Inria

OVHcloud

kubernetes

Lyon 1

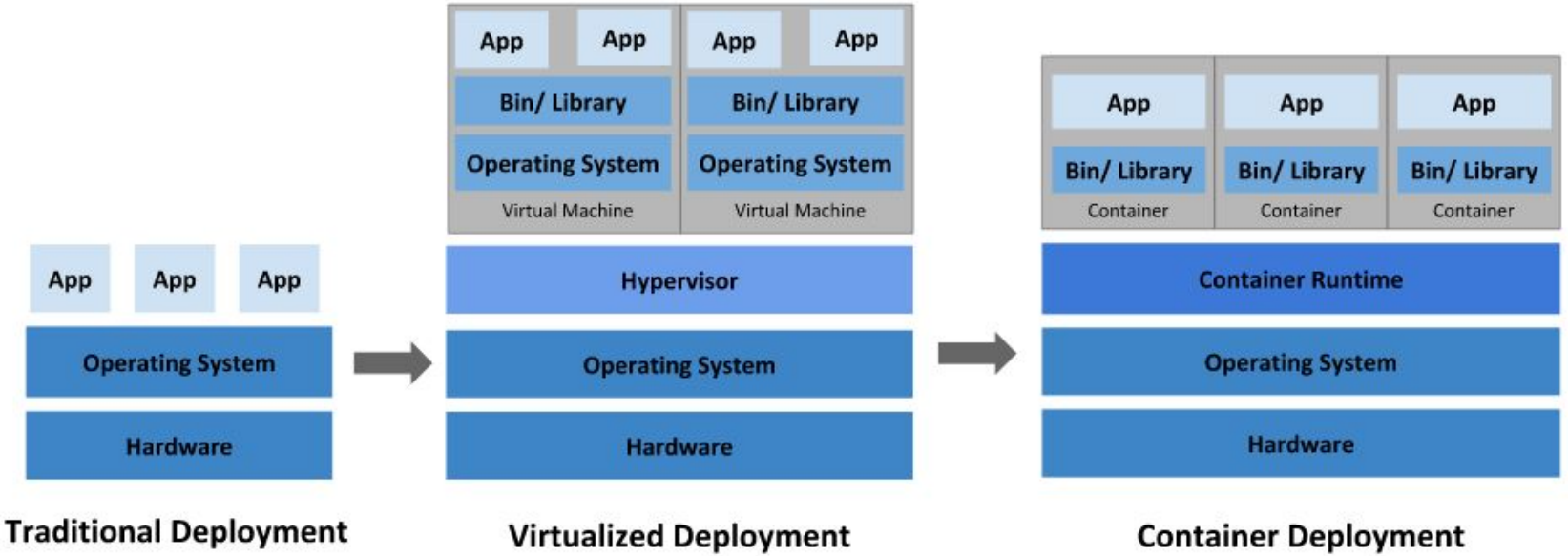
ENS DE LYON

Qui je suis?

- Doctorant
  - Inria - ENS de Lyon - Équipe Avalon
- Efficacité énergétique du cloud
  - Dans le cadre de défi Inria/OVHCloud
- Précédemment: Ingénieur Système &| Développeur open-source
- Page perso
  - https://vladost.com
- Mail
  - vladimir.ostapenco@inria.fr

Vladimir Ostapenco

Infrastructure et Déploiements

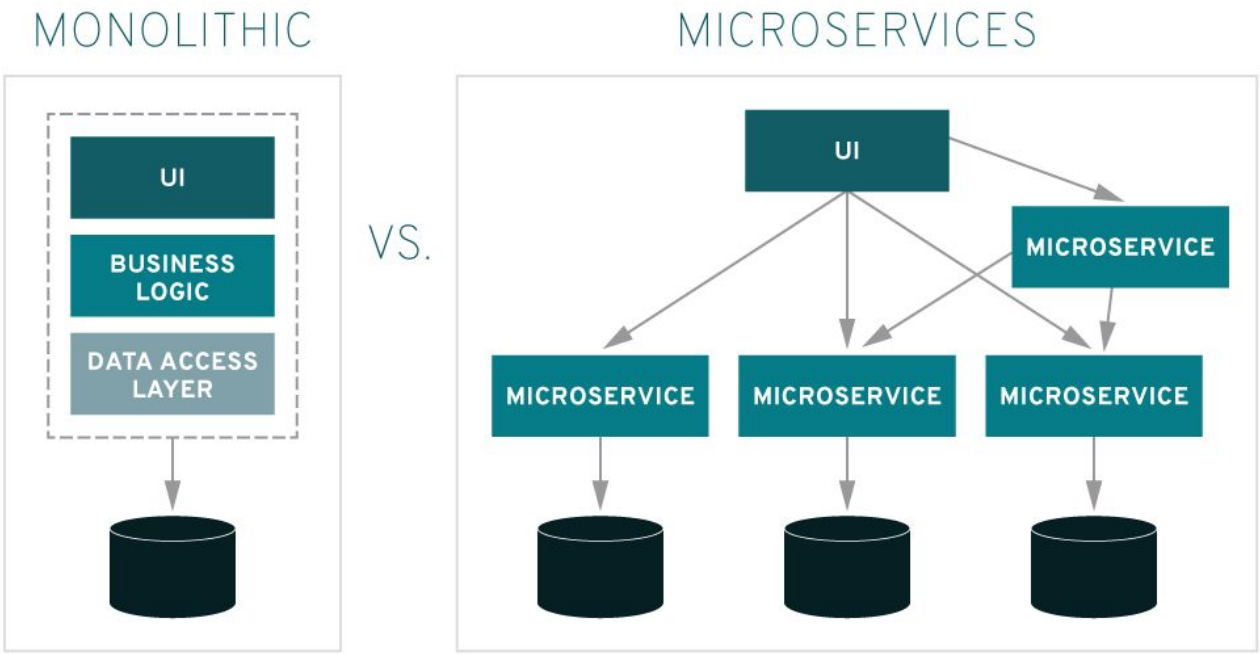


Souce: kubernetes.io

Avantages de la conteneurisation

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

Microservices



Souce: redhat.com

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 vous suffit d'en déployer plus sur plusieurs serveurs et infrastructures pour répondre à vos besoins
- **Résilience améliorée**
  - Microservices sont independants
  - Défaillance d'un élément en 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

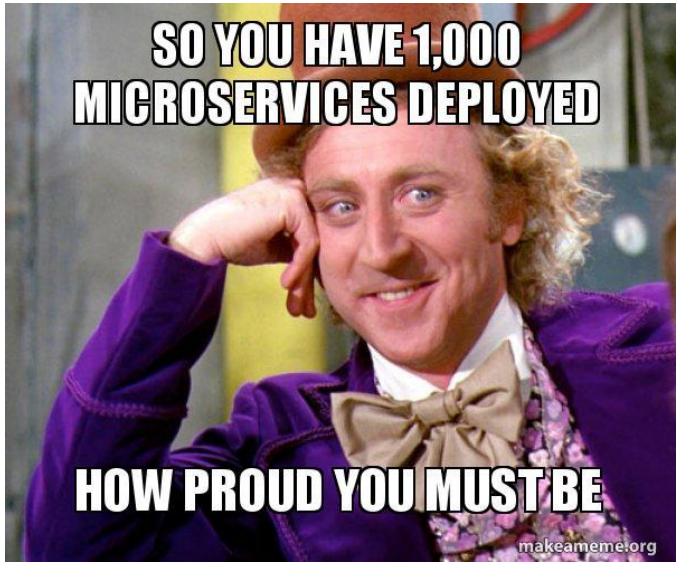
Microservices - Use Cases

- **Airbnb**
  - Livraison de code en production lents car multiples Revers et Rollbacks
  - Création et maintenance des applications plus simples
- **Wallmart**
  - 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 et rollbacks automatisés
  - Bin packing automatique
  - Self-healing
  - Gestion des secrets et des configurations

“Kubernetes is the new Linux OS of the Cloud.”

Souce: sumlogic.com

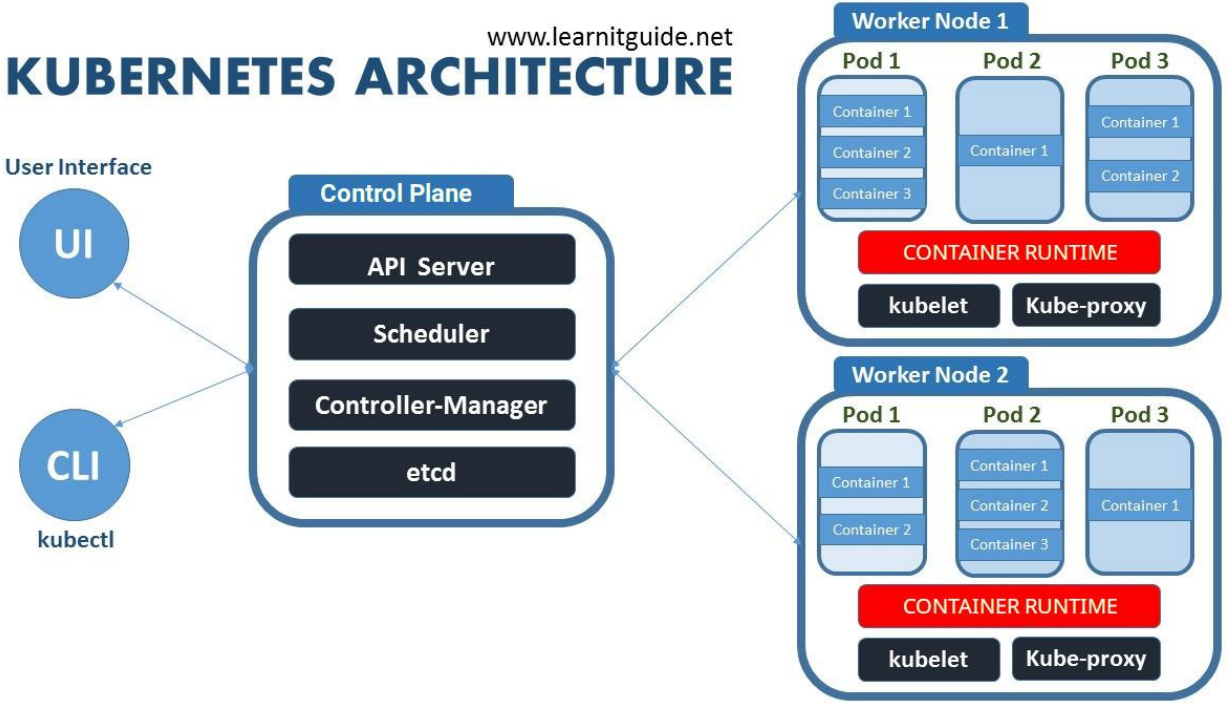
Kubernetes (K8s)

- 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

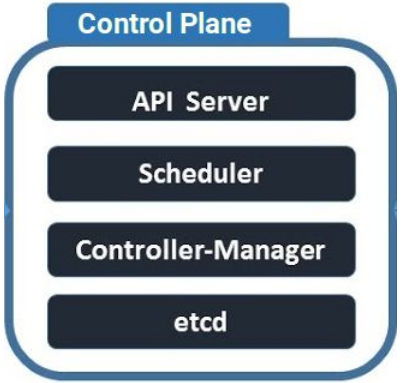
Kubernetes (K8s) - Sauve des entreprises!

Architecture



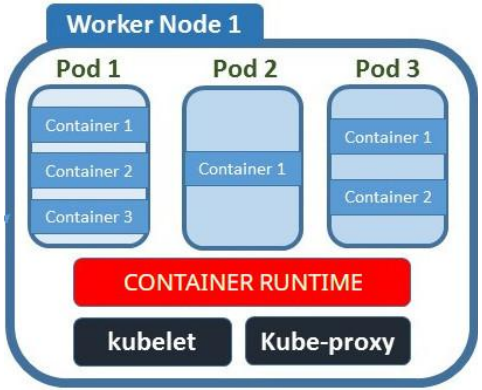
Architecture: Control Plane

- Les 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 pod et peut être répliqué pour améliorer la disponibilité
  - Options for Highly Available Topology



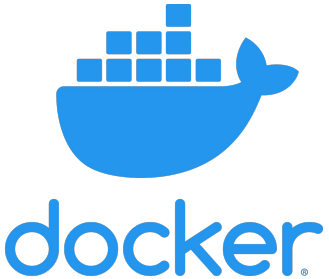
Architecture: Worker Node

- Maintient des pods 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



Kubernetes (K8s) - Abandon de Docker

- Kubernetes utilise CRI (Container Runtime Interface) comme l'API d'exécution des conteneurs
- Docker ne supporte pas CRI
  - **dockershim** a été utilisé par K8s comme un pont entre API docker et CRI
- 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** à 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**



Moving Forward - Concepts Kubernetes

- Namespaces
- API Server et Objets API
- 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

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
- Ne sont pas applicables aux objets cluster-wide (e.g. StorageClass, Nodes, PersistentVolumes, etc.)
- 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 ressources doivent être uniques dans un namespace

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**
- Permet d'interroger, manipuler et valider les objets API (les services, les contrôleurs de réplication, etc)
- **Kubectl -** l'outil CLI qui permet d'utiliser l'API server pour gérer les objets API
  - **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

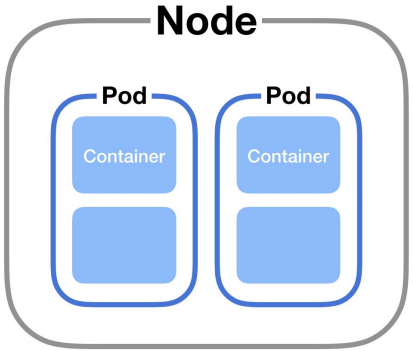
Objet API

- 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
- Son **nom** doit être **unique** pour un type d'objet dans un **namespace**
- 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

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

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 et 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



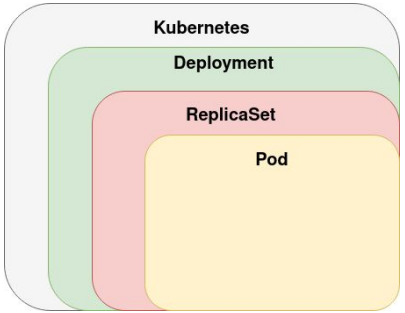
Workload ressources

- **Workload** - une application s'exécutant sur K8s (un ou plusieurs Pods)
- **Workload ressources** - niveau d'abstraction plus élevé qu'un Pod
  - Des contrôleurs qui créent et gèrent les Pods pour vous
  - Assurent la réplication, les déploiements et self-healing automatiques
  - Permettent d'effectuer les **Rolling Updates** des Pods (avec mécanismes de **Rollback**)
- Workload ressources
  - **Deployment** et **ReplicaSet**
  - **StatefulSet**
  - **DaemonSet**
  - **Job** et **Cronjob**

Workloads: Deployment

- Workload ressource le plus utilisé qui permet
  - Décrire l'état souhaité pour votre application
  - Mises à jour déclaratives avec le mécanisme de Rollback
  - Mise à échelle (Scale up) pour supporter plus de charge
- Ressource de haut niveau englobant
  - **ReplicaSet**
    - Un ou plusieurs Pods répliqués
    - Garantit qu'un certain nombre des Pods est un cours d'exécution à tout moment
    - Doit toujours être crée par un Deployment
- 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`

```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: 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 mort, 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
  - Composants proxy et réseau de Kubernetes (**kube-proxy** et **kube-flannel**)
- 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

```
apiVersion: batch/v1
kind: Job
metadata:
  name: blender
spec:
  template:
    spec:
      containers:
      - name: blender
        image: blender-render
        command: ["render", “./movie.zip”]
      restartPolicy: Never
  backoffLimit: 4
```

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

```
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
```

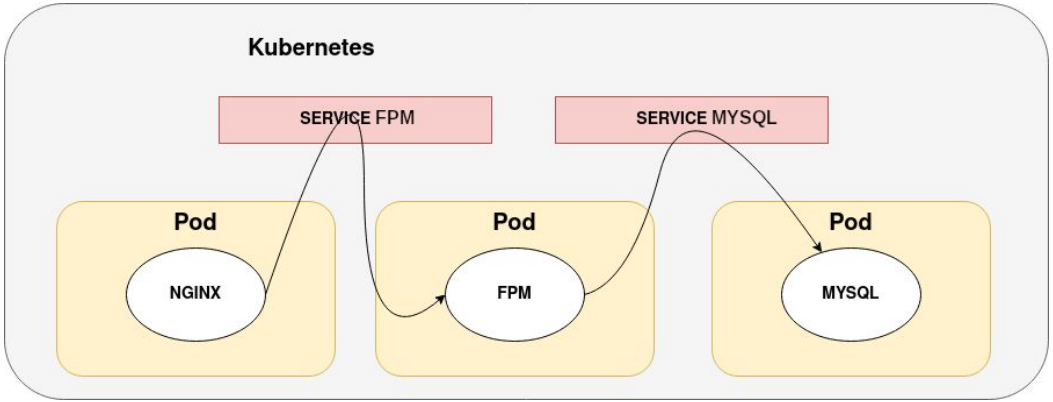
Annotations

- 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
  - Téléphone des personnes responsables
  - Repository avec le code source de l’application
  - Informations d'application utilisables par d'autres composants du système d'information

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

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: Découverte

Principales méthodes de découverte d'un Service dans le cluster

- **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 disponible dans chaque Pod
- **DNS (Un service DNS doit être 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 trouver le service en utilisant le nom DNS *my-service* ou *my-service.my-ns*
      - Pods de l'autre namespace doivent utiliser *my-service.my-ns*

Services: Suite

- 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** - Exposer 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

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

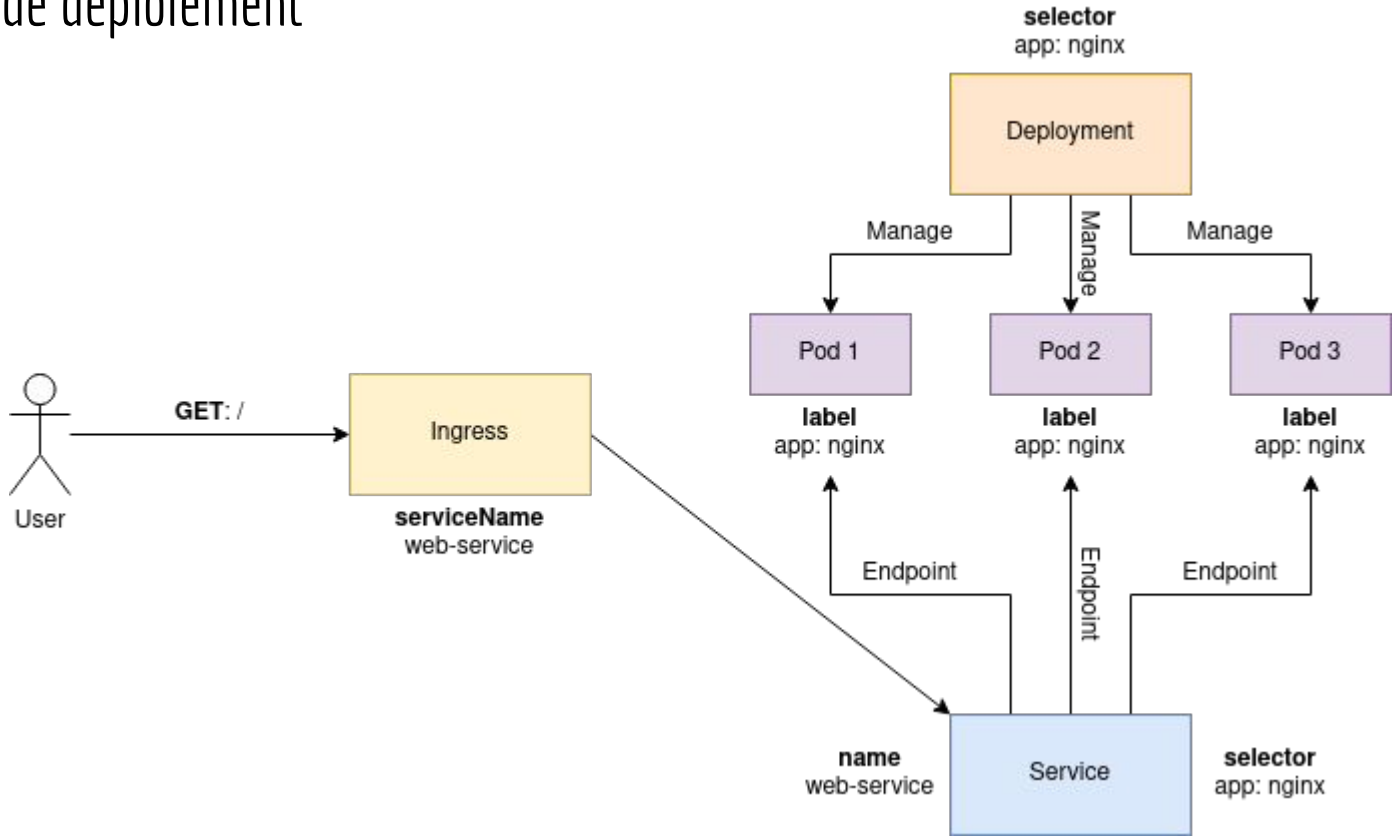
```yaml
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: nginx-deployment
  labels:
    app: nginx
spec:
  replicas: 3
  selector:
    matchLabels:
      app: nginx
  template:
    metadata:
      labels:
        app: nginx
    spec:
      containers:
      - name: nginx
        image: nginx:1.7.9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

Ingress

- Gère l'accès externe (HTTP ou HTTPS) aux services
- Nécessite un **Ingress Controller**
- Peut fournir
  - URLs accessibles de l'extérieur pour les services
  - Équilibrage de charge
  - Terminaison SSL
  - 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 vers plusieurs hostnames à la même adresse IP

```
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 votre Pod
- Utilise la fonction de *spread priority* qui permet de s'assurer 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 de chaque ressource 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.

```
containers:
  resources:
     requests:
       cpu: 1000m
       memory: 128Mi
```

```
containers:
  resources:
     limits:
       cpu: 1000m
       memory: 128Mi
```

Scheduling: Taints et Tolerations

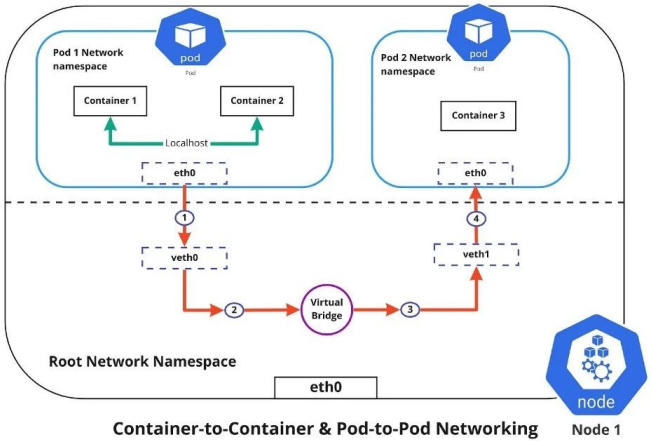
- **Taint**
  - Permet à un nœud de repousser le travail
    - Par exemple, si un noeud a un taint “*NoSchedule*”
      - Scheduler ne lui donnera jamais du travail
- **Toleration**
  - Permet à un Pod de tolérer un taint
    - Par exemple, si vous incluez la Toleration “*NoSchedule*” dans un Pod, il peut être planifié sur le noeud avec un taint “NoSchedule”
      - C’est le cas du Pod ***kube-proxy***
- Ces mécanismes fonctionnent ensemble pour garantir que les Pods ne sont pas planifiés sur des nœuds inappropriés

```
taints:
node-role.kubernetes.io/mas
ter:NoSchedule
```

```
tolerations:
- effect: NoSchedule
  key: .../unschedulable
  operator: Exists
```

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 noeud (***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)



Networking: Container Network Interface (CNI)

- Utilisé pour la communication entre les nœuds
- Installé via un plugin et n'est pas natif à la solution K8s
  - Installe un agent de réseau sur chaque noeud (***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
  - ***Canal*** - comme Flannel mais avec plus de flexibilité
  - ***Weave*** - configure un réseau mesh overlay basé sur Open vSwitch entre chacun des nœuds avec le routage flexible et le chiffrement des échanges

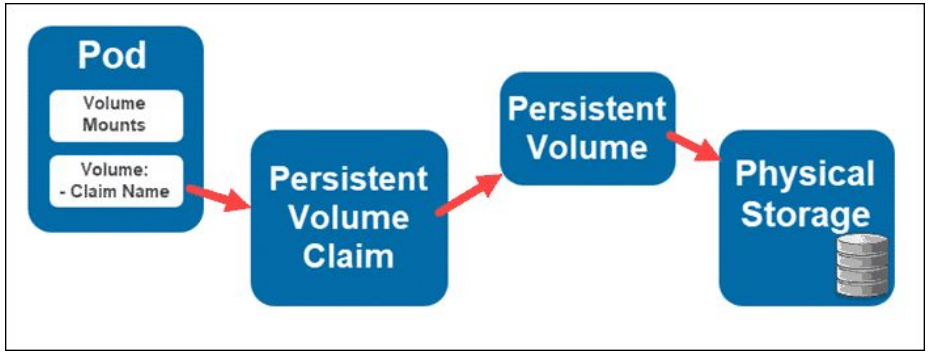
Stockage: Volumes

- Les volumes K8s 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** - un volume initialement vide, créé pour lorsqu'un Pod est attribué à un nœud et existe tant que ce Pod s'exécute sur ce nœud
  - **configMap, secret** - un moyen d'injecter des données de configuration ou des secrets dans des Pods
  - **hostPath** - monte un fichier ou un répertoire du système de fichiers du nœud dans votre Pod
  - **Cephfs, fc, nfs, iscsi** - permet à un volume existant d'être monté dans votre Pod
  - **persistentVolumeClaim** - utilisé pour monter un volume persistant dans un Pod

```
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 (PV)

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



Source: phoenixnap.com

Stockage: Persistent Volumes (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)
    - Csi, fc, hostPath, iscsi, **local**, nfs
- **`kubectl get pv`**

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

Stockage: Modes d’accès

- Permet de spécifier le mode d'accès pris en charge par un volume persistant
- Modes d'accès
  - **ReadWriteOnce** - seul un nœud peut monter le volume en écriture et en lecture
  - **ReadOnlyMany** - plusieurs nœuds peuvent monter le volume en lecture
  - **ReadWriteMany** - plusieurs nœuds peuvent monter le volume en lecture et en écriture
- C'est une capacité de montage de nœud et non de Pod
- Un volume 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 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)

```
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: 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 volumes persistants
- Restent liées au Volume Persistant même si le Pod a été supprimé
- Un Volume Persistant ne sera pas libéré tant que PVC liée existe
- **`kubectl get pvc`**

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

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

Stockage: StorageClass

- Permet de provisionner automatiquement le stockage afin qu'il n'y ait aucune nécessité de créer un PersistentVolume
- Il suffit d’indiquer simplement au K8 de quel stockage vous avez besoin et il créera le volume persistant pour vous
- Provisioning dynamique

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

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

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

```
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

```
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 ***kubectl***

```
apiVersion: v1
kind: Secret
data:
  username: YWRtaW4=
  password: MWYyZDFlMmU2N2Rm
metadata:
  name: test-secret
```

```
volumes:
  - name: secret-volume
    secret:
      secretName: test-secret
```

```
volumeMounts:
  - name: secret-volume
    mountPath: /secret
    readOnly: true
```

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)

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

```
volumeMounts:
  - name: config
      mountPath: "/config"
      readOnly: true
```

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

Configuration sera disponible dans /config/game.properties

Surveillance des applications

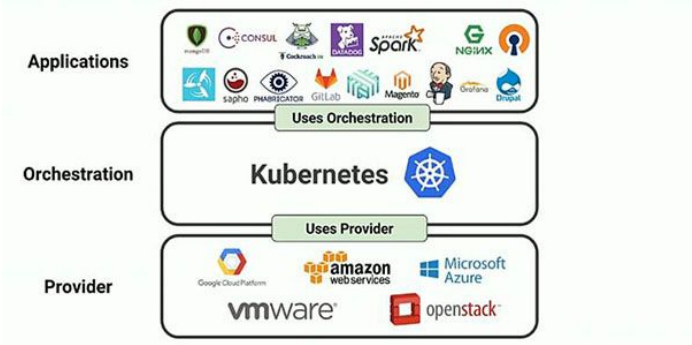
- K8s peut surveiller non seulement l'exécution des vos Pods mais aussi le fonctionnement de vos applications avec les mécanismes de
  - Réparation des vos applications via le redémarrage ou la recréation des Pods
  - Rétention du trafic entrant jusqu'au démarrage complet de votre application
- Pour utiliser ces mécanismes vous devez ajouter des sondes (probes) dans vos Pods

Sondes Readiness et Liveness

- **Sonde Liveness** - permet de vérifier si votre application fonctionne correctement
  - **HTTP Get probe** - effectue une requête HTTP GET sur un port et un path. Si une réponse reçue -> OK, sinon redémarrer le conteneur
  - **TCP Socket probe** - tente d'ouvrir une connexion TCP sur un port spécifique. Le comportement est similaire au *HTTP Get probe*
  - **Exec probe** - exécute une commande arbitraire dans le conteneur. Code de sortie 0 -> OK, sinon redémarrer le conteneur
- **Sonde Readiness** - permet de vérifier si le conteneur 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 jusqu'à ce qu'un conteneur indique qu'il est prêt
  - Attendre le temps de démarrage le plus défavorable et vérifier si le conteneur est disponible

Cloud Controller Manager

- Permet de lier votre cluster K8s à l'API de votre fournisseur de cloud
  - Openstack, AWS, Google Cloud...
- Permet d'intégrer les fonctionnalités et des services du cloud provider dans votre cluster
  - 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** - 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 TPs, vous utiliserez le **RKE**

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

```
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
```

```
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
```

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 la stack Grafana Loki (Loki, Promtail, Grafana, Fluent Bit)

```
helm upgrade --install loki grafana/loki-stack  \
      --set fluent-bit.enabled=true,promtail.enabled=false,grafana.enabled=true
```

Merci pour votre attention!