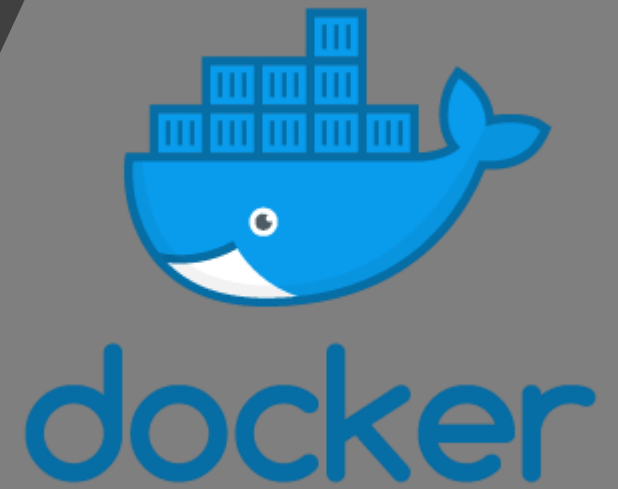


# Docker

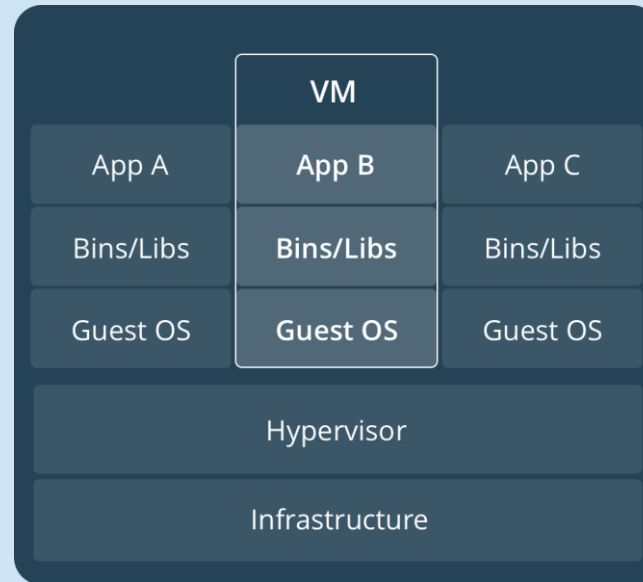
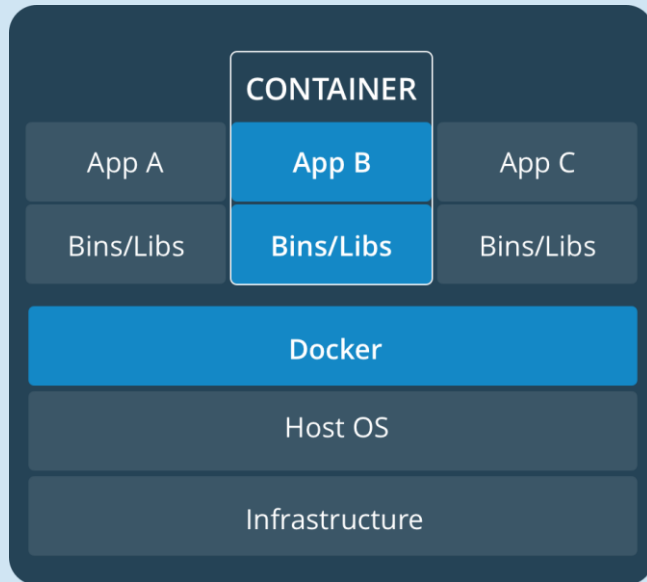
Elies Jebri



# Concepts Docker

- **Flexible** : même les applications les plus complexes peuvent être conteneurisées.
- **Léger** : les conteneurs exploitent et partagent le noyau hôte, ce qui les rend beaucoup plus efficaces en termes de ressources système que les machines virtuelles.
- **Portable** : vous pouvez créer localement, déployer sur le cloud et exécuter n'importe où.
- **Faiblement couplé** : les conteneurs sont hautement autonomes et encapsulés, ce qui vous permet de remplacer ou de mettre à niveau l'un sans en perturber les autres.
- **Évolutif** : vous pouvez augmenter et distribuer automatiquement les répliques de conteneurs dans un centre de données.
- **Sécurisé** : les conteneurs appliquent des contraintes et des isollements agressifs aux processus sans aucune configuration requise de la part de l'utilisateur.

# Conteneurs et machines virtuelles



- Un conteneur s'exécute nativement sur Linux et partage le noyau de la machine hôte avec d'autres conteneurs.

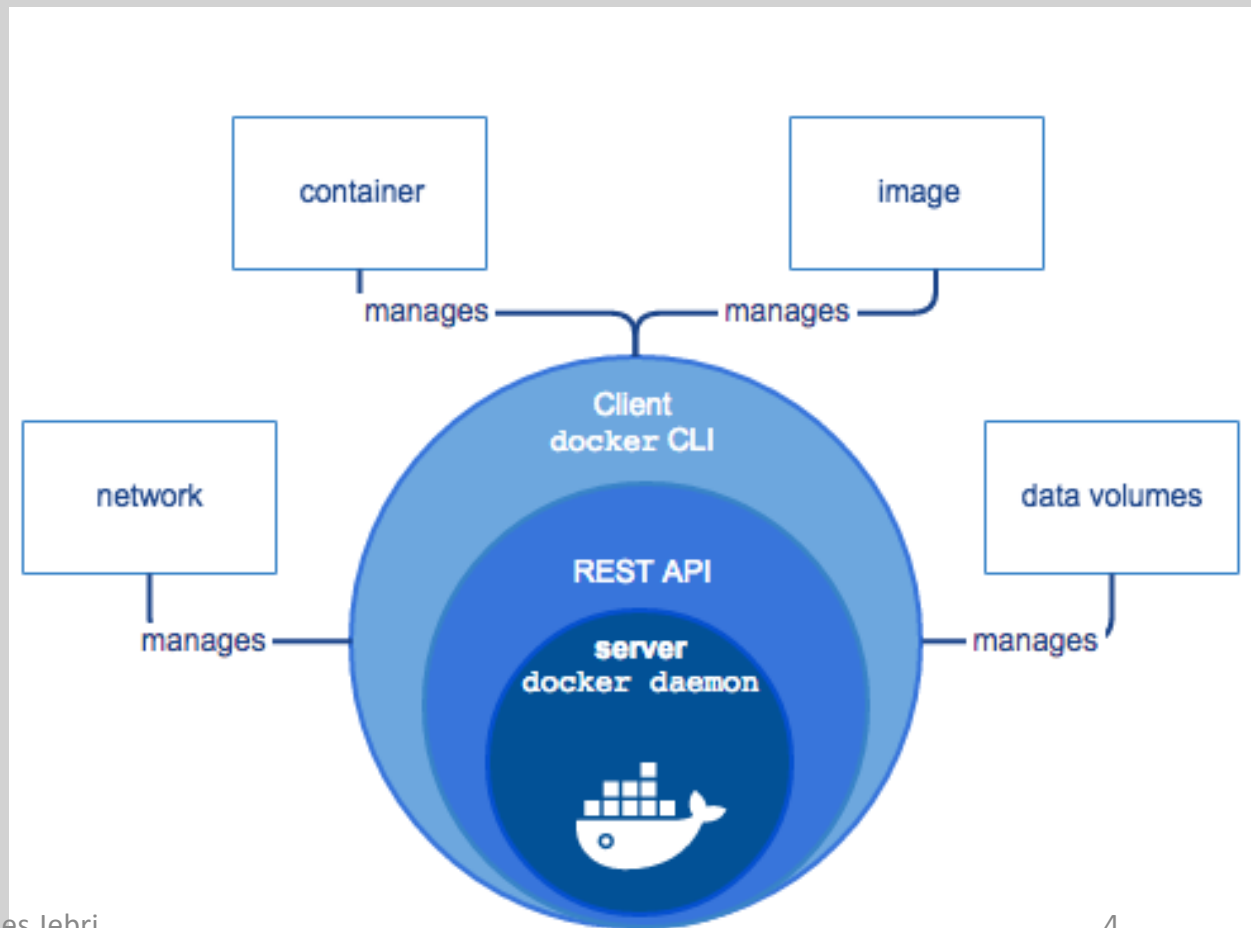
- Il exécute un processus discret, ne prenant pas plus de mémoire que tout autre exécutable, ce qui le rend léger.

- Une machine virtuelle (VM) exécute un système d'exploitation «invité» à part entière avec un accès virtuel aux ressources hôte via un hyperviseur.

- En général, les machines virtuelles entraînent beaucoup de frais généraux au-delà de ce qui est consommé par la logique de votre application.

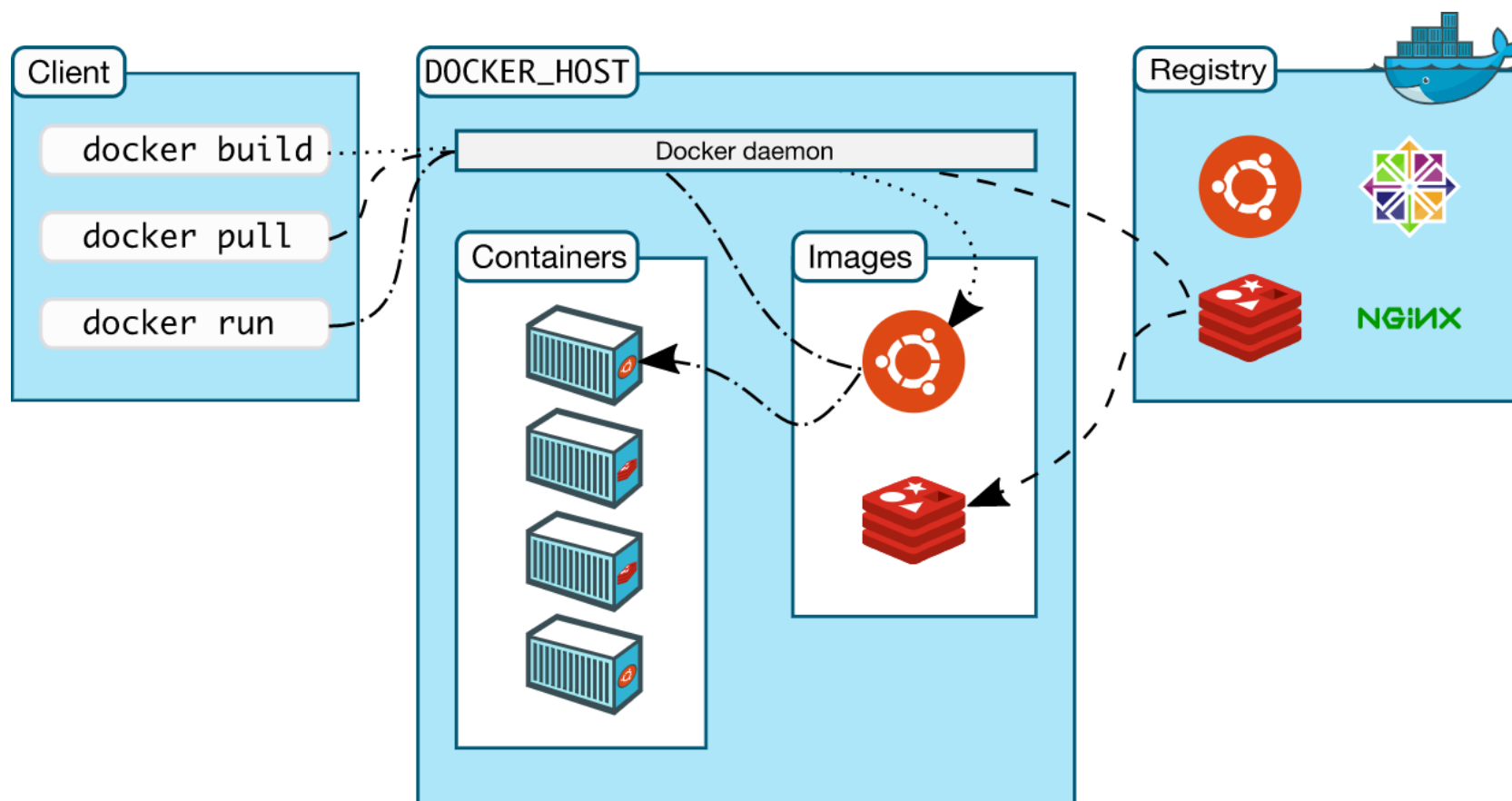
# Docker Engine

- Docker Engine est une application client-serveur avec ces composants majeurs:
- Un serveur de type longue durée d'exécution appelé processus démon (dockerd).
- Une API REST qui spécifie les interfaces que les programmes peuvent utiliser pour parler au démon et lui indiquer quoi faire.
- Un client d'interface de ligne de commande (CLI) (docker).



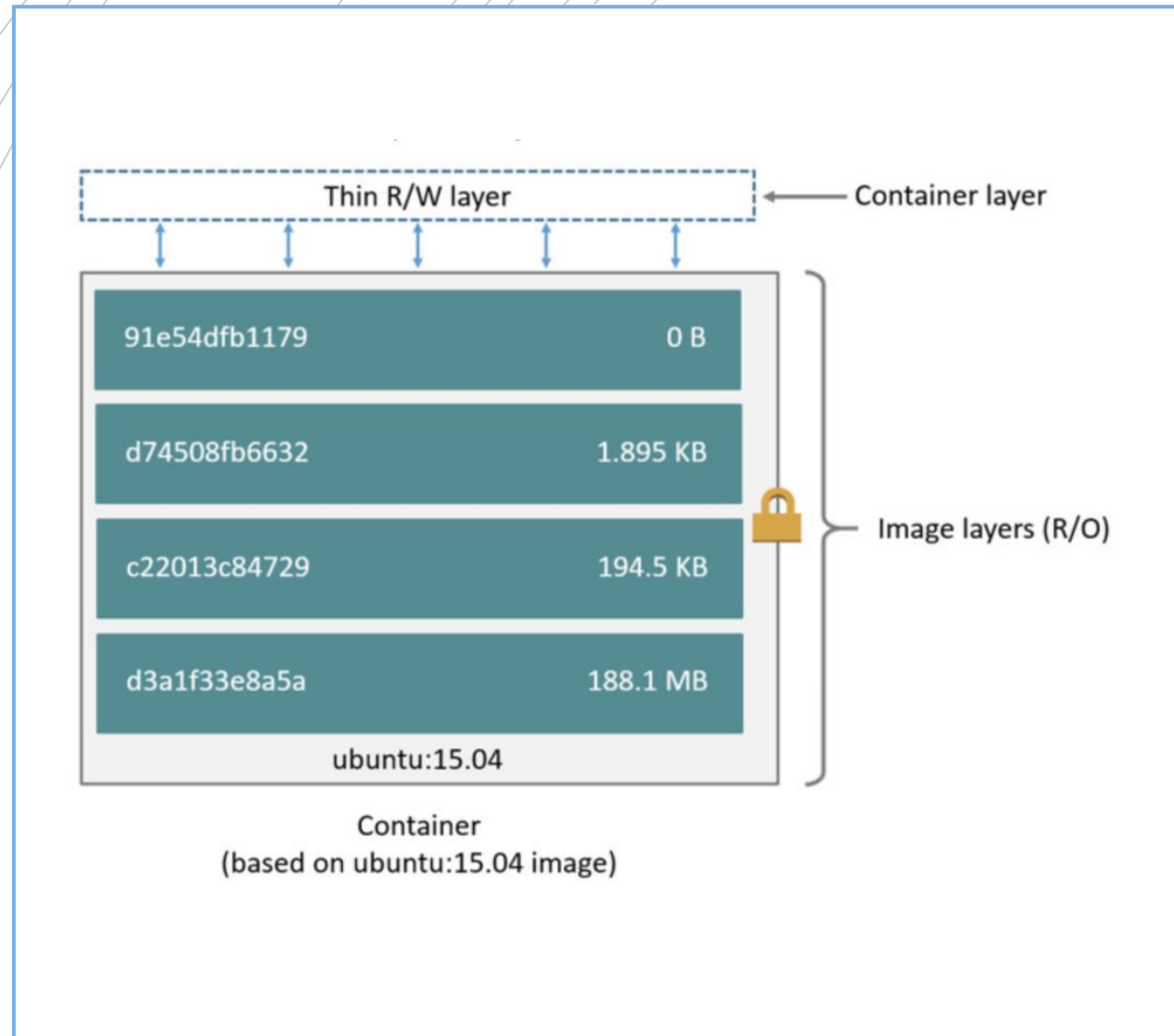
# Images et conteneurs

- Un conteneur est un processus en cours d'exécution, avec quelques fonctionnalités d'encapsulation supplémentaires afin de le maintenir isolé de l'hôte et des autres conteneurs.
- Un aspect important de l'isolation est que chaque conteneur interagit avec son propre système de fichiers privé
- Ce système de fichiers est fourni par une image Docker .
- Une image comprend tout ce qui est nécessaire pour exécuter une application - le code ou le binaire, les environnements d'exécution, les dépendances et tout autre objet du système de fichiers requis.



# Architecture Docker

# Les images Docker



- Une image se décompose en layers
- Une image Docker fait référence à une liste de couches en lecture seule qui représentent les différences dans le système de fichiers.
- Une conteneur = une image + un layer r/w
- Une image, peut servir de base pour plusieurs conteneurs

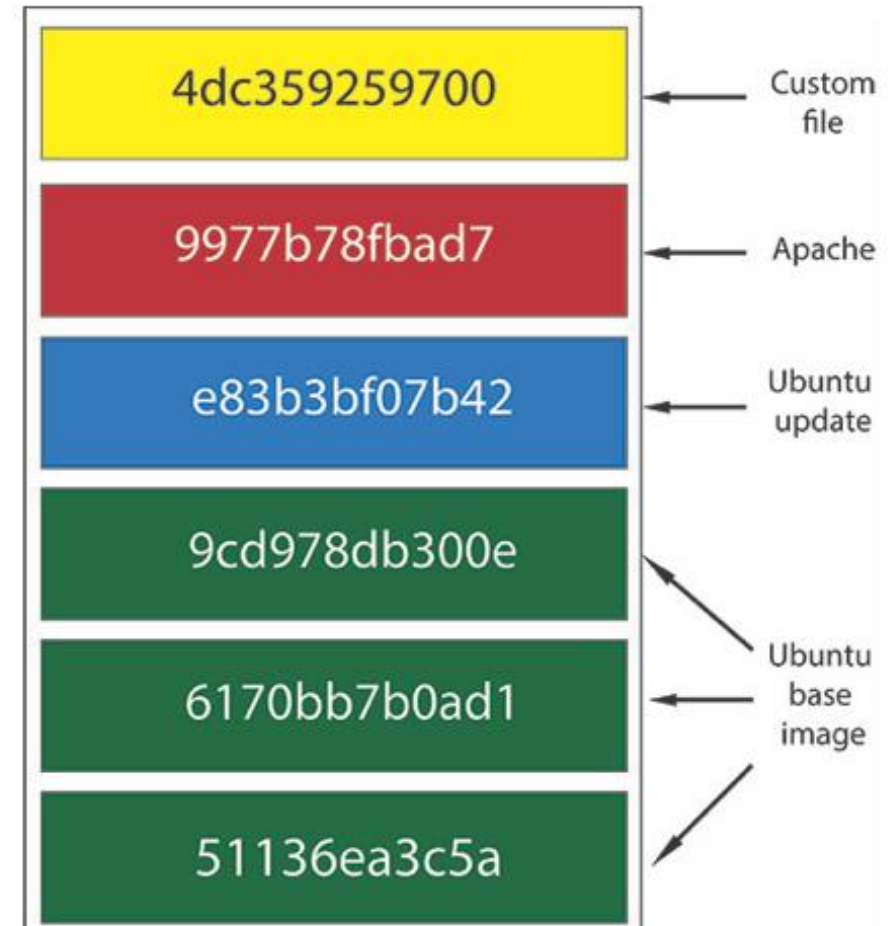
# Différence entre image et conteneur

- La principale différence entre un conteneur et une image est la couche inscriptible supérieure.
- Toutes les écritures dans le conteneur qui ajoutent de nouvelles ou modifient des données existantes sont stockées dans cette couche inscriptible.
- Lorsque le conteneur est supprimé, la couche inscriptible est également supprimée.
- L'image sous-jacente reste inchangée.
- Étant donné que chaque conteneur a sa propre couche de conteneur inscriptible et que toutes les modifications sont stockées dans cette couche de conteneur, plusieurs conteneurs peuvent partager l'accès à la même image sous-jacente tout en ayant leur propre état de données

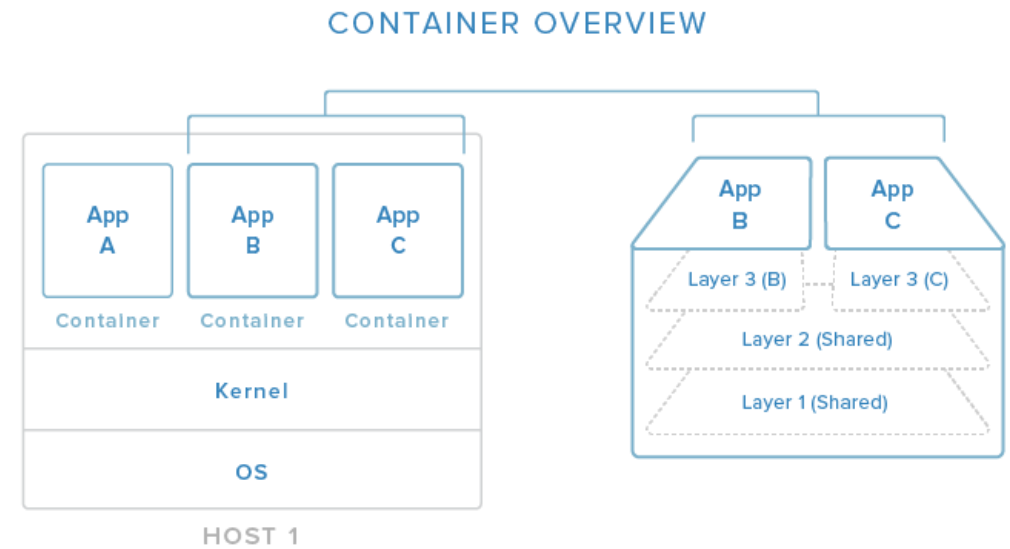
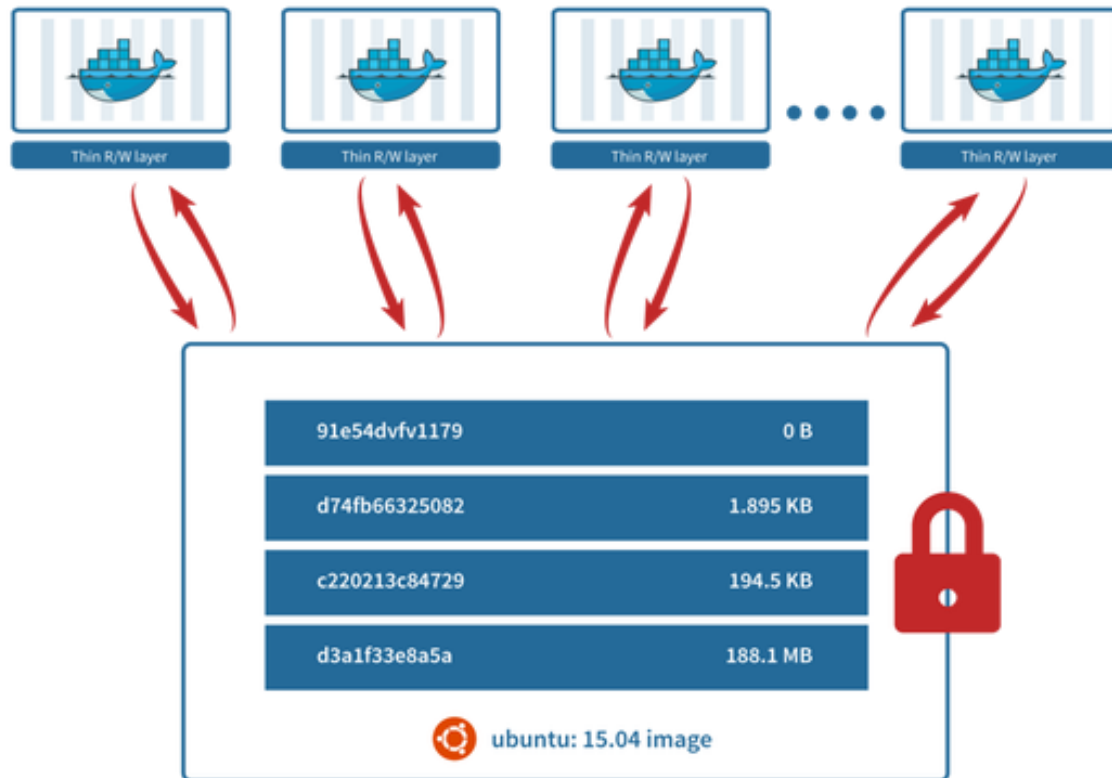


# Layers

- La création de conteneurs d'applications à utiliser implique la création d'une image de base Docker sur laquelle certains ou tous les conteneurs d'applications sont basés.
- Les layers peuvent être réutilisés entre différents conteneurs
- Gestion optimisée de l'espace disque.
- L'utilisation d'une image de base permet de réutiliser les configurations d'image car de nombreuses applications partageront des dépendances, des bibliothèques et une configuration.



# Plusieurs conteneurs



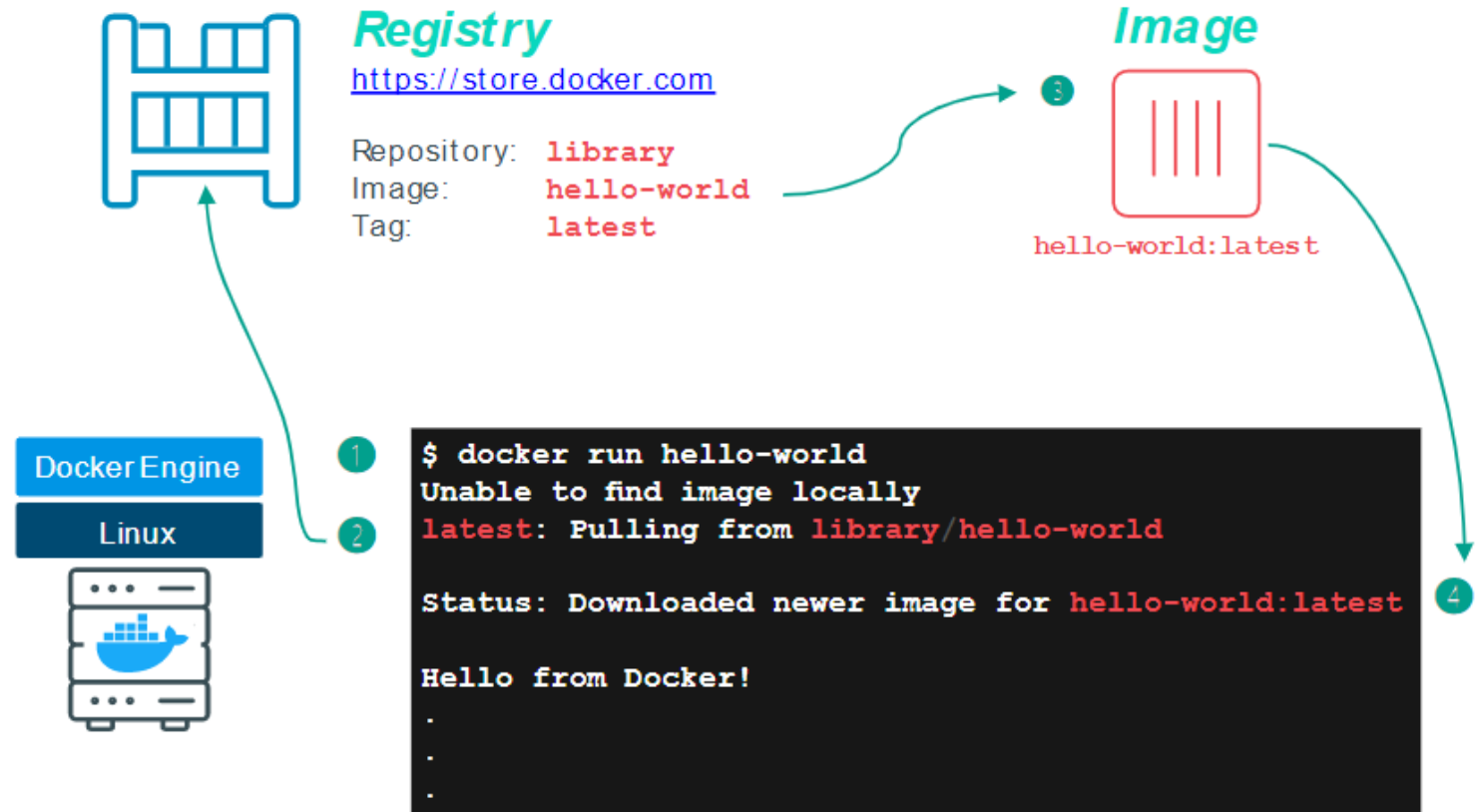
# Composition de conteneurs

En général, le workflow de développement ressemble à ceci:

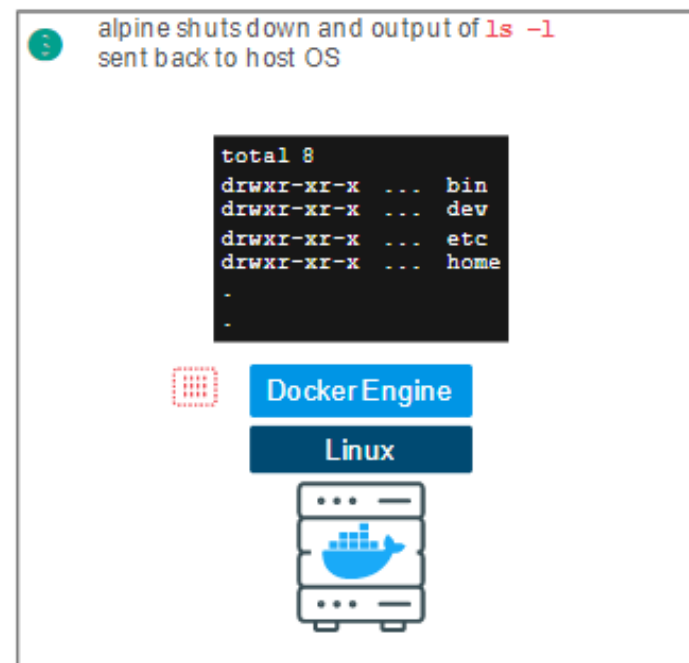
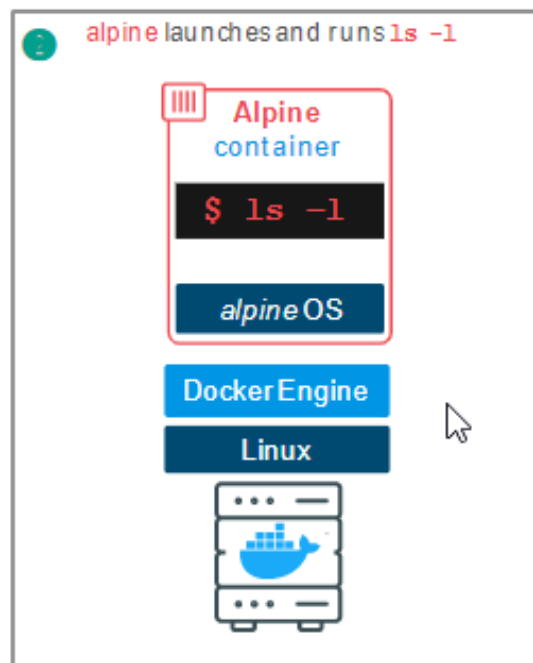
- Créez et testez des conteneurs individuels pour chaque composant de votre application en créant d'abord des images Docker.
- Assemblez vos conteneurs et votre infrastructure de support dans une application complète.
- Testez, partagez et déployez votre application conteneurisée complète.

Créez et exécutez un conteneur

## Hello World: What Happened?



## *docker run* Details



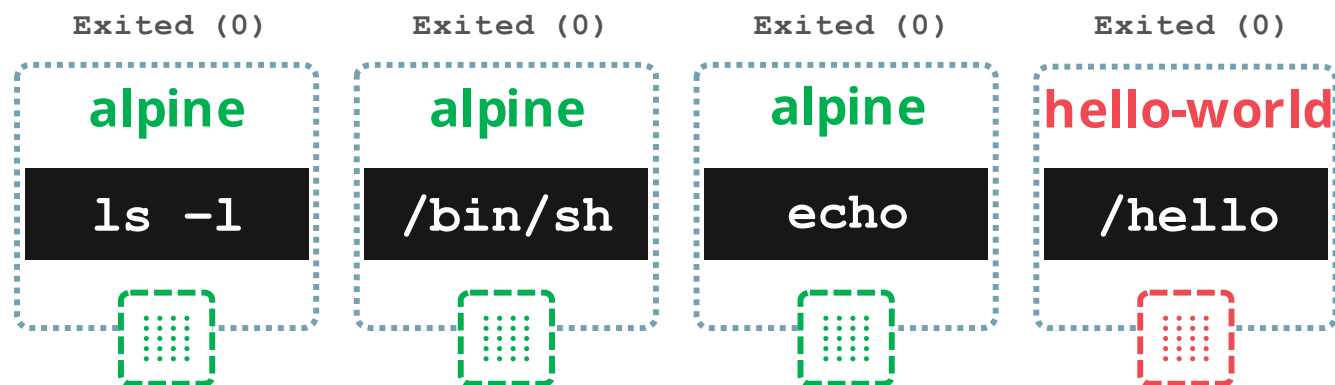
# docker run

# Docker Container Instances

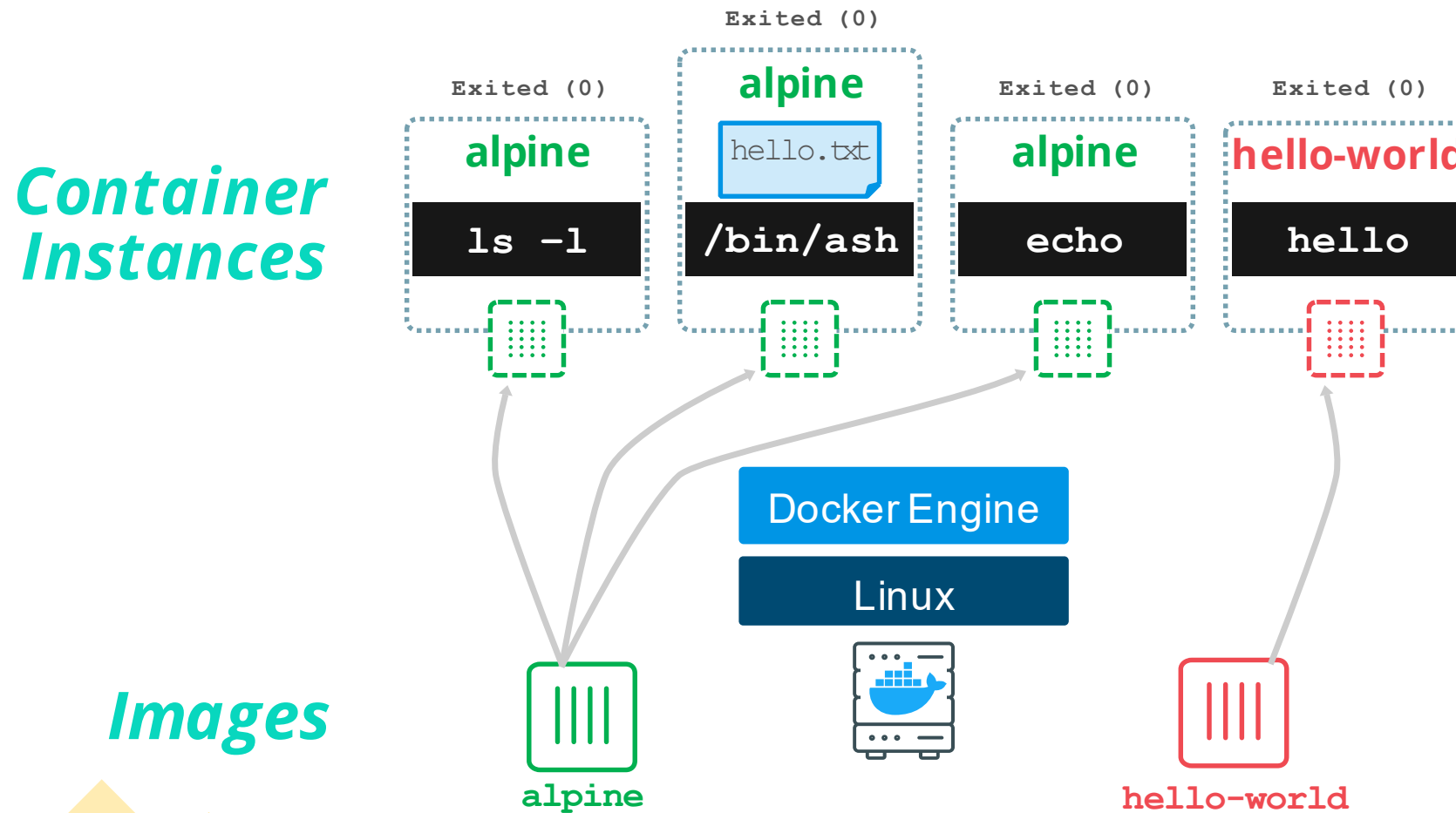
Output of `docker container ls -a`

*Container  
Instances*

<b>Container IDs</b>	ff0a5c3750b9	36171a5da744	a6a9d46d0b2f	c317d0a9e3d2
<b>Container Names</b>	elated_ramanujan	fervent_newton	lonely_kilby	stupefied_mcclintock

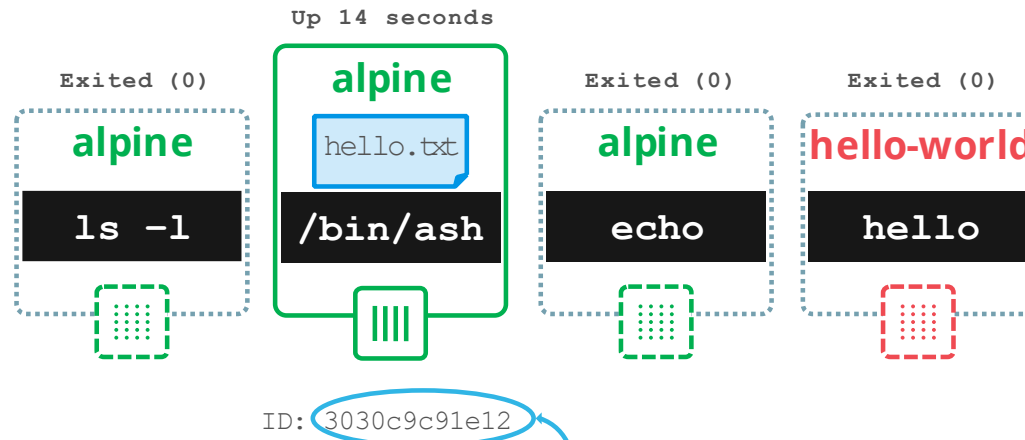


# Docker Container Isolation



# docker container exec

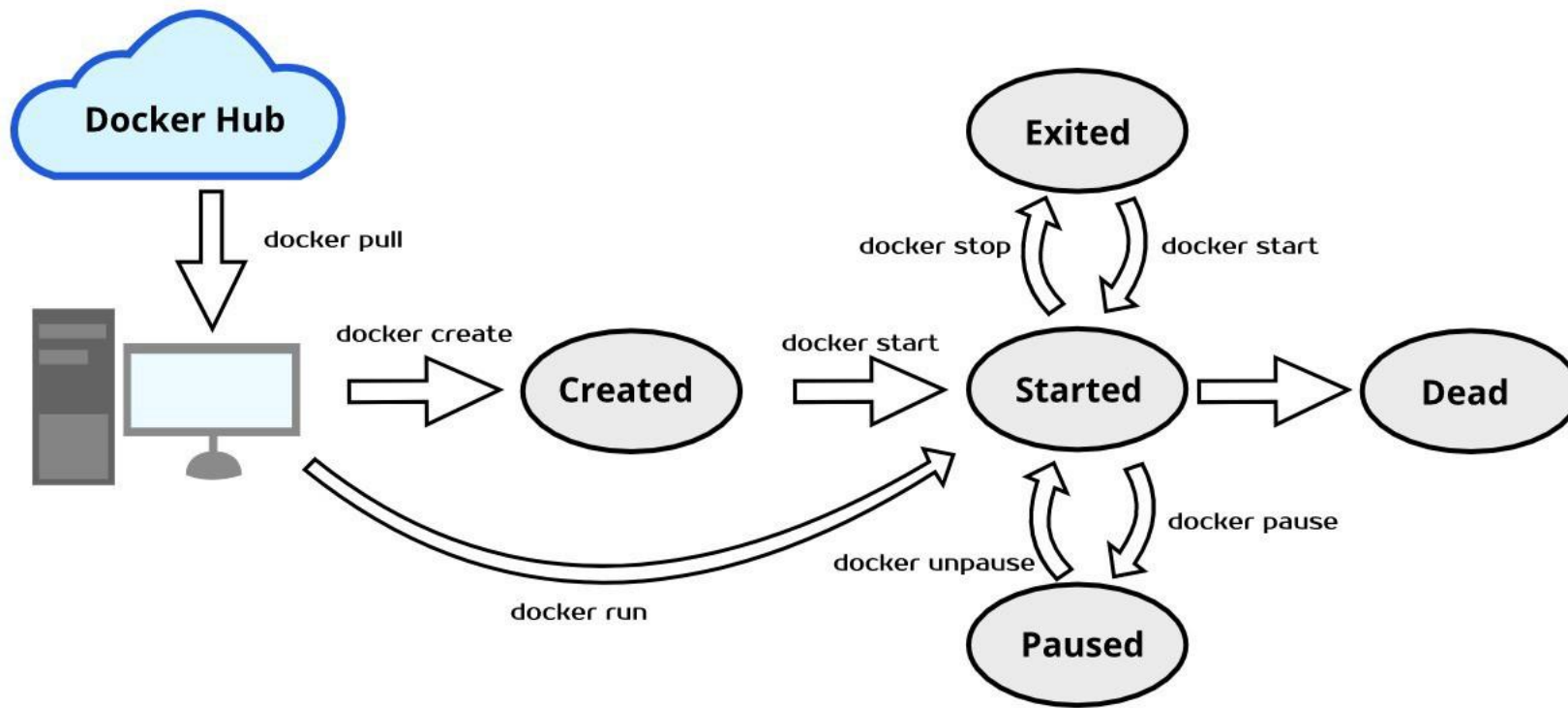
## Container Instances



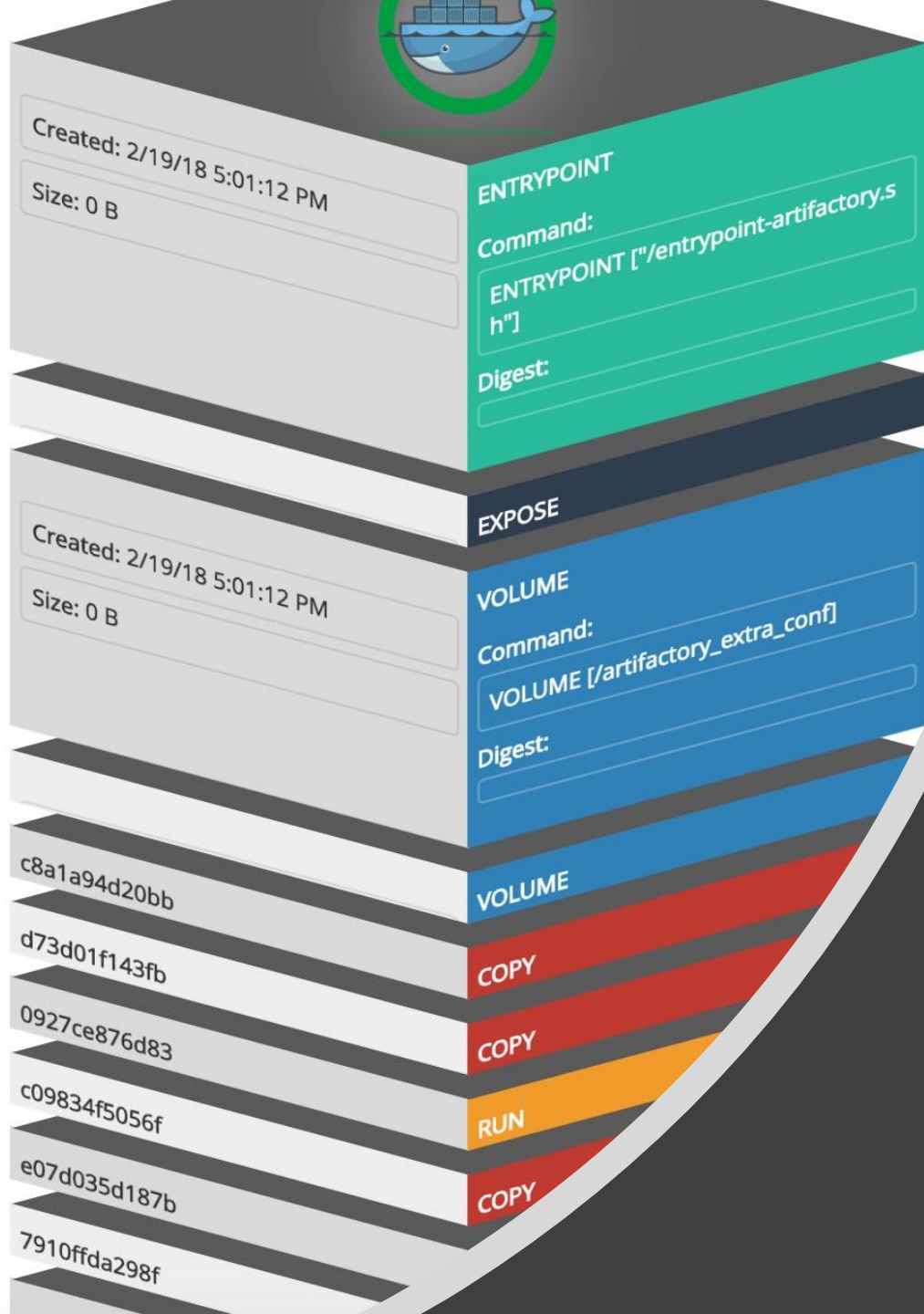
```
$ docker container exec 3030 ls
total 8
drwxr-xr-x ... bin
drwxr-xr-x ... dev
drwxr-xr-x ... etc
drwxr-xr-x ... hello.txt
.
```

## Container Isolation



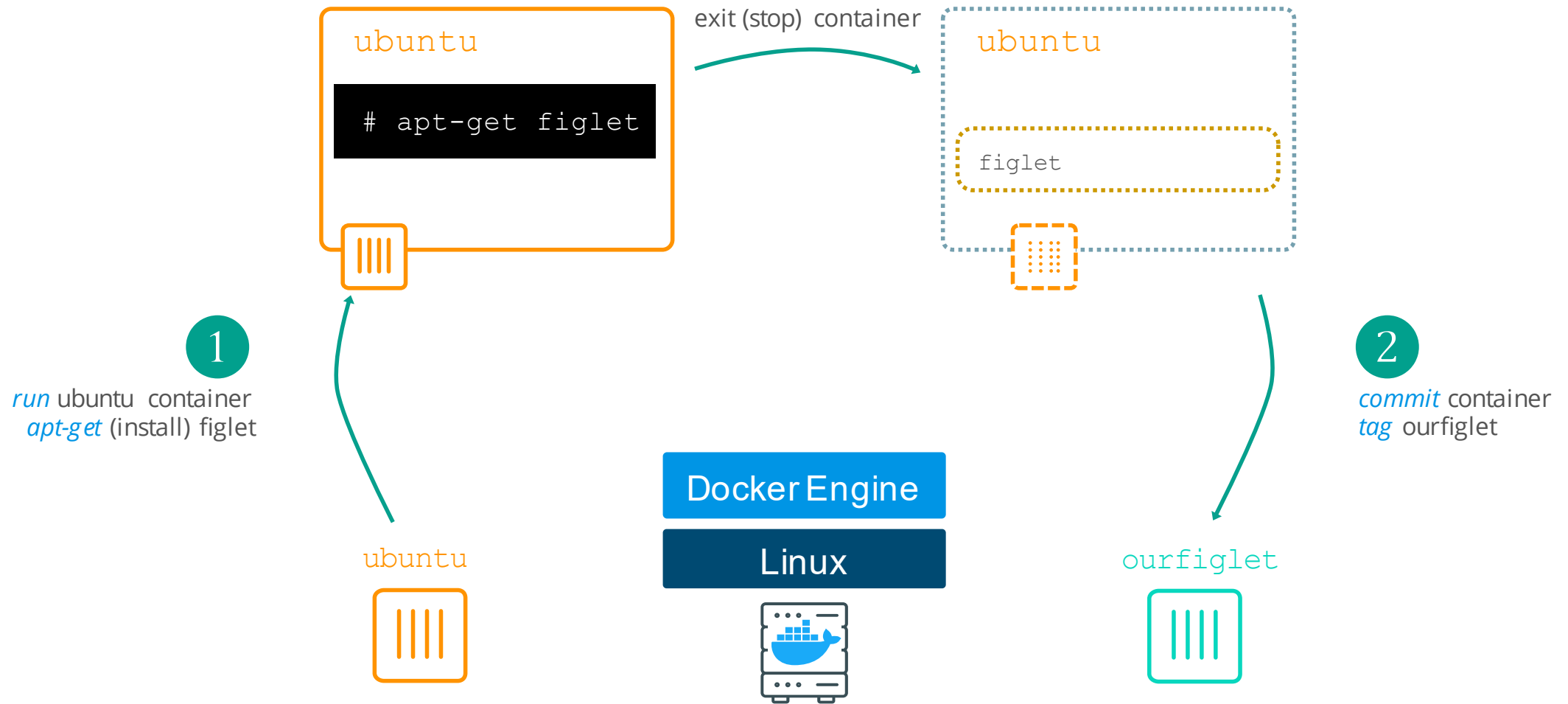


# Docker Lifecycle



# Créez une image Docker

# Image Creation: Instance Promotion



# Dockerfile

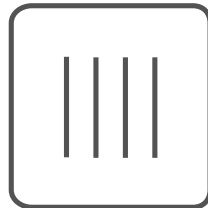
- Au lieu de créer une image binaire statique, nous pouvons utiliser un fichier appelé Dockerfile pour créer une image.
- Le résultat final est essentiellement le même, mais avec un Dockerfile, nous fournissons les instructions pour construire l'image, plutôt que juste les fichiers binaires bruts.
- Ceci est utile car il devient beaucoup plus facile de gérer les changements, d'autant plus que vos images deviennent plus grandes et plus complexes.

# Dockerfiles

## Dockerfile:

```
FROM alpine
RUN apk update && apk add nodejs
COPY . /app
WORKDIR /app
CMD ["node", "index.js"]
```

**FROM** alpine



alpine



**RUN** apk

```
apk update
apk add nodejs
```



**COPY** ./app

```
host/index.js -->
container/app
```

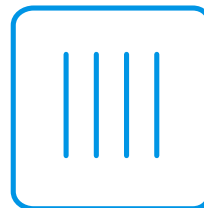


**WORKDIR** /app  
**CMD** "node" "index.js"

```
$ cd /app
$ node index.js
```



hello:v0.1



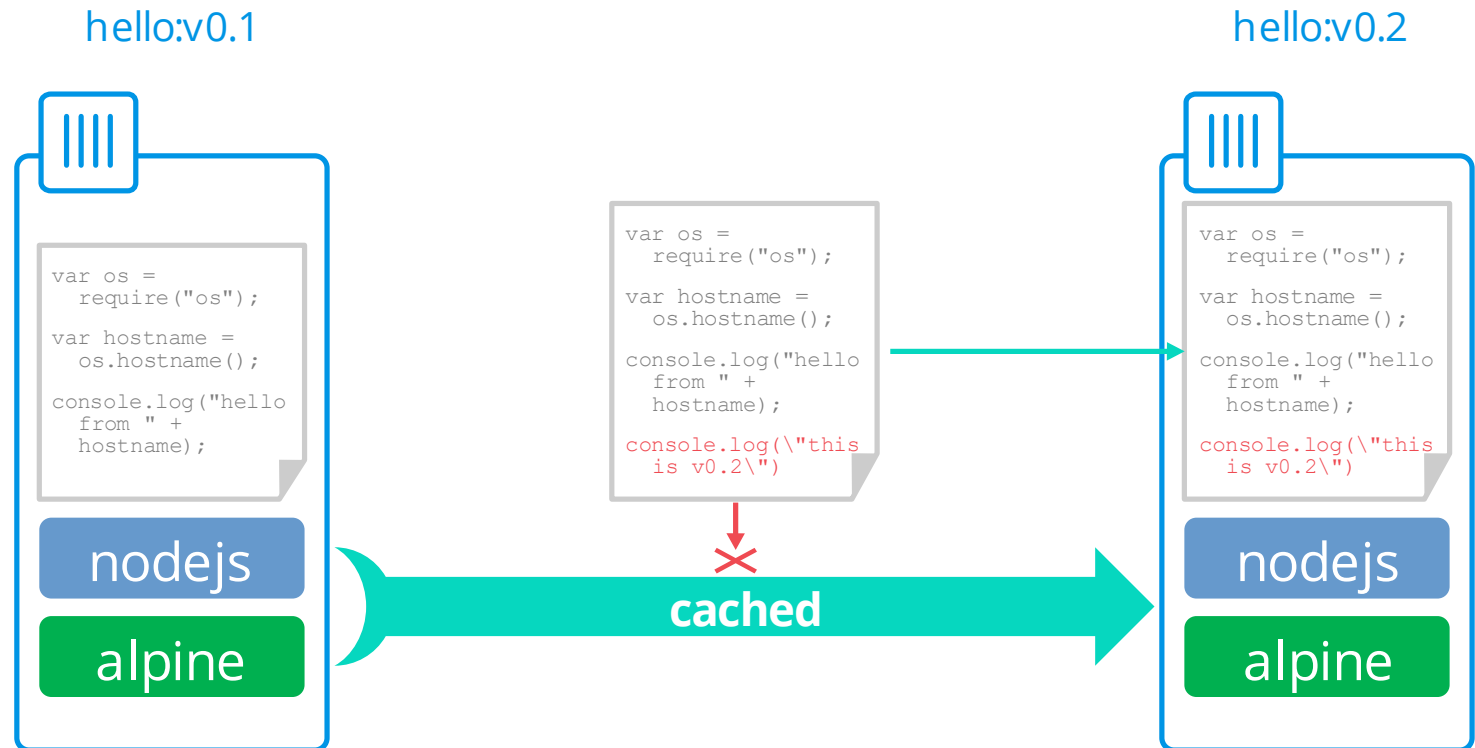
Elies Jebri

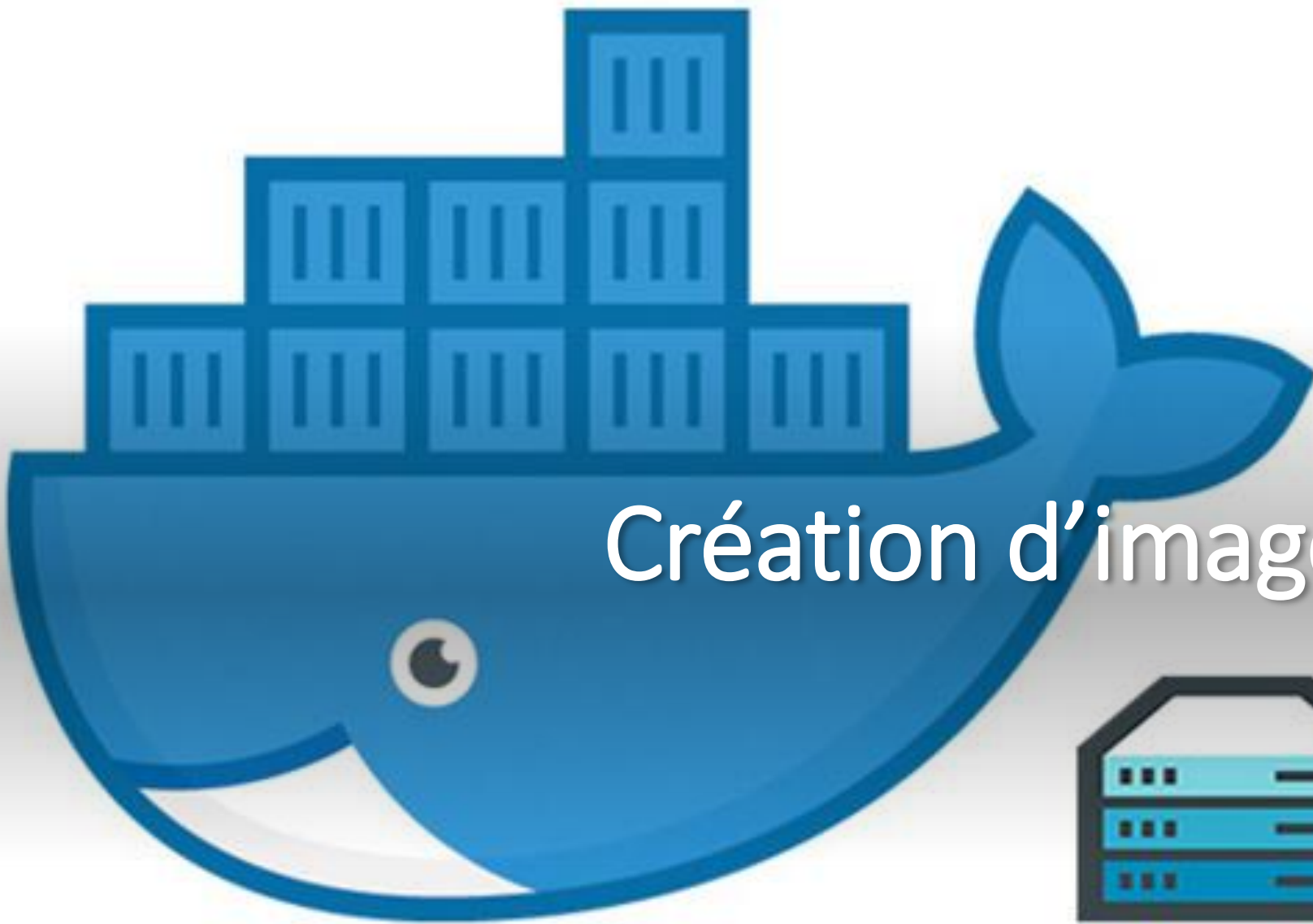


# cache

- Docker reconnaît que nous avons déjà construit certaines de ces couches dans nos précédentes versions d'image
- Comme rien n'a changé dans ces couches, il utilise une version mise en cache de la couche, plutôt que d'extraire le code une deuxième fois et d'exécuter ces étapes.

## Layers & Cache

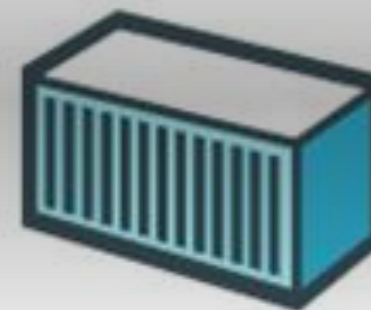




# Création d'image



Build

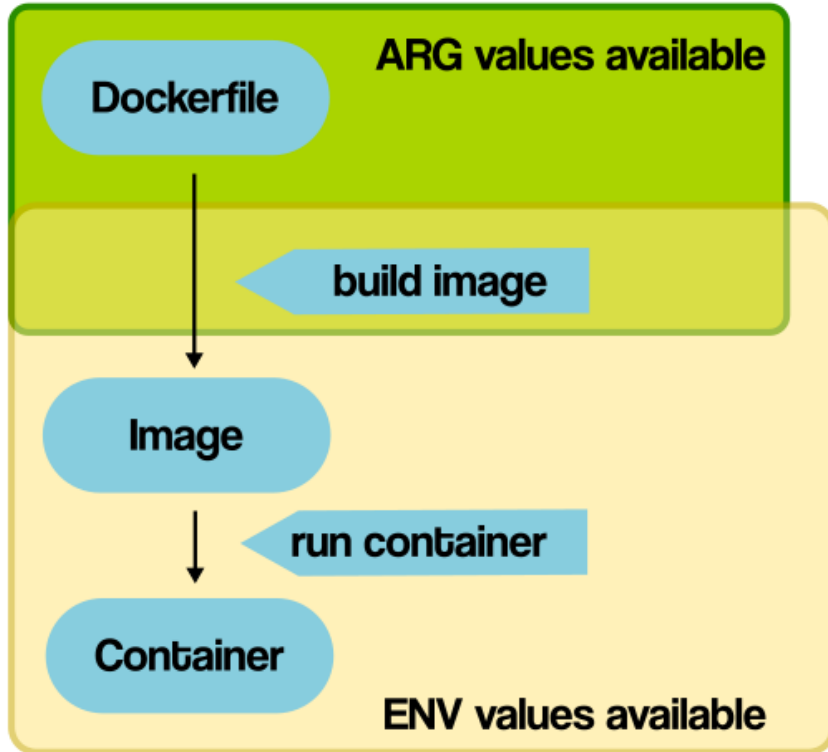


Ship



Run





### Dockerfile content:

```

ARG required_var      # expects a value
ARG var_name=def_value # set default ARG value
ENV foo=other_value    # set default ENV value
ENV bar=${var_name}    # set default ENV value from ARG
  
```

### Override Dockerfile ARG values on build:

```
$ docker build --build-arg var_name=value
```

### Override Docker image ENV values on run:

```

$ docker run -e "foo=other_value" [...]
$ docker run -e foo [...] # pass from host
$ docker run --env-file=env_file_name [...] # pass from file
  
```

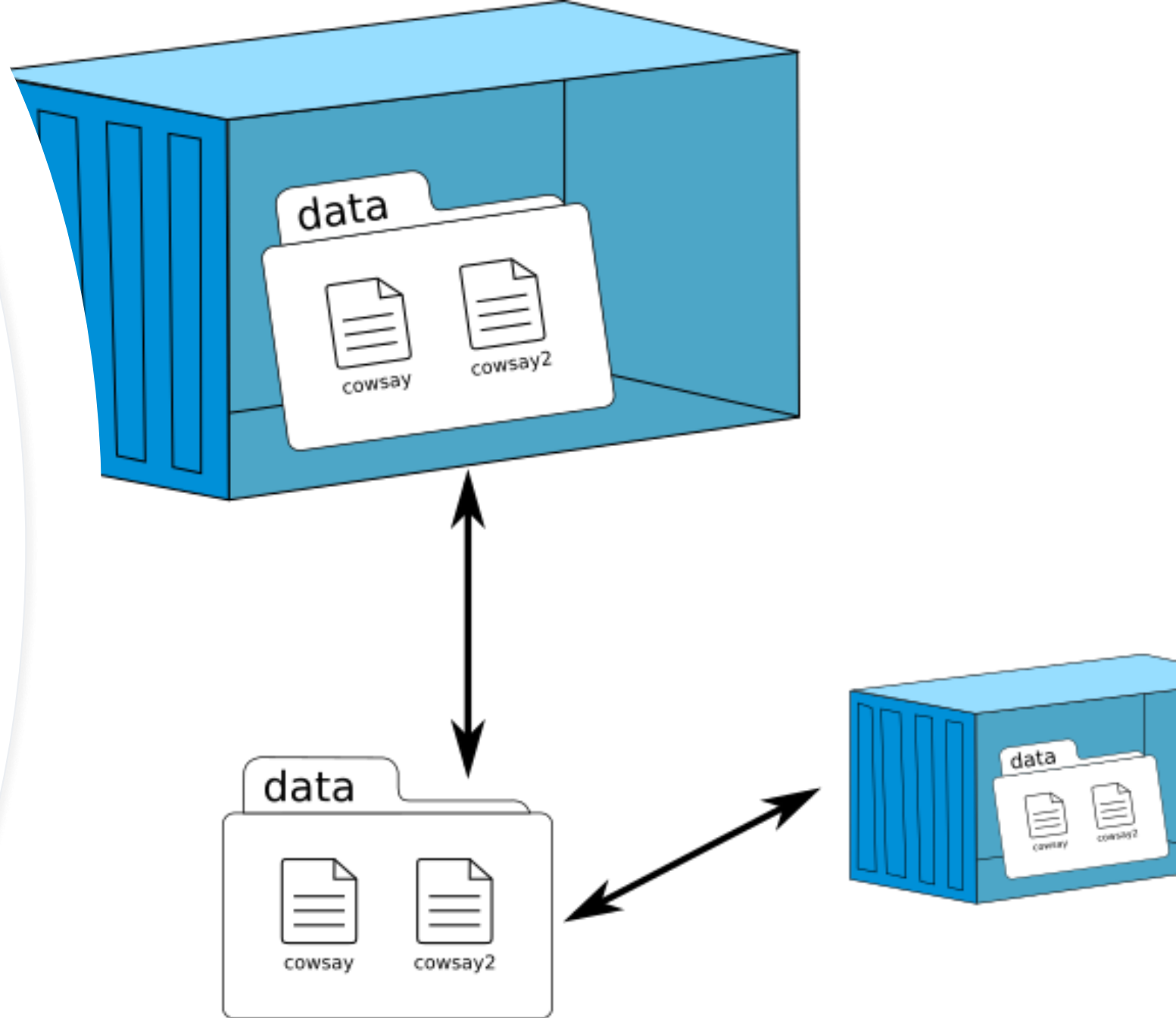
<https://vsupalov.com/docker-env-vars>

# Dockerfile arguments

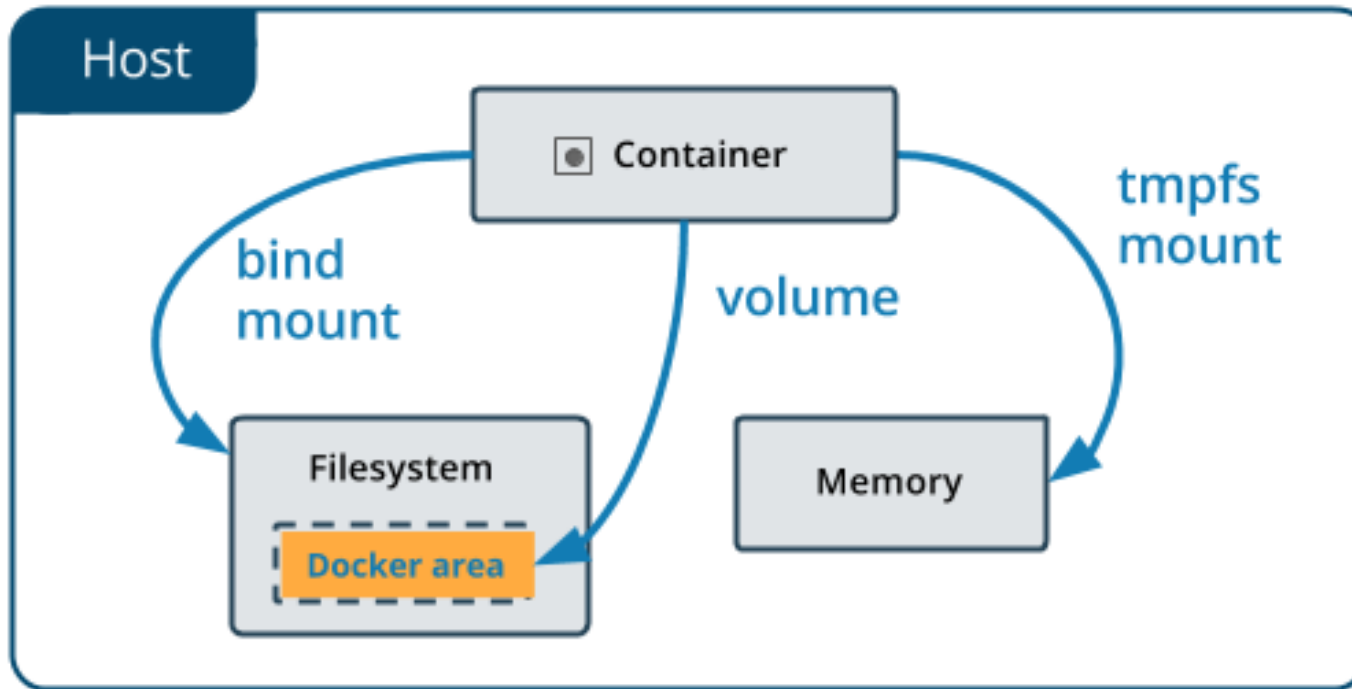


# Volumes

---

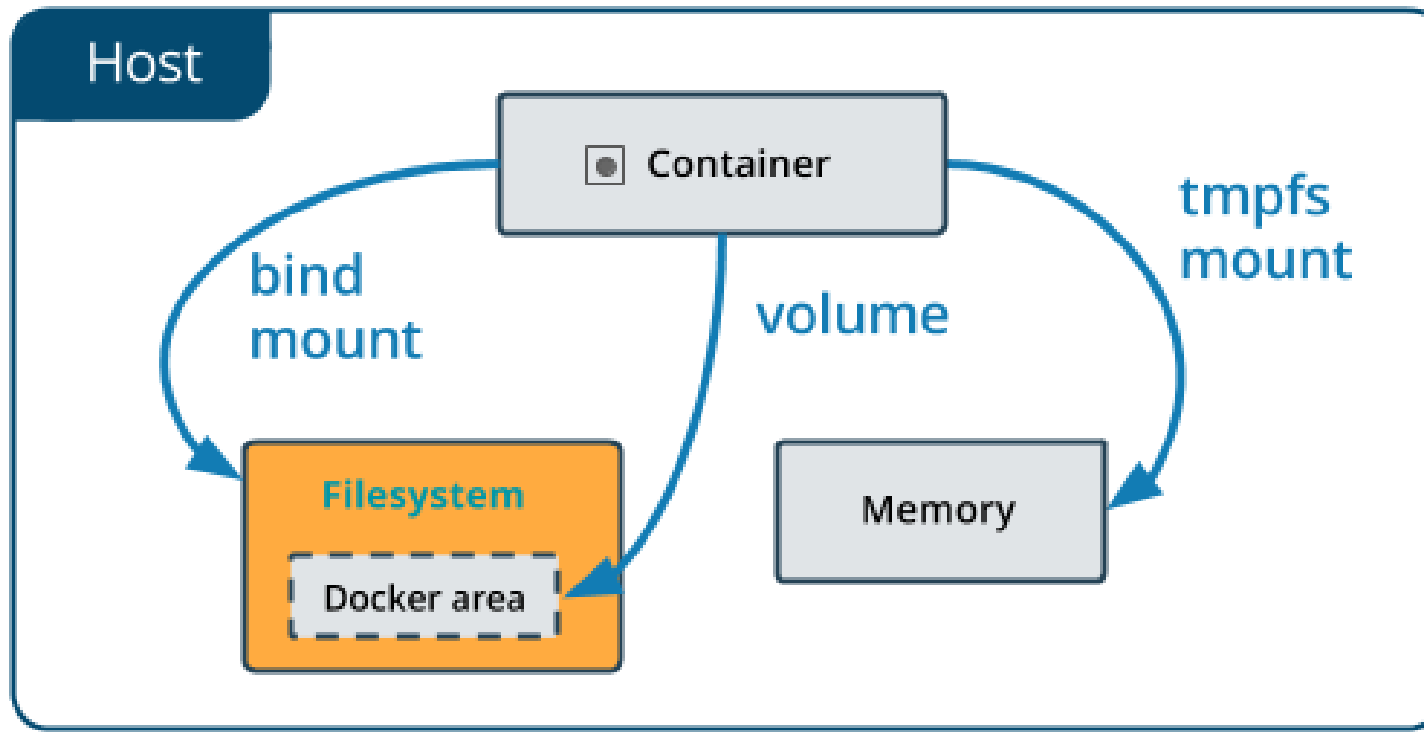


# volume



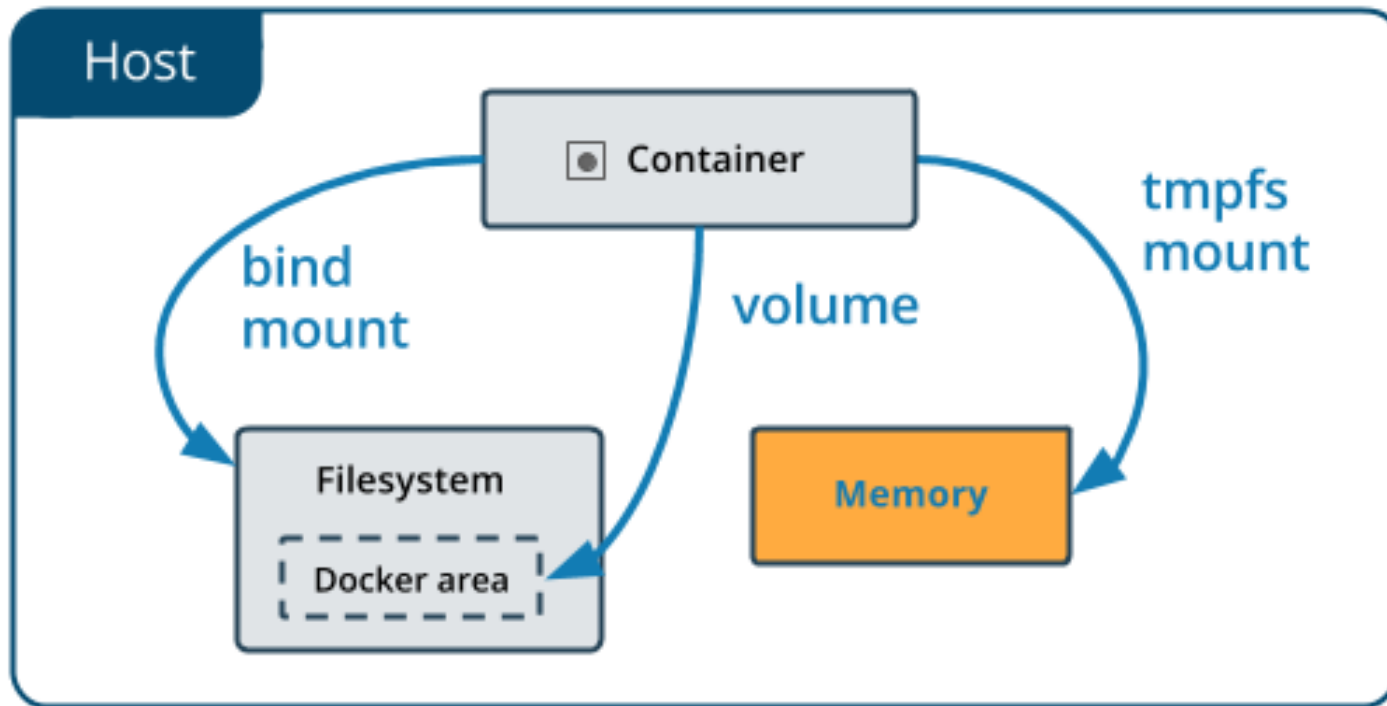
- Les volumes sont le mécanisme préféré pour la persistance des données générées par et utilisées par les conteneurs Docker.
- Alors que les montages de liaison dépendent de la structure de répertoires et du système d'exploitation de la machine hôte, les volumes sont entièrement gérés par Docker.

# Bind mount



- Le fichier ou le répertoire n'a pas besoin d'exister déjà sur l'hôte Docker.
- Il est créé à la demande s'il n'existe pas encore.
- Les montages bind sont très performants, mais ils dépendent du système de fichiers de la machine hôte ayant une structure de répertoire spécifique disponible.

# tmpfs



- Les volumes et les montages bind vous permettent de partager des fichiers entre la machine hôte et le conteneur afin que vous puissiez conserver les données même après l'arrêt du conteneur.
- Si vous exécutez Docker sous Linux, vous avez une troisième option: les montages **tmpfs**. Lorsque vous créez un conteneur avec un montage tmpfs, le conteneur peut créer des fichiers en dehors de la couche inscriptible du conteneur.

# Docker networking

# Pilotes réseau

Le sous-système réseau de Docker est enfichable, à l'aide de pilotes.

- **bridge**: Pilote réseau par défaut. Les réseaux bridge sont généralement utilisés lorsque vos applications s'exécutent dans des conteneurs autonomes qui doivent communiquer.
- **host**: Pour les conteneurs autonomes, supprimez l'isolation réseau entre le conteneur et l'hôte Docker et utilisez directement la mise en réseau de l'hôte.
- **overlay**: Les réseaux overlay connectent plusieurs nœuds Docker ensemble et permettent aux services Swarm de communiquer entre eux ou pour faciliter la communication entre un service Swarm et un conteneur autonome, ou entre deux conteneurs autonomes sur différents nœuds Docker. Cette stratégie supprime la nécessité d'effectuer un routage au niveau du système d'exploitation entre ces conteneurs.

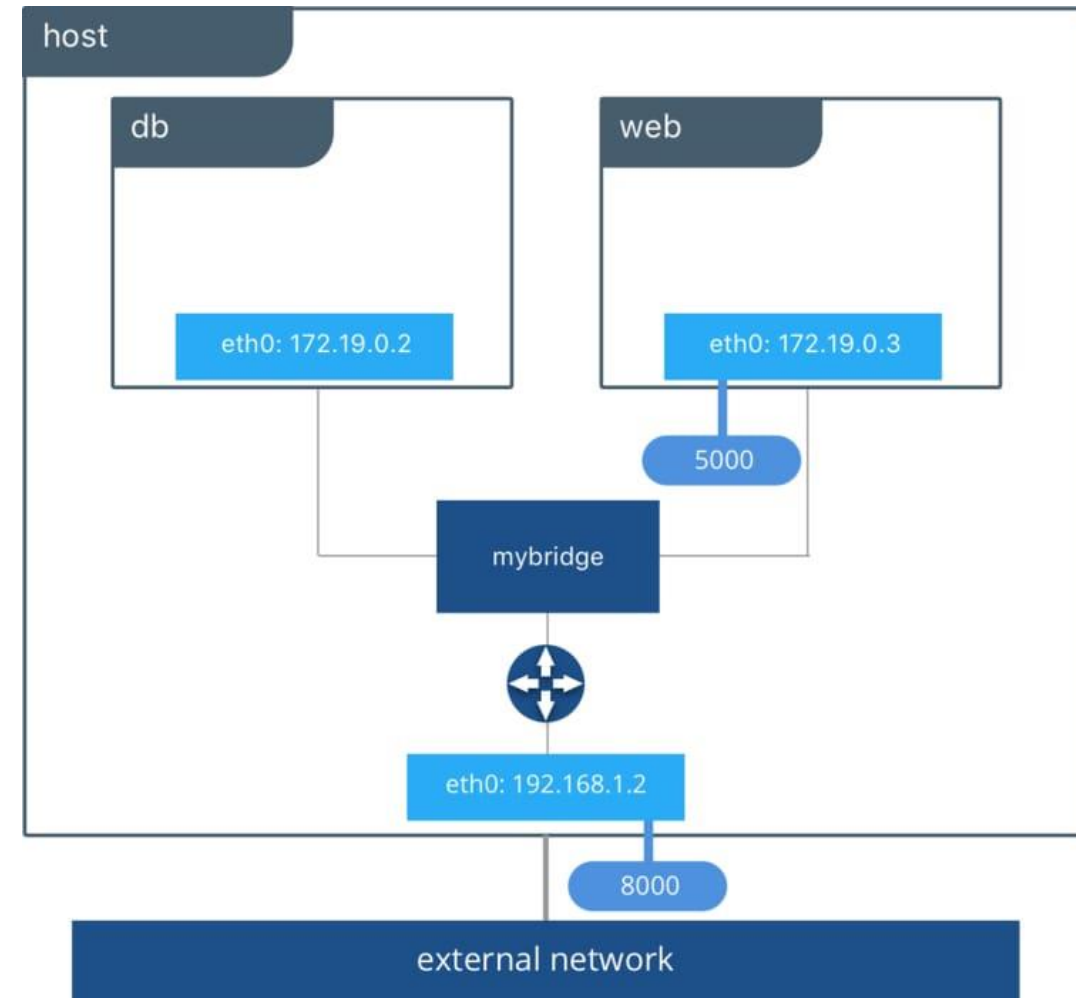
# Pilotes réseau - suite

- **macvlan**: permet d'attribuer une adresse MAC à un conteneur, le faisant apparaître comme un périphérique physique sur votre réseau. Le démon Docker achemine le trafic vers les conteneurs par leurs adresses MAC.
- **none**: Pour ce conteneur, désactivez tous les réseaux. Habituellement utilisé avec un pilote réseau personnalisé.
- **Plugins réseau** : vous pouvez installer et utiliser des plugins réseau tiers avec Docker. Ces plugins sont disponibles auprès de Docker Hub ou auprès de fournisseurs tiers.



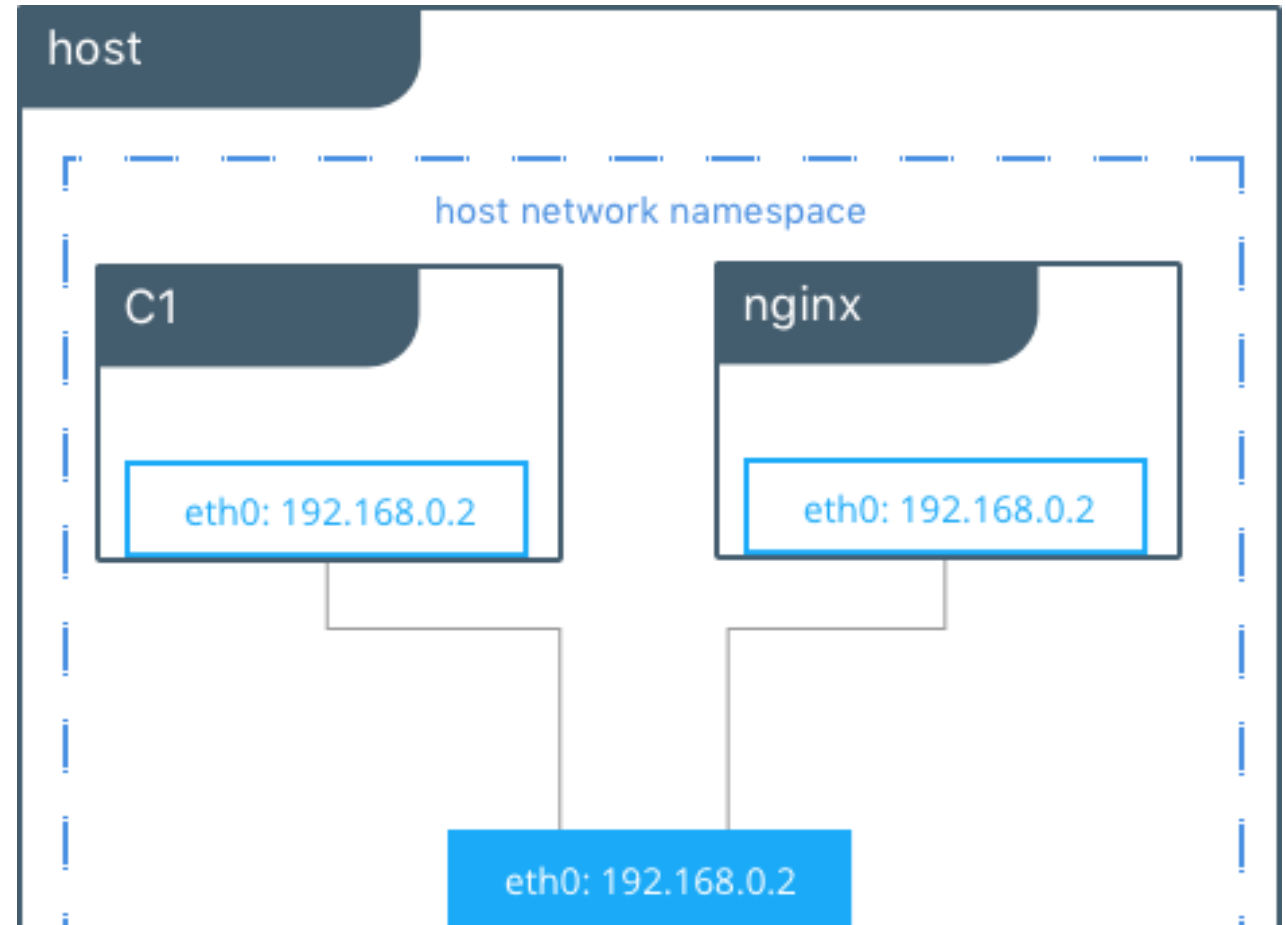
# Le driver Bridge

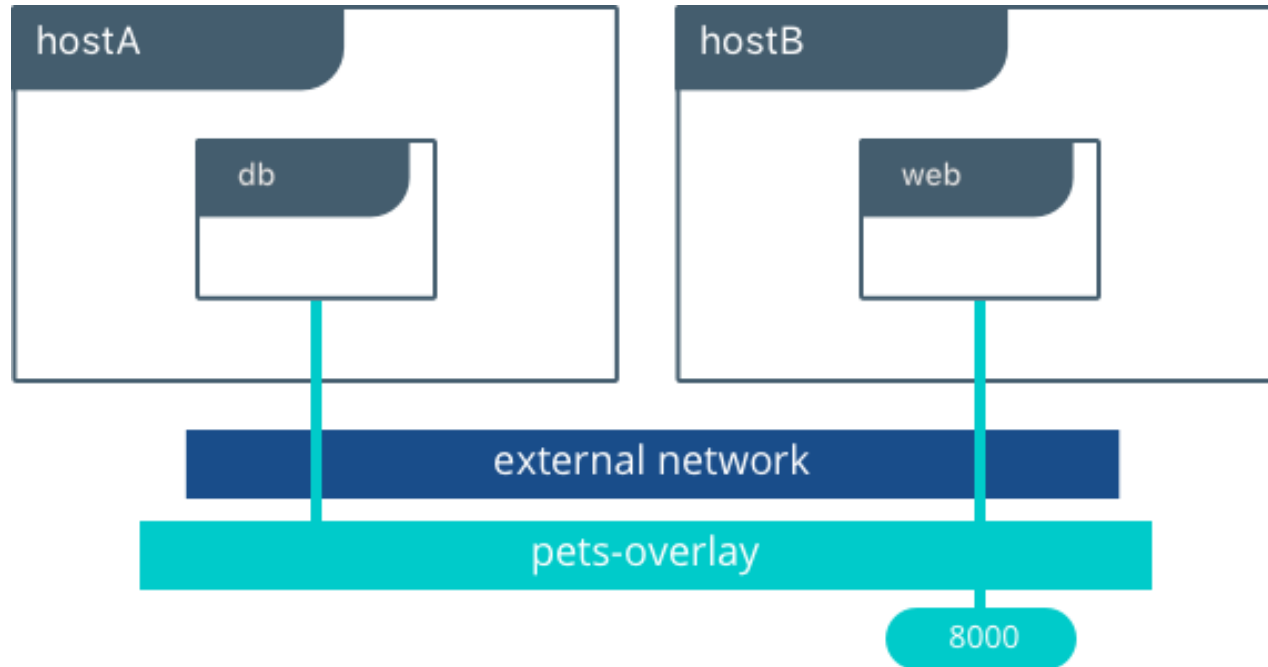
- Le réseau bridge est le type de réseau le plus couramment utilisé.
- Il est limité aux conteneurs d'un hôte unique exécutant le moteur Docker.
- Les conteneurs qui utilisent ce driver, ne peuvent communiquer qu'entre eux, cependant ils ne sont pas accessibles depuis l'extérieur.
- Pour que les conteneurs sur le réseau bridge puissent communiquer ou être accessibles du monde extérieur, vous devez configurer le mappage de port.



# Le driver host

- Ce type de réseau permet aux conteneurs d'utiliser la même interface que l'hôte.
- Il supprime donc l'isolation réseau entre les conteneurs et seront par défaut accessibles de l'extérieur.
- De ce fait, il prendra la même IP que votre machine hôte.



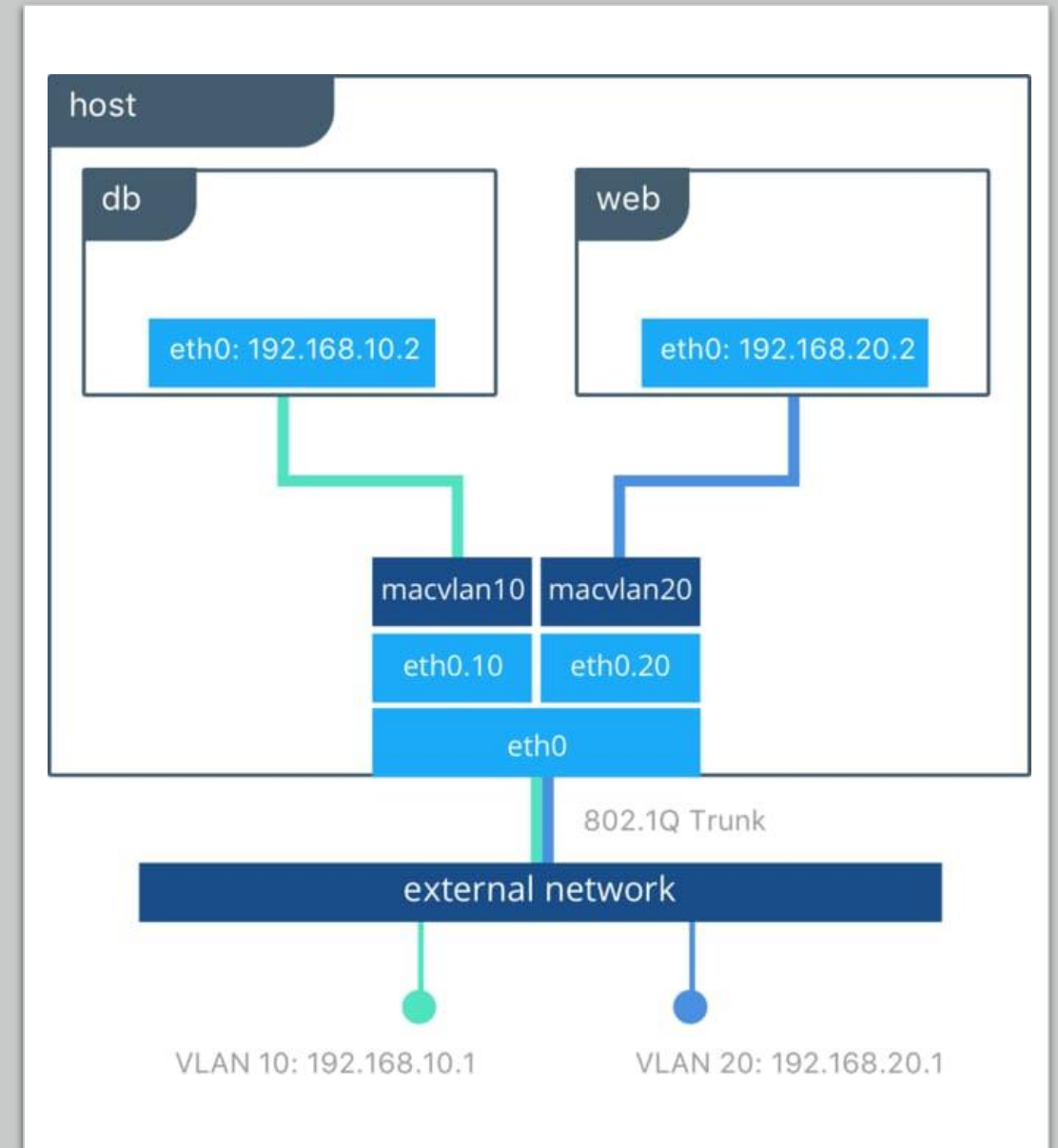


- Si vous souhaitez une mise en réseau multi-hôte native, vous devez utiliser un driver overlay.
- Il crée un réseau distribué entre plusieurs hôtes possédant le moteur Docker.
- Docker gère de manière transparente le routage de chaque paquet vers et depuis le bon hôte et le bon conteneur.

## Le driver overlay

# Le driver macvlan

- L'utilisation du driver macvlan est parfois le meilleur choix lorsque vous utilisez des applications qui s'attendent à être directement connectées au réseau physique, car le driver Macvlan vous permet d'attribuer une adresse MAC à un conteneur, le faisant apparaître comme un périphérique physique sur votre réseau.
- Le moteur Docker route le trafic vers les conteneurs en fonction de leurs adresses MAC.



# Port Mapping

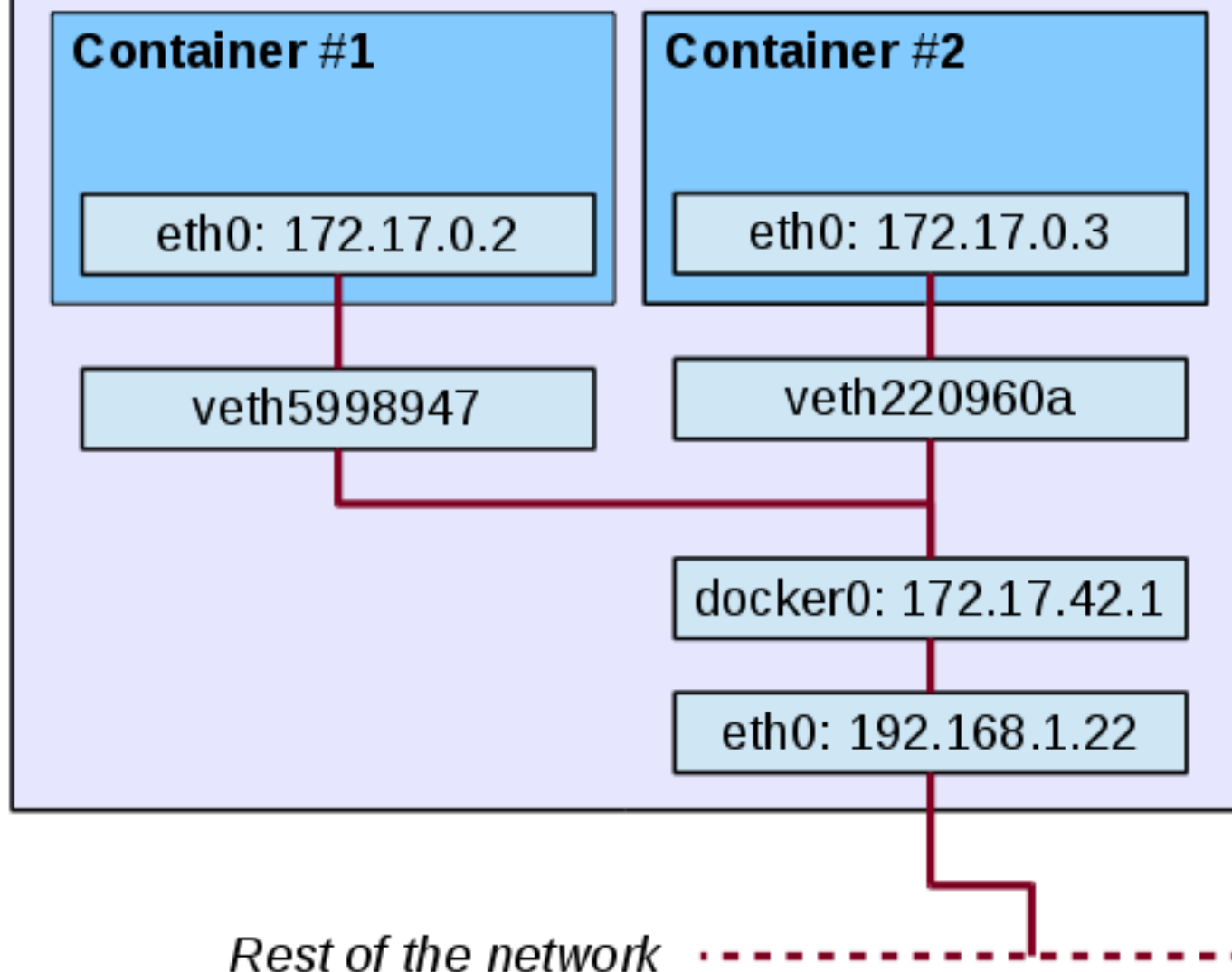
- Une fois le conteneur opérationnel, il expose un ou plusieurs ports (par exemple, le conteneur d'une API peut exposer le port 80).
- Étant donné que nous devons accéder au conteneur à partir de notre hôte local, nous devons mapper un port local sur l'un des ports exposés par le conteneur.
- Si le conteneur expose le port 80, nous pouvons exécuter `docker run -p 8000:80 image-name`.
- L'indicateur `-p` mappe les ports externes et internes, nous permettant d'accéder au conteneur en naviguant vers `localhost:8000`.



# Bridge Docker0

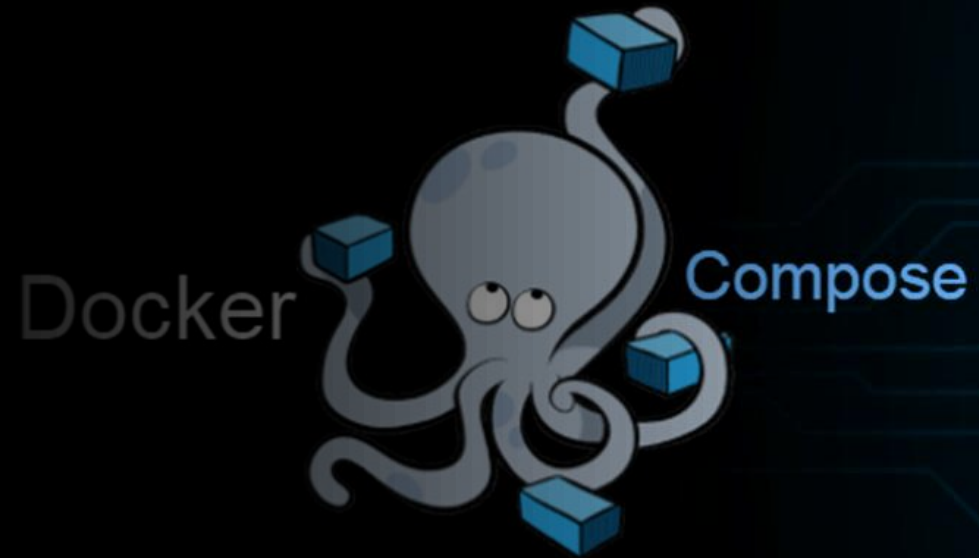
- Le pont (Bridge) **docker0** a l'adresse .1 du réseau Docker qui lui a été assigné, c'est généralement quelque chose autour de 172.17 ou 172.18.
- Les conteneurs se voient attribuer une interface **veth** qui est attachée au pont docker0.
- Les conteneurs créés sur le réseau Docker par défaut reçoivent l'adresse .1 comme route par défaut.

## Host running Docker



# Docker compose

---

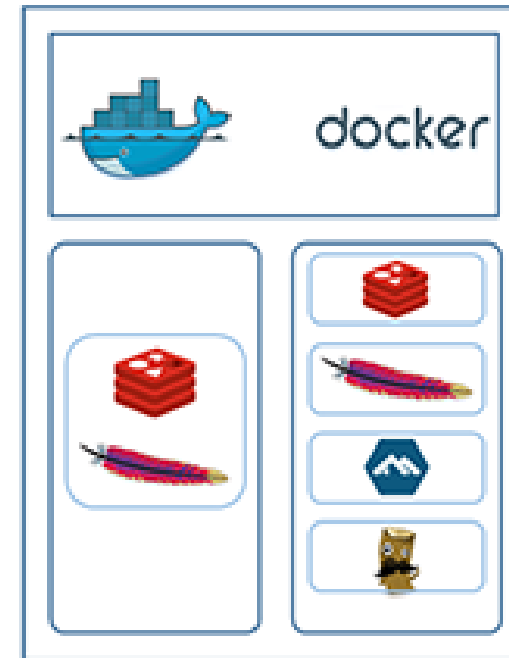


`$ docker-compose up`

### docker-compose.yml

```
version: '3'
services:
  web:
    build: .
    volumes:
      - web-data:/var/www/data
  redis:
    image: redis:alpine
    ports:
      - "6379"
    networks:
      - default
```

### Docker Host



# Introduction

- Docker Compose est un outil permettant de définir le comportement de vos conteneurs et d'exécuter des applications Docker à conteneurs multiples.
- La config se fait à partir d'un fichier YAML, et ensuite, avec une seule commande, vous créez et démarrez tous vos conteneurs de votre configuration.



# Docker compose

- Avec les applications à plusieurs niveaux (tiers), Dockerfile et les commandes d'exécution deviennent de plus en plus complexes.
- Docker Compose est un outil pour rationaliser la définition et l'instanciation des applications Docker multi-niveaux et multi-conteneurs.
- Compose nécessite un seul fichier de configuration et une seule commande pour organiser et augmenter le niveau d'application.
- Docker Compose simplifie la conteneurisation d'une application à plusieurs niveaux et à plusieurs conteneurs, qui peuvent être assemblées à l'aide du fichier de configuration **docker-compose.yml** et de la commande **docker-compose** pour fournir un service d'application unique.
- Le fichier Compose permet de documenter et de configurer toutes les **dépendances** de service de l'application (bases de données, files d'attente, caches, API de service Web, etc.)

# Docker compose - suite

Docker Compose définit et exécute des services complexes:

- définit des conteneurs uniques via Dockerfile
- décrit une application multi-conteneurs via un fichier de configuration unique ( docker-compose.yml )
- gère la pile d'applications via un seul binaire ( docker-compose up )
- lie des services via Service Discovery

# Docker-compose.yml

- Le fichier de configuration Docker Compose spécifie les services, les réseaux et les volumes à exécuter:
  - **services** - l'équivalent de passer des paramètres de ligne de commande à l'exécution de docker
  - **networks** - analogues aux définitions du réseau docker créer
  - **volumes** - analogues aux définitions du volume docker create

# YAML

- Le fichier de configuration Compose est au format déclaratif YAML :
- **Y**AML **A**in't **M**arkup **L**anguage (YAML)
- La philosophie de YAML est que «lorsque les données sont faciles à visualiser et à comprendre, la programmation devient une tâche plus simple»
- Convivial et compatible avec les langages de programmation modernes pour les tâches courantes
- Structure minimale pour un maximum de données:
  - L'indentation peut être utilisée pour la structure
  - Les deux-points (:) séparent les paires de clé : valeurs
  - Les tirets sont utilisés pour créer des listes à puces

# Example

```
version: "3"
  services:
    web:
      build: .
      volumes:
        - web-data:/var/www/data
    redis:
      image: redis:alpine
      ports:
        - "6379"
      networks:
        - default
```

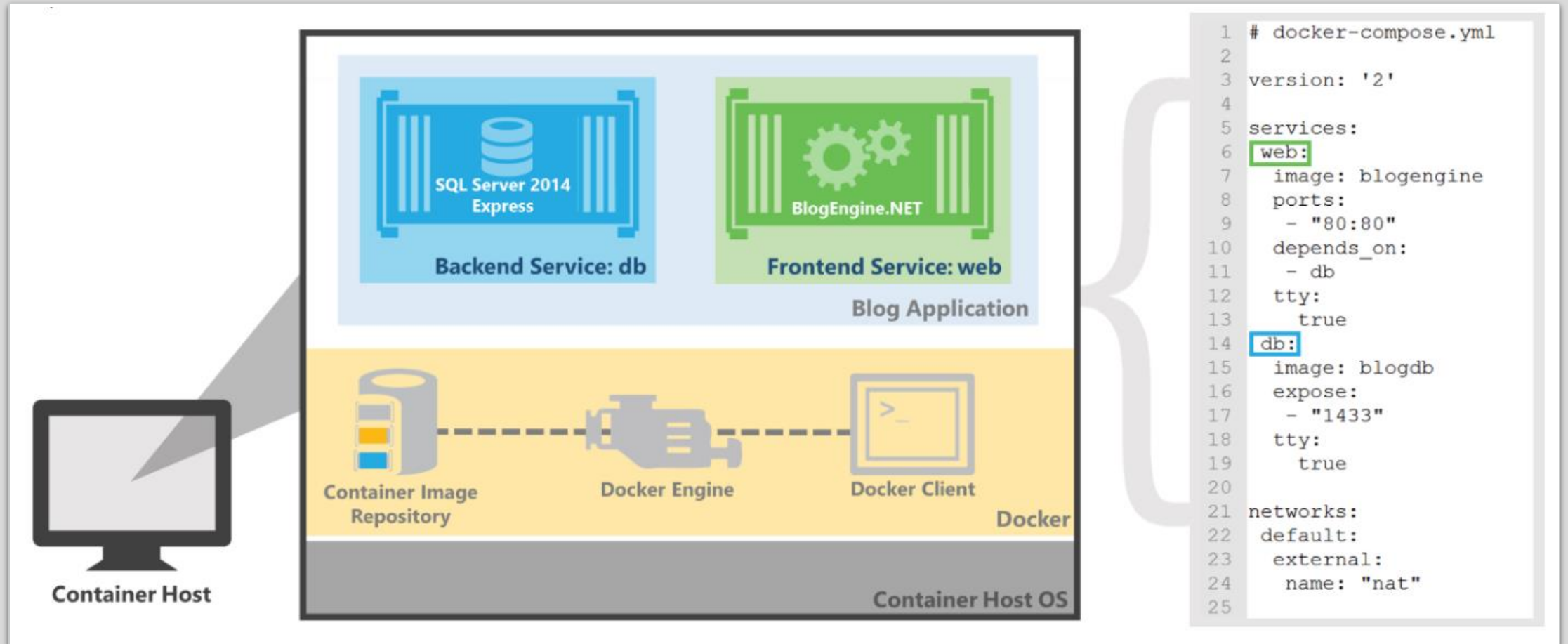
```
web:
  build: ./web
  ports:
    - "3000:3000"
  volumes:
    - ./code/web:/srv/www/
  command: node /srv/www/server.js
  links:
    - api
    - redis
    - mongodb
    - elasticsearch
```

**these links  
point to these  
services**

```
api:
  build: ./api
  ports:
    - "3030:3030"
  volumes:
    - ./code/api:/srv/www/
  command: node /srv/www/server.js
```

```
redis:
  image: redis
```

# Exemple fichier Docker-compose – Blog App



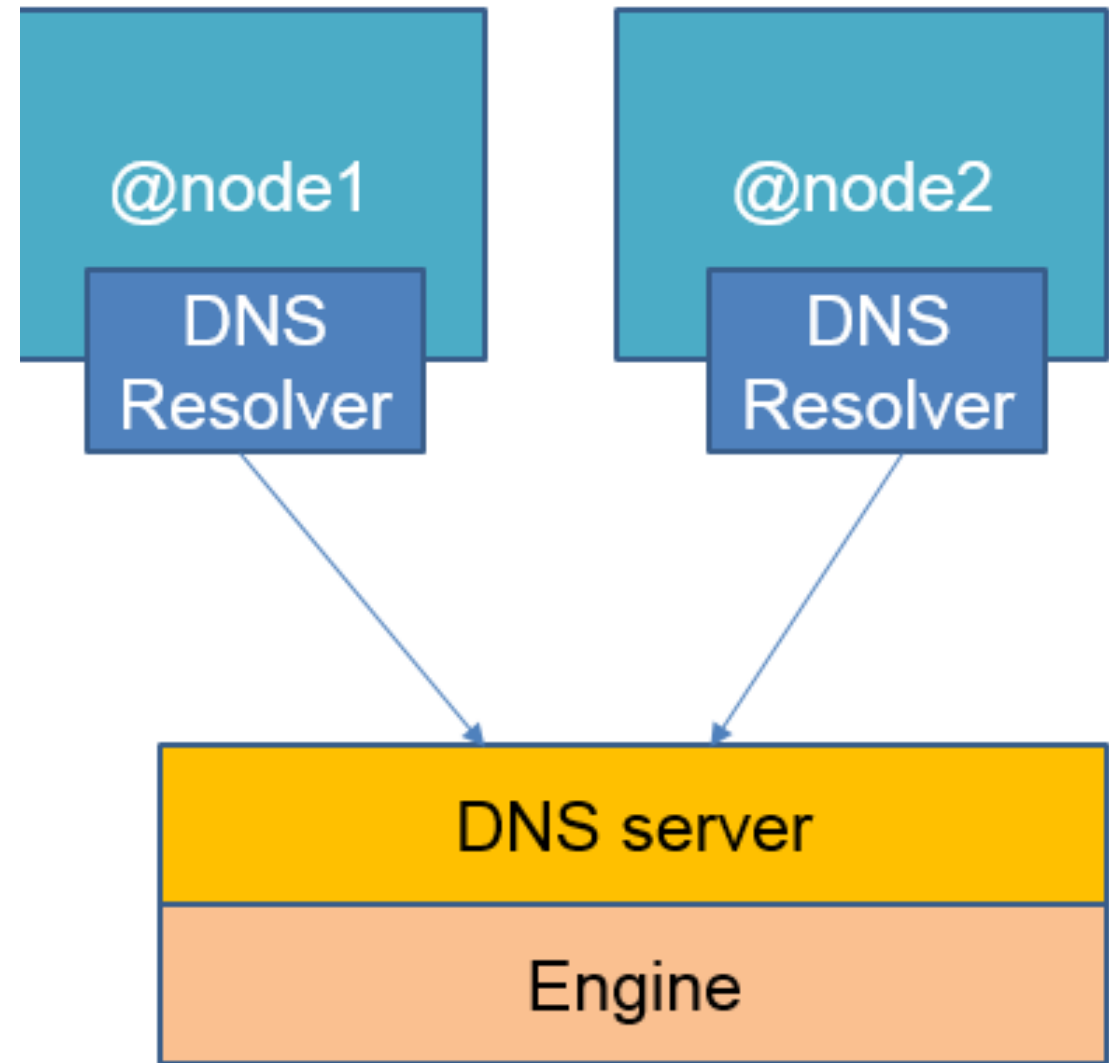
# Service Discovery

- Service Discovery en lui-même est une exigence clé pour faire évoluer les applications multiservices à l'aide de l'équilibrage de charge (scale-out) basé sur DNS.
- La découverte de service (Service Discovery ) est intégrée à Docker, et offre deux avantages clés:
- l'enregistrement du service et le mappage du nom du service vers l'IP (DNS).
- La découverte de services est particulièrement utile dans le contexte d'applications évolutives, car elle permet de découvrir et de référencer les services multi-conteneurs de la même manière que les services à conteneur unique;
- avec Service Discovery, la communication intra-application est simple et concise: n'importe quel service peut être référencé par son nom, quel que soit le nombre d'instances de conteneur utilisées pour exécuter ce service.

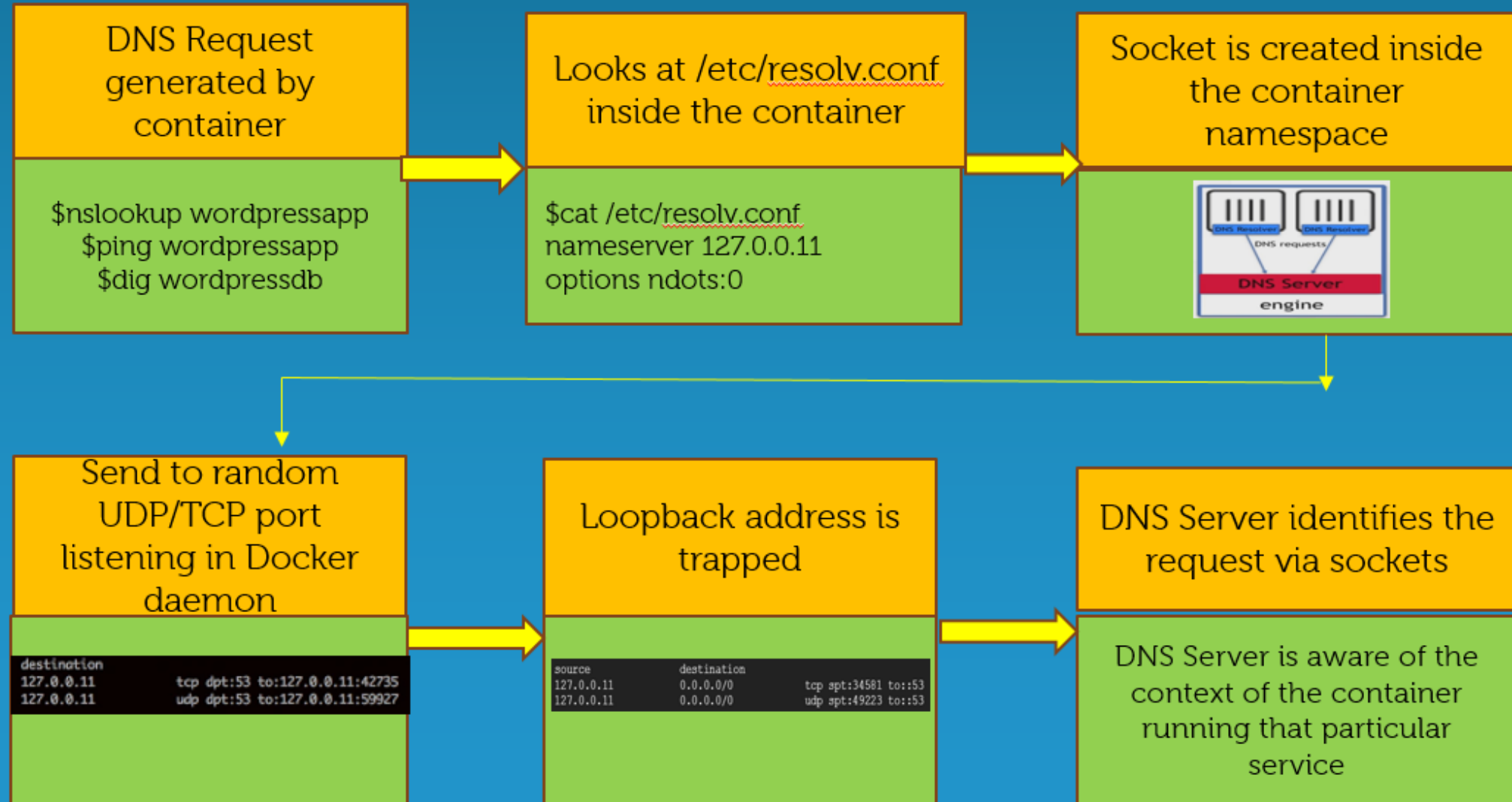


# Service Discovery

- Service fourni par du DNS embarqué
- Hautement disponible (HA)
- Utilise le Network Control Plane pour identifier les états
- Peut être utilisé pour découvrir les services et les conteneurs

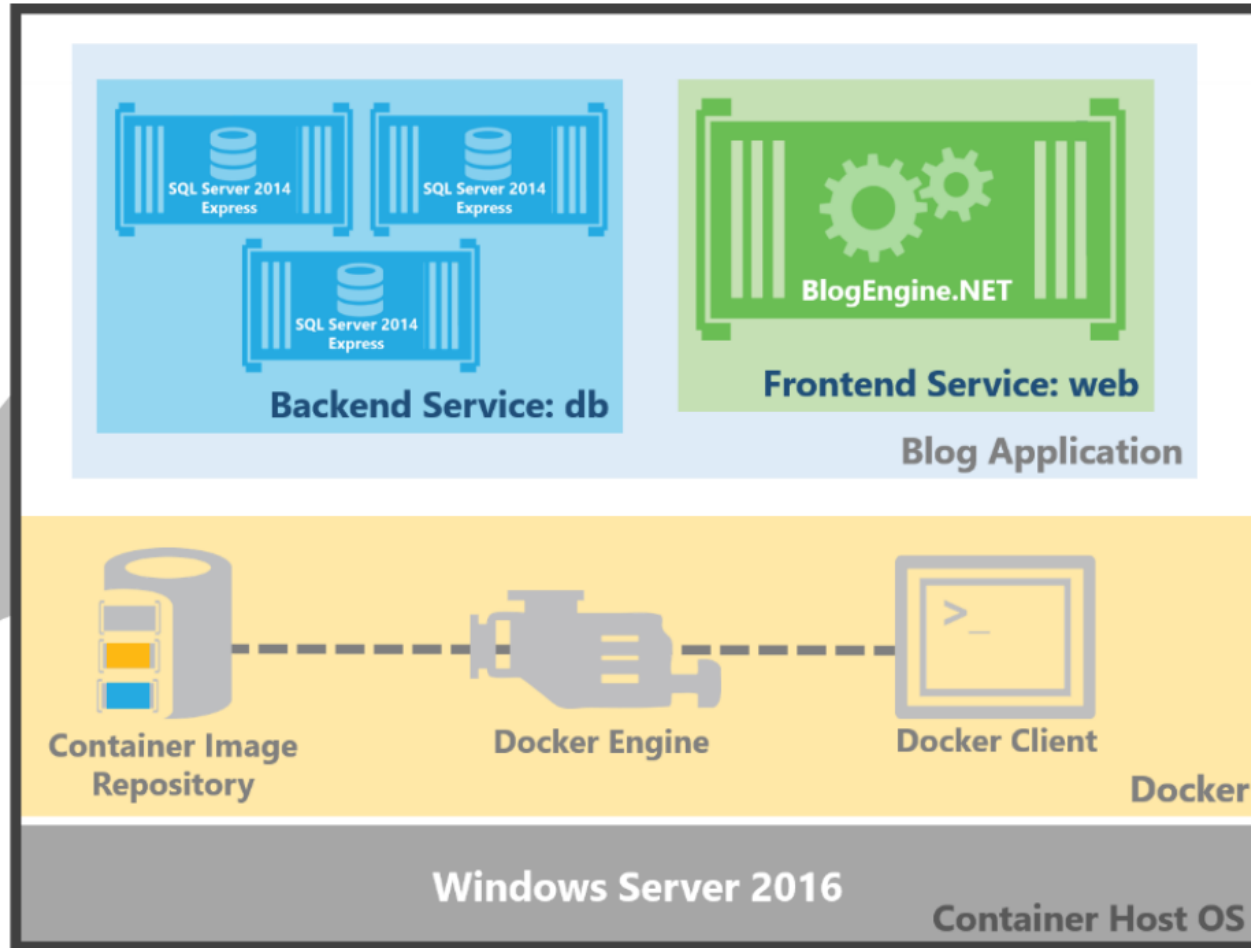


# How Embedded DNS resolve unqualified names?





Container Host



Scale-out  
avec Docker-  
compose

```
:> docker-compose scale web=1 db=3
```



# Docker Swarm

---



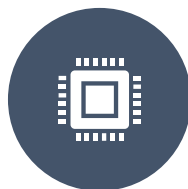
# Docker Swarm

- Solution native (officielle) de Docker pour faire du clustering
- Transformer un ensemble d'hôtes Docker en un unique hôte virtuel Docker.
- Utilise la même API
- Tous les outils qui communiquent avec un daemon Docker peuvent utiliser Swarm (ex: Dokku, Compose, Machine, Jenkins et bien sur le client Docker).
- Alternatives : Shipyard, Mesos, Kubernetes, Rancher,
- ...



# Remarque : Swarm avant Docker 1.12

---



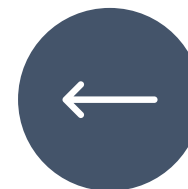
LE  
DÉPLOIEMENT  
D'UN CLUSTER  
DE SERVEUR  
DOCKER AVEC  
SWARM ÉTAIT  
LOURD



GÉNÉRER DES  
CERTIFICATS



UTILISER UN  
SERVICE  
DISCOVERY



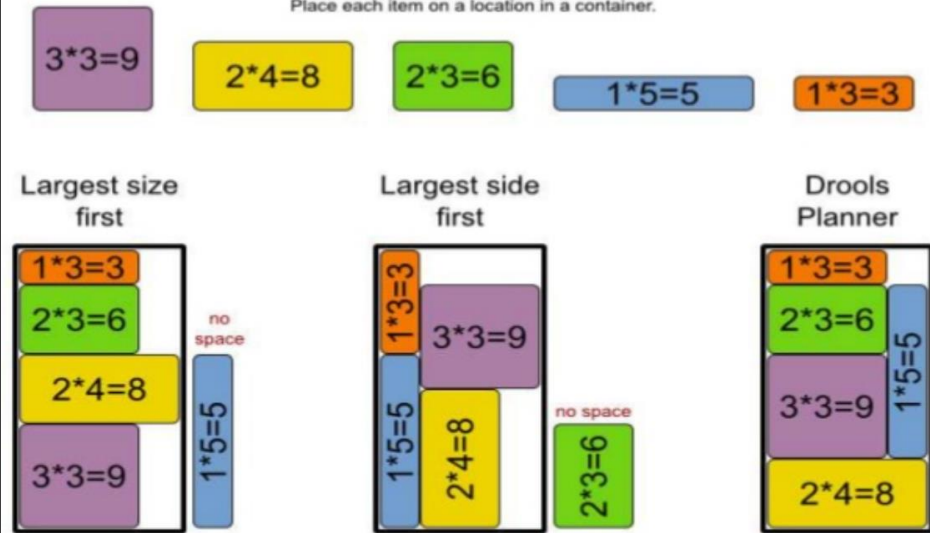
CONFIGURER  
CHAQUE  
NŒUD

# Docker Swarm

Permet d'héberger et d'ordonnancer une grappe de container Docker

## Bin packing

Place each item on a location in a container.



Le scheduling backend peut être modifié/remplacé facilement (principe du Swap plug'n play).  
Par défaut : Bin packing.

# Création d'un cluster Swarm

- Pull d'une image « Docker Swarm »
- Configurer le Swarm Manager et les Workers
- (nœuds physique apte à héberger des containers).
- Ouvrir un port TCP sur chaque nœud pour communiquer avec le Swarm manager.
- Installer Docker sur chaque nœuds (>1.12)
- Créer et gérer des certificats TLS pour sécuriser son cluster.



# Installation d'un Docker Swarm Cluster

- Deux méthodes :
  - Exécuter une image Swarm dans un container
  - Installer et utiliser le binaire sur son système.
- Avantages de la première méthode
  - Image construite par Docker et mise à jour régulièrement (docker run ... swarm:latest)
  - Pas d'installation de binaire sur son système pour utiliser l'image
  - Une seule commande (docker run) pour obtenir et exécuter la version la plus récente
  - Le container isole Swarm de votre environnement.



# Création d'un Docker Swarm



# Docker Swarm init

- Initialisation d'un Swarm. Le nœud physique devient un nœud Manager. Docker Swarm init génère deux token aléatoires
  - Un Worker token
  - Un Manager token
- Utiliser l'option `--advertise-addr` si la machine à plusieurs adresses IP.
- Pour ajouter un nouveau Worker au cluster Swarm on utilisera le Worker token.

```
$ docker swarm init --advertise-addr 192.168.99.121
Swarm initialized: current node (bvz81updecsj6wjz393c09vti) is now a manager.
```

To add a worker to this swarm, run the following command:

```
docker swarm join \
--token SWMTKN-1-3pu6hszjas19xyp7ghgosyx9k8atbfcr8p2is99znp26u2lk1-1awxwuwd3z9j1z3puu7rcgdbx \
172.17.0.2:2377
```

To add a manager to this swarm, run 'docker swarm join-token manager' and follow the instructions.

# Docker Swarm join

- Permet d'ajouter un nœud à un Swarm.
- Passer en paramètre le Worker token.

```
$ docker swarm join --token SWMTKN-1-3pu6hszjas19xyp7ghgosyx9k8atbfc8p2is99znp26u2lk1-1awxwud3z9j1z3puu7rcgdbx 192.168.99.121:2377
```

This node joined a swarm as a worker.

```
$ docker node ls
```

ID	HOSTNAME	STATUS	AVAILABILITY	MANAGER STATUS
71n70f122uw2dvjn2ft53m3q5	worker2	Ready	Active	
dkp8vy1dq1kx1eu9g4u78t1ag	worker1	Ready	Active	Reachable
dvfxp4zseq4s0rih1selh0d20 *	manager1	Ready	Active	Leader

# Docker Swarm leave

- Permet à un *Worker* de quitter le Swarm.
- A partir du manager :

```
$ docker node ls
```

ID	HOSTNAME	STATUS	AVAILABILITY	MANAGER STATUS
71n70f122uw2dvjn2ft53m3q5	worker2	Ready	Active	
dkp8vy1dq1kx1eu9g4u78t1ag	worker1	Ready	Active	
dvfxp4zseq4s0rih1selh0d20 *	manager1	Ready	Active	Leader

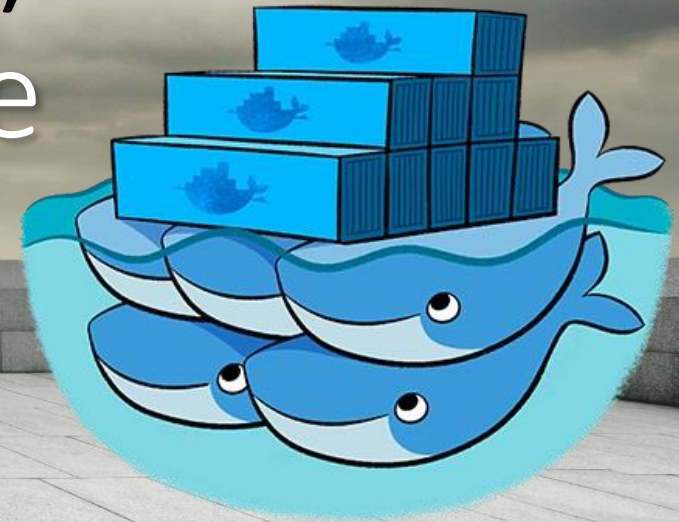
- A partir d'un worker :

```
$ docker swarm leave
Node left the default swarm.
```

- Pour supprimer un nœud inactif *docker node rm*



# Usage d'un Docker Swarm (déploiement de services) Mise en œuvre



# Déploiement

- Déploiement d'un service exposé sur nos nœuds et *load balancé* dans notre cluster.
  - Création d'un service qui expose le port 8001 de notre serveur vers 5 containers nginx.

```
docker service create --name nginx --replicas 5 -p 8001:80/tcp nginx
```

- Lister les containers

```
root@kube:~# docker service tasks nginx
ID                                NAME      SERVICE
cmmni6a83fmqnk7h1wqb7yrdl      nginx.1  nginx
5o26sravvboq4d6femhmcjvhh      nginx.2  nginx
1gnokp6s37fhrxn8warwu63tt      nginx.3  nginx
at7lmzqd4pq8e8f3bv5yt4sxl      nginx.4  nginx
dcyj70t557tz7o63cyvwps1v0      nginx.5  nginx
root@kube:~# _
```



# Besoin de plus : Scale !

- On peut *scaler* le service selon nos besoins

```
docker service scale nginx=40
```

```
216bzwgp1lzutlmffputvw203 nginx.24
88wlk3s0l0lziaa3v9wclxmpe nginx.25
ec5b6zbsd7i7t90m21veufh58 nginx.26
08kqc6q4301o0wgp494zr1i3r nginx.27
bajmwp0766s32dpqj2uac5drb nginx.28
d7onzqls9srifs72bqxfu6r2c nginx.29
6er79s2g5qa4mmfk5efqc5mon nginx.30
5u5dbzezne61mwuwc1qqtd7dc nginx.31
9x9y0e95suuty7xrrf2lofl3j nginx.32
4wgpj14j9f3xfe0es6hl1quna nginx.33
4nouu3najhv8yvsa8sxt6t67 nginx.34
de0ks32qnbs290k8iiqczs6li nginx.35
9mycc8dq8vgj7iurgqhm3crf4 nginx.36
01aqcgzbl3ynu5eiboxp104fj nginx.37
dnveqceuty4fe0ta3bs12buqm nginx.38
8h4hh1dtt8mq2jecnyot0214b nginx.39
119o7rconzta7huqaubnggqh1 nginx.40
root@k8s:~#
```