



kubernetes

Qui je suis?

- **Background**

- Master SRIV - Université Lyon 1
- Ingénieur Système (Docker, K8S, Ansible)
- Entrepreneur et développeur open-source blockchain
 - Rust, Substrate, Nodejs, React

- **Actuellement**

- Doctorant - Inria / ENS de Lyon / Équipe Avalon
- **Efficacité énergétique du cloud**
 - Dans le cadre de défi entre *Inria* et *OVHCloud*

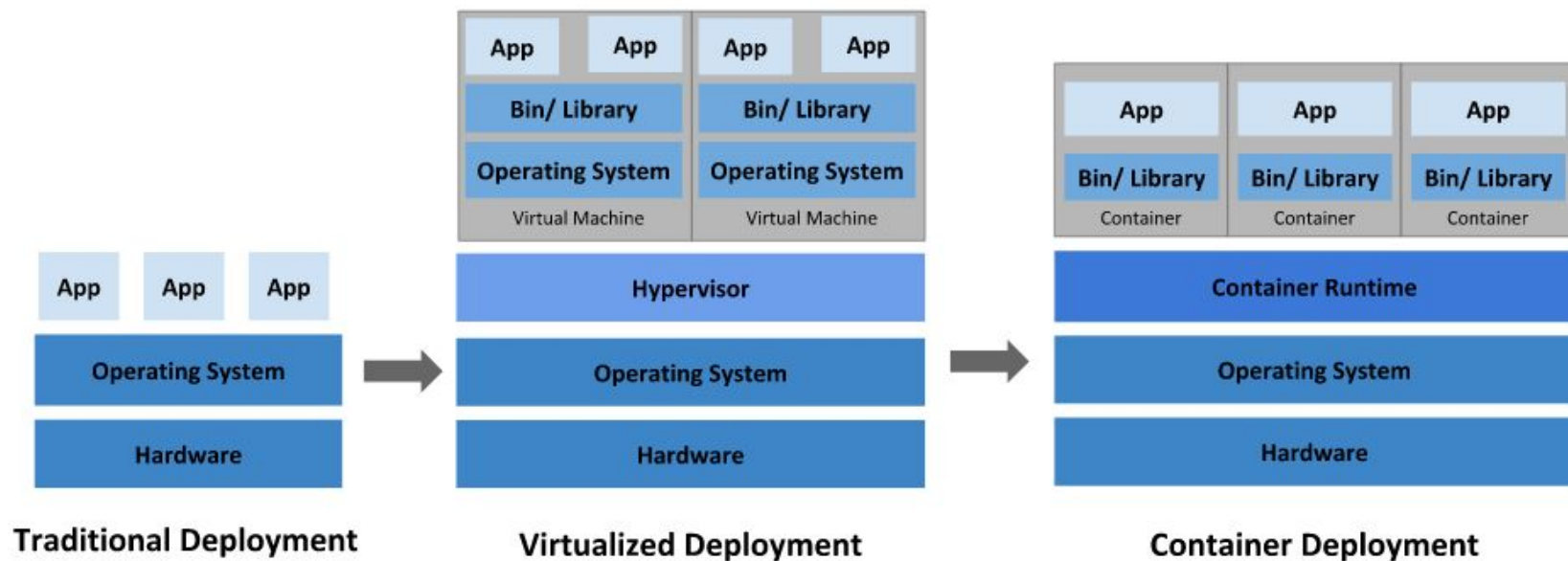
- **Page perso et mail**

- <https://vladost.com>
- pro@vladost.com



Vladimir Ostapenco

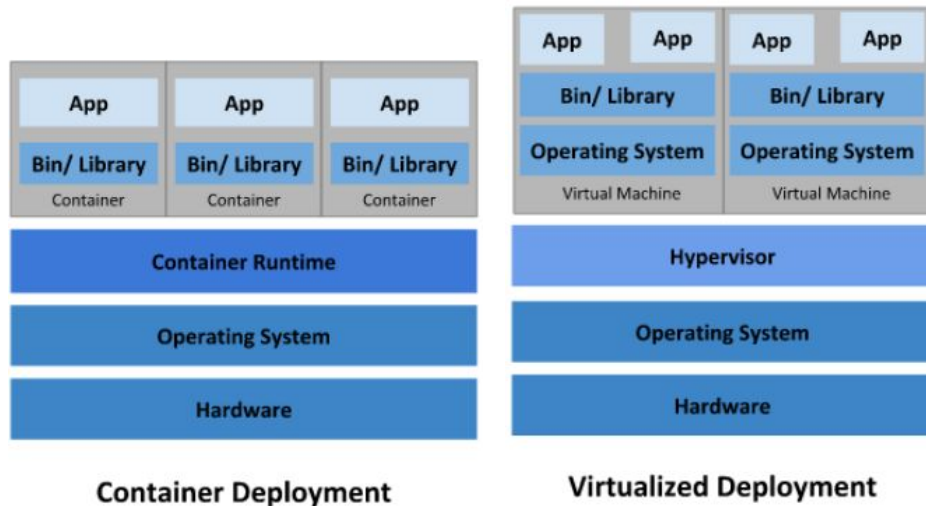
Infrastructure et Déploiement



Source: kubernetes.io

Conteneurs vs VMs

- Conteneurs sont similaires aux VMs
- Conteneurs ont des propriétés d'isolation assouplies car ils partagent
 - Noyau du système d'exploitation
 - Certaines bibliothèques et binaires
- Conteneurs ont leur propre système de fichiers avec les bibliothèques et binaires nécessaires
- Conteneurs sont légers
 - Taille de quelques megabytes
 - Démarrage en quelques secondes
- On peut démarrer de 2 à 3 fois plus de conteneurs que de VMs sur le même serveur

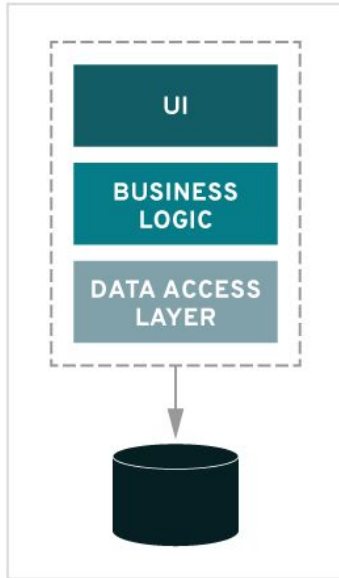


Avantages de la conteneurisation

- **Très bon niveau de portabilité et légèreté**
 - Fonctionne sur Ubuntu, RHEL, CoreOS, on premise, sur les principaux cloud publics et partout ailleurs
- **Cohérence de l'environnement**
 - Fonctionne de la même manière sur un ordinateur portable que dans le cloud
 - Tout au long du cycle de développement, des tests et de la production
- **Agilité dans le développement et déploiement**
 - Facilité et efficacité de la création d'images par rapport aux images VM
 - Facilité de déploiement des applications
- **Facilité d'utilisation dans le contexte de intégration et déploiement continu**
 - Permet une création et des déploiements fiables et fréquents avec des mécanismes de Rollbacks rapides et efficaces
- **Isolation des ressources**
- **Faible surcharge en ressources**

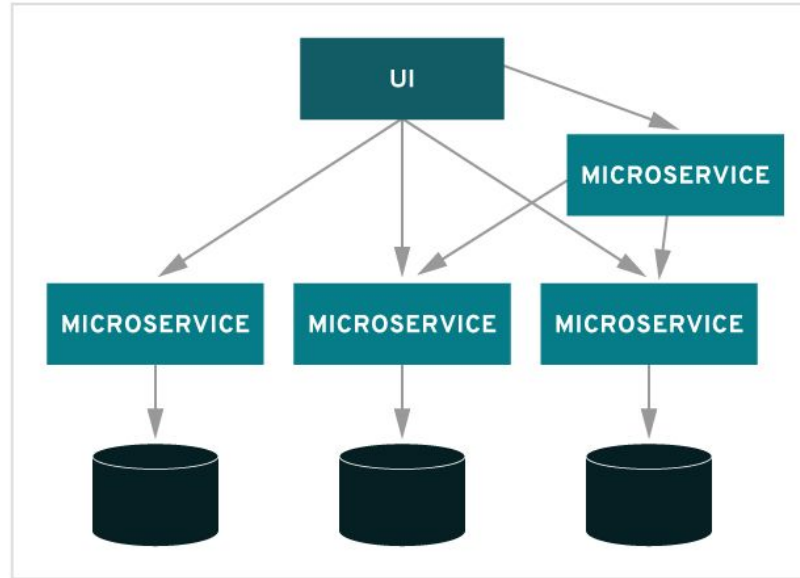
Microservices

MONOLITHIC



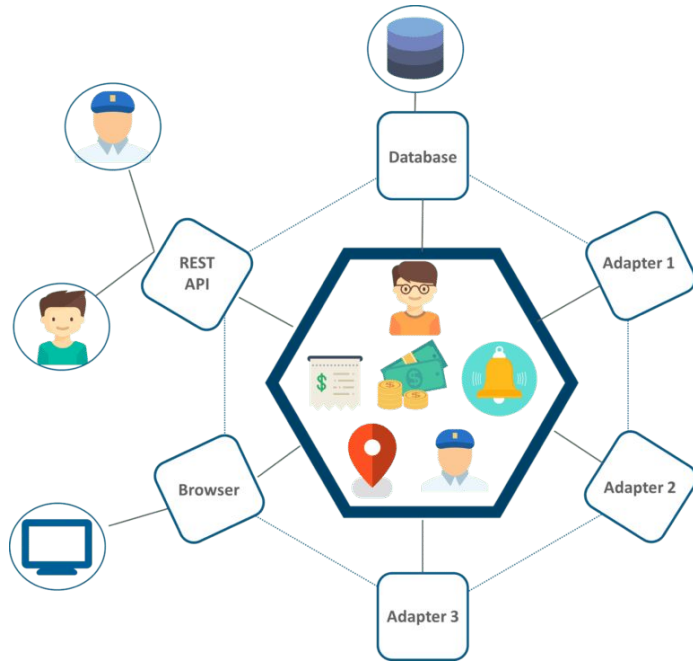
VS.

MICROSERVICES

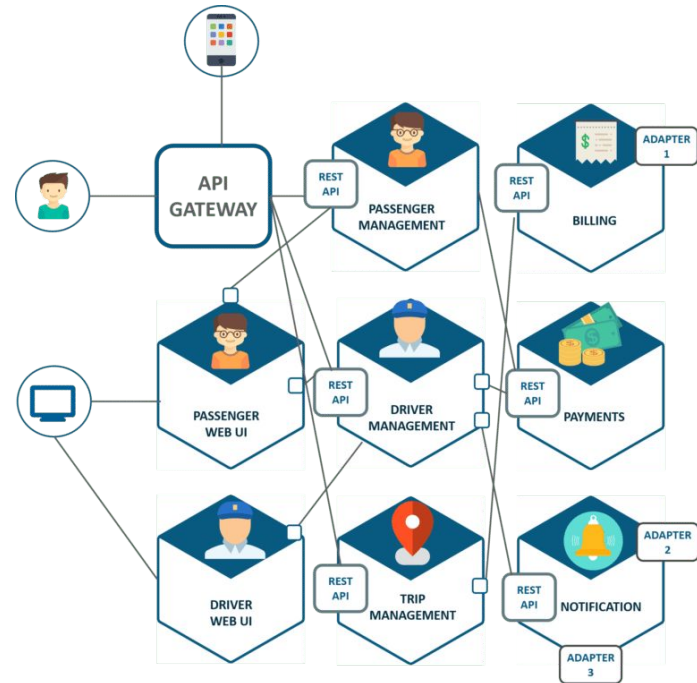


Source: redhat.com

Exemple d'architecture en microservices - Uber



Architecture monolithique



Architecture en microservices

Avantages des microservices

- **Time-to-market plus rapide**
 - Cycles de développement plus courts
 - Déploiement et des mises à jour plus agiles
- **Évolutivité améliorée**
 - Lorsque la demande pour certains services augmente, il suffit d'en déployer plus
- **Résilience améliorée**
 - Microservices sont indépendants
 - Défaillance d'un élément ne provoque pas la panne de l'ensemble de l'application
- **Facile à déployer et à déboguer**
 - Microservices sont relativement petits
 - Plus facile à créer, tester, déployer, déboguer et réparer
- **Accessibilité améliorée**
 - Développeurs peuvent plus facilement comprendre, mettre à jour et améliorer ces éléments
- **Flexibilité dans l'utilisation des technologies**
 - Grâce à l'utilisation d'API, les développeurs ont la liberté de choisir le meilleur langage et la meilleure technologie pour la fonction nécessaire

Microservices - Use Cases

- **Airbnb**

- Livraison de code en production lents car multiples Reverts et Rollbacks
- Création et maintenance des applications plus simples



- **Walmart**

- 6 millions des requêtes par minute, gestion impossible avec une architecture monolithique
- Productivité et vitesse améliorées



- **Amazon**

- Modification de la structure des équipes à trois niveaux à de petites équipes efficaces et autonomes gérant une application tout au long de son cycle de vie
- Équipes autonomes et multifonctionnelles



- **Netflix**

- Croissance de la base d'utilisateurs très rapide, besoin d'une grande flexibilité
- Évolutivité simple et mise à l'échelle dynamique



Microservices sans orchestration = enfer

«Sans un framework d'orchestration quelconque, vous avez juste des services qui s'exécutent "quelque part" où vous les configurez pour s'exécuter manuellement - et si vous perdez un nœud ou quelque chose tombe en panne, il faut le réparer manuellement. Avec un framework d'orchestration, vous déclarez à quoi vous voulez que votre environnement ressemble, et le framework le fait ressembler à cela.» **Sean Suchter, co-fondateur et CTO de Pepperdata.**

- Adidas (plusieurs releases par jour, 4000 conteneurs, 200 noeuds)
- Google (des milliards des conteneurs par semaine)



Kubernetes (K8s) vient à la rescousse !

Kubernetes (K8s) est un système open source permettant d'automatiser le déploiement, la mise à l'échelle et la gestion des applications conteneurisées.

- Il regroupe les conteneurs qui composent une application en unités logiques pour faciliter la gestion et la découverte.
- Kubernetes s'appuie sur **15 années d'expérience** dans la gestion de charges de travail de production (workloads) chez Google, associé aux meilleures idées et pratiques de la communauté.

Souce: kubernetes.io



kubernetes

Kubernetes (K8s)

- Conçu pour le déploiement
- Est flexible (Run anywhere)
 - Environments hybrides sont possibles
- Est capable de gérer des millions des conteneurs
- Optimise l'utilisation des ressources
- Permet zero downtime
- Est DevOps friendly
- Est open source
 - Soutenu par une communauté active (~ 3500 contributeurs sur GitHub)

Kubernetes (K8s)

- Kubernetes propose
 - Découverte de service et équilibrage de charge
 - Orchestration du stockage
 - Déploiements automatisés avec un mécanisme de Rollback
 - Bin packing automatique
 - Self-healing
 - Gestion des secrets et des configurations
 - Exécutions en mode batch
 - Mise à l'échelle horizontale

“Kubernetes is the new Linux OS of the Cloud”

Source: sumlogic.com

Kubernetes (K8s)

- Pour le business

- Délais de commercialisation plus rapides
- Optimisation des coûts IT
- Amélioration de l'évolutivité et de la disponibilité des services
- Flexibilité multi-cloud
- Migration transparente vers le cloud

- Quelques stats

- Gartner prédit qu'en 2022, plus de 75 % des organisations exécuteront des applications conteneurisées en production, contre moins de 30 % en 2020 ¹
- RedHat dans leur étude montre que 70% des responsables informatiques travaillent pour des organisations utilisant Kubernetes ²



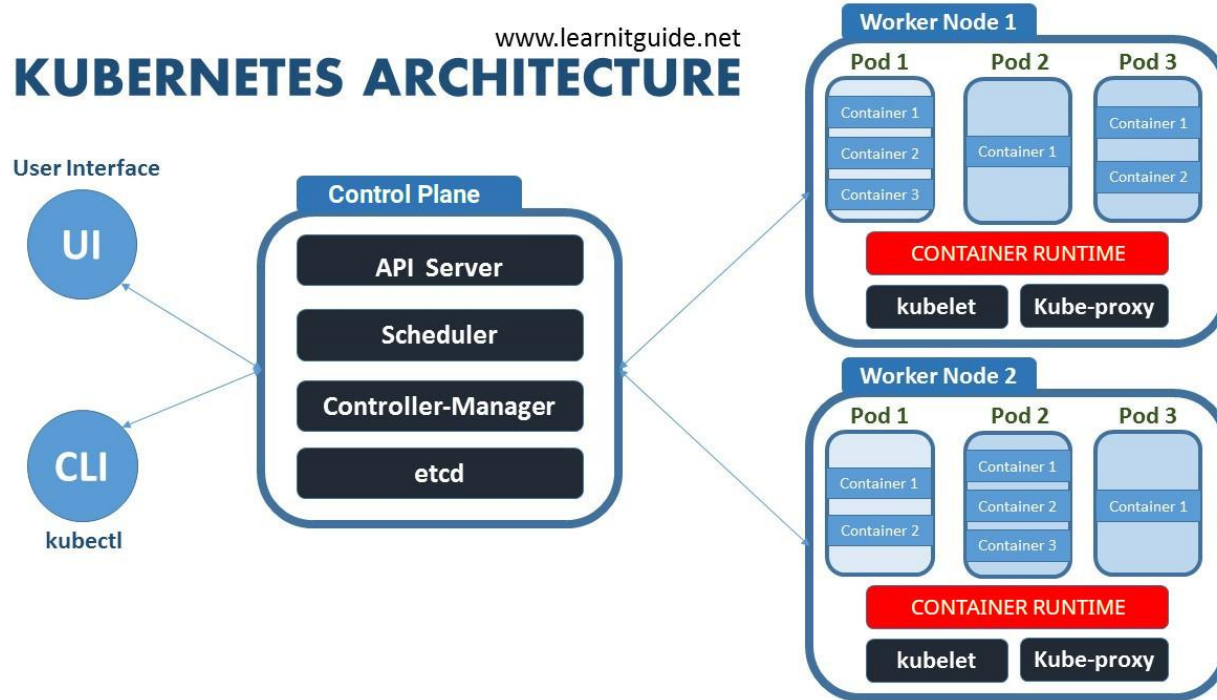
1 - <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-06-25-gartner-forecasts-strong-revenue-growth-for-global-co>

2 - <https://www.redhat.com/en/resources/state-of-enterprise-open-source-report-2022>

Kubernetes (K8s) - Sauve des entreprises!

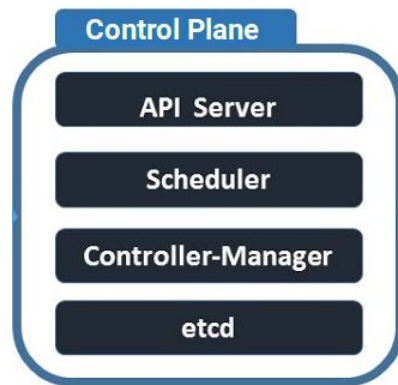


Architecture



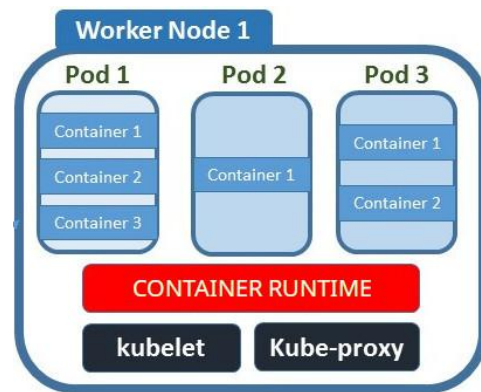
Architecture: Control Plane

- Composants du Control Plane prennent des décisions globales concernant le cluster, ainsi que détectent et répondent aux événements du cluster
- Composants du Control Plane
 - **API Server** (kube-apiserver) - front end pour le Control Plane
 - Expose Kubernetes API
 - Hub de communication pour les composants K8S
 - **Etcd** - base de données clé/valeur pour toutes les données du cluster
 - **Scheduler** (kube-scheduler) - assigne votre application à un Worker Node
 - Détecte les exigences de l'application et la place sur un nœud qui répond à ces exigences
 - **Controller manager** (kube-controller-manager) - maintient le cluster en état opérationnel, gère les pannes de nœuds, réplique les composants, maintient le bon nombre d'instances d'applications...
- Par défaut, ne lance aucun conteneur et peut être répliqué pour améliorer la disponibilité
 - [Options for Highly Available Topology](#)



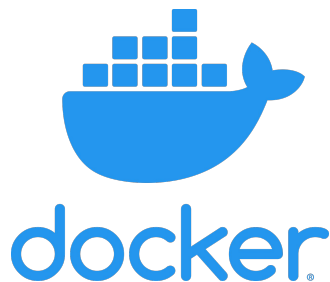
Architecture: Worker Node

- Maintient des conteneurs en état opérationnel et fournit l'environnement d'exécution Kubernetes
- Composants du Worker Node
 - **kubelet** - gère les conteneurs sur le nœud et communique avec l'API Kubernetes
 - **kube-proxy** (service proxy) - gère les règles réseau sur les nœuds
 - Ces règles permettent la communication avec vos conteneurs
 - **Container runtime** - exécute vos conteneurs (containerd, CRI-O, docker..)
 - Tout environnement d'exécution qui implémente Kubernetes CRI (Container Runtime Interface)



Kubernetes (K8s) et Docker

- **Kubernetes Container Runtime** utilise CRI (Container Runtime Interface) comme l'API d'exécution des conteneurs
- Docker n'implémente pas CRI par défaut
 - **dockershim** a été utilisé par K8s comme un pont entre API docker et Kubernetes
- Kubernetes n'utilise pas les fonctionnalités de networking et de volume livrés avec Docker par défaut
 - Ces fonctionnalités inutilisées peuvent entraîner des risques de sécurité
- **Dockershim** a été supprimé dans la version v1.24
- Alternatives
 - **Containerd** (Fait partie et compatible avec Docker)
 - Container Runtime par défaut à partir de K8s v1.24
 - **CRI-O** (Approche plus minimaliste développée par RedHat et utilisé avec OpenShift)
 - Installation et configuration de **cri-dockerd** (alternative à Dockershim)



Moving Forward - Concepts Kubernetes

- API Server et Objets API
- Namespaces
- Pods
- Workloads
- Labels, selectors et annotations
- Services
- Scheduling
- Networking
- Stockage
- initContainers
- Variables d'environnement
- Secrets et ConfigMaps
- Surveillance des applications
- Cloud controller
- Déploiement d'un cluster Kubernetes



API Server

- Composant principal du Control Plane qui expose l'API Kubernetes
- Hub de communication
 - Permet aux utilisateurs finaux et aux différentes parties de votre cluster de communiquer entre eux
- Chaque composant Kubernetes communique exclusivement via le API server
 - Les composants ne communiquent pas directement entre eux
- Est le seul composant qui communique directement avec le **etcd** (base de données du cluster)
- Permet d'interroger, manipuler et valider les objets Kubernetes
- **Kubectl** - l'outil CLI qui permet d'interagir avec l'API server pour manipuler les objets Kubernetes
 - **kubectl get nodes** - afficher l'état des noeuds du cluster
- API server peut aussi être utilisé
 - À partir de vos applications via une lib Go ou Python
 - Directement via les appels REST

Objet API

- Tout sur la plateforme K8s est traité comme un objet API
 - Les services, les volumes...
- Peut être défini au format YAML
 - langage de sérialisation de données simple et lisible
- Une fois créé, K8s s'assure que l'objet existe et est fonctionnel
- Doit contenir les champs suivants
 - apiVersion - version de l'API Kubernetes utilisé pour créer cet objet (v1alpha1, v3beta2, v1)
 - kind - type d'objet
 - metadata - données qui aident à identifier votre objet (nom, label, UID, namespace...)
 - spec - description de l'état de l'objet

nginx-pod.yaml

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: nginx
spec:
  containers:
  - name: nginx
    image: nginx:1.14.2
    ports:
    - containerPort: 80
```

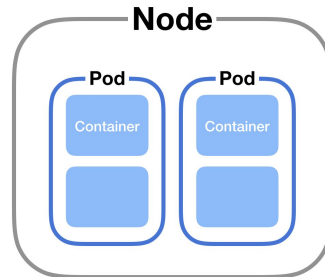
- Déployer l'objet dans le cluster
 - **kubectl apply -f nginx-pod.yaml**

Namespaces

- Séparation virtuelle de différents environnements (Clusters virtuels)
- Moyen de diviser les ressources du cluster entre plusieurs utilisateurs
 - Séparation du cluster entre différentes équipes ou projets
- Namespaces initiés à la création du cluster
 - **default** - namespace par défaut pour les objets sans autre namespace
 - **kube-system** - namespace pour les objets système Kubernetes
 - *kube-public* - cet namespace est créé automatiquement et est lisible par tous les utilisateurs (utilisé par le cluster)
 - *kube-node-lease* - namespace dédié aux heartbeats des nœuds afin améliorer leur performances
- **NB:** Les noms des objets Kubernetes doivent être uniques dans un namespace

Pods

- Est l'unité de base de Kubernetes
 - La plus petite unité que vous pouvez déployer dans le cluster
- Un pod représente les processus en cours d'exécution sur votre cluster
- Représente une unité de déploiement
 - Une instance unique d'une application, qui peut consister en un conteneur unique ou en un petit nombre de conteneurs étroitement couplés partageant des ressources
- Encapsule
 - Conteneur d'une application (ou plusieurs conteneurs)
 - Ressources de stockage
 - Ressources réseau (adresse IP)
 - Options d'exécution des conteneurs
- Normalement, vous ne manipulez pas les Pods directement

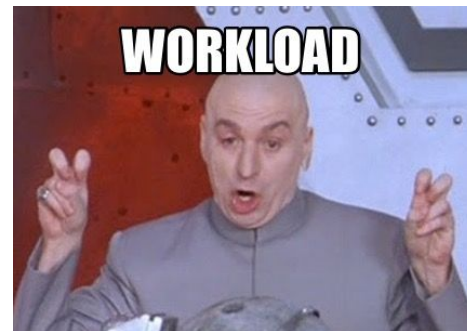


nginx-pod.yaml

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: nginx
spec:
  containers:
  - name: nginx
    image: nginx:1.14.2
    ports:
    - containerPort: 80
```


Workload ressources

- Objets Kubernetes représentant le niveau d'abstraction plus élevé qu'un Pod
- Permettent une gestion déclarative de vos applications
- En fonction de la spécification de l'objet Workload Ressource, le Control Plane crée et gère automatiquement les Pods
- Assurent la réplication, les déploiements et self-healing automatiques
- Permettent d'effectuer les **Rolling Updates** des Pods (avec mécanismes de **Rollback**)
- Workload ressources par défaut
 - **Deployment** et **ReplicaSet**
 - **StatefulSet**
 - **DaemonSet**
 - **Job** et **Cronjob**



Workload - une application s'exécutant sur K8s (un ou plusieurs Pods)

Workloads: Deployment

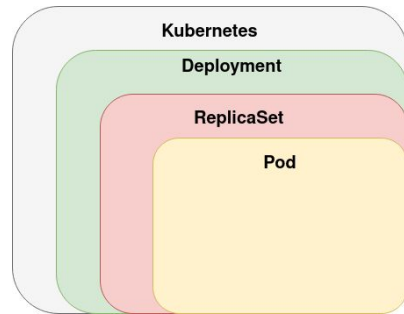
- Manière la plus courante de déployer une application sur votre cluster
- Dans un Deployment
 - Vous décrivez l'état souhaité pour votre application
 - Change l'état actuel en l'état souhaité à un rythme contrôlé
- Propose des mécanismes
 - Mises à jour déclaratives avec le mécanisme de Rollback
 - Mise à échelle (Scale up) pour supporter plus de charge
- Quelques commandes
 - **kubectl apply -f deployment.yaml** - créer un déploiement
 - **kubectl get deployments** - afficher les déploiements
 - **kubectl describe deployments** - afficher la description complète d'un déploiement

deployment.yaml

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: nginx-deployment
  labels:
    app: nginx
spec:
  replicas: 3
  selector:
    matchLabels:
      app: nginx
  template:
    metadata:
      labels:
        app: nginx
    spec:
      containers:
        - name: nginx
          image: nginx:1.7.9
          ports:
            - containerPort: 80
```

Workloads: Deployment

- Ressource de haut niveau englobant un **ReplicaSet**
 - Un ou plusieurs Pods répliqués
 - Garantit qu'un certain nombre des Pods est en cours d'exécution à tout moment
 - Doit toujours être créé par un Deployment
- Dans un Deployment **les Pods sont éphémères**
 - Peuvent être remplacés, recréés ou redémarrés à tout moment
 - Ensemble de Pods d'un Deployment exécuté sur le cluster à l'instant T n'est pas forcément celui qui sera exécuté à l'instant T+1
 - Seul leur nombre est garanti
 - Bon choix pour gérer les applications sans état



Workloads: StatefulSet

- Workload ressource pour gérer les applications avec état (Stateful) qui
 - Fournit des garanties relatives à l'ordre et à l'unicité de ces pods
 - Contrairement à un Deployment, conserve une identité permanente pour chacun de ses pods
- Les Pods créés ne sont pas interchangeables
- Si un Pod est défaillant, il est remplacé par un autre avec le même nom d'hôte et les mêmes configurations
- Utiles pour les applications qui nécessitent un ou plusieurs des éléments suivants
 - Identifiants réseau stables et uniques
 - Stockage stable et persistant
 - Déploiement, mise à l'échelle et mises à jour ordonnés
- Quelques commandes
 - **kubectl get statefulsets**
 - **kubectl describe statefulsets**

Workloads: DaemonSet

- Garantit que tous (ou certains) nœuds exécutent une copie du Pod
- N'utilise pas l'ordonnanceur par défaut
- Lorsque des nœuds sont ajoutés au cluster, des pods d'un DaemonSet leur sont ajoutés automatiquement
- Exemples d'utilisation
 - Solution de supervision ou gestion des logs
 - Composant proxy présent sur tous les noeuds Kubernetes (**kube-proxy**)
- Quelques commandes
 - **kubectl get daemonset**
 - **kubectl describe daemonset**

Workloads: Job et Cronjob

- **Job** peut être vu comme une tâche
- Crée un ou plusieurs Pods qui réalisent une tâche et s'arrêtent
- Les Pods ne sont pas supprimés automatiquement après leur arrêt
- Permet d'exécuter plusieurs Pods en parallèle
- **Cronjob** permet de planifier l'exécution des Jobs
- Exemples d'utilisation
 - **Job**: Conversion d'une vidéo
 - **Cronjob**: Backup d'une base des données

job.yaml

```
apiVersion: batch/v1
kind: Job
metadata:
  name: blender
spec:
  template:
    spec:
      containers:
      - name: blender
        image: blender-render
        command: ["render", "./movie.zip"]
        restartPolicy: Never
```

Labels et Label Selectors

- **Labels**

- Paires clé / valeur attachées à des objets K8s (tels que Pods)
- Utilisés pour identifier des objets et organiser des sous-ensembles d'objets
- Exemple:
 - "release" : "stable", "environment" : "production"
- Peuvent être attachés aux objets au moment de la création ou ajoutés et modifiés à tout moment
- Chaque clé doit être unique pour un objet donné

- **Label Selectors**

- Permettent de sélectionner un ensemble d'objets

deployment.yaml

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  labels:
    app: nginx
  name: nginx-deployment
spec:
  replicas: 3
  selector:
    matchLabels:
      app: nginx
  template:
    metadata:
      labels:
        app: nginx
    spec:
      containers:
        - name: nginx
          image: nginx:1.7.9
          ports:
            - containerPort: 80
```

Annotations

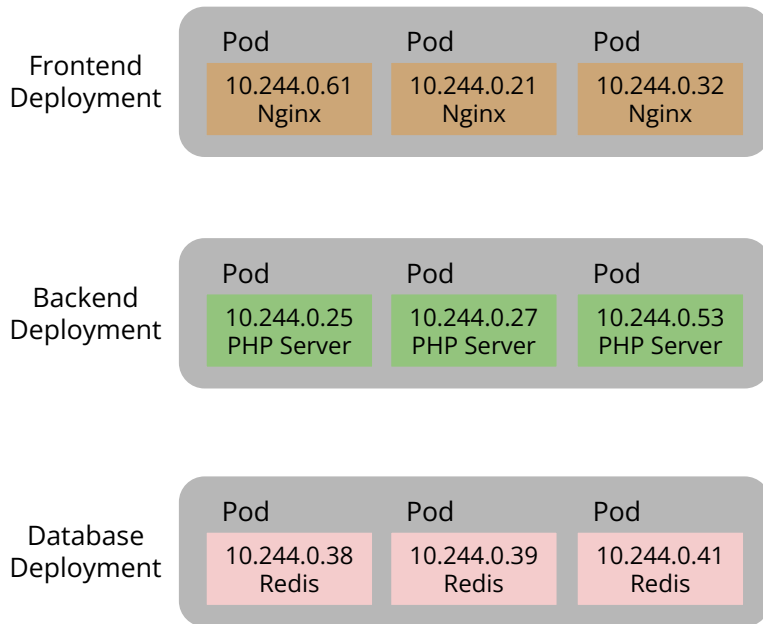
- Permettent d'attacher des métadonnées à vos objets
- Ne peuvent pas être utilisés pour identifier ou sélectionner des objets
- Peuvent être utilisés par des outils et des bibliothèques
- Exemples d'utilisation
 - Information sur la version de l'application ou de l'image
 - Repository avec le code source de l'application
 - Téléphone des personnes responsables
 - Informations d'application utilisables par d'autres composants du système d'information

pod.yaml

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  annotations:
    imageregistry: "https://hub.com/"
  name: annotations-demo
spec:
  containers:
    - name: nginx
      image: nginx:1.14.2
      ports:
        - containerPort: 80
```

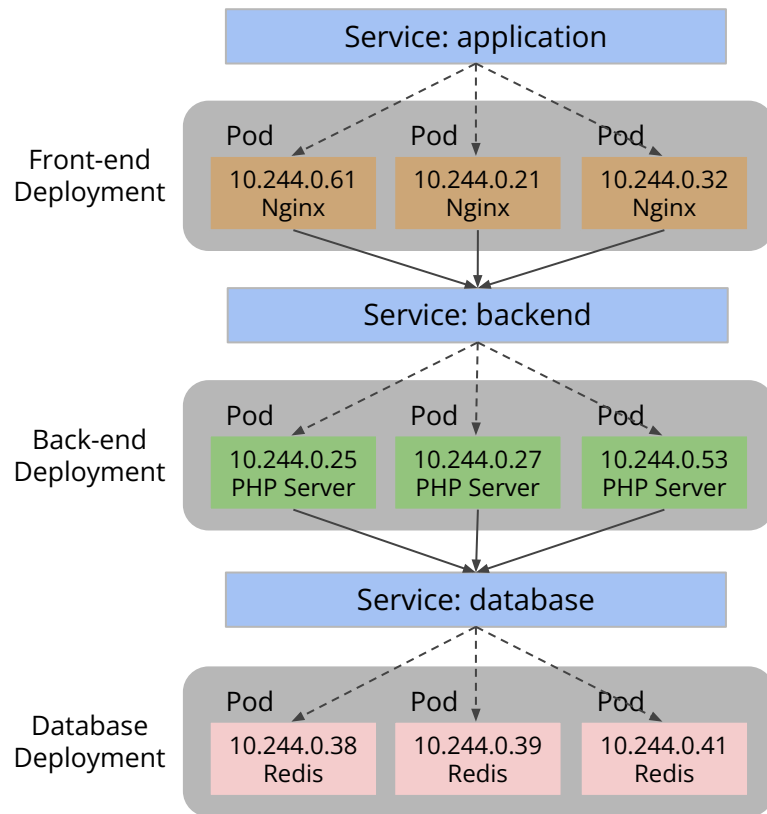

Accès aux Pods

- Chaque Pod obtient **sa propre adresse IP**
- Dans un déploiement
 - Ensemble de pods s'exécutant à un moment donné peut être différent de l'ensemble de pods exécutant un instant plus tard
- Problème
 - Dans une configuration frontend/backend
 - Comment les Pods du Frontend trouvent-ils et gardent-ils la trace de l'adresse IP à laquelle se connecter afin d'utiliser le backend ?



Services

- Permet d'exposer vos Pods en tant qu'un service réseau
- Est une abstraction qui définit un ensemble logique de pods et une politique permettant d'y accéder
 - Parfois appelée micro-service
 - A une adresse IP définie
 - Décide de router le trafic vers l'un des pods (load balancing)
 - Peut exposer plusieurs ports
- L'ensemble de Pods ciblés par un service est déterminé par un **Label Selector**
- Permet d'effectuer la résolution des applications entre les Pods



Services: Types

- Types des services

- **ClusterIP** (par défaut) - Expose le service sur une adresse IP interne au cluster (Idéal pour backend)
- **NodePort** - Expose le service sur un port statique sur chaque nœud du cluster
- **LoadBalancer** - Expose le service à l'aide d'un load balancer externe (fournisseur de cloud)
- **ExternalName** - Mappe le service à un nom DNS externe (champ *externalName*)
 - Requête DNS sur le nom de service renvoie CNAME avec la valeur du champ *externalName*
 - Utile lors de la migration progressive de vos services sur K8s

service.yaml

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: nginx-service
spec:
  selector:
    app: nginx
  ports:
    - name: http
      protocol: TCP
      port: 80
      targetPort: 80
```

deployment.yaml

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: nginx-deployment
  labels:
    app: nginx
spec:
  replicas: 3
  selector:
    matchLabels:
      app: nginx
  template:
    metadata:
      labels:
        app: nginx
    spec:
      containers:
        - name: nginx
          image: nginx:1.7.9
          ports:
            - containerPort: 80
```

Services: Découverte

Principales méthodes de découverte d'un Service

- **Variables d'environnement**

- **Kubelet** ajoute dans chaque Pod un ensemble de variables d'environnement pour chaque service actif
- Exemple:
 - Pour le service `svcname`
 - Les variables `{SVCNAME}_SERVICE_HOST` et `{SVCNAME}_SERVICE_PORT` seront disponibles dans chaque Pod

- **DNS** (si un service DNS est configuré sur le cluster)

- Le serveur DNS surveille les nouveaux services et crée des enregistrements DNS
- Exemple:
 - Pour le service `my-service` dans le namespace `my-ns` une entrée DNS `my-service.my-ns` sera créé
 - Pods dans le namespace `my-ns` peuvent accéder au service en utilisant le nom DNS `my-service` ou `my-service.my-ns`
 - Pods de l'autre namespace doivent utiliser `my-service.my-ns`

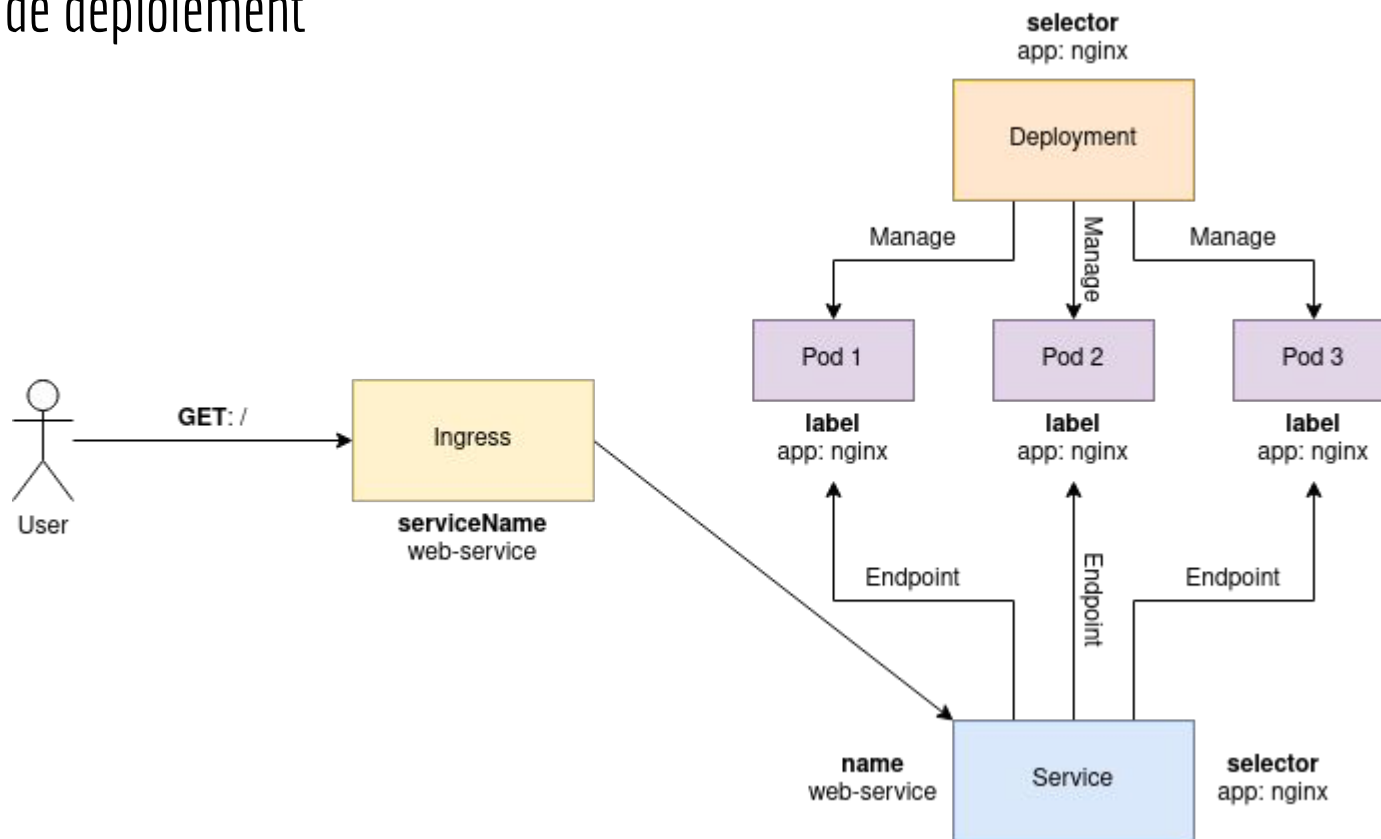
Ingress

- Gère les accès externes (HTTP ou HTTPS) aux services
- Nécessite un **Ingress Controller**
- Peut fournir
 - URLs accessibles de l'extérieur pour les services
 - Terminaison SSL
 - Équilibrage de charge
 - Hébergement virtuel basé sur le nom de domaine
- Types
 - **Single Service** - permet d'exposer un seul service
 - **Simple fanout** - achemine le trafic vers plusieurs services, en fonction de l'URI HTTP demandé
 - **Name based virtual hosting** - effectue le routage du trafic HTTP en fonction du nom d'hôte demandé

simple-fanout-ingress.yaml

```
apiVersion: networking.k8s.io/v1
kind: Ingress
metadata:
  name: simple-fanout-example
spec:
  rules:
  - host: foo.bar.com
    http:
      paths:
      - path: /foo
        pathType: Prefix
        backend:
          service:
            name: service1
            port:
              number: 4200
      - path: /bar
        pathType: Prefix
        backend:
          service:
            name: service2
            port:
              number: 8080
```

Exemple de déploiement



Scheduling

- Trouve le meilleur nœud sur lequel placer vos Pods
- Utilise la fonction de *spread priority* qui s'assure que les Pods du même jeu de réplicas sont étalés sur des nœuds différents pour éviter les interruptions de service
- *kube-scheduler* sélectionne un nœud pour le Pod en deux étapes
 - **Filtering** - trouve l'ensemble de nœuds où il est possible de planifier le Pod
 - Par exemple, si le nœud dispose de suffisamment de ressources disponibles pour répondre aux **demandes de ressources spécifiques d'un pod**
 - **Scoring** - classe les nœuds restants pour choisir le placement de Pod le plus approprié
 - Attribue un score à chaque nœud qui a survécu au filtrage, en basant ce score sur les règles de notation
 - **kube-scheduler** attribue le Pod au Node avec le classement le plus élevé (aléatoire si plusieurs nœuds ont le même score)
- Vous pouvez créer votre propre scheduler!

Scheduling: Requests et Limits

- Permet de spécifier la quantité des ressources dont un conteneur a besoin
- **Requests**
 - "Soft cap"
 - Utilisé seulement pendant le scheduling
- **Limits**
 - "Hard cap"
 - Runtime empêche le conteneur d'utiliser plus
- **Types de ressources**
 - **CPU** exprimé en CPU units: 1 CPU unit = 1 CPU ou vCPU = 1000m
 - **Mémoire** exprimé en nombre des octets
 - Peut être suivi d'un suffixe comme M, K ou Mi, Ki etc.

pod-w-req-and-lim.yaml

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: frontend
spec:
  containers:
  - name: app
    image: app:v4
    resources:
      requests:
        memory: "64M"
        cpu: "250m"
      limits:
        memory: "128M"
        cpu: "500m"
```

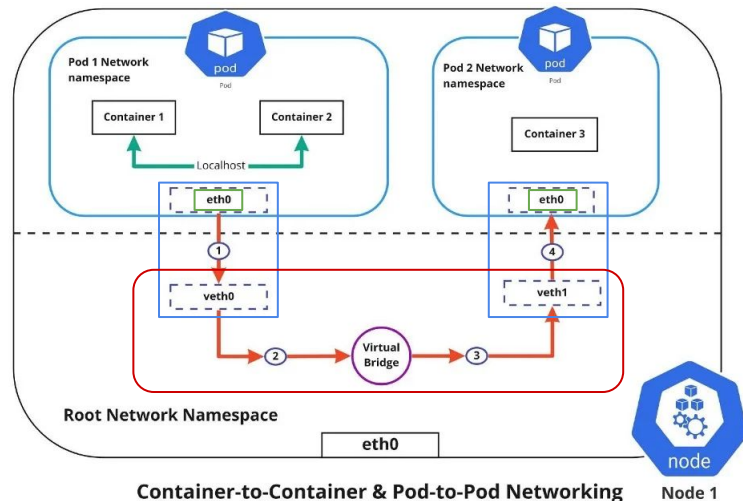

Networking: Communication

- **Au sein du même nœud**

- Un Pod voit un périphérique Ethernet normal **eth0**
- Un tunnel qui connecte le réseau du Pod avec le réseau du nœud est créé
 - Ce tunnel contient deux interfaces virtuelles
 - Dans le conteneur (**eth0**)
 - Sur le nœud (**vethX**)
- **Linux Ethernet Bridge** permet la communication entre les pods
 - Contient toutes les interfaces **vethX** de tous les Pods exécutés sur le nœud

- **Entre les nœuds**

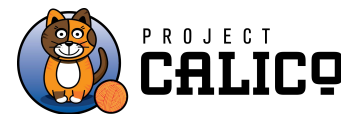
- Container Network Interface (CNI)



(Nived Velayudhan, CC BY-SA 4.0)

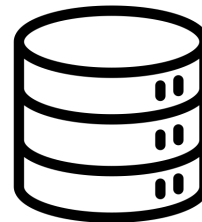
Networking: Container Network Interface (CNI)

- Utilisé pour la communication entre les nœuds
- Garantit que tous les Pods peuvent communiquer avec tous les autres Pods exécutés sur n'importe quel autre nœud sans NAT
- Installé via un plugin et n'est pas natif à la solution K8s
 - Installe et lance un agent de réseau sur chaque nœud (**DaemonSet**)
- CNI les plus utilisés
 - **Flannel** - configure un réseau overlay IPv4 de niveau 3 basé souvent sur VXLAN
 - **Calico** - configure un réseau niveau 3 basé sur BGP, pas d'encapsulation
 - **Weave** - configure un réseau mesh overlay basé sur Open vSwitch entre chacun des nœuds avec le routage flexible et le chiffrement des échanges



Stockage

- Stockage dans un conteneur est éphémère
- Cela pose deux problèmes
 - Perte de fichiers lorsqu'un conteneur plante
 - État du conteneur n'est pas enregistré, donc tous les fichiers créés ou modifiés sont perdus
 - **kubelet** redémarre le conteneur mais avec un état propre
 - Partage des fichiers entre des conteneurs exécutés ensemble au sein du même pod
- Nécessité d'un stockage persistant
 - Volumes Kubernetes



Stockage: Volumes

- Volumes Kubernetes peuvent être
 - **Éphémères** - ont une durée de vie d'un Pod
 - **Persistantes** - existent au-delà de la durée de vie d'un Pod
- Types des volumes
 - **emptyDir** - volume initialement vide, créé pour lorsqu'un Pod est attribué à un nœud et existe tant que ce Pod s'exécute sur ce nœud
 - **hostPath** - monte un fichier ou un répertoire du système de fichiers du nœud dans un Pod
 - **configMap, secret** - un moyen d'injecter des données de configuration ou des secrets dans des Pods
 - **Cephfs, fc, nfs, iscsi** - permet à un volume existant d'être monté dans un Pod
 - **persistentVolumeClaim** - utilisé pour monter un volume persistant dans un Pod

pod-with-volume.yaml

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: test-pd
spec:
  containers:
    - image: busybox
      name: test-container
      volumeMounts:
        - mountPath: /cache
          name: cache-volume
  volumes:
    - name: cache-volume
      emptyDir: {}
```

Stockage: Persistent Volumes

- Sous-système qui sépare la partie fourniture de stockage de la partie consommation de stockage
- Abstraction permettant de découpler
 - Volumes mis à disposition par les administrateurs
 - Demandes d'espace de stockage des développeurs pour leurs applications
- Composé de deux éléments (objets Kubernetes)
 - **PersistentVolume** - configuré par un administrateur ou provisionné dynamiquement par un *StorageClass*
 - **PersistentVolumeClaim** - peut être vu comme une demande de stockage et peut être attaché à un Pod

Stockage: Persistent Volume (PV)

- Configuré par un administrateur (static) ou provisionné dynamiquement par un Storage Class (dynamic)
- A un cycle de vie indépendant de tout Pod individuel qui l'utilise
- Capture les détails de l'implémentation du stockage
 - qu'il s'agisse de NFS, d'iSCSI ou d'un système de stockage spécifique au fournisseur de cloud
- Types des PVs (implémentés sous forme de plugins)
 - **local**, csi, fc, iscsi, nfs, hostPath
- **kubectl get pv**

pv.yaml

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: task-pv-volume
spec:
  storageClassName: local-storage
  capacity:
    storage: 200Mi
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  local:
    path: "/mnt/data"
```

Stockage: Persistent Volume Claims (PVC)

- Permettent aux développeurs d'applications de demander du stockage pour l'application sans avoir à savoir où se trouve le stockage sous-jacent
- Utilisent (consomment) des Persistent Volumes
- Sont utilisés par les Pods
- Restent liées au Persistent Volume même si le Pod qui les utilisait a été supprimé
- Persistent Volume ne sera pas libéré tant que PVC liée existe
- **kubectl get pvc**

pvc.yaml

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: task-pv-claim
spec:
  storageClassName: manual
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 200Mi
```

pod.yaml

```
...
volumes:
  - name: mongodb-data
    persistentVolumeClaim:
      claimName: task-pv-claim
```

Stockage: Modes d'accès

- Permet de spécifier le mode d'accès pris en charge par un Persistent Volume
- Modes d'accès
 - **ReadWriteOnce** - seul un nœud peut monter le volume en lecture-écriture
 - **ReadOnlyMany** - plusieurs nœuds peuvent monter le volume en lecture
 - **ReadWriteMany** - plusieurs nœuds peuvent monter le volume en lecture-écriture
 - **ReadWriteOncePod** - le volume peut être monté en lecture-écriture par un seul Pod
- N'assurent pas la protection en écriture une fois le stockage monté
 - Utilisés pour faire correspondre **PersistentVolumeClaims** et **PersistentVolumes**
- PV ne peut être monté qu'en utilisant un mode d'accès à la fois, même s'il en supporte plusieurs

Stockage: Politiques de rétention

- Indique au cluster quoi faire avec le Persistent Volume après qu'il a été libéré de sa claim
- **persistentVolumeReclaimPolicy**
 - **Retain** - gestion manuelle. Vous ne perdez aucune donnée lors de la suppression de claim
 - **Recycle** - le contenu sera supprimé pour être utilisé pour les nouveaux claims (*rm -rf /thevolume/**)
 - **Delete** - le stockage sous-jacent sera supprimé (GCP volume, Openstack Cinder volume)

pv-recycle.yaml

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: task-pv-volume
  labels:
    type: local
spec:
  storageClassName: manual
  persistentVolumeReclaimPolicy: Recycle
  capacity:
    storage: 200Mi
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  hostPath:
    path: "/mnt/data"
```

Stockage: StorageClass

- Fournit aux administrateurs un moyen de décrire les classes de stockage qu'ils proposent
- Permet de provisionner automatiquement le stockage afin qu'il n'y ait aucune nécessité de créer un Persistent Volume
- Il suffit d'indiquer simplement au K8S de quel stockage vous avez besoin avec un Persistent Volume Claim et il créera le Persistent Volume pour vous
- ***Provisioning dynamique***

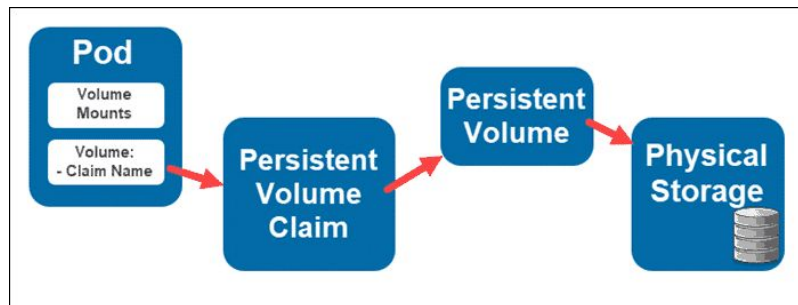
sc.yaml

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: gold
provisioner: kubernetes.io/cinder
parameters:
  availability: nova
```

pvc.yaml

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: mongodb-pvc
spec:
  storageClassName: gold
  resources:
    requests:
      storage: 100Mi
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
```

Stockage: Persistent Volumes (PV)



Source: phoenixnap.com

app-pod.yaml

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: app-pod
spec:
  containers:
    - image: busybox
      name: test-container
      volumeMounts:
        - mountPath: /app/data
          name: app-volume
  volumes:
    - name: app-volume
      persistentVolumeClaim:
        claimName: app-pvc
```

app-pvc.yaml

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: app-pvc
spec:
  storageClassName: manual
  accessModes:
    - ReadWriteMany
  resources:
    requests:
      storage: 100Mi
```

app-pv.yaml

```
kind: PersistentVolume
apiVersion: v1
metadata:
  name: app-pv
spec:
  storageClassName: local-storage
  capacity:
    storage: 100Mi
  accessModes:
    - ReadWriteMany
  local:
    path: "/mnt/app"
```

Conteneurs d'initialisation (initContainers)

- Conteneurs spécialisés qui s'exécutent avant les conteneurs d'applications dans un Pod
- Peuvent être utilisés pour
 - Télécharger du code
 - Effectuer une configuration
 - Initialiser une base de données
- Un Pod peut avoir un ou plusieurs conteneurs d'initialisation
- Doivent se terminer avec succès avant le démarrage du conteneur principal

pod-with-init.yaml

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: nginx-pod-with-init
spec:
  volumes:
  - name: www
    emptyDir: {}
  containers:
  - name: nginx
    image: nginx
    volumeMounts:
    - mountPath: /www
      name: www
  initContainers:
  - name: init-nginx
    image: busybox
    command: ["init", "/www"]
    volumeMounts:
    - mountPath: /www
      name: www
```

Variables d'environnement

- Moyen le plus simple d'injecter des données dans vos applications
- Sont définis par conteneur dans la description du Pod
 - Avec le champ `env` ou `envFrom`
- Peuvent contenir des secrets (`Secrets`) et des configurations (`ConfigMaps`)
- Peuvent être interdépendants
 - Vous pouvez utiliser `$(VAR_NAME)` dans le champ `value` d'une autre variable d'environnement

pod-with-env-vars.yaml

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: print-greetings
spec:
  containers:
    - name: env-print-demo
      image: busybox
      env:
        - name: GREET
          value: "Greetings! $(NAME)"
        - name: NAME
          value: "Kubernetes"
      command: ["echo"]
      args: ["$(GREET)"]
```

Secrets

- Sont utilisés pour sécuriser les données sensibles auxquelles vous pouvez accéder depuis votre pod
- Sont créés indépendamment des pods
- Peuvent être fournis à vos Pods sous forme de **variables d'environnement** ou de **volumes**
- Utilisation sous forme des variables d'environnement est une mauvaise pratique
 - Certaines applications peuvent écrire toutes les valeurs des variables d'environnement dans les logs
- Utilisation sous forme de volumes est préférable
 - Sont stockés dans **tmpfs** et ne sont jamais écrits sur le disque
 - Sont mises à jour automatiquement
- Instanciables via un fichier YAML (encodage base64) ou directement avec **kubectI**

secret.yaml

```
apiVersion: v1
kind: Secret
data:
  username: YWRtaW4=
  password: MWYyZDFlMmU2N2Rm
metadata:
  name: credentials
```

pod-with-secret.yaml

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: mypod
spec:
  containers:
    - name: nginx
      image: nginx
      volumeMounts:
        - name: credentials-vol
          mountPath: "/cred"
  volumes:
    - name: credentials-vol
      secret:
        secretName: credentials
```

ConfigMaps

- Permettent de stocker des données de configuration non confidentielles dans des paires clé-valeur
- Peuvent être fournis à vos Prods sous forme
 - Variables d'environnement
 - Fichiers de configuration dans un volume
- Sont mises à jour automatiquement (si utilisés sous forme de volumes)

configmap.yaml

```
apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
  name: game-demo
data:
  game.properties: |
    enemy.types=aliens,monsters
    player.maximum-lives=5
```

Dans la partie spec du Pod

```
containers:
  ...
  volumeMounts:
    - name: config
      mountPath: "/config"
```

```
volumes:
  - name: config
    configMap:
      name: game-demo
      items:
        - key: "game.properties"
          path: "game.properties"
```

Configuration sera disponible dans
/config/game.properties

Surveillance des applications

- K8S peut surveiller non seulement l'exécution des vos Pods mais également le bon fonctionnement des applications lancées à l'intérieur des Pods avec les mécanismes de
 - Réparation des vos applications via le redémarrage ou la recreation des Pods
 - Rétention du trafic entrant jusqu'au démarrage complet de votre application
- Pour utiliser ces mécanismes vous devez **ajouter des sondes (probes) dans vos Pods**

Types de sondes

- **Sonde Liveness** - permet de vérifier si l'application exécutée dans le Pod fonctionne correctement
 - Si la vérification réussit, tout est en ordre
 - Si la vérification échoue, le conteneur est redémarré
- **Sonde Readiness** - permet de vérifier si l'application est capable de recevoir les demandes des clients
 - Si la vérification échoue, le conteneur n'est pas redémarré mais le trafic n'est pas redirigé vers ce conteneur
- **Sonde Startup** - utile pour les applications avec un temps de démarrage long
 - Un moyen de différer l'exécution des sondes Liveness and Readiness
 - Attendre le temps de démarrage le plus défavorable et vérifier si l'application fonctionne

Mécanismes de vérification

- **HTTP Get probe**

- Effectue une requête HTTP GET sur un port et un path
- Vérification est considéré comme réussi si la réponse a un code d'état supérieur ou égal à 200 et inférieur à 400

- **TCP Socket probe**

- Tente d'ouvrir une connexion TCP sur un port spécifique
- Vérification est considéré comme réussi si le port est ouvert

- **Exec probe**

- Exécute une commande arbitraire dans le conteneur
- Vérification est considéré comme réussi si la commande se termine avec un code d'état de 0

- **GRPC probe**

- Effectue un appel de procédure à distance à l'aide de gRPC
- Vérification est considéré comme réussi si le state de la réponse est SERVING

Dans la partie spec du Pod

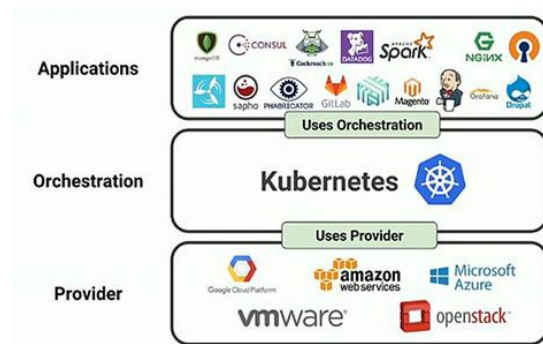
```
containers:  
  ...  
    livenessProbe:  
      httpGet:  
        path: /  
        port: 80  
        periodSeconds: 5
```

```
containers:  
  ...  
    livenessProbe:  
      tcpSocket:  
        port: 8080  
        periodSeconds: 5
```

```
containers:  
  ...  
    livenessProbe:  
      exec:  
        command: ["ping"]  
        periodSeconds: 5
```

Cloud Controller Manager

- Permet de lier un cluster K8s à l'API d'un fournisseur cloud
 - Openstack, AWS (Amazon Web Services), GCP (Google Cloud Platform)...
- Permet d'intégrer les fonctionnalités et des services du cloud provider dans un cluster K8s
 - Gestion automatisée des noeuds
 - Création et gestion des volumes
 - Creation et configuration des load balancers
 - Utilisation de l'adressage IP et du network filtering
 - Délégation de l'authentification



Source: <https://www.fairbanks.nl/>

Déployer un cluster Kubernetes

- **Kubeadm**
 - outil **officiel** pour créer et gérer des clusters Kubernetes
- **kOps**
 - outil de déploiement des clusters Kubernetes sur AWS
- **Kubespray**
 - outil d'automatisation du déploiement des clusters Kubernetes avec **Ansible**
 - sur GCE, Azure, OpenStack, AWS, vSphere, Equinix Metal, Oracle Cloud Infrastructure ou Baremetal
- **RKE** (Rancher Kubernetes Engine)
 - outil qui facilite et automatise le déploiement, les mises à jour et les Rollbacks des clusters Kubernetes
- Pendant les TP, vous utiliserez le **RKE** et **Kubeadm** dans la partie bonus

Rancher Kubernetes Engine (RKE)

Déployer un cluster Kubernetes en 5 étapes

1. Téléchargez le binaire RKE et rendez-le exécutable
2. Installez Docker sur vos machines
3. Créez un fichier de configuration avec "rke config"
4. Lancez le déploiement du cluster avec "rke up"
5. Le cluster est fonctionnel en ~10 minutes!

```
ubuntu@test-master:~/.kube$ kubectl get nodes
NAME                 STATUS    ROLES                  AGE      VERSION
192.168.166.150      Ready    controlplane,etcd     3m41s   v1.21.6
192.168.166.177      Ready    worker                 3m36s   v1.21.6
192.168.166.200      Ready    worker                 3m36s   v1.21.6
```

cluster.yml

```
nodes:
- address: 192.168.166.150
  port: "22"
  role:
  - controlplane
  - etcd
  user: ubuntu
- address: 192.168.166.200
  port: "22"
  role:
  - worker
  user: ubuntu
- address: 192.168.166.177
  port: "22"
  role:
  - worker
  user: ubuntu
```



Helm - Kubernetes application manager

- Gestionnaire de paquets pour Kubernetes
- Propose un marketplace (~13000 packages)
 - <https://artifacthub.io>
- Automatise le déploiement des objets Kubernetes



- **Exemple:** Deployer une solution de centralisation des logs Grafana Loki (Loki, Grafana, FluentBit)

```
helm repo add grafana https://grafana.github.io/helm-charts
helm upgrade --install loki grafana/loki-stack \
  --set fluent-bit.enabled=true,promtail.enabled=false,grafana.enabled=true
```

Merci pour votre attention!

