

Détecteur de bagages et de présence humaine V1

Projet interne Orange
Applications for Business



Dossier de Spécifications Fonctionnelles - Détecteur V1

Référence : OAB_Detecteur_V1_DSF 1.0

Date : 17/04/2018

Interne Orange Applications for Business

Description du document

Propriété	Orange Applications for Business
Client	Interne
Titre projet	Détection multi-objets dans les transports publics
Titre document	Dossier de Spécifications Fonctionnelles - Détecteur V1
Référence	OAB_Detecteur_V1_DSF
Version	1.0



Classification	Interne Orange Applications for Business			
Rédacteurs	Marie Brunet Carteaux			
Statut	<input type="checkbox"/> En cours	<input checked="" type="checkbox"/> Relu	<input type="checkbox"/> Validé	<input type="checkbox"/> Approuvé
Approbation (Nom et signature)	Lionel Frémanteau	Florence Laup		
Date	17/04/2018			

Diffusion

société	nom	fonction	diffusion
Orange Applications for Business	Marie Brunet Carteaux	Développeur	rédaction
	Lionel Frémanteau	Tuteur	validation
	Florence Laup	Manager	validation

Historique des versions

Version	Opération	Nom	Date
1.0	Création	Marie Brunet Carteaux	17/04/2018

Table des matières

1. INTRODUCTION.....	6
1.1. Contexte	6
1.1.1. Orange Applications for Business	6
1.1.2. Systèmes de détection existants	6
1.2. Objet du document	6
1.3. Documents de référence	7
1.4. Glossaire	7
2. CONTEXTE DU PROJET	8
3. ARCHITECTURE FONCTIONNELLE DETAILLEE.....	9
3.1. Acteurs	9
3.2. Objets de détection.....	10
3.3. Véhicule	11
3.3.1. Voiture	12
3.3.2. Caméra.....	13
3.4. Modes.....	13
3.4.1. Définition des modes	13
3.5. Détection	15
3.5.1. Entrées de l'algorithme	15
3.5.2. Algorithme de détection	15
3.5.3. Sorties de l'algorithme	18
3.5.4. Contraintes liées à la détection	18
3.6. Cas d'utilisation par profil	19
3.6.1. Cas d'utilisation pour l'acteur Opérateur	19
3.6.2. Cas d'utilisation pour l'acteur Conducteur	20
3.7. Description des cas d'utilisation Utilisateur	21
3.7.1. Observer les objets détectés dans le véhicule.....	21
3.7.2. Compter les objets détectés dans le véhicule	22
3.7.3. Donner le taux d'occupation du véhicule	23
3.7.4. Alerter en cas de détection d'objets lors de la transition du mode MC vers le mode AM 24	
3.7.5. Connaître la tendance de fréquentation du véhicule le long de la ligne.....	25
4. IHM	27
4.1. Choix du véhicule.....	27
4.2. Comportement de l'IHM en mode mission commerciale	29
4.2.1. Position du véhicule sur la ligne	29
4.2.2. Taux d'occupation	30
4.2.3. Nombre d'usagers détectés	31
4.2.4. Encarts informatifs et d'avertissement	32
4.2.5. Date et heure.....	32

4.2.6.	Statistiques de fréquentation	32
4.3.	Comportement de l'IHM lors de la transition MC vers AM	33
4.3.1.	Position du véhicule	34
4.3.2.	Encarts d'alerte	35

Liste des Figures

Figure n°1 - Les acteurs du détecteur multi-objets	9
Figure n°2 - Les types de véhicules observables	11
Figure n°3 – Composition détaillée des éléments composant un véhicule.....	12
Figure n°4 – Illustration du recoupement des faisceaux des caméras de surveillance.....	12
Figure n°5 – Recoupement des caméras de surveillance	13
Figure n°6 – Déroulé classique de la détection	14
Figure n°7 – Diagramme de transitions entre les modes de fonctionnement du véhicule.....	15
Figure n°8 – Pipeline d'exécution de l'algorithme de détection.....	17
Figure n°9 – Cas d'utilisation pour l'acteur Opérateur	19
Figure n°10 – Cas d'utilisation pour l'acteur Conducteur.....	20
Figure n°11 – Template de l'écran d'accueil de l'IHM	27
Figure n°12 – Détail de la liste déroulante de choix de véhicule	28
Figure n°13 – Aperçu de l'IHM en mode mission commerciale.....	29
Figure n°14 – Indications de la position du véhicule	30
Figure n°15 – Affichage du taux d'occupation dans le véhicule et par voiture	30
Figure n°16 – Exemple d'affichage du nombre d'utilisateurs détectés et du menu de sélection de voiture.....	31
Figure n°17 – Encart informatif indiquant à l'utilisateur la nature du conducteur du véhicule	32
Figure n°18 – Encart d'avertissement prévenant l'utilisateur de la détection de bagages dans un (certains) voiture(s) du véhicule.....	32
Figure n°19 – Histogramme représentation la fréquentation (taux d'occupation) du véhicule en fonction du temps. Les nombres d'utilisateurs détectés surplombent les barres de l'histogramme.	33

Liste des tableaux

Tableau n°1 – Documents de référence	7
Tableau n°2 - Glossaire	7
Tableau n°3 – Description du cas d'utilisation « Observer les objets détectés dans le véhicule »	21



Tableau n°4 – Description du cas d'utilisation « Compter les objets détectés dans le véhicule »	22
Tableau n°5 – Description du cas d'utilisation « Donner le taux d'occupation du véhicule ».....	23
Tableau n°6 – Description du cas d'utilisation « Donner le taux d'occupation du véhicule ».....	24
Tableau n°7 – Description du cas d'utilisation « Donner le taux d'occupation du véhicule ».....	26

1. Introduction

1.1. Contexte

1.1.1. Orange Applications for Business

Spécialisé dans l'intégration de systèmes et la fourniture de services applicatifs sur mesure ou en mode SaaS, Orange Applications for Business accompagne les entreprises tout au long du cycle de vie de leurs projets (conseil, conception, développement et exploitation) dans 3 domaines clés :

- **L'expérience client** : avec des solutions à toutes les étapes du parcours client, avant, pendant et après l'achat, sur tous les canaux de communication (digital, vocal, local)
- **Le big data/analytics** : pour rendre accessible les données critiques facilitant les prises de décisions stratégiques et opérationnelles des entreprises
- **Le machine to machine et les objets communicants** : pour aider les entreprises à faire communiquer leurs produits et machines afin d'accroître leur efficacité et développer leur activité

Dans un contexte de développement durable et de sécurité, OAB souhaite déployer une solution permettant la détection des usagers et de bagages abandonnés dans les transports publics. Cette problématique intéresse un nombre grandissant d'acteurs ; développer une solution innovante y répondant permettrait à OAB de se positionner sur l'appel d'offres de ces entreprises.

1.1.2. Systèmes de détection existants

Il n'existe à l'heure actuelle aucune solution similaire de détection multi-objets chez OAB. Des collaborateurs chez Orange Labs ont développé une solution de détection des usagers dans les bus nécessitant une intervention humaine pour son initialisation. Des améliorations sont actuellement apportées à cette solution dans le but de supprimer ces étapes d'initialisation. En revanche, aucun algorithme ne propose de détecter les usagers et les bagages simultanément.

1.2. Objet du document

Le Dossier de Spécifications Fonctionnelles (DSF) est une formalisation des besoins exprimés par OAB. Ces besoins doivent être traduits en termes de fonctions visibles à l'extérieur du système. Le but est de décrire chacune de ces fonctions, toujours d'un point de vue externe, sans préjuger de la solution technique qui sera choisie pour répondre aux besoins.

1.3. Documents de référence

N°	Titre	Référence	Version
Documents Orange Applications for Business			
1	Réalisation d'un module embarqué pour la détection d'événements	Sujet de stage de Marie BRUNET.pdf	1.0
2	Benchmark for multi-object recognition	Benchmark.pdf	
3	Référentiel d'exigences fonctionnelles	MODPT_EXIGENCES_PRJ.xls	1.0

Tableau n°1 – Documents de référence

1.4. Glossaire

Abréviation	Description
AM	Attente de Mission
MC	Mission Commerciale
HL	Hors Ligne
DSF	Dossier de Spécification Fonctionnelle
TP	Transport Public
OA	Objet(s) Abandonné(s)

Tableau n°2 - Glossaire

2. Contexte du projet

OAB décide la réalisation d'un projet dont le but est la création d'une solution de détection des usagers et objets visibles sur les images de vidéosurveillance des véhicules de transport public. Le projet inclut la conception et le développement du Détecteur V1.

3. Architecture fonctionnelle détaillée

3.1. Acteurs

Ci-dessous sont représentés les différents acteurs identifiés pour le détecteur multi-objets :

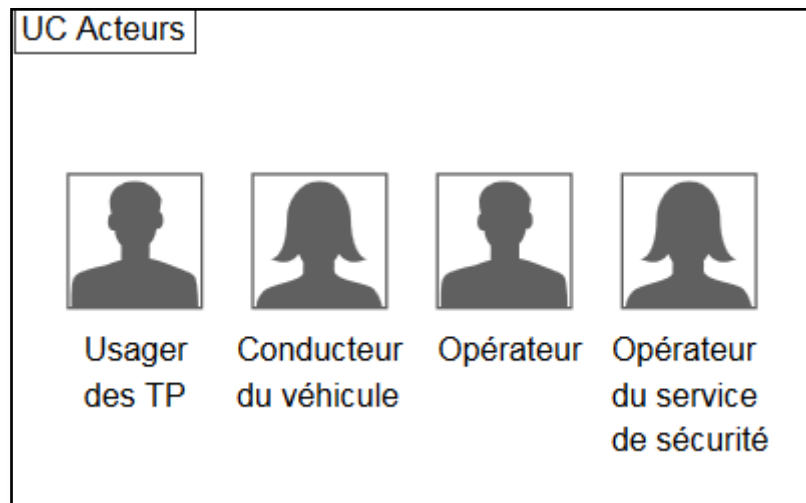


Figure n°1 - Les acteurs du détecteur multi-objets

Ci-dessous la description détaillée pour chaque acteur identifié :

- Acteur « Usager des transports publics » : Être humain utilisant le service de transport en commun.
- Acteur « Conducteur du véhicule » : Personnel assurant le déplacement du véhicule (lorsque celui-ci n'est pas conduit de manière automatique).
- Acteur « Opérateur » : Personnel consultant l'IHM fournie par le détecteur.
- Acteur « Opérateur du service de sécurité » : Personnel de sécurité mandaté pour intervenir lorsque des bagages abandonnés ou des personnes sont détectés en mode final (voir R_FONC_ATTENTE_MISSION_2 du document MODPT_EXIGENCES_PRJ).

3.2. Objets de détection

Les trois types principaux d'objets devant être détectés sont présentés comme suit :

Type d'objet	Dénomination DSF	Quand doivent-ils être détectés ?	
Usagers du service de TP assis ou debout dans le véhicule	Usagers	HL	x
		MC	✓
		MC→AM	✓
Bagages et tout objets de contenance (sac de course, sac poubelle, ...)	Bagages	HL	x
		MC	✓
		MC→AM	✓
Tout objets susceptibles d'être abandonnés à bord du véhicule	Objets abandonnés (OA)	HL	x
		MC	x
		MC→AM	✓

Tableau n°3 – Description des catégories d'objets à détecter et identifier

Les OA (vêtement, livre, ...) ne sont détectés que lors de la transition du mode MC vers le mode AM (autrement, l'algorithme détecterait potentiellement tous les habits revêtus par les usagers, apportant ainsi une quantité importante d'information non pertinente dans le cadre du projet).

Dans la suite de ce document, ces différentes catégories d'objets seront appelées par leur dénomination DSF dans un souci de simplification.

3.3. Véhicule

L'algorithme fonctionne dans tout véhicule de transport public, qu'il s'agisse d'un bus/trolleybus, d'un métro, d'un tramway ou d'un train. S'il s'agit d'un train ou assimilé, un véhicule peut être formé de plusieurs voitures.

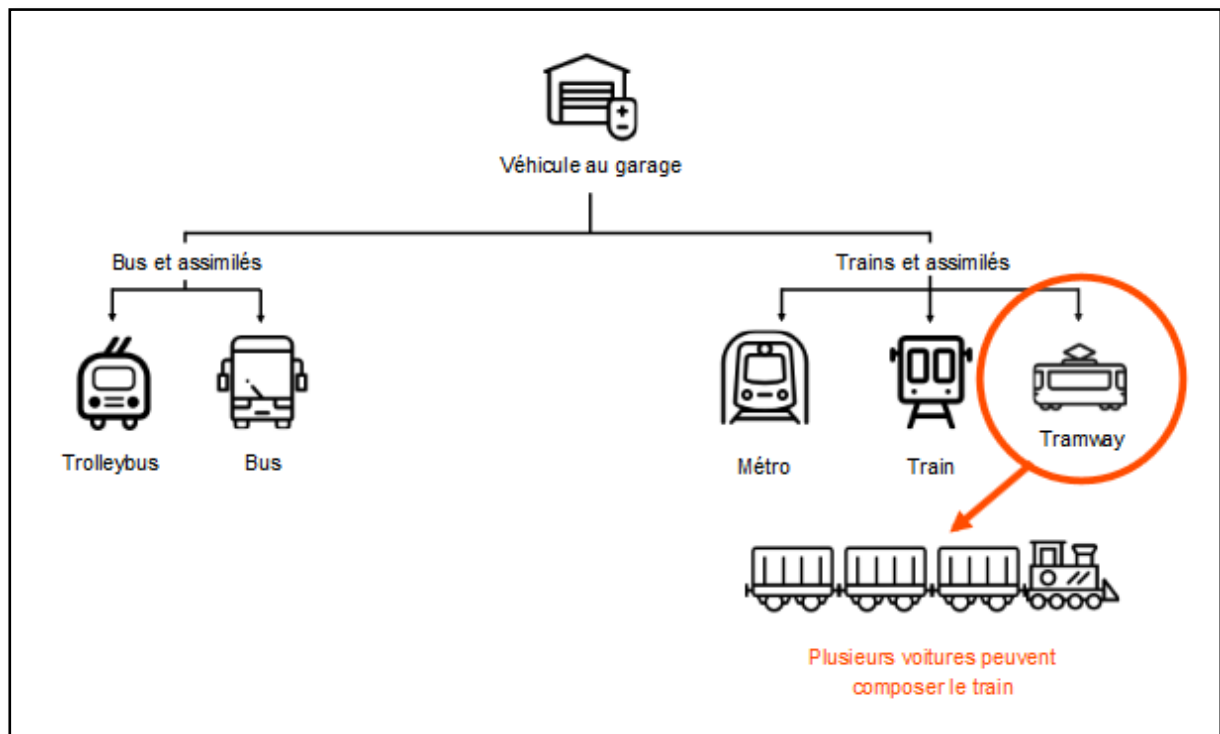


Figure n°2 - Les types de véhicules observables

La solution prend en compte ces caractéristiques et détecte les objets quel que soit le type de véhicule, quel que soit le nombre de voitures le composant.

Un véhicule est caractérisé par un certain nombre de propriétés, décrites par les attributs suivants :

- Son identifiant unique,
- L'identifiant de la ligne sur laquelle le véhicule circule ,
- La date et heure de départ théorique du terminus,
- La date et heure d'arrivée théorique au terminus,
- Une capacité maximale d'usagers,
- La nature du conducteur (humain ou automatique),
- Le mode dans lequel le véhicule se trouve actuellement¹,
- Le nombre de voitures constituant ledit véhicule,
- Les voitures le composant.

¹ Les modes de circulation du véhicule sont expliqués dans la partie 3.4.

Chaque véhicule est caractérisé par une capacité maximale d'utilisateurs, décrite comme étant la somme de la capacité maximale de chaque voiture le composant.

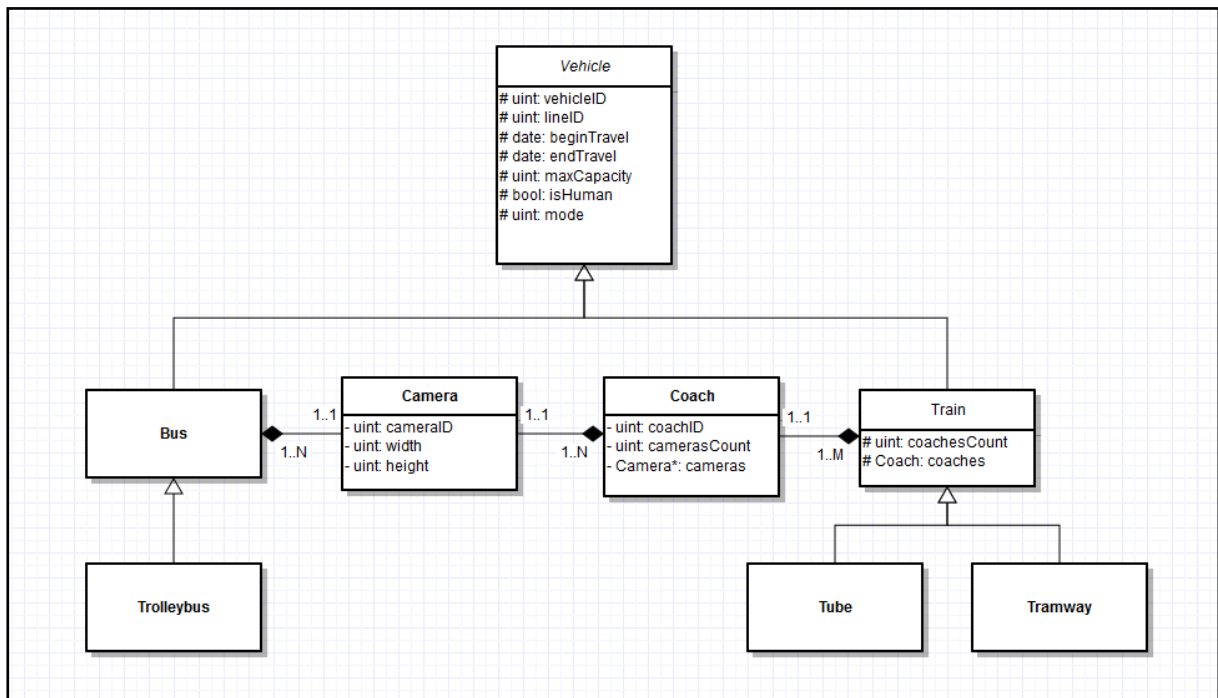


Figure n°3 – Composition détaillée des éléments composant un véhicule

3.3.1. Voiture

Les voitures composant le véhicule peuvent comporter jusqu'à N caméras de surveillance chacun (par défaut, N = 3). Le nombre d'utilisateurs détectés dans un véhicule est donc la somme des personnes détectées par chaque caméra de chaque voiture, en excluant le potentiel recoupement des caméras. S'il y a un recoupement, alors il faudra appliquer un algorithme pour retrancher les doublons du nombre d'utilisateurs et de bagages détectés par voiture.

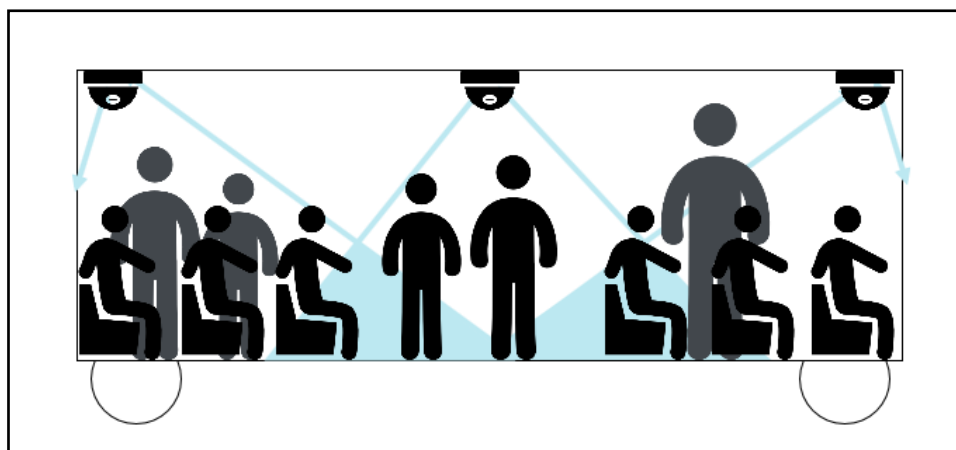


Figure n°4 – Illustration du recoupement des faisceaux des caméras de surveillance

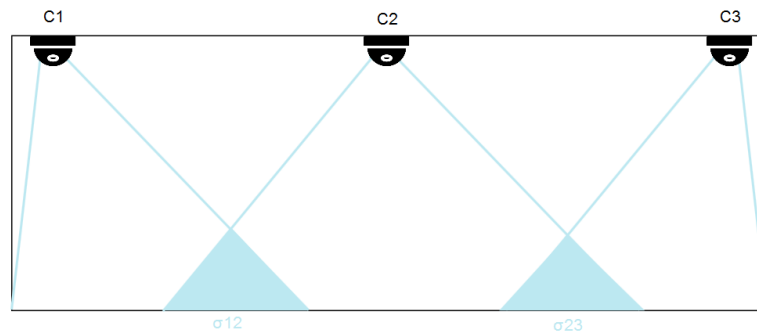


Figure n°5 – Recouvrement des caméras de surveillance

Considérant l'illustration ci-dessus, on peut exprimer le nombre de personnes détectées dans l'ensemble du véhicule avec la formulation suivante :

$$D = \sum_{w=1}^M (D_{w1} \cdot (1 - \sigma_{12}) + D_{w2} + D_{w3} \cdot (1 - \sigma_{23}))$$

où M désigne le nombre de voitures composant le véhicule, D_{wi} est le nombre de personnes détectées dans l'image fournie par la caméra i dans le voiture w , et σ_{ij} désigne la surface de recouvrement des caméras i et j .

3.3.2. Caméra

La détection des usagers et des bagages est faite à partir des images fournies par les caméras de surveillance déjà présentes dans les véhicules de transport public. La législation française régule les dimensions minimales d'images destinées à la surveillance ; le projet se calque sur ces recommandations légales et nécessite des images de dimension 720 x 576px minimum. Afin d'éviter de gaspiller des ressources, les dimensions des images fournies à l'algorithme ne doivent pas dépasser 1080p.

3.4. Modes

3.4.1. Définition des modes

Le véhicule peut se trouver en trois modes distincts. Cette distinction des modes de fonctionnement du véhicule sert principalement à réguler la détection des personnes, des bagages et objets abandonnés, c'est-à-dire que :

- Le mode « hors-ligne » (HL) désigne les situations dans lesquelles le véhicule se trouve en garage, à l'atelier ou en parking. Il n'est pas supposé y avoir d'usagers ou de matériel à l'intérieur du véhicule et ce dernier est à l'arrêt.
- Le mode « mission commerciale » (MC) désigne les situations où le véhicule effectue un trajet sur une ligne commerciale et n'est pas sur le point d'entrer en station terminus. En mode MC, sont détectés les usagers et les bagages. L'opérateur est simplement informé du nombre d'entités détectées.

- Le mode « attente de mission » caractérise les moments où le véhicule s'apprête à passer soit en mode « mission commerciale », soit en mode « hors-ligne ». Lors de la transition du mode MC vers le mode AM, si des usagers ou des objets sont détectés, un signal est transmis à l'opérateur en charge de l'interface pour informer du danger potentiel. L'opérateur est ainsi averti du nombre d'usagers, de bagages et d'OA restants à bord.

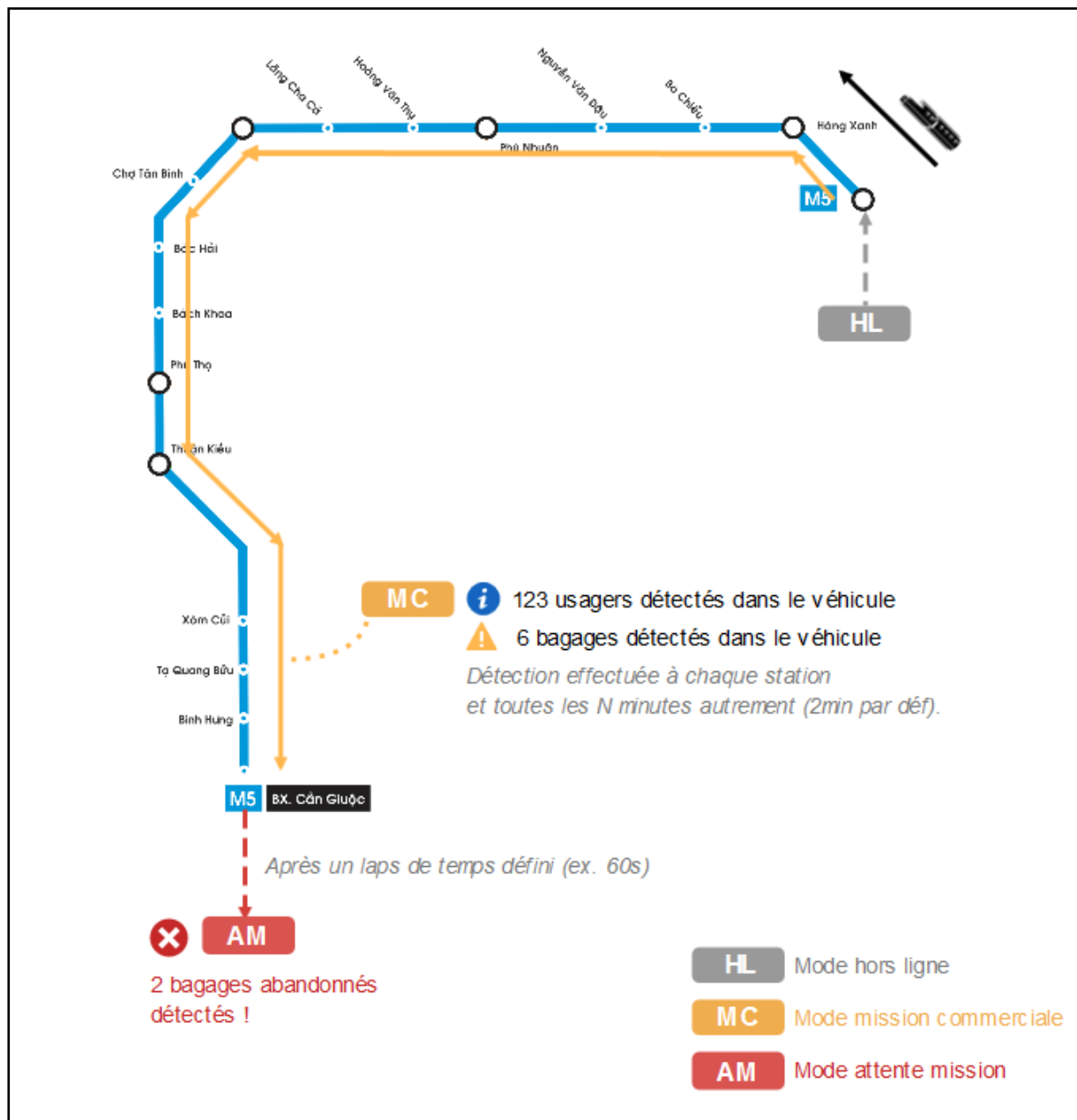


Figure n°6 – Déroulé classique de la détection

La séquence classique de transitions est le passage du mode HL vers le mode MC, puis de ce dernier vers le mode AM. Une fois en mode AM, le véhicule peut soit passer en mode HL (s'il va

au dépôt par exemple), soit repasser en mode MC (s'il commence un nouveau voyage, que ce soit sur une ligne différente ou non).

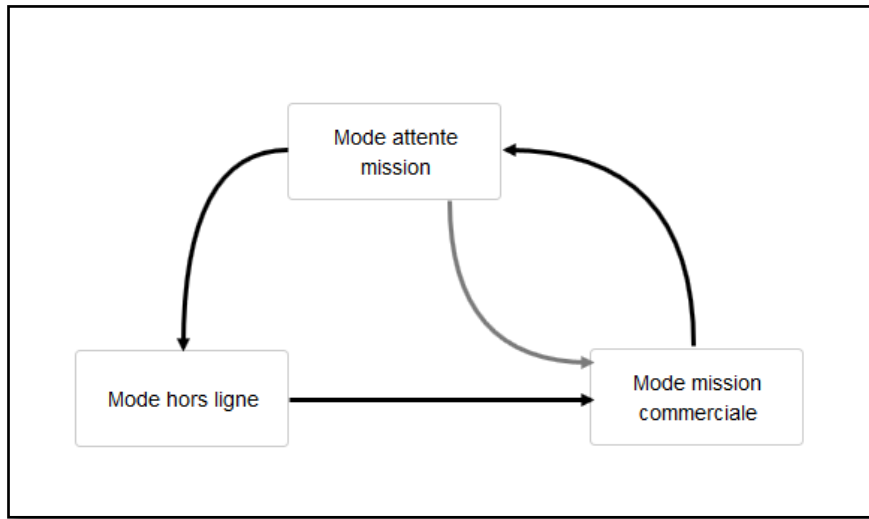


Figure n°7 – Diagramme de transitions entre les modes de fonctionnement du véhicule

3.4.1.1. Modes et détection

3.5. Détection

3.5.1. Entrées de l'algorithme

Les entrées de l'algorithme de détection sont les images fournies par les caméras de chaque voiture composant le véhicule. L'algorithme de détection nécessite que ces images en entrée présentent des caractéristiques similaires en termes de dimension, de résolution, de luminosité et de contraste. Une normalisation des entrées est donc nécessaire avant de lancer l'algorithme de détection. La normalisation consiste à :

- Redimensionner les images afin qu'elles épousent toutes le même format,
- Redéfinir la taille d'un pixel (afin d'assurer la même résolution pour toutes les images. Les petits pixels permettent un traitement plus précis mais aussi plus long, alors que des pixels plus gros permettront un traitement plus rapide mais présentant des risques d'omettre certains objets dans l'image),
- Etalonner l'histogramme afin d'avoir des plages de luminosité et de contraste similaires.

3.5.2. Algorithme de détection

La détection sera faite grâce à un réseau de neurones entraîné sur une base d'images disponible publiquement sur Internet. Cette base d'images sera choisie en fonction du nombre d'images comportant des êtres humains et des bagages, dans la mesure où ce sont les deux catégories d'objets à détecter dans les véhicules.

Il importe peu que le réseau de neurones sur lequel repose l'algorithme soit capable de gérer un plus grand nombre de classes d'objets que celles demandées par le cas d'utilisation. Une fois tous les objets identifiables détectés dans l'image, l'algorithme produit des boîtes encadrantes



(appelées *bounding boxes*) différentes autour des objets classifiés comme des usagers, des bagages ou des objets abandonnés.

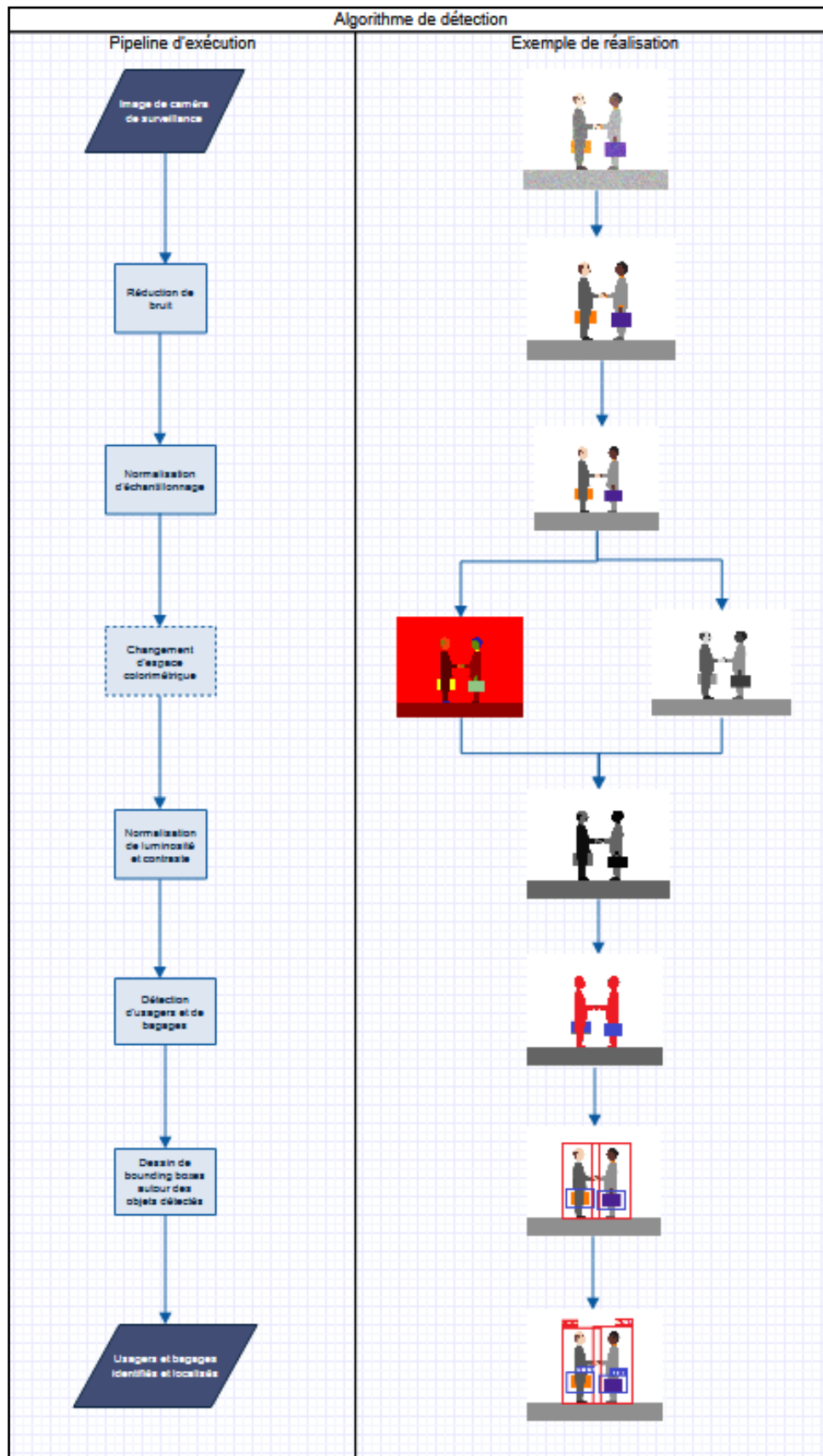


Figure n°8 – Pipeline d'exécution de l'algorithme de détection

3.5.3. Sorties de l'algorithme

L'algorithme de détection détecte les usagers, les bagages et les OA et produit des bounding boxes autour d'eux. Chaque usager détecté est compté comme une personne présente à bord, et la même démarche est adoptée pour compter les bagages. L'algorithme de détection fournit ainsi un nombre d'usagers présents à bord et de bagages détectés **par voiture**, en croisant les données des N caméras installées dans ce dernier. Comme vu précédemment (voir Figure n°5), l'angle de prise de vue des caméras peut se recouper, donnant lieu à de potentiels doublons d'objets détectés dont il faudra tenir compte lors du calcul du nombre d'usagers/bagages/OA et du taux d'occupation du véhicule.

En résumé, les données de détection sont utilisées aux fins suivantes :

- Affichage de bounding boxes autour des usagers, bagages et OA détectés,
- Comptage des usagers et des bagages par voiture en tenant compte du recouvrement des caméras,
- Calcul du taux d'occupation (rapport du nombre d'usagers détectés et de la capacité maximale du véhicule) par voiture

3.5.4. Contraintes liées à la détection

En dépit de la robustesse des méthodes de détection reposant sur les réseaux de neurones, il n'est pas garanti que la détection des classes d'objets propres au cas d'utilisation soit infaillible. Il a ainsi été décidé que l'algorithme doit être en mesure de détecter 80% des usagers dont le visage est visible dans l'image, ainsi que pour 50% des bagages². Par ailleurs, la détection doit être effective et efficace³ quel que soit le type de véhicule – bus, trolleybus, train, tramway et métro.

² Par « visible », on entend qu'au moins 50% de la surface du bagage est visible dans l'image.

³ Selon les taux de détection définis plus tôt.

3.6. Cas d'utilisation par profil

3.6.1. Cas d'utilisation pour l'acteur Opérateur

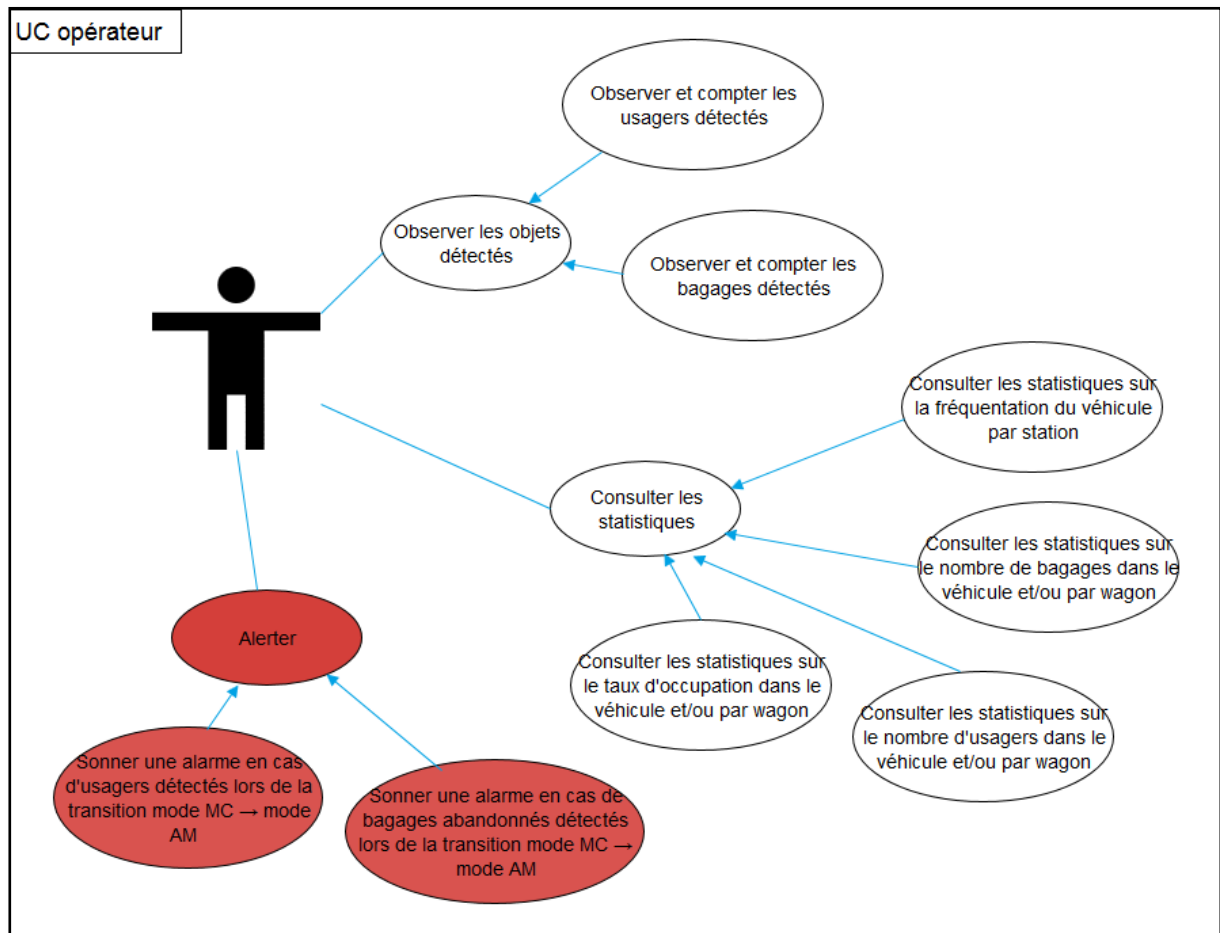


Figure n°9 – Cas d'utilisation pour l'acteur Opérateur

3.6.2. Cas d'utilisation pour l'acteur Conducteur

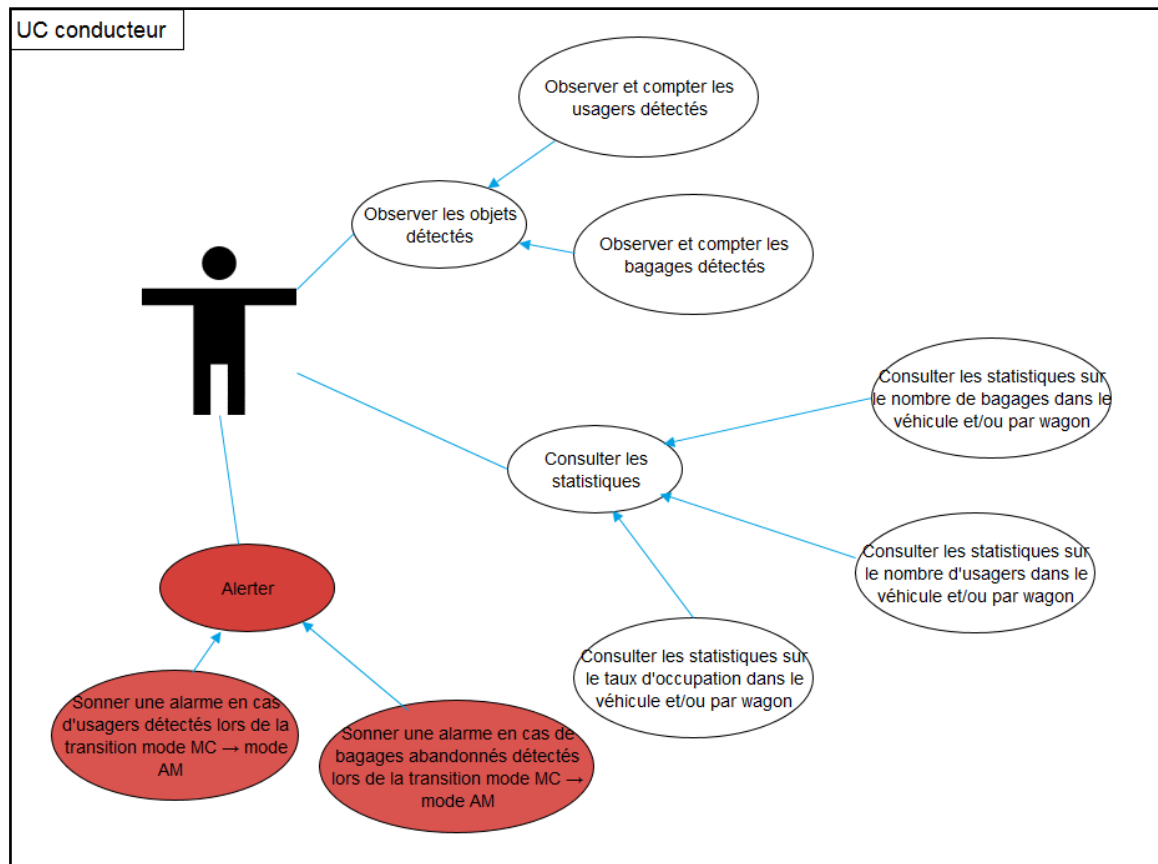


Figure n°10 – Cas d'utilisation pour l'acteur Conducteur

3.7. Description des cas d'utilisation Utilisateur

3.7.1. Observer les objets détectés dans le véhicule

3.7.1.1. Description

« Observer les objets détectés dans le véhicule »	
Acteurs concernés	Opérateur, Conducteur
Description	Un utilisateur doit pouvoir observer les usagers, bagages et OA détectés dans le véhicule.
Préconditions	L'utilisateur est connecté à l'IHM.
Événements déclencheurs	Sans objet
Conditions d'arrêt	Fin de transition du mode MC vers le mode AM
Description du flot d'évènement principal	
Acteur(s)	Système
1. L'utilisateur sélectionne le véhicule de son choix parmi une liste déroulante. 3. L'utilisateur sélectionne un voiture en cliquant sur l'onglet adéquat dans le menu de choix.	2. Les informations relatives au véhicule concerné apparaissent, de même que le menu de choix des voitures composant le véhicule sélectionné. 4. Les caméras embarquées dans le voiture sélectionné apparaissent. Au-dessus de ces images sont affichées les bounding boxes autour des usagers, bagages et OA (si applicable) détectés.
Flots d'exceptions	Sans objet

Tableau n°4 – Description du cas d'utilisation « Observer les objets détectés dans le véhicule » en mode MC

3.7.1.2. Exigences

Exigences couvertes
R_UI_VEHICULE_3, R_UI_CAMERA_3, R_UI_CAMERA_4, R_UI_CAMERA_5

3.7.2. Compter les objets détectés dans le véhicule

3.7.2.1. Description

« Compter les objets détectés dans le véhicule »	
Acteurs concernés	Opérateur, Conducteur
Description	Un utilisateur doit avoir accès au nombre d'usagers, de bagages et d'OA détectés dans le véhicule.
Préconditions	L'utilisateur est connecté à l'IHM.
Événements déclencheurs	Sans objet
Conditions d'arrêt	Fin de transition du mode MC vers le mode AM
Description du flot d'évènement principal	
Acteur(s)	Système
<p>1. L'utilisateur sélectionne le véhicule de son choix parmi une liste déroulante.</p> <p>3. L'utilisateur sélectionne un voiture en cliquant sur l'onglet adéquat dans le menu de choix.</p>	<p>2. Les informations relatives au véhicule concerné apparaissent, de même que le menu de choix des voitures composant le véhicule sélectionné.</p> <p>4. Les caméras embarquées dans le voiture sélectionné apparaissent. Au-dessus de ces images sont affichés le nombre d'usagers, de bagages et d'OA (si applicable) détectés dans celles-ci.</p>
Flots d'exceptions	Sans objet

Tableau n°5 – Description du cas d'utilisation « Compter les objets détectés dans le véhicule » en mode MC

3.7.2.2. Exigences

Exigences couvertes
R_UI_VEHICULE_3, R_UI_DETECTION_3, R_UI_DETECTION_4, R_UI_CAMERA_3

3.7.3. Donner le taux d'occupation du véhicule

3.7.3.1. Description

« Donner le taux d'occupation du véhicule »	
Acteurs concernés	Opérateur, Conducteur
Description	Un utilisateur doit avoir accès au taux d'occupation du véhicule et par voiture.
Préconditions	L'utilisateur est connecté à l'IHM.
Événements déclencheurs	Sans objet
Conditions d'arrêt	Fin de transition du mode MC vers le mode AM
Description du flot d'évènement principal	
Acteur(s)	Système
1. L'utilisateur sélectionne le véhicule de son choix parmi une liste déroulante.	2. Les informations relatives au véhicule concerné apparaissent, notamment le taux d'occupation du véhicule ainsi que la date à laquelle il a été calculé pour la dernière fois. Le système renseigne également le taux d'occupation pour chaque voiture.
Flots d'exceptions	Sans objet

Tableau n°6 – Description du cas d'utilisation « Donner le taux d'occupation du véhicule »

3.7.3.2. Exigences

Exigences couvertes
R_UI_TAUX_OCC_1, R_UI_TAUX_OCC_2, R_UI_TAUX_OCC_3, R_UI_CAMERA_3

3.7.4. Alerter en cas de détection d'objets lors de la transition du mode MC vers le mode AM

3.7.4.1. Description

« Alerter en cas de détection d'objets lors de la transition du mode MC vers le mode AM »	
Acteurs concernés	Opérateur, Conducteur
Description	Un utilisateur doit avoir la possibilité de lancer une alerte si des usagers et/ou bagages sont détectés lors de la transition du mode « mission commerciale » vers le mode « attente de mission ».
Préconditions	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'utilisateur est connecté à l'IHM. ▪ Le véhicule se trouve en transition du mode « mission commerciale » vers le mode « attente de mission »
Événements déclencheurs	Au moins un usager et/ou au moins un bagage ont été détectés lors de la transition du mode MC vers le mode AM.
Conditions d'arrêt	Fin de transition du mode MC vers le mode AM
Description du flot d'évènement principal	
Acteur(s)	Système
1. L'utilisateur sélectionne le véhicule de son choix parmi une liste déroulante. 3. L'utilisateur clique sur un bouton proposant de lancer une alerte.	2. Les informations relatives au véhicule concerné apparaissent, notamment un encart informatif de danger indiquant la présence d'usager(s) ou de bagage(s) dans le véhicule. 4. Le système lance l'alerte (i.e. il diffuse une sirène ⁴ dans les locaux où se trouve l'opérateur).
Flots d'exceptions	Sans objet

Tableau n°7 – Description du cas d'utilisation « Donner le taux d'occupation du véhicule »

3.7.4.2. Exigences

Exigences couvertes

⁴ La façon dont l'alerte est donnée est susceptible d'être modifiée ultérieurement.

Exigences couvertes

R_UI_SECURITE_1, R_UI_SECURITE_2, R_UI_SECURITE_3, R_UI_CAMERA_3

3.7.5. Connaître la tendance de fréquentation du véhicule le long de la ligne

3.7.5.1. Description

« Alerter en cas de détection d'objets lors de la transition du mode MC vers le mode AM »	
Acteurs concernés	Opérateur
Description	Un utilisateur doit pouvoir consulter la tendance de fréquentation du véhicule entre les stations en ayant accès à des graphiques donnant le taux d'occupation et le nombre de personnes en fonction du temps, depuis le moment où le véhicule est passé du mode « hors ligne » au mode « mission commerciale ».
Préconditions	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'utilisateur est connecté à l'IHM. ▪ Le véhicule est déjà passé du mode « hors ligne » au mode « mission commerciale » au préalable. ▪ L'algorithme de détection a déjà exécuté une fois, fournissant un taux d'occupation et un nombre d'usagers détectés dans le véhicule.
Événements déclencheurs	Sans objet.
Conditions d'arrêt	Fin du mode MC
Description du flot d'évènement principal	
Acteur(s)	Système
1. L'utilisateur sélectionne le véhicule de son choix parmi une liste déroulante.	2. Les informations relatives au véhicule concerné apparaissent. De la même manière, un graphique en histogramme apparaît et affiche le taux d'occupation mesuré à chaque exécution de l'algorithme de détection. Au-dessus de chaque barre de l'histogramme est affiché le nombre d'usagers détectés dans l'ensemble du véhicule.
Flots d'exceptions	Sans objet



Tableau n°8 – Description du cas d'utilisation « Donner le taux d'occupation du véhicule »

3.7.5.2. Exigences

Exigences couvertes

R_UI_SECURITE_1, R_UI_SECURITE_2, R_UI_SECURITE_3, R_UI_CAMERA_3
--

4. IHM

4.1. Choix du véhicule

4.1.1. Description

Lors du démarrage de l'IHM, aucun véhicule n'est sélectionné. L'utilisateur doit sélectionner un véhicule se trouvant actuellement en mode MC pour que l'IHM affiche des informations comme le taux d'occupation ou le nombre d'usagers détectés.

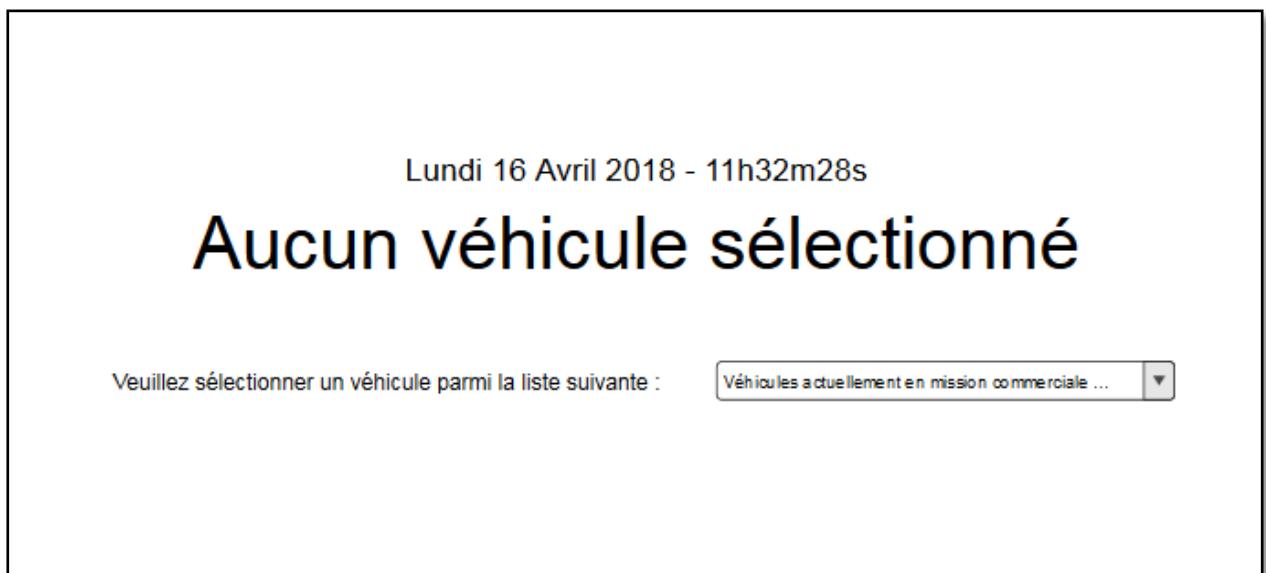
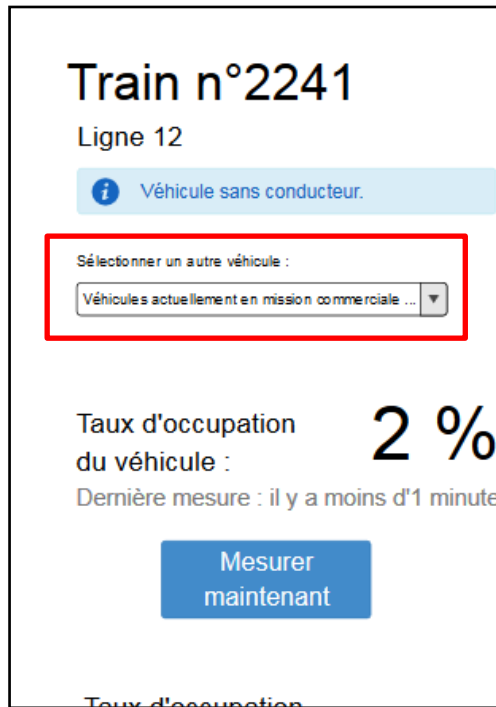



Figure n°11 – Template de l'écran d'accueil de l'IHM

Une fois qu'un véhicule a été sélectionné une première fois, une liste déroulante reste à disposition de l'utilisateur pour changer de véhicule s'il le souhaite.



Train n°2241

Ligne 12

 Véhicule sans conducteur.

Sélectionner un autre véhicule :

Véhicules actuellement en mission commerciale ... ▼

Taux d'occupation du véhicule : **2 %**

Dernière mesure : il y a moins d'1 minute

Mesurer maintenant

Figure n°12 – Détail de la liste déroulante de choix de véhicule

4.1.2. Exigences

Exigences couvertes
R_UI_HEURE_1, R_UI_VEHICULE_3

4.2. Comportement de l'IHM en mode mission commerciale

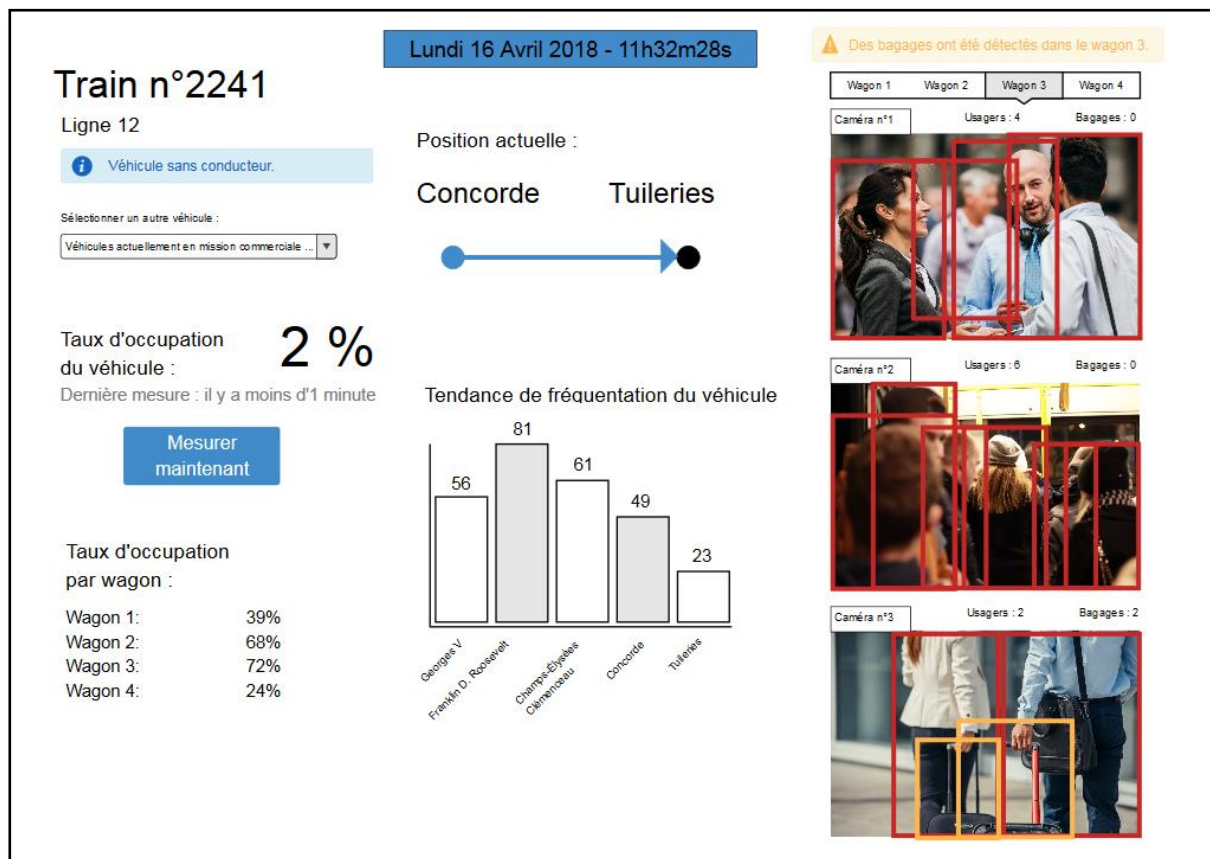


Figure n°13 – Aperçu de l'IHM en mode mission commerciale

En mode mission commerciale, l'IHM renseigne l'utilisateur sur plusieurs indicateurs, dont :

- Le taux d'occupation à la fois dans le véhicule et dans chaque voiture,
- Le nombre d'usagers détectés dans le véhicule et dans chaque voiture,
- Le nombre de bagages détectés dans le véhicule et dans chaque voiture,
- La position du véhicule sur la ligne (en arrêt à une station – naviguant entre deux stations – en arrêt au terminus).

4.2.1. Position du véhicule sur la ligne

L'IHM dispose de trois affichages en fonction de la position du véhicule sur la ligne, c'est-à-dire lorsque :

- Le véhicule se trouve entre deux stations,
- Le véhicule est en arrêt à une station qui n'est pas un terminus,
- Le véhicule est en arrêt à une station terminus.

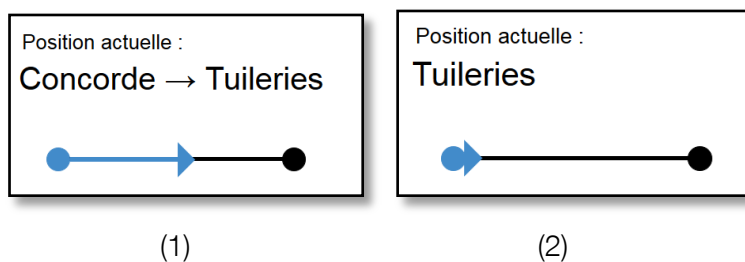


Figure n°14 – Indications de la position du véhicule en mode MC

Exigences couvertes

R_UI_POSITION_1

4.2.2. Taux d'occupation

Le taux d'occupation est une métrique mesurée sur l'ensemble du véhicule comme étant la somme du taux d'occupation calculé dans chaque voiture composant ce dernier. L'utilisateur est également informé de la durée depuis la dernière exécution de l'algorithme de détection et peut, s'il le souhaite, relancer une détection à tout moment.

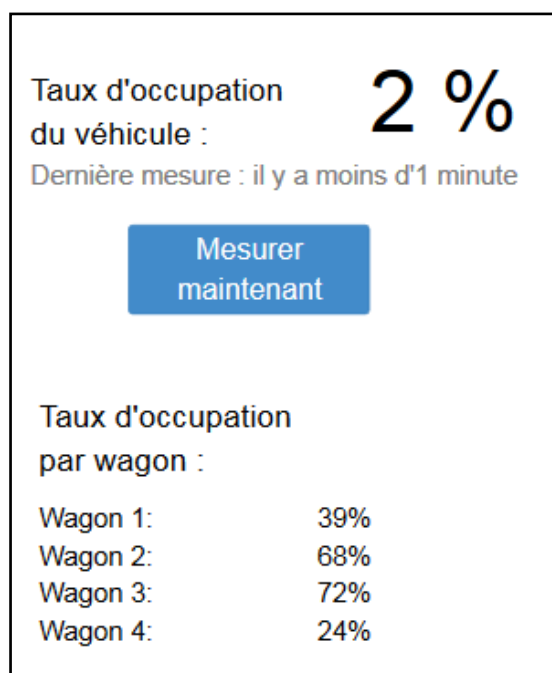


Figure n°15 – Affichage du taux d'occupation dans le véhicule et par voiture

Exigences couvertes

R_UI_TAUX_OCC_1, R_UI_TAUX_OCC_2, R_UI_TAUX_OCC_3, R_UI_DETECTION_1, R_UI_DETECTION_2

4.2.3. Nombre d'usagers détectés

Le nombre d'usagers détectés est indiqué, directement ou non, de plusieurs manières à l'utilisateur. Par défaut, les caméras embarquées dans le voiture 1 sont affichées une fois que l'utilisateur a sélectionné le véhicule à observer. Un menu supérieur permet à l'utilisateur de choisir le voiture qu'il souhaite observer. Les caméras embarquées dans le voiture sélectionné dans le menu sont affichées, ainsi que des indicateurs sur le nombre d'usagers détectés.

Une autre façon d'évaluer la fréquentation du voiture est de se référer aux bounding boxes associées à la détection d'usagers : une bounding box correspond ainsi à la détection d'un usager.

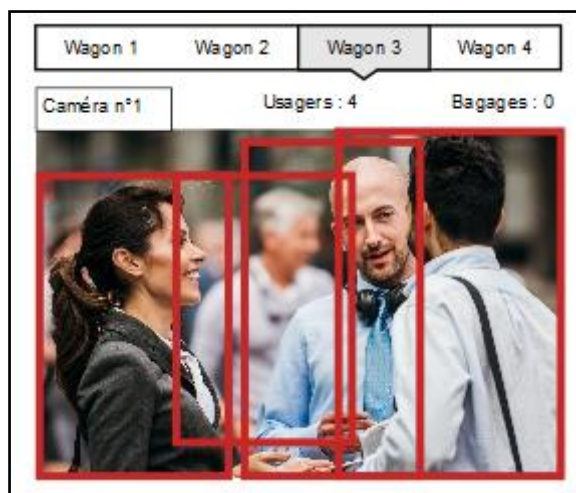


Figure n°16 – Exemple d'affichage du nombre d'usagers détectés et du menu de sélection de voiture

Pour l'affichage, il existe deux catégories d'objets détectés en mode mission commerciale : les usagers et tout objet de contenance (bagage, sac de course, sac poubelle ...). Chaque catégorie dispose d'un nom et d'une couleur afin de faciliter leur distinction (sur l'exemple d'IHM en Figure 13, les usagers sont entourés de bounding boxes rouges, alors que les objets de contenance sont encadrés en jaune).

Cliquer sur l'image d'une caméra permet de l'agrandir. Pour revenir à la vue originale, une croix en haut à droite permet de quitter la vue agrandie.

Exigences couvertes

R_UI_DETECTION_3, R_UI_DETECTION_4, R_UI_CAMERA_1, R_UI_CAMERA_2,
R_UI_CAMERA_3, R_UI_CAMERA_4, R_UI_CAMERA_5, R_UI_CAMERA_6

4.2.4. Encarts informatifs et d'avertissement

L'IHM est susceptible d'afficher deux encarts lorsque le véhicule se trouve en mode mission commerciale, respectivement pour renseigner l'utilisateur sur la nature de la conduite (le véhicule est-il conduit par un être humain ou est-il conduit de manière automatique ?).

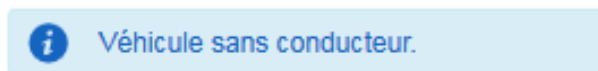


Figure n°17 – Encart informatif indiquant à l'utilisateur la nature du conducteur du véhicule



Figure n°18 – Encart d'avertissement prévenant l'utilisateur de la détection de bagages dans un (certains) voiture(s) du véhicule

Exigences couvertes
R_UI_VEHICULE_2, R_UI_SECURITE_1

4.2.5. Date et heure

L'heure précise (i.e. à la seconde près) et la date sont affichées dans l'IHM afin d'éviter à l'utilisateur toute mauvaise interprétation qui serait liée à l'heure de circulation du véhicule.

Exigences couvertes
R_UI_HEURE_1

4.2.6. Statistiques de fréquentation

L'utilisateur (et notamment l'opérateur en salle de contrôle) dispose de statistiques le renseignant sur la tendance de fréquentation du véhicule par les usagers en fonction de la position sur la ligne. Le taux d'occupation et que le nombre d'usagers détectés sont ainsi traduits en un histogramme permettant la visualisation de l'évolution de fréquentation du véhicule entre les différentes stations.

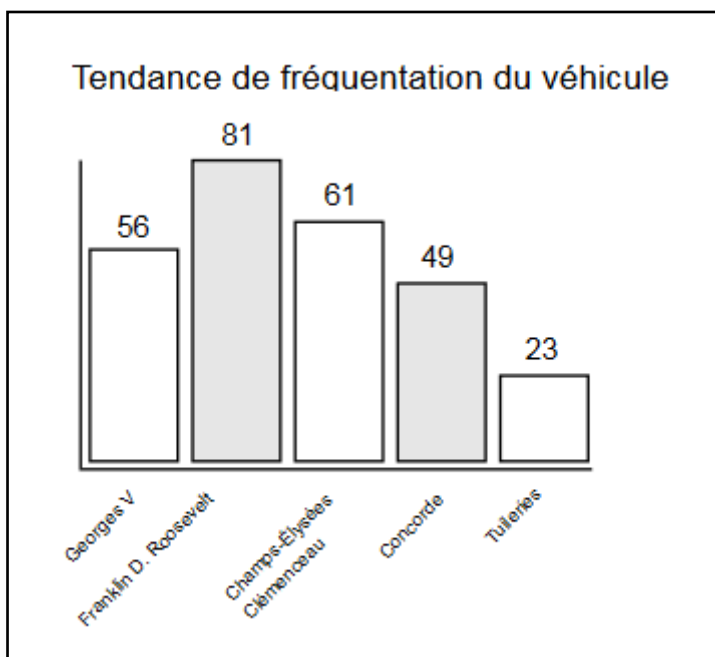


Figure n°19 – Histogramme représentation la fréquentation (taux d'occupation) du véhicule en fonction du temps. Les nombres d'utilisateurs détectés surplombent les barres de l'histogramme.

Exigences couvertes

R_UI_TAUX_OCC_4

4.3. Comportement de l'IHM lors de la transition MC vers AM

Lors de la transition du mode « mission commerciale » vers le mode « attente de mission », il n'est pas censé y avoir à bord d'utilisateurs ni d'objets abandonnés. Ainsi, l'utilisateur est alerté si des utilisateurs ou n'importe quel objet abandonné sont détectés.

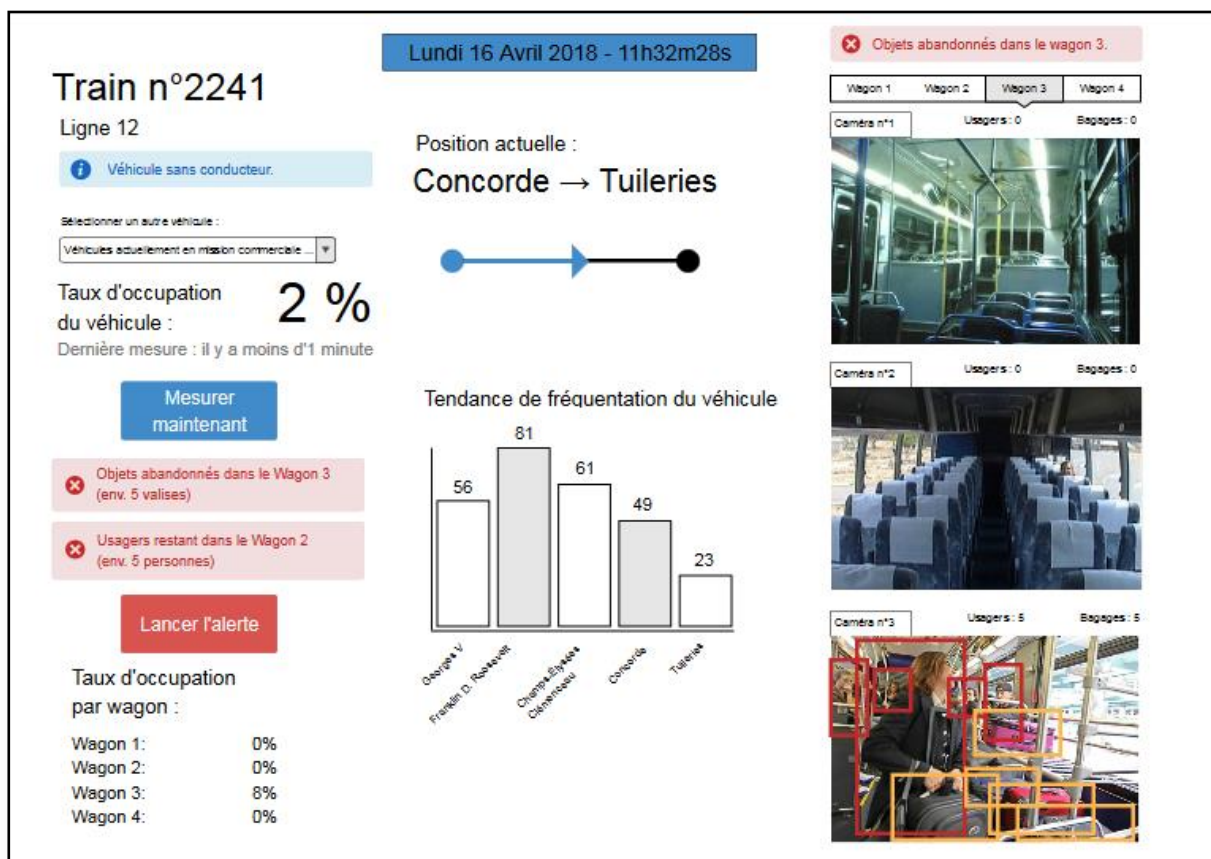


Figure n°20 – Aperçu de l'IHM lors de la transition du mode MC vers le mode AM

4.3.1. Position du véhicule

Lors de cette transition, le véhicule est à l'arrêt dans une station terminus. Un encart indique que le véhicule se trouve dans une station terminus.

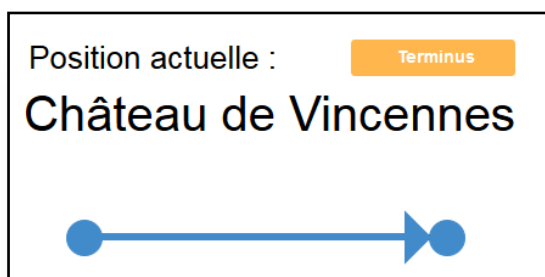


Figure n°21 – Illustration de la localisation du véhicule lors de la transition MC – AM

Exigences couvertes

R_UI_POSITION_2

4.3.2. Encarts d'alerte

En cas de détection d'utilisateurs, un encart d'alerte apparaît et indique à l'utilisateur le nombre d'utilisateurs détectés. Un encart d'alerte apparaît également en cas de détection d'objets abandonnés et indique le nombre d'objets détectés. En complément, un autre encart d'alerte apparaît au-dessus des caméras pour indiquer la présence d'utilisateurs et/ou d'objets abandonnés.



Exigences couvertes

R_UI_SECURITE_2, R_UI_SECURITE_3, R_UI_SECURITE_4