

Etude Fonctionnelle et technique

Etude de diagnostic GERFAUT II

Déc. 2012

**Centre d'études sur les réseaux, les transports,
l'urbanisme et les constructions publiques**



SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| 1. Introduction | 3 |
| 1.1 Objet du présent document | 3 |
| 1.2 Contenu du document | 3 |
| 1.3 Abréviations | 4 |
| 2. Système de régulation de trafic Gerfaut II | 5 |
| 1.4 Description du système de régulation de trafic GERFAUT II | 5 |
| 1.5 Diagramme général du SRT dans ACTIF | 7 |
| 1.6 Fonctionnalités centrales du SRT | 10 |
| 3. Priorité VTC dans le système GERFAUT II | 13 |
| 3.1 Principes liés à la priorité VTC dans GERFAUT II | 13 |
| 3.2 Scénario 1 : Gestion locale de la priorité VTC | 14 |
| 3.3 Scénario 2 : Gestion priorité VTC avec équipements dédiés | 16 |
| 3.4 Scénario 3 : Gestion priorité VTC sans équipements supplémentaires | 19 |
| 4. Conclusions et recommandations | 23 |
| 4.1 Le modèle ACTIF | 23 |
| 4.2 Les recommandations | 23 |

1. Introduction

1.1 *Objet du présent document*

Ce document constitue le rapport concernant l'« Etude Technique et Fonctionnelle - Etude de diagnostic GERFAUT II » dans le cadre du marché ACTIF Maintenance. L'objectif de cette étude est d'appliquer les outils ACTIF sur le projet concret lié à la priorité VTC prévue dans le cadre de la refonte du système de régulation de trafic de Seine-Saint-Denis (GERFAUT II). Cette étude vise aussi à proposer, le cas échéant, des pistes d'amélioration du modèle (enrichissement du modèle fonctionnel). Enfin, elle est destinée à une communication plus large et à une publication (par exemple sur le site Internet www.its-actif.org).

1.2 *Contenu du document*

Ce document contient les chapitres suivants :

- Le système de régulation de trafic GERFAUT II avec :
 - Une présentation du système GERFAUT II
 - La modélisation dans le formalisme ACTIF du SRT GERFAUT II avec les propositions d'amélioration du modèle
- Un focus sur la priorité VTC dans le système GERFAUT II ainsi que leur modélisation ACTIF. Trois scénarios de mise en œuvre de la priorité VTC sont présentes.
- Les conclusions et les recommandations

Dans chacun de ces chapitres, sont présentés :

- Une présentation fonctionnelle des systèmes,
- Une modélisation dans le formalisme ACTIF,
- Des manques éventuels constatés dans le modèle et des propositions d'amélioration qui peuvent porter sur :
 - L'ajout de nouvelles fonctionnalités, de nouveaux flux ou de nouveaux acteurs
 - L'apport de compléments à certains flux ou fonctions existantes (compléments aux définitions existantes)
 - Les compléments de norme à apporter

1.2.1 Documents applicables

| Ref | Nom du document | Description | Version |
|------|--|--------------------|---------|
| [A1] | CCh-TMAACTIF-Applicationpubliable-100707.odt | Cahier des Charges | |

1.2.2 Documents de référence

| Ref | Nom du document | Description | Version |
|------|--|--|---------|
| [R1] | 026_25971_Etude de diagnostic GERFAUT v0.2.doc | Etude de diagnostic GERFAUT II – Proposition technique et financière | V0.2 |
| [R2] | Devis N°010 – Etude de diagnostic GERFAUT II | Devis | V1.0 |

1.3 Abréviations

| | |
|-----|---|
| AMO | Assistance à Maîtrise d’Ouvrage |
| BRP | Bonvalet Robin-Prévallée |
| DCE | Dossier de Consultation des Entreprises |
| GTC | Gestion Technique Centralisée |
| IHM | Interface Homme Machine |
| MCE | Main Courante Evénement |
| MOA | Maître d’Ouvrage |
| MOE | Maître d’œuvre |
| PID | Panneau d’Information Dynamique |
| PJD | Panneau de Jalonnement Dynamique |
| SRT | Système de Régulation de Trafic |
| TP | Transport Public |
| VTC | Véhicule Transport Collectif |

2. Système de régulation de trafic Gerfaut II

2.1 Description du système de régulation de trafic GERFAUT II

2.1.1 Objectifs

Le système de régulation de trafic est constitué d'un ensemble de fonctions permettant de répondre aux besoins généraux de la régulation du trafic routier en milieu urbain. Pour satisfaire à ces besoins, il s'agit de mettre en place une chaîne permettant :

- L'acquisition de données venant des équipements à contrôler et l'envoi de données vers des équipements à commander (contrôleurs de carrefour à feu)
- L'acquisition d'informations en provenance de systèmes externes concernant des données de trafic ou des demandes de priorité VTC.
- La régulation de trafic, c'est-à-dire, la mise en place automatique d'actions, après élaboration des données.
- L'information des opérateurs, via des IHM permettant non seulement une présentation en temps réel des événements, mais aussi des consultations détaillées, ainsi que des commandes opérateurs.
- La gestion de Panneaux d'Informations Dynamique (PID) pour l'affichage des informations de trafic.
- La gestion de Panneaux de Jalonnement Dynamiques (PJD) pour l'affichage des taux d'occupation des Parcs de stationnement.
- L'analyse des données d'exploitation en temps différé via des IHM permettant une présentation de statistiques sur des données historisées et archivées, la définition de certaines de ces données (les plans de feux), ou encore la possibilité de revoir (de manière graphique) des situations de trafic enregistrées.

2.1.2 Architecture fonctionnelle

L'architecture fonctionnelle du système GERFAUT II est présentée ci-après.

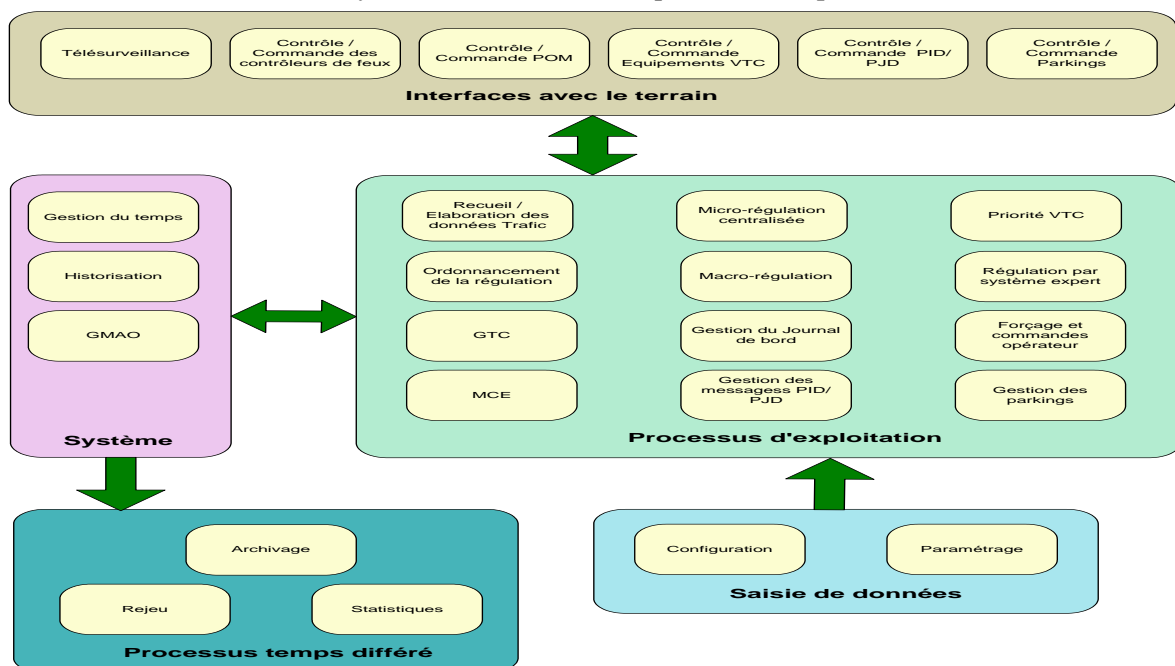


Figure 1 : Architecture fonctionnelle GERFAUT II

Dans le cadre de cette étude, nous nous limiterons à l'analyse des fonctionnalités du « Processus d'exploitation ». Ce dernier comprend les fonctions suivantes :

- Recueil et élaboration des données de trafic : Cette fonction permet de recueillir et d'élaborer les données nécessaires aux fonctions de régulation (état de trafic, temps de parcours de type BRP...).
- La Micro-régulation centralisée consiste à modifier les durées des différentes phases du cycle de chaque carrefour en fonction des différentes sollicitations que sont :
 - L'intervalle véhicule : observation du trafic et coupure de phase en cas de présence d'un véhicule sur un détecteur
 - Escamotage de phase : Détection d'une présence d'un véhicule sur un détecteur pour escamoter ou non une phase
 - Priorité TC : application de consigne de priorité
- La Macro-régulation consiste à choisir pour une zone (plusieurs carrefours) les politiques et donc les plans de feux à appliquer, selon trois méthodes :
 - Le changement du plan de feu à heure fixe par horloge (programmation horaire)
 - La méthode des vecteurs qui fonctionne à partir des données corrigées de débit et de taux d'occupation d'un ensemble de points de mesure.
 - La méthode des seuils qui consiste à tester des points de mesure situés à des emplacements critiques pour déterminer la meilleure politique à appliquer
- L'ordonnancement de la régulation qui permet de choisir le plan de feux à appliquer pour chaque carrefour en fonction des résultats fournis par les différentes fonctions de macro-régulation.
- La régulation par système expert permet de fournir des explications sur la formation des situations de résorption et prend des décisions quant aux possibilités de résorption. Elle intervient lorsque les plans préprogrammés issus de la macro régulation n'ont pas fonctionné.
- La priorité VTC permet de traiter les demandes de priorité VTC.
- La gestion des parcs de jalonnement pour le recueil et le traitement des comptages issus des parcs de jalonnement. Cette fonction élabore les messages de comptage destinés aux PJD

La gestion des messages PID / PJD pour permettre d'élaborer les messages à destinations des PID et PJD. Sont concernés les messages de disponibilité et d'état des parcs de stationnement (PJD) et les messages de trafic ou d'événement à destination des PID :

- Le forçage et les commandes opérateur (forçage d'un plan de feu,...)
- La gestion du journal de bord qui permet de tracer de manière chronologique les remontées terrain ainsi que les actions effectuées
- La MCE correspond à la gestion des événements dans le système.
- La GTC permet de matérialiser à l'écran d'un poste opérateur, le fait qu'un équipement est en alarme. Elle permet de gérer le cycle de vie d'une alarme.

Les grands blocs « Saisie de données », « Processus temps différé », « Système » font appel à des fonctions qui sont présentes dans ACTIF, notamment le domaine fonctionnel DFD 9 « gérer les données partagées ».

2.2 Diagramme général du SRT dans ACTIF

L'architecture fonctionnelle du SRT dans le formalisme ACTIF, fait principalement appelle aux fonctions présentes dans le domaine fonctionnel 3 « Gérer les infrastructures de transport et leurs trafics » :

- 3.1 « Produire les données de trafic » pour l'acquisition et le traitement des données de trafic depuis les stations de mesure ainsi que l'acquisition des données vidéo,
- 3.3 « Réguler le trafic »,
- 3.2 « Gérer les événements »,
- 3.4 « Fournir les informations sur les conditions environnementales ».

Le diagramme général du SRT comprend les différents composants suivants :

- Le système de régulation de trafic avec ses fonctionnalités,
- Les différents équipements qui communiquent avec le SRT :
 - Les caméras de vidéosurveillance,
 - Les points de mesure trafic pour la remontée des données de trafic,
 - Les contrôleurs de carrefour à feu,
 - Les Panneaux d'Information Dynamique (PID) et les Panneaux de Jalonnement Dynamique (PJD),
 - Les parkings,
 - Les stations météo.
- Les différents systèmes qui communiquent avec le SRT :
 - Un système SAEIV pour traiter le cas spécifique lié à la prise en compte de la priorité TC. Ce SAEIV est en communication avec les véhicules (bus, tramway) sur le terrain. La prise en compte de la priorité VTC fait l'objet d'un chapitre dédié du présent document. Le cas est décrit au §0.
 - AirParif pour la récupération des conditions atmosphériques.
 - Le site internet des déplacements pour la diffusion des conditions de trafic (événements, données de trafic et temps de parcours).

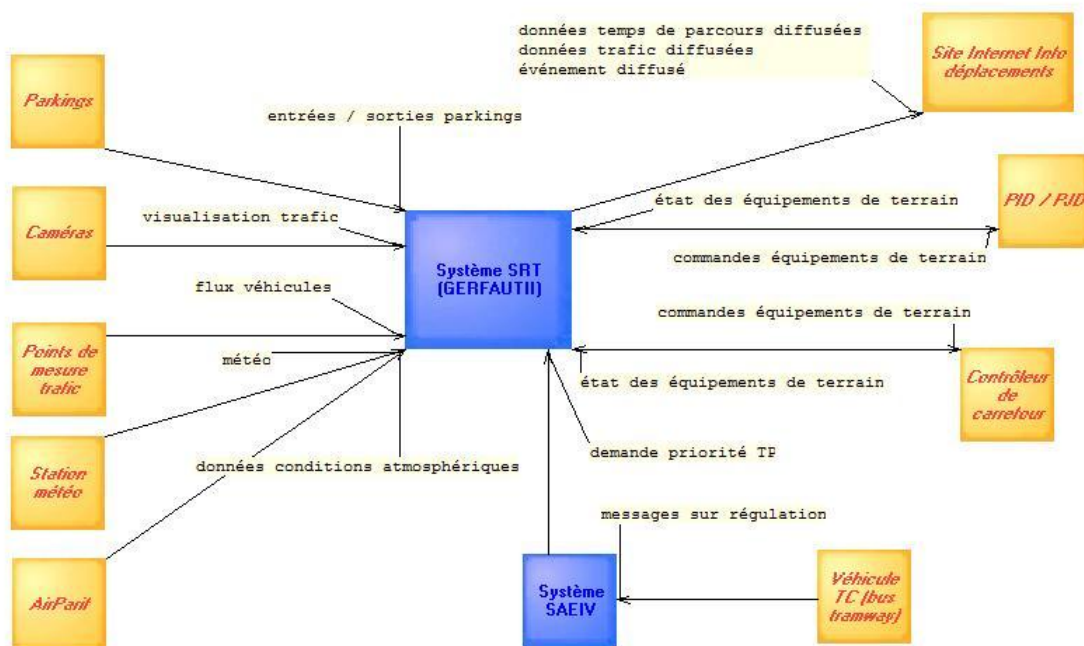


Figure 2 : Diagramme général du système GERFAUT II dans le formalisme ACTIF

| Correspondances fonctions SRT et modélisation ACTIF | Constats / Propositions d'évolution du modèle ACTIF |
|---|---|
| <p>Les caméras correspondent aux « équipements de terrain caméra » modélisés dans actif dans le DF 3.1.</p> <p>Les fonctionnalités centrales du DF3 de recueil et de diffusion des données sont présentes au niveau du SRT</p> | <p>Les équipements et les fonctionnalités décrites dans le PFD3.1 permettent de modéliser entièrement ce qui est envisagé au niveau de GERFAUT.</p> <p>Envoi des commandes de pilotage des caméras (à ajouter dans le flux de pilotage des équipements)</p> |
| <p>Les points de mesure trafic correspondent aux « équipements de terrain de recueil de données » présent dans le DFD3.1</p> | <p>Les flux de données de trafic seront remontés en utilisant la norme DIASER.</p> <p>Ajout de la norme DIASER sur le lien « flux véhicule » du modèle actif.</p> |
| <p>Les PID et PJD correspondent à des « équipements de terrain d'information ou de commande » présents dans le DFD3.3 du modèle Actif</p> | <p>La commande de ces équipements doit s'effectuer en respectant la norme DIASER.</p> <p>Ajout de la norme DIASER dans le flux</p> |
| <p>Les stations météo correspondent à des « équipements de terrain conditions environnementales »</p> | <p>Ces équipements remontent au SRT GERFAUT II :</p> <ul style="list-style-type: none"> > Les des mesures des stations (températures,...) > L'état de fonctionnement de l'équipement <p>Ajout de la norme DIASER dans le flux.</p> |

| Correspondances fonctions SRT et modélisation ACTIF | Constats / Propositions d'évolution du modèle ACTIF |
|--|--|
| Les contrôleurs de carrefour correspondent à des « équipements de terrain d'information ou de commande » présent dans le DFD3.3 du modèle Actif | <p>Dans le sens Montant (vers le SRT GERFAUT II) :</p> <ul style="list-style-type: none"> < Demandes de priorité VTC < Détection de présence < Comptage via des boucles de comptage < Défaut technique <p>Dans le sens descendant :</p> <ul style="list-style-type: none"> > Envoi de données de paramétrage > Envoi des tops de synchronisation > Choix de stratégie de régulation (plan de feu) <p>On propose de créer un nouvel objet « contrôleur de carrefour » qui permet d'intégrer ces différents flux de données.</p> <p>Ajout de la norme DIASER dans le flux.</p> |
| Equipement Parkings correspond à l'acteur externe « Equipements de terrain de recueil de données » dans le DFD 3.1 | <p>Dans le sens Montant (vers le SRT GERFAUT II) :</p> <ul style="list-style-type: none"> > Débits entrants et sortants du parking <p>Ajout de la norme DIASER.</p> <p>On propose de créer un acteur externe « Gestionnaire de parking » dans le DFD 3.1 pour permettre de récupérer la disponibilité des places de parking et l'état (complet, disponible et fermé)</p> <p>Ajout de la norme DIASER dans le flux</p> |
| AirParif correspond à un acteur externe « Système Conditions atmosphériques » | <p>AirParif transmet à GERFAUT II les conditions atmosphériques.</p> <p>Pas de modification du modèle à prévoir</p> |
| Le site Internet info des déplacements correspond à un acteur « Fournisseur de service Externe » | <p>GERFAUT II diffuse sur le site internet les informations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> > Les événements > Les informations trafic > Les temps de parcours <p>Ajouter dans la définition les sites internet, ainsi que les applications Smartphones</p> |

2.3 Fonctionnalités centrales du SRT

Le schéma ci-dessous représente l'architecture fonctionnelle GERFAUT II en formalisme ACTIF. Le tableau qui suit décrit les correspondances entre les fonctions ACTIF et les fonctions GERFAUT II. Il précise également les propositions d'amélioration du modèle ACTIF.

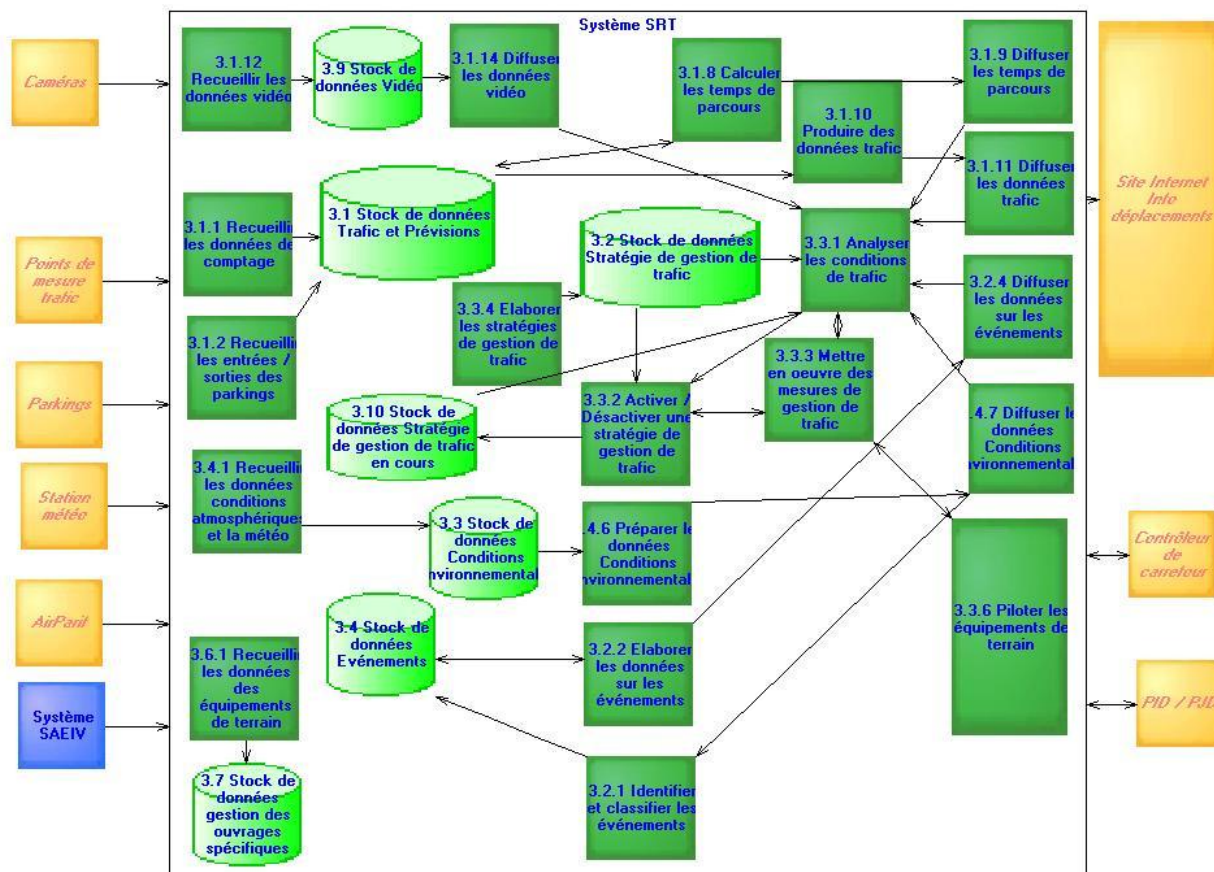


Figure 3 : Architecture fonctionnelle SRT GERFAUT II

| Correspondances fonctions SRT et modélisation ACTIF | Constats / Propositions d'évolution du modèle ACTIF |
|--|---|
| <p>Le recueil et l'élaboration des données de trafic existant dans GERFAUT sont assurés par les fonctions ACTIF suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 3.1.1 Recueillir les données de comptage (issues des stations) ➤ 3.1.8 Calculer les temps de parcours ➤ 3.1.10 Produire les données de trafic ➤ 3.1.9 Diffuser les temps de parcours | <p>Utilisation de la méthode du BRP pour le calcul des temps de parcours.</p> <p>La diffusion s'effectue sur le site Internet info déplacement, ainsi que sur les équipements de terrain PID (pour les temps de parcours)</p> <p>Ajouter dans le commentaire de la fonction 3.1.8 la méthode BRP qui est utilisée pour le calcul des temps de parcours en milieu urbain.</p> |
| <p>La micro-régulation et la macro-régulation s'appuient sur les mêmes fonctions (le premier étant propre à un carrefour, le second englobant plusieurs carrefours pour permettre une coordina-</p> | <p>Pas d'amélioration nécessaire, l'ensemble des fonctions ACTIF est présent, et la description est suffisamment générique pour convenir au contexte d'un SRT tel que GERFAUT II</p> |

| Correspondances fonctions SRT et modélisation ACTIF | Constats / Propositions d'évolution du modèle ACTIF |
|--|--|
| <p>tion des carrefours sur un axe par exemple). Les fonctions ACTIF concernées sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 3.3.1 Analyser les conditions de trafic ➤ 3.3.2 Activer, désactiver une stratégie de gestion de trafic ➤ 3.3.4 Elaborer les stratégies de gestion de trafic <p>Le forçage et les commandes opérateur rentrent également dans cet ensemble de fonction, puisque les actions consistent pour l'essentiel à forcer un plan de feu.</p> | <p>Pas de modification du modèle à prévoir</p> |
| <p>La fonction d'ordonnancement de la régulation permet de choisir le plan de feux à appliquer pour chaque carrefour. C'est la fonction ACTIF 3.3.3 « Mettre en œuvre des mesures de gestion de trafic » qui assurera ce rôle.</p> | <p>Pas d'amélioration nécessaire, l'ensemble des fonctions ACTIF est présent, et la description est suffisamment générique pour convenir au contexte d'un SRT tel que GERFAUT II</p> |
| <p>La régulation par système expert permet de fournir des explications sur la formation des situations de résorption et prend des décisions quant aux possibilités de résorption. Elle intervient lorsque les plans préprogrammés issus de la macro régulation n'ont pas fonctionné.</p> | <p>Pas de modification du modèle à prévoir</p> <p>Il n'existe pas de fonction ACTIF qui prévoit une régulation par système Expert.</p> |
| | <p>Ajouter une fonction « Calculer une stratégie de gestion de trafic » qui permettrait de palier à une insuffisance de mode de gestion classique de gestion de trafic via des stratégies, telles qu'elles existent aujourd'hui dans le DFD3.3 (mode dégradé par exemple)</p> <p>Cette nouvelle fonction est alimentée par les données de trafic et les prévisions (stock 3.1), par les données événements (stock 3.4) et par les conditions environnementales (Stock 3.3)</p> |
| <p>La priorité VTC est traitée au chapitre 0.</p> | <p>Voir chapitre 0.</p> <p>Voir chapitre 0.</p> |
| <p>La gestion des parcs pour le recueil et le traitement des comptages issus des parcs de jalonnement est assurée par les fonctions ACTIF suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 3.1.2 Recueillir les entrées / sorties des parkings ➤ 3.1.10 Produire des données trafic <p>Elle utilise le stock de données 3.1 « Stock de données et prévision » pour stocker le comptage et l'état des parcs de stationnement</p> | <p>Pas d'amélioration nécessaire, l'ensemble des fonctions ACTIF est présent, et la description est suffisamment générique pour convenir au contexte d'un SRT tel que GERFAUT II</p> |
| | <p>Pas de modification du modèle à prévoir</p> |
| <p>La gestion des messages PID / PJD pour la diffusion des données de parking (disponibilité, état), des événements et des temps de parcours les fonctions ACTIF suivantes sont nécessaires :</p> | <p>Il manque la possibilité de diffuser</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ la disponibilité des places de parking et l'état des parcs de stationnement sur les équipements de terrain de type PJD. ➤ Les temps de parcours sur les PID |

| Correspondances fonctions SRT et modélisation ACTIF | Constats / Propositions d'évolution du modèle ACTIF |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ 3.1.11 Diffuser les données de trafic ➤ 3.3.6 Piloter les équipements de terrain | <p>Ajouter un lien entre la fonction 3.1.11 « Diffuser les données de trafic » et la fonction 3.3.6 « Piloter les équipements de terrain » pour permettre de diffuser la disponibilité des places de parking et l'état des parcs de stationnement sur les PJD.</p> <p>Ajouter un lien entre la fonction 3.1.9 « Diffuser les temps de parcours » et la fonction 3.3.6 « Piloter les équipements de terrain » pour permettre de diffuser les temps de parcours sur les PID.</p> |
| <p>La MCE permettant la gestion des événements est assurée par les fonctions ACTIF suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 3.2.1 Identifier et classifier les événements ➤ 3.2.2 Elaborer les données sur les événements | <p>Pas d'amélioration nécessaire, l'ensemble des fonctions ACTIF est présent, et la description est suffisamment générique pour convenir au contexte d'un SRT tel que GERFAUT II</p> <p>Pas de modification du modèle à prévoir</p> |
| <p>La GTC permet de matérialiser à l'écran d'un poste opérateur, le fait qu'un équipement est en alarme. Il s'agit de la fonction ACTIF suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 3.6.1 Recueillir les données des équipements de terrain ➤ 3.6.3 Analyser les conditions environnementales <p>Cette fonction s'appuie sur le stock de données 3.7 « Stock de données gestion des ouvrages spécifiques »</p> | <p>Il est nécessaire que les états techniques des équipements remontent à cette fonction de recueil pour qu'elle puisse les présenter à l'opérateur en cas de défaut.</p> <p>Pas de modification du modèle à prévoir</p> |
| <p>La gestion du journal de bord permet de tracer de manière chronologique les remontées terrain ainsi que les actions effectuées par l'opérateur ou par le système.</p> | <p>Cette fonction de trace n'existe pas dans ACTIF</p> <p>Il s'agira d'ajouter dans la description de la fonction d'historisation (9.2.1 « Recueillir les données à historiser ») la notion de trace chronologique des remontés terrain, des actions opérateurs et des actions de diffusion</p> |

3. Priorité VTC dans le système GERFAUT II

3.1 Principes liés à la priorité VTC dans GERFAUT II

Le Département de Seine-Saint-Denis, dans le cadre de son Schéma Directeur de Régulation des Déplacements a exprimé le besoin de favoriser la circulation des Transports en Commun (TC) afin de les rendre plus attractifs. Une attention particulière est donc portée à la gestion, par GERFAUT II, de la priorité des transports en communs aux carrefours à feux.

Le principe de l'intégration de la priorité VTC dans le système de gestion centralisée des carrefours à feux (GERFAUT II) repose sur le concept suivant :

Favoriser, autant que faire se peut, le passage des transports en commun aux carrefours.

Le passage au vert des feux tricolores est synchronisé avec l'arrivée des VTC au niveau des carrefours quand cela est possible vis-à-vis de la réglementation et de l'état local ou global du trafic.

L'objectif de la priorité des transports en commun aux carrefours à feux est d'améliorer :

- Leur régularité. La diminution des aléas de passage des carrefours à feux pour les transports en communs permet de mieux maîtriser la régularité, point particulièrement important pour les usagers.
- Leur vitesse commerciale. L'écart de vitesse entre les véhicules de transport en commun et les véhicules particuliers alors réduit et rend les transports en communs plus attractifs.
- Leur confort. La diminution des arrêts aux feux offre un meilleur confort, aussi bien pour les conducteurs que pour les usagers.

On peut distinguer deux catégories de priorité TC : la priorité tramway et la priorité bus. Cette distinction découle de la mise en œuvre opérationnelle de la priorité qui est différente entre ces deux modes de transport. Il en résulte une algorithmie spécifique aux bus et aux tramways.

A cela s'ajoute l'aspect sécuritaire lié au tramway : La priorité s'effectue par l'intermédiaire de boucles au sol reliées directement au contrôleur de carrefour qui commande en retour les feux de signalisation du tramway.

La priorité VTC peut s'implémenter de différentes manières :

- Gestion locale (échanges entre le contrôleur de carrefour et le véhicule)
- Gestion globale avec équipements dédiés (échange entre le véhicule, le contrôleur et le système central de gestion de trafic)
- Gestion globale sans équipements supplémentaires (échanges entre le système central de régulation de trafic et un SAEIV)

Ces 3 scénarios de mise en œuvre sont présentés ci-après. Un intérêt particulier sera porté sur les différents flux de données générés par l'ajout de la gestion de la priorité VTC dans le SRT.

3.2 Scénario 1 : Gestion locale de la priorité VTC

3.2.1 Description

Une gestion locale de la priorité VTC repose sur le principe suivant :

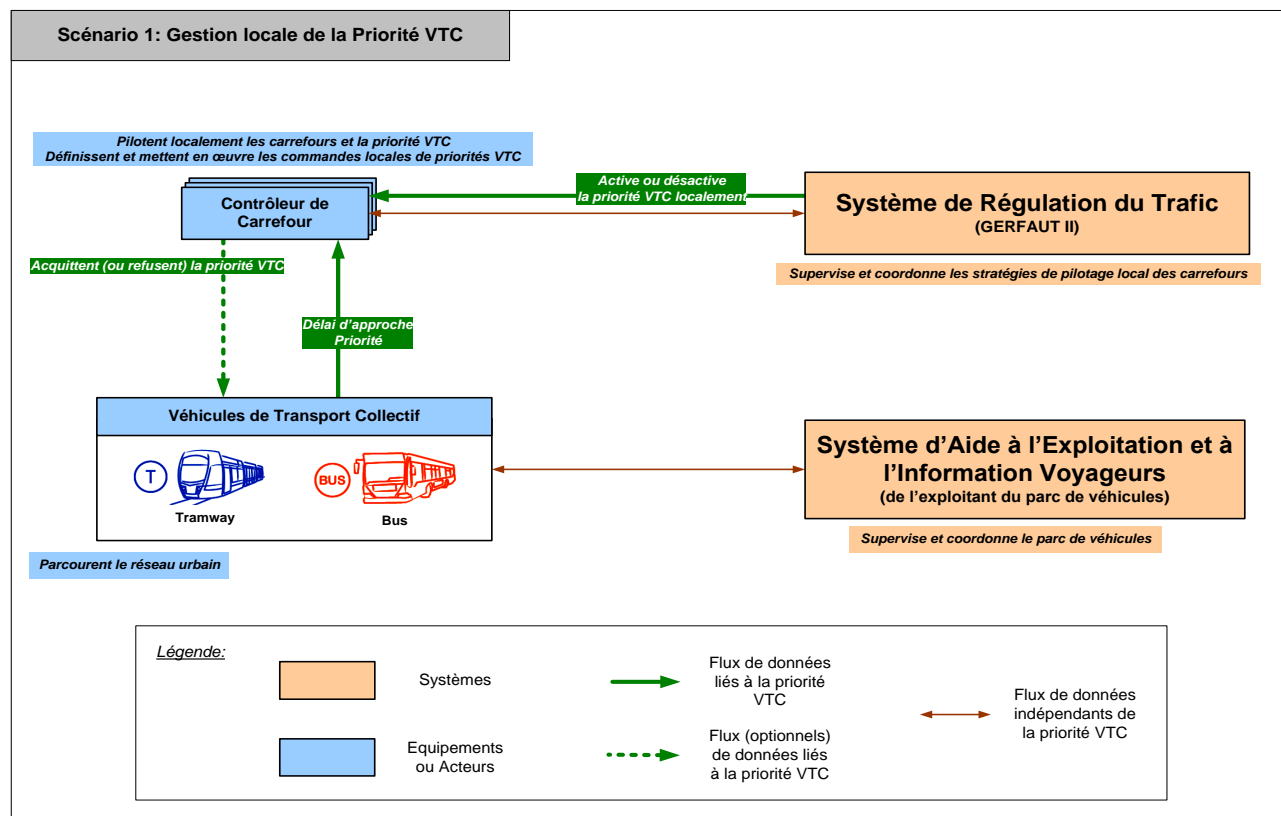


Figure 4: Gestion locale de la priorité VTC

Le contrôleur de carrefour, qui pilote les feux tricolores d'un carrefour, gère également et de manière autonome les demandes de priorité VTC émises par les véhicules de transports en commun en approche de ce dernier.

Le séquençage de la priorité VTC selon ce scénario est le suivant :

- Le VTC signale son approche auprès du contrôleur de carrefour par l'intermédiaire d'équipements permettant une communication avec le contrôleur (boucle de détection, communication radio courte portée...). Dans le même message, il lui transmet une demande de priorité VTC lors de son arrivée au niveau du carrefour ainsi que le délai d'approche et son niveau de priorité. Par exemple pour une communication véhicule-contrôleur par radio à courte portée le message sera structuré selon la norme DIASER.
- Le Contrôleur reçoit ces informations et les traite lui-même (en local). Il détermine la possibilité ou non de mettre en place cette priorité VTC en fonction de :
 - son état actuel de cycle de feux,
 - du délai d'approche,
 - de la priorité du véhicule demandeur,
 - des stratégies de priorité VTC définies par l'exploitant du SRT
 - des contraintes réglementaires spécifiques aux carrefours à feux
 - des contraintes spécifiques au carrefour concerné

- Si une priorité VTC est réalisable alors ce même contrôleur prend les dispositions nécessaires pour que la phase compatible VTC soit activée au bon moment pour permettre le franchissement du carrefour par le VTC.
- Un acquittement (ou un refus) de priorité VTC peut être remonté au véhicule demandeur. (ceci est optionnel, dépend des contraintes d'exploitation du parc de VTC et des possibilités d'échange de données du canal de communication)

Comme on peut le remarquer dans la figure 1, sont représentés les flux de données indépendants de la priorité VTC qui existent entre les équipements, les acteurs et les systèmes (SRT et SAEIV).

Le SRT supervise et coordonne les stratégies de pilotage local des carrefours. En particulier il permet

- La synchronisation des différents carrefours entre eux grâce à des « tops » de synchronisation. Cette synchronisation est réalisée localement par le contrôleur et est d'autant plus cruciale que les demandes de priorité VTC sont nombreuses.
- L'activation ou la désactivation depuis le SRT de la fonction locale de gestion de la priorité VTC.

Le SAEIV supervise et coordonne le parc de véhicules de transport en commun. Dans le cadre de ce scénario, ce système est complètement indépendant de toute gestion de priorité VTC.

A noter que l'objet du présent document n'est pas de présenter l'algorithme de gestion de la priorité VTC. Néanmoins, il est important de préciser que :

- Pour les bus, les séquençements présentés s'inscrivent dans un algorithme itératif (le véhicule ne communique pas une seule fois mais tout au long de sa phase d'approche ce qui lui permet entre autre de mettre à jour son temps d'approche afin d'optimiser la synchronisation de la priorité VTC au niveau du carrefour)
- Pour les tramways la demande de priorité s'effectue par l'intermédiaire d'une ou plusieurs boucles de détection situées en amont du carrefour.

3.2.2 Modélisation actif

Ce scénario ne peut pas être modélisé dans ACTIF car il s'agit d'une gestion effectuée en local par le contrôleur de carrefour (acteur externe).

3.3 Scénario 2 : Gestion priorité VTC avec équipements dédiés

3.3.1 Description

Une gestion globale de la priorité VTC avec des équipements spécifiques repose sur le principe suivant :

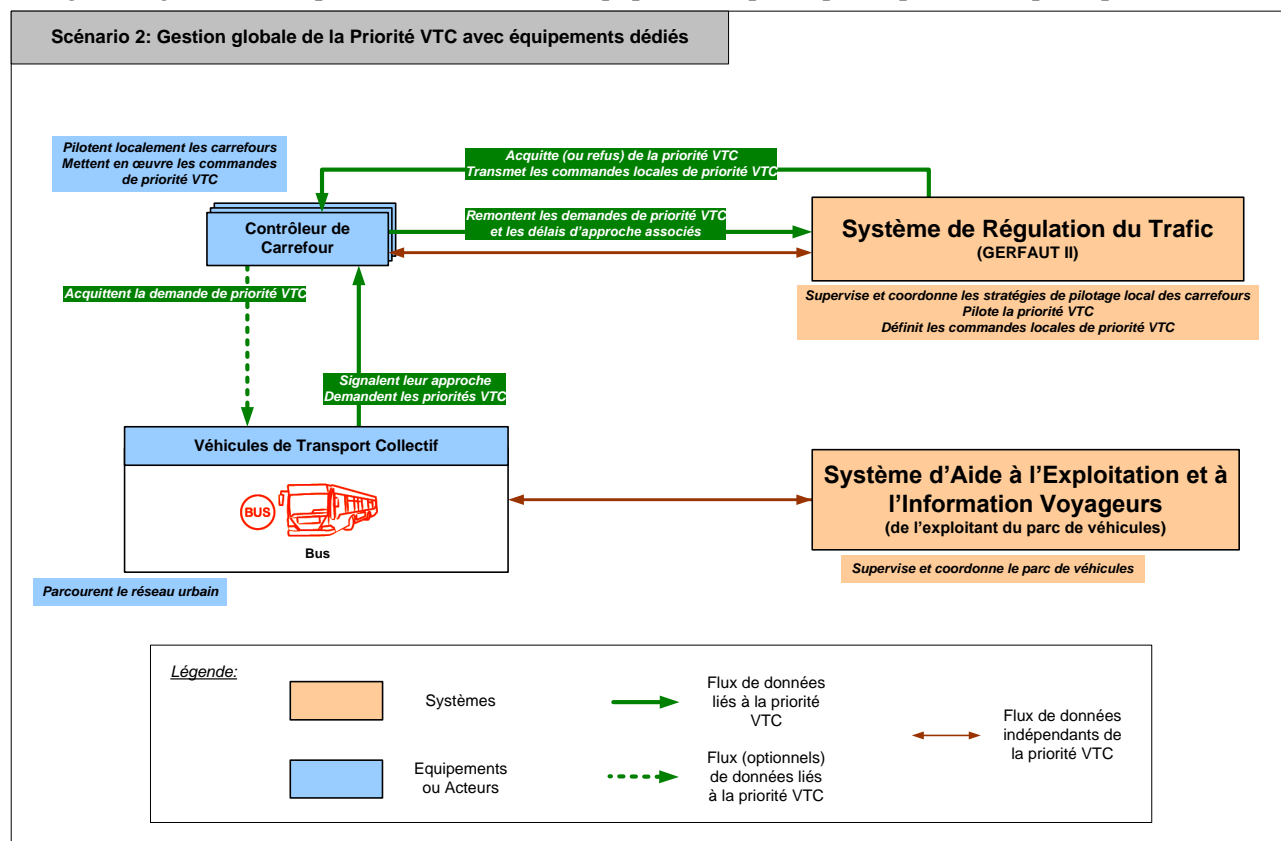


Figure 5 : Gestion globale de la priorité VTC avec équipements spécifiques

Dans ce scénario, le tramway n'apparaît pas dans la mesure où la priorité tram s'effectue par une gestion locale (cf scénario 1).

Le contrôleur de carrefour devient un intermédiaire de la priorité VTC locale. La gestion de cette priorité VTC est réalisée au niveau du SRT. Le contrôleur de carrefour réalise les commandes locales de priorité VTC qui sont définies par le SRT.

Le séquençage de la priorité VTC selon ce scénario est le suivant :

- Le VTC signale son approche auprès du contrôleur de carrefour par l'intermédiaire d'équipements permettant une communication avec le contrôleur (boucle de détection, communication radio courte portée...). Dans le même message, il lui transmet une demande de priorité VTC lors de son arrivée au niveau du carrefour ainsi que le délai d'approche et son niveau de priorité. Par exemple pour une communication véhicule-contrôleur par radio à courte portée le message sera structuré selon la norme DIASER.
- Le Contrôleur reçoit ces informations et les remonte au niveau du SRT.

- Le SRT récupère les différentes demandes de priorité VTC depuis les contrôleurs et les traite en central. Il détermine la possibilité ou non de mettre en place cette priorité VTC au niveau des carrefours concernés en fonction de :
 - l'état actuel de cycle de feux,
 - du temps prévisionnel d'approche,
 - de la priorité des véhicules demandeurs,
 - des stratégies de priorité VTC définies par l'exploitant du SRT
 - des contraintes réglementaires spécifiques aux carrefours à feux
 - des contraintes spécifiques aux carrefours concernés
- Si une priorité VTC est réalisable alors le SRT transmet les données nécessaires au contrôleur pour permettre une synchronisation de la phase compatible avec l'arrivée du VTC.
- Ces mêmes commandes sont transmises au contrôleur qui les exécute.
- Un acquittement (ou un refus) de priorité VTC peut être remonté au véhicule demandeur depuis le SRT par l'intermédiaire du contrôleur. (ceci est optionnel, dépend des contraintes d'exploitation du parc de VTC et des possibilités d'échange de données du canal de communication)

De plus, le SRT supervise et coordonne les stratégies de pilotage local des carrefours. En particulier il permet la synchronisation des différents carrefours entre eux grâce à des « tops » de synchronisation. Cette synchronisation est réalisée localement par le contrôleur.

Le SAEIV supervise et coordonne le parc de véhicules de transport en commun. Dans le cadre de ce scénario, ce système est complètement indépendant de toute gestion de priorité VTC.

3.3.2 Modélisation actif

Seule la partie entre le contrôleur de carrefour et le système de régulation de trafic peut faire l'objet d'une modélisation ACTIF.

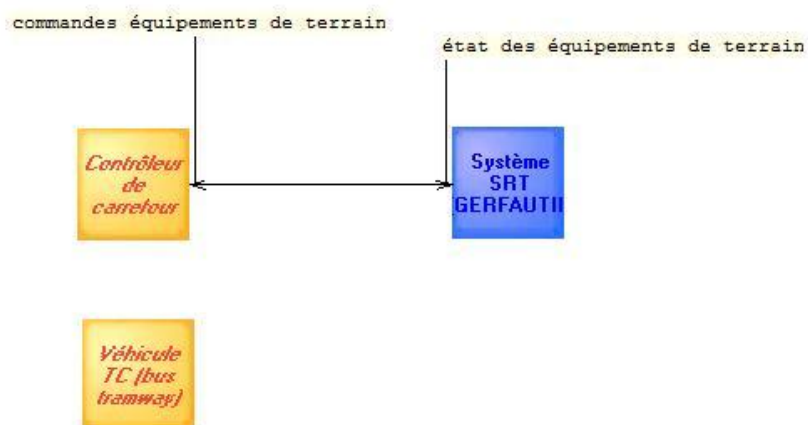


Figure 6 : Modélisation ACTIF de la priorité TC – vue global scénario 2

Le flux montant vers le SRT doit contenir la demande de priorité. Dans le chapitre précédent (cf §2.2), il est proposé que la modélisation ACTIF fasse l'objet d'une évolution qui permettrait l'ajout d'un nouvel objet contrôleur de carrefour et qui intégrerait notamment la demande de priorité.

| Correspondances fonctions SRT et modélisation ACTIF | Constats / Propositions d'évolution du modèle ACTIF |
|---|--|
| <p>Dans le SRT, les demandes de priorité ne peuvent pas être modélisées par les fonctions ACTIF existantes</p> | <p>La demande de priorité est analysée par le SRT qui envoi ou non la commande locale à appliquer au contrôleur selon les contraintes actuelles (contraintes du carrefour, gestion multiple de priorités VTC...)</p> <p>Il est nécessaire de créer une fonction « Gérer les demandes de priorité » avec les flux suivants :</p> <p>En entrée de la fonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un flux provenant du stock de données 3.1 « Stock de données de trafic et prévision » - Un flux provenant du stock des données 3.4 « Stock de données des événements » - Un flux provenant du contrôleur de carrefour pour la demande de priorité (en norme DIASER) <p>En sortie de la fonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un flux vers « 3.3.6 piloter les équipements de terrain » <p>Cette fonction est à ajouter dans le DFD3.3 « Gérer le trafic »</p> |

Le schéma suivant représente les propositions d'évolution de priorité VTC du scénario 2 dans le système de régulation de trafic (SRT) :

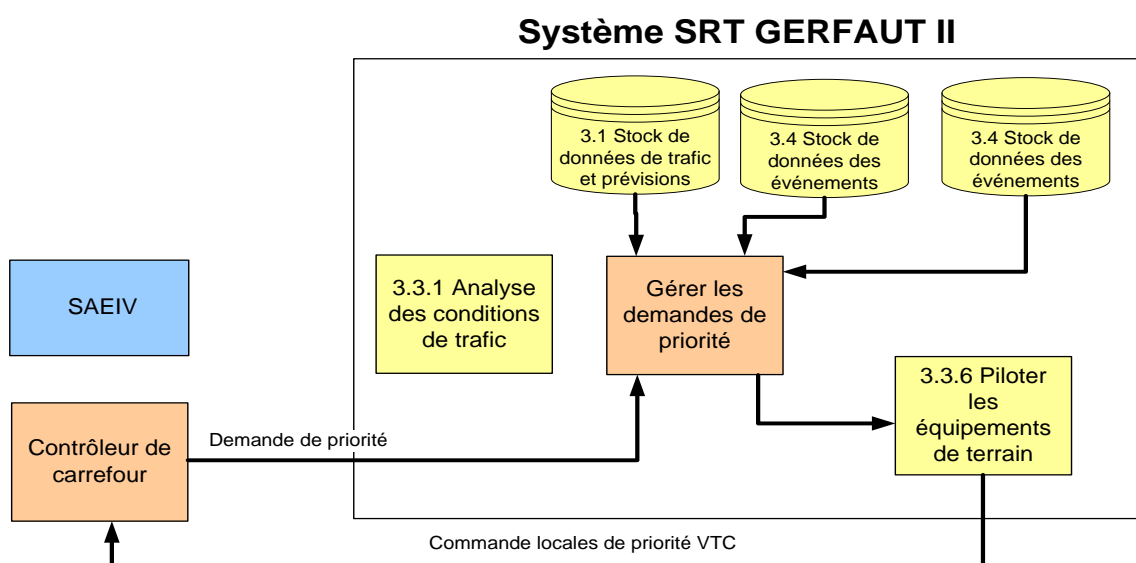


Figure 7 : Modélisation ACTIF Priorité VTC dans le SRT scénario 2

3.4 Scénario 3 : Gestion priorité VTC sans équipements supplémentaires

3.4.1 Description

Une gestion globale de la priorité VTC sans ajout d'équipements supplémentaires repose sur le principe suivant :

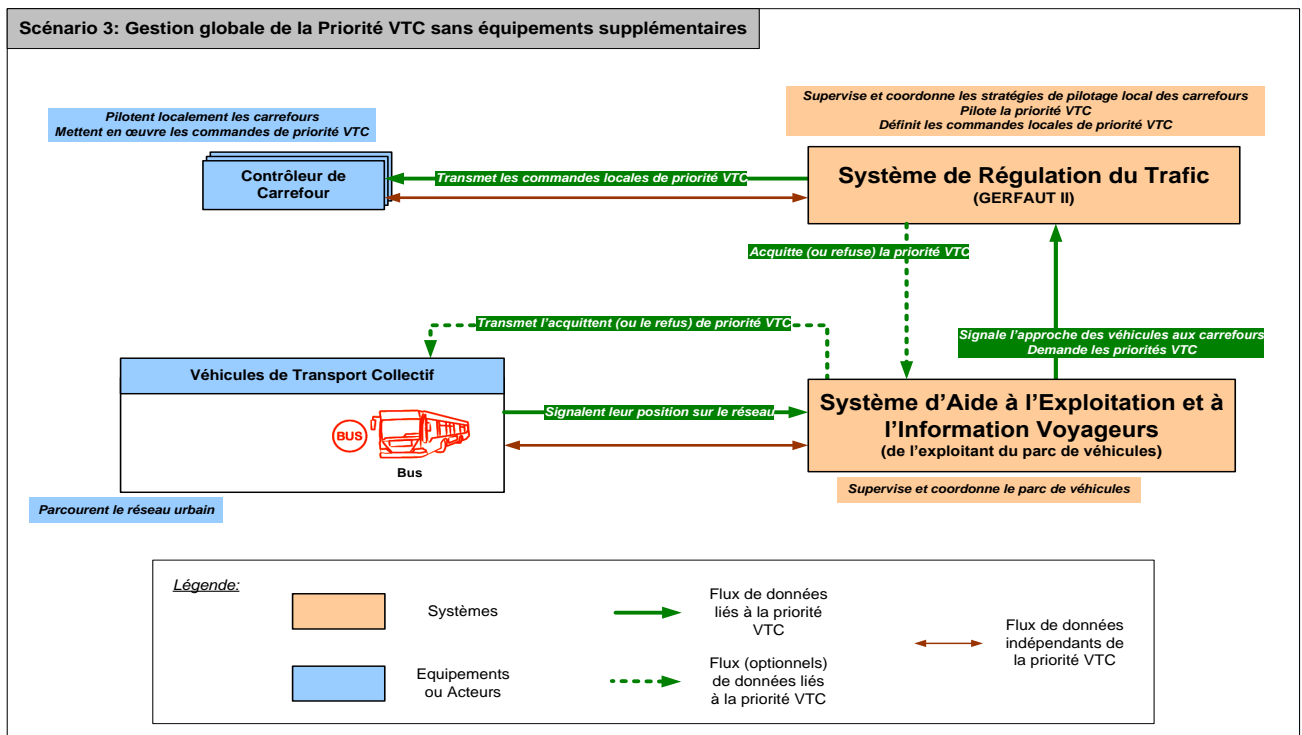


Figure 8: Gestion globale de la priorité VTC sans équipements embarqués

La gestion de la priorité VTC est réalisée par le SRT qui reçoit les demandes de priorité VTC qui proviennent du SAEIV. Il n'y a pas de communication locale entre les véhicules et les contrôleurs de carrefour, tout ce fait de manière centralisée en utilisant les systèmes existants.

Le séquençage de la priorité VTC selon ce scénario est le suivant :

- Le VTC communique en permanence sa position sur le réseau au SAEIV.
- Le SAEIV détermine et réalise les différentes demandes de priorité VTC au SRT pour ses véhicules en fonction de leur position sur le réseau.
- Le SRT récupère les différentes demandes de priorité VTC (délai d'approche) depuis son interface avec le SAEIV et les traite en central. Il détermine la possibilité ou non de mettre en place cette priorité VTC au niveau des carrefours concernés en fonction de :
 - l'état actuel de cycle de feux,
 - du temps prévisionnel d'approche,
 - de la priorité des véhicules demandeurs,
 - des stratégies de priorité VTC définies par l'exploitant du SRT
 - des contraintes réglementaires spécifiques aux carrefours à feux
 - des contraintes spécifiques aux carrefours concernés

Etude de diagnostic GERFAUT II

- Si une priorité VTC est réalisable alors le SRT transmet les données nécessaires au contrôleur pour permettre une synchronisation de la phase compatible avec l'arrivée du VTC.
- Les commandes sont transmises au contrôleur qui les exécute.
- Un acquittement (ou refus) de priorité VTC peut être redescendu au véhicule demandeur depuis le SAEIV. (ceci est optionnel, dépend des contraintes d'exploitation du parc de VTC et des équipements génériques embarqués dans les véhicules)

De plus, le SRT supervise et coordonne les stratégies de pilotage local des carrefours. En particulier il permet la synchronisation des différents carrefours entre eux grâce à des « tops » de synchronisation. Cette synchronisation est réalisée localement par le contrôleur.

Le SAEIV supervise et coordonne le parc de véhicules de transport en commun.

A noter que le protocole des échanges au niveau de l'interface entre le SAEIV et le SRT est à définir en fonction des différentes stratégies de gestion de la priorité VTC. Cependant, indépendamment des protocoles choisis, les messages contiendront a minima les informations suivantes :

- Les demandes de priorités VTC aux carrefours
- Les délais d'approche des véhicules pour lesquels les demandes sont formulées
- Le degré de priorité des différentes demandes.

3.4.2 Modélisation actif

Ce scénario est entièrement modélisable avec ACTIF dans la mesure où la demande et le traitement sont entièrement centralisés par les systèmes SAEIV et SRT. Le schéma général ACTIF des échanges est présenté dans le schéma suivant :

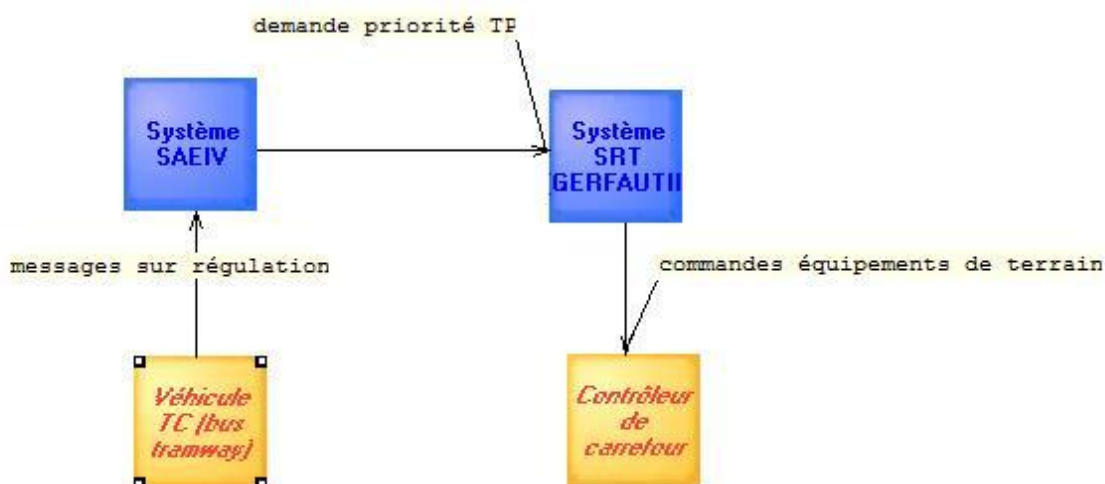


Figure 9 : Modélisation ACTIF de la priorité TC – vue générale des échanges scénario 3

| Correspondances fonctions SRT et modélisation ACTIF | Constats / Propositions d'évolution du modèle ACTIF |
|---|--|
| <p>Le véhicule TC (bus tramway) correspond aux « véhicules TP et équipements embarqués » modélisés dans actif dans le DF 4.2.</p> <p>La demande de priorité est adressée au SAEIV par le « flux message de régulation »</p> <p>Le SAEIV correspond au DFD 4.2 « Superviser et réguler et informer les voyageurs ».</p> | <p>Côté SAEIV, ACTIF permet une modélisation de la remontée</p> <p>Inverser le flux « message de régulation » qui doit descendre vers le véhicule TC</p> <p>Créer un flux inverse « Remontée de la localisation »</p> <p>Ce flux doit respecter la norme DIASER</p> |
| <p>Le SAEIV transmet au SRT la demande de priorité.</p> <p>Il s'agit d'un flux présent entre la fonction 4.2.5 « Réguler les TP » et la fonction 3.3.1 « Analyser les conditions de trafic »</p> | <p>L'échange SAEIV vers SRT est prévu. En revanche, il manque un retour au SAEIV de prise en compte ou non de la priorité</p> <p>Ajouter un flux retour d'acquiescement entre les fonctions 3.3.1 et 4.2.5 pour bonne prise en compte ou non de la demande faite</p> |

- **Un flux de demande de priorité provenant de la fonction 3.3.1 « Analyser les conditions de trafic »**

Côté SAEIV, la demande de priorité est modélisée par le diagramme ACTIF suivant :

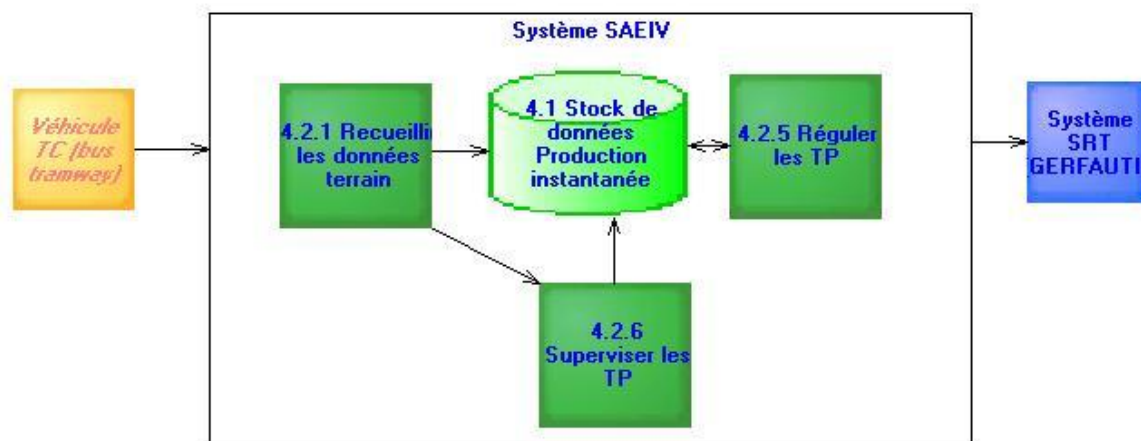


Figure 10 : Modélisation ACTIF de la priorité TC – vue SAEIV du scénario 3

| Correspondances fonctions SRT et modélisation ACTIF | Constats / Propositions d'évolution du modèle ACTIF |
|--|--|
| <p>Côté SAEIV, le traitement de la demande de priorité VTC est assuré par les fonctions ACTIF suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4.2.1 Recueillir les données terrain • 4.2.5 Réguler les TP • 4.2.6 Superviser les TP | <p>Toutes les fonctions sont présentes côté SAEIV</p> <p>La fonction 4.2.6 « Superviser les TP » doit également permettre de calculer les délais d'approche pour la priorité TC en fonction de la position des véhicules.</p> |

Côté SRT, la demande de priorité doit être modélisée selon le même principe que le scénario 2 avec les quelques différences précisées dans le tableau suivant :

| Correspondances fonctions SRT et modélisation ACTIF | Constats / Propositions d'évolution du modèle ACTIF |
|---|---|
| <p>Dans le SRT, les demandes de priorité sont à modéliser de la même manière que le scénario 2</p> | <p>La demande de priorité est analysée par le SRT qui envoie ou non la commande locale à appliquer au contrôleur selon les contraintes actuelles (contraintes du carrefour, ...)</p> <p>C'est la nouvelle fonction « Gérer les perturbations » qui traitera les demandes de priorités, mais le flux de demande de priorité ne proviendra pas du contrôleur de carrefour, mais de la fonction 3.3.1 « Analyser les conditions de trafic »</p> |

Le schéma suivant représente les propositions d'évolution de priorité VTC du scénario 3 dans le système de régulation de trafic (SRT) :

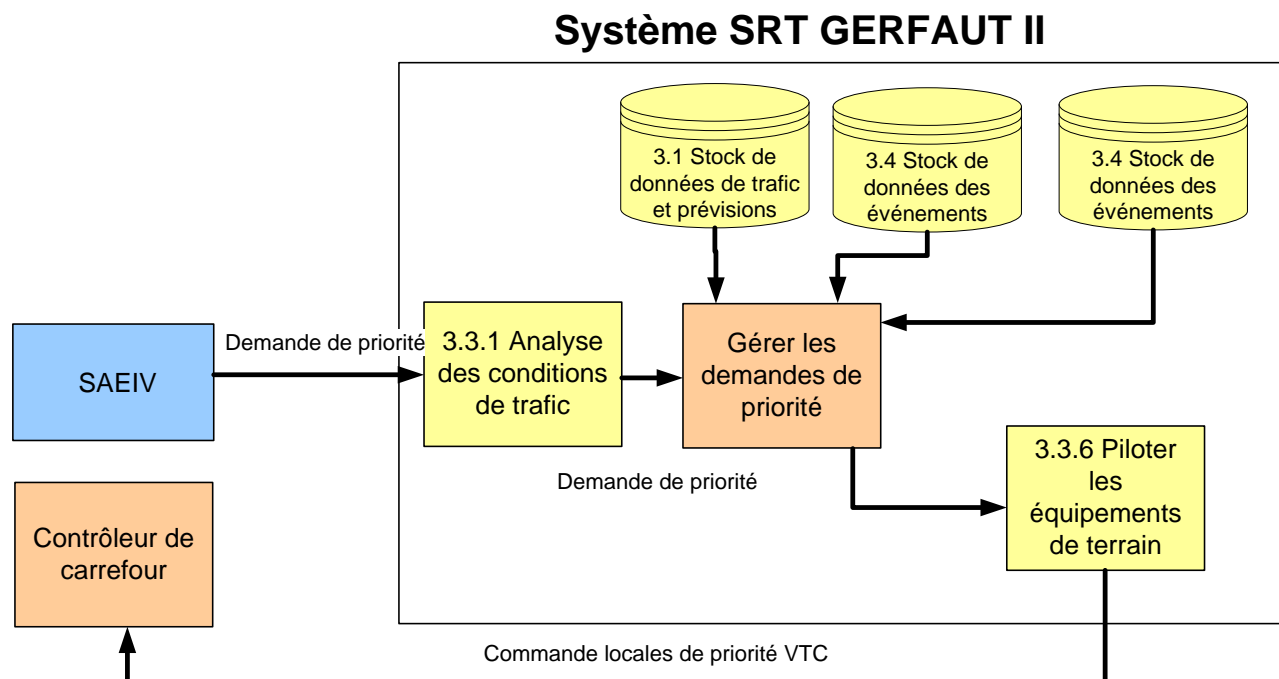


Figure 11 : Modélisation ACTIF Priorité VTC dans le SRT scénario 3

4. Conclusions et recommandations

4.1 Le modèle ACTIF

Le modèle ACTIF permet d'une part de modéliser la fonction d'un système de régulation de trafic urbain et d'autre part la modélisation de la prise en compte de la priorité VTC. La problématique de la priorité VTC est aujourd'hui un point essentiel qu'il convient de prendre en compte et d'intégrer dans la majorité des systèmes de régulation de trafic en milieu urbain.

4.2 Les recommandations

On peut classer les recommandations identifiées en plusieurs catégories :

- 1- Enrichir la description de la fonction en y rajoutant des interfaces spécifiques à la problématique de régulation de trafic en milieu urbain (BRP pour le temps de parcours...)
- 2- Enrichir la description de la fonction 9.2.1 « Recueillir les données à historiser » pour ajouter la notion de trace chronologique des remontées terrain et des actions effectuées
- 3- Ajouter la norme DIASER dans les flux de recueil des données et de pilotage des équipements
- 4- Ajouter de nouveaux acteurs externes ainsi que les flux associés :
 - a. Contrôleur de carrefour
 - b. Gestionnaire de parking
- 5- Ajouter de nouvelles fonctions
 - a. « Calculer une stratégie de gestion de trafic »
 - b. « Enregistrer les traces et les alertes »
 - c. « Gérer les demandes de priorité »
- 6- Ajouter de nouveaux flux entre :
 - a. Les fonctions 3.1.11 « Diffuser les données de trafic » et 3.3.6 « Piloter les équipements de terrain »
 - b. Les fonctions 3.1.9 « Diffuser les temps de parcours » et 3.3.6 « Piloter les équipements de terrain »
pour pouvoir diffuser les temps de parcours et la disponibilité des places de parking.
 Puis entre :
 Inverser le flux « Message de régulation » qui doit descendre vers le véhicule TC. Créer un flux inverse « Remontée de la localisation »