

Kubernetes

Aspects Administratifs

- https://moncompte.dawan.fr
- Besoins/Attentes/Niveau d'entrée
- Émargement bi-quotidien:
- Évaluation
- Niveau de sortie
- -> Attestation

■ Mise en place de l'infrastructure

- Debian-12 (avec Docker)
- CPU : 2+
- RAM : 6Go (4Go)
- Réseau :
 - Carte 1 : NAT
 - Carte 2 : private network, IP : 192.168.50.4
- Compte
 - vagrant (ssh auto + sudo auto)
 - vagrant ssh

INTRODUCTION

■ Kubernetes est un orchestrateur de conteneurs

- Ordonnancer des conteneurs sur des nodes -> **Scheduler**
- Tolérance de pannes -> Vérification de l'état de santé du cluster (niveau node, niveau pod)
- Répartition de charge
- Scalabilité
 - Manuelle
 - Automatique : Nodes, Pods
- Mises à jour
 - Plusieurs stratégies de mises à jour
 - Historisation des mises à jour
 - Possibilité de Rollback

INTRODUCTION

■ Différents orchestrateurs

- Docker Swarm
- Nomad (Hashicorp)
- Kubernetes - K8s (CNCF : Cloud Native Computing Foundation)
- Openshift (RedHat)
 - Okd
- Mesos (Apache)

Structure d'un orchestrateur

- Un cluster est composé de nodes (composants matériels) :
 - Machines physiques
 - Machines virtuelles
 - (Conteneurs -> Minikube et Kind)

- Nodes de contrôles
 - Manager (Swarm)
 - Master (Openshift)
 - Control-Plane (K8s)
 - Par configuration, on ne peut créer de ressources sur un control-plane ou un master.
 - Il est vivement conseillé de disposer d'au moins 3 nodes de contrôles

- Nodes de travail -> Worker

■ Distributions Kubernetes

- Kubeadm (dsitribution cannonique)
- Kubespray (~ kubeadm piloté par ansible)
- RKE2 (kubernetes dans l'écosystème Rancher)
- K3S (distrib pour arm / IoT, Etcd est remplacée par sqllite)
- MicroK8s : (distribution pour prod simplifiée)
- Minikube : (distrib sur un seul node => maquette)
- Kind : (distrib sur une machine docker et les nodes sont des containers => maquette)

■ Limitations de Kubernetes (1.30)

- 5000 nodes
- 110 pods par nodes
- 300 000 conteneurs
- 150 000 pods au total (limitation K8s)

Structure d'un orchestrateur

■ Composants principaux

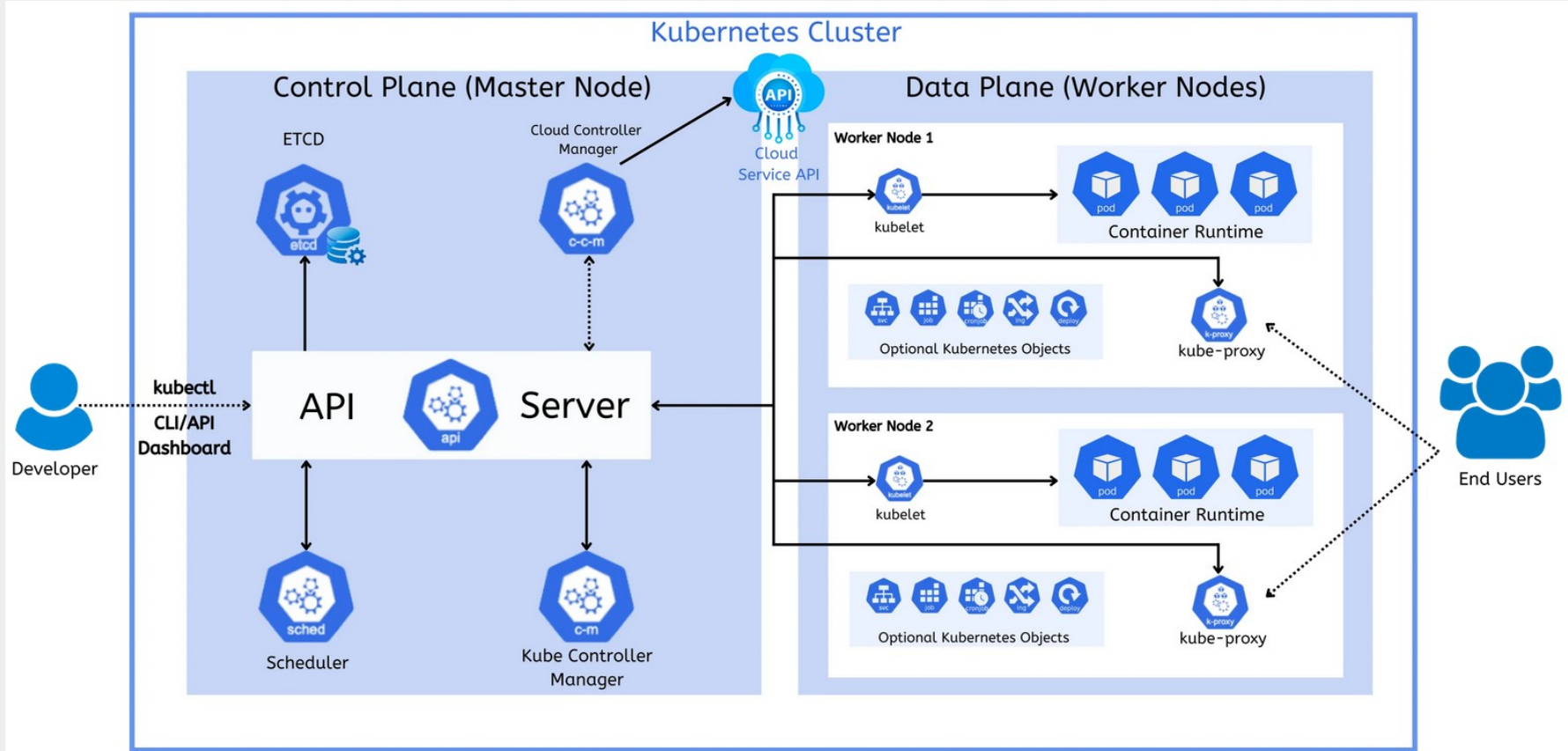
➤ Machines maîtres : « **control plane** »

- **etcd** : base de donnée de type « keystore » : magasin de clés / valeurs distribué => stocke l'état du cluster
- **kube-controller-manager** : démon récolte tous les flux k8s => détermine l'état désiré du cluster
- **scheduler** : processus responsable de l'installation des composants applicatifs
« pods » sur les nœuds du cluster => ordonnance les flux de travail déterminés par le contrôleur
- **apiServer** : démon d'API REST => centralise les communications dans k8s

➤ Machines exécutants : « **data plane** » composé de noeuds « **workers** »

- **kubelet** : démon recevant les ordres du scheduler => installe et gère les applicatifs conteneurisés « pods »
- **kube-proxy** : démon responsable des règles réseaux bas niveau dans un nœud (cf infra « services »)

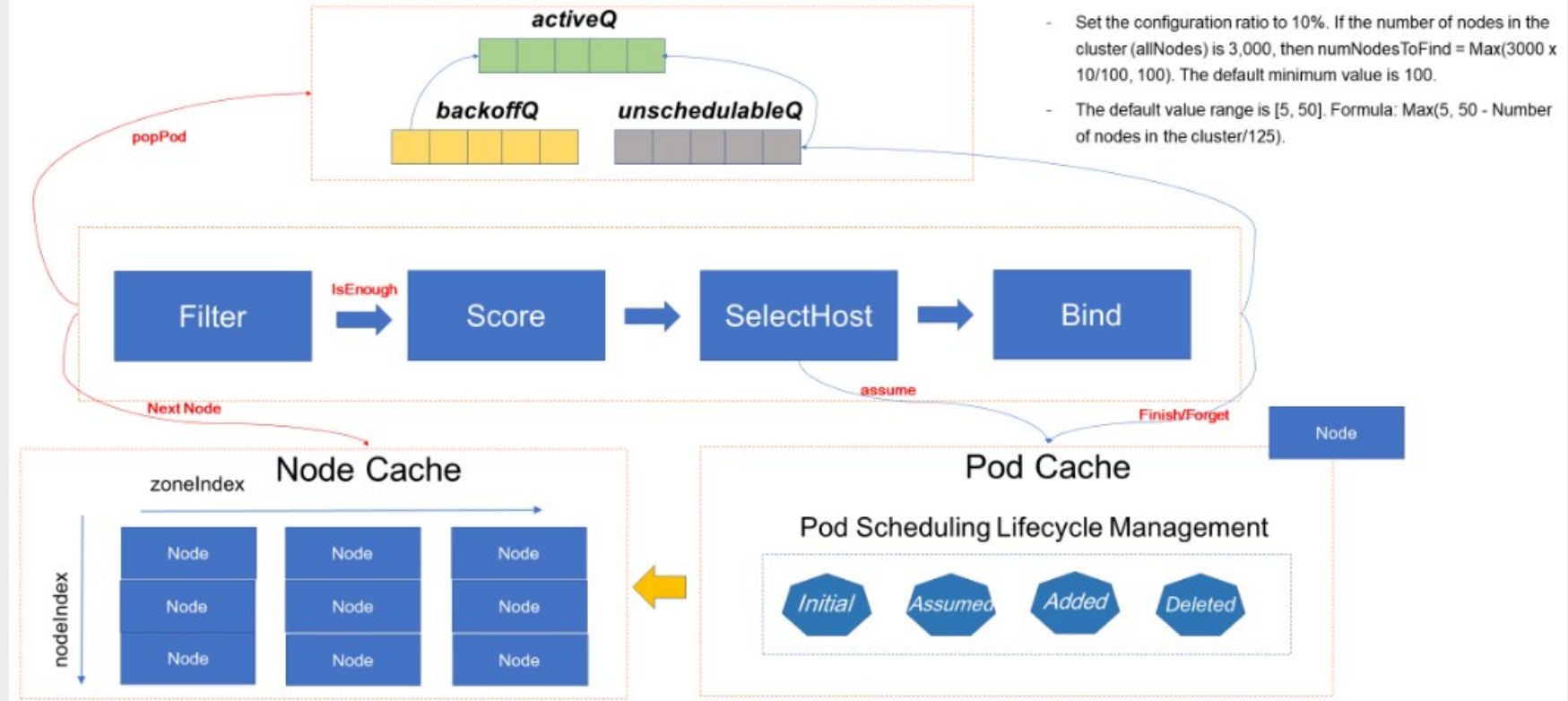
Structure d'un orchestrateur



Nb impair de Control Planes répliqués

Structure d'un orchestrateur

Scheduling Process



Structure d'un orchestrateur

■ Notion de ressources

- Tout est ressources avec Kubernetes.
- La liste des ressources disponibles sur un cluster, à un moment donné, est donnée par la commande
- `kubectl api-resources`
- `kubectl explain pod.metadata`

■ Attributs principaux d'une ressource

- **name**: hello-5f4ddcf477 => Unique
- **uid**: b7dc0cd2-cc1f-4d97-b2c0-bd11703a4e5d => Unique
- **metadata.labels** : {app : hello, ...} : organiser, sélectionner les objets par labels
- **metadata.annotations** : {...} : utiliser pour documenter un objet via des client (CLI)
- **spec.selector.matchLabels** : sélectionner des objets bas-niveau dans une ressource + haut-niveau
 - ex : sélectionner **par labels** les **pods** à répliquer dans un **Deployment / ReplicaSet**

■ Réseau k8s « flat »

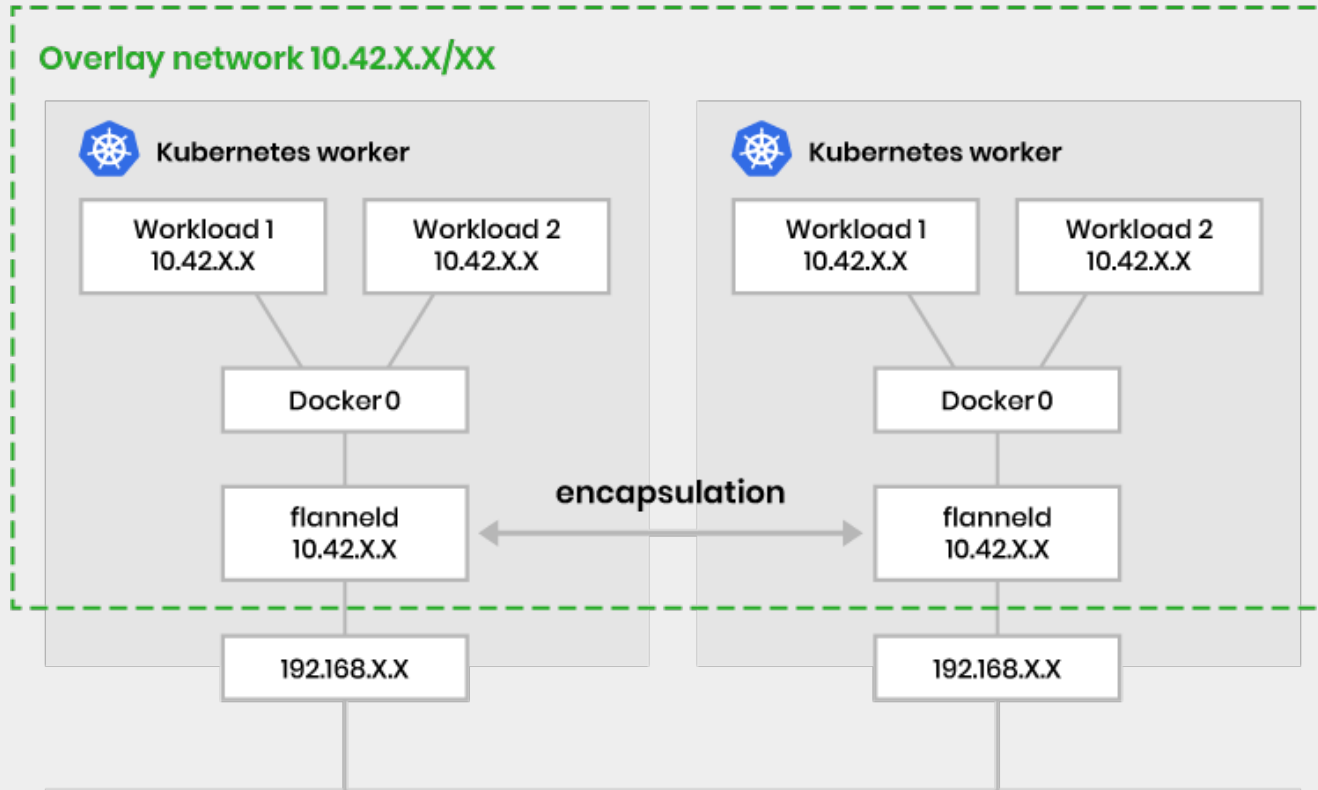
- Par défaut, tous les éléments applicatifs « Pods » sont accessibles par leur IP, dans tout le cluster
=> On parle de réseau « flat »
- Ips des nodes (cas KIND)
 - `docker network inspect kind --format '{{range .Containers }} {{ .IPv4Address }} {{ end }}`
- gamme d'adresses ip par défaut pour les ips des pods
 - `k get nodes -o jsonpath='{.items[*].spec.podCIDR}'`

■ CNI : « Container Network Interface »

- Spécifications de mise en réseau complexe des pods dans k8s (intra & inter nodes)
- Plugins réseau de k8s chargés du contrôle du trafic intra & inter applications
- Exemples : Flannel, Calico, Cilium, ...
- 2 types de modèles :
 - overlay i.e encapsulation (ex : VXLAN, IP/IP, ...)
 - + le sous réseau sous jacent ne connaît pas les ip de pods (Software Defined Network, config flexible)
 - l'encapsulation demande + de CPU et des trames plus grandes (headers pour les tunnels ...)
 - underlay (algorithme de routage seuls)
 - + pas d'encapsulation : meilleures performances
 - configurations plus complexes à mesure que le réseau grossisse (scalabilité)

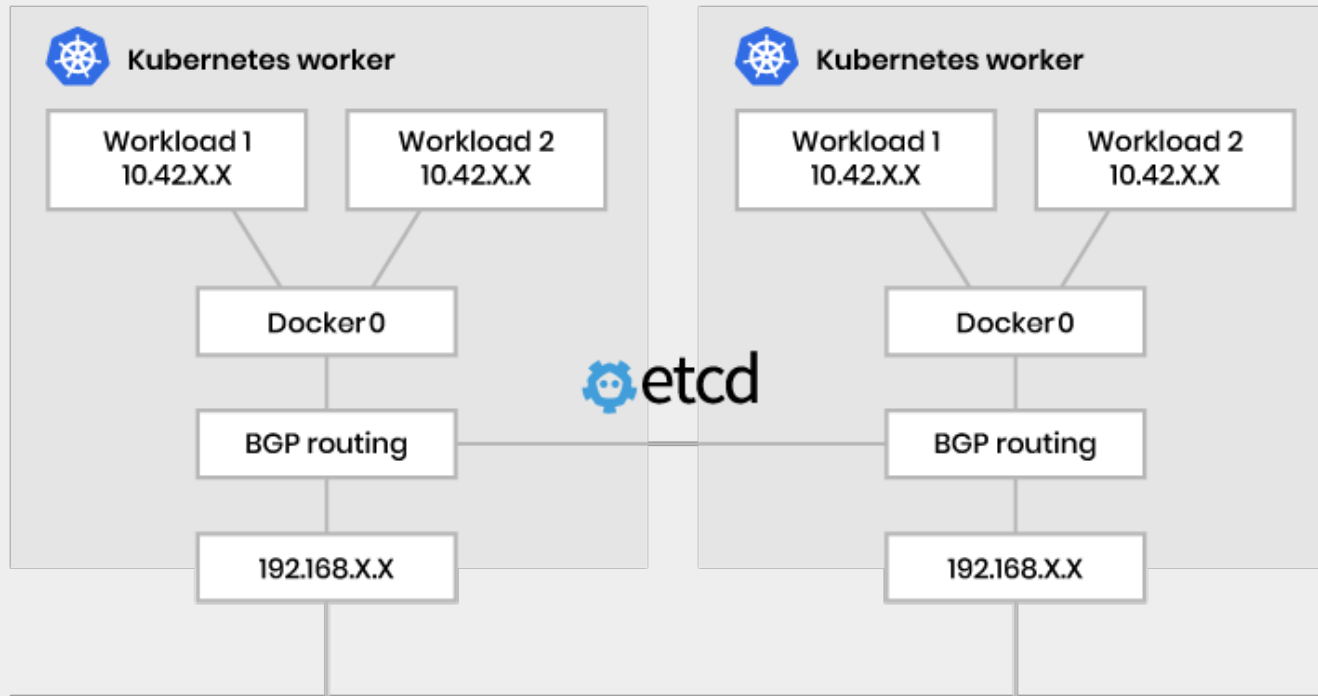
Réseau - K8S CNI

- Ex : Overlay Flannel (ou Calico with IPIP)



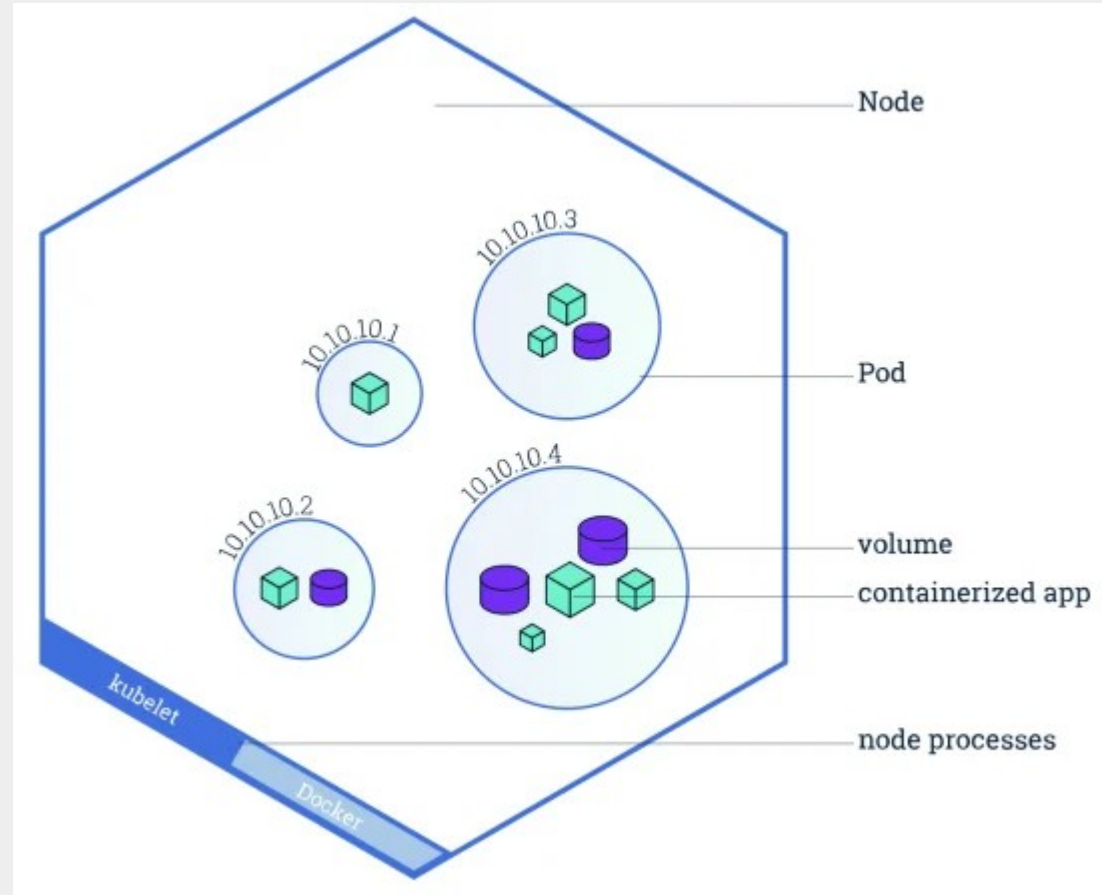
Réseau - K8S CNI

■ Ex : Underlay k8s calico BGP



■ Pod

- Unité logicielle composée
 - d'un ou plusieurs conteneurs
 - et / ou des volumes de données
- Partageant les namespaces linux:
 - net (iface lo et ip « publique »)
 - ipc
 - uts (hostname)
- « Pseudo VM »



■ Manipulation CLI (à la docker CLI)

- `kubectl run <pod_name> --image <image_name> [-- <cmd>]`
- `kubectl exec -it <pod_name> -- sh`
- `kubectl delete pod <pod_name> (~ rm)`
- `kubectl describe pod <pod_name> (~ inspect)`
- `kubectl get pods <pod_name> -o jsonpath='{...}'`

Pods - K8S

■ Manipulation via à l'laC k8S

- En règle générale, on manipule les **ressources k8s** par le biais de fichiers YAML appelés **manifestes**
- `k run <pod_name> --image <image_name> --dry-run=client -o yaml (> pod_name.yml)`

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  labels:
    run: <pod_name>
  name: <pod_name>
spec:
  containers:
  - image: <image_name>
    name: <ctn_name>
  restartPolicy: Always
```

création via manifeste : **k apply -f pod_name.yml**

champs requis d'un manifeste :

- **apiVersion** : version de l'api k8s ou autre
- **kind** : type de ressource
- **metadata** : identification de l'objet (name, UID, namespace ...)
- **specs** : état voulu pour la ressource

■ Manipulation de pod multi container

- Ex : logs : k **logs** <pod_name> **-c <ctn_name2>**
- Ex : cp : k **cp** <pod_name>:<path/to/file> <path/to/file> **-c <ctn_name>**

```
...  
spec:  
  containers:  
    - image: <image_name>  
      name: <ctn_name>  
    - image: <image_name2>  
      name: <ctn_name2>  
  restartPolicy: Always
```

■ Manipulation de pod : attacher des labels

➤ Les labels sont des paires clé / valeurs associées à nombreuses ressources k8s en particulier les pods

- k get pod **--show-labels**
- k get pod **-L <label_name>** (affichage des labels dans les listes de ressources)
- k get pod -L <label_name> **-l <label_name>** (filtrage par nom de label)
- k get pod -L <label_name> **-l <label_name>=<label_value>** (// valeur //)
- k **label pod <pod_name>** <label_name>=<label_value> (ajout d'un label dans une ressource)
- k label pod <pod_name> <label_name>=<label_value> **--overwrite=true** (écrasement de la valeur)
- k label pod <pod_name> <label_name>**-**

■ Limites des pods

- Pas de scalabilité
- Pas de mise à jour et d'historisation des mises à jour
- Pas de mise en réseau

■ Limites à la manipulation directe des pods

- On ne gère pas directement les pods, on les pilote via des objets dits de « **workload** » (cf infra)
- De même on n'adresse jamais un pod par l'IP qui lui est affectée,
 - celle-ci étant aussi volatile que le pod

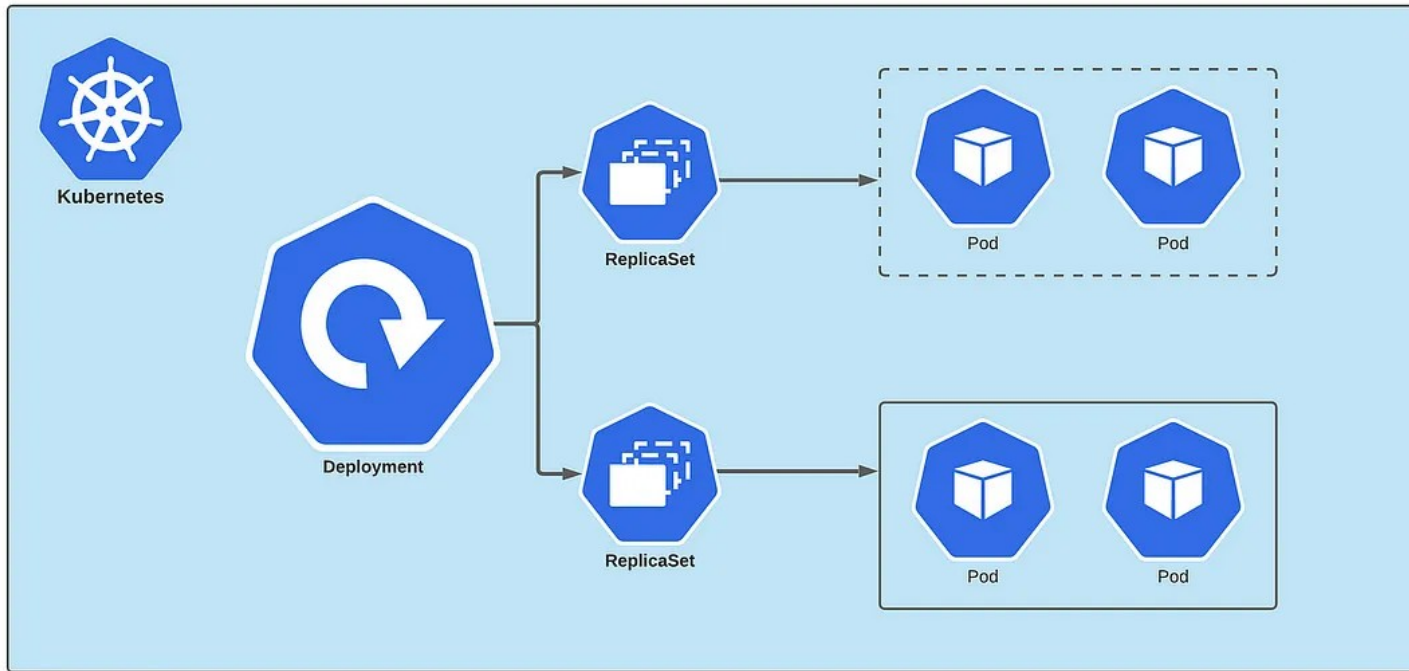
```
k get pods <pod_name> -o jsonpath='{.status.podIP}'
```

- On fait appel pour cela à une ressource de type « **service** » (cf infra)
- éventuellement complétée par une ressource de type « **ingress** » (cf infra)

■ Resources de + haut niveau enrichissant le pod

- **ReplicaSet** : Pods + gestion de la **mise à jour** et la **réplication** (configurable)
- **Deployment** : ReplicaSet + **mise en réseau**
- **DaemonSet** : mise en réseau != ReplicaSet, **réplication fixe avec 1 replica / node**
- **StateFulSet** : gestion des applications d'état pour volumes persistants (bdd / stockage)
- **Job** : pod éphémère, à usage unique « **one-shot** »
- **CronJob** : Job exécuté de manière périodique par un **crontab**

■ Déploiement



■ Deploiement : réplication & selection des pods à répliquer / déployer

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  labels:
    app: <dpl_name>
    name: <dpl_name>
spec:
  replicas: 2
  selector:
    MatchLabels: # match conditions ET
      <pod_label_key>: <pod_label_value>
      <pod_label_key2> : <pod_label_value2>
  template: # pod description
    metadata:
      labels:
        <pod_label_key>: <pod_label_value>
  Spec: # pod containers
```

Description de l'objet « Deployment »

k **get pods -l** app(!)=hello,k=v,... # « equaly based »

// -l 'app **(not)in** (hello)' # « set based »

// -l app # exists « set based »

matchLabels

vs **matchExpressions**

- { key: <label_key>, operator: In, values: [<label_val>] }

- { key: <label_key2>, operator: Exists }

■ Deploiement : mise à jour

- Maj du nb de réplicas : k **scale** deploy <dpl_name> --replicas <nb> => **ne créé pas de REVISION**
- Maj des propriétés des pods :
ex image : k **set image** deploy <dpl_name> <pod_name>=<img:tag>
- Maj directe via la config YAML : k **edit** deployment hello + <edit_file> + <save_file>

■ Contrôler les mises à jour

- État d'une Maj : k **rollout status** deploy <dpl_name>
- Rollback : k rollout **undo** deploy <dpl_name> [**--to-revision=<revision_num>**]
- Historique des révisions : k rollout **history** deploy <dpl_name>
- Documenter une Maj : k **annotate** deploy <dpl_name> kubernetes.io/change-cause="<msg>" --overwrite=true

- Interrompre et débloquent le mécanisme **kubectl rollout**
 - k rollout **pause** deploy <dpl_name>
 - À partir de cette commande,
 - les mises à jour ne sont plus effectives
 - le **undo, status** est désactivé
 - On peut gérer plusieurs changements successifs, vérifier la validité de l'état en pause
 - k apply -f <file.yml> | k set image ... | ...
 - et regarder le retour
 - les **révisions** ont été ajoutés normalement
 - mais l'état effectif n' pas changé dans le **describe**
 - Pour rendre les modification effectives : k rollout **resume** deploy <dpl_name>

■ Deploiement : Stratégie de Maj

➤ **spec.strategy.type** :

- **RollingUpdate** : (Default) ajouts & suppressions graduels en // des nouveaux / anciens pods
- **Recreate** : toutes les suppressions puis tous les ajouts

➤ **spec.strategy.maxSurge**: (25% Default)

- nb max de pods (transitoires nouveaux + anciens) au dessus du nb désiré pendant la Maj

➤ **spec.strategy.maxUnavailable**: (25%)

- nb de pods indisponibles pendant la Maj

➤ D'autres stratégies

- « in-place » : k **patch** deploy --patch-file patch-file.yaml => (**spec.template.spec**)
maj en place des pods (containers) sans contrôle de l'env. (+ rapide, - sûre)
- blue-green : Maj **progressive** ex : 20 => 50 => 80 => 100 % green (new) / 80 => 50 => 20 => 0 % legacy
entre **deux déploiements** via un **Load Balancer** externe
- canary : Idem en **ciblant le public** voyant la nouvelle version via des **routeurs**
-

■ Ordre de déploiement: Les **InitContainers**

- se lancent avant les containers "applicatifs"
- Rôles :
 - ajouter des utilitaires sans modifier les dockerfiles des conteneurs applicatifs du Pod
 - préparer ou retarder l'exécution des conteneurs applicatifs tant qu'on ait vérifié certaines conditions
 - un **initContainer régulier est éphémère**, il se stoppe quand le(s) conteneur(s) sont en exécution
 - en ajoutant un **restartPolicy: Always**, on l'appelle alors **sideCar container** pour supporter les conteneurs applicatifs en permanence

```
...  
spec:  
  initcontainers:  
    - image: <init_image_name>  
      name: <inti_ctn_name>  
    restartPolicy: Always  
    command : ...  
  containers:
```

■ StatefulSet

- Contrairement aux Deployments, les StatefulSets garantissent **un ordre** de
 - déploiement,
 - mise à l'échelle
 - suppression des Pods
- ainsi qu'un nom d'hôte stable et un stockage persistant (cf PersistentVolume).
- Chaque pod StatefulSet a un hostname de type { pod_name-**i** } avec $i \geq 0$ dans l'ordre des pods
- Finalité : on utilise ces objets pour déployer des applications qui permettent **de sauvegarder les données écrites dedans**
=> ce faisant modifiant l'état de l'application => **Stateful** => bases de données, stockage ,...
!= **Stateless** => server web, logique serveur (php, java, ...)

■ Exposer des ports pour communiquer

- Par défaut, l'exposition des ports est gérée dans les images de container

- Ex : EXPOSE dans un Dockerfile

=> on peut faire remonter ou faire partager cette information au niveau De k8s

- Ex :

```
containers:  
  - ...  
    ports:  
      - name: http  
        containerPort: 80
```

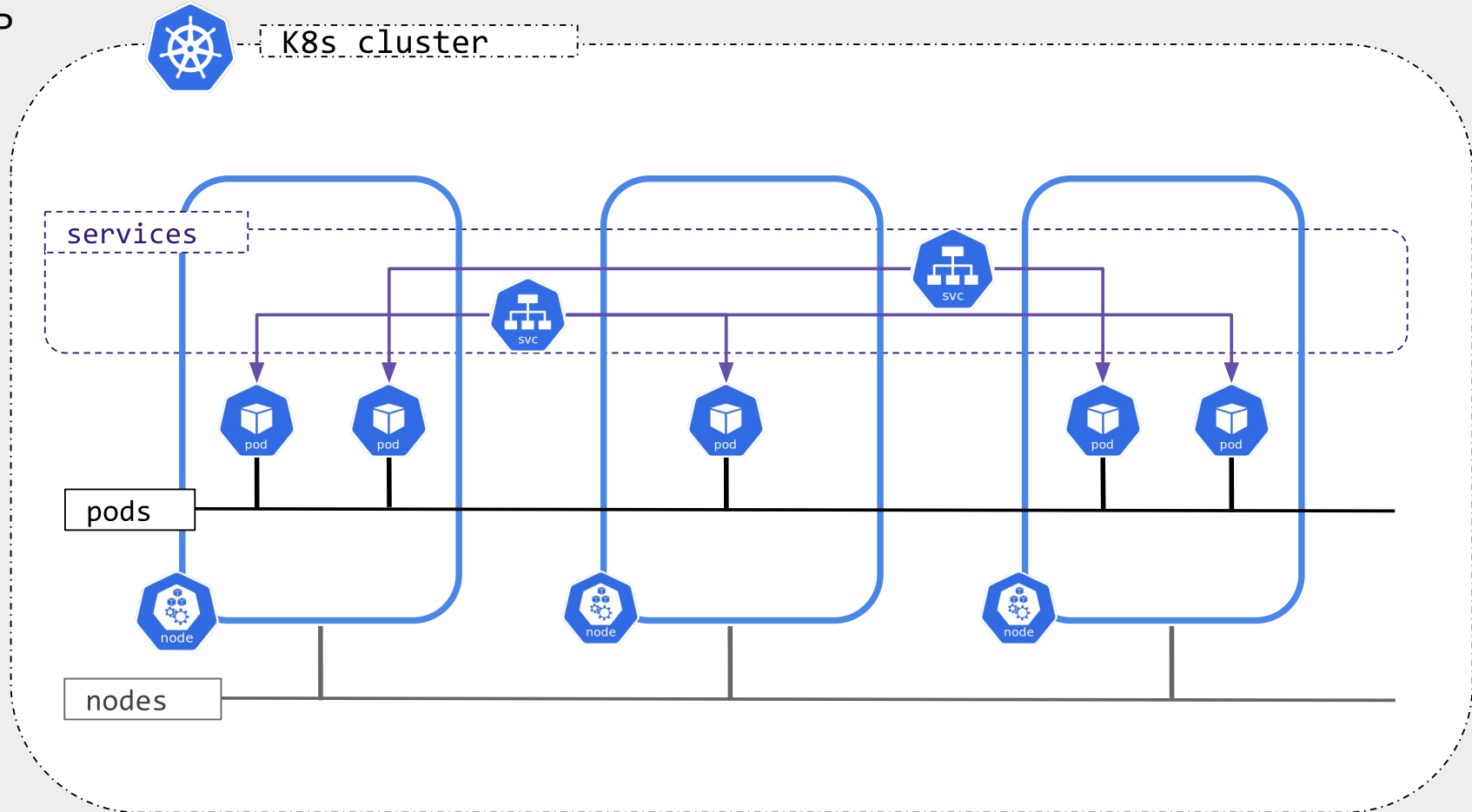
■ Mise en réseau des déploiements

- **== exposition** i.e ajouter une ressource de type **service** sur un workload => trois types d'exposition :
- **ClusterIP**: association d'une IP à un nom. L'IP n'est utilisable qu'à l'intérieur du cluster.
- **NodePort** : association d'un port dans - l'intervalle [30000-32767] - aux IP de chacun des nodes. Cela permet ainsi des communications depuis l'extérieur
- **LoadBalancer** : Associe une IP à un déploiement, IP permettant les accès externes en s'affranchissant -- du moins en apparence -- du NodePort.

```
k expose deploy <dpl_name> \  
  --port <service_port> \  
  --target-port <pod_port> \  
  --type= ClusterIp | NodePort | LoadBalancer \  
  --dry-run=client -o yaml > <dpl_name>-svc.yml
```

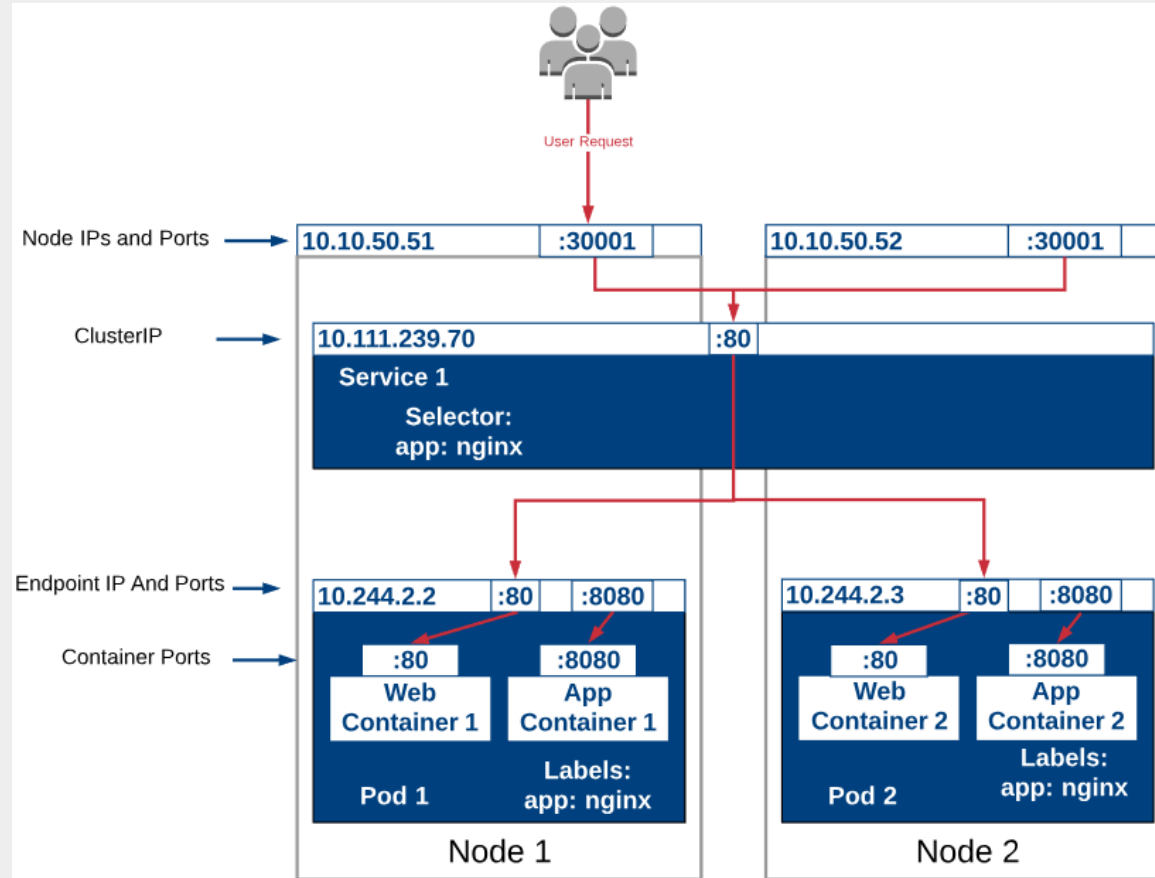

Services - K8S

ClusterIP



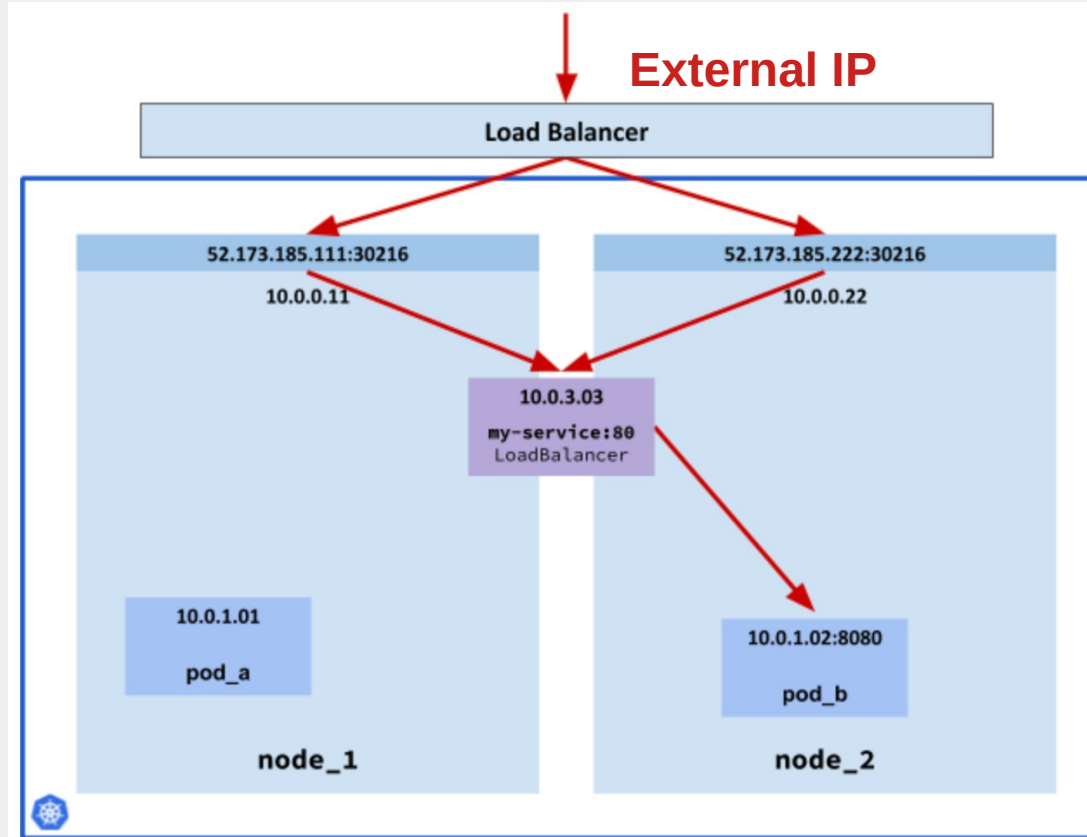
Services - K8S

NodePort



Services - K8S

LoadBalancer



■ Noms de domaines générés dans k8s:

- Nom d'hôtes « Fully Qualified Domain Name » **FQDN**
- Le cluster : par défaut **cluster.local**
- Un Service : **<service_name>.<namespace_name>.svc.cluster.local**
- Un Pod : (IP) **<xxx-yyy-zzz-ttt>.<namespace_name>.pod.cluster.local**

■ StatefulSet : « headless » service

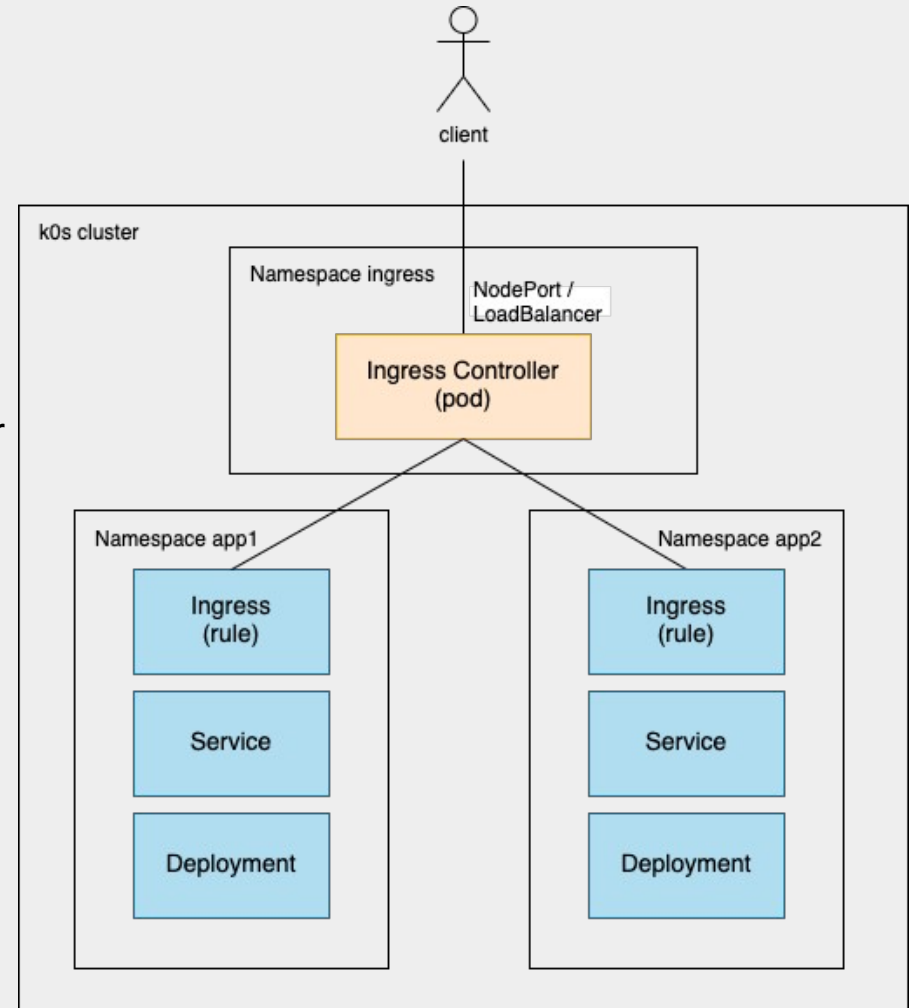
- Un service spécifiant la clé **spec.clusterIP: None** permet de créer des enregistrements DNS individuels pour chaque Pod, => permettant ainsi aux clients d'accéder **directement** aux Pods en utilisant **leur nom d'hôte**.
- REM : On les voit avec « **None** » dans « **CLUSTER-IP** » lorsque l'on fait un « **k get svc** »
- Pod (StatefulSet + headless) : **<pod_name>-i.<service_name>.<namespace_name>.svc.cluster.local**
- La clé **spec.serviceName** du statefulSet permet de donner un dns court pour le pod **<pod_name>-i.<service_name>**

■ Ingress Controller

- Un contrôleur d' « ingress » i.e de flux entrant est une **ressource externe** de k8s mais compatible
 - éditeurs indépendants : nginx, traefik, Haproxy
 - fournisseurs de cloud GCE (Google Compute Engine), aws-load-balancer-controller
- Il a plusieurs fonctions dans une infra k8s
 - **exposer le trafic http et https** depuis l'extérieur dans des services du cluster
 - contrôler la **sécurité TLS** du trafic de bout en bout
 - **répartir la charge** sur les réplicas des services
 - gérer des noms d'hôtes virtuels public pour accéder aux services (**virtualHost**)
- L'ingress est une alternative favorite - **pour le trafic http et https**, aux services de type
 - nodePorts
 - loadBalancer

■ Ingress Controller

- La ressource k8S « ingress controller » est
 - un pod associé à un service NodePort ou LoadBalancer
 - il faut donc un resource k8s LoadBalancer
- La ressource k8s « ingress » gère
 - les règles du trafic entrant
 - nom d'hôte / chemin / protocol etc.



■ Accès & Persistence des données : **volumes**

- Les pods K8s sont tout autant **éphémères** que les containers dockers
- Il est souvent nécessaire qu'un conteneur puisse accéder à des données :
 - de configuration → ini, json, xml, yaml, ...
 - d'exploitation → html, php, png, sql...
 - brutes → csv, json, xml, yaml...
- Types de volumes :
 - **emptyDir** : point de montage créé en tant que dossier vide, permet la communication inter container dans un pod, détruit avec le pod
 - **hostPath** : point de montage créé entre le hôte (i.e les nœuds) et les pods
 - nfs
 - **configMap** : point de montage créé entre une ressource ConfigMap liée à un fichier de config et un pod
 - ... **ici**

Persistence - K8S

■ Forme générale d'utilisation de volumes

- 2 clés : `spec.template.spec.volumes` ET `spec.template.spec.containers[].volumeMounts`

volumes:

- name: data_ed

emptyDir:

- name: data_hp

hostPath:

path: /data # on nodes
type: Directory

- name: data_nfs

nfs: # config nfs

server: xxx.yyy.zzz.ttt
path: /

volumeMounts:

- name: data_ed

mountPath: /data # on container

- name: data_hp

mountPath: /data # on container
subPath: subdir # from source

- name: data_nfs

mountPath: /data # on container
subPath: subdir # from source

■ Limitations du type hostPath

- Le dossier associé doit exister **sur tous les noeuds** susceptibles d'héberger les pods.
- On est dépendant du système de fichiers des nodes
- Tant qu'on reste avec des accès en lecture, il n'y pas de problème de concurrence entre plusieurs conteneurs sur un même node.
- En cas d'accès en écriture, peuvent se poser des problèmes d'accès concurrents
 - nécessité d'un système de fichiers gérant ces accès
 - utiliser une infra de réplication primaire/secondaire
 - utiliser une infra multi-maître -> indépendance des volumes

■ Les Volumes Persistants

- La ressource k8s « **PersistentVolume** » représente
 - la configuration d'un volume tel que renseigné dans un objet Workload
- Mais en ajoutant plusieurs propriétés inhérentes aux volumes tels que
 - la **capacité** (~ la taille) des données
 - le mode de stockage : **FileSystem** | **Block** | **Object**
 - le mode d'accès : Read [**Only** | **Write**] [**Once** | **Many**]

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: <pv_name>
spec:
  capacity:
    storage: 10Mi
  volumeMode: Filesystem
  accessModes:
    - ReadWriteMany
```

Once : le montage n'est monté que sur un seul node

OncePod : le montage n'est monté que sur un seul pod

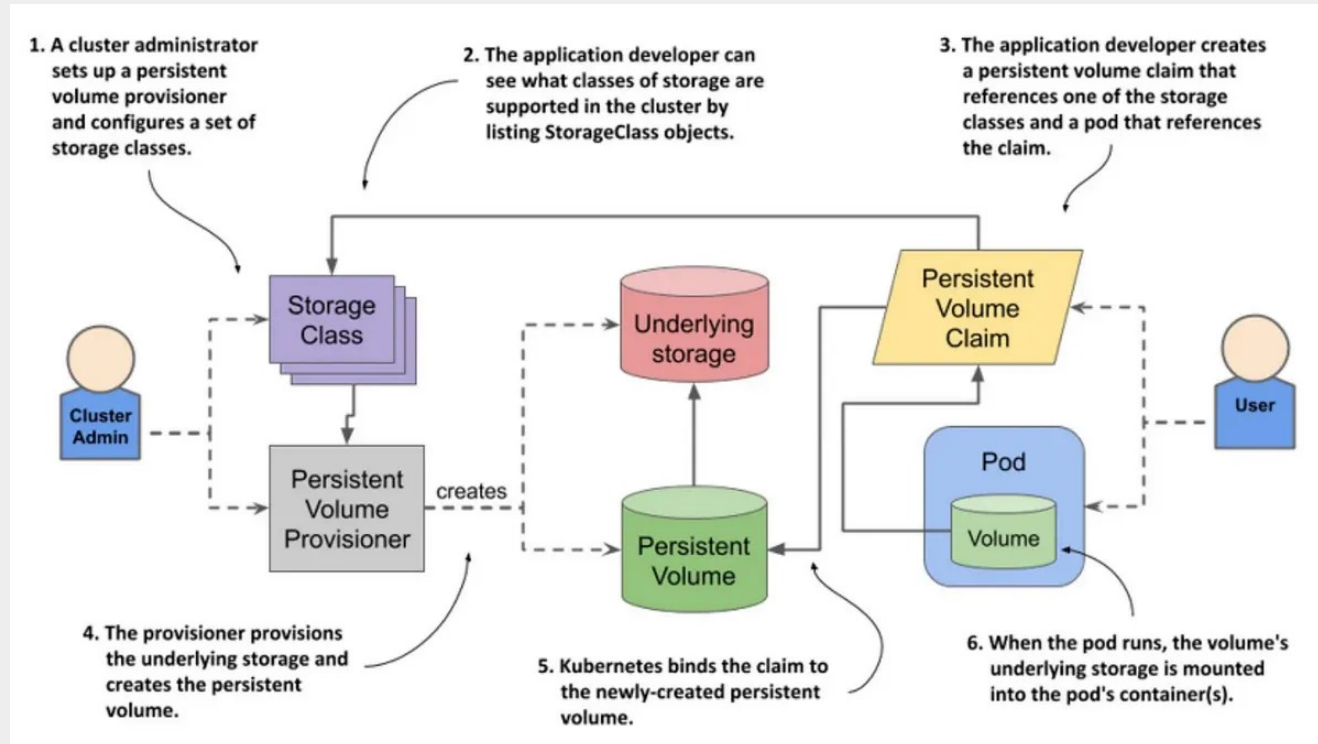
■ Accès dynamique aux Volumes Persistants :

- La ressource k8s « **PersistentVolumeClaim** » représente une requête d'accès à un PV
- Selon de nombreux critères **manuels** dont
 - selecteurs / labels
 - capacity min., Accès de modes, modes de stockage
- La classe de stockage : objet **générique** renseignant les mêmes critères
- La **politique de « Reclaim »** : quoi faire du PV quand un PVC lié est supprimé
 - Retain : suppression manuelle par l'administration
 - Delete : suppression immédiate avec le PVC

Persistence - K8S

■ Les classes de stockage

- Configuration génériques : permettant de manipuler des PV en fonctions de critères



■ ConfigMap: création

- permet de propager un contenu sur l'ensemble du cluster, de manière plus naturelle qu'un volume.
- Contenus gérés : **fichiers**, paires **clé / valeur**

```
k create configmap <cm_name> \  
--from-file <file_path> \  
  
--from-literal KEY=VAL \  
  
--from-env-file <key_val_file_path> \  
  
--dry-run=client -o yaml > cm_name.yml
```

```
volumes:  
- name: <config_vol>  
  configMap:  
    name: <cm_name>
```

- ConfigMap: Usage pour arrimer les fichiers de configuration

```
containers :  
  - ...  
    volumeMounts :  
      - name: <config_vol>  
        mountPath: <mount_path_dir>  
  
volumes:  
  - name: <config_vol>  
    configMap:  
      name: <cm_name>
```

■ Gestion des variables d'environnements

- Ajout direct de variables d'env. dans les conteneurs des pods

```
containers:  
  - ...  
    env:  
      - name: <KEY>  
        value: <value>
```

- Chargement des variables

OU

seulement des valeurs

depuis un configMap

```
containers:  
  - ...  
    envFrom:  
      - configMapRef:  
          name: <cm_name>  
          prefix: PRFX_
```

```
env:  
  - name: <KEY>  
    valueFrom:  
      configMapKeyRef:  
          name: <cm_name>  
          key: <CM_KEY>
```


■ Gestion des secrets

- Ressource similaire à une configMap mais dédiée aux **données sensibles**.
 - 3 sous commandes : « **generic** », « docker-registry » et « tls »
 - nombreux types de secrets « **Opaque** » par défaut, « basic auth », « ssh auth », « tls auth », ...

```
k create secret generic <secret_name> \  
  
--from-literal SECRET=azerty \  
  
--dry-run=client -o yaml > <secret_name>.yaml
```

- **WARN !!**: La valeur cachée n'est qu'**encodée en base64 non chiffrée** dans l'objet Secret

■ Usage des secrets

➤ Chargement des secrets OU seulement des valeurs depuis un secret

```
containers:  
  - ...  
    envFrom:  
      - secretRef:  
        name: <secret_name>
```

```
env:  
  - name: <KEY>  
    valueFrom:  
      secretKeyRef:  
        name: <secret_name>  
        key: SECRET
```

■ Injecter les métadonnées k8s dans l'application

➤ Exemple

```
env:  
- name: NSPC  
  valueFrom:  
    fieldRef:  
      fieldPath: metadata.namespace
```

■ Cycle de vie des pods : **k get pod <pod_name> -o yaml**

➤ Phases d'un pod : **status.phase**

- **Pending** : pod **accepté** par K8S donc pas de pb de syntaxe, mais un ou plus conteneurs **n'est pas démarré**
- **Running** : le pod est associé à un nœud, les conteneurs sont en exécution
- **Succeeded** : si les processus du pod (conteneurs) s'arrêtent sans erreur sans redémarrage (Job, cronJob)
- **Failed** : un des processus du pod (conteneurs) s'arrête en erreur
- **Unknown** : l'état ne peut pas être obtenu. Souvent lié à un pb de communication node / pod (kubelet)

➤ États d'un conteneur dans k8s : **status.containerStatuses[].state**

- **Running** : en exécution
- **Terminated** : arrêté en succès ou en erreur
- **Waiting** : ! Running || ! Terminated

- Cycle de vie des pods : **k get pod <pod_name> -o yaml**
 - conditions d'un pod : **status.conditions**
 - en particulier la notion de « **Ready** », i.e prêt à accepter des connexions en entrée
 - Etats contrôlés d'un conteneur dans k8s :
 - **status.containerStatuses[].started** : démarrage du conteneur « **Startup** »
 - **status.containerStatuses[].ready** : prêt à accepter des connexions en entrée « Ready »
 - Cycle d'un crash
 - Initial Crash : au moment du démarrage
 - Repeated crashes : k8s établit un **délai d'attente** (configurable cf infra.) entre crashes
 - CrashLoopBackOff state : politique de redémarrage continu avec une **boucle crash / redémarrage**
 - Backoff reset : si un état en succès restauré permettra la **désactivation du délai d'attente**

■ Sonder les conteneurs des pods :

➤ Évènements à sonder :

- si le conteneur est démarré => **containers[].startupProbe**
- si le conteneur accepte le trafic en entrée (services) => **containers[].readinessProbe**
- si le conteneur tourne correctement sinon on redémarre => **containers[].livenessProbe,**

➤ Délai d'attente

- **probe.initialDelaySeconds** : délai après le startup
- probe.**periodSeconds** : délai entre sondage
- probe.**(success)failureThreshold** : nb de tentatives pour vérifier un crash ou un succès
Délai total = (success)failureThreshold * periodSeconds
- probe.**timeoutSeconds**

■ Techniques de sondage :

- Exécution d'une commande dans le conteneur : **probe.exec.command[]**
- Exécution d'une requête HTTP sur un endpoint et un port : **probe.httpGet**
- Exécution d'un socket TCP sur un port : **probe.tcpSocket.port**

- **REM :** le choix de la technique et de la commande / URL / port doivent être **judicieux**
sinon on peut mettre un pod en erreur anormalement !!

■ Les espaces de noms :

- Un **namespace** est une forme de compartiment/cloisonnement dans lequel on ne peut avoir deux ressources de même type de même nom
- Finalité :
 - **Isolation** des ressources
 - **Autorisation** d'accès
 - **Découpage** du cluster en sous-cluster.
- Par défaut, la communication entre namespaces est possible avec les **noms FQDN**
 - ces communications peuvent être restreintes par le moyen de politiques de réseau « **network policies** »

■ Gérer / Affecter un espace de nom:

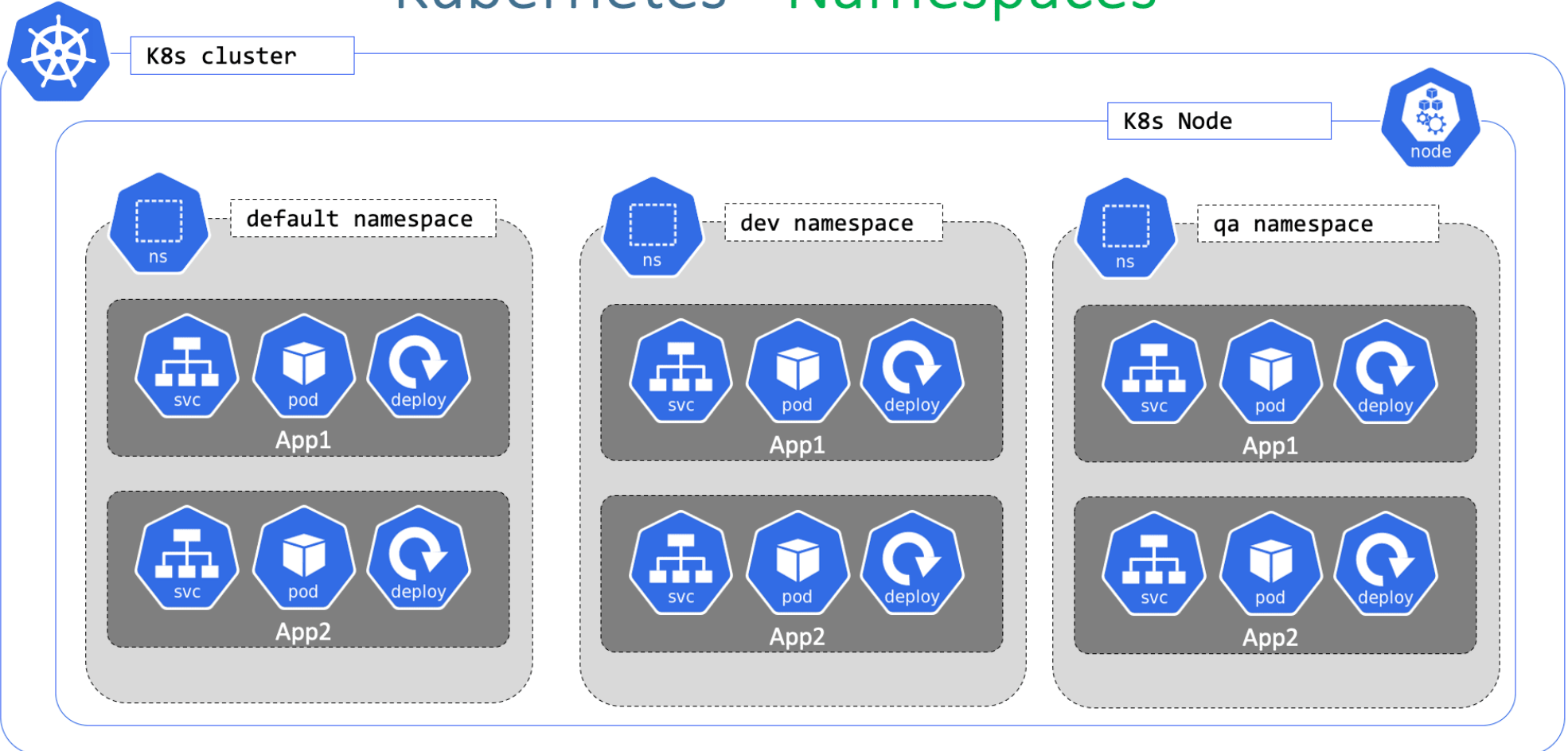
➤ Gestion (Ex : pod)

- k create **namespace <ns_name>**
- k get ns
- k get pod **-n <ns_name>** [--create-namespace (si le ns n'existe pas)]
- k get pod **-A** (pour tous les namespaces)

➤ Affectation (Ex déploiement)

```
...  
metadata:  
  ...  
  namespace: <ns_name>  
# OU  
k apply -f <file.yml> -n <ns_name>
```

Kubernetes - Namespaces



■ Politiques de réseau:

- Les « netpols » permettent de définir des **autorisations** pour un ensemble de pods.
- Par défaut, toutes les communications sont permises
- Quand une **autorisation particulière** pour un **namespace** et / ou une **sélection de pods** est définie,
=> toutes les autres communications sont **interdites**
=> dans les 2 sens du point de vue d'un pod, en entrée « **Ingress** » et / ou en sortie « **Egress** »
=> dans un scope donné, **namespace** et / ou des **sélection de pods** et / ou des **blocs de IPS**
- **REM :** Si les netpols sont des ressources par défaut du cluster, leur implémentation dépend du CNI
=> Ce n'est pas le cas de tous les CNI :
 - Calico (OK) | Cilium (OK) | Canal (OK) | Flannel (NO) | Kindnet (NO)

■ netpols remarquables:

deny-all

apiVersion: **networking.k8s.io/v1**

kind: **NetworkPolicy**

metadata:

name: deny-all

spec:

PodSelector: {}

policyTypes:

- Egress

- Ingress

deny-egress

...

spec:

podSelector: {}

policyTypes:

- Egress

allow-all-ingress

....

spec:

podSelector: {}

ingress:

- {}

policyTypes:

- Ingress

■ Kustomize :

- Outil de
 - **centralisation**
 - **standardisation**
 - **customisation** des ressources IaC k8s formant des microservices
- Ressources habituelles
 - workload (Déploiement, StatefulSet, ...)
 - services
 - configMap, secret
 - volumes persistents
 - ...

■ Kustomize : configuration de base

```
# fichier kustomization.yml
apiVersion: kustomize.config.k8s.io/v1beta1
kind: Kustomization
namespace : <nspc>
commonLabels:
  run: hello
resources:
  - app-deploy.yml
  - app-svc.yml
  - app-cm.yml
  - app-secret.yml
  - ...

# execution dans le dossier comprenant le fichier kustomization.yml et les ressources
k create ns <nspc> # kustomize ne crée pas un namespace
k kustomize # vérification
k apply -k .      # k get -k . | k describe -k . | k delete -k .
```

Composition - K8S

■ Kustomize : génération de configuration

```
apiVersion: kustomize.config.k8s.io/v1beta1
kind: Kustomization
configMapGenerator:
- name: <prefix>-cm-<suffix>
  envs:
  - .env
  - file.properties
  - file.ini
- name: <prefix>-cm-<suffix2>
  literals:
  - FOO=Bar
- name: <prefix>-cm-<suffix3>
  files:
  - file.conf
  - file.txt
# optionnel
generatorOptions:
  disableNameSuffixHash: true
```

secretGenerator:

```
- name: <prefix>-secret-<suffix>
  envs :
    - secret.env
```

<suffix> : généré par kustomize par défaut

fixer les suffixes avec

generatorOptions:

disableNameSuffixHash: true

- Kustomize : customisation à partir d'une base

```
apiVersion: kustomize.config.k8s.io/v1beta1
kind: Kustomization
resources:
  - ../app_base
namespace: <new_ns>
namePrefix: <new_prfx>-
replicas:
  - name: <workload_name>
    count: 2
images:
  - name: <current_image>
    newImage: <new_image>
    newTag: <new_tag>
configMapGenerator:
  - name: <current_cm>
    behavior: replace | merge
  envs:
    - <new_data>.env
```


■ Serveur de métriques

- Si les kubelet récupèrent un certains nombre d'informations de **ressources**,
- celles-ci ne sont par défaut pas disponibles
- sauf à installer un **serveur de métriques**
- Par Ex **metrics-server**
 - + k apply -f <https://github.com/kubernetes-sigs/metrics-server/releases/latest/download/components.yaml>
 - + k patch -n kube-system deployment metrics-server --type=json \
-p '[{"op": "add", "path": "/spec/template/spec/containers/0/args/-", "value": "--kubelet-insecure-tls"}]'
- k **top nodes**
- k **top pods** [<pod_name>] [-n <nspc> | -A]

■ Réguler directement l'accès aux ressources

- 2 types accès : les **limites** (supérieures) et les **requêtes** (valeur min garanties)
- Pour les types de ressources classiques : **cpu**, **memory**, storage (cf PersistentVolumes)
- Pour le trafic réseau d'un pod on utilise l'annotation **kubernetes.io/ingress-bandwidth**: 10M
- k set **resources** deployment <dpl_name> [-c <ctn_name>] **--limits** | **--requests** cpu=200m
// pod <pod_name> // memory=500Mi

■ Réguler les ressources d'un namespace

- La description d'un namespace indique l'usage de 2 « ressources k8s » permettent de gérer les ressources

k describe ns <nspc>
- Les **ResourceQuotas** spécifient les métriques de ressources globales à un namespace donné
- Les pods d'un namespace doté d'un ResourceQuota doit spécifier toutes les ressources du RQ dans sa config

=> sinon les **pods non pourvus** ne seront **pas ordonnancés**
- Les **LimitRanges** permettent de **définir des intervalles de valeurs** pour des ressources **par défaut**

■ ResourceQuota : exemple

```
apiVersion: v1
kind: ResourceQuota
metadata:
  name: quota
  namespace: <nspc>
spec:
  hard:
    pods: 10 # nb max / nspc
    requests.cpu: "1"
    requests.memory: 1Gi
    limits.cpu: "500m" # ou 0.5
    limits.memory: 2G
```

unité cpu entière => calcul CPU sur x CPU phys. ou virtuel

unité memory Xi => en puissance de 2 ex : Ki = 1024 octets

unité cpu float ou « m » => proportion du temps CPU total

unité memory X => en puissance de 10 ex : K = 1000 octets

■ LimitRange : règles

```
apiVersion: v1
kind: LimitRange
metadata:
  name: limitrange
  namespace: <nspc>
spec:
  limits:
    - default:
      cpu: 500m
      defaultRequest:
        cpu: 300m
      max:
        cpu: 800m
      min:
        cpu: 200m
    type: Container | Pod |
PersistentVolumeClaim
```

ex CPU :

1/ default & defaultRequest désigne les **limites** et **requêtes** pour un type de « ressource k8s » **non pourvu, par défaut**

2/ max & min : permet de vérifier si les ressources spécifiées pour un type de « ressource k8s » sont

$$\geq \text{min} \quad \&\& \quad \leq \text{max},$$

Sinon la « ressource k8s » n'est pas ordonnancée

3/ si les valeurs default & defaultRequest sont absentes,

Elles seront évaluée **par défaut à max**

■ Réguler les ressources au niveau d'un node

- L'agent **kubelet**, est responsable de
 - l'enregistrement d'un serveur comme nœud dans un cluster k8s
 - la gestion du cycle de pod / workloads à partir des consignes configurées dans la base etcd du control pane (pour les services voir kube-proxy)
- Sa configuration spécifie plusieurs options liées aux ressources
 - dans le fichier **/var/lib/kubelet/config.yaml** dans les noeuds
 - **podPidsLimit: x** (-1 par défaut), le nb max de processus à exécuter dans un pod
 - cette métrique permet de prévenir une attaque de type « **fork bomb** »
 - ne pas oublier : **systemctl restart kubelet**

■ Priorité des pods

➤ La ressource k8s PriorityClass permet

- d'affecter un **ordre de priorité** dans l'ordonnancement des pods, en tant que **32-bit entier < 1000000000**
- de **préempter** ou non les ressources nécessaires à l'exécution des pods
- => s'il y a **préemption**, des pods de **priorité plus faible seront arrêtés**

```
apiVersion: scheduling.k8s.io/v1
kind: PriorityClass
metadata:
  name: high-priority-nonpreempting
value: 1000000
preemptionPolicy: Never ( ou pas de clé )
globalDefault: false
description: "blabla"
```

1/ une seule classe de priorité peut avoir l'attribut **globalDefault**

Pour affecter sa valeur aux pods sans priorité spécifiée

2/ on attribue une classe de priorité à un pod avec la clé

spec.**priorityClassName** pour (Pod)

spec.template.spec.**priorityClassName** (Deployment)

- Voir les priorités avec `k get pods --sort-by='.status.priority' -o wide`

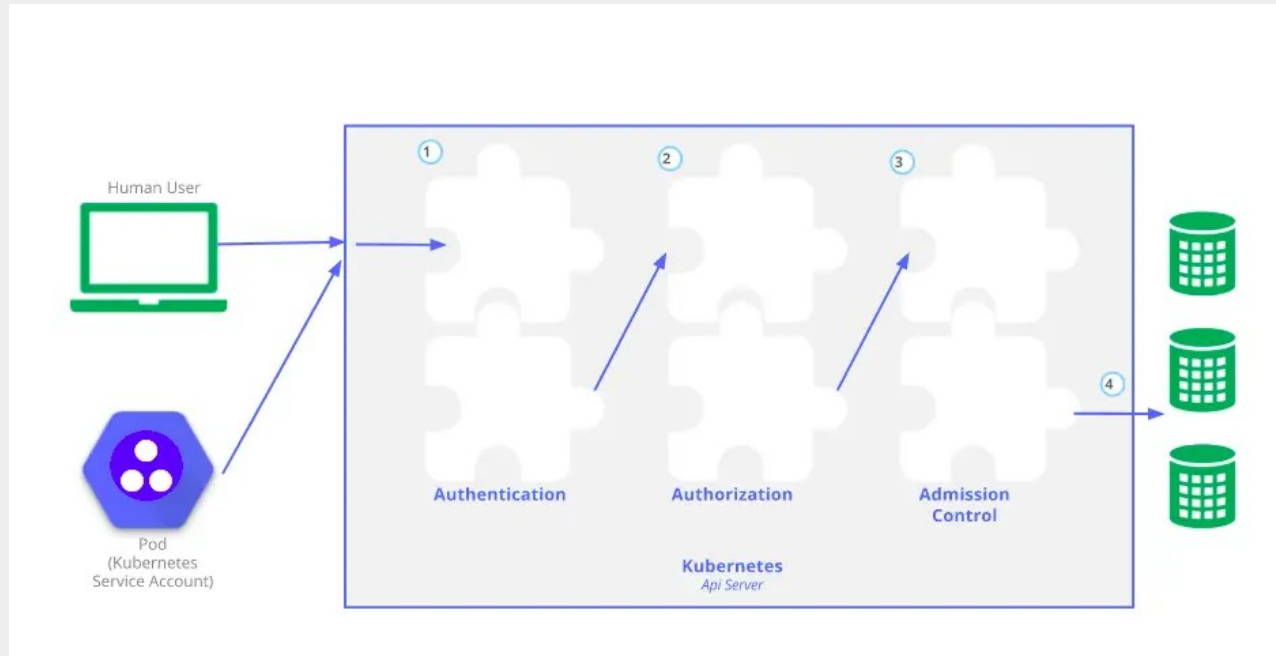
■ Mise à l'échelle pilotée par les ressources

- La resource **HorizontalPodAutoscaling**
- Définir le nb de replicas idoine d'un workload lié à des ressources définies

```
k autoscale deployment <dpl_name> \  
--cpu-percent xx \  
--min i \ # min replicas  
--max j \ # min replicas  
--dry-run=client -o yaml > <dpl_name>-hpa.yml
```

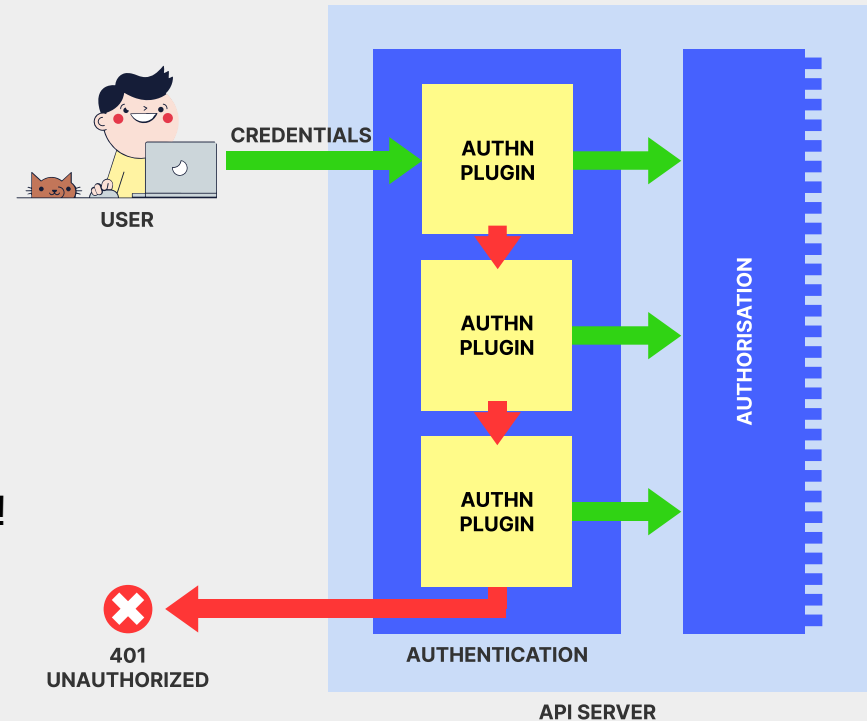

■ Différents d'accès au cluster

- Comptes « utilisateurs » liés à des **identifiants**, et des **contextes**
- Comptes de services « **ServiceAccounts** » liés à un **jeton JWT** - par défaut, et des **namespaces**



■ Modes d'authentification « **Plugins** »

- Gérés par k8s par défaut
 - Jeton « **Bearer: <hash>** » dans le header **HTTP Authorization** (Oauth 2.0)
 - Certificats **x.509**
 - OIDC (OpenID Connect)
- Utilisables ...
 - **LDAP**, AD, Kerberos, ...
- via des **extensions**
 - WebHook Token, Authenticating Proxy
- Si un plugin d'auth fonctionne avec le certif => OK !



■ Configuration du client kubectl

➤ Fichier **~/.kube/config** ou k **config view**

- liste des **clusters** cibles de kubectl : nom, accès au serveur d'API k8s, authentification
- liste des « **utilisateurs** » : enregistrements associés à une cnx TLS (certif + pKey)
- liste des **contextes** : collections cohérentes d'informations pour l'accès :
 - + cluster
 - + utilisateur
 - + namespace
- quel contexte courant est utilisé
- préférences ...

➤ La variable d'environnement **KUBECONFIG** peut être créée pour changer l'emplacement du fichier de configuration de kubectl

■ Créer un « compte utilisateur »

- Générer un certificat X.509 dûment signé avec **openssl**
 - créer une clé privé symétrique « <user>.**key** »
 - en déduire une requête de signature de certificat « <user>.**csr** »
 - le sujet « **CN=<user>/O=<group>** » définit l'utilisateur et le groupe liés aux **autorisations RBAC** (cf infra.)
 - en déduire une ressource k8s **CertificateSigningRequest** **ici** (le csr doit être encodé en base64)
 - approuver la ressource k8s CSR : **k certificate approve <csr_name>**
 - rechercher le certificat TLS « **.crt** » dans le CSR : **k get csr <csr_name> -o jsonpath='{...}'**
(le crt doit être décodé en base64)
- En déduire un utilisateur au sens kubectl et un context
 - k config **set-credentials <user>** --client-certificate <user>.crt --client-key <user>.key
 - k config **set-context <ctx_name>** --cluster <cluster_name> **--user=<user>**
- Changer de contexte
 - k config get-contexts ; k config **use-context <ctx_name>**

■ ServiceAccount :

- Accès privilégié au cluster (l'API Serveur) pour les procédures automatisées depuis
 - un pipeline **CI / CD** => Ex : déploiement
 - un outil **cloud** => Ex : mise en échelle, provisionnement de stockage
 - depuis un **pod** => communications authentifiées / chiffrées entre pods
- Un compte de service par défaut nommé « **default** »
 - est créé avec tout nouveau **namespace**
 - est utilisé par défaut à tout **pod** de ce namespace
 - mais n'autorise **aucun accès** aux endpoints de l'API Serveur !!!
 - pour ajouter des permissions, on ajoute un nouveau objet « serviceAccount » custom

■ Créer un ServiceAccount :

```
k create sa <obj>-sa \  
--namespace <nspc> \  
--dry-run=client -o yaml > obj-sa.yml
```

➤ Pour ajouter des permission au serviceAccount

- créer ou utiliser des **rôles k8s**, puis **lier** des rôles au serviceAccount (cf infra.)
- puis renseigner la clé **spec.template.spec.serviceAccountName: <obj>-sa** dans l'objet workload cible

■ Configurer des ressources RBAC

- **R**ole **B**ased **A**ccess **C**ontrol
- On va associer
 - des ressources k8s « **Roles** »
 - à des comptes « utilisateurs / groupes » ou des ServicesAccounts
 - grâce à des ressources k8s « **RoleBindings** »
- Les Roles / RoleBindings sont liés à un **namespace**
- Les **Cluster**Roles / **Cluster**RoleBindings ne sont pas //

■ Structure d'un (Cluster)Rôle

```
k create role <role_name> \  
--resource <rsc> \  
--verb=get,list,create,patch,update,delete,deletecollection,watch  
--dry-run=client -o yaml > <role_name>-role.yml
```

- Ressources k8s : pod, deployment, services, namespaces,
- Le Verbe **watch** : voir les mises à jour des ressources associées en temps réel
 - induit le verb list => kubectl get <rsc>
 - induit le verb get => kubectl get <rsc> <rsc_obj>
 - => kubectl get <rsc> [<rsc_obj>] **-w**

■ Structure d'un (Cluster)RoleBinding

```
k create rolebinding <rb_name> \  
--role <role_name> \  
[ --group <group> ] \  
[ --user <user> ] \  
[ --serviceaccount <nspc:sa_name> ] \  
[ --namespace <nspc> ] \  
--dry-run=client -o yaml > <rb_name>-role-binding.yml
```

- **<user>** référence l'utilisateur renseigné dans les contextes => dans la section **/CN=** du sujet du **CSR**
- **<group>** référence le group renseigné dans la section **/O=** sujet du CSR
- **<nspc:sa_name>** désigne un serviceAccount lié à son namespace natif
- **<nspc>** n'est pas spécifié s'il s'agit d'un ClusterRoleBinding