Introduction au DevOps

Docker

Jolan PHILIPPE

12 Septembre 2025

Université d'Orléans

Les rôles des outils d'IaC

Management d'application

Customiser, configurer tester l'application et la conteneuriser

Provisionnement d'infrastructure

Demander ressources physiques ou virtuelles; configurer le réseau; et règles sécurité

Installation et Configuration

Installer les services (app + deps) configurer les services; et les intégrer

Orchestration de cycle de vie

Upgrades auto; Backup et recovery; Surveillance; Passage à l'échelle

`https://www.docker.com/blog/docker-for-devops/`

Un conteneur c'est quoi ?

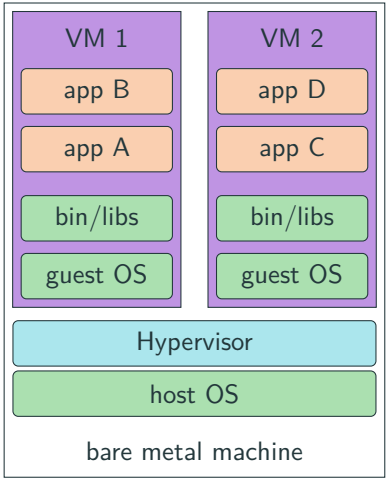
A propos du kernel Linux

Le kernel c'est le cœur d'un système d'exploitation (OS)

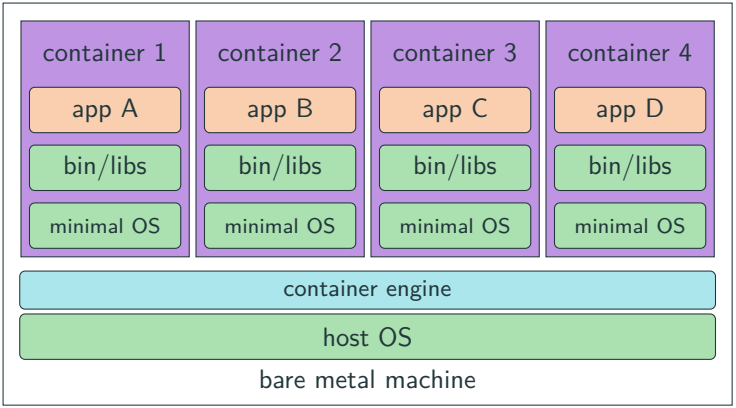
- C'est une partie de l'OS toujours chargé en mémoire.
- Il contrôle les ressources physiques, ou hardware, (e.g., I/O, mémoire, cryptographie, CPU) en utilisant des pilotes, ou drivers.
- Il arbitre les conflits et la concurrence entre les processus.
- Il optimise l'utilisation de ressources (e.g., cache, mémoire, CPU, système de fichiers, réseau)

Le kernel est l'un des premiers programmes chargé au démarrage.

Comparaison à gros grains entre les VMs et les conteneurs



VMs avec un hyperviseur



Containers

Conteneurs

Avantages des conteneurs

- Isolation
- Portabilité
- Limitations des ressources dupliquées
- Impact limité sur les performances
- Démarrage rapide

Le modèle est différent et la façon dont les applications sont déployées est différente !

Que se cache-t-il dessous ?

Un peu plus à propos de Linux

Dans Unix/Linux, tout est fichier : une fichier, un dossier, un périphérique, etc.

Système de fichiers

- Organisation des fichiers hierarchique sous la forme d'un arbre
- `/` est la racine du système de fichiers
- `/sys` contient les fichiers du système
- `/etc` contient les fichiers de configuration et les scripts
- `/media` contient les partitions de disques, périphériques, etc.
- etc.

Un conteneur est aussi un ensemble de fichiers

Images

Une image de conteneur est une archive de fichiers, incluant:

- une racine de système de fichiers
- des bibliothèques, des packages, etc. (i.e., des dépendances)
- l'application, ou le service, à démarre
- etc.

L'image contient l'environnement requis pour exécuter l'application ou le service sur le noyau hôte.

Portabilité des images

Cet environnement est portable d'un hôte à un autre, si un kernel compatible est présent (WSL2 sur Windows, ou VM sur MacOS)

Attention: La limite, c'est l'architecture matérielle : par exemple une image construite pour amd64 ne tournera pas nativement sur un hôte arm64 (Mac M1/M2) sans émulation (e.g., qemu).

Registre d'images

- Les images Docker sont stockées dans des **registres** (e.g., *Docker Hub* `https://hub.docker.com/`).
- La commande `docker pull` permet de **télécharger une image** vers la machine locale.
- Exemple :
  `> docker pull MyImage`
- Résultat :
  - Télécharge l'image `MyImage`
  - Rend l'image disponible localement pour créer des conteneurs.

Example: Alpine

L'image docker de Linux Alpine est souvent utilisée par les conteneurs.

- Distribution très légère de Linux
- `https://hub.docker.com/_/alpine`

Télécharger une image alpine

```
> docker pull alpine
```

Démarre un conteneur en utilisant l'image alpine et démarre une invite de commande sh interactive dans celui-ci

```
> docker run -it alpine /bin/sh
```

Une fois démarrer, on peut intéragir avec le système de fichier:

```
in alpine > ls -al
```

Mais il n'y a pas de kernel:

```
in alpine > ls /boot
```

D'une image vers un conteneur

Comme vu précédemment, une image est une archive d'un système de fichiers. Créer un conteneur consiste à:

- Donner une quantité limité de ressources au conteneur
- Créer un environnement isolé au processus du conteneur
- assigner la racine du système de fichiers de l'image à la la racine du système de fichiers du conteneur

D'une image vers un conteneur

`cgroups`

Linux Control Groups (**`cgroups`**) limite la quantité de ressource qu'un processus peut utiliser (CPU, mémoire, latence, etc).

`namespaces`

Linux Namespaces assure que chaque processus voit sa propre vue personnelle du système (fichiers, processus, interfaces réseaux, hostname, etc).

`chroot, pivot_root`

Change la racine du système de fichiers d'un processus.

Docker

Vue d'ensemble de Docker

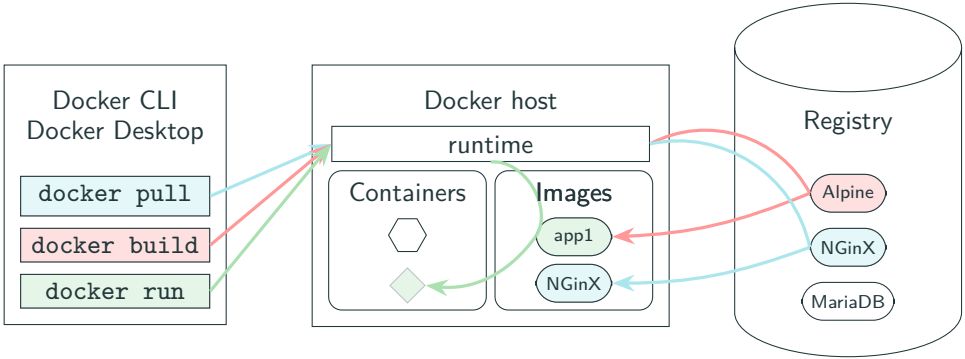
Les différents éléments de Docker

- CLI (Command Line Interface)
- Docker runtime
- Les images et le registre
- Les conteneurs

Les rôles du Docker runtime

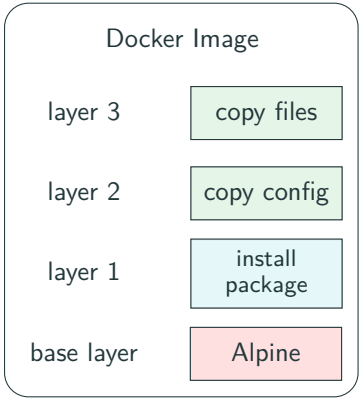
- Démarrer (*start*) et arrêter (*stop*) des conteneurs
- Manager des images
- Manager les réseaux
- Manager les volumes
- etc.

Vue d'ensemble de Docker



Structure d'une image Docker

Une image Docker est construite en assemblant différentes couches.



Optimisation de stockage

- Les couches sont partagées par différentes images pour optimiser le stockage;
- Pour se faire, chaque couche est identifiée par une fonction de hashage.

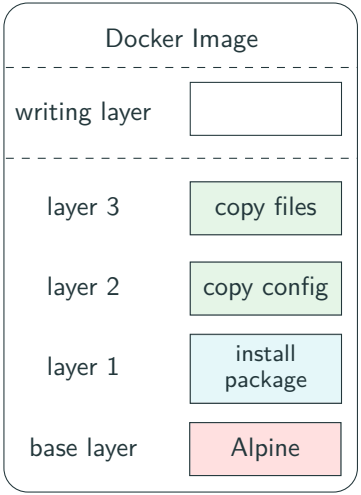
Écrire dans un conteneur ?

Une image Docker est immuable! C'est à dire qu'elle ne peut pas être modifiée.
Au runtime, une couche virtuelle est créée dans le conteneur, au dessus de l'image

- Il est possible d'écrire dans cette couche;
- Cette couche n'est pas partagée par les autres conteneurs;
- Cette couche est détruite avec le conteneur.

Volumes

Si les données doivent être persistantes et partagées entre les conteneurs, un volume doit être utilisé. Voir `https://docs.docker.com/engine/storage/volumes/`



Créer une image avec un Dockerfile

Principes du Dockerfile

Un *Dockerfile* contient un ensemble de commandes pour créer une image Docker.

- Empêche de construire des images manuellement, “from scratch”;
- Offre une manière pour Docker de construire des couches et empêcher les commandes inutiles;
- Un Dockerfile ressemble à un fichier bash avec des instructions à appliquer.

Exemple de Dockerfile

- `FROM` pour indiquer quelle image de base utiliser pour construire notre image;
- `RUN` pour exécuter une commande par dessus l'image de base;
- `ENV` pour déclarer des variables d'environnement;
- `ENTRYPOINT` pour définir quelle commande doit être exécutées au démarrage du conteneur.

```
1    FROM alpine
2    RUN apt update
3    RUN apt install -y htop
4    ENV TERM=xterm
5    ENTRYPOINT /bin/htop
```

La documentation complète est accessible ici:
`https://docs.docker.com/reference/dockerfile/`

Exemple de Dockerfile

- `FROM` avec une version d'image;
- `WORKDIR` pour indiquer le dossier de travail dans lequel se placer quand le conteneur démarrera;
- `ADD` pour ajouter des fichiers depuis la machine locale (i.e., hôte) à l'image du conteneur;
- `CMD` pour définir quelles commandes doivent être exécutées au démarrage du conteneur.

```
1   FROM python:3.8-alpine
2   RUN apt updateWORKDIR /app
3   ADD . /app/
4   RUN pip install -r requirements.txt
5   CMD ["python", "movie.py"]
```

Quelques subtilités des commandes Dockerfile

- `ADD` ≠ `COPY`: `ADD` fait la même chose que `COPY` mais permet aussi de décompresser automatiquement des archives locales, et télécharger une ressource depuis une URL

- `ENTRYPOINT` ≠ `CMD`: `ENTRYPOINT` sert à démarrer un programme principal fixe (e.g., python, java) alors que `CMD` sert à remplacer les argumments passé après `docker run image` (e.g., `/bin/sh` dans le premier exemple)

Construire une image à partir d'un Dockerfile

Commande

```
docker build [OPTIONS] PATH
```

```
> docker build .  -t "monapp:latest"
```

- `docker build` est la commande pour construire une image Docker;
- `.` est le chemin vers le Dockerfile;
- `-t` est une option pour nommer cette image (ici `"monapp:latest"` se réfère à un nom et une version);
- Par défaut, le Dockerfile est `PATH/Dockerfile`, mais vous pouvez donner un autre nom en utilisant l'option `-f`.

Docker CLI

> `docker -h` donne l'aide racine de la CLI
> `docker images -h` donne l'aide pour les images

> `docker pull hello-world` télécharge l'image `hello-world`
> `docker images`, ou `docker images ls`, donne une liste des images téléchargées
> `docker image inspect id` donne des détail sur l'image correspondante à l'`id`

> `docker run hello-world` créer et démarre un conteneur à partir d'une image
> `docker ps` affiche les conteneurs en cours d'exécution
> `docker ps -a` affiche tous les conteneurs, y compris ceux aux statut `exited`
> `docker container inspect id` donne des détail sur le conteneur correspondant à l'`id`

> `docker container prune` supprime tous les conteneurs qui ne sont plus utilisés
> `docker image rm hello-world` supprime l'image locale `hello-world`

Quelques bonnes pratiques

Penser aux couches

Dans les versions plus anciennes de Docker, chaque ligne dans le Dockerfile créait une couche. En conséquences:

- Trop de couches intermédiaires, pouvant être coûteuses;
- Le temps de build pouvait être impacté;
- Les optimisations de stockage pouvaient être impossibles;
- Aujourd'hui, `RUN`, `COPY` et `ADD` uniquement créent de nouvelles couches.

Bonne pratique 1

Pensez à vos couches quand vous utiliser `RUN`, `COPY` et `ADD` dans votre Dockerfile

Réduire la taille d'une image

Bonne pratique 2

N'installez uniquement que les dépendances nécessaires dans votre Dockerfile

- Si vous utilisez `apt` pour installer des packages, utilisez l'option `--no-install-recommends`
- Si possible, supprimez les fichiers intermediaires non requis quand vous appliquez `RUN`

Construction en plusieurs étapes

Bonne pratique 3

- Réduisez la taille des images en supprimant les dépendances de compilation dans l'image finale.
- L'image finale contient uniquement les dépendances nécessaires à l'exécution du service.
- Une image de base bien adaptée aux fichiers exécutables uniquement est **`scratch`** ou **`alpine`**.

```
1  FROM golang as builder
2  RUN apt update && apt install -y git protobuf-compiler golang-goprotobuf-def && \
3      git clone https://gitlab.imt-atlantique.fr/url && \
4      cd productcatalogservice && \
5      go mod download && \
6      mkdir genproto && \
7      protoc --go_out=plugins=grpc:genproto -I . productcatalogservice.proto && \
8      CGO_ENABLED=0 go builder
9
10 FROM scratch
11 COPY --from=builder /go/productcatalogservice/productcatalogservice /
12 COPY --from=builder /go/productcatalogservice/products.json /
13 ENTRYPOINT ["/productcatalogservice"]
```

N'importe qui peut déposer une image Docker sur Docker Hub !

Bonne pratique 4

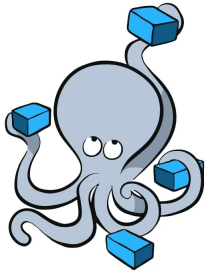
- Préférez toujours les images Docker officielles.
- Vérifiez que l'image Docker est régulièrement mise à jour.
- Soyez sur que l'image contient ce que vous pensez en utilisant
  - `> docker history image_name`
  - des outils comme `dive`
- Soyez sure de mettre à jour les images que vous utilisez.

Un peu plus dans les Dockerfiles

- Exposer ses ports dans un Dockerfile
  - `EXPOSE 80` pour exposer un numéro de port
  - `EXPOSE 56/udp` pour exposer un numéro de port pour un protocole précis
- Ajouter des données purement informatives
  - `LABEL maintainer="Jolan PHILIPPE"`
- Ajouter des variables d'environnement
  - `ENV ADMIN_USER="Alice"`
  - ou directement via la CLI: `docker run -e ADMIN_USER="Bob"`
- Ajouter des volumes depuis l'hôte
  - `VOLUME /myapp/data`

Déployer une pile logicielle avec Docker Compose

Automatiser le déploiement d'applications dans des conteneurs



docker
Compose

- Déploie facilement une pile logicielle conteneurisée
- Défini votre déploiement avec un seul fichier YAML (conteneurs, volumes, réseaux, etc.)
- Les fichiers de déploiement deviennent faciles à partager, à contrôler leurs versions, etc. (c'est de l'IaC :wink:)

Structure de `compose.yaml`

Spécification complète: `https://docs.docker.com/reference/compose-file/`

- ***services***
  - Nom du service
    - ***image*** Docker ou chemin de ***build*** pour le Dockerfile
    - ***ports*** exposés par le service
    - ***networks*** utilisés par le service
    - ***volumes*** utilisés par le service
    - variables d'***environment*** utilisés par le service avec sa valeur
    - ***depends_on*** un autre service
- ***volumes***
- ***networks***

```yaml
version: '3.3'

services:
  lychee:
    image: linuxserver/lychee:4.7.0
    container_name: Gdsn-photos-web
    restart: always
    networks:
      - web
      - default
    volumes:
      - ./conf:/config
      - /srv/gdsn_photos_lychee:/pictures
    labels:
      - "traefik.http.routers.gdsn_photos.rule=Host(`photos.gdsn.fr`)"
  db:
    image: mysql:5.7
    container_name: Gdsn-photos-db
    restart: always
    networks:
      - default
    volumes:
      - /srv/gdsn_photos_db_data:/var/lib/mysql
    environment:
      MYSQL_ROOT_PASSWORD: secret
      MYSQL_DATABASE: lychee
      MYSQL_USER: lychee
      MYSQL_PASSWORD: secret
    labels:
      - "traefik.enable=false"

networks:
  web:
    name: traefik_web
    external: true
```

Il est très important de comprendre que **`Docker compose`** crée un DNS pour que les conteneurs puissent s'appeler les uns les autres sans connaître leurs adresses IP.

CLI

Quelques commandes importantes :

- `> docker-compose build` pour construire, ou reconstruire, des images
- `> docker-compose up` pour créer et démarrer des conteneurs, réseaux, etc.
- `> docker-compose stop` pour arrêter des conteneurs, réseaux, etc.
- `> docker-compose down` pour arrêter et supprimer des conteneurs, réseaux, etc.

Toute la documentation : `https://docs.docker.com/compose/reference/`

Quelques exemples : `https://github.com/docker/awesome-compose`