Cours DevOps - Partie 1 : Architecture & Fondations

Vue d'ensemble - Points abordés dans cette Partie 1.1

Aperçu rapide de tout ce qui est vu aujourd'hui

📚 Théories

- **Concepts DevOps fondamentaux**
  - Définition du DevOps (collaboration Dev + Ops)
  - Les 3 piliers : Culture, Automation, Measurement
  - Le cycle DevOps en 8 étapes (Plan, Code, Build, Test, Release, Deploy, Operate, Monitor)
  - Architecture DevOps type avec feedback loop
- **Introduction à Docker**
  - Problématique du "ça marche sur ma machine"
  - Avantages de Docker (rapidité, multiplateforme, isolation, déploiement facilité)
  - Conteneurs vs machines virtuelles
  - Docker vs Kubernetes vs Docker Swarm
- **Terminologie Docker essentielle**
  - Dockerfile : script de construction d'image
  - Image : snapshot immuable et exécutable
  - Container : instance en cours d'exécution
  - La relation entre ces trois concepts
- **Docker Compose**
  - Orchestration de services multi-conteneurs
  - Syntaxe du fichier docker-compose.yml
  - Services, networks, volumes
  - Commandes principales (build, up, down)
  - Gestion des dépendances entre services (depends_on)
- **Les Volumes Docker**
  - Problématique de la persistance des données
  - Les 3 types de montage (volumes, bind mounts, tmpfs)
  - Différence entre volumes nommés et anonymes
  - Syntaxes -v vs --mount
  - Partage de données entre conteneurs

🛠️ Mises en pratique

- **Installation et configuration de l'environnement**
  - Installation de Docker Desktop
  - Vérification avec docker --version et hello-world
  - Configuration de VS Code avec extensions Docker
  - Configuration Git (user.name, user.email)
- **Premier Dockerfile et image**
  - Création d'un Dockerfile pour une app Node.js basique
  - Build d'une image avec docker build -t
  - Compréhension des layers lors du build
  - Visualisation des images avec docker images
- **Gestion des conteneurs**
  - Lancement de conteneurs avec docker run
  - Exposition de ports avec -p (mapping host:container)
  - Arrêt de conteneurs avec docker stop
  - Liste des conteneurs actifs avec docker ps
  - Suppression de conteneurs avec docker rm
- **Navigation dans Docker Desktop**
  - Exploration de l'interface (Containers, Images, Volumes)
  - Visualisation des logs graphiquement
  - Gestion des conteneurs depuis l'interface
- **Manipulation via terminal**
  - Commandes bash essentielles (pwd, cd, ls, mkdir, touch, cat)
  - Navigation dans le système de fichiers
  - Exécution de commandes dans les conteneurs (docker exec)
- **Création de docker-compose.yml**
  - Configuration d'une stack Node.js basique
  - Ajout de services (API, database, cache)
  - Configuration des ports et environnements
  - Utilisation de docker compose up/down/build
- **Exercice Volumes Basics**
  - Création d'un volume nommé avec docker volume create
  - Montage du volume sur plusieurs conteneurs
  - Écriture et lecture de données partagées
  - Test de persistance après suppression des conteneurs
  - Inspection avec docker volume inspect

- **Todo App avec persistance**
    - Modification du docker-compose.yml pour ajouter des volumes
    - Configuration de PostgreSQL avec volume de données
    - Configuration de volumes pour logs applicatifs
    - Test de persistance avec docker compose down puis up
    - Vérification via API que les données survivent

Accueil et Présentation

Faire connaissance

- Qu'avez-vous déjà fait avec Docker ?
- Qui suis-je ?
- Qu'avez-vous fait en termes de mises en production ? Quels ont été vos pires soucis/bugs en production ?

Objectifs de la formation

Voilà une vue d'ensemble des notions que l'on va apprendre ensemble.

1. **Maîtriser l'architecture DevOps et plus particulièrement Docker** : comprendre comment les pièces s'assemblent
2. **Être opérationnel** : repartir avec des compétences directement applicables

Méthode pédagogique

- **30% théorie, 70% pratique** : on produit ensemble !
- **Participation active** : “Coupez”-moi la parole 🤌, pas de monologue d'enseignant, le but est que l'on discute et construise ensemble !
- **Projets concrets** :
    - Pour commencer soft, une API de Todo App qui applique l'essentiel du devops
    - Nous continuerons avec la création d'une API Jurassic Park, approfondissant le devops
- **Découpages des chapitres** : chaque partie est découpée en deux : les "Core Notions", et les "Allons plus loin"

---

1 - Introduction DevOps et Architecture

CORE NOTIONS

Qu'est-ce que le DevOps ?

Le DevOps, c'est faire collaborer les développeurs (Dev) et les opérationnels (Ops) pour livrer du code plus vite et plus sûrement.

Quel est le problème quand Dev et Ops ne se parlent pas ?

1. **Définir et configurer une architecture DevOps**

   Une architecture DevOps est un ensemble d'outils et de pratiques qui permettent aux équipes de développement et d'opérations de collaborer efficacement.
   Avec Docker, on peut créer des conteneurs pour nos applications, ce qui facilite leur déploiement et leur gestion. Nous creuserons cela un peu plus tard.

2. **Automatisation du cycle de vie d'une application**

   Grâce au CI / CD (Intégration Continue / Déploiement Continu) sur GitHub, vous pouvez automatiser le processus de test et de déploiement de votre application.
   Cela signifie que chaque fois que vous apportez des modifications, des tests unitaires sont exécutés automatiquement pour s'assurer que tout fonctionne avant de déployer les changements !

3. **Outils, techniques**

   Nous les observerons au fil de ce cours.

4. **Supervision et Performance des Applications**

   Il est essentiel de surveiller nos applications et notre infrastructure pour garantir leur disponibilité, leurs performances, éviter les imprévus.
   Des outils de monitoring peuvent nous alerter en cas de problème.
   Sur le dernier projet nous pourrons expérimenter cela.

Les 3 piliers du DevOps

1. **Culture**
   - Collaboration entre équipes
   - Responsabilité partagée
   - Feedback continu
2. **Automation**
   - Tests automatisés
   - Déploiement automatique
   - Infrastructure as Code
3. **Measurement**
   - Métriques de performance
   - Monitoring applicatif
   - Alerting intelligent

Architecture DevOps type

```
Développeur → Git → CI/CD → Tests → Build → Deploy → Monitoring / Server
     ↑                                                          ↓
     └──────────────── Feedback Loop ──────────────────────────┘
```

Le cycle DevOps

1. **Plan** : Définir les features
2. **Code** : Développer
3. **Build** : Compiler/packager
4. **Test** : Valider automatiquement
5. **Release** : Préparer la mise en production
6. **Deploy** : Mettre en production
7. **Operate** : Maintenir en conditions opérationnelles
8. **Monitor** : Observer et mesurer

2 - Partie 1 : Installation des Outils

CORE NOTIONS

Les prérequis

Sondage rapide : Qui a déjà installé Docker ? Node.js ? Git ? Quelle est votre stack principale / vos stacks acquises ?

Introduction à Docker

On ne le nomme plus : Fireship ! Si vous voulez démystifier un sujet rapidement allez sur sa chaîne. Pour le cours du jour : Docker in 100 Seconds

De nos jours, le développement d'applications ne se limite pas à l'écriture de code. La multiplicité des langages, des cadres, des architectures et des interfaces discontinues entre les outils pour chaque étape du cycle de vie crée une énorme complexité.

👉 Docker simplifie et accélère votre flux de travail, tout en donnant aux développeurs la liberté d'innover en choisissant leurs outils, leurs piles d'applications et leurs environnements de déploiement pour chaque projet.

Les conteneurs sont une unité logicielle standardisée qui permet aux développeurs d'isoler leur application de son environnement, ce qui résout le problème du "ça marche sur ma machine".

Pourquoi docker ? -> Why Docker | Docker
Très bonne ressource à suivre : Docker Simplified: A Hands-On Guide for Absolute Beginners

Pourquoi utiliser Docker en tant que développeur ?

Avantages de Docker :

- Rapidité: Démarrage et arrêt rapides de l'application.
- Multiplateforme: Fonctionne sur n'importe quel système.

- Construction et destruction rapides des conteneurs.
- Configuration facile: Évite les problèmes d'installation manuelle des dépendances.
- Environnements isolés: Maintient la propreté de l'espace de travail.
- Déploiement facilité: Simplifie la mise en ligne du projet sur le serveur

Le but principal est de pouvoir reproduire les environnements : faire un Dockerfile personnalisé, pour que n'importe qui le réutilise pour build son environnement grâce à cet immuable snapshot. On met cette image en ligne pour que n'importe qui puisse la récupérer et générer son propre container.

Ensuite, si le projet doit être une infrastructure composée de plusieurs applications, on pourra toutes les conteneuriser et les orchestrer pour qu'elles cohabitent dans un même environnement, malgré leurs différences.

C'est faisable en utilisant Docker Compose, mais on a également des outils tels que Kubernetes pour faire ce travail. Kubernetes simplifie la gestion des applications, améliore la disponibilité et facilite la mise à l'échelle, le tout grâce à une automatisation intelligente.

Imaginez **Kubernetes** comme un chef d'orchestre pour vos applications. Vous avez plusieurs applications emballées dans des conteneurs, et Kubernetes s'occupe de les déployer, de les mettre à l'échelle (ajuster automatiquement le nombre de copies en fonction de la demande), et de s'assurer qu'elles fonctionnent correctement. Il gère également la répartition du trafic entre les différentes parties de votre application, garantissant une disponibilité continue.

Docker Swarm est une autre technologie liée à la gestion de conteneurs, mais elle se concentre spécifiquement sur l'orchestration de conteneurs Docker. Contrairement à Kubernetes, qui est plus complexe et offre une gamme plus étendue de fonctionnalités, Docker Swarm est une solution d'orchestration plus légère et plus simple, développée directement par Docker.

Nous verrons cela plus tard.
Pour l'instant, comprenons-mieux comment s'articule un environnement Docker seul.

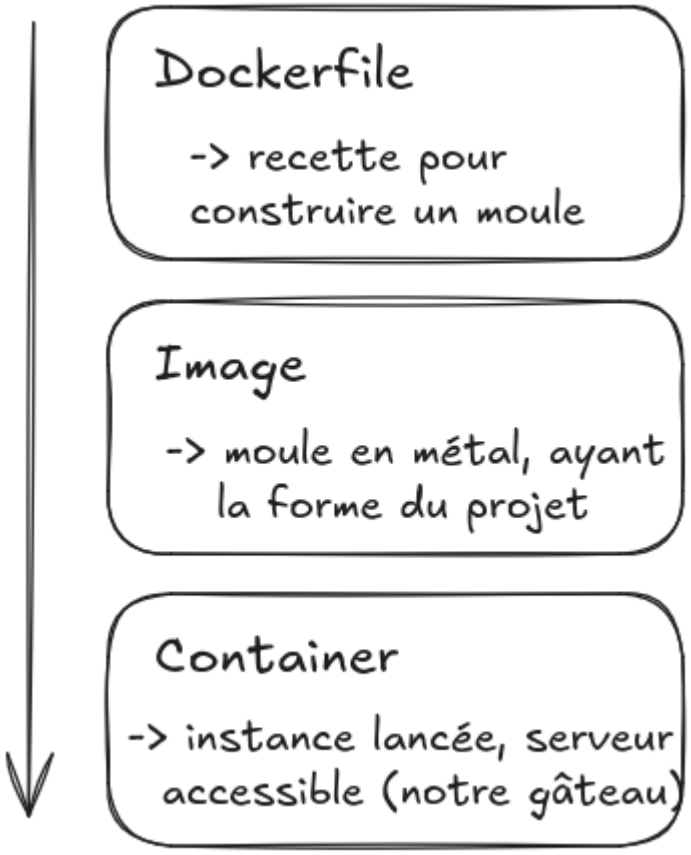
Docker : Les trois termes les plus importants !

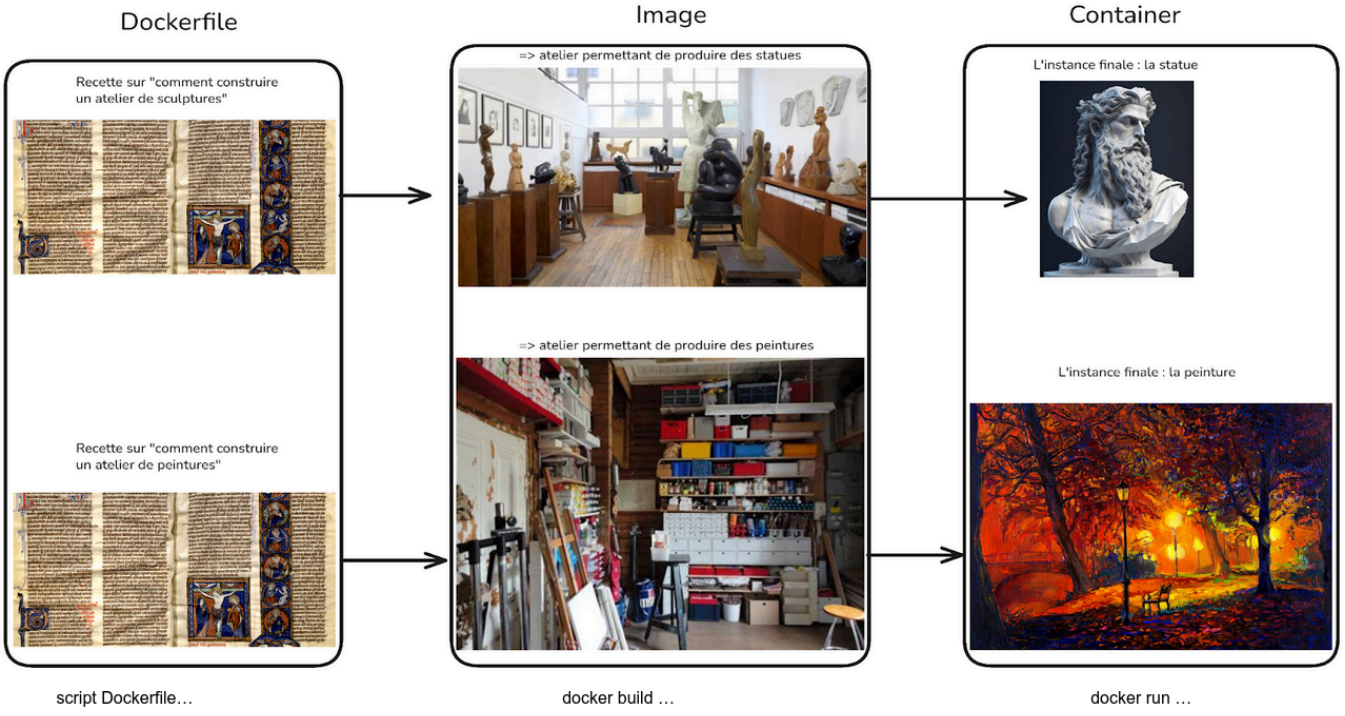
Dockerfile :
Script qui décrit les étapes de construction d'une image Docker.

Image :
Snapshot (ou instantané de stockage, permet de réaliser une copie de données stockées sur un système de stockage, ou une copie des modifications apportées à ces données) immuable et exécutable d'une application et de son environnement. (**template for running containers**)

Container :
Instance en cours d'exécution d'une image Docker, isolée et portable. (running process)

Visuellement : Dockerfile, Image, Container





Mais j'ai pas compris, c'est quoi une image ?

C’est comme un modèle ou un "plan" qui contient tout ce qu’il faut pour faire fonctionner une application : le code, les bibliothèques, les dépendances et les configurations nécessaires
Une image est en lecture seule et ne change pas : elle sert simplement de base.
À partir de cette image, Docker peut créer un conteneur (une instance en cours d’exécution de l’image), c’est-à-dire un environnement isolé où l’application tourne vraiment

Cela permet de garantir que l’application marchera toujours pareil, peu importe où on la lance
On crée souvent une image à partir d’un fichier spécial appelé Dockerfile, qui décrit étape par étape comment construire l’image

Installation guidée

1. **Docker Desktop** (+ Docker terminal)

Vérification de la présence de Docker

```
# Vérification
docker --version
docker compose version

# Test rapide
docker run hello-world
```

Pour installer :

Aller sur le site officiel de Docker : https://www.docker.com/get-started
Télécharger selon votre OS.
Suivre les instructions d'installations spécifique à l'OS.
Docker sera présent en version Desktop et dans le terminal.

“Hello world ne marche pas chez moi”

Si certaines personnes ont un message contenant 401 unauthorized, c’est que la requête fonctionne, mais que l’accès est non autorisé. Il faut se connecter :
Sur terminal (Git Bash ou Powershell) :

```
docker login -u <mon_username>
```

1. **Installez Docker sur VSCode**

   Cela permet d’avoir un support langage, pendant qu’on rédige nos fichiers docker. Pratique pour avoir les bonnes couleurs et de l’aide.
   Nous pouvons également faire un lien vers des remote registeries.

2. **Node.js (v18+)** (normalement vous l'avez !)

```
# Via nvm (recommandé)
curl -o- https://raw.githubusercontent.com/nvm-sh/nvm/v0.39.0/install.sh | bash
nvm install 18
nvm use 18

# Vérification
node --version
npm --version
```

3. **Git & GitLab / Github**

```
# Configuration
git config --global user.name "Votre Nom"
git config --global user.email "email@example.com"
```

4. **VS Code + Extensions**
    - Docker
    - GitLens
    - ESLint
    - REST Client

Environnement de secours

S'il y a trop de problèmes pour l'installation locale, voici une alternative :

GitHub Codespaces comme backup :

1. Créer un compte GitHub si nécessaire
2. Utiliser un repo test, fait par vos soins
3. Lancer un Codespace

Appliquer concrètement

- docker sur hello world
- docker nginx

---

2 - Partie 2 : API Node.JS Dockerisée

Pour s'échauffer, et intégrer progressivement les notions, l'objectif premier est de faire un projet backend Node.js.
Puis nous pourons le conteneuriser.
Grâce à docker le projet fonctionnera sur notre machine, mais sera aussi reproductible dans un autre environnement (autre ordinateur, un serveur, etc.) à l'identique.

=> Suivez les étapes indiquées dans mon repository pour savoir comment Dockeriser une app basique en Node.js

Nous nous chargerons ***après*** du projet Todo App.

Instant Cheat Sheet ! => Terminal cheat sheet

Pour les personnes ayant besoin d'un rappel sur bash

Comment naviguer dans le système de fichiers ?

- `pwd` : savoir où on se trouve
- `cd chemin_du_dossier` : aller dans un dossier (et cd .. pour revenir au dossier parent)
- `ls, ou ls -l, ou ls -la` : lister les éléments

Commandes de manipulation de fichiers :

- `mkdir nom_de_dossier`: créer un dossier
- `touch nom_du_fichier.txt` : créer un fichier
- `cat nom_du_fichier` : afficher le contenu du fichier

Commandes très pratiques :

- ajouter `--help` à la suite de la commande sur laquelle on se pose des questions
- écrire `man le_nom_de_ma_commande` pour en savoir plus sur la commande (man veut dire manual)

On peut éditer nos fichiers directement dans le terminal ?
-> Oui, carrément : des outils d'éditions de texte comme nano et vim permettent de manipuler nos fichiers. Je conseille vim, que j'utilise beaucoup ! (mais c'est une question d'habitude)

Définition. C'est quoi un Dockerfile ?

👉 le Dockerfile est un script texte qui contient une série d'instructions permettant de construire une image Docker.
Il spécifie

- l'environnement de travail,
- les dépendances,
- les étapes nécessaires à la configuration d'une application à l'intérieur d'un conteneur Docker.
- ex: sélection d'une image de base, définition du répertoire de travail, copie des fichiers du projet, l'installation des dépendances, etc.

Mise en pratique

À la racine du projet Node.js, dans un fichier nommé Dockerfile, écrire le code suivant.

Les Images, plus en détail

Définition : l'image est un package léger et autonome qui contient tout le nécessaire pour exécuter une application, y compris :
le code,

- les bibliothèques,
- les dépendances,
- les variables d'environnement,

- les fichiers de configuration
  Les images sont construites à partir d'un ensemble d'instructions définies dans un Dockerfile. Elles sont immuables, ce qui signifie qu'une fois créées, elles ne sont pas modifiées. Les conteneurs Docker sont ensuite créés à partir de ces images et représentent l'instance en cours d'exécution de l'application.

Pour créer une image :

```
docker build -t NomDeMonImage source/de/fichiers

# Exemple:
docker build -t NomDeMonImage .

# Bonnes pratiques:
docker build -t NomDeMonImage mon_pseudo/nom-de-mon-projet:1.0 .
```

Erreur courante : l'oubli du `.` à la fin de la commande

- l'usage de `-t` permet de donner un nametag à l'image
- un bon réflexe de donner mon pseudo suivi du nom de l'app
- on remarque qu'il suit les étapes de mon Dockerfile

Comment observer ce qui se passe ?!

Côté Docker Desktop

L'application est relativement explicite : sur notre gauche on constate les onglets pour voir les Conteneurs, les Images, les Volumes (que nous verrons plus tard), etc.

Côté Terminal

Pour obtenir l'image du docker qu'on vient de créer, faire la commande `docker images`
On voit une liste d'images, dont celle qu'on vient tout juste de créer

```
REPOSITORY            TAG   IMAGE ID       CREATED          SIZE
onyj/projet-cocker    1.0   d4ef76a0eac7   X minutes ago    918MB
```

Maintenant il suffit de copier le code présent en colonne "IMAGE ID".

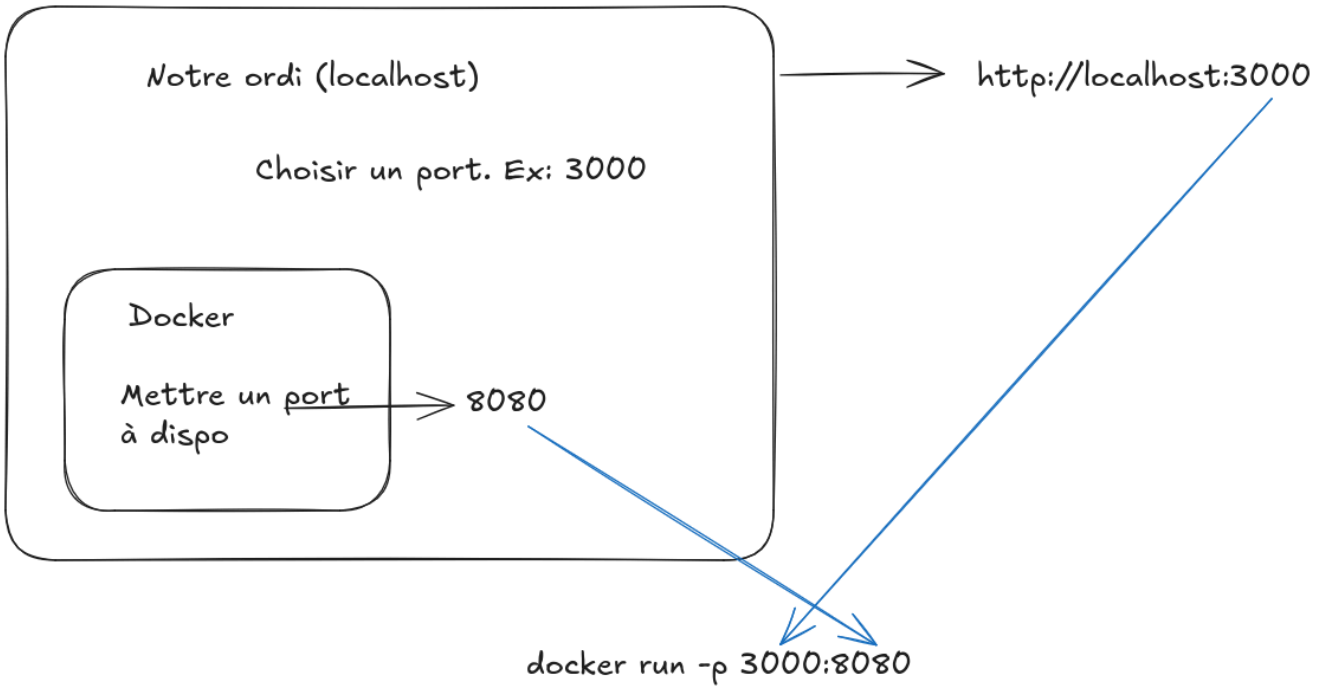
Si on fait `docker run id_de_mon_image_docker` (pour moi, d4ef76a0eac7) on voit qu'il lance localhost:8080 .
Le problème : quand on le lance depuis le navigateur, ce n'est pas accessible !
On expose le 8080 depuis le docker mais c'est pas accessible depuis le monde extérieur.

Pour obtenir les instances docker lancées, exécuter la commande `docker ps`

Exposer les bons ports

Attends, je dois exposer 2 ports différents ?

Docker nous permet de lancer un environnement virtuel, isolé au sein de notre ordi.
Pour qu'il soit accessible au port local de notre ordi, on va exposer ce fameux environnement virtuel sur un port pour docker



Donc la bonne méthode, c'est de lancer :

```
docker run -p 5000:8080 d4ef76a0eac7
```

- 5000 : c'est le port sur notre machine
- 8080 : c'est le port du docker
- le code juste après : l'id de notre image, trouvée grâce à la commande `docker images` lancée dans le terminal
- maintenant ouvrir localhost:5000 sur navigateur, et cela devrait fonctionner !

Comment désactiver les ports ?

Vous l'aurez peut-être constaté, si on ferme la page, le projet continue de tourner.
Il faut donc :

- soit aller dans Docker Desktop pour désactiver les ports
- soit stopper le processus depuis le terminal

```
# Lister l'activité Docker
docker ps

# Stopper
docker stop NOM_DU_CONTENEUR
```

3 - Mise en pratique des bases : Todo API + Dockerisation

Let's go, réaslisons notre **Todo App** (API) Dockerisée !

Actuellement, nous avons :

- Une app Node.js très basique
- Une configuration Dockerfile + docker-compose.yml
- Potentiellement un Volume

Les objectifs sont les suivants :

1. Développer les fonctionnalités spécifiées pour une Todo API
    - Les éléments API (Node.js)
    - Les éléments Base de données (MySQL ou NoSQL ou local)

Remarques :

- rester simple, l'objet du cours n'est pas le code pur, mais le DevOps.
- Pourquoi faire des fonctionnalités dans une app qui est déjà dockerisée ? On a déjà fini le travail en soit ? Eh bien aujourd'hui cela n'est pas utile, mais demain cela prendra tout son sens quand on devra ajouter des automatisations de développement ! La CI/CD.
- Rappel : Le travail produit aujourd'hui et demain fera l'objet de notes individuelles !

Rendu :
Le projet à démarrer aujourdhui => Ce repository (**public**) contient :

- Readme,
    - Renseignant toutes les informations relatives au projet : guidelines, comment lancer le projet, etc
    - Référant les éléments de gestion Agile/Scrum / Kanban relatifs au projet Solo
- Code source de l'API Node.js : un CRUD permettant la manipulation des `Tasks`
- Base de données : une `Task` comprend `id`, `state`, `description`
- Dockerisation complète du projet : `Dockerfile`, `docker-compose.yml`, bonnes pratiques

Le rendu de demain est un lien vers ce Repository, sur lequel on aura ajouté d'autres fonctionnalités

CORE NOTIONS

Énoncé du projet

Objectif : Créer une API REST de gestion de tâches avec Node.js, la dockeriser et préparer pour la CI/CD.

Structure du projet

```
todo-api/
├── src/
│   ├── routes/
│   │   └── tasks.js
│   ├── models/
│   │   └── task.js
│   ├── middleware/
│   │   └── errorHandler.js
│   └── app.js
├── tests/                    # à développer pendant COURS PARTIE 2
```

```
│   ├── unit/
│   │   └── task.test.js
│   └── integration/
│       └── api.test.js
├── Dockerfile
├── .dockerignore
├── .gitignore
├── docker-compose.yml
├── package.json
└── README.md
```

Fonctionnalités à implémenter

1. **CRUD Tâches**
   - `POST /tasks` - Créer une tâche
   - `GET /tasks` - Lister toutes les tâches
   - `GET /tasks/:id` - Voir une tâche
   - `PUT /tasks/:id` - Modifier une tâche
   - `DELETE /tasks/:id` - Supprimer une tâche
2. **Modèle de données**

```
{
  id: "uuid",
  title: "string", (optionnel)
  description: "string",
  status: "string",
  createdAt: "timestamp", (optionnel)
  updatedAt: "timestamp" (optionnel)
}
```

Code de démarrage

Voilà un morceau de code pouvant servir de base.

app.js :

```
const express = require('express');
const cors = require('cors');
const helmet = require('helmet');
const taskRoutes = require('./routes/tasks');
const errorHandler = require('./middleware/errorHandler');

const app = express();

// Middleware
app.use(helmet());
app.use(cors());
app.use(express.json());

// Health check
```

```
app.get('/health', (req, res) => {
  res.json({ status: 'ok', timestamp: new Date() });
});

// Routes
app.use('/api/tasks', taskRoutes);

// Error handling
app.use(errorHandler);

module.exports = app;
```

---

4 - Docker compose et Orchestration

CORE NOTIONS

Rappel Docker basics

```
# Dockerfile basique
FROM node:18-alpine
WORKDIR /app
COPY package*.json ./
RUN npm ci --only=production
COPY . .
EXPOSE 3000
CMD ["node", "server.js"]
```

Docker Compose pour multi-containers

> "C'est bien drôle de passer ma vie à taper des commandes dans le terminal, mais il n'y a pas plus rapide ?"
> Eh bien si, au lieu de retenir plusieurs commandes complexes par projet, on a un moyen de standardiser les règles dans un fichier nommé `docker-compose.yml`.

Voici comment créer et configurer `docker-compose.yml`.
(Et voici une autre ressource similaire)

Pour un récapitulatif complet sur les notions Docker vues jusqu'à présent, voilà un tutoriel complet.

Un `docker-compose.yml` peut se structurer de la sorte :

```
version: 'X'

services:
  web:
    build: .
    ports:
     - "5000:5000"
    volumes:
     - .:/code
  redis:
    images: redis
```

Synthèse concernant docker-compose

Ci-dessous, un exemple plus complet Node + Postgres + Redis :

```
version: '3.8'
services:
  api:
    build: .
    ports:
      - "3000:3000"
    environment:
      - NODE_ENV=production
      - DB_HOST=postgres
    depends_on:
      - postgres
      - redis

  postgres:
    image: postgres:15
    environment:
      POSTGRES_DB: myapp
      POSTGRES_USER: user
      POSTGRES_PASSWORD: password
    volumes:
      - postgres_data:/var/lib/postgresql/data

  redis:
    image: redis:7-alpine
    ports:
      - "6379:6379"

volumes:
  postgres_data:
```

L'avantage ultime c'est qu'on n'a plus que 3 commandes principales à retenir :

```
docker compose build
```

Est l'équivalent de la (longue) commande build que l'on faisait dans le terminal

```
docker compose up
```

Équivalent de la commande `docker run…` que l'on faisait

```
docker compose down
```

Permet de stopper le container qui était lancé avec `docker-compose up`

Best practices Docker

1. **Multi-stage builds**

```
# Build stage
FROM node:18 AS builder
WORKDIR /app
COPY package*.json ./
RUN npm ci
COPY . .
RUN npm run build

# Production stage
FROM node:18-alpine
WORKDIR /app
COPY --from=builder /app/dist ./dist
COPY --from=builder /app/node_modules ./node_modules
CMD ["node", "dist/server.js"]
```

2. **Security scanning**

```
docker scan myimage:latest
```

3. **Optimisation des layers**
    - Regrouper les RUN
    - Utiliser .dockerignore
    - Mettre le moins changeant en premier

Les Volumes

Pour les personnes les plus attentives, vous aurez remarqué le mot "volumes" dans le docker-compose.

L'inconvénient des conteneurs docker, c'est qu'ils sont tous isolés les uns des autres, et que si on les ferme, on perd toutes les données dynamiquement calculées.

Comment rendre les données persistantes et partageables, indépendamment de la vie des conteneurs ?
Un volume est utile pour :

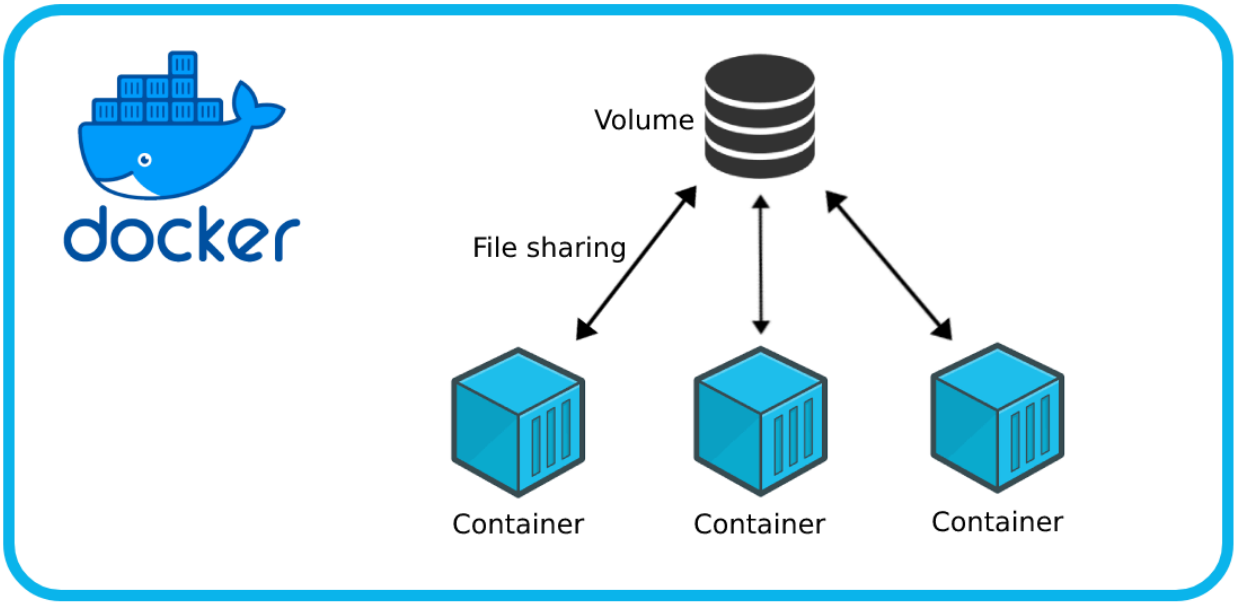
- Garder tout ce qui doit survivre à un redémarrage ou à la suppression d'un conteneur

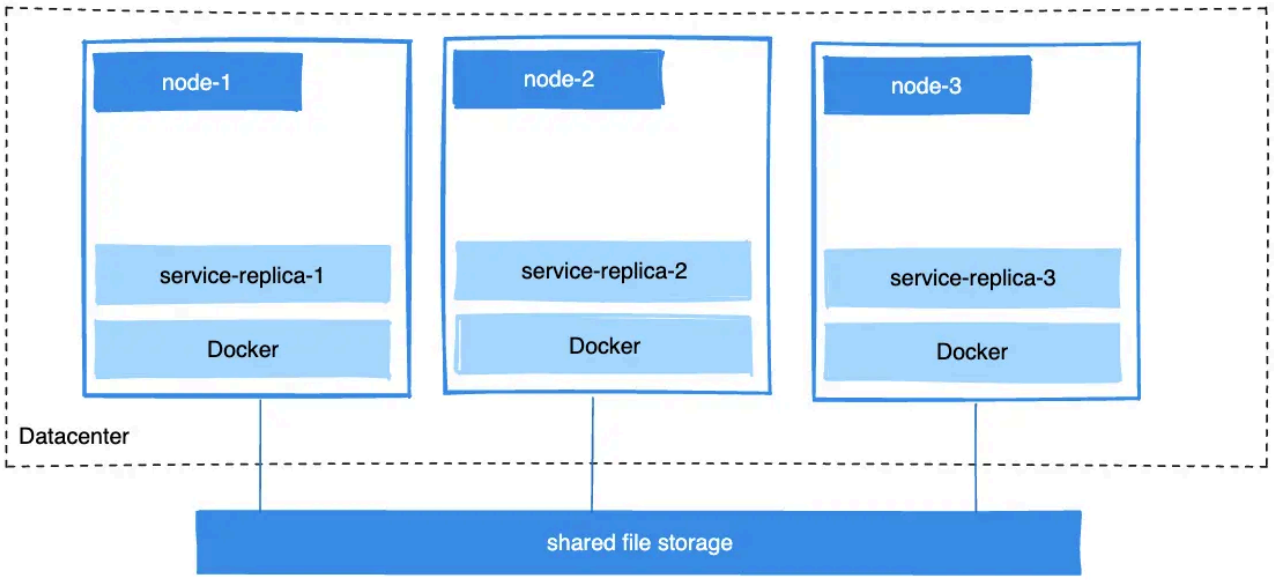
- Partager des fichiers entre plusieurs conteneurs

À quoi sert un volume Docker ?

- Persistance des données
  Les conteneurs Docker sont éphémères : si on supprime ou recrée un conteneur, tout ce qui est stocké à l'intérieur (dans le système de fichiers du conteneur) est perdu.
  👉 Un volume permet de stocker des données de façon persistante, indépendamment du cycle de vie du conteneur.
  Par exemple, si ton application écrit des fichiers dans /stuff, ces fichiers resteront disponibles même si tu détruis et recrées le conteneur
- Partage de données
  Un volume peut être monté dans plusieurs conteneurs en même temps. Cela permet de partager des fichiers ou des données entre plusieurs services ou applications qui tournent dans des conteneurs différents
- Séparation des données et de l'application
  Le volume est stocké sur l'hôte Docker, dans un emplacement géré par Docker (généralement sous `/var/lib/docker/volumes`). Cela sépare clairement les données de l'application, ce qui facilite la sauvegarde, la migration ou la gestion des données sans toucher à l'application elle-même
- Sécurité et portabilité
  Les volumes sont isolés du système de fichiers principal de l'hôte, ce qui réduit les risques de conflits ou de suppression accidentelle. Ils sont aussi plus portables que les montages de type "bind" (qui lient un dossier précis de l'hôte)

Voilà ce qu'il se passe, visuellement





Partageons les données grâce aux volumes

Partager les données entre plusieurs containers (persist files).

Créons un volume Docker nommé shared-stuff :

```
docker volume create shared-stuff
```

Lorsque qu'on lance un conteneur avec docker run, utiliser l'option --mount pour lier le volume créé au conteneur. Par exemple :

```
docker run --mount source=shared-stuff, target=/stuff mon_conteneur mon_port
```

Plus de détails ici

Que faire de mon volume ensuite ?

- Stocker des données d'application
  Utiliser le volume pour y stocker tout ce que notre application doit conserver : bases de données, fichiers de configuration, fichiers utilisateurs, logs, etc.
- Sauvegarder ou restaurer
  On peut sauvegarder le contenu du volume (par exemple pour des backups réguliers) ou le restaurer sur un autre hôte ou environnement.
- Partager entre plusieurs conteneurs
  Si on a besoin que plusieurs conteneurs accèdent aux mêmes données, on peut monter le même volume dans chacun d'eux.
- Nettoyer ou supprimer
  Si on n'as plus besoin du volume, on peut le supprimer avec docker volume rm shared-stuff (après avoir arrêté et supprimé les conteneurs qui l'utilisent).

Instant Cheat Sheet! Manipuler le Volume

Concrètement, voilà ce qu'on peut faire sur notre volume (dans un terminal) :

- Voir le contenu d'un volume :

  ```
  docker exec -it mon_conteneur sh
  ```

  ou bash si disponible :

  ```
  docker exec -it mon_conteneur bash
  ```

  afficher le fameux stuff : `ls /stuff`

- Copier un fichier depuis le volume vers notre machine hôte

  ```
  docker cp mon_conteneur:/stuff/nom_du_fichier ./local_destination/
  ```

- Copier un fichier de notre machine hôte vers le volume

  ```
  docker cp ./mon_fichier mon_conteneur:/stuff
  ```

- Lister tous les volumes Docker

  ```
  docker volume ls
  ```

- Inspecter un volume pour voir où il est stocké sur l'hôte

  ```
  docker volume inspect shared-stuff
  ```

- Supprimer le volume (après avoir supprimé tous les conteneurs qui l'utilisent)

  ```
  docker rm mon_conteneur
  docker volume rm shared-stuff
  ```

- Sauvegarder le contenu du volume

  ```
  docker run --rm \
    -v shared-stuff:/stuff \
    -v $(pwd):/backup \
    alpine \
    tar czf /backup/backup-stuff.tar.gz -C /stuff .
  ```

- Restaurer une sauvegarde dans le volume

```
docker run --rm \
  -v shared-stuff:/stuff \
  -v $(pwd):/backup \
  alpine \
  tar xzf /backup/backup-stuff.tar.gz -C /stuff
```

Exercice Pratique 1 : Volumes Basiques

Objectif : Créer un volume partagé entre deux conteneurs

Étape 1 : Créer et utiliser un volume

Objectif :

1. faire un volume partagé, dans lequel on range des logs
2. faire un conteneur capable d'écrire dans ce volume
3. faire un conteneur qui lit ce volume
4. supprimer les containers
5. recréer un container
6. voir si ce dernier est capable de lire les logs, alors qu'on a supprimé les containers

Corrigé :

```
# Si des volumes traînent (quant à ce projet)
docker volume rm mon-volume

# Faire le volume partagé
docker volume create todo-logs

# Conteneur qui écrit
docker run -it --name todo-writer -v todo-logs:/data node:22-alpine sh
# Écrire dans le dossier data du volume
cd data
echo "mon premier log" > first_log.log
echo "mon second log: $(date)" > second_log.log
exit

# Conteneur qui fait la lecture
docker run -it --name todo-reader -v todo-logs:/data node:22-alpine sh
# Lire dans le dossier data du volume
cd data
cat data/first_log.log
cat data/second_log.log
exit

# Supprimer les containers
docker ps -a # (pour voir tous les containers, y compris ceux éteints)
docker rm 11572ba91476 f3074cdec7d3    # (les identifiants des 2 containers)
```

```
# Recréer un container (ici avec le docker-compose.yml pour l'exemple)
Voir ci-dessous:
```

docker-compose.yml :

```
# version: '3'
services:
  app:
    build: .
    ports:
      - "3000:3000"
    volumes:
      - todo-logs:/data
    environment:
      - NODE_ENV=development

volumes:
  todo-logs:
    external: true   # Super important ! Autrement on aura un volume créé de manière
isolée, depuis ici !
```

reprise côté terminal:

```
# de retour dans chemin/vers/mon-projet/, contenant docker-compose.yml
docker compose down
docker compose build
docker compose up -d   # lancer en --detach mode, en arrière-plan
docker ps     # récupérer l'id de mon container
docker exec -it mon-container-id sh
```

Questions

- "Qu'est-ce qui se passe si on supprime le volume ?"
- "Quelle est la différence entre -v et --mount ?"
- Quelqu'un partage son écran et montre son volume dans Docker Desktop

Réponses

- suppression..c
-

Exercice pratique 2 : Todo App avec Persistance

Objectif : Ajouter une database PostgreSQL à votre Todo App existante

Modifiez votre docker-compose.yml

```
version: '3.8'

services:
  api:
    build: .
    ports:
      - "3000:3000"
    volumes:
      - ./src:/app/src          # Hot reload pour le dev
      - api-logs:/app/logs      # Logs persistants
    environment:
      - NODE_ENV=development

  db:
    image: postgres:15-alpine
    environment:
      POSTGRES_DB: todo_db
      POSTGRES_USER: todo_user
      POSTGRES_PASSWORD: todo_pass
    volumes:
      - postgres-data:/var/lib/postgresql/data  # Persistance BDD
    ports:
      - "5432:5432"

volumes:
  postgres-data:    # Volume nommé géré par Docker
  api-logs:         # Deuxième volume pour les logs
```

Testez la persistance

```
# Lancer la stack
docker compose up -d

# Créer des tâches via votre API
curl -X POST http://localhost:3000/api/tasks \
  -H "Content-Type: application/json" \
  -d '{"title":"Tâche persistante","status":"todo"}'

# Arrêter TOUT
docker compose down

# Relancer
docker compose up -d

# Vérifier que les données sont toujours là
curl http://localhost:3000/api/tasks
```

Mission réussie si : Vos tâches survivent au redémarrage 😈

CHECKPOINT 2 :

- *"Pourquoi le volume* `./src:/app/src` *n'est pas dans la section* `volumes:` *?"*
- *"Que se passe-t-il si on fait* `docker compose down -v` *?"*
- Quelqu'un explique comment il a testé la persistance