Orchestration de conteneurs et CI/CD

ESGI Lyon - 2022/2023

- Présentation disponible à l'adresse: https://dduportal.github.io/esgi-containers-ci-cd/2023
- Version PDF de la présentation : Cliquez ici
- Contenu sous licence Creative Commons Attribution 4.0 International License
  - Une partie du contenu provient de https://github.com/cicd-lectures/slides (auteurs: Julien Levesy et moi-même)
- Code source de la présentation: https://github.com/dduportal/esgi-containers-ci-cd

Comment utiliser cette présentation ?

- Pour naviguer, utilisez les flèches en bas à droite (ou celles de votre clavier)
  - Gauche/Droite: changer de chapitre
  - Haut/Bas: naviguer dans un chapitre
- Pour avoir une vue globale : utiliser la touche "o" (pour "**Overview**")

Bonjour !

La suite: vers le bas ⬇

Damien DUPORTAL

- Staff Software Engineer chez CloudBees pour le projet Jenkins
- Freelancer
- Me contacter :
  - damien.duportal <chez> gmail.com
  - dduportal
  - Damien Duportal
  - @DamienDuportal

Et vous ?

A propos du cours

- Alternance de théorie et de pratique pour être le plus interactif possible
- Compatible Distanciel / Présentiel
- Contenu entièrement libre et open-source
    - N'hésitez pas ouvrir des Pull Request si vous voyez des améliorations ou problèmes: sur cette page (😉 wink wink)

Calendrier

- **Distanciel** 🛏️ Mercredi 01 février 2023 - 14h → 17h15
- **Présentiel** 🎓 Mardi 28 février 2023 - 14h → 17h15
- **Présentiel** 🎓 Mercredi 01 mars 2023 - 08h → 17h16
- **Présentiel** 🎓 Jeudi 02 mars 2023 - 08h → 13h
- **Distanciel** 🛏️ Vendredi 28/04 - 09h45 → 13h00

Evaluation

- Pourquoi ? s’assurer que vous avez acquis un minimum de concepts
- Quoi ? Une note sur 20, basée sur une liste de critères exhaustifs
- Comment ? Un projet GitHub (public) à me rendre (timing à déterminer ensemble)

Plan

- Introduction
- Rappels (Ligne de commande, Git)
- Intégration Continue (CI)
- Rappels (Docker)
- Docker Avancé
- Orchestration de Containers
- Déploiement Continu (CD)

La suite: vers la droite ➡

Vous avez dit "DevOps" ?

Avant : le cycle en V

What could go right?

Copyright © https://www.projectcartoon.com under the Creative Commons Attribution 3.0 Unported License

Et dans la vraie vie c’est pire !

Copyright © https://www.projectcartoon.com under the Creative Commons Attribution 3.0 Unported License

Problématique

Travail basé sur les hypothèses de départ + Temps écoulé entre la capture du besoin et la mise à disposition en production

- Le besoin a forcément évolué dans ce laps de temps
- Erreur de capture du besoin == coût de l'erreur décuplé avec le temps

Agile

- Travailler par petites itérations **complètes**
  - Commencer petit
  - Confronter le logiciel au plus tôt aux utilisateurs.
  - Refaire des hypothèses basées sur ce que l'on à appris, et recommencer !
- "Embrasser" le changement : Votre logiciel va changer en **continu**

Source

Manifest Agile

- https://agilemanifesto.org/iso/fr/manifesto.html

Le mur de la confusion

Source

La clé : gérer le changement!

- Le changement ne doit pas être un événement, ça doit être la **norme**
- Faire en sorte que changer quelque chose soit:
  - Facile
  - Rapide
  - Stable
  - Sûr

Say Hello to DevOps

Heureusement, vous avez des outils à disposition !

Préparer votre environnement de travail

Outils Nécessaires 🛠️

- Un navigateur web récent (et décent)
- Un compte sur GitHub

GitPod

GitPod.io : Environnement de développement dans le ☁ "nuage"

- **But:** reproductible
- Puissance de calcul sur un serveur distant
- Éditeur de code VSCode dans le navigateur
- Gratuit pour 50h par mois (⚠)

Démarrer avec GitPod 🚀

- Rendez vous sur https://gitpod.io
- Authentifiez vous en utilisant votre compte GitHub:
  - Bouton "Login" en haut à droite
  - Puis choisissez le lien "Continue with GitHub"

⚠ Pour les "autorisations", passez sur la slide suivante

Autorisations demandées par GitPod 🔓

Lors de votre première connexion, GitPod va vous demander l'accès (à accepter) à votre email public configuré dans GitHub :

⚠ Passez à la slide suivante avant d'aller plus loin

Validation du Compte GitPod 📱

GitPod vous demande votre numéro de téléphone mobile afin d'éviter les abus (service gratuit).
Saisissez un numéro de téléphone valide pour recevoir par SMS un code de déblocage :

⚠ Passez à la slide suivante avant d'aller plus loin

Choix de l'Éditeur de Code ✎

Choisissez l'éditeur "VSCode Browser" (la première tuile) :

⚠ Passez à la slide suivante avant d'aller plus loin

Workspaces GitPod 🗂️

- Vous arrivez sur la page listant les "workspaces" GitPod :
- Un workspace est une instance d'un environnement de travail virtuel (C'est un ordinateur distant)
- ⚠ Faites attention à réutiliser le même workspace tout au long de ce cours⚠

Permissions GitPod <→ GitHub 🔐

- Pour les besoins de ce cours, vous devez autoriser GitPod à pouvoir effectuer certaines modification dans vos dépôts GitHub
- Rendez-vous sur la page des intégrations avec GitPod
- Éditez les permissions de la ligne "GitHub" (les 3 petits points à droits) et sélectionnez uniquement :
  - `user:email`
  - `public_repo`
  - `workflow`

Démarrer l'environnement GitPod

Cliquez sur le bouton ci-dessous pour démarrer un environnement GitPod personnalisé:

Open in Gitpod

Après quelques secondes (minutes?), vous avez accès à l'environnement:

- Gauche: navigateur de fichiers ("Workspace")
- Haut: éditeur de texte ("Get Started")
- Bas: Terminal interactif
- À droite en bas: plein de popups à ignorer (ou pas?)

Source disponible dans : https://github.com/dduportal/esgi-gitpod

Checkpoint 🎯

- Vous devriez pouvoir taper la commande `whoami` dans le terminal de GitPod:
  - Retour attendu: `gitpod`
- Vous devriez pouvoir fermer le fichier "Get Started"…
  - … et ouvrir le fichier `.gitpod.yml`

On peut commencer !

Ligne de commande

Guide de survie

🤔 Problématique

- Communication Humain <→ Machine
- Base commune de TOUS les outils

CLI

- 🇬🇧 CLI == "Command Line Interface"
- 🇫🇷 "Interface de Ligne de Commande"

REPL

Pour les théoriciens et curieux :

- 🇬🇧 REPL == "Read–eval–print loop"

https://en.wikipedia.org/wiki/Read%E2%80%93eval%E2%80%93print_loop

Anatomie d'une commande

```
ls --color=always -l /bin
```

Copy

- Séparateur : l'espace
- Premier élément (`ls`) : c'est la commande
- Les éléments commençant par un tiret – sont des "options" et/ou drapeaux ("flags")
  - "Option" == "Optionnel"
- Les autres éléments sont des arguments (`/bin`)
  - Nécessaire (par opposition)

Manuel des commande

- Afficher le manuel de `<commande>` :

```
man <commande> # Commande 'man' avec comme argument le nom de ladite commande
```

  - Navigation avec les flèches haut et bas
    - Tapez `/` puis une chaîne de texte pour chercher
    - Touche `n` pour sauter d'occurrence en occurrence
  - Touche `q` pour quitter

🎓 Essayez avec `ls`, chercher le mot `color`

- 💡 La majorité des commandes fournit également une option (`--help`), un flag (`-h`) ou un argument (`help`)
- Google c'est pratique aussi hein !

Raccourcis

Dans un terminal Unix/Linux/WSL :

- `CTRL + C` : Annuler le process ou prompt en cours
- `CTRL + L` : Nettoyer le terminal
- `CTRL + A` : Positionner le curseur au début de la ligne
- `CTRL + E` : Positionner le curseur à la fin de la ligne
- `CTRL + R` : Rechercher dans l'historique de commandes

🎓 Essayez-les !

Commandes de base 1/2

- `pwd` : Afficher le répertoire courant
  - 🎓 Option `-P` ?
- `ls` : Lister le contenu du répertoire courant
  - 🎓 Options `-a` et `-l` ?
- `cd` : Changer de répertoire
  - 🎓 Sans argument : que se passe t'il ?
- `cat` : Afficher le contenu d'un fichier
  - 🎓 Essayez avec plusieurs arguments
- `mkdir` : créer un répertoire
  - 🎓 Option `-p` ?

Commandes de base 2/2

- `echo` : Afficher un (des) message(s)
- `rm` : Supprimer un fichier ou dossier
- `touch` : Créer un fichier
- `grep` : Chercher un motif de texte

Arborescence de fichiers 1/2

- Le système de fichier a une structure d'arbre
  - La racine du disque dur c'est `/` : 🎓 `ls -l /`
  - Le séparateur c'est également `/` : 🎓 `ls -l /usr/bin`
- Deux types de chemins :
  - Absolu (depuis la racine): Commence par `/` (Ex. `/usr/bin`)
  - Sinon c'est relatif (e.g. depuis le dossier courant) (Ex `./bin` ou `local/bin/`)

Source

Arborescence de fichiers 2/2

- Le dossier "courant" c'est `.` : 🎓 `ls -l ./bin # Dans le dossier /usr`
- Le dossier "parent" c'est `..` : 🎓 `ls -l ../ # Dans le dossier /usr`
- ~ (tilde) c'est un raccourci vers le dossier de l'utilisateur courant : 🎓 `ls -l ~`
- Sensible à la casse (majuscules/minuscules) et aux espaces : 🎓

```
ls -l /bin
ls -l /Bin
mkdir ~/"Accent tué"
ls -d ~/Accent\ tué
```

Copy

Un language (?)

- Variables interpolées avec le caractère "dollar" `$` :

```
echo $MA_VARIABLE
echo "$MA_VARIABLE"
echo ${MA_VARIABLE}

# Recommendation
echo "${MA_VARIABLE}"

MA_VARIABLE="Salut tout le monde"

echo "${MA_VARIABLE}"
```

Copy

- Sous commandes avec `$(<command>)` :

```
echo ">> Contenu de /tmp :\n$(ls /tmp)"
```

Copy

- Des `if`, des `for` et plein d'autres trucs (https://tldp.org/LDP/abs/html/)

Codes de sortie

- Chaque exécution de commande renvoie un code de retour (🇬🇧 "exit code")
  - Nombre entier entre 0 et 255 (en POSIX)
- Code accessible dans la variable **éphémère** `$?` :

```
ls /tmp
echo $?

ls /do_not_exist
echo $?

# Une seconde fois. Que se passe-t'il ?
echo $?
```

Copy

Entrée, sortie standard et d'erreur

```
ls -l /tmp
echo "Hello" > /tmp/hello.txt
ls -l /tmp
ls -l /tmp >/dev/null
ls -l /tmp 1>/dev/null

ls -l /do_not_exist
ls -l /do_not_exist 1>/dev/null
ls -l /do_not_exist 2>/dev/null

ls -l /tmp /do_not_exist
ls -l /tmp /do_not_exist 1>/dev/null 2>&1
```

Copy

Pipelines

- Le caractère "pipe" `|` permet de chaîner des commandes
  - Le "stdout" de la première commande est branchée sur le "stdin" de la seconde
- Exemple : Afficher les fichiers/dossiers contenant le lettre `d` dans le dossier `/bin` :

```
ls -l /bin

ls -l /bin | grep "d" --color=auto
```

Copy

Exécution 1/2

- Les commandes sont des fichier binaires exécutables sur le système :

```
command -v cat # équivalent de "which cat"

ls -l "$(command -v cat)"
```

Copy

- La variable d'environnement `$PATH` liste les dossiers dans lesquels chercher les binaires
  - 💡 Utiliser cette variable quand une commande fraîchement installée n'est pas trouvée

Exécution 2/2

- Exécution de scripts :
  - Soit appel direct avec l'interprétateur : `sh ~/monscript.txt`
  - Soit droit d'exécution avec un "shebang" (e.g. `#!/bin/bash`)

```
$ chmod +x ./monscript.sh

$ head -n1 ./monscript.sh
#!/bin/bash

$ ./monscript.sh
# Exécution
```

Copy

Git

Guide de survie

🤔 Problématique

- Support de communication
  - Humain → Machine
  - Humain <→ Humain
- Besoins de traçabilité, de définition explicite et de gestion de conflits
  - Collaboration requise pour chaque changement (revue, responsabilités)

Tracer le changement dans le code

avec un **VCS** : 🇬🇧 Version Control System

également connu sous le nom de SCM (🇬🇧 Source Code Management)

Pourquoi un VCS ?

- Pour conserver une trace de **tous** les changements dans un historique
  - "Source unique de vérité" (🇬🇧 *Single Source of Truth*)
- Pour **collaborer** efficacement sur un même référentiel

Concepts des VCS

Source : https://git-scm.com/book/en/v2/Getting-Started-About-Version-Control

Quel VCS utiliser ?

Nous allons utiliser **Git**

Git

Git is a free and open source distributed version control system designed to handle everything from small to very large projects with speed and efficiency.

https://git-scm.com/

Les 3 états avec Git

- L'historique ("Version Database") : dossier `.git`
- Dossier de votre projet ("Working Directory") - Commande
- La zone d'index ("Staging Area")

Source : https://git-scm.com/book/fr/v2/D%C3%A9marrage-rapide-Rudiments-de-Git#*les_trois*%C3%A9tats

🎓 Exercice avec Git - 1.1

- Dans le terminal de votre environnement GitPod:
  - Créez un dossier vide nommé `projet-vcs-1` dans le répertoire `/workspace`, puis positionnez-vous dans ce dossier

```
mkdir -p /workspace/projet-vcs-1/
cd /workspace/projet-vcs-1/
```

  - Est-ce qu'il y a un dossier `.git/` ?
  - Essayez la commande `git status` ?
- Initialisez le dépôt git avec `git init`
  - Est-ce qu'il y a un dossier `.git/` ?
  - Essayez la commande `git status` ?

✅ Solution de l'exercice avec Git - 1.1

```
mkdir -p /workspace/projet-vcs-1/
cd /workspace/projet-vcs-1/
ls -la # Pas de dossier .git
git status # Erreur "fatal: not a git repository"
git init ./
ls -la # On a un dossier .git
git status # Succès avec un message "On branch master No commits yet"
```

Copy

🎓 Exercice avec Git - 1.2

- Créez un fichier `README.md` dedans avec un titre et vos nom et prénoms
  - Essayez la commande `git status` ?
- Ajoutez le fichier à la zone d'indexation à l'aide de la commande `git add (...)`
  - Essayez la commande `git status` ?
- Créez un commit qui ajoute le fichier `README.md` avec un message, à l'aide de la commande `git commit -m <message>`
  - Essayez la commande `git status` ?

✅ Solution de l’exercice avec Git - 1.2

```
echo "# Read Me\n\nObi Wan" > ./README.md
git status # Message "Untracked file"

git add ./README.md
git status # Message "Changes to be committed"
git commit -m "Ajout du README au projet"
git status  # Message "nothing to commit, working tree clean"
```

Copy

Terminologie de Git - Diff et changeset

diff: un ensemble de lignes "changées" sur un fichier donné

10 cluster/addons/node-problem-detector/npd.yaml

```diff
@@ -26,28 +26,28 @@ subjects:
  apiVersion: apps/v1
  kind: DaemonSet
  metadata:
-   name: npd-v0.8.0
+   name: npd-v0.8.5
    namespace: kube-system
    labels:
      k8s-app: node-problem-detector
-     version: v0.8.0
+     version: v0.8.5
      kubernetes.io/cluster-service: "true"
      addonmanager.kubernetes.io/mode: Reconcile
  spec:
    selector:
      matchLabels:
        k8s-app: node-problem-detector
-       version: v0.8.0
+       version: v0.8.5
    template:
      metadata:
        labels:
          k8s-app: node-problem-detector
-         version: v0.8.0
+         version: v0.8.5
          kubernetes.io/cluster-service: "true"
```

changeset: un ensemble de "diff" (donc peut couvrir plusieurs fichiers)

Showing 12 changed files with **314 additions** and **200 deletions**.

- 3 Jenkinsfile
- 10 make.ps1
- 456 tests/plugins-cli.Tests.ps1
- 2 tests/plugins-cli.bats
- 2 tests/plugins-cli/Dockerfile-windows
- 16 tests/plugins-cli/custom-war/Dockerfile-windows

Terminologie de Git - Commit

commit: un changeset qui possède un (commit) parent, associé à un message

"HEAD": C'est le dernier commit dans l'historique

🎓 Exercice avec Git - 2

- Afficher la liste des commits
- Afficher le changeset associé à un commit
- Modifier du contenu dans `README.md` et afficher le diff
- Annulez ce changement sur `README.md`

✅ Solution de l’exercice avec Git - 2

```
git log

git show # Show the "HEAD" commit
echo "# Read Me\n\nObi Wan Kenobi" > ./README.md

git diff
git status

git checkout -- README.md
git status
```

Copy

Terminologie de Git - Branche

- Abstraction d’une version "isolée" du code
- Concrètement, une **branche** est un alias pointant vers un "commit"

🎓 Exercice avec Git - 3

- Créer une branche nommée `feature/html`
- Ajouter un nouveau commit contenant un nouveau fichier `index.html` sur cette branche
- Afficher le graphe correspondant à cette branche avec `git log --graph`

✅ Solution de l’exercice avec Git - 3

```
git branch feature/html && git switch feature/html
# Ou git switch --create feature/html
echo '<h1>Hello</h1>' > ./index.html
git add ./index.html && git commit --message="Ajout d'une page HTML par défaut" # -m / --message

git log
git log --graph
git lg # cat ~/.gitconfig => regardez la section section [alias], cette commande est déjà définie!
```

Copy

Terminologie de Git - Merge

- On intègre une branche dans une autre en effectuant un **merge**
  - Un nouveau commit est créé, fruit de la combinaison de 2 autres commits

🎓 Exercice avec Git - 4

- Merger la branche `feature/html` dans la branche principale
  - ⚠ Pensez à utiliser l'option `--no-ff`
- Afficher le graphe correspondant à cette branche avec `git log --graph`

✅ Solution de l’exercice avec Git - 4

```
git switch main
git merge --no-ff feature/html # Enregistrer puis fermer le fichier 'MERGE_MSG' qui a été ouvert
git log --graph

# git lg
```

Copy

Feature Branch Flow

- **Une seule** branche **par** fonctionnalité

Exemple d’usages de VCS

- "Infrastructure as Code" :
  - Besoins de traçabilité, de définition explicite et de gestion de conflits
  - Collaboration requise pour chaque changement (revue, responsabilités)
- Code Civil:
  - https://github.com/steeve/france.code-civil
  - https://github.com/steeve/france.code-civil/pull/40
  - https://github.com/steeve/france.code-civil/commit/b805ecf05a86162d149d3d182e04074ecf72c066

Checkpoint 🎯

- `git` est un des (plus populaires) de système de contrôle de versions
- Cet outil vous permet:
  - D'avoir un historique auditable de votre code source
  - De collaborer efficacement sur le code source (conflit `git` == "PARLEZ-VOUS")

  ⇒ C'est une ligne de commande (trop?) complète qui nécessite de pratiquer

Intégration Continue (CI)

> *Continuous Integration doesn't get rid of bugs, but it does make them dramatically easier to find and remove.*

— Martin Fowler

Pourquoi la CI ?

But : Détecter les fautes au plus tôt pour en limiter le coût

Source : http://cartoontester.blogspot.be/2010/01/big-bugs.html

Qu’est ce que l’Intégration Continue ?

Objectif : que l’intégration de code soit un *non-évènement*

- Construire et intégrer le code **en continu**
- Le code est intégré **souvent** (au moins quotidiennement)
- Chaque intégration est validée par une exécution **automatisée**

Et concrètement ?

- Un•e développeu•se•r ajoute du code/branche/PR :
  - une requête HTTP est envoyée au système de "CI"
- Le système de CI compile et teste le code
- On ferme la boucle : Le résultat est renvoyé au développeu•se•r•s

Quelques moteurs de CI connus

- A héberger soit-même : Jenkins, GitLab, Drone CI, CDS…
- Hébergés en ligne : Travis CI, Semaphore CI, Circle CI, Codefresh, GitHub Actions

GitHub Actions

GitHub Actions est un moteur de CI/CD intégré à GitHub

- ✅ : Très facile à mettre en place, gratuit et intégré complètement
- ❌ : Utilisable uniquement avec GitHub, et DANS la plateforme GitHub

Anatomie de déclenchement de GitHub Actions

Concepts de GitHub Actions

Concepts de GitHub Actions - Step 1/2

Concepts de GitHub Actions - Step 2/2

Une **Step** (étape) est une tâche individuelle à faire effectuer par le CI :

- Par défaut c'est une commande à exécuter - mot clef `run`
- Ou une "action" (quel est le nom du produit déjà ?) - mot clef `uses`
  - Réutilisables et partageables

```yaml
steps: # Liste de steps
  # Exemple de step 1 (commande)
  - name: Say Hello
    run: echo "Hello ESGI"
  # Exemple de step 2 (une action)
  - name: 'Login to DockerHub'
    uses: docker/login-action@v2 # https://github.com/marketplace/actions/docker-login
    with:
      username: ${{ secrets.DOCKERHUB_USERNAME }}
      password: ${{ secrets.DOCKERHUB_TOKEN }}
```

Copy

Concepts de GitHub Actions - Job 1/2

Concepts de GitHub Actions - Job 2/2

Un **Job** est un groupe logique de tâches :

- Enchaînement *séquentiel* de tâches
- Regroupement logique : "qui a un sens"
  - Exemple : "compiler puis tester le résultat de la compilation"

```yaml
jobs: # Map de jobs
  build: # 1er job, identifié comme 'build'
    name: 'Build Slides'
    runs-on: ubuntu-22.04 # cf. prochaine slide "Concepts de GitHub Actions - Runner"
    steps: # Collection de steps du job
      - name: 'Build the JAR'
        run: mvn package
      - name: 'Run Tests on the JAR file'
        run: mvn verify
  deploy: # 2nd job, identifié comme 'deploy'
    # ...
```

Copy

Concepts de GitHub Actions - Runner

Un **Runner** est un serveur distant sur lequel s'exécute un job.

- Mot clef `runs-on` dans la définition d'un job
- Défaut : machine virtuelle Ubuntu dans le cloud utilisé par GitHub
- D'autres types sont disponibles (macOS, Windows, etc.)
- Possibilité de fournir son propre serveur

Concepts de GitHub Actions - Workflow 1/2

Concepts de GitHub Actions - Workflow 2/2

Un **Workflow** est une procédure automatisée composée de plusieurs jobs, décrite par un fichier YAML.

- On parle de "Workflow/Pipeline as Code"
- Chemin : `.github/workflows/<nom du workflow>.yml`
- On peut avoir *plusieurs* fichiers donc *plusieurs* workflows

```
.github/workflows
├── ci-cd.yaml
├── bump-dependency.yml
└── nightly-tests.yaml
```

Copy

Concepts de GitHub Actions - Évènement 1/2

Concepts de GitHub Actions - Évènement 2/2

Un **évènement** du projet GitHub (push, merge, nouvelle issue, etc.) déclenche l'exécution du workflow

- Plein de type d'évènements : push, issue, alarme régulière, favori, fork, etc.
  - Exemple : "Nouveau commit poussé", "chaque dimanche à 07:00", "une issue a été ouverte" …
- Un workflow spécifie le(s) évènement(s) qui déclenche(nt) son exécution
  - Exemple : "exécuter le workflow lorsque un nouveau commit est poussé ou chaque jour à 05:00 par défaut"

Concepts de GitHub Actions : Exemple Complet

Workflow File :

Copy

```yaml
name: Node.js CI
on: # Évènements déclencheurs
  - push:
      branch: main # Lorsqu'un nouveau commit est poussé sur la branche "main"
  - schedule:
    - cron: "*/15 * * * *" # Toutes les 15 minutes
jobs:
  test-linux:
    runs-on: ubuntu-22.04
    steps:
    - uses: actions/checkout@v3
    - run: npm install
    - run: npm test
  test-mac:
    runs-on: macos-12
    steps:
    - uses: actions/checkout@v3
    - run: npm install
    - run: npm test
```

Essayons GitHub Actions

- **But** : nous allons créer notre premier workflow dans GitHub Actions
- N'hésitez pas à utiliser la documentation de GitHub Actions:
  - Accueil
  - Quickstart
  - Référence

🎓 Exercice: Créez un dépôt (git dans) GitHub

- En étant authentifié dans GitHub,
- Créez un nouveau dépôt nommé `esgi-devops-2023`
  - Pas de "template" (modèle)
  - Visibilité publique
  - Initialisation avec un fichier `README.md`

🎓 Exercice: Récupérez le dépôt dans Gitpod

- Obtenez l'URL (HTTPS) du dépôt GitHub fraîchement créé
  - 💡 Depuis la page du dépôt, cliquez sur le bouton vert intitulé "**Code**"
- Dans Gitpod,
  - Depuis un terminal, positionnez-vous dans le dossier `/workspace`,
  - Clonez le dépôt avec la commande `git clone https://github.com/xxx/esgi-devops-2023`
  - 💡 Si le dépôt n'apparaît pas dans l'"Explorer" à gauche : `code -a /workspace/esgi-devops-2023`

🎓 Exercice: Exemple simple avec GitHub Actions

- Dans le dépôt `esgi-devops-2023`, sur la branch `main`,
  - Créez le fichier `.github/workflows/bonjour.yml` avec le contenu suivant :

```yaml
name: Bonjour
on:
  - push
jobs:
  dire_bonjour:
    runs-on: ubuntu-22.04
    steps:
      - run: echo "Bonjour 👋"
```

- Commitez puis poussez le fichier sur GitHub:

```bash
git add .github/workflows/bonjour.yml
git commit -m 'Create GitHub workflow Bonjour'
git push origin main
```

🎓 Exercice: Exemple simple avec GitHub Actions : Récapépète

- Revenez sur la page GitHub de votre projet et naviguez dans l'onglet "Actions" :
  - Voyez-vous un workflow ? Et un Job ? Et le message affiché par la commande `echo` ?

Exemple GitHub Actions : Checkout

- Supposons que l'on souhaite utiliser le code du dépôt…
  - Essayez: modifiez le fichier `bonjour.yml` pour afficher le contenu de `README.md` :

```yaml
name: Bonjour
on:
  - push
jobs:
  dire_bonjour:
    runs-on: ubuntu-22.04
    steps:
      - run: ls -l # Liste les fichier du répertoire courant
      - run: cat README.md # Affiche le contenu du fichier `README.md` à la base du dépôt
```

Copy

- Est-ce que l'étape se passe bien ? (SPOILER: non ✖)

🎓 Exercice GitHub Actions : Checkout

- **But** : On souhaite récupérer ("checkout") le code du dépôt dans le job
- 🧑‍🎓 C’est à vous d’essayer de *réparer* 🛠️ le job :
  - L’étape doit être conservée et doit fonctionner
  - Utilisez l’action "checkout" (Documentation) du marketplace GitHub Action
  - Vous pouvez vous inspirer du Quickstart de GitHub Actions

✅ Solution GitHub Actions : Checkout

Copy

```yaml
name: Bonjour
on:
  - push
jobs:
  dire_bonjour:
    runs-on: ubuntu-22.04
    steps:
      - uses: actions/checkout@v3 # Récupère le contenu du dépôt correspondant au commit du workflow en cours
      - run: ls -l # Liste les fichier du répertoire courant
      - run: cat README.md # Affiche le contenu du fichier `README.md` à la base du dépôt
```

Exemple : Environnement d’exécution

- Notre workflow doit s’assurer que "la vache" 🐮 doit nous lire 💬 le contenu du fichier `README.md`
  - WAT 🤪 ?
- Essayez la commande `cat README.md | cowsay` dans GitPod
  - Modifiez l’étape du workflow pour faire la même chose dans GitHub Actions
  - SPOILER: ❌ (la commande `cowsay` n’est pas disponible dans le runner GitHub Actions)

🎓 Exercice : Personnalisation dans le workflow

- **But** : exécuter la commande `cat README.md | cowsay` dans le workflow comme dans GitPod
- 🙋‍♀️ C'est à vous de mettre à jour le workflow pour personnaliser l'environnement :
  - 💡 Cherchez comment installer `cowsay` dans le runner GitHub (`runs-on`…)

✅ Solution : Personnalisation dans le workflow

```yaml
name: Bonjour
on:
  - push
jobs:
  dire_bonjour:
    runs-on: ubuntu-22.04
    steps:
      - uses: actions/checkout@v3 # Récupère le contenu du dépôt correspondant au commit du workflow en cours
      - run: |
          sudo apt-get update
          sudo apt-get install --yes cowsay
      - run: cat README.md | cowsay
```

Checkpoint 🎯

- L’intégration Continue est un ensemble de pratiques pour s’assurer que le code est **continuellement** "vérifié"
- GitHub Actions est un des nombreux systèmes permettant de faire de l’intégration continue

⇒ 🤔 Problème : comment gérer les différences entre l’environnement d’IC et les machines de travail ?

Docker : Bases

"La Base"

Pourquoi ?

docker

🤔 Quel est le problème ?

	Development VM	QA Server	Single Prod Server	Production Cluster	Public cloud	Developer's Laptop	Customer Servers
Static Website	?	?	?	?	?	?	?
Web Frontend	?	?	?	?	?	?	?
Background Workers	?	?	?	?	?	?	?
User DB	?	?	?	?	?	?	?
Analytics DB	?	?	?	?	?	?	?
Queue	?	?	?	?	?	?	?

Source: https://blog.docker.com/2013/08/paas-present-and-future/

Problème de temps **exponentiel**

Déjà vu ?

L’IT n’est pas la seule industrie à résoudre des problèmes…

Solution: Le conteneur intermodal

"Separation of Concerns"

Comment ça marche ?

"Virtualisation **Légère**"

Conteneur != VM

"Separation of concerns": 1 "tâche" par conteneur

VM

Containers

VMs && Conteneurs

Non exclusifs mutuellement

Comment ça marche ?

🎓 Exercice : Votre premier conteneur

C’est à vous (ouf) !

- Retournez dans Gitpod
- Dans un terminal, tapez la commande suivante :

```
docker container run hello-world
# Equivalent de l'ancienne commande 'docker run'
```

Copy

Anatomie

- Un service "Docker Engine" tourne en tâche de fond et publie une API REST
- La commande `docker run ...` a envoyé une requête `POST` au service
- Le service a télécharge une **Image** Docker depuis le registre **DockerHub**,
- Puis a exécuté un **conteneur** basé sur cette image

🎓 Exercice : Où est mon conteneur ?

C’est à vous !

```
docker container ls --help
# ...
docker container ls
# ...
docker container ls --all
```

Copy

⇒ 🤔 comment comprenez vous les résultats des 2 dernières commandes ?

✅ Solution : Où est mon conteneur ?

Le conteneur est toujours présent dans le "Docker Engine" même en étant arrêté

```
CONTAINER ID   IMAGE         COMMAND    CREATED          STATUS                      PORTS     NAMES
109a9cdd3ec8   hello-world   "/hello"   33 seconds ago   Exited (0) 17 seconds ago             festive_faraday
```

Copy

- Un conteneur == une commande "conteneurisée"
  - cf. colonne "**COMMAND**"
- Quand la commande s’arrête : le conteneur s’arrête
  - cf. code de sortie dans la colonne "**STATUS**"

🎓 Exercice : Cycle de vie d'un conteneur simple

- Lancez un nouveau conteneur nommé `bonjour`
  - 💡 `docker container run --help` ou Documentation en ligne
- Affichez les "logs" du conteneur (==traces d'exécution écrites sur le stdout + stderr de la commande conteneurisée)
  - 💡 `docker container logs --help` ou Documentation en ligne
- Lancez le conteneur avec la commande `docker container start`
  - Regardez le résultat dans les logs
- Supprimez le container avec la commande `docker container rm`

✅ Solution : Cycle de vie d'un conteneur simple

```
docker container run --name=bonjour hello-world
# Affiche le texte habituel

docker container logs bonjour
# Affiche le même texte : pratique si on a fermé le terminal

docker container start bonjour
# N'affiche pas le texte mais l'identifiant unique du conteneur 'bonjour'

docker container logs bonjour
# Le texte est affiché 2 fois !

docker container ls --all
# Le conteneur est présent
docker container rm bonjour
docker container ls --all
# Le conteneur n'est plus là : il a été supprimé ainsi que ses logs

docker container logs bonjour
# Error: No such container: bonjour
```

🤔 Que contient "hello-world" ?

- C’est une "image" de conteneur, c’est à dire un modèle (template) représentant une application auto-suffisante.
  - On peut voir ça comme un "paquetage" autonome
- C’est un système de fichier complet:
  - Il y a au moins une racine `/`
  - Ne contient que ce qui est censé être nécessaire (dépendances, librairies, binaires, etc.)

Docker Hub

- https://hub.docker.com/ : C’est le registre d’images "par défaut"
  - Exemple : Image officielle de conteneur "Ubuntu"
- 🎓 Cherchez l’image `hello-world` pour en voir la page de documentation
  - 💡 pas besoin de créer de compte pour ça
- Il existe d’autre "registres" en fonction des besoins (GitHub GHCR, Google GCR, etc.)

🎓 Exercice : conteneur interactif

- Quel distribution Linux est utilisée dans le terminal Gitpod ?
  - 💡 Regardez le fichier `/etc/os-release`
- Exécutez un conteneur interactif basé sur `alpine:3.17` (une distribution Linux ultra-légère) et regardez le contenu du fichier au même emplacement
  - 💡 `docker container run --help`
  - 💡 Demandez un `tty` à Docker
  - 💡 Activez le mode interactif
- Exécutez la même commande dans un conteneur basé sur la même image mais en **NON** interactif
  - 💡 Comment surcharger la commande par défaut ?

✅ Solution : conteneur interactif

```
$ cat /etc/os-release
# ... Ubuntu ....

$ docker container run --tty --interactive alpine:3.17
/ # cat /etc/os-release
# ... Alpine ...
# Notez que le "prompt" du terminal est différent DANS le conteneur
/ # exit
$ docker container ls --all

$ docker container run alpine:3.17 cat /etc/os-release
# ... Alpine ...
```

Copy

🎓 Exercice : conteneur en tâche de fond

- Exécutez un conteneur, basé sur l'image `nginx` en tâche de fond ("Background"), nommé `webserver-1`
  - 💡 On parle de processus "détaché" (ou bien "démonisé")
  - ⚠ Pensez bien à `docker container ls`
- Regardez le contenu du fichier `/etc/os-release` dans ce conteneur
  - 💡 `docker container exec`
- Essayez d'arrêter, démarrer puis redémarrer le conteneur
  - ⚠ Pensez bien à `docker container ls` à chaque fois
  - 💡 `stop`, `start`, `restart`

✅ Solution : conteneur en tâche de fond

```
docker container run --detach --name=webserver-1 nginx
# <ID du conteneur>

docker container ls
docker container ls --all

docker container exec webserver-1 cat /etc/os-release
# ... Debian ...

docker container stop webserver-1
docker container ls
docker container ls --all

docker container start webserver-1
docker container ls
docker container ls --all

docker container start webserver-1
docker container ls
```

Copy

Checkpoint 🎯

- Docker essaye de résoudre le problème de l’empaquetage le plus "portable" possible
  - On n’en a pas encore vu les effets, ça arrive !
- Vous avez vu qu’un containeur permet d’exécuter une commande dans un environnement "préparé"
  - Catalogue d’images Docker par défaut : Le Docker Hub
- Vous avez vu qu’on peut exécuter des conteneurs selon 3 modes :
  - "One shot"
  - Interactif
  - En tâche de fond

⇒ 🤔 Mais comment ces images sont-elles fabriquées ? Quelle confiance leur accorder ?

Docker Images

🤔 Pourquoi des images ?

- Un **conteneur** est toujours exécuté depuis une **image**.
- Une **image de conteneur** (ou "Image Docker") est un modèle ("template") d'application auto-suffisant.

$\Rightarrow$ Permet de fournir un livrable portable (ou presque).

🤔 Application Auto-Suffisante ?

C’est quoi le principe ?

🤔 Pourquoi fabriquer sa propre image ?

Problème :

```
cat /etc/os-release
# ...
git --version
# ...

# Même version de Linux que dans GitPod
docker container run --rm ubuntu:20.04 git --version
# docker: Error response from daemon: failed to create shim task: OCI runtime create failed: runc create failed: unable t

# En interactif ?
docker container run --rm --tty --interactive ubuntu:20.04 git --version
```

Copy

🎓 Fabriquer sa première image

- **But :** fabriquer une image Docker qui contient `git`
- Dans votre workspace Gitpod, créez un dossier nommé `docker-git/`
- Dans ce dossier, créer un fichier `Dockerfile` avec le contenu ci-dessous :

```
FROM ubuntu:20.04
RUN apt-get update && apt-get install --yes --no-install-recommends git
```

Copy

- Fabriquez votre image avec la commande `docker image build --tag=docker-git <chemin/vers/docker-git/`
- Testez l'image fraîchement fabriquée
  - 💡 `docker image ls`

✅ Fabriquer sa première image

```
cat <<EOF >Dockerfile
FROM ubuntu:20.04
RUN apt-get update && apt-get install --yes --no-install-recommends git
EOF

docker image build --tag=docker-git ./

docker image ls | grep docker-git

# Doit fonctionner
docker container run --rm docker-git:latest git --version
```

Copy

Conventions de nommage des images

```
[REGISTRY/][NAMESPACE/]NAME[:TAG|@DIGEST]
```

Copy

- Pas de Registre ? Défaut: `registry.docker.com`
- Pas de Namespace ? Défaut: `library`
- Pas de tag ? Valeur par défaut: `latest`
  - ⚠ Friends don't let friends use `latest`
- Digest: signature unique basée sur le contenu

Conventions de nommage : Exemples

- `ubuntu:20.04` ⇒ `registry.docker.com/library/ubuntu:20.04`
- `dduportal/docker-asciidoctor` ⇒ `registry.docker.com/dduportal/docker-asciidoctor:latest`
- `ghcr.io/dduportal/docker-asciidoctor:1.3.2@sha256:xxxx`

🎓 Utilisons les tags

- Rappel : ⚠ Friends don’t let friends use `latest`
- Il est temps de "taguer" votre première image !

```
docker image tag docker-git:latest docker-git:1.0.0
```

Copy

- Testez le fonctionnement avec le nouveau tag
- Comparez les 2 images dans la sortie de `docker image ls`

✅ Utilisons les tags

```
docker image tag docker-git:latest docker-git:1.0.0

# 2 lignes
docker image ls | grep docker-git
# 1 ligne
docker image ls | grep docker-git | grep latest
# 1 ligne
docker image ls | grep docker-git | grep '1.0.0'

# Doit fonctionner
docker container run --rm docker-git:1.0.0 git --version
```

Copy

🎓 Mettre à jour votre image (1.1.0)

- Mettez à jour votre image en version `1.1.0` avec les changements suivants :
  - Ajoutez un `LABEL` dont la clef est `description` (et la valeur de votre choix)
  - Configurez `git` pour utiliser une branche `main` par défaut au lieu de `master` (commande `git config --global init.defaultBranch main`)
- Indices :
  - 💡 Commande `docker image inspect <image name>`
  - 💡 Commande `git config --get init.defaultBranch` (dans le conteneur)
  - 💡 Ajoutez des lignes **à la fin** du `Dockerfile`
  - 💡 Documentation de référence des `Dockerfile`

✅ Mettre à jour votre image (1.1.0)

Copy

```
cat ./Dockerfile
FROM ubuntu:20.04
RUN apt-get update && apt-get install --yes --no-install-recommends git
LABEL description="Une image contenant git préconfiguré"
RUN git config --global init.defaultBranch main

docker image build -t docker-git:1.1.0 ./docker-git/
# Sending build context to Docker daemon  2.048kB
# Step 1/4 : FROM ubuntu:20.04
#  ---> e40cf56b4be3
# Step 2/4 : RUN apt-get update && apt-get install --yes --no-install-recommends git
#  ---> Using cache
#  ---> 926b8d87f128
# Step 3/4 : LABEL description="Une image contenant git préconfiguré"
#  ---> Running in 0695fc62ecc8
# Removing intermediate container 0695fc62ecc8
#  ---> 68c7d4fb8c88
# Step 4/4 : RUN git config --global init.defaultBranch main
#  ---> Running in 7fb54ecf4070
# Removing intermediate container 7fb54ecf4070
#  ---> 2858ff394edb
Successfully built 2858ff394edb
Successfully tagged docker-git:1.1.0

docker container run --rm docker-git:1.0.0 git config --get init.defaultBranch
docker container run --rm docker-git:1.1.0 git config --get init.defaultBranch
# main
```

Cache d'images & Layers

```
Step 2/4 : RUN apt-get update && apt-get install --yes --no-install-recommends git
  ---> Using cache
```

Copy

🤔 En fait, Docker n'a PAS exécuté cette commande la seconde fois ⇒ ça va beaucoup plus vite !

🎓 Essayez de voir les layers avec (dans Gitpod) `dive <image>:<tag>`

🎓 Cache d'images & Layers

- **But :** manipuler le cache d'images
- Commencez par vérifier que le cache est utilisé : relancez la dernière commande `docker image build` (plusieurs fois s'il le faut)
- Invalidez le cache en ajoutant le paquet APT `make` à installer en même temps que `git`
  - ⚠ Tag `1.2.0`
- Vérifiez que le cache est bien présent de nouveau

✅ Cache d'images & Layers

```
# Build one time
docker image build -t docker-git:1.1.0 ./docker-git/
# Second time is fully cached
docker image build -t docker-git:1.1.0 ./docker-git/

cat Dockerfile
# FROM ubuntu:20.04
# RUN apt-get update && apt-get install --yes --no-install-recommends git make
# LABEL description="Une image contenant git préconfiguré"
# RUN git config --global init.defaultBranch main

# Build one time
docker image build -t docker-git:1.2.0 ./docker-git/
# Second time is fully cached
docker image build -t docker-git:1.2.0 ./docker-git/

## Vérification
# Renvoie une erreur
docker run --rm docker-git:1.1.0 make --version
# Doit fonctionner
docker run --rm docker-git:1.2.0 make --version
```

Checkpoint 🎯

- Une image Docker fournit un environnement de système de fichier auto-suffisant (application, dépendances, binaries, etc.) comme modèle de base d'un conteneur
- Les images Docker ont une convention de nommage permettant d'identifier les images très précisément
- On peut spécifier une recette de fabrication d'image à l'aide d'un `Dockerfile` et de la commande `docker image build`

⇒ 🤔 et si on utilisait Docker pour nous aider dans l'intégration continue ?

CI avec Docker

🤔 Environnement d'exécution du CI

Problème : On souhaite avoir les mêmes outils dans notre CI ainsi que dans nos environnement de développement

- Environnement d'exécutions différents :
  - Système d'exploitation ? (macOS, Windows, Ubuntu Linux, Arch Linux, etc.)
  - Architecture du processeur ? (Intel, AMD, ARM, PowerPC, Risc-V)

⇒ Est-ce que Docker 🐳 peut aider ?

Personnaliser l'environnement GitHub Actions

Plusieurs solutions existent, chacune avec ses avantages / inconvénients :

- Personnaliser l'environnement dans votre workflow: (⚠ sensible aux mises à jour, ✅ facile à mettre en place)
  - 💡 C'est ce qu'on à fait dans nos workflows précédemment
- Spécifier un environnement préfabriqué pour le workflow (⚠ complexe, ✅ portable)
  - C'est ce qu'on va essayer avec Docker 🐳

🎓 Exercice : Environnement préfabriqué simple

- **But** : exécuter la commande `cat README.md | cowsay` dans le workflow avec un environnement le plus proche possible du développement
  - En utilisant le même environnement que GitPod (**même version de Ubuntu** et de `cowsay`)
- 🙋‍♀️ C'est à vous de mettre à jour le workflow pour exécuter les étapes dans la même image Docker que GitPod :
  - 💡 Image utilisée dans GitPod
  - 💡 Utilisation d'un container comme runner GitHub Actions
  - 💡 Contraintes d'exécution de container dans GitHub Actions (`--user=root`)

✅ Solution : Environnement préfabriqué simple

Copy

```yaml
name: Bonjour
on:
  - push
jobs:
  dire_bonjour:
    runs-on: ubuntu-20.04 # Same as GitPod
    container:
      image: ghcr.io/dduportal/esgi-gitpod
      options: --user=root
    steps:
      - uses: actions/checkout@v3 # Récupère le contenu du dépôt correspondant au commit du workflow en cours
      - run: cat README.md | cowsay
```

- Quel est l'impact en terme de temps d'exécution du changement précédent ?
- **Problème :** Le temps entre une modification et le retour est crucial

🤔 Problème : Accélérer le workflow

- **Problème :**
  - Optimiser prématurément est contre-productif (commencez par faire un système qui marche comme prévu)
  - Mais il faut bien s'y coller à un moment donné

🎓 Exercice : Environnement préfabriqué local

- **But :** Utiliser un `Dockerfile` pour fabriquer une image à utiliser
- 🤔 GitHub Actions ne permet pas de spécifier un `Dockerfile`
- C'est à vous. Mettez à jour votre workflow pour :
  - Fabriquer une image Docker contenant `cowsay` et basée sur le même Ubuntu que Gitpod
  - Copier le fichier `README` dans l'image
  - Exécuter la commande `cowsay` avec l'aide d'un conteneur avec

```
bash -c " cat /README.md | /usr/games/cowsay"
```

Copy

✅ Exercice : Environnement préfabriqué local

```
# Dockerfile
FROM ubuntu:20.04
RUN apt-get update && apt-get install --yes cowsay
COPY ./README.md /README.md
```

```yaml
# bonjour.yml
name: Bonjour
on:
  - push
jobs:
  dire_bonjour:
    runs-on: ubuntu-22.04
    steps:
      - uses: actions/checkout@v3 # Récupère le contenu du dépôt correspondant au commit du workflow en cours
      - name: "Build Image"
        run: docker image build --tag=cowsay:latest ./
      - name: "Say Hello"
        run: docker container run --rm cowsay:latest bash -c "cat /README.md | /usr/games/cowsay"
```

🤔 Réfléchissons ensemble

- Impact sur le temps de build ?
- Quelles limites voyez-vous ?

Checkpoint 🎯

- On peut exécuter des tâches de CI dans des images de container
- Un curseur est à positionner entre des images préfabriquées qui peuvent être lourdes ou fabriquer soit-même sa propre image

Docker : Volumes

🤔 Quel est le problème ?

- Faut-il fabriquer sa propre image à chaque fois ?
  - Ref. copie du `README` pour utiliser `cowsay`
- Comment partager des fichiers entre conteneurs ?
- Et entre hôte et conteneur ?

Problème des Layers

- ⏱️ Performances : les layers ont de très mauvais performance I/O (disque)
- 💾 Si vous supprimez un conteneur, ses layers disparaissent
- ❌ Pas de partage de layer possible entre conteneurs

Docker Volumes

- Ce sont des dossier stockés sur l'hôte,
- gérés par le Docker Engine,
- Pouvant être partagés,
- Et survivant aux conteneurs

⇒ Parfait 🦄

🎓 Votre premier volume

- Vérifiez que le dossier `/app` n'existe pas au préalable :

```
docker container run --rm alpine ls -la /app
```

- Essayez maintenant avec un volume :

```
docker volume create app-data
docker container run --rm --volume=app-data:/app alpine ls -la /app
docker volume ls
```

- Essayez de créer un fichier dedans :

```
docker container run --rm --volume=app-data:/app alpine touch /app/test
docker container run --rm --volume=app-data:/app alpine ls -la /app
```

Partager avec l’hôte

- Concept : partager un dossier/fichier de l’hôte
  - Contrainte : chemin absolu
- ⚠ à n’utiliser que pour des commandes "one shot"
  - Entorse à la portabilité (file owner, permission, contrainte du chemin)
- 🎓 Dans GitPod, essayez la commande suivante :

```
docker container run --rm --volume /workspace:/app alpine:3.17 ls -la /app
```

Copy

🎓 CI : Partager le dépôt dans le conteneur

- Revenons à l'image Docker dans GitHub Actions
- Enlevez la ligne `COPY README.md` du workflow
- Utilisez un partage avec l'hôte pour le fichier `README.md`
- 💡 `--workdir="$(pwd)"`

✅ CI : Partager le dépôt dans le conteneur

```
# Dockerfile
FROM ubuntu:20.04
RUN apt-get update && apt-get install --yes cowsay
```

```yaml
# bonjour.yml
name: Bonjour
on:
  - push
jobs:
  dire_bonjour:
    runs-on: ubuntu-22.04
    steps:
      - uses: actions/checkout@v3 # Récupère le contenu du dépôt correspondant au commit du workflow en cours
      - name: "Build Image"
        run: docker image build --tag=cowsay:latest ./
      - name: "Say Hello"
        run: docker container run --rm --volume="$(pwd)":"$(pwd)"" --workdir="$(pwd)" cowsay:latest bash -c "cat ./README
```

🎓 Sécurité des conteneurs

- **Buts :**
  - Limiter l'impact d'un processus malicieux
  - S'assurer des meilleurs performances de production
  - Obtenir une liste exhaustive des dossier utilisés par l'application
- Essayez d'exécuter un conteneur `webserver-4`, basé sur l'image `nginx`, avec l'option `--read-only` activée
  - 💡 Pensez à regarder les logs si le conteneur est en erreur
  - 💡 Déclarez un volume pour chaque dossier/fichier nécessitant une écriture

✅ Sécurité des conteneurs

```
docker container run --detach --name=webserver-4 --publish=8080:80 --read-only \
  --volume=/var/cache/nginx --volume=/var/run nginx
```

Copy

Checkpoint 🎯

- Docker sépare le cycle de vie des conteneurs de celui des données
  - Utile pour les mises à jours d'images
- Les données des conteneurs peuvent être partagées en utilisant des volumes
- Bonne pratique : utiliser les options de volumes de Docker permet de mieux communiquer les caractéristiques et contraintes de l'application

⇒ DevOps The Right Way 🦄

Docker : Réseau

🤔 Quel est le problème ?

- Comment accéder aux serveurs webs dans des conteneurs ?

Réseau dans Docker

- Docker utilise des réseaux virtuels privés
  - Un peu comme votre box internet
- Votre point d'entrée : la commande `docker network`
  - 🎓 Affichons la liste des réseaux par défaut :

```
$ docker network ls
NETWORK ID     NAME      DRIVER    SCOPE
9affa4f4faa9   bridge    bridge    local
d454eb8cca5a   host      host      local
80a73237a778   none      null      local
```

Réseau Bridge `default`

🤔 Comment accéder au serveur web en tâche de fond ?

- Assurez-vous que le conteneur `webserver-1` est toujours en fonctionnement
  - Sinon: 🎓 Exercice : conteneur en tâche de fond

```
$ docker container ls
CONTAINER ID   IMAGE     COMMAND                  CREATED         STATUS         PORTS     NAMES
ee5b70fa72c3   nginx     "/docker-entrypoint.…"   3 seconds ago   Up 2 seconds   80/tcp    webserver-1
```

Copy

⇒ Super, le port 80 (TCP) est annoncé (on parle d'"exposé"). Mais où ?

🎓 Un client HTTP en ligne de commande

En utilisant la ligne de commande `curl`, affichez en ligne de commande :

- Le contenu (HTML) de la page http://google.com
- Les en-tête HTTP (requête et réponse) associés à la page http://google.com
- Le contenu de la page vers laquelle http://google.com redirige

💡 `man curl` / https://curl.se/docs/manpage.html

✅ Un client HTTP en ligne de commande

```
curl http://google.com
# <HTML> ...

curl --verbose --output /dev/null http://google.com
#< HTTP/1.1 301 Moved Permanently
#< Location: http://www.google.com/
# ...

curl --location http://google.com
# <!doctype html> ...
```

🎓 Accéder au serveur web via le réseau privé

- **But :** Affichez la page du serveur web qui tourne dans le conteneur `webserver-1`
  - Obtenez l'adresse IP privée du conteneur avec la commande `docker container inspect`
  - Utilisez la command `curl`

✅ Accéder au serveur web via le réseau privé

```
docker container inspect webserver-1
# ...
# docker inspect webserver-1 | grep IPAddress

curl http://172.17.0.x:80 # x peut changer
# ...
<title>Welcome to nginx!</title>
# ...

docker container stop webserver-1

curl http://172.17.0.x:80
# Erreur
```

Réseau privé / public

- Un réseau privé doit le rester !
- Solution : publier le(s) port(s) sur les interface réseau publiques

🎓 Accéder au serveur web via un port publié

- **But :** Créez un nouveau conteneur `webserver-1` accessible publiquement
- Utilisez le port `8080` publique
- 💡 Flag `--publish` pour `docker container run`
- 💡 GitPod va vous proposer un popup : choisissez "Open Browser"

✅ Accéder au serveur web via un port publié

```
docker container run --detach --name=webserver-2 --publish 8080:80 nginx
1c5020a818887b1eb4b14b7e75f490db97fac4172c96cc918df63c8c2a0fbaff

curl http://localhost:8080
# ...
```

Copy

Autres Réseaux

🎓 Autre Réseaux

- Comparons les interfaces réseaux de la VM GitPod et de 3 conteneurs basés sur `alpine:3.17` :
  - Un conteneur dans le réseau `default`
  - Un conteneur avec `--network=host`
  - Un conteneur avec `--network=none`
- 💡 Commande `ip addr` pour afficher les interfaces réseaux sous Linux

✅ Autre Réseaux

```
$ ip addr
1: lo: # ...
  inet 127.0.0.1/8 scope host lo
# ...
4: docker0: # ...
# ...

$ docker container run --rm alpine:3.17 ip addr
1: lo:  # ...
  inet 127.0.0.1/8 scope host lo
# ...
  inet 172.17.0.x/16  # ...
# ...

$ docker container run --rm --network=host alpine:3.17 ip addr
1: lo: # ...
  inet 127.0.0.1/8 scope host lo
# ...
4: docker0: # ...
# ...

gitpod /workspace $ docker container run --rm --network=none alpine:3.17 ip addr
1: lo: # ...
  inet 127.0.0.1/8 scope host lo
```

Réseaux personnalisés

- Vous pouvez créer vos propres réseaux isolés les un des autres
- Le fonctionnement reste le même (IP privées, ports à publier)
- Avantage: Pour chaque réseau "bridge" (hors `default`, Docker fournit un serveur DNS automatique !)

🎓 Réseaux personnalisés 1/2

- Créez un réseau nommé `esgi-1` avec la commande `docker network create`
- Exécuter un conteneur avec les propriétés suivantes :
  - Nom : `webserver-3`
  - Type : détaché (tâche de fond)
  - Dans le réseau `esgi-1` (💡 `--network=`)
  - Image : `nginx`

🎓 Réseaux personnalisés 2/2

- Exécutez un second conteneur interactif
  - Interactif
  - `--entrypoint=bash`
  - Réseau attaché : `esgi-1`
  - Image : `nginx`
- Essayez la commande `curl http://webserver-3`

✅ Réseaux personnalisés

```
docker network create ls
docker network create esgi-1
docker network create ls

docker container run --detach --network=esgi-1 --name=webserver-3 nginx

docker container run --rm --tty --interactive --network=esgi-1 --entrypoint=bash nginx
root@ac99e0beb95d:/# curl --verbose http://webserver-3
*   Trying 172.18.0.2:80...
* Connected to webserver-3 (172.18.0.2) port 80 (#0)
> GET / HTTP/1.1
> Host: webserver-3
> User-Agent: curl/7.74.0
> Accept: */*
>
* Mark bundle as not supporting multiuse
< HTTP/1.1 200 OK
# ...
```

Checkpoint 🎯

- Docker gère les réseaux automatiquement pour vous
- Un conteneur peut exposer un service sur son réseau privé et également le publier
- Les réseaux personnalisés fournissent un serveur de nom de domaines intégré 🦄

Plus de Git !

aka. Mettre son code en sécurité

🤔 Une petite histoire

Votre dépôt est actuellement sur votre ordinateur.

- Que se passe t'il si :
  - Votre disque dur tombe en panne ?
  - On vous vole votre ordinateur ?
  - Vous échappez votre tasse de thé / café sur votre ordinateur ?
  - Une météorite tombe sur votre bureau et fracasse votre ordinateur ?

Testé, pas approuvé.

Comment éviter ça ?

- Répliquer votre dépôt sur une ou plusieurs machines !
- Git est pensé pour gérer ce de problème

Gestion de version décentralisée

- Chaque utilisateur maintient une version du dépôt *local* qu'il peut changer à souhait
- Indépendant du commit, ils peuvent "pousser" une version sur un dépôt **distant**
- Un dépôt *local* peut avoir plusieurs dépôts **distants**.

Centralisé vs Décentralisé

Source Geek for Geeks

Cela rends la manipulation un peu plus complexe, allons-y pas à pas :-)

🎓 Consulter l'historique de commits

- Dans votre workspace GitPod,
- positionnez-vous dans le dépôt `esgi-devops-2023`,
- modifiez le fichier `README.md`, puis commitez,
- et enfin, affichez l'historique de commits.

✅ Consulter l'historique de commits

```
cd /workspace/esgi-devops-2013
echo "A new line" >> ./README.md
git add ./README.md
git commit -m "add a new line to the documentation"

# Liste tous les commits présent sur la branche main.
git log --graph
```

Copy

Associer un dépôt distant (1/2)

Git permet de manipuler des "remotes"

- Image "distante" (sur un autre ordinateur) de votre dépôt local.
- Permet de publier et de rapatrier des branches.
- Le serveur maintient sa propre arborescence de commits, tout comme votre dépôt local.
- Un dépôt peut posséder N remotes.

Associer un dépôt distant (2/2)

```
# Liste les remotes associés a votre dépôt
git remote -v
# Vous devriez voir l'URL de votre dépôt en tant que 'origin'

## La commande 'git clone' a effectué l'action ci-dessous pour vous :
# git remote add origin https://<URL de votre dépôt>
```

Copy

Publier une branche dans sur dépôt distant

Maintenant qu'on a un dépôt, il faut publier notre code dessus !

```
# git push <remote> <votre_branche_courante>
git push origin main
```

Copy

Que s’est il passé ?

- `git` a envoyé la branche `main` sur le remote `origin`
- … qui à accepté le changement et mis à jour sa propre branche main.
- `git` a créé localement une branche distante `origin/main` qui suis l'état de `main` sur le remote.
- Vous pouvez constater que la page github de votre dépôt affiche le code source

Refaisons un commit !

```
git commit --allow-empty -m "Yet another commit"
git push origin main
```

Copy

remotes/origin/main
main
Push
main
Local
Origin

Branche distante

Dans votre dépôt local, une branche "distante" est automatiquement maintenue par git

C’est une image du dernier état connu de la branche sur le remote.

Pour mettre a jour les branches distantes depuis le remote il faut utiliser :

```
git fetch <nom_du_remote>
```

```
# Lister toutes les branches y compris les branches distances
git branch -a


# Notez qu'est listé remotes/origin/main


# Mets a jour les branches distantes du remote origin
git fetch origin


# Rien ne se passe, votre dépôt est tout neuf, changeons ça!
```

🎓 Créez un commit depuis GitHub directement

- Cliquez sur le bouton éditer en haut à droite du "README"
- Changez le contenu de votre README
- Dans la section "Commit changes"
  - Ajoutez un titre de commit et une description
  - Cochez "Commit directly to the main branch"
  - Validez

GitHub crée directement un commit sur la branche main sur le dépôt distant

✅ Rapatrier les changements distants

```
# Mets à jour les branches distantes du dépôt origin
git fetch origin

# La branche distante main a avancé sur le remote origin
# => La branche remotes/origin/main est donc mise a jour

# Ouvrez votre README
code ./README.md

# Mystère, le fichier README ne contient pas vos derniers changements?
git log

# Votre nouveau commit n'est pas présent, AHA !
```

Copy

remotes/origin/main
main
Fetch
main
Local
Origin

Branche Distante VS Branche Locale

Le changement à été rapatrié, cependant il n’est pas encore présent sur votre branche main locale

```
# Merge la branch distante dans la branche locale.
git merge origin/main
```

Copy

Vu que votre branche main n’a pas divergé (== partage le même historique) de la branche distante, `git merge` effectue automatiquement un "fast forward".

```
Updating 1919673..b712a8e
Fast-forward
 README.md | 1 +

1 file changed, 1 insertion(+)
```

Cela signifie qu’il fait "avancer" la branche `main` sur le même commit que la branche `origin/main`

remotes/origin/main
main
Fetch
main
Local
Origin

```
# Liste l'historique de commit
git log

# Votre nouveau commit est présent sur la branche main !
# Juste au dessus de votre commit initial !
```

Copy

Et vous devriez voir votre changement dans le ficher README.md

Git(Hub|Lab|tea|…)

- Un dépôt distant peut être hébergé par n'importe quel serveur sans besoin autre qu'un accès SSH ou HTTPS.
- Une multitudes de services facilitent et enrichissent encore git: (GitHub, Gitlab, Gitea, Bitbucket…)

Checkpoint 🎯

⇒ git + Git(Hub|Lab|teal…) = superpowers ! 🦄

- GUI de navigation dans le code
- Plateforme de gestion et suivi d'issues
- Plateforme de revue de code
- Integration aux moteurs de CI/CD
- And so much more…

Git à plusieurs

Limites de travailler seul

- Capacité finie de travail
- Victime de propres biais
- On ne sait pas tout

Travailler en équipe ? Une si bonne idée ?

- … Mais il faut communiquer ?
- … Mais tout le monde n’a pas les mêmes compétences ?
- … Mais tout le monde y code pas pareil ?

Collaborer c’est pas évident, mais il existe des outils et des méthodes pour vous aider.

Cela reste des outils, ça ne résous pas tout non plus.

Git multijoueur

- Git permet de collaborer assez aisément
- Chaque développeur crée et publie des commits…
- … et rapatrie ceux de de ses camarades !
- C’est un outil très flexible… chacun peut faire ce qu’il lui semble bon !

… et (souvent) ça finit comme ça !

Un Example de Git Flow

(Attachez vous aux idées générales… les détails varient d'un projet à l'autre!)

Gestion des branches

- Les "versions" du logiciel sont maintenues sur des branches principales (main, staging)
- Ces branches reflètent l'état du logiciel
  - **main**: version actuelle en production
  - **staging**: prochaine version

Origin

Gestion des branches

- Chaque groupe de travail (développeur, binôme…)
  - Crée une branche de travail à partir de la branche staging
  - Une branche de travail correspond à **une chose à la fois**
  - Pousse des commits dessus qui implémentent le changement

feat/add-checkbox
staging
main
Origin

Quand le travail est fini, la branche de travail est "mergée" dans staging

Origin

Gestion des remotes

Où vivent ces branches ?

Plusieurs modèles possibles

- Un remote pour les gouverner tous !
- Chacun son propre remote (et les commits seront bien gardés)
- … whatever floats your boat!

Un remote pour les gouverner tous

Tous les développeurs envoient leur commits et branches sur le même remote

- Simple a gérer …
- … mais nécessite que tous les contributeurs aient accès au dépôt
  - Adapté a l’entreprise, peu adapté au monde de l’open source

https://github.com/torvalds/linux.git
upstream

Chacun son propre remote

- La motivation: le contrôle d’accès
  - Tout le monde peut lire le dépôt principal. Personne ne peut écrire dessus.
  - Tout le monde peut dupliquer le dépôt public et écrire sur sa copie.
  - Toute modification du dépôt principal passe par une procédure de revue.
  - Si la revue est validée, alors la branche est "mergée" dans la branche cible
- C’est le modèle poussé par GitHub !

https://github.com/torvalds/linux.git
upstream
Pull Request
https://github.com/jlevesy/linux.git
upstream
Torvalds
jlevesy

Forks ! Forks everywhere !

Dans la terminologie GitHub:

- Un fork est un remote copié d'un dépôt principal
  - C'est la où les contributeurs poussent leur branche de travail.
- Les branches de version (main, staging…) vivent sur le dépôt principal
- La procédure de ramener un changement d'un fork à un dépôt principal s'appelle la Pull Request (PR)

Exercice: Créez un fork

- Nous allons vous faire forker vos dépôts respectifs
- Trouvez vous un binôme dans le groupe et échangez vos URL de dépôts
- Depuis la page du dépôt de votre binôme, cliquez en haut à droite sur le bouton **Fork**.

🎓 À vous de jouer : dans le dépôt de votre binôme, vous allez ajouter un étape de "lint"

🎓 Exercice: Contribuez au projet de votre binôme (1/5)

Première étape: on clone le fork dans son environnement de développement

```
cd /workspace/

# Clonez votre fork
git clone <url_de_votre_fork>

# Créez votre feature branch
git switch --create hadolint
```

Copy

🎓 Exercice: Contribuez au projet de votre binôme (2/5)

Maintenant voici la liste des choses à faire:

- Ajoutez une étape de "lint" dans le workflow, avant de fabriquer l'image
  - La ligne de commande `hadolint` est pré-installée dans votre GitPod
  - GitHub action hadolint
- Corrigez /ignorez les erreurs du lint afin d'avoir un build qui passe

Exercice: Contribuez au projet de votre binôme (3/5)

Pour tester votre changement :

```
hadolint ./Dockerfile
```

Copy

Exercice: Contribuez au projet de votre binôme (4/5)

Une fois que vous êtes satisfaits de votre changement il vous faut maintenant créer un commit et pousser votre nouvelle branche sur votre fork.

Exercice: Contribuez au projet de votre binôme (5/5)

Dernière étape: ouvrir une pull request!

- Rendez vous sur la page de votre projet
- Sélectionnez votre branche dans le menu déroulant "branches" en haut a gauche.
- Cliquez ensuite sur le bouton ouvrir une pull request
- Remplissez le contenu de votre PR (titre, description, labels) et validez.

La procédure de Pull Request

Objectif : Valider les changements d'un contributeur

- Technique : est-ce que ça marche ? est-ce maintenable ?
- Fonctionnel : est-ce que le code fait ce que l'on veux ?
- Humain : Propager la connaissance par la revue de code.
- Méthode : Tracer les changements.

Revue de code ?

- Validation par un ou plusieurs pairs (technique et non technique) des changements
- Relecture depuis github (ou depuis le poste du développeur)
- Chaque relecteur émet des commentaires // suggestions de changement
- Quand un relecteur est satisfait d'un changement, il l'approuve

- La revue de code est un **exercice difficile** et **potentiellement frustrant** pour les deux parties.
  - Comme sur Twitter, on est bien à l'abri derrière son écran ;=)
- En tant que contributeur, **soyez respectueux** de vos relecteurs : votre changement peut être refusé et c'est quelque chose de normal.
- En tant que relecteur, **soyez respectueux** du travail effectué, même si celui ci comporte des erreurs ou ne correspond pas à vos attentes.

  Astuce: Proposez des solutions plutôt que simplement pointer les problèmes.

Exercice: Relisez votre PR reçue !

- Vous devriez avoir reçu une PR de votre binôme :-)
- Relisez le changement de la PR
- Effectuez quelques commentaires (bonus: utilisez la suggestion de changements), si c’est nécessaire
- Si elle vous convient, approuvez la!
- En revanche ne la "mergez" pas, car il manque quelque chose…

Validation automatisée

Objectif: Valider que le changement n'introduit pas de régressions dans le projet

- A chaque fois qu'un nouveau commit est créé dans une PR, une succession de validations ("checks") sont déclenchés par GitHub
- Effectue des vérifications automatisées sur un commit de merge entre votre branche cible et la branche de PR

Quelques exemples

- Analyse syntaxique du code (lint), pour détecter les erreurs potentielles ou les violations du guide de style
- Compilation du projet
- Execution des tests automatisés du projet
- Déploiement du projet dans un environnement de test…

Ces "checks" peuvent êtres exécutés par votre moteur de CI ou des outils externes.

Exercice: Déclencher un Workflow de CI sur une PR

- Votre PR n'a pas déclenché le workflow de CI de votre binôme 🤔
- Il faut changer la spec de votre workflow pour qu'il se déclenche aussi sur une PR
- Vous pouvez changer la spec du workflow directement dans votre PR
- La documentation se trouve par ici

Checkpoint 🎯

Règle d’or: Si le CI est rouge, on ne merge pas la pull request !

Même si le linter "ilécon", même si on a la flemme et "sépanou" qui avons cassé le CI.

Versions

Pourquoi faire des versions ?

- Un changement visible d'un logiciel peut nécessiter une adaptation de ses utilisateurs
- Un humain ça s'adapte, mais un logiciel il faut l'adapter!
- Cela permet de contrôler le problème de la compatibilité entre deux logiciels.

Une petite histoire

Le logiciel que vous développez utilise des données d'une API d'un site de vente.

```
// Corps de la réponse d'une requête GET https://supersite.com/api/item
[
  {
    "identifier": 1343,
    // ...
  }
]
```

Voici comment est représenté un item vendu dans votre code.

```
public class Item {
  // Identifiant de l'item représenté sous forme d'entier.
  private int identifier;
  // ...
}
```

Le site décide tout d'un coup de changer le format de l'identifiant de son objet en chaîne de caractères.

```
// Corps de la réponse d'une requête GET https://supersite.com/api/item
[
  {
    "identifier": "lolilol3843",
    // ...
  }
]
```

Copy

Que se passe t'il du côté de votre application ?

com.fasterxml.jackson.databind.JsonMappingException

Qu’est s’est il passé ?

- Votre application ne s’attendait pas à un identifiant sous forme de chaîne de caractères !
- Le fournisseur de l’API à "changé le contrat" de son API d’une façon non rétrocompatible avec votre l’existant.
  - Cela s’appelle un 🇬🇧 **Breaking Change**

Comment éviter cela ?

- Laisser aux utilisateurs une marge de manœuvre pour "accepter" votre changement.
  - Donner une garantie de maintien des contrats existants.
  - Informer vos utilisateurs d’un changement non rétrocompatible.
  - Anticiper les changements non rétrocompatibles à l’aide de stratégies (dépréciation).

Bonjour versions !

- Une version cristallise un contrat respecté par votre application.
- C’est un jalon dans l’histoire de votre logiciel

Quoi versionner ?

Le problème de la compatibilité existe dès qu'une dépendance entre deux bouts de code existe.

- Une API
- Une librairie
- Un langage de programmation
- Le noyau linux

Version sémantique

La norme est l'utilisation du format vX.Y.Z (Majeur.Mineur.Patch)

(source betterprograming)

Un changement **ne changeant pas le périmètre fonctionnel** incrémente le numéro de version **patch**.

Un changement changeant le périmètre fonctionnel de façon **rétrocompatible** incrémente le numéro de version **mineure**.

Un changement changeant le périmètre fonctionnel de façon **non rétrocompatible** incrémente le numéro de version **majeure**.

En résumé

- Changer de version mineure ne devrait avoir aucun d'impact sur votre code.
- Changer de version majeure peut nécessiter des adaptations.

Concrètement avec une API

- Offrir a l'utilisateur un moyen d'indiquer la version de l'API a laquelle il souhaite parler
  - Via un préfixe dans le chemin de la requête:
    - `https://monsupersite.com/api/v2.3/item`
  - Via un en-tête HTTP:
    - `Accept-version: v2.3`

Version VS Git

- Un identifiant de commit est de granularité trop faible pour un l'utilisateur externe.
- Utilisation de **tags** git pour définir des versions.
- Un **tag** git est une référence sur un commit.

🎓 "taguez" et déployez la version 1.0.0 de `cowsay`

- Si vous n'avez pas déjà un compte sur le DockerHub, créez-en un maintenant (nécessite une validation)
- Depuis GitPod, créez un tag git local `1.0.0`
  - 💡 `git tag 1.0.0 -a -m "Première release 1.0.0, mode manuel"`
- Fabriquez l'image Docker de `cowsay` avec le tag (Docker) 1.0.0
  - 💡 `docker image build --tag=XXXX/cowsay:1.0.0 #`... avec `XXXX` étant votre username DockerHub
- Déployez l'image sur le DockerHub
  - 💡 `docker login`
  - 💡 `docker image push`
- Déployez le tag sur GitHub
  - 💡 `git push origin <tagname>`

✅ "taguez" et déployez la version 1.0.0 de `cowsay`

```
DOCKER_USERNAME=dduportal
TAG=1.0.0

git tag "${TAG}" -a -m "Première release ${TAG}, mode manuel"

docker image build --tag="${DOCKER_USERNAME}"/cowsay:"${TAG}" ./
docker login --username="${DOCKER_USERNAME}"
# ...

docker image push "${DOCKER_USERNAME}"/cowsay:"${TAG}"

git push origin "${TAG}"

# Check DockerHub et GitHub après ça
```

Checkpoint 🎯

- La notion de "version" est un outil de communication aux consommateurs de nos produits logiciels
- Le "semantic versioning" est une des façon les plus usitées pour gérer les politiques de version
- Nous avons déployé manuellement notre première image Docker, avec synchronisation code source <→ image Docker

⇒ 🤔 C'était fort manuel. Et si on regardait à automatiser tout ça ?

Work in progress

🚧 Revenez plus tard

Bibliographie

Ligne de commande

- https://tldp.org
- https://en.wikipedia.org/wiki/POSIX
- https://en.wikipedia.org/wiki/Read%E2%80%93eval%E2%80%93print_loop
- https://linuxhandbook.com/linux-directory-structure/

Git / VCS

- https://docs.github.com
- https://git-scm.com/book/en/v2/Getting-Started-About-Version-Control
- http://martinfowler.com/bliki/VersionControlTools.html
- http://martinfowler.com/bliki/FeatureBranch.html
- https://about.gitlab.com/2014/09/29/gitlab-flow/
- https://www.atlassian.com/git/tutorials/comparing-workflows
- http://nvie.com/posts/a-successful-git-branching-model/

Intégration Continue

- http://martinfowler.com/articles/continuousIntegration.html
- http://martinfowler.com/bliki/ContinuousDelivery.html
- https://jaxenter.com/implementing-continuous-delivery-117916.html
- https://technologyconversations.com/2014/04/29/continuous-delivery-introduction-to-concepts-and-tools/
- http://blog.arungupta.me/continuous-integration-delivery-deployment-maturity-model
- http://blog.crisp.se/2013/02/05/yassalsundman/continuous-delivery-vs-continuous-deployment

Docker

- https://dduportal.github.io/cours/cnam-docker-2018
- https://kodekloud.com/blog/docker-for-beginners/
- https://www.slideshare.net/dotCloud/why-docker
- https://docs.docker.com/engine/reference/builder/
- https://www.r-bloggers.com/2021/05/best-practices-for-r-with-docker/
- https://github.com/wagoodman/dive
- https://docs.docker.com/engine/tutorials/networkingcontainers/
- https://towardsdatascience.com/docker-networking-919461b7f498

Livraison/Déploiement Continu

- http://martinfowler.com/articles/continuousIntegration.html
- http://martinfowler.com/bliki/ContinuousDelivery.html
- https://jaxenter.com/implementing-continuous-delivery-117916.html
- https://technologyconversations.com/2014/04/29/continuous-delivery-introduction-to-concepts-and-tools/
- http://blog.arungupta.me/continuous-integration-delivery-deployment-maturity-model
- http://blog.crisp.se/2013/02/05/yassalsundman/continuous-delivery-vs-continuous-deployment

Autre

- https://cicd-lectures.github.io/slides/
- https://dduportal.github.io/cours/
- https://www.jenkins.io/node/

Merci !

damien.duportal <chez> gmail.com

Slides: https://dduportal.github.io/esgi-containers-ci-cd/2023

Source on : https://github.com/dduportal/esgi-containers-ci-cd