

Projet de gestion de la bretelle Nazareth

Compte rendu de lecture

Documents reçus

- Mail du 31/05/2018 intitulé « Fwd: Document initial de compréhension des enjeux de gestion bretelle Nazareth » expédié par Marc.
 - **Objectifs du système identifié :**
 - Superviser l'opération de la bretelle
 - Prendre des actions afin de réduire ~~le risque d'accumulation dans le tunnel~~ minimiser le nombre d'engins présents dans le tunnel :
Comment évaluer ce nombre ? Quel est le nombre acceptable ? À partir de quand (combien) peut-on parler d'accumulation ? Quelles sont les conséquences d'une accumulation ?
 - Nous sommes en conception pour le superviseur qui s'occupera de tout ça == ? (il y'a un système à modéliser et un superviseur (logiciel) servant à la régulation du système ?)
 - **Présence d'un tunnel en courbe**
 - **Conséquence :** visibilité en amont réduite => ? (Quel est l'impact de la visibilité réduite ? Y'a-t-il des actions qui auraient pu être effectuées si la visibilité n'était pas réduite et qui ne sont plus possibles ? **Proposition de réponse :** La visibilité réduite empêche aux automobilistes situés à un certain niveau dans le tunnel d'apercevoir une potentielle congestion (et donc de prendre des actions appropriées comme par exemple la réduction de vitesse. D'où l'introduction de panneaux de message qui rendront compte de l'état de la congestion et de feux de régulation)
 - **Conversion de la nature de la rue :**
 - **Avant :** Flot de véhicule « free flow » == ? (Est-il possible d'avoir **une visualisation ?**) et connexion directe du tunnel vers l'autoroute Bonaventure
 - **Après :** Les véhicules passent par le réseau artériel == ? (le tunnel et ses bretelles d'accès ?) et la sortie du tunnel termine sur un feu de circulation ? (Pourquoi le feu n'a pas été placé juste à la sortie du tunnel ? Quel est l'intérêt de laisser les deux files (celle provenant du tunnel et celle de la rue Nazareth) se combiner avant l'accès aux feux ?)
 - **Raisons du changement :** ? (Diriger la circulation en provenance du tunnel Ville-Marie vers la rue de Nazareth, élargie à 5 voies, et la circulation en provenance de l'autoroute Bonaventure vers la rue Duke, élargie à 4 voies). **Pourquoi ?** Au terme du projet, l'accès à l'autoroute Ville-Marie se fera uniquement à partir de la rue Duke. Inversement, la sortie de l'autoroute se fera uniquement vers la rue de Nazareth.

- Conséquences attendues : risques d'accumulation dans le tunnel
(voir objectifs du système)
- **Première salve d'objectifs du partenariat** :
 - Déterminer des risques non identifiés
 - Déterminer des gaps quant à la couverture des capteurs ? (Peut-on parcourir et évaluer le positionnement précis de chaque composant ? Comment a-t-on abouti à cette configuration ? Comment définit-on la couverture d'un capteur ? La couverture d'un capteur est fournie ou évaluée ? Si elle est évaluée, quel est le principe utilisé ? À partir de quel moment l'écart entre les couvertures d'un ensemble de capteurs devient (est considéré comme) un gap ?)
 - Systèmes dynamiques ? (Quels sont les composants dynamiques identifiés ?) => Identification des limites à ne pas franchir lors de l'ajustement des timings des feux de circulation (Combien de feux compte-on ? Combien de feux souhaitent-on contrôler ? Combien de timers compte-on ? Quelles sont les limites actuelles des timers ? Y-a t'il des précédents (relativement au besoin exprimé) ?)
 - S'assurer que les interventions réalisées ne diminuent pas la sécurité des usagers de la route ? (comment caractériser le niveau de sécurisation actuel (nbre d'accidents, nbre de plaintes, délai de sortie du tunnel, longueur moyenne des congestions, ...) ? comment caractériser le niveau de sécurisation inhérent aux changements ?) et assurer la fonctionnalité du réseau routier municipal et, minimalement, le maintien de la qualité de l'offre actuelle en matière de transport collectif et actif ? (comment caractériser la fonctionnalité actuelle du réseau routier municipal (nbre de bus circulant, nbre de bus en retard, ...) ? Quelles sont les valeurs caractéristiques actuelles ?).
- **Avant projet définitif Rev.11.pdf** : Rapport Avant-Projet Définitif – Raccordement des rues Duke et de Nazareth à l'autoroute Ville-Marie
 - Le Projet Bonaventure porte au premier chef sur le remplacement de l'autoroute Bonaventure (A-10) par un boulevard urbain entre les rues de la Commune, à la hauteur de la pile 22, et la rue Saint-Jacques.
 - L'approche proposée consiste à diriger la circulation en provenance du tunnel Ville-Marie vers la rue de Nazareth, élargie à 5 voies, et la circulation en provenance de l'autoroute Bonaventure vers la rue Duke, élargie à 4 voies.
 - Au terme du Projet Bonaventure, l'accès à l'autoroute Ville-Marie ne pourra se faire qu'à partir de la rue Duke et la sortie de l'autoroute ne sera possible que vers la rue de Nazareth.
 - Dans le cadre de la planification de ce réaménagement, le MTQ a notamment fait valoir l'importance de s'assurer que les interventions réalisées ne diminuent pas la sécurité des usagers de la route.
 - La Ville de Montréal a également insisté sur l'importance d'assurer la fonctionnalité du réseau routier municipal et, minimalement, de maintenir la qualité de l'offre actuelle en matière de transport collectif et actif.

- Pour la rue Duke et l'entrée à l'autoroute Ville-Marie depuis la rue Duke, un scénario satisfaisant à tous les égards est celui qui prévoit quatre voies de circulation sur la rue Duke (dont une réservée aux autobus) et une voie de circulation dans l'entrée à l'autoroute Ville-Marie depuis la rue Duke.
- Pour ce qui est de la rue de Nazareth et de la sortie de l'autoroute Ville-Marie vers la rue de Nazareth, **il s'est avéré plus difficile de répondre à la fois aux enjeux identifiés par la Ville de Montréal et à l'enjeu de sécurité formulé** de la façon suivante **par le MTQ** : « *L'enjeu principal pour le MTQ repose sur la sécurité des usagers dans la bretelle « C » en regard des files d'attentes qui seront créées par le nouveau feu de circulation à l'intersection des rues William et de Nazareth. Il est clair qu'il est dans l'intérêt de la sécurité des usagers de la route d'éliminer tout risque de refoulement dans une courbe de tunnel prononcée où la visibilité est réduite.* »
- Dans le cadre de la première analyse de circulation, les deux scénarios de géométrie générale suivants ont été analysés pour la rue de Nazareth et la sortie de l'autoroute Ville-Marie vers la rue de Nazareth :
 - une voie de circulation dans la sortie vers la rue de Nazareth, qui s'ajoute à quatre voies sur la rue de Nazareth (dont une réservée aux autobus). Un total de cinq voies de circulation sont ainsi prévues afin d'accueillir l'ensemble des véhicules provenant de l'autoroute Ville-Marie et du réseau municipal;
 - **deux voies de circulation dans la sortie de l'autoroute Ville-Marie vers la rue de Nazareth, qui s'ajoutent à trois voies sur la rue de Nazareth. Encore une fois, un total de cinq voies de circulation sont prévues afin d'accueillir l'ensemble des véhicules provenant de l'autoroute Ville-Marie et du réseau municipal.**

Ces deux scénarios ne répondant pas d'emblée aux exigences identifiées, un certain nombre d'options additionnelles ont été développées, analysées et comparées. À la suite de cette démarche, le second scénario décrit ci-dessus a finalement été retenu. Pour ce faire, il a toutefois été nécessaire d'affiner le scénario, notamment par **l'ajout d'équipements de signalisation et de systèmes de transport intelligents.**

Critères	Duke		De Nazareth	
	Entrée Duke	Tunnel Ville-Marie	Tunnel Ville-Marie	Sortie Nazareth
Vitesse de conception (km/h)	60	80	80	60
Vitesse affichée (km/h)	50	70	70	50
Nombre de voies	1	1	1	2

- Le marquage mis en place sur la chaussée proposée sera en concordance avec la géométrie routière prévue:
 - Bretelle de sortie (bretelle C) : une voie de circulation seulement dans la portion en tunnel de la bretelle. Ensuite, **à 37 m environ en amont de la sortie du tunnel, dans le sens de la circulation, il y a émergence d'une deuxième voie pour accéder à la rue de Nazareth ;**
 - Bretelle d'entrée (bretelle E) : une voie de circulation seulement dans la bretelle d'entrée au tunnel à partir de la rue Duke.

- (page 48) Les analyses de fonctionnalité et de sécurité ont révélé une problématique de sécurité pour la bretelle C, soit un **déficit de visibilité dans une zone de transition entre le secteur autoroutier à vitesse élevée et le secteur municipal à basse vitesse**. La solution proposée par les intervenants vise **l'implantation d'un système de transports intelligent (STI) capable** :

- d'avertir les conducteurs sur les risques de collision pouvant apparaître en aval, au-delà de la visibilité disponible,
- d'assurer la surveillance automatique des incidents dans la bretelle,
- de s'intégrer avec le système de feux à l'intersection des rues William et de Nazareth.

À cela s'ajouteront les équipements STI déjà prévus sur le réseau municipal, **soit le système de détection sur les axes des rues de Nazareth et Duke et les caméras PTZ pour la surveillance du trafic**. Il est à noter que **les équipements installés dans le tunnel ne devront pas entrer en conflit avec la signalisation existante et ne pas poser de problèmes de visibilité**.

- (page 48) Le système se compose des éléments suivants : ? (Beaucoup de composants sont reliés au CIGC. Que faire en cas de rupture de la connexion ?)

1. Système de détection d'incidents dans le tunnel ;

- a. Rôle (minimum) : détection des files d'attente, présence de piétons et de véhicules arrêtés. ? (capable de comptabiliser le nombre de piétons et de véhicules à l'arrêt ? Y'a t'il des alarmes planifiées ? Quelles sont les valeurs seuils ?)
- b. Position : la zone de détection comprend le tronçon de la bretelle entre **le début de la courbe ? (voir)** et jusqu'après la sortie du tunnel.
- c. Particularité : système avec redondance 100%, soit **deux systèmes couvrant les mêmes zones de détection ? (Les deux fonctionnent-ils au même moment ? y'a t'il un contrôle effectué pour vérifier la concordance des retours des 2 systèmes ? Intérêt de la redondance ?)**

2. Système de détection des files d'attente en aval de la sortie du tunnel ;

a. Instance MTQ

- i. Rôle : détecter les files d'attente entre la sortie du tunnel et la ligne d'arrêt de l'approche nord de l'intersection Nazareth/William ? (capable de comptabiliser le nombre de véhicules à l'arrêt ? Y'a t'il des alarmes planifiées ? Quelles sont les valeurs seuils ?)
- ii. Position : la zone de détection est située entre la fin de la zone de détection d'incidents du tunnel et l'intersection Nazareth/William ? (Zone de positionnement des feux ?).

b. Instance VdM

- i. Rôle : détecter les files d'attente entre la sortie du tunnel et la ligne d'arrêt de l'approche nord de

l'intersection Nazareth/William – **utilisation si la communication CGMU-CIGC n'est pas disponible (mode de fonctionnement dégradé ? (Pourquoi ce mode n'apparaît qu'ici ? Ou y'a-t-il d'autres équipements/systèmes capables de fonctionner sous ce mode ?))**.

- ii. Connexion : **au contrôleur de feux de l'intersection Nazareth/William ? (pourquoi cette instance est connectée au contrôleur de feux ?)** et au CGMU de la Ville de Montréal (système géré par la VdM).
- iii. Position : la zone de détection est située entre la fin de la zone de détection d'incidents du tunnel et l'intersection Nazareth/William ? **(Zone de positionnement des feux ?)**.

3. Panneaux à messages variables (PMV) sur le réseau autoroutier ;

- a. Rôle : communiquer aux conducteurs les risques d'incident et l'état de la circulation dans la zone de visibilité limitée.
- b. Position : ? **(est-il possible d'estimer la couverture : zone de visibilité ?)**
 - i. PMV1 existant sur la rue Viger près de la rue Panet ;
 - ii. PMV2 sur la bretelle Hôtel de Ville (arrivant de l'avenue Viger) ;
 - iii. PMV3 sur la bretelle Hôtel de Ville (arrivant de la rue Saint-Antoine) ;
 - iv. PMV4 dans le tunnel Ville-Marie à 200 m à l'est du musoir de l'entrée de la bretelle C ;
 - v. PMV5 dans le tunnel Ville-Marie à 175 m à l'ouest du musoir.

4. Panneau affichage dynamique de la vitesse (PMV7) ? (cet élément ne figure pas dans la liste des composants du STI ?)

- a. Rôle : informer les conducteurs sur la vitesse pratiquée (fonctionnement continu).
- b. Position : dans le tunnel, à environ 25 m à l'ouest du musoir à l'entrée de la bretelle C. ? **(est-il possible d'estimer la couverture : zone de visibilité ? Comment évaluer la portion du tunnel sur laquelle cette indication de vitesse s'applique ?)**

5. Feux d'utilisation de voie dans le tunnel en amont de la courbe == ?;

- a. Rôle : fermer des voies à la circulation en amont d'une congestion majeure ou en amont d'un incident dans le tunnel. ? **(Quel est le délai de prise en compte d'un incident ? Que faire des véhicules utilisant une voie au moment de sa fermeture ? (y'a-t-il des voies de mitigation ? ou les usagers resteront à l'arrêt jusqu'à la réouverture de la voie ?))**

- b. Position : le long du tunnel, en amont de la courbe de la bretelle C. ? (est-il possible d'estimer la couverture : zone de visibilité ? est-il possible de positionner précisément chaque feu ?)
- 6. **Feux d'utilisation de voie dans le tunnel en aval de la courbe == ?;**
 - a. Rôle : gestion des incidents/maintenance dans le tunnel. ? (rôle similaire au composant 5 ?)
 - b. Position : sur la bretelle C, entre le début de la deuxième voie et la sortie du tunnel.
- 7. **Système de communication entre CGMU (VdM) et CIGC (MTQ) ?**
(cet élément ne figure pas dans la liste des composants du STI ?)
 - a. Rôle : échange d'information entre les deux centres de gestion de la circulation ? (y-a t-il redondance ici ? Plus globalement, quels sont les critères utilisés pour mettre en place une redondance ?).
- 8. **Système de communication du MTQ – Connexion au Centre Intégré de Gestion de la Circulation (CIGC) ;**
 - a. Rôle : transmission de données entre les équipements gérés par le MTQ et le CIGC du MTQ.
- 9. **Système de communication de la Ville de Montréal – Connexion au Centre de Gestion de la Mobilité Urbaine (CGMU) ;**
 - a. Rôle : transmission de données entre les équipements gérés par la Ville de Montréal et le CGMU de la Ville de Montréal.
- 10. **Système de gestion de la circulation par feux sur la rue de Nazareth – Connexion au CGMU ;**
 - a. Rôle : maximiser, au besoin, la capacité de l'approche nord à l'intersection des rues de Nazareth et William et par conséquent, maximiser la capacité sur l'axe de Nazareth afin de réguler la congestion ? (cette gestion est manuelle ou automatique ? Quels sont les critères/règles de gestion ? A t on une idée de la fonction d'impact de la régulation sur la congestion ? (eg : un ajustement des timers de telle manière pendant telle durée se traduit par une réduction de la congestion de telle longueur après telle durée...).
 - b. Position : ? (non fournit ? Gestion de tous les feux sur la rue de Nazareth ?)
- 11. **Système de détection ? (de quoi ?) sur les axes des rues de Nazareth et Duke, entre les intersections du tronçon visé par le projet ;**
 - a. Rôle : détecter et transmettre les informations concernant la demande véhiculaire sur les axes nord-sud afin de permettre une gestion dynamique des plans de feux aux intersections. ? (fournit en temps réel le nombre de véhicules empruntant le tronçon ? fournit un cumul ?)

12. Panneau à messages variables, à la hauteur de l'intersection de la rue Duke avec la rue Saint- Paul, avant l'entrée sur la bretelle menant à l'A-720

- a. Rôle : communiquer aux conducteurs l'état du réseau autoroutier en aval, notamment lors de la fermeture de la bretelle.

○ (page 54) Nouveaux équipements proposés

No	Équipement	Technologie	Réseau	UM	Quantité
1	Détecteurs dans le tunnel (1)	Vidéo	MTQ	unité	8
2	Détecteurs dans le tunnel (2)	Vidéo	MTQ	unité	8
3	PMV bretelles Hôtel de Ville	Type 4, trois lignes x 12c, matrice graphique	MTQ	unité	2
4	PMV tunnel	Non standard, une ligne, matrice graphique (H _{max} =350 mm, L _{max} =3,2 m)	MTQ	unité	2
5	Détecteur(s) entre le tunnel et l'intersection rue William/ rue de Nazareth (1)	Vidéo	MTQ	unité	4
6	Détecteur(s) entre le tunnel et l'intersection rue William/ rue de Nazareth (2)	Vidéo	MTQ	unité	3
7	Détecteur entre le tunnel et l'intersection rue William/ rue de Nazareth (3)	Radar	VdM	unité	1
8	PMV rue Duke avant l'entrée sur l'autoroute A-720	Type 4, trois lignes x 12c, matrice graphique	MTQ	unité	1
9	Systèmes de gestion de la circulation par feux	Contrôleur + têtes de feux + détecteurs locaux + structures	VdM	unité	10
10	Détecteurs véhiculaires sur les axes des rues de Nazareth et Duke pour coordination dynamique des plans de feux	Radar, avec possibilité de comptage et classification	VdM	unité	10

(1) Premier système de détection

(2) Second système de détection en redondance

(3) Détecteur géré par VdM – connecté au contrôleur William/Nazareth et au CGMU

- (page 48) Le fonctionnement de l'ensemble des sous-systèmes sera transparent pour les deux centres de gestion (CIGC et CGMU). Les images vidéo seront accessibles aux deux centres et les alarmes seront aussi retransmises par le système STI aux deux centres. De plus, **un message sur l'état du système sera envoyé par chacun des centres à un intervalle de 10 s à 30 s et à chaque changement de scénario, suivi par une confirmation automatique du receveur ? (chaque centre envoie le message à l'autre centre ou chaque centre envoie le message au superviseur (logiciel) du STI ?)**. Enfin, l'architecture STI du projet devra respecter le cadre de l'Architecture Canadienne STI élaborés par Transport Canada ? (voir).
- Le plan illustrant l'emplacement des **STI proposés ? (Composants du STI ? Plusieurs STI ?)** est montré à l'**Annexe 1** (section 6 - STI).
- Les seuils préliminaires suivants ont été proposés pour le passage d'un scénario à l'autre :

No.	Changement de scénario	Seuil (m)
1	Sortie du scénario 1 (vers scénario 2 ou plus)	75
2	Sortie du scénario 2 (vers scénario 3 ou plus)	150
3	Sortie du scénario 3 (vers scénario 4)	260
4	Sortie du scénario 4 (vers scénario 3 ou moins)	225
5	Sortie du scénario 3 (vers scénario 2 ou moins)	125
6	Sortie du scénario 2 vers scénario 1	45

- Le passage d'un scénario à l'autre se fait ainsi par une hystérésis : **la longueur minimale de la file d'attente déterminant un scénario doit être plus élevée que la longueur de file déterminant le retour à un scénario moins critique !**

(Permet d'éviter des cycles de basculement entre scénarios (=> propriété à vérifier))

- (page 55) Gestion des scénarios (=> vérifier les transitions inter-scénarios) :

Code	Conditions de circulation	Détecté par	Identificateur scénario	Réaction système de feux (VdM)
1	Sans congestion	MTQ et VdM	¹ file d'attente $\leq X_1$ (m)	fonctionnement normal
2	File d'attente en aval du tunnel de la bretelle C	MTQ et VdM	¹ file d'attente $> X_1$ (m) et $< Y_1$ (m)	changements au temps de vert - local à l'ints. W-N et/ ou sur axe
3	File d'attente dans le tunnel, en aval de la courbe de la bretelle C	MTQ	² file d'attente $> Y_1$ (m) et $\leq Z_1$ (m)	changements au temps de vert - local à l'ints. W-N et/ ou sur axe
4	File d'attente sur le réseau MTQ dans la courbe/en amont de la courbe de la bretelle C	MTQ	³ file d'attente $> Z_1$ (m)	changements au temps de vert - local à l'ints. W-N et/ ou sur axe
5	Non-définies (bretelle fermée)	MTQ	par l'opérateur CIGC	changements au temps de vert - local à l'ints. W-N et/ ou sur axe

- Les feux de voie tunnel restent vert et ne passent au rouge que lors du scénario 5
 - ! On peut supposer que les utilisateurs à l'intérieur du tunnel (sur la voie) sont tous notifiés de l'état de la congestion (soit en voyant, soit à travers les panneaux de message) (=> vérifier la couverture et la présence des gaps). Ainsi, tout au moins ils maintiendront leur vitesse ou ralentiront lors du passage d'un scénario à un autre... (=> quelle hypothèse considérer et comment vérifier sa pertinence ?)
- (page 56 : augmentation de capacité à l'intersection (approche sud) ?
(Comment est initiée cette augmentation ? Action sur les feux ?)
- **Document Description fonctionnelle du système DAI révision 03.pdf** : Architecture de haut niveau des composantes utilisées pour la conception du système chargé de superviser l'opération de la bretelle et de prendre des actions pour réduire le risque d'accumulation dans le tunnel.
 - Ce document présente les objectifs de haut niveau du système DAI
 - Détection du niveau de congestion
 - Détection de la présence d'un véhicule arrêté
 - Détection de la présence d'un véhicule roulant en sens inverse
 - Détection des dépassements de vitesse
 - Détection des ralentissements
 - Détection de piétons ou cyclistes
 - Détection d'objets ou de fumées
 - Détection de défaillances techniques
 - Ce document présente des agents du système DAI. Nous identifions :
 - Les caméras thermiques (au nombre de 11) pour les détections (est-il possible d'identifier et considérer d'autres alternatives afin de mieux justifier le choix de ce composant ?)
 - Les Panneaux à Messages Variables (PMV) (au nombre de 2) pour l'affichage des messages appropriés aux usagers en fonction de l'état de la congestion (les messages à afficher sont définis suivant le niveau de congestion ; mais il n'est pas possible de savoir de façon exacte quelle sera l'impact de l'affichage de ces messages sur le

comportement des usagers. Quelles hypothèses peuvent être considérées ?)

- Le serveur FLUX pour la collecte, le stockage et le traitement des détections (identification du type d'incident et déclenchement du bon type d'alarme)
- Les opérateurs
 - Opérateurs TVM du CIGC habilités à valider et à prendre des actions de mitigation (**peut-on avoir une liste exhaustive des actions possibles et des critères associés ?**). Actions décrites dans le document (**assez ambiguë et aucune indication quant à l'exhaustivité et quant à la quantification des impacts**) :
 - 1- **Sans congestion** : Fonctionnement normal
 - 2- **File d'attente en aval du tunnel de la bretelle C** : Augmentation de capacité à l'intersection (approche sud)
 - 3- **File d'attente en aval de la courbe de la bretelle C** : Augmentation de capacité à l'intersection (approche sud)
 - 4- **File d'attente sur le réseau MTMDET dans la courbe/en amont de la courbe de la bretelle C** : Augmentation de capacité à l'intersection (approche sud)
 - 5- **Non-définies (bretelle fermée)** : Mesures à prendre selon la fermeture
 - Opérateurs techniques
- Ce document caractérise les niveaux de service
 - Niveau 0 : normal
 - Vitesse : 40 km/h et plus
 - Taux d'occupation : moins 40%
 - Niveau 1 : dense
 - Vitesse : Entre 35 et 39 km/h
 - Taux d'occupation : moins 40%
 - Niveau 2 : Trafic aux ralenties
 - Vitesse : 25 ∇ 34 km/h
 - Taux d'occupation : plus de 40%
 - Niveau 3 :
 - Vitesse : Moins de 15 km/h
 - Taux d'occupation : plus de 40%
- Ce document présente quelques critères de validation du système, quelques conditions de succès et quelques scénario d'animation/validation (pages 18, 29, 30+). Eg :
 - Détection de la longueur de la file d'attente avec un taux > 95%
 - Détection de l'état de la circulation avec un taux de 100%
 - Détection de véhicules arrêtés dans le tunnel avec un taux > 97%
 - Détection de piétons dans le tunnel avec un taux > 90%
 - Détection de débris ou objets stationnaires avec un taux > 75%
 - Détection de la présence de fumée avec un taux > 95%

- Détection de la vitesse moyenne pratiquée avec un taux de 100%
 - Délai d'indication de la présence d'une file d'attente inférieur à 10 s
 - Détection effectuée sur toutes les 11 zones
 - Ce document présente les catégories d'alarmes, **mais ne précise pas de façon non ambiguë les critères de déclenchement (quelles détections déclenchent un certain type d'alarme et pas un autre ?)**. Il présente également les états possibles d'une alarme (normal, active non acquittée, active acquittée, inactive non acquittée).
 - **Est-il possible d'identifier des propriétés de sécurité ? (eg : tel niveau de congestion ne doit jamais être atteint dans telle circonstance ou ...)**
- **Document Description fonctionnelle du système DAI révision 03.pdf** : définit les requis pour l'intégration des scénarios de gestion du système de gestion des feux de circulation en fonction de l'architecture du CGMU et des contraintes associées à la gestion des modes dégradés **(document particulièrement peu digeste)**
- Le document précise 3 modes dégradés (page 3) :
 - **Mode A** : Tous systèmes fonctionnels **(je ne comprends pas pourquoi ce mode est un mode dégradé)**
 - **Mode B** : Communication partielle ou Données invalides
 - **Mode C** : Intersections autonomes **je ne comprends pas ce mode)**
 - Le document introduit la notion de banques de données temps réel (détecteurs et compteurs). **Quelles sont les contraintes temporelles sur ces bases de données ? Quelle est la structure des informations qu'elles contiennent ? Quels systèmes exploitent ces informations ? Vers quoi se replier en cas de défaillances ? Plus précisément, que stocke la BD compteurs ?**
 - Le document introduit deux modes de gestion pour la gestion dynamique des corridors de mobilité intégrée (TRP et adaptatif). **Quelles sont les caractéristiques de ces modes ? que signifie TRP ? étant donné que les deux modes sont utilisables, quels sont les critères de basculement ? Que désigne la notion de corridor de mobilité intégrée ?**

Approches :

Vu comme un système hybride, yamine (ensp toulouse) a effectué un travail sur la spécification des systèmes hybrides avec Event-B, en définissant une théorie pour la différenciation, les nombres réels, ... (voir papier ABZ18)