Projet d’AL

V3: drone autonomy from truck:
allocation for driver, scheduling, mobile possibly disconnected

Team G

Martin Bruel, Thibaut Esteve, David Lebrisse,
Nathan Meulle, Kévin Ushaka

Sommaire

Acteurs

- Drivers
- Operators
- Drone
- Customer
- Map service

Personas

- Sam (rôle : Customer) est un retraité de Genouillac. Il commande souvent des produits depuis des sites de e-commerces car aucune grande ville n'est à côté de sa maison et qu'il ne peut pas se déplacer facilement. Il souhaite connaître le statut de la livraison pour être prêt à le recevoir à sa porte.

- Christine (rôle : Operators) est opératrice de traitement de colis. Elle travaille dans un dépôt pour une société de livraison de colis par drones. Elle est chargée de récupérer et redistribuer les colis qu'elle reçoit. Elle veut charger les camions qui partent pour livraison avec le colis des clients.

- Marcel (rôle : Driver) est livreur pour une agence de livraison à domicile. Sa société se spécialise dans la livraison par drones. Il habite à Genouillac dans la Creuse. Sa région est très faiblement peuplée et très peu couverte par le réseau 4G ou 5G. Il est chargé de livrer chaque matin les colis qui sont déposés dans son camion. Il souhaite réaliser facilement toutes ses livraisons avec les drones qui lui sont fournis par sa société. Une fois arrivé au point de déploiement, il est chargé de la synchronisation des drones avec le camion puis doit se tenir prêt à intervenir en cas de problème.

Scénarios

Scénario 1.1 [Obligatoire]: Chaque drone livre un colis à la fois

- Le conducteur arrive sur le lieu de déploiement des drones et démarre sa tablette.
- Le conducteur lit sur sa tablette le colis qu'il doit associer au drone libre.
- Il charge le colis sur le drone.
- Le conducteur indique que le colis est chargé sur la tablette.
- Le camion lui communique l'itinéraire de livraison.
- Le drone signale qu'il est parti pour sa livraison et commence la navigation.
- Il arrive à l'adresse et dépose le colis, il n'est alors pas connecté au camion
- Il repart pour rejoindre le camion.
- Arrivé dans la zone de couverture du camion, il signale qu'il a livré le colis.
- Le camion signale que le colis est livré dès qu'il peut se connecter à internet
- Le drone signale qu'il est retourné sur le camion et qu'il est libre
- Le système recalcule l'allocation des colis pour savoir quel colis il lui donne

Scénario 1.2 [Obligatoire]: Un grand drone livre plusieurs colis ou un seul.

- Le camion comporte des drones classiques capables de soulever 1 colis léger et des drones lourds pouvant supporter 1 colis lourd ou plusieurs colis légers.
- Arrivé sur le site de livraison, le conducteur lit sur sa tablette le colis qu'il doit associer au drone libre.
- Le conducteur a un colis lourd en priorité et d'autres colis légers qui doivent être livrés ensuite.
- Le conducteur charge le colis lourd et envoie le drone effectuer sa livraison (cf Scénario 1).
- Le drone revient, il ne reste que des colis légers. Le conducteur charge tous les colis dans ce drone et l'envoie pour sa dernière livraison.

Scénario 1.3 [Optionnel]: Couverture étendue : le camion effectue plusieurs livraisons

- Le conducteur lit sur sa tablette la première position où doit se rendre le camion
- Le conducteur indique sur sa tablette qu'il est arrivé à la première position.
- Une fois arrivé, il déploie ses drônes, ceux-ci vont livrer les colis dans un périmètre autour du camion. (*taille du périmètre à déterminer*)(itération du scénario 1).
- Quand les drônes ont fini leurs livraisons et sont revenus au camion, le conducteur lit sur sa tablette la seconde position où doit se rendre le camion.

Remarque : les coordonnées indiquées au camion sont calculées de manière à optimiser la vitesse de livraison des colis ainsi que la qualité du signal entre le camion et les drones.

Scénario 2.1 [Optionnel]: Un drone n'est pas en mesure de décoller

ex : La batterie est tombée, On ne peut plus charger

Scheduling des autres drones pour compenser.

- Le conducteur lit sur sa tablette le gros colis qu'il doit associer au gros drone libre.
- Il charge le gros colis sur le gros drone.
- Le conducteur indique que le colis est chargé sur la tablette.
- Le camion lui communique l'itinéraire de livraison.
- Le drone ne répond pas
- Le système réalloue les colis aux drones qu'il reste en fonction de leur taille
- Le camion signale les colis qui ne pourront pas être livré

Scénario 2.2 [Optionnel]: Le drone rencontre un obstacle

- Le drone est parti pour sa livraison.
- Il échange sa position avec le camion.
- Il rencontre un obstacle (entraînement des pompiers).
- Il revient au dernier point de connexion avec le camion.
- Il envoie sa position au camion et demande un recalcul du plan de vol.
- Le camion calcule et renvoie un premier petit itinéraire alternatif.
- Le drone met à jour son plan de vol.
- En cas d'impossibilité à franchir l'obstacle, le drone revient pour récupérer un tout autre itinéraire.

Scénario 2.3 [Obligatoire]: Le drone ne revient pas au camion

- Le drone est parti pour sa livraison.
- Il échange sa position avec le camion.
- Le camion ne reçoit plus de données du drone.
- Le camion détermine un timeout en fonction de la distance qui reste à parcourir par le drone.
- Le timeout est terminé, le camion considère que le drone est inopérant.
- Le système réalloue les colis aux drones qu'il reste en fonction de leur taille.
- Le camion signale les colis qui ne pourront pas être livrés

Scénario 3 [Obligatoire]: Route accidentée

- Le camion ne peut pas atteindre la position prévue.
- Le chauffeur s'en approche le plus possible.
- Il relance le calcul des plans de vols à partir de sa nouvelle position.
- Une livraison n'est pas réalisable (beaucoup trop loin), elle est annulée.
- Le conducteur lance la livraison des autres colis avec les drones.

Scénario 4 [Obligatoire]: Connection perdue entre le camion et le drone

- Le camion n'a pas reçu de signal du drone sur sa position (envoyée normalement à intervalle régulier).
- Le camion enregistre la dernière position connue du drone et lance un timeout (calculé en s'appuyant sur la distance). Une fois dépassé le drone est considéré comme perdu (la dernière position connue sera envoyée au site pour permettre l'envoi d'une équipe de récupération).
- Le drone poursuit son plan de vol. Il effectue une synchronisation lors de sa reconnexion. Celle-ci lui permet de corriger sa trajectoire et obtenir les dernières informations quant aux imprévus de parcours (météo, commande annulée...)

Scénario 5 [Optionnel]: Meilleure zone de connection pour le camion

- Au cours de son vol, le drone trouve une meilleure zone de connexion pour le camion.
- Le camion notifie chaque drone de sa nouvelle position

Epics

En tant que Client,
Je veux que ma commande soit livrée
Afin de pouvoir la récupérer
=> **Livraison**

En tant que Conducteur,
Je veux savoir comment répartir les drones et colis
Afin d'assurer les livraisons
=> **Répartition / Planning**

En tant que Camion,
Je veux pouvoir suivre mes drones
Afin de pouvoir déterminer lesquels sont disponibles
=> **Suivi** / **Pistage**

En tant que Livreur
Je veux pouvoir optimiser l'utilisation des drones
Afin de livrer plus et plus rapidement
=> **Optimisation**

Sprints

Sprint #1 pour 14/10

Nom : Minimal Viable Product
Description : Livraison de plusieurs colis, chaque drone a un colis à la fois.

- En tant que livreur, je veux consulter la liste d'affectation des colis afin de recharger les drones et débuter la livraison.
- En tant que camion, je veux affecter le colis le plus prioritaire au prochain drone libre afin d'optimiser mes horaires de livraison.(le premier enregistré)
- ~~En tant que drone, je veux télécharger l'itinéraire de livraison afin de démarrer la navigation.~~
- En tant que drone, je veux suivre l'itinéraire de livraison afin de déposer le colis à l'adresse du client et retourner au camion.
- En tant que livreur, je veux que le camion me notifie d'un drone libre et du prochain colis à livrer afin de démarrer une autre livraison.
- En tant que camion, je veux être notifié régulièrement de l'activité des drones, afin de maintenir mon planning de livraison.
- En tant que camion, je veux notifier le dépôt que la livraison est effectuée afin de notifier le client.
- En tant que développeur, je veux que le drone notifie le camion de sa fin de livraison afin de changer l'état de la livraison.

Sprint #2 pour 19/10

Nom : Connection issue
Description: Le drone peut subir une déconnexion voire être perdu.

- ~~En tant que drone, je veux transmettre ma position au camion afin de me reconnecter avec le camion.~~
- En tant que camion, je veux réessayer de me connecter au drone perdu afin de récupérer sa dernière position.
- En tant que camion, je ne peux pas accéder au point de déploiement et indique donc la position alternative trouvée.
- ~~En tant que développeur, je veux annuler les livraisons qui sont beaucoup trop éloignées du camion afin de réussir mes livraisons. (reporté Sprint 3)~~
- En tant que développeur, je veux ré assigner les colis rattachés au drone qui est perdu afin de garantir les livraisons restantes dans les meilleurs délais.

Sprint #3 pour 26/10

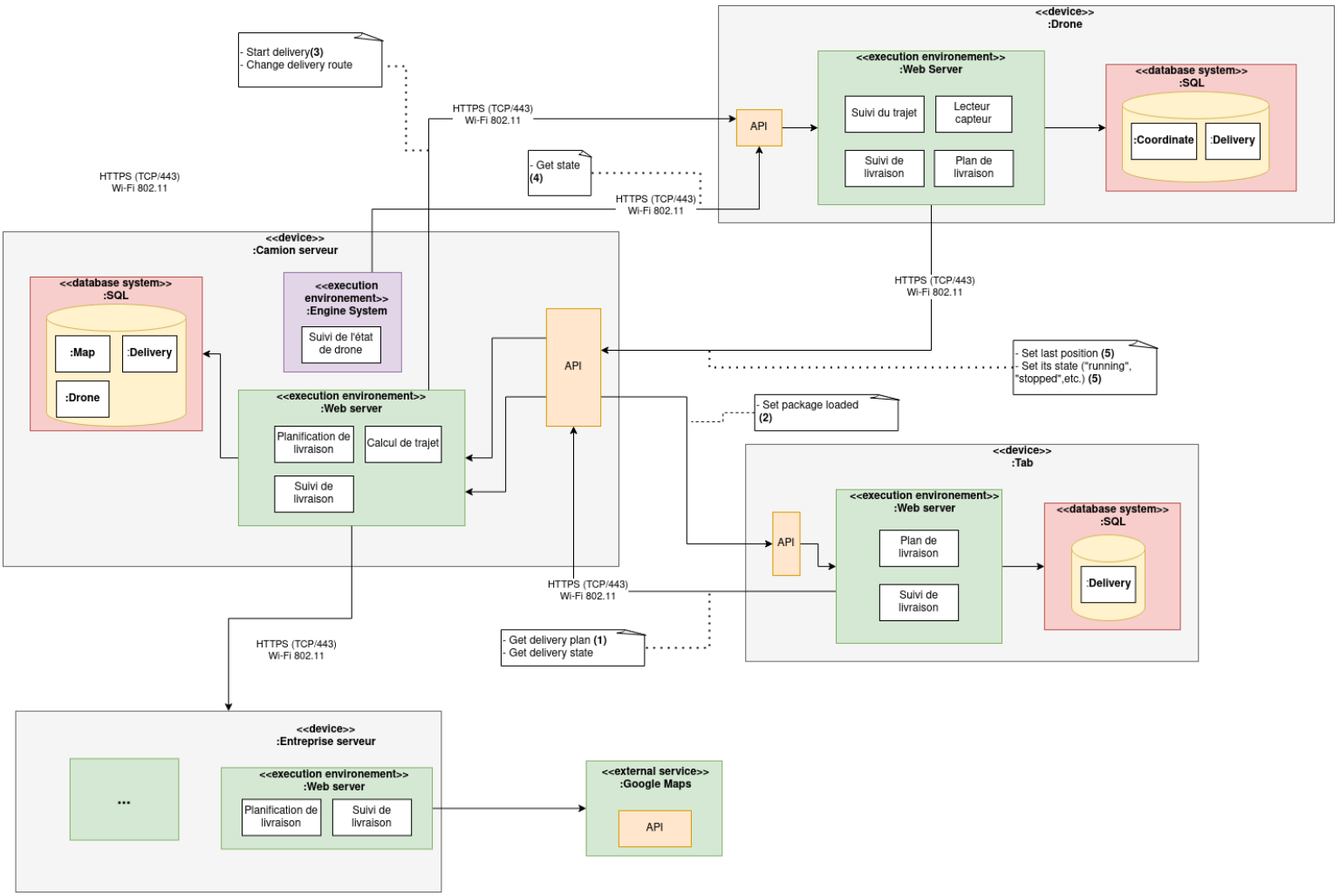
Nom : Drone optimisation

Description : On ajoute un grand drone qui livre plusieurs colis.

- ~~En tant que camion, je veux affecter les colis en fonction de leur poids afin de ne pas surcharger les drones.~~
- En tant que camion, je veux pouvoir associer les gros drones à plusieurs colis afin de livrer plus et plus rapidement
- ~~En tant que camion, je veux déterminer une nouvelle zone de décollage afin d'optimiser mon plan de route~~. (won't)
- En tant que livreur, je veux lancer le calcul des plans de vols à partir d'une nouvelle position afin de m'adapter aux accidents de la route.
- En tant que développeur, je veux annuler les livraisons qui sont beaucoup trop éloignées du camion afin de réussir mes livraisons.

Diagramme d'architecture

(cf : https://github.com/pns-si5-al-course/al-drone-21-22-al-drone-21-22-g/blob/main/archi1.png)



Notre système propose la livraison de colis à partir d'un entrepôt. La première partie de la livraison est effectuée en camion par nos conducteurs, la seconde est réalisée par drones lancés depuis le camion. On envisage que l'entreprise dispose de différents services pour gérer son activité. Quand le camion est chargé, l'opérateur lance le chargement des cartes géographique et des plans de livraisons. C'est le service de suivi de livraison qui récupère les cartes depuis un service externe et les envoie au camion. Il envoie également les données sur les livraisons qu'il faut effectuer. Le serveur du camion stocke donc les livraisons, les cartes et les informations sur les drones (poids, capacité de la batterie, etc.).

Le camion dispose d'une application sur un serveur local qui planifie les livraisons, calcul les trajets et le suit l'état des livraisons. Ce serveur stocke les données de livraison, les informations sur les drones, et les cartes géographiques de la région. Quand le livreur arrive à son point d'arrivée, il se connecte au point de connexion du camion et appelle

l’application pour démarrer la planification des trajets et l’assignation des drones. Les drones sont connectés en *filaire* quand ils sont sur le camion. Il récupère les différentes assignations et les informations sur la livraison. Il charge le drone. Après le chargement, le livreur débranche le drone et confirme le démarrage de la livraison. Le drone se connecte en Wifi au camion et démarre la navigation.

Le camion demande régulièrement l’état du drone. En prenant en compte la possibilité d’une perte de connexion, l’on requiert plusieurs fois le drone et mettons en place un timeout avant de définir le drone comme perdu. De son côté, le drone enregistre dans sa base de données ses dernières positions pour gérer le scénario du drone perdu. Il peut revenir à son dernier point de livraison. Il a également les informations de la livraison pour mettre à jour son état. Il a des tâches en concurrence. Il lit les données de ses capteurs, il les traite, suit le trajet et envoie son état au camion. Quand le drone revient au camion, on le branche pour le recharger et lui transférer sa prochaine livraison. L’état des livraisons sur le serveur du camion sont également mis à jour.

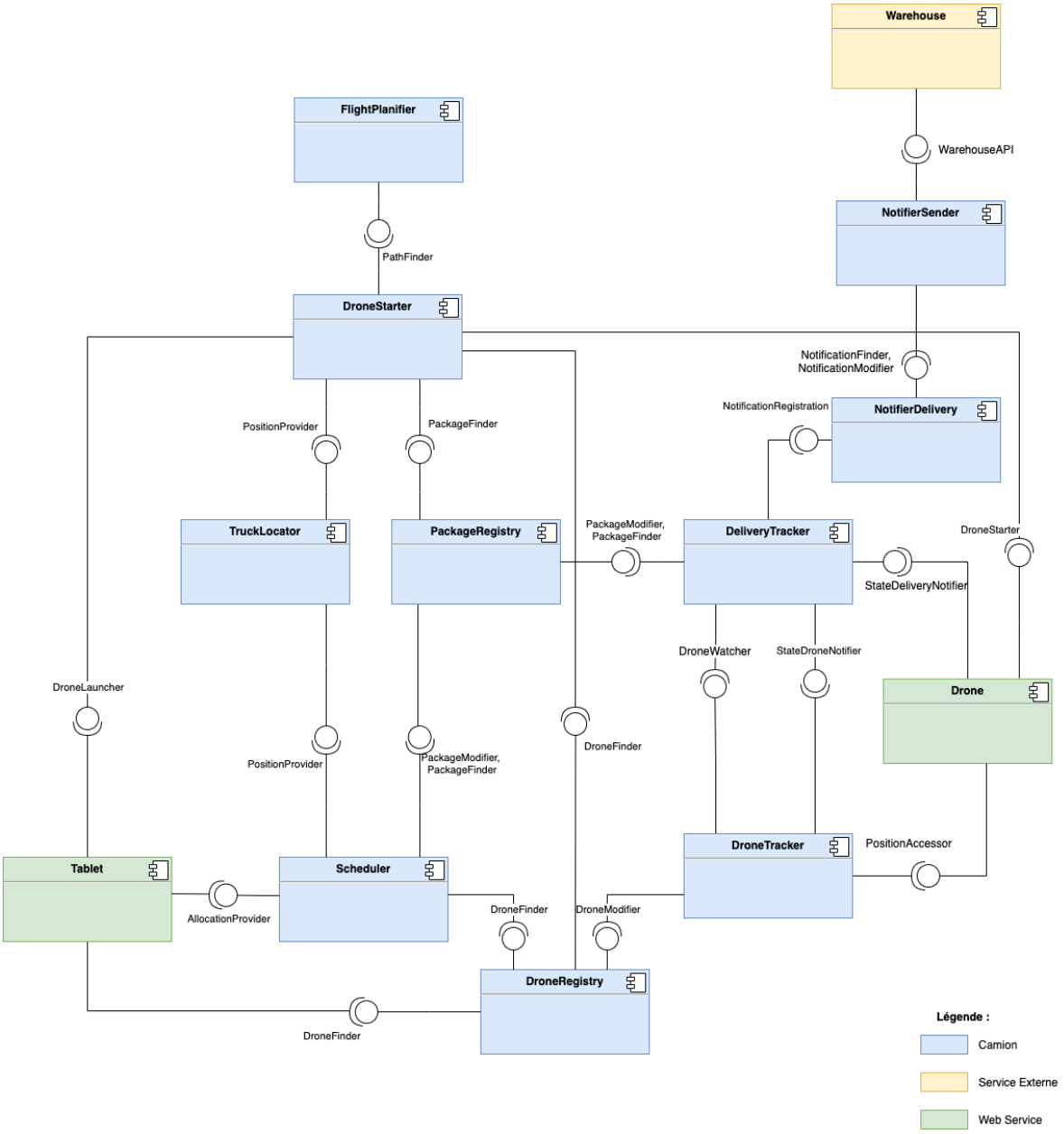
Le retour sur camion à l'entrepôt synchronise les données de livraison avec les données du serveur de l’entreprise.

Diagramme de composants

Nous envisageons de créer une application en 3-Tiers qui sera lancée dans le serveur du camion pour la planification des livraisons , le suivi du trajet et le calcul des trajets. Ce sont des fonctionnalités fortement liées et qui demandent de transmettre beaucoup de données entre les différents composants. Une solution en microservices ajouterait des coûts de communications entre les composants et nous n'avons pas besoin de rendre l'application scalable au sein du camion , le nombre d'appels étant borné.

Le drone et le dépôt présentent des services qui communiquent avec le camion. Ce sont des services mockés ou ou partiellement mockés. En effet, le drone contient de la logique métier mais nous sommes limités par le langage pour utiliser des fonctionnalités matérielles par exemple.

(cf : https://github.com/pns-si5-al-course/al-drone-21-22-al-drone-21-22-g/blob/main/component2.png)



Nous n’avons pas détaillé le fonctionnement interne du drone et du système de l’entrepôt. Nous faisons ici l’hypothèse que l'entrepôt dispose déjà d’une solution présentant une API dont nous faisons l’usage. Quant à la tablette, c'est une CLI sur laquelle le conducteur effectue ses actions sur le système. C’est pour cela que nous allons essentiellement décrire les composants qui s'exécutent sur le serveur du camion.

Le livreur commence sa livraison en démarrant la planification. C’est le ***Scheduler*** qui planifie les livraisons, il récupère les colis et cherche des drones disponibles pour la livraison. Le composant **DroneRegistry** permet de trouver les drones disponibles et le **PackageRegistry** permet de trouver les colis à livrer. Le **Scheduler** associe les colis aux drones et renvoie une liste d’assignation.

Lorsque le livreur termine de charger le paquet sur le drone, il demande ensuite le démarrage du drone. L’application doit alors calculer le trajet que suivra le drone grâce à la position récupérée du camion et l'adresse de destination. En effet, notre composant **DroneStarter** recevra de la tablette l’identifiant du colis et du drone et communiquera avec **TruckLocator** et **PackageRegistry** afin de récupérer les positions de départ et d’arrivée. Il passe les informations à **FlightPlanifier** qui calcule un itinéraire à partir de positions GPS.

Le drone étant lancé, il n’est plus disponible pour les prochaines livraisons. Pour prendre celà en compte, lors du décollage du drone, ce dernier confirme le début de livraison auprès de **DeliveryTracker** et l’on modifie son statut de livraison ce qui nous permet de le retirer des drones disponibles dans **DroneRegistry**.

Cependant, il arrive que les drones ne puissent pas revenir. Pour gérer cette éventualité, lors du ‘message’ de décollage, on active un composant, **DroneTracker**, chargé de traquer ce drone, afin de s’assurer de son état de fonctionnement. Au retour du drone, on arrêtera de le traquer. Un drone perdu se traduit par une livraison échouée, c’est pourquoi un composant, **DeliveryTracker**, met à jour l’état de la livraison et notifie le dépôt de l’état de livraison.

Nous sommes conscients que notre composant **Scheduler** possède une part importante de complexité et devra peut-être être séparé en deux composants à l’avenir.

Notre composant **DroneTracker** doit actuellement s’assurer du statut des drones et le mettre à jour. Nous envisageons l’ajout d’un composant dédié à la mise à jour des données pour délester **DroneTracker**.

Présentation des interfaces :
Légende : Interfaces pas encore réalisées

AllocationProvider

```
GET /truck/allocation
JSON Body : Allocation[]
```

DroneLauncher

```
POST /start/drone/:droneId/package/:packageId
JSON Body : none
```

PositionProvider

```
getTruckPosition() : Position
```

PackageFinder

```
getDeliverablePackages() : List<Delivery>
getPackageByPackageId(packageId long) : Delivery
getPackagesByDroneId(droneId int) : List<Delivery>
```

PathFinder

```
getPath(Position truckPos, Position packagePos) : FlightPlan
```

DroneStarter

```
POST <drone_ip>/drone-api/delivery/start
JSON Body : FlightPlan
```

Le DroneStarter récupère la socket du drone qu'il veut démarrer grâce à l'interface DroneFinder et lui envoie la requête POST ci-dessus.

DeliveryStateNotifier

```
POST /truck-api/delivery/
JSON Body : { droneId, DeliveryState }
```

PositionAccessor

```
GET <drone_ip>/drone-api/position/
```

DroneStateNotifier

```
droneDown(droneId long) : void
```

DroneWatcher

```
track(droneId long) : void
untrack(droneId long) : void
```

PackageModifier

```
setPackageStatus(packageId long, PackageStatus status)
```

DroneModifier

```
setDroneStatus(droneId int, DroneStatus status)
assignDeliveryToDrone(Drone drone, Delivery delivery)
```

DroneFinder

```
getAvailableDrones() : List<Drone>
findDroneById(droneId long) : Drone
```

WarehouseAPI (initialise la connexion avec la warehouse)

```
useWarehouseAPI(WarehouseAPI warehouse)
sendNotification()
```

DroneRegistration (ajouté pour faciliter les tests)

```
registerDrone(Drone drone)
```

PackageRegistration (ajouté pour faciliter les tests)

```
registerDelivery(Delivery d)
```

NotificationModifier

```
deleteNotificationsByIds(List<Long> notificationsIds)
```

NotificationRegistration

```
createNotification(long packageId, int deliverySate)
registerNotification(Notification n)
```

NotificationFinder

```
getAllNotification()
```

PackageSelector

```
getDeliverySelected() : List<Delivery>
```

ClusterSelector

```
getDeliveryCluster(int capacity) : List<Delivery>
```

Déroulement du scénario 1.1 dans notre architecture :

Le conducteur arrive sur le lieu de déploiement des drones et démarre sa tablette.

La Tablet envoie un signal de départ au composant Scheduler, celui-ci lit la position du camion depuis un capteur via TruckLocator et récupère également les paquets *à livrer auprès de PackageRegistry.*

Le conducteur lit sur sa tablette les colis qu'il doit associer aux drones libres.

Tablet demande au *Scheduler* les affectations des drones aux paquets.

Il charge le colis sur le drone et indique que le colis est chargé sur la tablette.

Tablet indique l'identifiant du drone et celui du paquet au *DroneStarter* (avec PositionProvider et PackageFinder)

Le camion lui communique l'itinéraire de livraison.

*Celui-ci va alors demander le calcul de l'itinéraire à FlightPlanifier qui le retourne au composant DroneStarte*r. Après avoir récupéré l'ip du drone (via DroneFinder) *ce dernier envoie l'itinéraire au Drone via l'interface DroneStarter.*

Le drone signale qu'il est parti pour sa livraison et commence la navigation.

Drone va envoyer un signal au DeliveryTracker pour que celui-ci mette à jour l'état de la livraison. Par la même occasion, il demande à DroneTracker de commencer à pister le drone concerné. Lorsque DeliveryTracker reçoit une demande de pistage, il met à jour la disponibilité du drone via DroneRegistry.

Le camion surveille la position du drone.

Périodiquement, DroneTracker va envoyer un signal à Drone pour lui demander sa position, il amorce alors un timeout pour considérer ou non un drone comme perdu. Celui-ci lui répond alors avec sa position et DroneTracker met alors à jour le timeout.

Il arrive à l'adresse et dépose le colis, il n'est alors pas connecté au camion.

Drone envoie un signal au DeliveryTracker pour l'avertir de changer son état.

Il repart pour rejoindre le camion.
Arrivé dans la zone de couverture du camion, il signale qu'il a livré le colis.

Drone parvient à envoyer le nouveau statut de livraison au DeliveryTracker qui indique également à NotifierDelivery que le colis livré est arrivé à sa destination.

Le camion signale que le colis est livré dès qu'il peut se connecter à internet

NotifierDelivery effectue une vérification de connexion qui aboutit, il récupère alors les livraisons qui n'ont pas encore été communiquées et les envoie à la Warehouse.

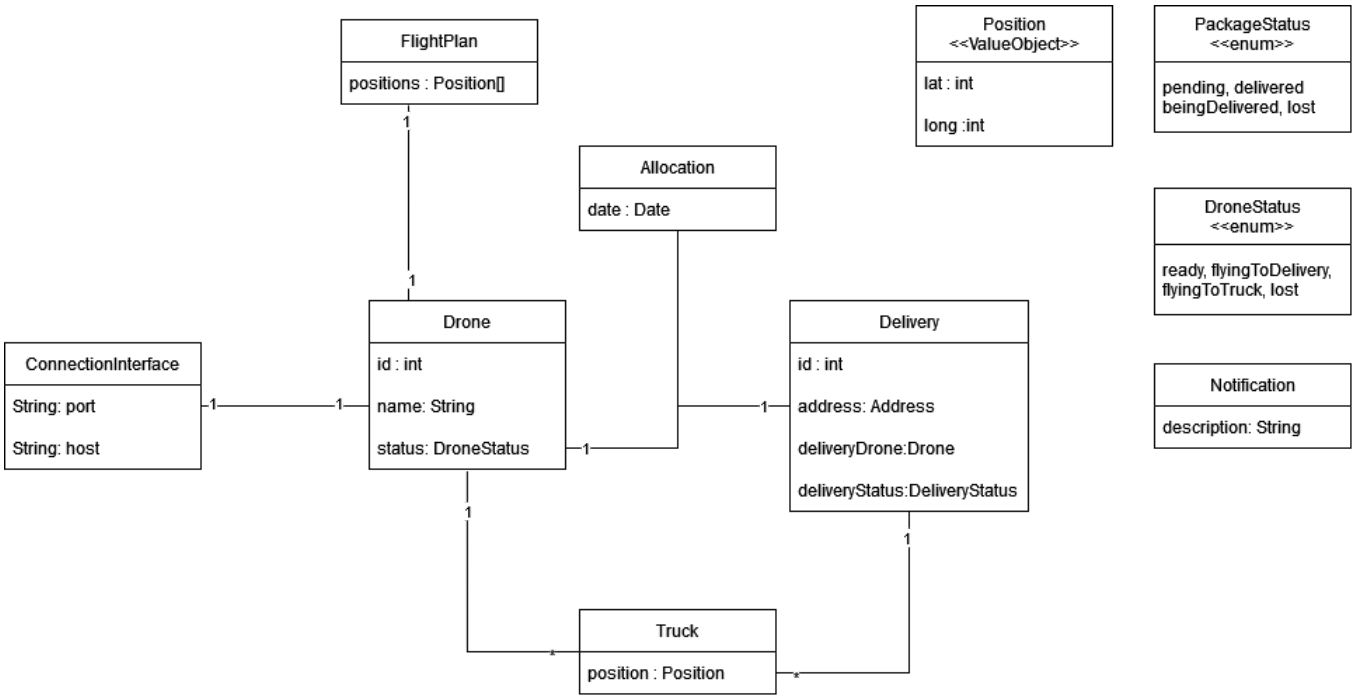
Le drone signale qu'il est retourné sur le camion et qu'il est libre

Drone parvient à envoyer le nouveau statut de livraison au DeliveryTracker qui demande à DroneTracker d'arrêter de pister le drone. DeliveryTracker indique également à NotifierDelivery que le colis livré est arrivé à sa destination. Lorsque DeliveryTracker reçoit une demande d'arrêt de pistage, il met à jour la disponibilité du drone via DroneRegistry.

Le système recalcule l'allocation des colis pour savoir quel colis il lui donne

Tablet peut lancer le drone sur son affectation suivante.

Modèle de données



Choix Technos

Nous allons nous orienter vers du java pour l'application du serveur embarqué dans le camion.
Les différents mocks et services externes seront écrits en python : l'aspect interprété du langage nous permettra de tester plus finement les fonctionnalités au cours de notre développement.

Nous choisissons Spring-boot comme principale technologie pour les raisons suivantes :

- Adapté pour faire du monolithe
- Gère bien le multi-threading ce qui nous sera utile pour mettre en place la surveillance des drones.
- Son utilisation demande d'importantes ressources (notamment en termes de mémoire), cependant notre camion à la capacité d'embarquer le matériel nécessaire.
- Limite : le camion peut être down mais pas de contrainte d'être opérationnel 24/24
- Gestion facile de la persistance avec openJPA.