Pourquoi est-ce important ?

- R : Empêche les bugs d'arriver en production. Si un développeur casse quelque chose, GitHub le force à corriger **avant** de merger.

### Q2 : Est-ce que ça ralentit le développement ?

- R : Non ! Au contraire, ça évite de perdre du temps à déboguer en production. "*Fail fast, fix fast*".

### Q3 : Peut-on contourner cette protection ?

- R : Oui, les admins du repo peuvent forcer le merge. Mais **c'est une mauvaise pratique** sauf urgence critique.

---

## ✍ Exercice 5 : Workflows Réutilisables

---

## Objectif

Créer un pipeline CI global qui orchestre backend et frontend.

## Instructions

### 1. Rendez vos workflows réutilisables :

Dans `backend.yml` et `frontend.yml`, ajoutez `pull_request` et `workflow_call` aux déclencheurs :

```
on:  
  push:  
    branches: [main]  
  pull_request: # ✨ Nouveau !  
    branches: [main]  
  workflow_call: # ✨ Nouveau !
```

### 2. Créez `.github/workflows/ci-pipeline.yml` :

```
name: CI Pipeline  
  
on:  
  push:  
    branches: [main]  
  pull_request:  
    branches: [main]  
  
jobs:  
  backend:  
    name: Backend Tests  
    uses: ./github/workflows/backend.yml  
  
  frontend:  
    name: Frontend Tests  
    uses: ./github/workflows/frontend.yml  
  
summary:  
  name: All Tests Passed  
  needs: [backend, frontend]
```

```
runs-on: ubuntu-latest
steps:
  - name: 🎉 Success
    run: echo "🎉 Tous les tests sont passés !"
```

### 3. Poussez et observez :

```
git add .github/workflows/
git commit -m "ci: add reusable workflows and pipeline"
git push origin main
```

#### ✓ Résultat

Vous verrez maintenant **3 workflows** :

- Backend Tests
- Frontend Tests
- CI Pipeline (résumé global)

Le job `summary` attend que backend **ET** frontend soient terminés avant de s'exécuter.

## ✍ Exercice 6 : Séparer Tests Unitaires et E2E

### Objectif

Exécuter les tests rapides (unitaires) sur toutes les branches, mais les tests lents (E2E) seulement sur `main`. Les tests **E2E (end-to-end)** vérifient le fonctionnement complet de l'application comme le ferait un utilisateur réel (du frontend au backend, base de données, API, etc.). Ils sont plus lents que les tests unitaires, c'est pourquoi on ne les exécute que sur la branche `main`.

### Instructions

#### Partie 1 : Marquer les tests E2E

1. Dans `backend/tests/conftest.py`, ajoutez :

```
def pytest_configure(config):
    """Enregistre les markers personnalisés"""
    config.addinivalue_line(
        "markers",
        "e2e: mark test as end-to-end test (slow)"
    )
```

2. Dans `backend/tests/test_api.py`, créez un test E2E :

```
import pytest

@pytest.mark.e2e
def test_complete_task_lifecycle(client):
    """Test E2E : Créer plusieurs tâches et les lister."""
    # Créer la première tâche
    response = client.post("/tasks", json={
        "title": "Tâche E2E 1",
        "description": "Première tâche"
    })
    assert response.status_code == 201
    task1_id = response.json()["id"]

    # Créer la deuxième tâche
    response = client.post("/tasks", json={
        "title": "Tâche E2E 2",
        "description": "Deuxième tâche"
    })
    assert response.status_code == 201
    task2_id = response.json()["id"]

    # Lister toutes les tâches
    response = client.get("/tasks")
    assert response.status_code == 200
    tasks = response.json()
    assert len(tasks) >= 2

    # Vérifier que nos deux tâches sont dans la liste
    task_ids = [task["id"] for task in tasks]
    assert task1_id in task_ids
    assert task2_id in task_ids
```

### 3. Testez localement les différentes commandes :

```
cd backend
# Tests unitaires seulement
uv run pytest -v -m "not e2e"

# Tests E2E seulement
uv run pytest -v -m "e2e"

# Tous les tests
uv run pytest -v
```

## Partie 2 : Modifier le workflow backend pour séparer les tests

### 4. Modifiez `.github/workflows/backend.yml` pour ajouter 2 jobs au lieu d'un seul :

Remplacez le contenu complet par :

```
name: Backend Tests

on:
  push:
    branches: [main]
  pull_request:
    branches: [main]
  workflow_call:

jobs:
  unit-tests:
    name: Unit Tests
    runs-on: ubuntu-latest

    steps:
      - name: 📁 Checkout code
        uses: actions/checkout@v4

      - name: 🐍 Setup Python 3.11
        uses: actions/setup-python@v5
        with:
          python-version: '3.11'
```

```
cache: 'pip'

- name: 📦 Install UV
  run: pip install uv

- name: 📚 Install dependencies
  run: |
    cd backend
    uv sync

- name: ✂️ Run unit tests only
  run: |
    cd backend
    uv run pytest -v -m "not e2e"

e2e-tests:
  name: E2E Tests
  runs-on: ubuntu-latest
  if: github.ref == 'refs/heads/main' # ✨ Seulement sur main !
  needs: unit-tests

steps:
  - name: 📁 Checkout code
    uses: actions/checkout@v4

  - name: 🐍 Setup Python 3.11
    uses: actions/setup-python@v5
    with:
      python-version: '3.11'
      cache: 'pip'

  - name: 📦 Install UV
    run: pip install uv

  - name: 📚 Install dependencies
    run: |
      cd backend
      uv sync

  - name: ✂️ Run E2E tests only
    run: |
```

```
cd backend  
uv run pytest -v -m "e2e"
```

### Changements clés :

- **2 jobs** au lieu d'un seul : `unit-tests` et `e2e-tests`
- `if: github.ref == 'refs/heads/main'` → Le job E2E ne tourne que sur main
- `needs: unit-tests` → Les E2E attendent que les tests unitaires passent

### 5. Testez le comportement différent entre PR et main :

#### Étape 1 : Tester sur main d'abord

Poussez vos changements sur main :

```
git add .  
git commit -m "feat: split unit and E2E tests"  
git push origin main
```

→ Sur GitHub, allez dans **Actions** → Cliquez sur le workflow "**Backend Tests**" → Vous devriez voir **les deux jobs** : "**Unit Tests**" ET "**E2E Tests**" s'exécuter.

#### Étape 2 : Tester sur une PR

Créez une branche et une PR pour voir que les E2E ne tournent pas :

```
# Assurez-vous d'être sur main et à jour  
git checkout main  
git pull origin main  
  
# Créez une nouvelle branche  
git checkout -b test/pr-no-e2e  
echo "# Test PR" >> README.md  
git add .  
git commit -m "test: verify E2E don't run on PR"  
git push origin test/pr-no-e2e  
gh pr create --title "Test E2E sur PR" --body "Vérifier que E2E ne tou
```

→ Sur GitHub, allez dans **Actions** → Cliquez sur le workflow "**Backend Tests**" de la PR → Vous devriez voir **seulement le job "Unit Tests"** s'exécuter (pas de E2E

Tests).

## ✓ Résultat attendu

- **Sur PR :** Seulement le job "**Unit Tests**" s'exécute ⚡ (rapide)
- **Sur main :** Les jobs "**Unit Tests**" ET "**E2E Tests**" s'exécutent 🐛 (plus lent mais complet)

# ✍ Exercice 7 : Badges de Status

## Objectif

Afficher le statut des workflows dans votre README.

## Instructions

1. Modifiez `README.md` et ajoutez au début :

```
# TaskFlow API

! [Backend Tests](https://github.com/VOTRE_NOM/VOTRE_REPO/workflows/Backend%20Tests)
! [Frontend Tests](https://github.com/VOTRE_NOM/VOTRE_REPO/workflows/Frontend%20Tests)
! [CI Pipeline](https://github.com/VOTRE_NOM/VOTRE_REPO/workflows/CI%20Pipeline)
```

2. Remplacez :

- `VOTRE_NOM` → Votre username GitHub
- `VOTRE_REPO` → Nom de votre repo

3. Poussez :

```
git add README.md
git commit -m "docs: add CI badges"
git push origin main
```

## ✓ Résultat

Sur GitHub, vous verrez des badges qui se mettent à jour automatiquement :

Backend Tests Frontend Tests CI Pipeline

## Récapitulatif

Félicitations ! Vous avez maintenant :

**Exercice 1** : Workflow backend automatisé (avec cache pip automatique)   
**Exercice 2** : Workflow frontend automatisé (avec cache npm automatique) **Exercice 3** : Compétences en débogage de workflows **Exercice 4** : Protection de branches pour empêcher les bugs d'arriver en production **Exercice 5** : Pipeline CI global avec workflows réutilisables **Exercice 6** : Séparation tests unitaires / E2E **Exercice 7** : Badges de status dans le README

## Compétences Acquises

Vous savez maintenant :

- Créer et configurer des workflows GitHub Actions
- Utiliser le cache automatique pour accélérer les builds
- Déboguer des workflows qui échouent
- Protéger la branche `main` contre les bugs
- Créer des Pull Requests et comprendre le processus de review
- Organiser des pipelines CI complexes
- Séparer tests rapides et tests lents
- Afficher le statut de vos workflows avec des badges

Ces compétences sont directement utilisables en entreprise !

Temps total estimé : 4-5 heures

## Erreurs Fréquentes

## uv: command not found

**Cause :** UV n'est pas installé ou pas dans le PATH **Solution :** Vérifiez que vous avez bien pip install uv dans votre workflow

## Tests qui passent localement mais échouent sur GitHub

**Causes possibles :**

1. Variable d'environnement manquante
2. Dépendance système manquante
3. Timezone différente
4. Version de Python/Node différente

**Déboguer :** Reproduisez exactement les mêmes commandes localement avec la même version

## "Required status check has not been successful"

**Cause :** Vous avez activé la protection de branche mais les tests échouent **Solution :** C'est normal ! Corrigez vos tests sur la branche, poussez à nouveau, et le merge se débloquera

## Cache qui ne se restaure pas

**Cause :** Le cache pip/npm automatique ne fonctionne que si les fichiers de dépendances ( requirements.txt , package-lock.json , etc.) n'ont pas changé **Solution :** C'est normal si vous avez modifié vos dépendances. Le cache se reconstruira automatiquement

---



## BONUS : Workflow Java (Optionnel)

---

Pour les étudiants qui ont fait les exercices Java du TP 1.

### Objectif

Tester automatiquement les 3 projets Java (calculator, string-utils, bank-account).

## Instructions

1. Créez `.github/workflows/java.yml` :

```
name: Java Tests (Optional)

on:
  push:
    branches: [main]
    paths:
      - 'java-exercises/**'
  pull_request:
    branches: [main]
    paths:
      - 'java-exercises/**'
  workflow_dispatch:

jobs:
  test:
    name: Test Java Exercises
    runs-on: ubuntu-latest

    steps:
      - name: 📁 Checkout code
        uses: actions/checkout@v4

      - name: ⚒ Setup Java
        uses: actions/setup-java@v4
        with:
          distribution: 'temurin'
          java-version: '17'

      - name: 🧪 Test Calculator
        working-directory: java-exercises/calculator
        run: |
          javac -cp ../../lib/junit-4.13.2.jar../../lib/hamcrest-core-1.3.jar
          java -cp ../../lib/junit-4.13.2.jar../../lib/hamcrest-core-1.3.jar

      - name: 📄 Test String Utils
        working-directory: java-exercises/string-utils
        run: |
```

```
javac -cp ../../lib/junit-4.13.2.jar../../lib/hamcrest-core-1.3.jar TestBankAccount.java  
java -cp ../../lib/junit-4.13.2.jar../../lib/hamcrest-core-1.3.jar TestBankAccount
```

- name: 🏦 Test Bank Account
- working-directory: java-exercises/bank-account
- run:
  - | javac -cp ../../lib/junit-4.13.2.jar../../lib/hamcrest-core-1.3.jar TestBankAccount.java
  - | java -cp ../../lib/junit-4.13.2.jar../../lib/hamcrest-core-1.3.jar TestBankAccount

## Nouveaux concepts

**paths:** - Déclenchement conditionnel

```
on:  
  push:  
    paths:  
      - 'java-exercises/**'
```

Le workflow ne s'exécute que si vous modifiez des fichiers Java.

**workflow\_dispatch:** - Lancement manuel Vous pouvez lancer le workflow manuellement depuis l'onglet Actions.

**working-directory:** - Répertoire de travail

```
- name: Test Calculator  
  working-directory: java-exercises/calculator
```

Plus propre que d'utiliser `cd` dans chaque commande.

## Test

### Option 1 : Modifier un fichier Java

```
echo "// Test CI" >> java-exercises/calculator/Calculator.java  
git add java-exercises/  
git commit -m "test: trigger Java workflow"  
git push
```

## **Option 2 : Lancement manuel**

1. Allez dans "Actions" → "Java Tests (Optional)"
2. Cliquez sur "Run workflow"
3. Sélectionnez "main" et cliquez "Run workflow"