

Projets de gestion du trafic

Volume 2

Choix et mise en œuvre des mesures



Ce document a été élaboré, sous l'égide de la DtecITM (ex-Sétra) au sein d'un groupe de travail du RST. Ont participé à sa rédaction :

Alain BAUDET, Romain CHAUMONTET , Christophe DESNOUAILLES, Marie-Christine ESPOSITO, Boris LY, Salim MAMMAR, Laurent ROBERT, Gaël WEIDMANN (DTecITM)

Jean-Marc CHAUVIN, Christine COTELLE (DterNC)

Frédéric EVESQUE, Frédéric MURARD (DterCE)

Guénaëlle BERNARD, Hélène DOLIDON, Eric FLOCH (Dter Ouest)

Alain KELBEL, Serge RICARD (DterMed)

Vincent JANES, Vincent KREMER, Christian SCHIAVO (DterEst)

Christophe MARCADET, Frédéric PESTEIL (DterSO)

Alexis BACELAR, Olivier PETIOT, Jacques SALAGER, Jean-Michel SERRIER (DTecTV)

Marc TOINETTE (Laboratoire de Clermont)

Simon COHEN (IFSTTAR)

David GIL (DterNP)

Sébastien BOULAND, Pierre KERNEUR, Ludovic SIMON (Dter Ile-de-France)

Ce document a également été relu par les Directions Interdépartementales des Routes (DIR), qui sont remerciées pour le temps consacré à cette relecture.

Depuis le 1^{er} janvier 2014, le Sétra, le Certu, le Cetmef, et les 8 Cété ont fusionné pour former le Cerema.

Sommaire

Introduction.....	4
Démarche et mode d'emploi des guides « Projets de gestion du trafic ».....	4
Contexte.....	4
Cibles.....	4
Présentation de la démarche.....	4
Champ d'application de la « boîte à outils ».....	4
Objectifs du présent volume 2.....	6
Rappels volume 1 – Démarche globale d'un projet de gestion de trafic et d'information routière.....	6
Présentation du volume 2 : « Choix et mise en œuvre de mesures ».....	6
Domaine d'emploi et choix des mesures.....	8
Introduction.....	9
Choix de l'objectif particulier.....	9
Exploration de scénarios : méthode de choix et d'optimisation.....	9
Construction de scénarios.....	12
Définition d'un scénario.....	12
Élaboration des scénarios de base.....	13
Recherche des mesures connexes.....	13
Restriction des scénarios.....	13
Mesures sur l'infrastructure.....	13
Diagnostic approfondi.....	14
Sectionnement.....	14
Présentation du diagnostic approfondi.....	15
Analyse macroscopique.....	17
Analyse microscopique.....	18
Applicabilité des mesures.....	19
Définition des scénarios finaux.....	21
Construction des scénarios par section.....	21
Harmonisation des scénarios.....	22
Harmonisation générale.....	22
Déploiement des mesures de gestion de trafic.....	23
Intégration des scénarios finaux dans l'existant.....	24
Méthodologie.....	24
Niveaux de service d'exploitation de chaque mesure.....	25
Définition d'un périmètre de déploiement.....	25
Étude des équipements existants sur le réseau.....	26
Analyse de l'existant et état des lieux des équipements.....	26
Type d'équipements de terrain.....	27
Intégration dans l'existant.....	29
Mesures et équipements.....	29
Optimisation possible de l'utilisation des équipements.....	29
Recommandations générales d'implantation.....	29
Mutualisation.....	30
Mise en œuvre des équipements.....	36
Typologie et raccordement des équipements.....	37
Équipements et recommandations générales d'implantation.....	37
Caractéristiques des équipements.....	38
Le contrôle / commande des équipements.....	41

Le support des équipements.....	43
Evolution du système d'aide à la gestion du trafic à prévoir.....	45
Evolution de l'architecture fonctionnelle du système de gestion de trafic.....	45
Sécurisation de l'exploitation.....	50
Architecture technique des réseaux.....	51
Notions de sécurité système et réseaux supports à considérer.....	51
Prise en compte de la problématique de la maintenance.....	51
Durée de vie des projets.....	51
Gestion des équipements dans la politique de maintenance.....	52
Estimation des coûts de maintenance dans les projets.....	52
Traitement des obsolescences.....	53
Accès aux fiches mesures.....	54
Présentation des fiches mesures.....	54
Format.....	54
Partie « Déploiement et mise en œuvre de la mesure ».....	54
Accès aux fiches mesures.....	54
Recueil des fiches mesures.....	54
Annexes.....	56
Annexe 1 : Bibliographie.....	57
Annexe 2 : Notion d'architecture d'un SAGT.....	58
Introduction.....	58
0.1 D.....	58
0.2 D.....	58
Annexe 3 : Glossaire.....	63

Introduction

Démarche et mode d'emploi des guides « Projets de gestion du trafic »

Contexte

Le réseau routier national (RRN) non concédé, comporte un réseau structurant d'autoroutes et de routes nationales de plus de 12 000 km géré pour le compte de l'État par les directions inter-départementales des routes (DIR). Ces dernières y déploient des mesures de gestion dynamique du trafic afin d'en optimiser l'usage. Ces nouveaux projets font appel à l'assistance du Cerema et du réseau scientifique et technique (RST) pour limiter les projets d'élargissement d'infrastructures ou de constructions nouvelles en privilégiant l'optimisation de l'utilisation et la qualité environnementale des réseaux existants.

La présente série de guides « Projets de gestion du trafic » proposent, dans ce contexte, une démarche globale pour le **déploiement de projets de gestion dynamique du trafic** et d'information routière sur les **voies structurantes** que ce soit **autour des agglomérations ou en interurbain, sur le RRN non-concédé**.

Cibles

Les guides « Projets de gestion du trafic » s'adressent en priorité aux **maîtres d'ouvrage, aux assistances aux maîtrises d'ouvrage, aux maîtres d'œuvre et pour le pilotage de bureaux d'études**.

Ils peuvent également servir pour l'élaboration de **dossiers d'opportunité** dans le cas d'une opération d'envergure (dossier d'études préliminaires, dossier d'avant projet) :

	<i>Schéma directeur - Programmes - AvP</i>	<i>Diagnostic</i>	<i>Projet</i>	<i>Évaluation</i>
MOA, AMO	X	X		X
MOE	X		X	
Bureaux d'études	X	X	X	X

Présentation de la démarche

C'est une **démarche globale** allant de la détermination d'objectifs jusqu'à la mise en œuvre de mesures avec une méthodologie d'étude d'implantation d'équipements qui interviennent dans la gestion du trafic.

Elle est adaptée pour le traitement de difficultés de congestion et de mobilité sur 3 principaux axes :

- améliorer la fluidité et la régularité du trafic ;
- améliorer les conditions de circulation d'une catégorie d'usagers ;
- améliorer les conditions d'intervention et la sécurité des agents.

Ces recommandations de déploiement visent à mutualiser l'utilisation des équipements en se basant sur **l'état de l'art et les pratiques actuelles**.

Les livrables proposés ne sont en aucun cas des documents de cadrage de politique générale sur le déploiement des équipements sur le RRN non-

concéder.

Cette démarche vise à apporter une aide dans la structuration des études souvent complexes.

Champ d'application de la « boîte à outils »

La démarche se traduit concrètement par la rédaction de **3 guides techniques de gestion du trafic et d'une série de fiches mesures** à destination des gestionnaires en DIR.

La rédaction se veut adaptée à la plupart des gestionnaires. Les 3 volumes ainsi que les fiches mesures peuvent se lire indépendamment les uns des autres et les fiches mesures leur sont communes.

Il s'agit d'une « **boîte à outils** » comprenant :

- trois guides méthodologiques et techniques pour le déploiement de mesures de gestion de trafic et leur évaluation ;
- des fiches techniques décrivant les mesures, appelées fiches mesures.

Guides « Projets de gestion du trafic »	
Volume 1 : « Démarche globale d'un projet de gestion du trafic : enjeux, objectifs, stratégies et mesures »	Formalise le vocabulaire afin d'avoir un langage commun. S'utilise en phase amont d'un projet pour la mise en évidence des objectifs et le choix des stratégies
Volume 2 : « Choix et mise en œuvre de mesures »	Donne une méthode pour déterminer les mesures pertinentes à déployer
Volume 3 : « Évaluation des mesures de gestion du trafic »	Propose des outils et méthodes afin d'aider les maîtres d'ouvrage à évaluer les mesures de gestion du trafic.
Recueil des fiches mesures : « Mesures de gestion dynamique du trafic »	Guide la façon de déployer les mesures retenues

Le tableau ci-dessous précise les thèmes sur lesquels les différents dossiers apportent des compléments et précisions. Ainsi, la « boîte à outils » permet d'identifier **par mesure** :

- les éléments pour réaliser un diagnostic préalable à la mise en place de la mesure ;
- sa performance et son adéquation à diverses situations et à l'environnement d'exploitation ;
- les moyens nécessaires pour sa mise en œuvre.

Cette « boîte à outils » permet également une mutualisation des moyens lors d'une éventuelle combinaison de mesures, qui est explicitée dans les volumes 2 et 3.

	Volume 1	Volume 2	Volume 3	Fiches mesures
Enjeux, stratégies	X			X
Diagnostic du réseau	X	X		X
Emploi des mesures	X	X		X
Évaluation a priori			X	X
Évaluation a posteriori			X	X
Notions de coûts				X

Fig. 1 : Thématiques d'accès à la boîte à outils par les fiches mesures ou par les 3 volumes

Objectifs du présent volume 2

Rappels volume 1 – Démarche globale d'un projet de gestion de trafic et d'information routière

Le schéma suivant, extrait du guide *Projets de Gestion du Trafic - Volume 1* [1], présente une chronologie des différentes étapes d'élaboration d'un projet de gestion de trafic et d'information routière.

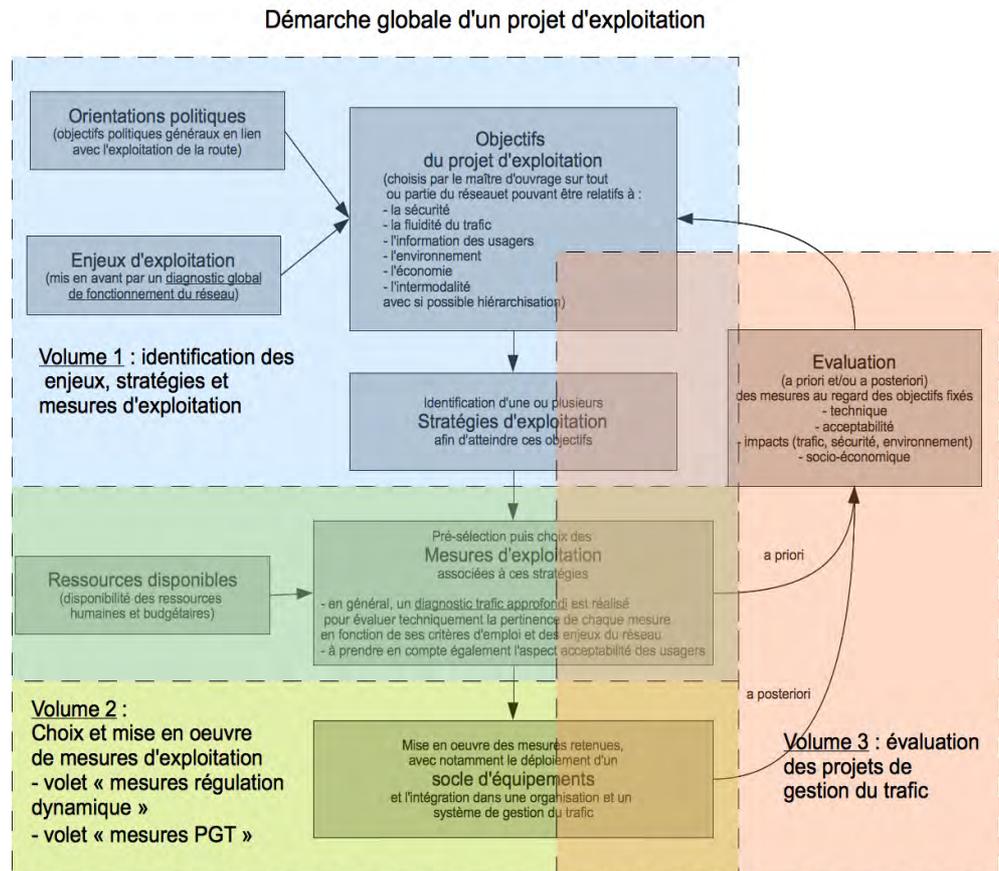


Fig. 2 : Schéma récapitulatif de la démarche

Les **objectifs** du projet de gestion de trafic et d'information routière résultent d'un croisement entre les **orientations politiques** (objectifs politiques généraux) et les **enjeux d'exploitation** (mis en avant par un **diagnostic global** du fonctionnement du réseau). Des **stratégies**, auxquelles correspondent des **mesures d'exploitation**, sont ensuite élaborées pour répondre aux **objectifs généraux** déterminés par le volume 1. Ces objectifs restent à périmètre très large et sont portées par le maître d'ouvrage : par exemple, la sécurité, l'environnement, l'information des usagers, la fluidité du trafic, l'intermodalité, etc.

Présentation du volume 2 : « Choix et mise en œuvre de mesures »

Après avoir trouvé les axes d'actions à la résolution des problèmes, ce deuxième volet s'attarde plus spécifiquement sur la mise en place des mesures adaptées aux problèmes rencontrés. Il traite notamment précisément le choix des solutions à mettre en place suivant les différentes sections étudiées, puis établit les éléments de réflexion nécessaires à la mutualisation des équipements et de l'installation de ces équipements dans le système existant. Ce volume s'appuie également fréquemment sur les informations présentées dans le recueil de fiches mesures où les informations spécifiques aux mesures sont plus précisément décrites.

Ce volume 2 est constitué de 3 chapitres qui suivent le déroulement de cette démarche. Le tableau suivant présente l'objectif de chacun d'eux :

N°	Titre du Chapitre	Objectif du contenu
	Sélection de mesures et création de scénarios	Propose une méthodologie pour choisir les mesures théoriquement utilisables : <ul style="list-style-type: none"> • création de scénario ; • sectionnement par mesure pré-sélectionnée ; • réduction du nombre de mesures par section (grâce à leurs domaines d'emploi) ; • présentation des scénarios finaux (maximaux et minimaux).
	Déploiement des mesures de gestion de trafic	Aide au déploiement des scénarios finaux : <ul style="list-style-type: none"> • périmètre de déploiement en fonction de l'existant ; • recensement de l'existant ; • mutualisation des équipements.
	Mise en œuvre des équipements	Définit les principes généraux de mise en œuvre des équipements lors de la définition des mesures utilisées : <ul style="list-style-type: none"> • raccordement général ; • évolution des SAGT à prévoir ; • problématique de maintenance à anticiper lors de la mise en œuvre.

Le volume 2 permet donc de choisir de manière précise les mesures les plus adaptées aux problèmes et détermine également les équipements à mettre en place. L'utilisation du présent volume 2 et des fiches mesures intervient donc après le volume 1, tout en restant en interaction forte avec le volume 3 d'évaluation :

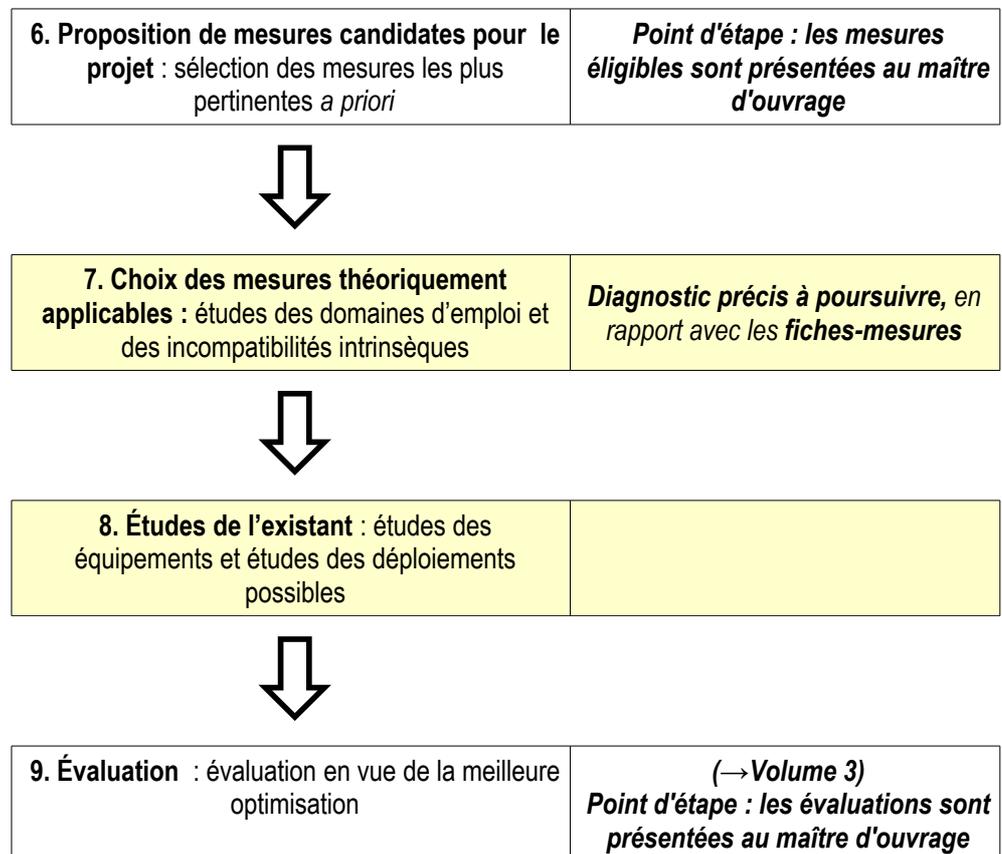
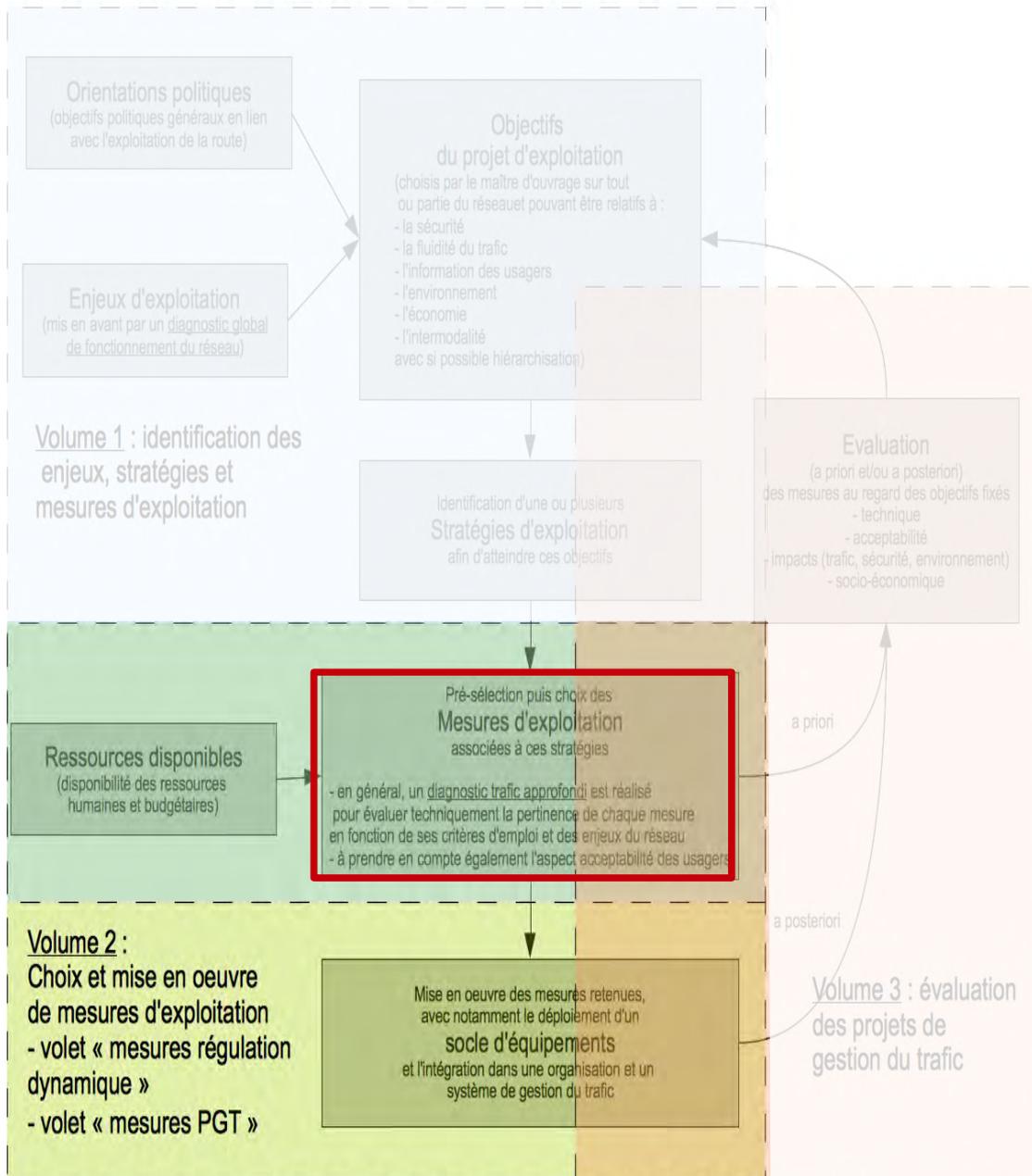


Fig. 3 : Utilisation des livrables de la boîte à outil dans la chronologie de la démarche

Domaine d'emploi et choix des mesures

Démarche globale d'un projet d'exploitation



Introduction

Choix de l'objectif particulier

La méthodologie générale de l'ensemble des présents guides est décomposée en plusieurs étapes distinctes.

La Fig. 2 décrit les différentes étapes de la méthodologie du chapitre 2 de ce volume : dans le volume 1, le problème traité se situait au niveau d'un périmètre large. À ce niveau, un **objectif général** était identifié, et une **palette de mesures** était finalement mise en avant.

Cette palette est liée à des **domaines d'emploi**¹ propres à chaque mesure et permet de réduire le domaine d'étude en ciblant des **objectifs particuliers** (toujours en lien avec le diagnostic mené dans le Volume 1 [1]). La précision peut aussi bien porter sur le **périmètre du réseau**, l'**usager concerné** ou les **moyens nécessaires à mettre en œuvre**, par exemple. Lorsque l'objectif général semble suffisamment adapté aux besoins et/ou que les domaines d'emploi sont suffisamment précis, ce choix d'objectif particulier peut n'être pas mené.

Ces définitions des objectifs particuliers sont particulièrement importantes pour bien cerner les enjeux de l'étude. Ils peuvent tout à fait n'être pas totalement concordants entre eux, et doivent alors être **priorisés** afin de pouvoir faire des choix le cas échéant.

La méthodologie qui suit ne se concentre que sur l'étude d'un objectif particulier.

Exploration de scénarios : méthode de choix et d'optimisation

Ainsi, après le choix de l'objectif particulier à traiter, plusieurs stratégies sont disponibles pour répondre au problème. Des **scénarios simples** sont alors proposés : ils reprennent les mesures qui répondent directement à l'objectif (appelées « **mesures de base** ») et déploient l'ensemble des **mesures connexes** associées.

Un **sectionnement** est ensuite proposé afin de mieux identifier les différentes caractéristiques et contraintes du réseau. Les mesures ne peuvent certainement pas être déployées de manière continue sur l'ensemble du réseau, c'est pourquoi il est essentiel de poursuivre l'étude.

Les mesures connexes font donc l'objet d'une **étude de compatibilité théorique** par paire. Ce faisant, les possibilités ne sont écartées et un maximum de choix est conservé à cet égard. Cet éventail de possibilités offre alors une visibilité générale et n'écarte aucune solution, en réponse à l'objectif particulier.

Pour autant, pour réduire le nombre de scénarios possibles, un **diagnostic approfondi** est ensuite mené au regard des différentes mesures encore présentes. Puis pour chaque mesure, une **carte d'applicabilité** peut être établie d'après le sectionnement et le diagnostic approfondi.

Par rapport à l'objectif particulier, une **harmonisation** est alors menée de sorte à homogénéiser les différentes mesures sur le sectionnement. Puis, une deuxième harmonisation est effectuée par rapport à l'objectif général du volume 1 et en interaction avec l'évaluation du volume 3.

1 À trouver dans les fiches de *Projets de Gestion du Trafic – Recueil des Fiches Mesures* [2]

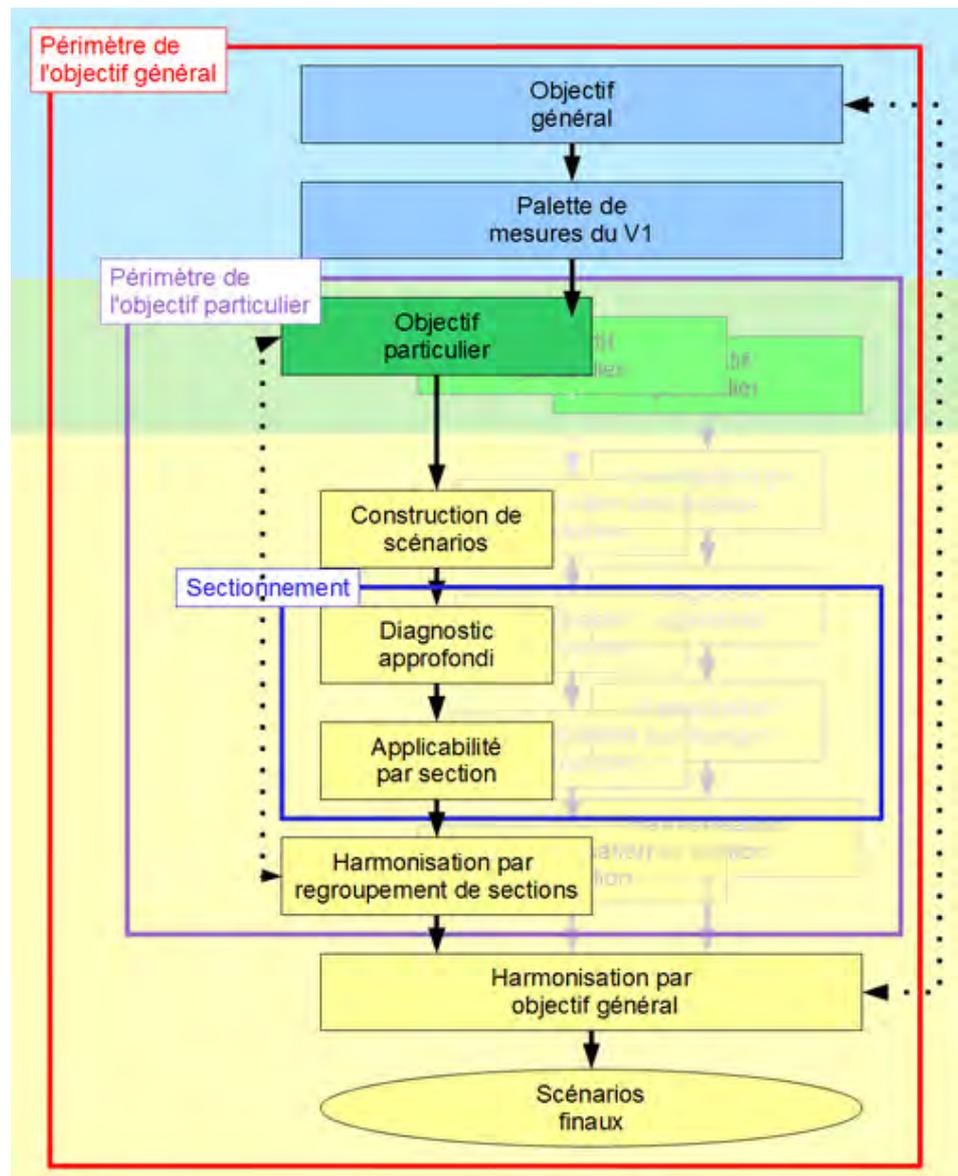


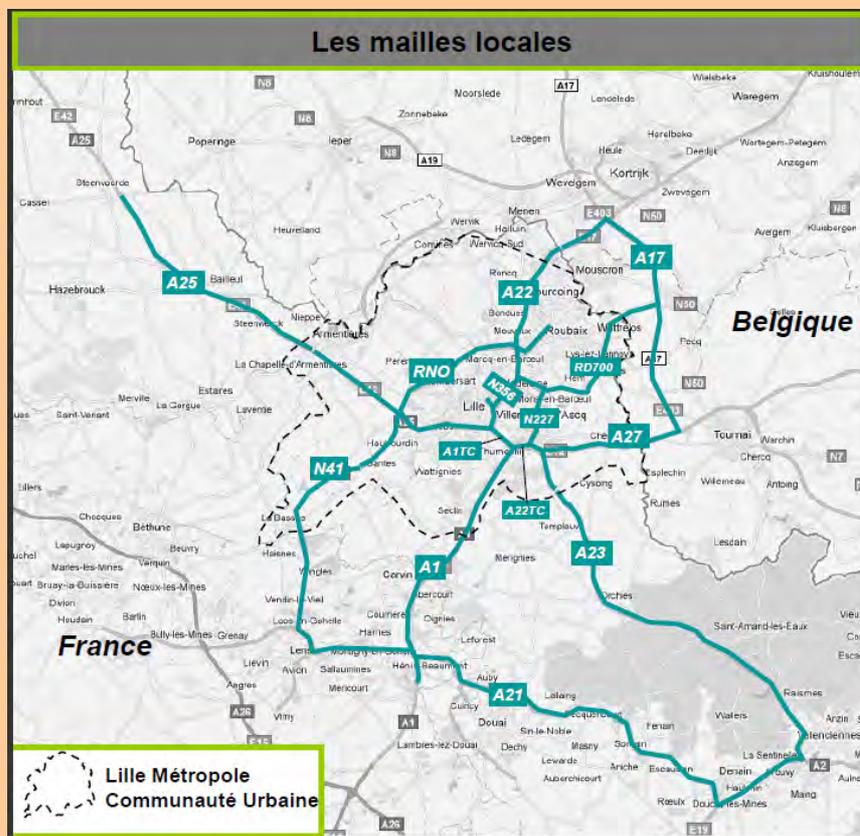
Fig. 4 : Méthodologie du chapitre

Exemple : agglomération lilloise

Dans la suite du document², nous prendrons un exemple adapté du réseau de l'agglomération lilloise et de l'APSM Allegro. Lorsque cela s'avérerait nécessaire, certaines hypothèses adaptées pour l'exemple seront prises, de manière à obtenir un exemple illustrant suffisamment les méthodes employées. De la même manière, certains résultats de ces travaux seront modulés pour être plus cohérents avec la méthodologie proposée.

Le réseau suivant sera le réseau étudié dans le reste de l'exemple filé.

Les différents axes mis en valeur sont les axes sur lesquels l'étude a porté et sur lesquels la suite du document va également se concentrer.



Exemple 1: Périmètre de l'étude

² La version .pdf du document permet une navigation plus aisée dans le document en proposant des renvois rapides dans le sommaire, mais également dans le texte (notamment vers cet exemple, et ce périmètre d'étude)

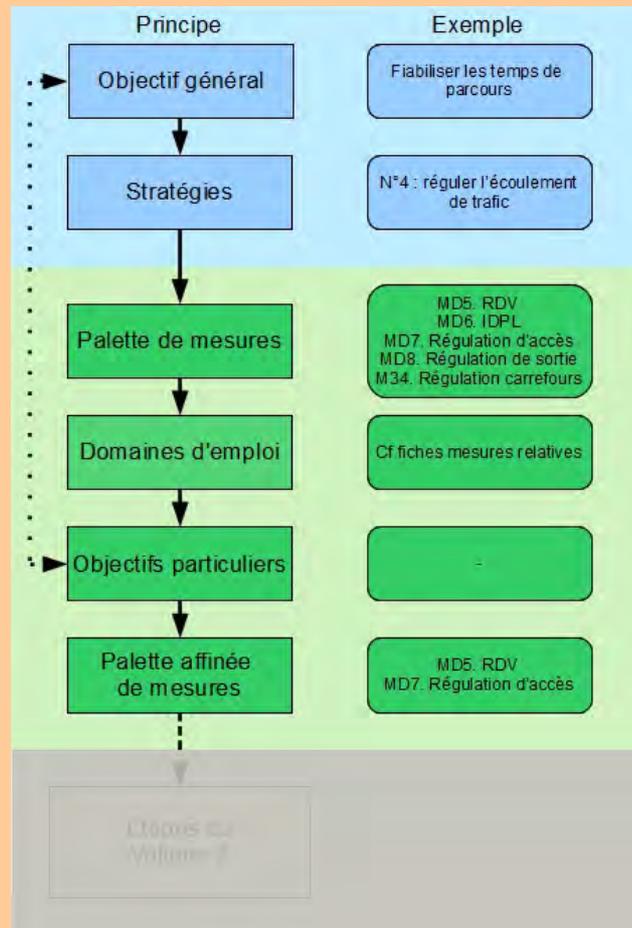
Exemple : agglomération lilloise – cf Exemple 1 page 11

Par exemple, un **objectif général** peut être « Améliorer la fiabilité des temps de parcours ». Le diagnostic et les domaines d'emploi réduisant suffisamment le nombre de mesures ici, aucun objectif particulier n'a été choisi.

Les mesures prises en compte ici ont des **critères d'emploi particuliers (chapitre 2.1 des fiches mesures)** décrits dans les fiches mesures. Ces domaines particuliers sont comparés quand cela est possible au diagnostic du Volume 1, de sorte à pouvoir mieux cerner les différents périmètres de déploiement possible des mesures.

On peut par exemple alors réduire le nombre d'axes concernés par la possibilité d'utiliser la RDV : seuls les axes A1, A22, A23 et A25 sont éligibles.

Et la **palette affinée de mesures** n'est alors plus réduite qu'à l'étude de la régulation d'accès et de la régulation dynamique de vitesse.



Exemple 2: Interface entre Volumes 1 et 2

Construction de scénarios

Définition d'un scénario

La définition d'un objectif particulier conduit à la construction de **scénarios** qui sont en fait **la combinaison d'une ou plusieurs mesures complémentaires** de gestion de trafic et d'information routière.

Chaque **scénario participe de façon autonome à l'atteinte de l'objectif particulier** de l'exploitant.

Les scénarios peuvent être constitués de combinaisons de mesures répondant directement à l'objectif particulier défini (dites « **mesures de base** »), mais également de **mesures connexes associées**, renforçant l'efficacité des mesures de base. Un scénario est donc constitué d'une ou plusieurs mesures de base, éventuellement complétées par des mesures connexes. Les scénarios sans mesures connexes sont ainsi nommés « **scénarios de base** » dans la suite du document.

L'élaboration de ces scénarios permet d'offrir la palette la plus large possible afin d'être en mesure de choisir le scénario le plus adapté à chaque situation.

Attention, ce terme de « scénario » est donc à différencier de son utilisation dans le cadre de mise en place des PGT.

Élaboration des scénarios de base

Pour répondre à chaque objectif particulier, plusieurs scénarios peuvent être élaborés à partir de la liste de mesures répondant à cet objectif particulier et de leurs mesures connexes.

L'élaboration de scénarios de base peut se dérouler selon deux étapes :

- d'abord en utilisant chaque mesure de base **individuellement** ;
- puis en les **combinant** entre elles, si elles sont compatibles.

Exemple : agglomération lilloise – cf Exemple 1 page 11

	Scénarios	Mesures
Dans l'exemple (cf. Exemple 1), pour répondre à l'objectif particulier (qui est le même que l'objectif général : « Améliorer la fiabilité des temps de parcours »), les 3 scénarios de base suivants peuvent être imaginés.	Scénario A0	MD5 – Régulation de Vitesse (RDV)
	Scénario B0	MD7 – Régulation d'accès (RDA)
	Scénario C0 : Scénarios A0 + B0	MD5 – Régulation de Vitesse (RDV) MD7 – Régulation d'accès (RDA)

Exemple 3 : Tableau des scénarios

Recherche des mesures connexes

Dans une deuxième phase, on identifie les mesures connexes qui peuvent renforcer les scénarios de base définis précédemment, tout en vérifiant que, sur les sections concernées, elles sont *a priori* **compatibles entre elles**. Ces mesures ne sont pas la simple reprise des mesures identifiées dans les fiches mesures : certaines mesures peuvent être utiles pour un objectif particulier dans certaines conditions, et ne sont alors pas inscrites dans les fiches mesures (ces dernières ne reprennent que des exemples fréquents de mesures connexes).

Il faut noter que le diagnostic approfondi peut néanmoins faire apparaître des **incompatibilités locales** sur certaines sections particulières. Une deuxième lecture des incompatibilités peut également être traitée plus tard, lors de l'étude sur la mise en œuvre de la mesure.

Restriction des scénarios

Les mesures sélectionnées ont intrinsèquement des pré-requis, qu'il est souvent nécessaire de vérifier avant de pouvoir mettre en place la mesure. Ainsi les différentes fiches mesures donnent des points essentiels à vérifier avant même de poursuivre l'étude plus en profondeur.

Si les pré-requis ne sont pas tous vérifiés, certaines mesures peuvent alors directement être retirées des solutions envisagées.

En général, toutefois, ils nécessitent surtout une réflexion amont ou une réflexion lors de la mise en place de la mesure ; il peut même arriver que certaines études complémentaires doivent être menées.

À ce stade, des réflexions doivent également être menées **en interaction avec les différents acteurs** nécessaires au déploiement de la mesure, afin d'assurer une bonne compréhension des enjeux, une meilleure organisation et la bonne réalisation des mesures.

Mesures sur l'infrastructure

Les présents guides ne traitent pas des mesures qui consisteraient à modifier l'infrastructure. Pourtant, **il peut parfois être judicieux de prendre en compte de telles mesures d'aménagements** (allonger une bretelle de sortie, créer temporairement un créneau de dépassement, marquage, signalisation, etc.).

Exemple : agglomération lilloise – cf. Exemple 1 page 11

Dans l'exemple, les mesures connexes suivantes peuvent être envisagées :

MD6 : Interdiction de Dépasser pour les Poids Lourds (IDPL)

Dans notre cas, on supposera que la proportion de PL est trop importante pour que la régulation d'accès soit efficace. Les deux mesures sont donc **incompatibles** entre elles.

mesure de base	mesures connexes
MD5	MD6, MD7
MD7	MD5

Exemple 4 : Tableau des mesures connexes

Pour rappel, **MD5** : RDV
MD6 : IDPL
MD7 : RDA

	base	co
base	5 7 6	
co	6	

Légende :

compatible
incompatible
vide

Exemple 5 : Tableau des incompatibilités

Diagnostic approfondi

Sectionnement

Les objectifs particuliers précisent souvent le périmètre d'étude. Toutefois pour pouvoir juger de la pertinence de certaines mesures, le niveau de détail n'est pas suffisant ; il est alors nécessaire d'aller plus loin.

Pour ce faire, des **sections** sont créées en fonction des mesures à étudier et en s'appuyant sur les analyses spatiales particulières à chacune des mesures à étudier. Chaque mesure donne donc potentiellement lieu à un sectionnement différent. Pour autant un **seul sectionnement doit être conservé** pour le périmètre d'étude : un effort d'uniformisation devra donc être mené pour établir un sectionnement unique pour toutes les mesures, et ce, en essayant de ne créer que le minimum de sections.

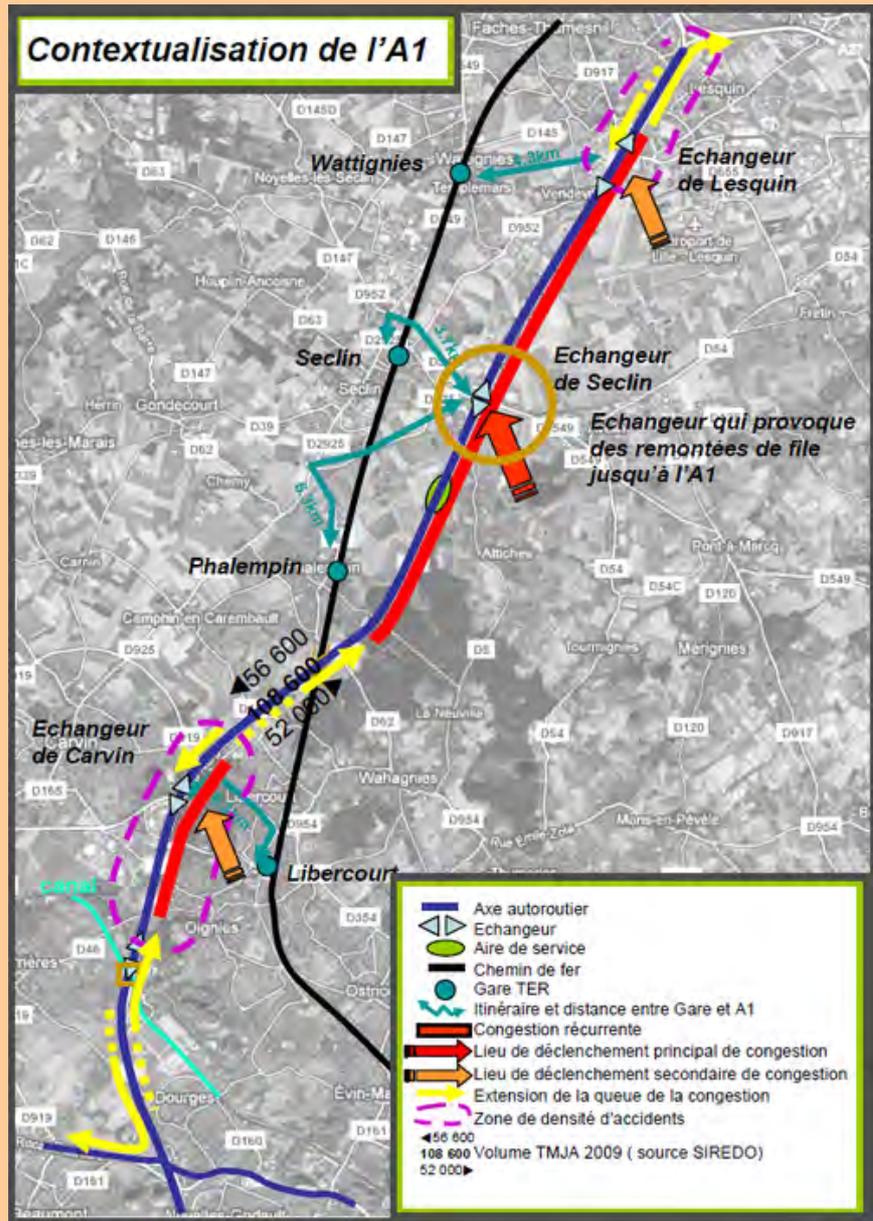
Ce sectionnement est également très important pour les recueils de données. En effet, les données doivent pouvoir fournir suffisamment d'informations sur chacune des sections, sans quoi la section n'est pas pertinente. Aussi, lors de ce sectionnement, une première analyse des stations de recueil de données est à entreprendre.

Exemple : agglomération lilloise – cf. Exemple 1 page 11

Dans notre exemple les deux mesures portent sur des localisations différentes : la RDV porte sur des tronçons, alors que la régulation d'accès porte essentiellement sur les échangeurs.

Ainsi, deux sectionnements doivent être établis de sorte à pouvoir étudier les mesures. Pour autant les sectionnements doivent être cohérents entre eux, et on relie alors les échangeurs aux sections créées.

Sur l'exemple donné ci-contre, les emplacements des échangeurs sont donnés sur l'axe A1. Ainsi, les études peuvent être menées en parallèle entre la section A1 et les échangeurs qui la jalonnent.



Exemple 6: Position des échangeurs sur l'A1

Présentation du diagnostic approfondi

Chaque mesure fait l'objet d'une nouvelle analyse plus précise, à périmètre plus restreint notamment, afin de vérifier, section par section, si celle-ci est **applicable**. Cette analyse se fait en fonction des critères d'emploi et des indicateurs propres à chacune des mesures sur le sectionnement à définir selon les mesures étudiées et le périmètre. Ces domaines d'emploi se retrouvent dans les fiches mesures : ils nécessitent parfois des données assez fines, et il est donc très important **d'avoir un recueil de données qui soit le plus complet possible** avant de continuer l'analyse du diagnostic.

Ainsi, le sectionnement propre à une mesure fait l'objet d'un diagnostic approfondi, section par section. Ce diagnostic comprend :

- **l'analyse macroscopique** dans un premier temps : assez similaire au diagnostic global dans la prise en compte des indicateurs mais réalisée dans un périmètre plus restreint et de manière plus détaillée ; cette analyse permet d'écartier rapidement certaines sections où la mesure semble largement inutile. La restriction obtenue ne permet toutefois pas de conclure pour chaque section ;

- l'**analyse microscopique** dans un deuxième temps : nécessaire pour vérifier l'applicabilité de certaines mesures, dont essentiellement les mesures dynamiques ; cette analyse consiste à observer et quantifier des phénomènes plus dynamiques, microscopiques, comme les congestions qui se forment. Elle utilise des données souvent très précises et permet de mieux discriminer les sections pour lesquelles la solution a un sens, des sections pour lesquelles la mesure n'est pas avantageuse ou est même contre-productive.

Le schéma suivant, issu du rapport d'étude Sétra de Juin 2012 intitulé « Régulation du trafic : Éléments sur les domaines de pertinences des principales mesures », rédigé par le PCI RDRT [3], résume les différentes étapes de ce diagnostic trafic, qui s'articule autour des deux notions présentées précédemment.

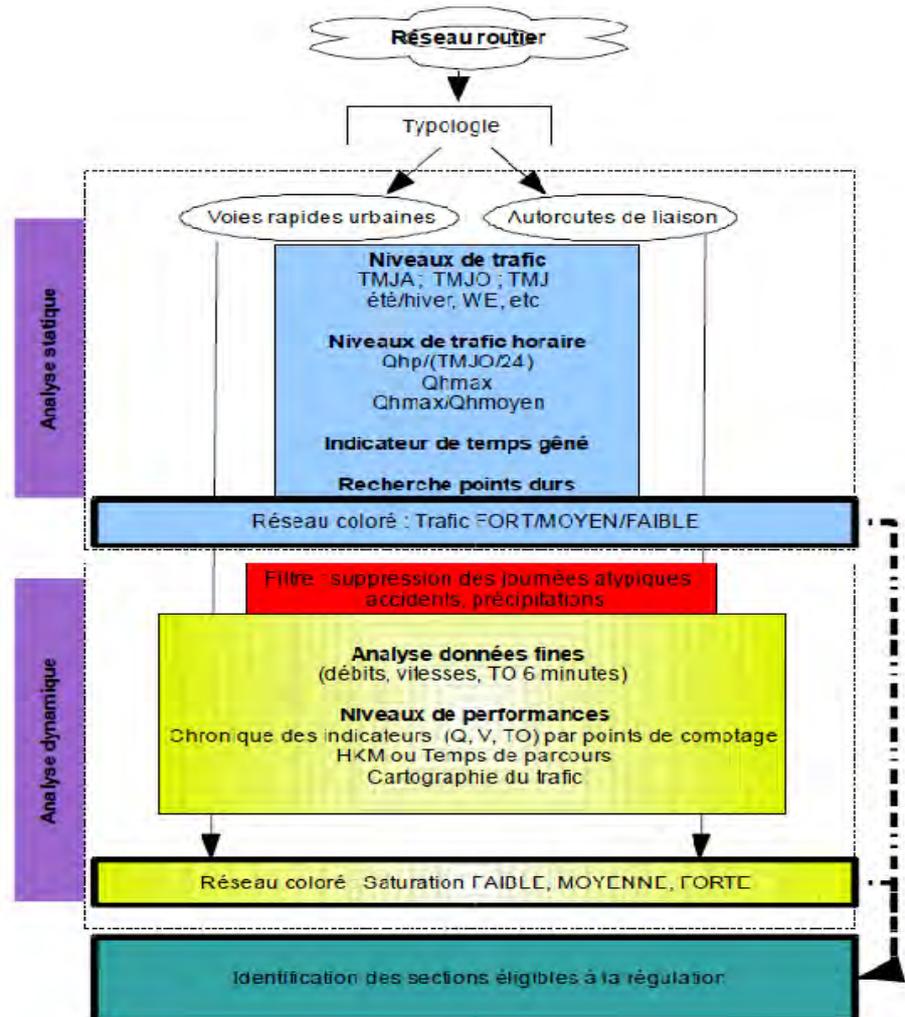


Fig. 5 : Schéma de diagnostic d'une mesure dynamique

De cette manière, on croise l'analyse des « **indicateurs macroscopiques** » du réseau (TMJ, points durs, etc.) avec l'analyse des « **indicateurs microscopiques** » (répartition par voie, longueur de congestion, etc.) pour déterminer les sections sur lesquelles les mesures sont **pertinentes**.

En plus de ces analyses précises, les **pré-requis** à l'application des mesures (identifiés dans chaque fiche mesure) doivent également être vérifiés.

Analyse macroscopique

L'analyse macroscopique relate essentiellement les niveaux de charge des infrastructures et les secteurs stratégiques en termes d'écoulement du trafic. Elle permet essentiellement d'avoir une **vision globale d'une section**, d'un point de vue **macroscopique**, dans le sens où l'étude porte sur le fluide, et non sur les véhicules pris individuellement ou de manière agrégée.

Plusieurs éléments sont à étudier dans le cadre de cette analyse :

- **analyse spatiale** : à l'échelle d'un tronçon : rampes, échangeurs, nombre de voies (points durs compris), convergents, divergents, etc. ;
- **analyse trafic** : niveaux de trafic, typologie du trafic, saisonnalité, %PL, temps gêné (points durs compris), récurrence des perturbations, etc. ;
- **analyse de l'accidentologie** : densité d'accidents, taux d'accidents ;
- **autres critères d'analyse** : nombre de pics de pollution, nombre d'interventions des agents, fréquence, lignes de Transports en Commun, etc.

Certaines informations peuvent être trouvées dans les mains courantes, les fichiers BAAC, les bases de données trafic, d'autres doivent être récupérées à travers des études spécifiques.

Pour chaque mesure des **indicateurs pertinents** doivent être mis en place afin de réaliser le diagnostic relatif à l'emploi de la mesure. La liste de ces indicateurs se trouve pour chaque fiche mesure, dans la partie « **2.1 Critères d'emploi** ». Ces analyses sont réalisées dans le but de vérifier l'applicabilité ou non des mesures recensées dans la palette de mesures ; elles permettent aussi parfois d'en déduire la pertinence.

L'analyse macroscopique peut suffire pour déterminer la **pertinence** de certaines mesures. Pour d'autres, il peut être nécessaire de procéder à une analyse dynamique.

Exemple : agglomération lilloise – cf. Exemple 1 page 11

Pour l'exemple choisi dans ce guide, pour la mesure **MD7 : régulation d'accès**, il peut être opportun de mesurer les stockages possibles sur la branche en entrée.

Ici, sur l'échangeur de Carvin, une mesure entre le giratoire du réseau secondaire et la position probable du feu a été effectuée. La distance a aussi été comparée aux volumes de trafic observés à cet échangeur.

Il faudrait aussi mesurer la longueur de la voie d'accélération.



Exemple 7 : Mesure de longueur de la bretelle

Analyse microscopique

L'**analyse microscopique** a pour finalité principale d'observer et de quantifier les congestions qui s'y forment. Pour ce faire une étude détaillée de ces dysfonctionnements est nécessaire. Elle vise à déterminer leurs origines en réalisant des études spécifiques, quantitatives et qualitatives des données de trafic, du ou des secteurs concernés, en rapport direct avec la problématique à traiter.

Les principaux **modes de recueil de données** pour l'analyse dynamique sont énoncés ci-dessous :

- entretiens avec les exploitants ;
- analyse bibliographique sur l'historique (bilans relatifs aux accidents, trafic, temps de parcours, projets en cours, etc.) ;
- données fines de trafic existantes ou complémentaires (vitesse moyenne par voie, répartition des vitesses sur une voie, évolution moyenne de la vitesse, longueurs de congestions, etc.) ;
- analyse de la main courante ;
- observations réalisées en allant sur le terrain, ou par caméra depuis un CIGT.

Les indicateurs utilisés décrivent des situations **microscopiques**, qui se situent au niveau des véhicules pris de **manière individuelle**, ou de **manière regroupée**, mais pas au niveau du flux global. Ainsi la liste des indicateurs suivants donne des exemples d'indicateurs dynamiques :

- différentiel de vitesses par voie ;
- insertion aux accès ;
- nombres de changements de voies ;
- distance dynamique de remontée de la congestion aux points durs.

Une fois l'analyse dynamique terminée, la pertinence de chaque mesure est maintenant confirmée ou infirmée sur chaque section.

Une liste des mesures dont les critères d'emploi sont souvent liés à des indicateurs dynamiques est donnée ci-après. Il faut cependant noter que ces indicateurs dynamiques ne sont pas toujours strictement corrélés avec les mesures dites dynamiques.

N°	Fiche mesure
MD1	Information sur un événement et l'état du trafic
MD2	Information temps de parcours
MD3	Variation du nombre de voies ouvertes à la circulation
MD4	Affectation variable directionnelle des voies
MD5	Régulation des vitesses
MD6	Interdiction de dépasser PL
MD7	Régulation d'accès par feux
MD8	Régulation de sortie

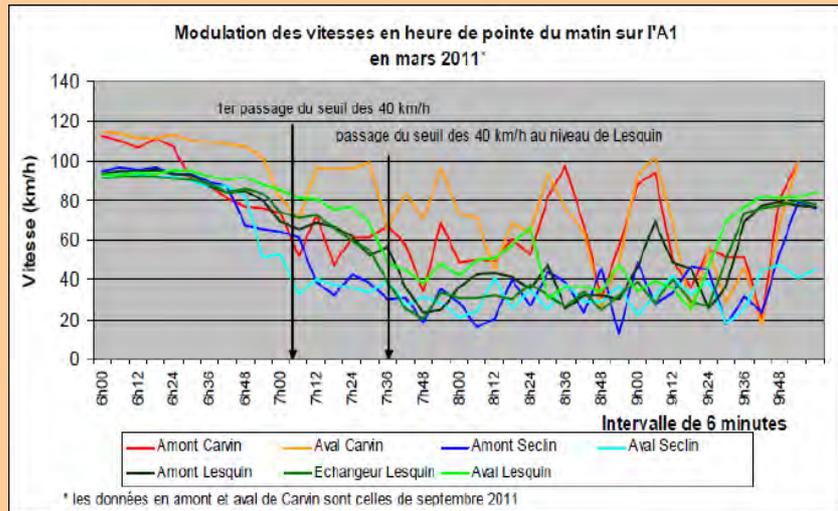
N°	Fiche mesure
M20	Régulation de carrefours (sur le réseau associé)
M21	Levée d'interdiction PL (sur le réseau associé)
M22	Filtrage d'accès (sur le réseau associé)
M23	Fermeture coordonnée des accès à un axe

Exemple : agglomération lilloise – cf Exemple 1 page 11

Pour la régulation des vitesses, il peut être intéressant de connaître les vitesses pratiquées, le long d'un axe.

Cela permet notamment de mieux comprendre d'où viennent les perturbations et s'il est possible ou non de les apaiser.

L'analyse microscopique peut également donner des indications sur les algorithmes à utiliser, comme pour le choix entre le goutte-à-goutte et l'algorithme par peloton pour la régulation d'accès.



Exemple 8 : Chroniques des vitesses sur les échangeurs de l'A1

Applicabilité des mesures

Après avoir réalisé le diagnostic nécessaire à la vérification de la pertinence de chaque mesure, on **analyse par section l'acceptabilité des mesures** prises individuellement, à la lumière des spécificités de chaque section. Une cartographie générale du réseau étudié peut ainsi être réalisée afin de résumer les **mesures applicables section par section**. Cette cartographie représente les mesures selon trois critères : **applicables à effets positifs, non applicables et applicables sans effets**.

A priori, les mesures n'ont pas les mêmes effets suivant les mesures avec lesquelles elles sont combinées. Ainsi, une mesure applicable peut être à effets positifs dans un premier cas, et non applicable dans une autre situation, et ce, sur une même section. De manière arbitraire et pour garder toutes les solutions envisageables, le **résultat le plus positif** est toujours sélectionné pour chaque section. Cependant si l'on a connaissance de coûts rédhibitoires, ou de contraintes spécifiques, alors le résultat peut être plus modéré, voire totalement opposé.

On cherche ici juste à déterminer si les mesures sont bien applicables, théoriquement et pragmatiquement.

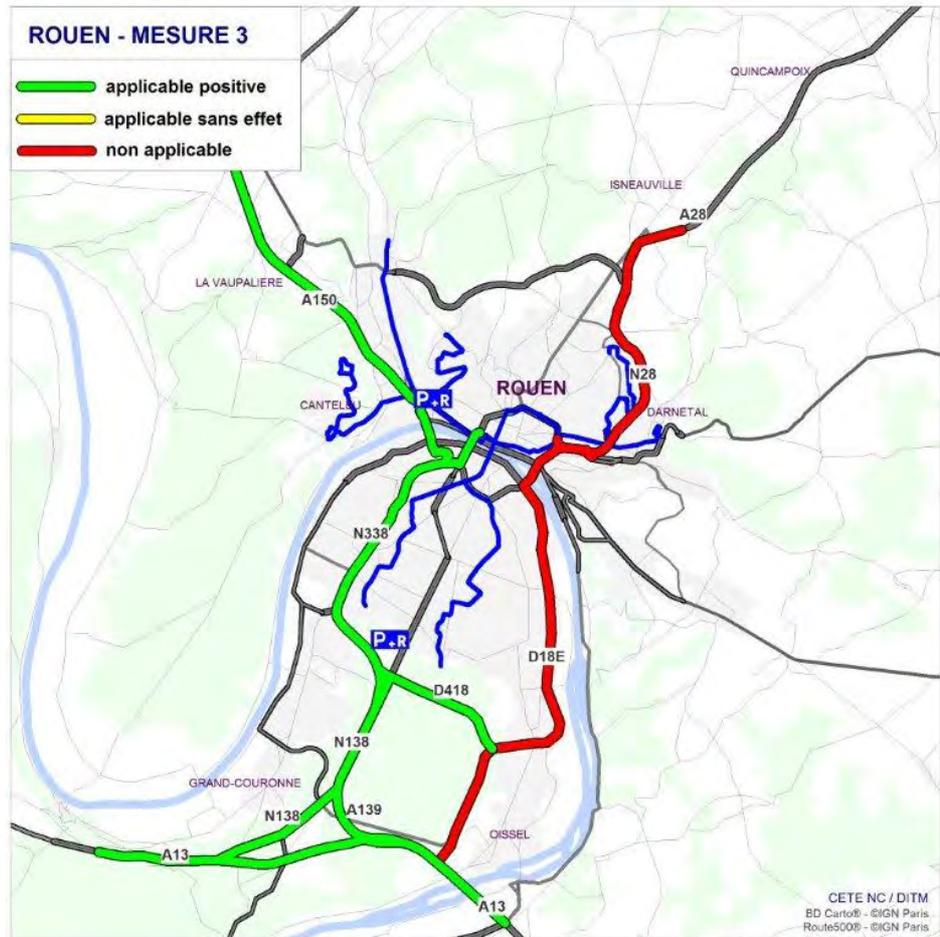


Fig. 6 : Exemple d'une cartographie correspondant à une mesure à Rouen

Exemple : agglomération lilloise – cf Exemple 1 page 11

L'ensemble des mesures peuvent être décrites selon le tableau du sectionnement précédemment effectué.

Cependant, les mesures peuvent également être plus précisément décrites selon un sectionnement plus fin, lors de la réflexion sur le déploiement de la mesure (qui sera décrit dans le chapitre).

Le regard est donc porté sur l'ensemble d'une section, même si la mesure peut ne pas être déployée sur l'ensemble de la section.

Pour rappel, **MD5** : RDV
MD7 : régulation d'accès
MD6 : IDPL

		mesures		
		MD5	MD7	MD6
sections	A21	applicable positive	applicable positive	non applicable
	A22	applicable positive	applicable positive	non applicable
	A23	applicable positive	applicable sans effet	non applicable
	A25u	applicable positive	applicable positive	non applicable
	A25i	applicable positive	non applicable	non applicable
	A27	non applicable	applicable sans effet	non applicable
	RNO	non applicable	applicable sans effet	non applicable

Légende :
■ applicable positive
■ applicable sans effet
■ non applicable

Exemple 9 : Tableau des applicabilités par section

Définition des scénarios finaux

Construction des scénarios par section

À partir des cartes d'applicabilité des mesures, des scénarios peuvent être créés en combinant les scénarios de base avec les mesures connexes applicables sur chaque section : en effet, la superposition de ces cartes permet de mieux observer les différents **scénarios possibles**. Ces scénarios sont créés par rapport aux mesures identifiées comme **applicables** et **compatibles** entre elles. Un tableau récapitulatif peut ainsi être représenté.

On peut alors avoir une **graduation des scénarios** qui combinent des mesures de plus en plus complexes. Mais cette graduation n'est pas systématique : les scénarios peuvent se construire à partir de mesures individuelles de niveau équivalent.

Il faut noter que tous les scénarios ne seront pas nécessairement décrits, mais il **faut garder toutes les éventualités**. Concrètement, tous les scénarios ne sont pas forcément optimaux, mais toutes les mesures (même sans effets) doivent être conservées de sorte à ne pas supprimer de possibilités, qui pourraient s'avérer utiles pour les **harmonisations**.

Aussi, le tableau récapitulatif fait apparaître les scénarios maximaux par section.

Exemple : agglomération lilloise – cf. Exemple 1 page 11

Dans l'exemple, les sections se comportent différemment face aux mesures rencontrées. Cela permet donc d'avoir un choix de scénario au niveau de la section.

Pour rappel, les scénarios de base sont les suivants :

- A : mesure **MD5** (RdV)
- B : mesure **MD7** (régulation d'accès – RdA)
- C : mesures **MD5 + MD7** (RdV + RdA)

Il peut être noté que pour la section A23, le scénario C serait privilégié pour des questions d'harmonisation.

Rappel : MD6 : IDPL.

section	mesures		
	scénario de base	MD6	scénario maximal
A21	A	non applicable	C
	B		
	C		
A22	A	applicable positive	C, MD7
	B		
	C		
A23	A	non applicable	C
	B		
	C		
A25u	A	non applicable	C
	B		
	C		
A25i	A	non applicable	C
	B		
	C		
A27	B	non applicable	B
RNO	B	non applicable	B

Légende :

- applicable positive
- applicable sans effet
- non applicable

Exemple 10 : Tableau des applicabilités par scénario

Harmonisation des scénarios

Afin de conserver un déploiement efficace et compréhensible par l'utilisateur, il est ensuite nécessaire d'effectuer un « lissage » des sections à une échelle plus importante. Des **regroupements de sections cohérents** sont donc maintenant étudiés.

En effet, outre l'applicabilité, il s'agit de regarder **la cohérence d'ensemble** du déploiement de la mesure et **son niveau de service d'exploitation** au regard des investissements nécessaires et des problématiques de maintenance. Ce travail est donc d'autant plus important lorsque les sections sont petites.

Le projet de gestion du trafic et d'information routière doit ainsi analyser la façon dont ces scénarios concourent à l'atteinte de l'objectif particulier :

- en envisageant les mesures prises individuellement (**scénarios minimum**) ;
- en envisageant les solutions avec le plus de mesures disponibles (**scénarios maximum**).

Ces arbitrages (définition du scénario et du niveau de service d'exploitation associé) sont plus concrètement menés grâce aux éléments apportés par la mutualisation des équipements et le réseau d'équipements déjà présents (cf). Il peut parfois être mené avant même l'évaluation, mais le plus souvent l'arbitrage correspond à une réflexion interactive entre les besoins et l'étude d'évaluation *a priori* .

Exemple : agglomération lilloise – cf. Exemple 1 page 11

Les scénarios minimum sont ici les scénarios de base A ou B, sauf pour les sections A27 et RNO, pour lesquels le scénario de base est le scénario sans mesure.

Maintenant, une harmonisation selon l'objectif principal doit être menée, et par exemple la deuxième stratégie utilisée pour répondre à l'objectif général était la stratégie n°3 : « adapter l'offre routière ». Cette dernière a mené par exemple à utiliser la BAU sur l'A1.

En priorisant les différentes stratégies et les différents objectifs, il faut donc pouvoir réussir ensuite à coordonner les mesures utilisées. Cette coordination doit se faire en fonction des priorités instaurées, ainsi que des compatibilités entre les différentes mesures.

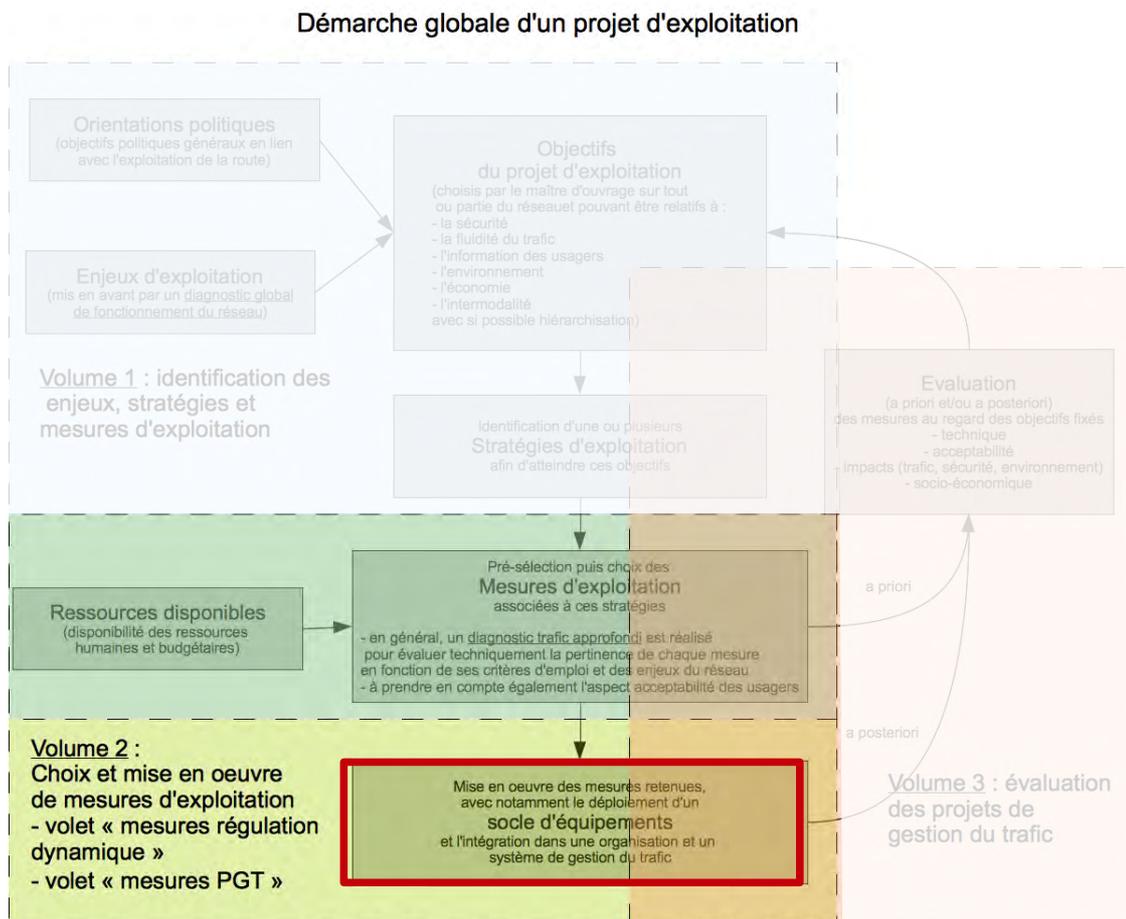
Ainsi, l'utilisation de la BAU doit être regardée en accord avec les résultats de l'utilisation de la régulation d'accès sur l'A1 : ici, il a été préconisé d'utiliser la régulation d'accès également.

Il est particulièrement important de **produire des cartes** pour situer les différentes mesures appliquées sur les sections, ici. En effet, cela permet donc de s'assurer visuellement de ne pas avoir de contradiction lors du déploiement des différentes stratégies.

Harmonisation générale

Après cette première harmonisation, les mesures doivent être étudiées du **point de vue de l'objectif général**. En effet, les objectifs particuliers sont tirés d'un objectif général, auquel il est nécessaire de répondre. Aussi, l'ensemble des sections et des objectifs particuliers doivent être mis en commun de sorte à essayer de trouver les combinaisons de mesures les plus appropriées pour atteindre l'objectif général. Ces choix se font en concordance avec les résultats des études concernant les équipements des chapitres et suivants.

Déploiement des mesures de gestion de trafic



Intégration des scénarios finaux dans l'existant

Méthodologie

L'objet de ce chapitre est de déterminer la solution la plus adaptée en termes d'implantation des nouveaux équipements et systèmes nécessaires à la mise en œuvre de nouvelles mesures de gestion de trafic. Ceci doit être construit compte tenu du fonctionnement existant du ou des CIGT impactés. Bien sûr, toutes les caractéristiques doivent être prises en compte et notamment la vieillesse des équipements. Au moment de cette intégration, il pourrait donc être intéressant d'étudier le renouvellement des différents équipements, en cas d'obsolescence ou de matériel arrivé en fin de vie.

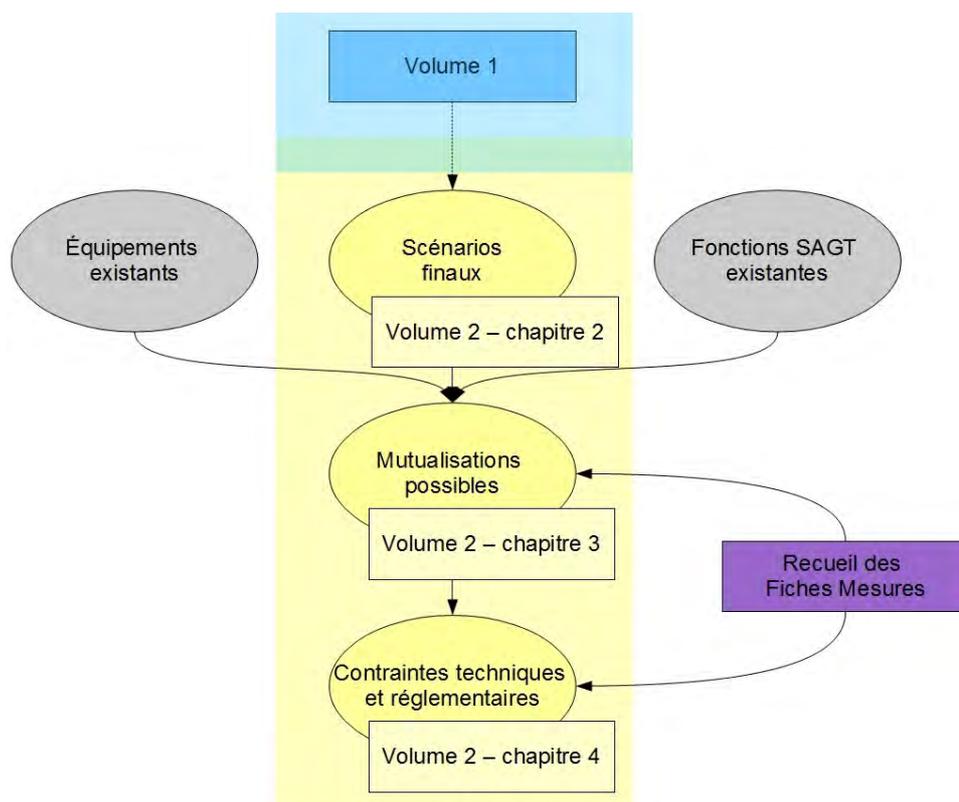


Fig. 7 : Méthode pour déterminer les équipements à déployer et articulation des livrables

Les mesures qui répondent au mieux aux objectifs fixés nécessitent un certain nombre d'équipements spéciaux. Certains équipements peuvent déjà exister, et pourraient être mutualisés, ou d'autres équipements existants pourraient être gênants pour une implantation de nouveaux équipements. Ainsi, un périmètre devra être défini en fonction du sectionnement choisi avec la méthode du chapitre précédent (en choisissant des regroupements de sections, si possible), pour déterminer les équipements qui sont disponibles dans ce périmètre.

Pour une section donnée, il peut donc y avoir plusieurs mesures de gestion de trafic pouvant être activées (simultanément ou non).

Il convient donc de définir les modalités de mise en œuvre de ces mesures afin d'aboutir à la définition de moyens techniques et humains nécessaires. Ces moyens techniques se traduisent au final par :

- des équipements de gestion du trafic ;
- des évolutions du système d'information permettant de recueillir les données issues des équipements installés sur le terrain (données de trafic, vidéo, alarmes pour la gestion de la maintenance) ;
- des évolutions du système d'information permettant la commande des équipements dynamiques (information aux usagers par exemple) ;

-
- des équipements routiers complémentaires (signalisation fixe par exemple) ;
 - des équipements de transmission ;
 - des équipements d'alimentation.

L'objectif est d'optimiser les moyens nécessaires à la mise en œuvre des mesures de gestion de trafic selon le niveau de service d'exploitation des mesures attendu.

Pour cela, la méthodologie adoptée se décompose de la façon suivante :

1. **analyse de chaque mesure de gestion de trafic** indépendamment des autres mesures envisagées : voir les fiches mesures concernées pour l'implantation des équipements ;
2. **synthèse des mesures de gestion de trafic** au niveau des équipements terrain en tenant compte des équipements existants : abordé dans les paragraphes qui suivent (cf et) ;
3. **impact des mesures de gestion de trafic** à déployer sur le système d'information du SAGT : objet du chapitre .

Niveaux de service d'exploitation de chaque mesure

Les différents scénarios proposent un ensemble de mesures dont les niveaux de service d'exploitation pourront, si nécessaire, avoir été déterminés dès la phase précédente, ou qui pourront dépendre de l'investissement possible et donc du coût des équipements. Le cas échéant, le déroulement de la méthodologie prendra en compte plusieurs scénarios de mise en place en adaptant éventuellement le niveau de service d'exploitation de la mesure le plus élevé aux fonds disponibles.

Définition d'un périmètre de déploiement

En premier lieu, le **périmètre géographique** est celui de chaque section considérée. Il s'agit d'identifier les sites d'implantation des équipements nécessaires au déploiement des mesures de gestion de trafic en tenant compte des moyens disponibles dans cette zone géographique ou à proximité (réseau d'alimentation, etc.).

Les fiches mesures fournissent des schémas d'implantation généraux qu'il faut donc essayer de respecter. Toutes les recommandations doivent être adaptées au terrain et doivent être en concordance avec l'analyse faite précédemment. C'est-à-dire qu'elles prennent en compte les équipements existants et les différentes contraintes qui y sont attenantes.

À l'issue de l'analyse théorique de la première phase et des principes généraux d'équipement de chaque mesure de gestion de trafic, une **visite générale des itinéraires** permettra également de consolider ou d'amender l'analyse théorique et de préciser les besoins en termes de raccordement (longueur nécessaire). Les mutualisations potentielles avec les équipements existants et les optimisations de raccordement tant en transmission qu'en énergie sont analysées durant cette phase. Par ailleurs, les difficultés liées à l'exploitation, à la densité d'équipements (fixes ou dynamiques) sont appréhendées durant cette visite.

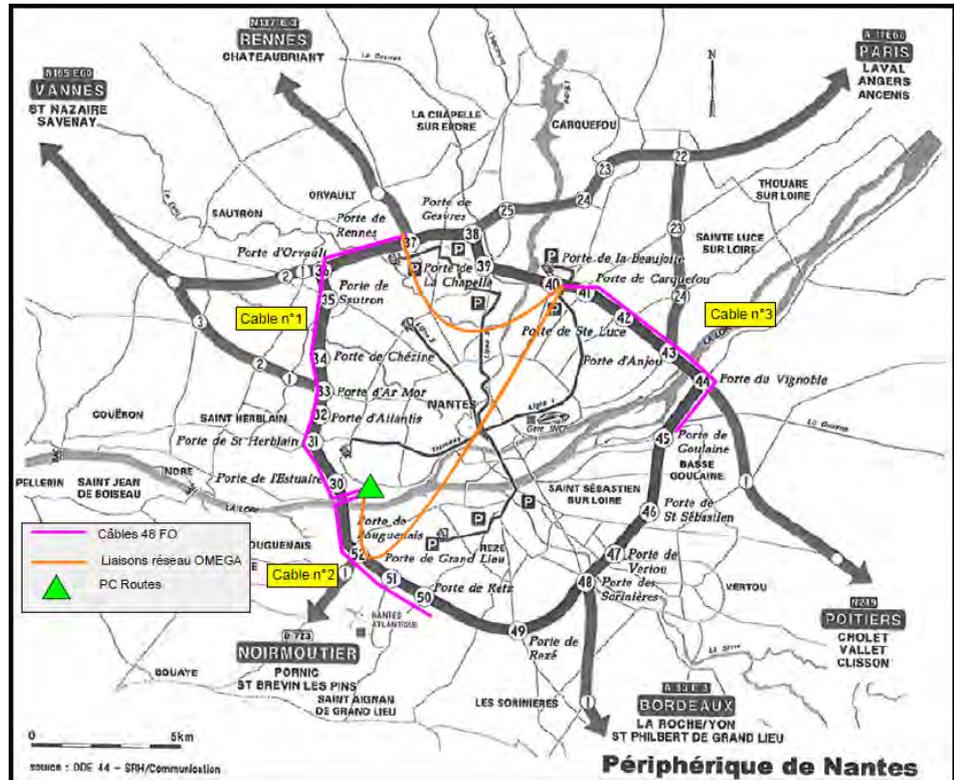


Fig. 8 : Exemple de câblage à prévoir

La définition du périmètre porte également sur l'aspect temporel et les **périodes d'activation** lorsqu'une section concerne la mise en place de plusieurs mesures : en effet, un équipement peut servir pour l'ensemble des mesures utilisées à des moments différents. Il n'y aura donc pas lieu l'implanter d'équipement supplémentaire.

Enfin, l'architecture fonctionnelle d'un SAGT sera probablement impactée. Il conviendra de s'intéresser au **périmètre de l'informatisation**. Il s'agit de déterminer quels aspects de l'organisation du CIGT doivent être modifiés. Dans cet objectif, la modélisation du système d'information du CIGT reste la méthode, qui permet le plus d'exhaustivité. Un système d'information est un ensemble organisé de ressources (matériels, logiciels, personnels, données et procédures) qui permet de collecter, regrouper, classifier, traiter et diffuser de l'information sur un environnement donné.

Étude des équipements existants sur le réseau

Analyse de l'existant et état des lieux des équipements

Il est impératif de connaître l'état des équipements déployés sur le réseau. Un recensement rigoureux de ceux-ci permet une meilleure anticipation des déploiements. Ajouté à cela, il faut également connaître l'utilisation actuelle de ces équipements (pour un PMV, savoir comment il est utilisé ; pour une station de recueil de données, savoir les données qui peuvent être utilisées...)

La connaissance de l'implantation des équipements existants permet de déterminer les zones de positionnement des nouveaux équipements. Il vise également à limiter le nombre de points de raccordement aux réseaux (transmission et énergie).

De plus, il est toujours intéressant de connaître l'ancienneté d'un matériel, de sorte à pouvoir optimiser son remplacement si nécessaire. Ce remplacement peut être décidé vis-à-vis de l'obsolescence de l'équipement ou de son arrivée en fin de vie.

Cette partie précise les équipements déjà identifiés dans le diagnostic du volume 1, au regard des sections prises et des besoins spécifiques des mesures

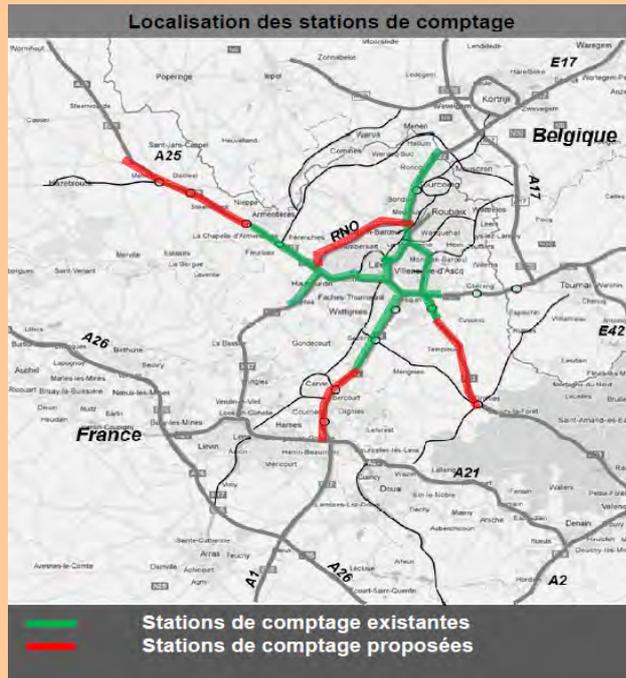
applicables.

Exemple : agglomération lilloise – cf. Exemple 1 page 11

La localisation des stations de comptages permet de connaître où le recueil des informations sur les situations de trafic de manière continue est possible.

Dans l’optique de pouvoir poursuivre des mesures de type information à l’usager, et pour lui fournir les indications les plus adaptées, un diagnostic des stations de comptage peut être mené.

Les positions exactes des différentes stations de recueil de données doivent être étudiées de manière précise pour arriver à recueillir les informations les plus pertinentes possibles. Ces dernières seront proposées dans des phases ultérieures.



Exemple 11 : Localisation des stations de comptage

Type d'équipements de terrain

On considère les catégories d'équipements de terrain selon leur utilisation et leurs fonctions de la façon suivante :

- équipements de recueil de données de trafic ;
- équipements d'information des usagers (signalisation dynamique) ;
- équipements de raccordement au réseau de transmission ;
- équipements de raccordement au réseau d'alimentation.

Nous considérerons les 2 dernières catégories à part puisque la mutualisation s'opère différemment selon différents niveaux comme illustré dans le schéma ci-après.

Les équipements dynamiques des 2 premières catégories auront des caractéristiques différentes selon les besoins de leur utilisation. Le Tableau 1 présente les contraintes possibles les plus courantes mais non exhaustives. Ces équipements existants – principalement le recueil de données, l'information des usagers et les réseaux support – pourront alors être utilisés dans l'activation de nouvelles mesures.

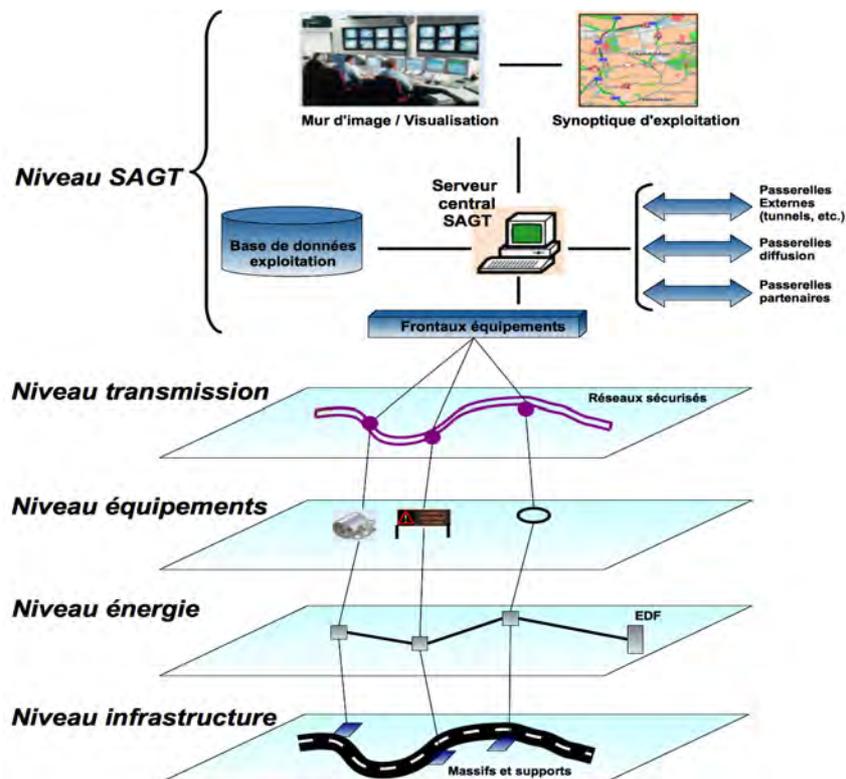


Fig. 9 : Schéma des quatre niveaux d'architecture technique

Catégories	Désignation	Mesures	Observations et contraintes
INFORMATION DES USAGERS	PMV pleine voie	MD1 : Information sur un événement et l'état du trafic	Nombre de lignes Présence d'un pictogramme
	PMV police	MD5 : Régulation des vitesses	Pictogramme (prévoir l'ajout d'un panneau)
	PMV d'accès	Les panneaux d'information et d'accès sont appelés à informer les usagers avant les accès au périphérique (fonction principale de gestion de trafic).	Nombre de lignes Pictogramme possible Si possible, PIA en amont de la bretelle d'entrée.
	Feux d'Affectation de Voie	MD3 : Gestion dynamique des voies	Portiques rapprochés (300 m environ)
	Feux de régulation	MD7 : Régulation d'accès par feux	
	Barrière mobile	M23 : Fermeture coordonnée des accès à un axe	
	GMA	MD3 : Gestion dynamique des voies	Efficace mais maintenabilité délicate
RECUEIL DE DONNÉES	Station de recueil de données de trafic	Potentiellement toutes (état du trafic) mais à étudier selon la technologie de recueil	Type de données, précision, disponibilité
	Vidéosurveillance	Potentiellement toutes mais à étudier selon la technologie et la visibilité	Qualité, disponibilité
RÉSEAU DE TRANSMISSION	<i>Voir</i>		
RÉSEAU D'ALIMENTATION	<i>Voir</i>		

Tableau 1 : Contraintes courantes des équipements en fonction de l'utilisation

Intégration dans l'existant

Cette étude de l'existant permettra d'appréhender les technologies des types d'équipements qui pourront être prises en charge par les systèmes actuels. Ainsi, les différents recueils de données, les différentes fonctionnalités (modules) à intégrer au SAGT devront pouvoir, *a priori*, se rajouter dans le système existant sans remettre en question l'architecture actuelle.

Il sera néanmoins parfois possible de dépasser cette intégration dans les 2 cas suivants :

- le module est essentiel et le scénario n'a pas de sens sans la mesure associée ;
- les perspectives d'évolution permettent d'envisager un renouvellement des systèmes actuels.

Mesures et équipements

À ce stade, les mesures sont connues, et les fiches mesures donnent les équipements à mettre en place pour pouvoir les utiliser. Ainsi, il est possible de faire un nouveau retour sur les scénarios finaux. En effet, s'il est possible de réduire le nombre de mesures à cause d'incompatibilités dans le déploiement d'équipements, il faut le faire après ce diagnostic approfondi.

Optimisation possible de l'utilisation des équipements

Recommandations générales d'implantation

Il convient de considérer l'implantation à 2 niveaux selon :

- les principes généraux ;
- les recommandations particulières liées aux mesures de gestion de trafic (voir fiches mesures).

En ce qui concerne les principes généraux, la définition de l'implantation des équipements tient évidemment compte en premier lieu des critères suivants :

- Accessibilité pour la maintenance ;
- Mutualisation des sites ;
- Respect de la réglementation en matière de dispositifs de retenue ;
- Configuration du site (éviter les obstacles potentiels à la vision, etc.).

L'information des usagers

Intervenant majoritairement dans l'information des usagers, les PMV doivent respecter des règles d'implantation très strictes, encadrées par la réglementation. Il conviendra de se référer à la 9ème partie de l'IISR [4] et au guide sur la composition des panneaux à messages variables [5].

Les fiches mesures décrivent l'implantation optimale de la signalisation pour chacune des mesures de gestion de trafic.

Le recueil de données

Les systèmes de comptage sont généralement implantés entre 2 échangeurs sur les voies rapides ou pour les routes à niveau.

Concernant les caméras, elles sont à déployer et à installer au niveau des échangeurs et des bretelles de raccordement au réseau pour la surveillance des entre-croisements. Elles permettent également la surveillance du trafic aux points singuliers. Les nouvelles caméras s'intégreront de préférence à l'infrastructure du système actuellement en place (portiques existants, etc.).

Les différentes technologies pouvant être utilisées sont décrites dans le rapport « Panorama des systèmes de recueil de trafic routier » [6].

Les fiches mesures décrivent l'implantation optimale des systèmes de recueil de données pour chacune des mesures de gestion de trafic.

Le raccordement au réseau de transmission Les équipements terrain sont raccordés au CIGT via le réseau de transmission : c'est une gestion centralisée.

Les équipements transmettant une grande quantité de données (caméras mobiles) seront en priorité raccordés sur un réseau de fibre optique. Le réseau de fibre optique est un réseau en boucle qui est localisé sous la BAU. La redondance de cette fibre optique est légère car sur la quasi-totalité du réseau les deux brins de la fibre sont issus du même câble ou situés dans le même fourreau : une coupure physique franche peut entraîner une coupure des deux brins et donc une perte de la redondance.

Pour les autres équipements, le réseau de transmission utilisé dépendra de la typologie des lieux et des réseaux disponibles. En l'absence de réseau de fibre optique ou en cas de difficultés d'accès au réseau de fibre optique, il est préconisé un raccordement à un réseau de transmission de données via GSM, à l'aide d'un modem, moins coûteux en investissement.

Aujourd'hui, ce type de réseau GSM est moins coûteux qu'auparavant même avec le grand nombre d'équipements qui pourraient y être raccordés, et en particulier un grand nombre d'équipements temps réel. Afin d'optimiser les raccordements en fibre optique, il convient de créer des zones de concentration d'équipements.

Voir le Chapitre pour les contraintes de choix technique des différentes technologies.

Le raccordement au réseau d'alimentation Les équipements fournissant des données pour des applications temps réel (SRDT principalement) sont raccordés, dans la mesure du possible selon l'accessibilité du site, au réseau de distribution électrique. Ce réseau est en effet le plus fiable et la disponibilité de l'énergie est assurée, ce qui permet de répondre aux besoins d'applications temps réel. Il en est de même pour les PMV, en raison de leur consommation d'énergie relativement importante. Il existe également des équipements autonomes en énergie alimentés avec un panneau solaire, ou des éoliennes. Du point de vue de la maintenance, cette solution, bien que non fiabilisée par des expériences durables, est souvent très intéressante à deux égards principaux :

- elle permet d'éviter des raccordements aux réseaux électriques parfois très onéreux ;
- elle permet également de ne pas subir les dégradations dues à des vols de câbles de plus en plus fréquents aujourd'hui.

Il faut privilégier le raccordement groupé lorsqu'un équipement implanté à proximité d'un équipement existant est déjà raccordé au réseau de distribution électrique afin de mutualiser les moyens de raccordement ainsi que les abonnements.

Pour tous les autres équipements, le choix de raccordement en énergie se portera plutôt sur une technologie autonome telle qu'une alimentation par panneaux solaires.

Il sera toutefois nécessaire au cours de la phase « Projet » de mener des études auprès des opérateurs fournisseurs d'énergie afin de valider ou non les hypothèses d'implantation des coffrets d'énergie, selon la disponibilité des réseaux.

Mutualisation

Lorsque les mesures de gestion de trafic dynamique du trafic sont déployées sur les mêmes linéaires, se recouvrant géographiquement, des optimisations de localisation sont à effectuer en ayant une vision sur l'ensemble des sections concernées. Pour cela, il convient de considérer plusieurs types de mutualisation, présentées ci-dessous.

Mutualisation « verticale » (équipements) Il s'agit d'une mutualisation **au niveau de la mise en œuvre de l'équipement** : réseaux, transmissions, supports, emplacement équipements PMV, SRDT, vidéo, etc.

Les optimisations peuvent porter sur les aspects qui suivent :

- mutualisation du portique PMV, en cas de présence à la même localisation de 2 PMV de régulation de vitesse notamment ;
- mutualisation du raccordement énergie : regroupement d'équipements proches afin d'optimiser les raccordements à des réseaux d'énergie ;
- mutualisation du raccordement au réseau de télécommunication : de même que pour le raccordement en énergie, l'objectif est d'optimiser les raccordements à différents réseaux de transmission et principalement le raccordement à un réseau de fibre optique ;
- choix de la technologie qui peut être en fonction de la fréquence de l'utilisation de l'équipement (LED ou prismes pour les PMV par exemple) ;
- choix de la technologie en cas d'équipements de même type situé à la même localisation mais de technologies différentes (harmonisation).

Mutualisation « horizontale » (SAGT) Il s'agit d'une mutualisation **au niveau du système d'information SAGT** avec notamment les développements informatiques, le paramétrage et les interfaces.

Dans ce cas, les optimisations peuvent porter sur les aspects suivants :

- utilisation et configuration des nouveaux équipements sur les frontaux existants ;
- limitation du développement de modules supplémentaires en réutilisant les fonctions communes existantes si le SAGT est construit de façon modulaire (synoptique, mur d'images, base de donnée de recueil, bibliothèque de stratégies, etc.) ;
- volonté de toujours privilégier les solutions interopérables qui existent sur le marché et éviter les systèmes propriétaires.

Mutualisation pour le couplage des mesures (utilisation) Il s'agit d'une mutualisation **au niveau de l'équipement en lui-même** pour le déclenchement de mesures de gestion dynamique du trafic lequel pourra être fait :

- simultanément : les mesures nécessitent l'activation de l'ensemble des équipements disponibles.

Dans ce cas il s'agit d'une mutualisation des **caractéristiques** de l'équipement, en cas d'équipements semblables dans plusieurs mesures de gestion de trafic différentes

- décalé : les mesures sont activées les unes après les autres dans le temps. Ceci nécessite de bien dimensionner chaque équipement afin que les caractéristiques satisfassent les besoins de mise en œuvre de chacune des mesures.

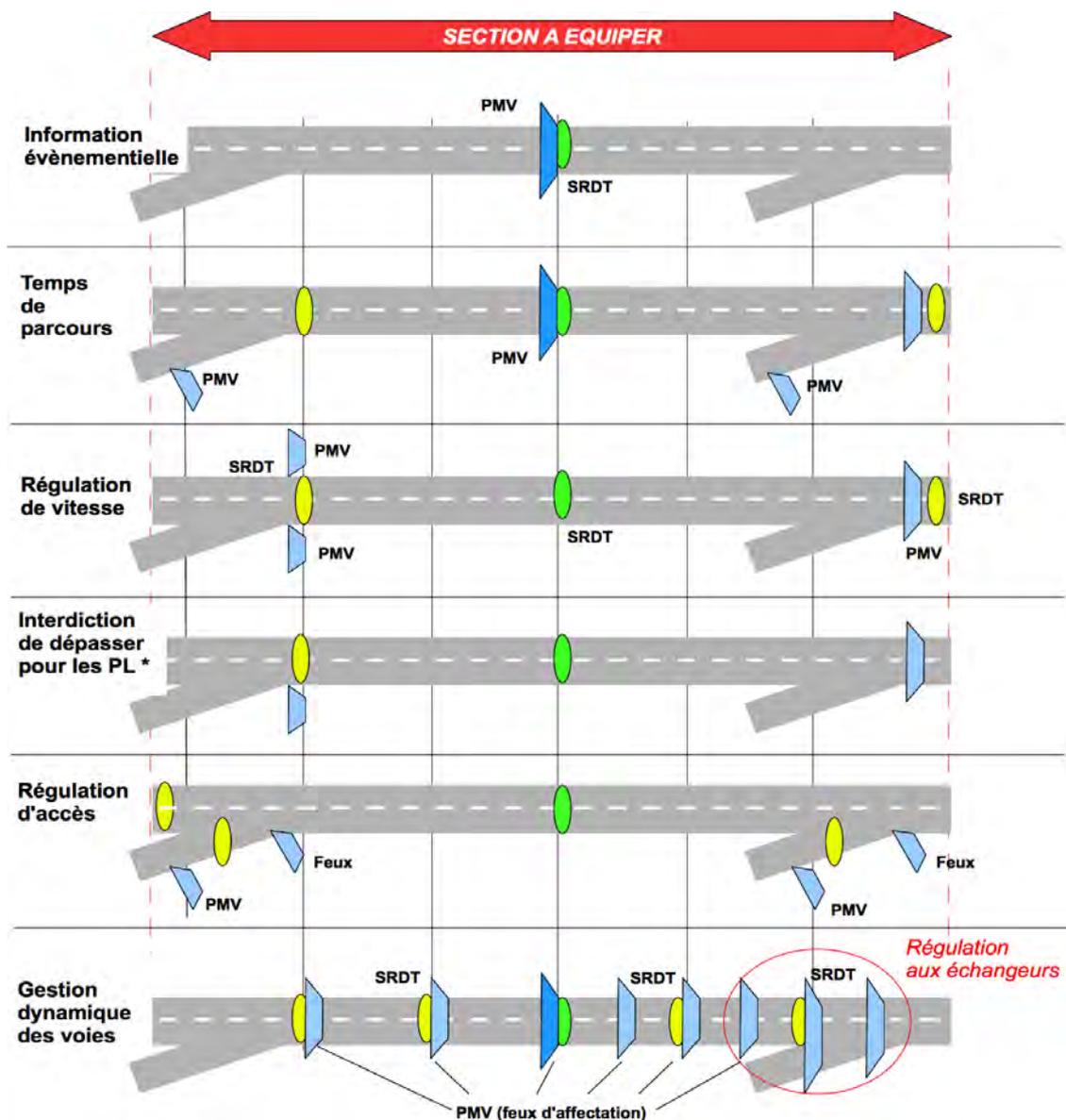
Nous considérons 2 types de mesures :

L'**information des usagers** reste le premier niveau de la gestion du trafic à déployer en priorité (stratégie par défaut) si celle-ci n'existe pas actuellement sur ou à proximité de l'axe ou la zone concernée. Les mesures d'information sur le trafic constituent une aide au déplacement permettant de faciliter le choix de son itinéraire avant chaque point de choix majeur, ceci, en fonction des conditions variables de circulation.

Ces PMV doivent faire l'objet d'une attention particulière dans le sens où ils doivent être sécurisés (idéalement avec une alimentation fiable non-autonome : EDF par exemple) et un réseau de transmission sécurisé (filaire ou réseau radio privé) afin de s'affranchir des saturations ou coupures lors des situations de crises

de toutes natures. Ces aspects sont à prendre en compte notamment lorsque la section est située dans un PGT.

Les autres mesures de gestion dynamique du trafic sont alors à superposer selon les scénarios finaux. Le schéma suivant donne un exemple de couplage de diverses mesures :



* : Réglementation en cours d'élaboration sur les équipements de signalisation

Fig. 10 : Exemple d'implantations d'équipements nécessaires et suffisants en vue de leur mutualisation dans le cadre du couplage des principales mesures dynamiques sur une section de 6km

Synthèse des mutualisations possibles

Avec une mise en parallèle de l'implantation minimale des équipements pour les mesures de régulation du trafic les plus courantes, il est alors possible de mutualiser l'utilisation de certains d'entre eux notamment dans le cadre de l'activation, simultanée ou non, de plusieurs mesures de gestion dynamique de trafic.

Les équipements de recueil des données de trafic sont les plus facilement mutualisables, sous réserve de disposer des types de données nécessaires à chaque mesure (débit, taux d'occupation, vitesse moyenne, etc.), et d'une qualité suffisante à leur utilisation.

En revanche, la mutualisation des PMV est dépendante des informations à diffuser aux usagers et demandera des études plus précises selon la politique d'information du gestionnaire, ainsi que la conformité à l'IISR 9ème partie [4].

Toutefois, la densité des équipements peut varier en fonction du niveau de service d'exploitation lié aux mesures d'exploitation et des algorithmes retenus.

En synthèse, le tableau suivant donne des recommandations d'implantation optimale théorique sur les équipements nécessaires et suffisants pour le déploiement des mesures de gestion dynamique du trafic les plus courantes. Pour des raisons de simplification, ne sont pris en compte que les équipements dynamiques de recueil et d'information, ainsi que le type de raccordement au SAGT.

Équipements minimum³	Signalisation⁴	Recueil de données⁵	Réseaux support
Mesures dynamiques			
INFORMATION EVENEMENTIELLE	- 1 PMV tous les 10 à 20 km (sections avec congestion) - 1 PMV tous les 20 à 30 km (interurbain)	- 1 SRDT tous les 1 à 5 km (sections avec congestion) ou 1 SRDT tous les 5 à 20 km (interurbain) - Caméra de vidéosurveillance aux échangeurs - DAI aux points singuliers	- Tous réseaux de transmission sauf si vidéosurveillance et DAI - Réseau d'énergie de puissance recommandé
INFORMATION TEMPS DE PARCOURS	- 1 PMV environ 20 km (VSA) - 1 PMV tous les 40 à 80 km (routes à chaussées séparées)	- 1 SRDT tous les 1 à 5 km selon l'environnement d'exploitation (interurbain ou péri-urbain)	- Réseaux de transmission moyen débit - Réseau d'énergie de puissance recommandé
REGULATION DE VITESSE	- 1 PMV tous les 5 à 10 km et selon la configuration des échangeurs et après chaque entrée	- 1 SRDT tous les 2 à 5 km	- Tous réseaux de transmission
INTERDICTION DYNAMIQUE DE DEPASSER POUR LES POIDS-LOURDS	- 1 PMV tous les 5 à 10 km et selon la configuration des échangeurs	- 1 SRDT tous les 2 à 5 km	- Tous réseaux de transmission - Alimentation autonome possible
REGULATION D'ACCES	- 1 ou 2 feux par bretelle à équiper	- 2 SRDT par accès à équiper	- Tous réseaux de transmission - Alimentation autonome possible
GESTION DYNAMIQUE DES VOIES	- 1 SAV tous les 300 à 500 m - 1 PMV au niveau de chaque échangeur	- 1 SRDT tous les km - Caméra de vidéosurveillance tous les 500 m - DAI tous les 300 m	- Réseau de transmission haut débit - Réseau d'énergie de puissance recommandé

Tableau 2 : Synthèse des implantations possibles selon les mesures les plus courantes

³ Ordre d'idée d'implantation selon la configuration de l'infrastructure (nombre de points de choix, singulier, etc.)

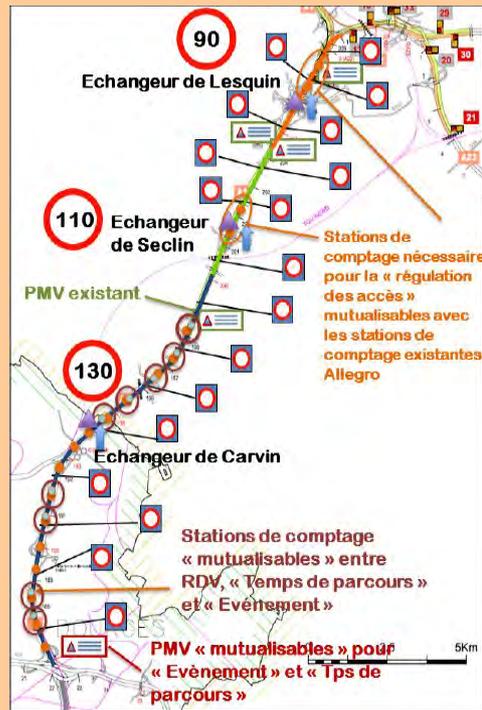
⁴ Se référer au guide SETRA « Mise en œuvre de la signalisation dynamique » d'accompagnement de la réglementation sur la signalisation dynamique

⁵ Voir rapport SETRA « Panorama des systèmes de recueil de données de trafic routier »

Exemple : agglomération lilloise – cf. Exemple 1 page 11

Pour l'application de la mesure RDV, certains équipements devront être installés, quand d'autres peuvent être évités grâce à des mutualisations adéquates (comme les stations de comptage mutualisables ou certains PMV).

Dans le cas des PMV, ne pas oublier qu'en cas d'installation et de prévision de mutualisation, connaître son utilité permet d'adapter au mieux ses caractéristiques et son coût à son utilisation concrète. Pour ce faire, se conformer à l'IISR 9ème partie [4], et se référer aux prescriptions du Chapitre du présent guide.



Exemple 12 : Carte des équipements mutualisables sur l'A1

Estimation des coûts prévisionnels de déploiement d'un scénario

Afin d'optimiser les différentes combinaisons de mutualisation selon les mesures à déployer sur une même section, il est possible d'estimer globalement leurs coûts de mise en place.

$$\text{Coût global} = [(\text{Coût de chacune des mesures}) - (\text{gain de mutualisation})] - (\text{coût des équipements existants}) + \text{coût de maintenance éventuel supplémentaire}$$

L'identification des équipements nécessaires permettra alors de fournir une estimation des coûts prévisionnels. Elle doit en premier lieu être faite par mesure indépendamment de l'existant. Puis, il convient de déterminer les équipements dont l'utilisation sera mutualisée.

Ensuite, il convient d'identifier le coût des équipements dont les fonctions sont assurées par des équipements existant sur le terrain. Cette utilisation d'équipements déjà présents implique, pour autant, parfois une maintenance plus importante.

Enfin, les adaptations du système d'information du SAGT demandent une étude complémentaire pour pouvoir estimer le coût global de l'opération. Attention, il ne s'agit que d'une estimation qui peut orienter les choix définitifs qui seront effectués à l'issue d'études d'évaluation *a priori* du retour sur investissement. En effet, les coûts de fonctionnement et de maintenance sont à calculer également afin de s'assurer de la viabilité économique du projet.

La description des coûts en rapport avec l'évaluation *a priori* (voir le Volume 3 « Évaluation des projets de gestion dynamique de trafic ») permet de rechercher de manière interactive les meilleures solutions techniques pour le meilleur coût.

En effet, les choix et les décisions prises dépendront à la fois des coûts et de l'efficacité recherchée et mettent ainsi en relation ces deux variables fortement corrélées pour lesquelles il faudra trouver le juste équilibre.

Cette évaluation optimise donc les solutions tant par rapport aux niveaux de

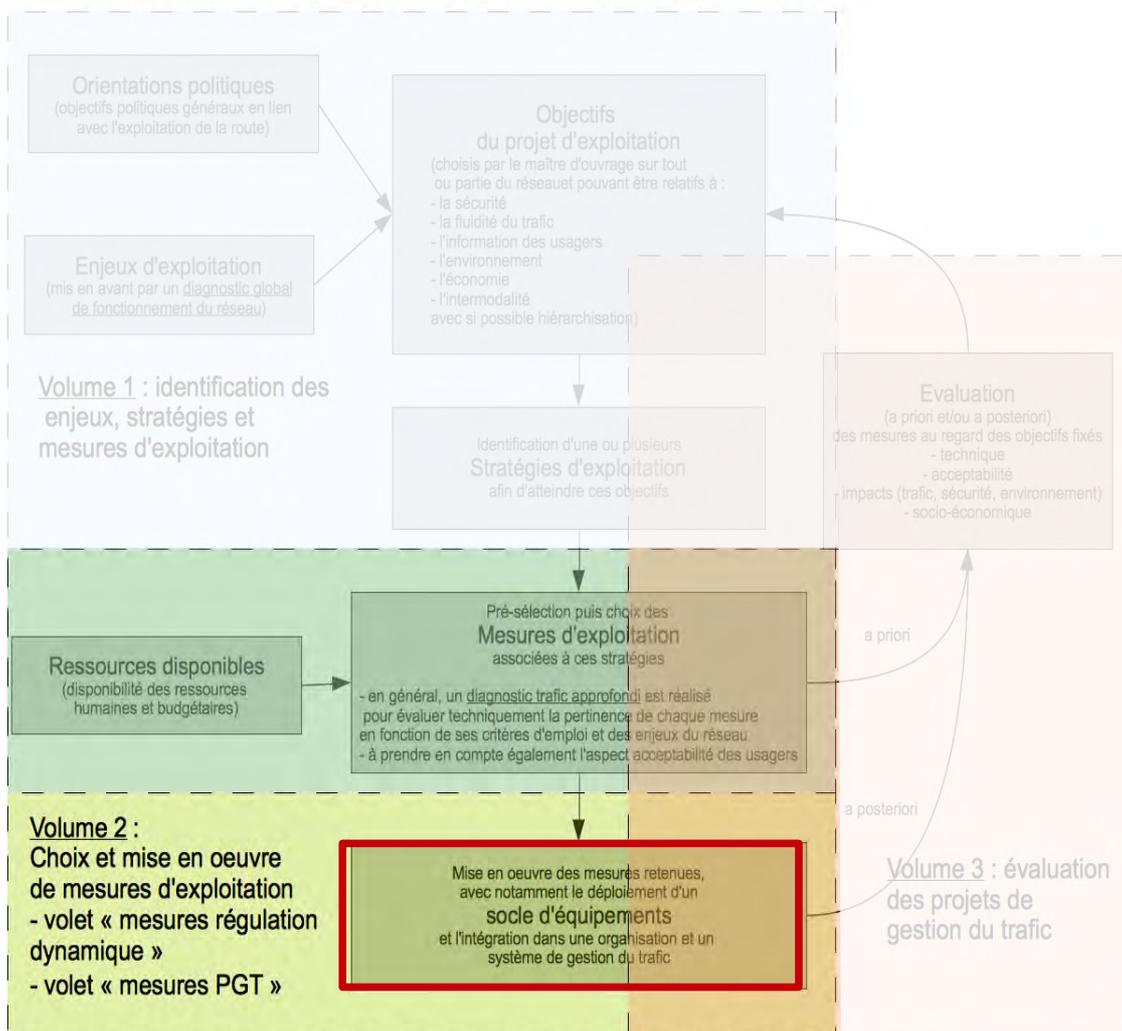
services d'exploitation des mesures que de leur mise en œuvre avec éventuellement une priorisation des mesures à développer selon un budget alloué. Pour autant cette priorisation devra avoir été faite en fonction des bénéfices apportés par le système incomplet aussi bien que par les coûts.

Liens entre mutualisation et harmonisation

La mutualisation ainsi étudiée permet de mieux appréhender les différents scénarios et de mieux décrire les scénarios en fonction des niveaux de services d'exploitation des mesures désirés et des mutualisations proposées. La priorisation faite en amont permet également de mieux se rendre compte des scénarios finaux qui semblent le plus adaptés, et ainsi de mieux appréhender la pertinence des harmonisations analysées dans le chapitre 2.

Mise en œuvre des équipements

Démarche globale d'un projet d'exploitation



Typologie et raccordement des équipements

Équipements et recommandations générales d'implantation

Après avoir identifié la localisation géographique théorique des équipements sur le réseau en fonction des scénarios à déployer (chapitre précédent), il convient de s'intéresser à ses caractéristiques intrinsèques, à son activation par le centre de gestion de trafic et à son implantation physique sur le terrain. Dans tous les cas, l'implantation devra respecter la réglementation en vigueur, sans quoi une demande d'expérimentation devra être établie.

Intervenant dans la mise en œuvre des mesures de gestion du trafic, seront considérées les familles d'équipements dynamiques suivantes :

- les panneaux à messages variables ;
- les feux d'affectation de voie ;
- les stations de recueil de données de trafic ;
- les caméras (vidéosurveillance et DAI) ;
- les barrières.

À partir de ces familles, il est nécessaire de classifier les équipements selon leur utilisation afin d'identifier plus en détail le type d'équipement. Le tableau suivant donne ce découpage :

Type	Désignation	Caractéristiques
PMV	PMV pleine voie	3 lignes de 15 à 18 caractères <i>Pictogramme recommandé (PMV multi-usage)</i>
	PMV accotement	3 lignes de 15 à 18 caractères
	PMV-C	<i>Implanté en TPC, pouvant être multi-usage</i>
	PMV police	Sur mât de 1 à 2,5 m <i>Affichage d'un pictogramme</i>
	PMV d'accès	<i>Implanté aux points de choix avant l'accès aux axes structurants</i>
Feux	Signaux d'affectation de voies	<i>Signaux d'affectation de voies R21</i>
	Feux de régulation	<i>Utilisé pour les mesures de régulation d'accès</i>
Barrières	Barrière mobile	<i>Barrière mobile activée dynamiquement</i>
	Glissières Mobiles d'Affectation	<i>Utilisé en gestion dynamique des voies</i>
Systèmes de recueil de données de trafic	Capteur intrusif (de type boucle électromagnétique)	<i>Nécessite des opérations d'exploitation particulières (fermeture de voie)</i>
	Capteur non-intrusif	<i>Peut être implanté sur passage supérieur</i>

Tableau 3 : Caractéristiques principales des différentes familles d'équipements

Lors des études de déploiement des équipements, on considère 3 niveaux : les caractéristiques de l'équipement, son activation et son implantation physique.

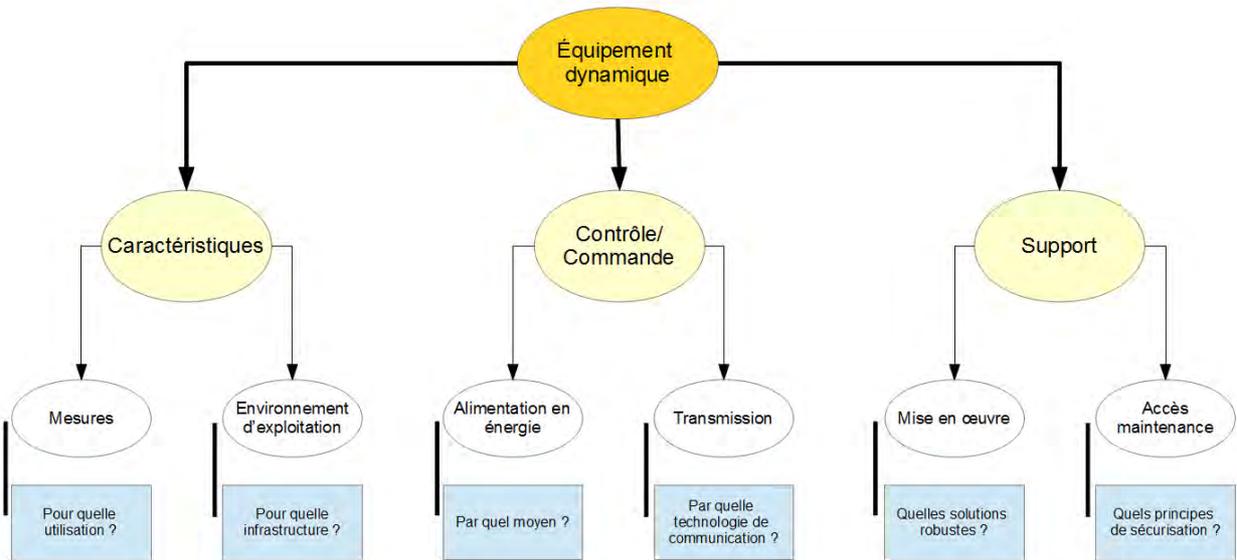


Fig. 11 : Exemple d'éléments à prendre en compte dans l'étude d'implantation d'un équipement de terrain

Caractéristiques des équipements

Le choix de l'implantation physique des équipements se fait également en rapport avec leur utilisation selon les besoins de la mesure de gestion de trafic à déployer, ceci au regard de ses caractéristiques techniques (type de PMV, de recueil de données, etc.).

L'installation des équipements doit suivre la procédure du constructeur.

Les Panneaux à Messages Variables (PMV) lumineux

Dans le cadre des mesures d'information et de gestion du trafic, la mise en œuvre des PMV doit être conforme à la 9ème partie de l'IISR [4], ainsi que suivre les recommandations du guide technique sur la composition des messages des PMV [5]. Pour les PMV lumineux, le respect des règles de lisibilité est lié aux caractéristiques dimensionnelles des caractères notamment.

Les fiches mesures donnent les détails pour le choix et l'implantation des PMV.

Le positionnement des panneaux par rapport à la chaussée est également dépendant de l'infrastructure. Des éléments de choix pour les supports sont donnés ci-après.

Étant donné l'impact sur l'exploitation, les travaux sont plutôt à prévoir de nuit.

PMV lumineux							
Utilisation	Hauteur de caractères				Support		
	125	160	250	320	Mât	Haut-mât ou potence	Portique
En agglomération ou en approche d'un carrefour (giratoire ou à feux)	X				X		
		X				X	
Hors agglomération (vitesse de 90 km/h)			X		X	X	
Sur autoroutes et voies rapides			X	X	X	X	X

Tableau 4 : Éléments de choix pour l'utilisation de PMV

Les PMV à prismes Dans le cadre des opérations de re-routage, les PMV à prismes permettent d'afficher de façon optimale la signalisation directionnelle. Une solution basée sur des panneaux à messages variables lumineux serait moins efficace que le système à prismes et surtout moins compréhensible pour le guidage des usagers. De plus, la solution avec PMV à prismes est beaucoup moins coûteuse en fonctionnement.

L'équipement repose sur un ensemble composé de panneaux à prismes et de panneaux de signalisation fixe. Le tout est monté sur un support commun. Les panneaux à prismes sont conçus pour afficher trois messages différents par ligne.

Les panneaux à prismes sont commandés par un moteur. L'armoire de commande installée en pied de support permet de piloter en mode local les panneaux à prismes. L'armoire de commande est composée des sous-ensembles suivants :

- Une unité de gestion qui assure la communication avec le système central et commande la position des panneaux à prismes.
- L'unité centrale locale permet l'établissement de diagnostics et de renvoi d'alarmes au frontal de commande.
- Les équipements d'interface au réseau Ethernet (*switch*, boîtier d'extrémité de fibre optique, etc.).
- Un tableau électrique pour l'arrivée d'énergie, les départs des commandes moteur, le parafoudre, etc.

Les panneaux à messages variables à prismes sont fiables à condition d'être bien maintenus : il convient de prévoir de **les faire fonctionner au moins une fois par mois avec une visite préventive annuelle**.

Il convient également de prévoir la réalisation de la dalle de propreté pour l'installation de l'armoire de gestion et le raccordement à l'énergie et aux transmissions de l'équipement.

Étant donné l'impact sur l'exploitation, les travaux sont plutôt à prévoir de nuit.

Les Signaux d'Affectation de Voies (SAV) Concernant les Signaux d'Affectation de Voie (SAV), ceux-ci sont mis en œuvre en respectant la 9^{ème} partie de l'IISR [4].

La réglementation impose une implantation entre les portiques supportant les SAV de 200 à 400 m.

Les fiches mesures donnent les détails pour le choix et l'implantation des SAV.

Mise en œuvre des barrières et GMA Les caractéristiques des barrières dynamiques doivent suivre les recommandations de l'article 161 de l'IISR [4].

Concernant les Glissières Mobiles d'Affectation (GMA), leur implantation doit être conforme à l'article 162 de l'IISR [4].

Les Stations de Recueil de Données de Trafic (SRDT) Les fiches mesures, accessibles à partir du chapitre du présent volume, donnent les détails pour le choix et l'implantation des SRDT. On peut également se référer au « Panorama des capteurs de trafic » [6], pour avoir de plus amples explications sur les différentes technologies possibles et leurs caractéristiques.

En effet, le choix des SRDT peut être crucial pour la bonne application d'une mesure de gestion dynamique de trafic. Des capteurs insuffisamment précis pourraient nuire à la pertinence des mesures mises en place. À l'inverse des capteurs trop précis peuvent alourdir aussi bien les coûts (d'investissement, de maintenance) que leur intégration dans le système déjà existant. Un équilibre devra être trouvé entre prix et performance sur chaque section et pour chaque mesure eu égard au niveau de service d'exploitation des mesures recherché.

- La vidéosurveillance** Un système de vidéosurveillance repose sur l'architecture suivante :
- un dispositif de prise de vue (caméra) ;
 - un support de caméra (mât) ;
 - des équipements pour assurer la connexion au Centre de gestion de trafic ;
 - la supervision distante (poste informatique, mur d'images, enregistreur...).

Chaque caméra est associée à un coffret installé en pied de support qui contient :

- les modules émetteur vidéo/récepteur et de codage ;
- les boîtiers de raccordement optiques (par fibre optique) ;
- l'unité de télémétrie pour le zoom ;
- un compartiment pour les protections électriques.

Il existe principalement 2 types de caméras :

- des caméras fixes ;
- des caméras mobiles de type dôme.

L'ensemble de prise de vue fixe est constitué d'un caisson étanche accueillant la caméra avec capteur CCD et un objectif à focale fixe ou avec un zoom.

Les caméras **doivent être munies d'un système de masquage qui interdit la visualisation de zones privatives** hors domaine routier.

Les stockages des vidéos sont aussi bien réglementés par la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL).

**La Détection
Automatique
d'Incident (DAI)**

Concernant les systèmes de Détection Automatique d'Incident (DAI), la détection peut être assurée par une caméra, un radar ou un capteur magnétique par exemple.

Le traitement se fait au niveau du CIGT et les capteurs, notamment les caméras sur le terrain qui peuvent être utilisées, respectent les principes d'implantation comme pour la vidéosurveillance. Toutefois, une attention particulière doit être portée à la fixation et à l'angle de vision afin de paramétrer au mieux la détection.

Chaque algorithme est caractérisé par un ensemble de seuils. Pour chacun des seuils fixés, il est possible de déterminer sur des données précises, les valeurs correspondantes des critères de performance décrits dans le paragraphe précédent.

En exploitation opérationnelle, les performances du système de surveillance dépendent étroitement de la qualité de la phase de calibrage : des seuils trop "lâches" génèrent des fausses alarmes systématiques, des seuils trop "contraints" occultent les détections. Un ensemble de seuils est considéré comme optimal si, pour un taux de détection donné, il induit un taux de fausses alarmes minimal. Suivant les cas pratiques, il peut s'avérer nécessaire de privilégier l'un ou l'autre de ces seuils, voire même mettre en œuvre un calibrage visant à minimiser les délais de détection comme dans les projets d'autoroutes à gabarit réduit.

Dans le cas de DAI utilisant des boucles magnétiques, il est nécessaire de reconstituer un historique des données sur la portion traitée, historique concernant les incidents ainsi que les données de trafic liées à ces incidents sur une période donnée. Cette phase de calibrage est lourde à mettre en œuvre.

Le calibrage des systèmes de DAI utilisant des caméras vidéo consiste à définir des zones d'observation sur la chaussée correspondant aux champs des caméras et à paramétrer les seuils de déclenchement d'alarme.

La phase de calibrage est donc tout à fait essentielle. Il faut pouvoir s'affranchir des difficultés liées aux recueils et aux traitements des données. L'utilisation d'algorithmes de plus en plus performants permet alors le passage des systèmes de surveillance vers une phase opérationnelle dès lors que des calibrages précis et adaptés sont réellement effectués.

**Le contrôle /
commande des
équipements**

Pour le pilotage des équipements dynamiques, une liaison doit pouvoir transmettre les données entre les frontaux de commande en CIGT jusqu'à l'équipement de terrain

**Technologies de
transmission**

Les équipements dynamiques doivent être classés en fonction de leur débit afin de déterminer la solution de transmission la plus adaptée.

<i>Équipements bas débit</i>	<i>Équipements haut débit</i>
<ul style="list-style-type: none">• PMV• SRDT• Station météorologique	<ul style="list-style-type: none">• Vidéosurveillance

La vidéosurveillance est à considérer à part puisque les données vidéo nécessitent un débit de transmission important. Elle se compose aussi de 2 types de flux :

- connexion au réseau de transmission des flux vidéo ;
- acheminement des données de contrôle / commande pour modifier la position de la caméra et de son zoom.

À noter que dans le cadre d'une étude de déploiement d'équipements, en fonction du type des équipements projetés et de leur localisation, on peut être amené à définir des zones distinctes pour traiter la problématique du réseau de transmission :

- une zone bas débit définie par la présence d'équipements bas débit uniquement ;
- une zone haut débit définie par la présence d'équipements haut débit (caméras) ou par une forte densité d'équipements bas débit.

	Avantages	Inconvénients
Solutions bas débit		
Le réseau téléphonique commuté (RTC)	<ul style="list-style-type: none"> coût de mise en œuvre et de maintenance réduits solution fiable au niveau transmission 	<ul style="list-style-type: none"> coût d'exploitation proportionnel à la fréquence et à la durée des appels débit limité (≤ 50 kbit/s) besoin d'une politique de sécurité
Le réseau de téléphonie mobile à la norme GSM (<i>Global System for Mobile communications</i>)	<ul style="list-style-type: none"> coût de mise en œuvre réduit coût de maintenance réduit 	<ul style="list-style-type: none"> temps de latence à prendre en compte débit très limité (< 10 kbit/s) besoin d'une politique de sécurité risque de saturation du réseau en cas de crise
Le GPRS (<i>General Packet Radio Service</i>)	<ul style="list-style-type: none"> coûts de mise en œuvre réduits de maintenance réduits coûts d'exploitation forfaitaire au volume échangé ou illimité connexion permanente possible connectivité IP 	<ul style="list-style-type: none"> débit limité et insuffisant pour de la transmission vidéo (≤ 114 kbit/s) risque de saturation du réseau en cas de crise besoin d'une politique de sécurité élevée
Solutions haut débit		
Le raccordements filaires de type DSL (<i>Digital Subscriber Line</i>)	<ul style="list-style-type: none"> coût de mise en œuvre réduit bonne disponibilité de transmission haut débit coûts d'exploitation fixes coûts de maintenance réduits 	<ul style="list-style-type: none"> éligibilité de la zone à vérifier mise en place d'une politique de sécurité élevée (utilisation de pare-feux, ...)
Ethernet / Fibre optique	<ul style="list-style-type: none"> disponibilité du support de transmission très haut débit coûts d'exploitation nuls 	<ul style="list-style-type: none"> coûts de mise en œuvre élevés coût de maintenance élevé
Le réseau de téléphonie mobile de troisième génération (3G)	<ul style="list-style-type: none"> coût de mise en œuvre et de maintenance réduits coût d'exploitation forfaitaire illimité débit élevé (> 1Mbit/s) connectivité IP 	<ul style="list-style-type: none"> risque de saturation du réseau en cas de crise besoin d'une politique de sécurité élevée éligibilité de la zone de couverture
Le Wi-Fi	<ul style="list-style-type: none"> coûts de mise en œuvre réduits coûts d'exploitations nuls haut débit solution intermédiaire point à point possible (8Mbit/s pour 7 km) 	<ul style="list-style-type: none"> risque de brouillage variation du débit coût de maintenance portée limitée mise en place d'une politique de sécurité élevée (configuration fine des bornes...)

Tableau 5 : Synthèse des principales solutions techniques

Raccordement énergétique Mis à part certains équipements comme les PAU qui fonctionnent sur batteries ou à l'aide de capteurs solaires, la plupart des équipements dynamiques ont une consommation électrique qui nécessite une alimentation Basse Tension monophasée (230 V). Ils sont raccordés individuellement à un accès au réseau électrique de distribution.

Quelquefois, l'éloignement de l'accès au réseau électrique le plus proche nécessite le tirage d'une ligne d'énergie privée jusqu'au pied de l'équipement.

Les travaux consisteront à raccorder l'équipement de terrain au point d'alimentation d'énergie et au réseau de transmission.

L'ordre d'idée du coût de consommation énergétique est le suivant :

Type d'équipement	Consommation annuelle	Coûts annuels (2011)
PMV 3 Lignes 18 Caractères	13 MWh	1.500 €HT
PMV 4 Lignes 18 Caractères	18 MWh	2 000 € HT
Caméra vidéosurveillance ou DAI	-	400 €HT
Station de recueil de données (intrusif)	-	400 €HT
PMV prismes	négligeable étant donnée l'utilisation très ponctuelle des panneaux	-
Barrière	négligeable étant donnée l'utilisation très ponctuelle	-

Tableau 6 : Ordre de grandeur des coûts en consommation électrique

Préservation du vandalisme Cette préservation est essentielle à tout niveau, du recueil d'informations à l'activation et l'information donnée à l'utilisateur.

Pour cela, il convient de dissimuler complètement toute présence de cuivre. Il est nécessaire d'effectuer des petits travaux de génie civil nécessaires pour dissimuler complètement toute présence de cuivre. Dans certains cas critiques où le vandalisme se répète souvent, il peut même être nécessaire de bétonner certaines tranchées.

De plus, il est nécessaire d'équiper les locaux techniques stratégiques (notamment ceux contenant des équipements de transmission importants) de systèmes de détection d'intrusion reliés au PC, pour que l'opérateur puisse donner l'alerte dès que l'information de l'intrusion lui est remontée. Associée à un affichage informant que le local est sous surveillance, cette mesure pourrait également avoir un effet dissuasif. Ces systèmes de détection d'intrusion doivent également être installés pour les locaux techniques des tunnels.

La fermeture des chemins de câbles doit être renforcée par l'ajout de capot renforcé.

Le stockage du matériel doit se faire en lieu sûr. Le câble cuivre doit être stocké en très petite quantité.

Le support des équipements

Les équipements doivent reposer sur des supports adaptés. Pour les équipements les plus lourds comme les PMV, il faut considérer les éléments suivants :

- un massif (souvent en béton) et le génie civil associé qui doivent être suffisamment dimensionnés ;
- une structure mécanique supportant le panneau : il s'agit du support (mât, portique, etc.) ;
- l'équipement dynamique ;
- l'unité de gestion, de préférence placée près de l'équipement, ou bien, en pied de panneau. Dans ce cas une dalle de propreté doit être réalisée pour la mise en place des armoires de terrain (armoire de gestion SRDT,

armoire de gestion PMV, armoire de distribution énergie / transmission, coffret ERDF, générateurs solaires, etc.).

Il sera prévu la réalisation des tranchées avec fourreaux enterrés pour le cheminement des câbles pour l'énergie, les transmissions, les boucles électromagnétiques dans le cas des SRDT.

Les massifs, les mâts et autres objets doivent être isolés par un dispositif de retenue : positionnement de l'équipement derrière une glissière existante, nécessité de pose d'une glissière en accotement ou en TPC, nécessité de prolongement d'un dispositif existant, etc.

Leur implantation doit être conforme à la réglementation (*circulaire n°88-49 du 9 mai 1988* [7]).

Mise en œuvre des PMV et des FAV Les panneaux de signalisation dynamique peuvent être installés sur plusieurs types de structure de support : portique, potence, haut mât, etc.

De manière générale, les supports sont installés de manière à assurer un gabarit de 5,50m sous panneau, PMV ou SAV.

	Avantages	Inconvénients
Le mât (caisson placé à 2,50m du sol)	- Solution la moins coûteuse	- Occultation possible lors du passage de PL ce qui nécessite souvent le doublement de part et d'autre de la chaussée pour certaines mesures de gestion de trafic (régulation de vitesse par exemple)
Le haut-mât ou la potence (caisson dégageant un gabarit de 5,50m)	- Un massif unique à réaliser en accotement - Ne présente pas de gêne pour les convois exceptionnels - Peut-être utilisé en TPC (Terre-Plein Central) pour les 2 sens de circulation sur autoroute et voies rapides	- Caisson d'affichage déporté intégralement sur l'accotement d'où un risque d'occultation lors du passage des poids lourds - Nécessite de disposer de suffisamment de largeur en accotement sans obstacle pour la visibilité (arbres...) - Ne permet pas la mise en œuvre d'un pictogramme (sauf si implantation en TPC avec un PMV-C)
Le portique (assure un gabarit de 5,50m sous panneau)	- Caisson d'affiche situé au-dessus des voies donc visible pour tous les usagers (pas de risque d'occultation lors du passage d'un PL) - Permet la mise en œuvre de pictogramme - Peut servir de support pour d'autres équipements (caméra, radar...)	- Nécessite la réalisation d'un massif en TPC avec des contraintes importantes sur l'exploitation

Tableau 7 : Synthèse des supports

Mise en œuvre des caméras de vidéosurveillance et de DAI Les caméras dômes ou fixes sont généralement installées sur un mât vidéo spécifique mais elles peuvent éventuellement être installées sur d'autres supports tels qu'un portique, un passage supérieur ou un mât d'éclairage.

La hauteur du mât est souvent comprise entre 8 et 15m de façon à obtenir une couverture vidéo optimale. Les mâts peuvent également être de type basculant en acier galvanisé.

Station de Recueil de Données de Trafic Concernant les technologies intrusives, une dalle de propreté peut accueillir l'armoire de gestion de la SRDT. Elle intègre tous les fourreaux nécessaires pour de l'énergie, du support de transmission et des câbles issus des boucles électromagnétiques.

Pour les sites qui ne disposent pas de dispositif de retenue, il convient d'éloigner le plus possible l'armoire de gestion des voies de circulation, afin de ne pas avoir à installer un dispositif de retenue.

Les capteurs non-intrusifs peuvent être installés sur des supports généralement mutualisables ou sur des ouvrages existants.

L'aménagement des accès de maintenance pour sécuriser les interventions des agents peut comporter une modification des dispositifs de retenue pour la création d'un refuge, la réalisation d'accès sécurisés (chemin piéton, escalier, etc.) et la mise en place de garde-corps.

Barrières et GMA Les barrières ne doivent comporter aucun élément susceptible de devenir dangereux en cas de heurt. Leur système de fixation ne doit pas altérer le bon fonctionnement du dispositif de retenue.

Sécurisation de la maintenance Il convient de privilégier les aménagements visant à sécuriser les interventions de maintenance :

- création de refuge ou aménagement de refuge existant ;
- création de cheminements sécurisés pour piéton (escalier avec rampe, chemin stabilisé...);
- mise en place de garde-corps.

Il convient de prévoir une accessibilité pour la maintenance : dans l'idéal, chaque site doit pouvoir offrir la possibilité à un véhicule de maintenance de stationner à proximité de l'équipement de terrain (privilégier l'implantation proche des refuges existants).

Pour les portiques, la potence ou le haut-mât, l'accès au panneau monté sur celui-ci se fait depuis le montant de la structure côté voie lente, par une échelle à crinoline respectant la *norme NF EN ISO 14122-4* [8].

Concernant les PMV-C, l'accès se fait à partir du TPC, ce qui nécessite de prévoir un accès protégé pour les interventions de maintenance (le PMV ne sera pas implanté trop loin d'un passage supérieur avec un cheminement en TPC sécurisé).

Il est nécessaire de prévoir un système de condamnation conforme à la *norme NF E85-012* [9] (protection de type A + B + C). Cette protection d'accès est équipée d'un cadenas entièrement protégé des intempéries et des projections d'eau venant de la chaussée. Il doit être condamnable en position d'ouverture totale.

Evolution du système d'aide à la gestion du trafic à prévoir

Evolution de l'architecture fonctionnelle du système de gestion de trafic

Considérant le système d'aide à la gestion du trafic existant du gestionnaire, il convient de réaliser un état des lieux préalable des fonctionnalités déjà intégrées.

Les évolutions à prévoir dans le SAGT existant du gestionnaire doivent être conçues et dimensionnées pour :

- permettre des évolutions futures, comme la mise en place de solutions de régulation dynamique de trafic ou de gestion dynamique de voirie ;
- proposer une seule et même interface à l'opérateur pour la gestion des

événements sur l'ensemble du réseau de l'exploitant ;

- la gestion des équipements prévus au déploiement ;
- l'intégration de nouveaux types d'équipements déployés sur le terrain ;
- la gestion des Plans de Gestion de Trafic à appliquer ;
- les outils nécessaires à l'application de la politique d'exploitation du gestionnaire ;
- le pilotage des équipements déjà en place ;
- les nouveaux modes de diffusion d'information disponibles ;
- l'évolution des échanges avec les partenaires.

**Critères de réussite
pour faire évoluer un
SAGT**

La réussite de l'évolution du SAGT repose sur différents critères, notamment les suivants, qui sont les plus représentatifs :

- disponibilité ;
- convivialité/co-activité ;
- simplicité ;
- maintenabilité ;
- évolutivité ;
- interopérabilité ;
- ergonomie.

Les questions d'interopérabilité peuvent être validées par le modèle ACTIF, dont les protocoles utilisables sont proposés pour les différentes interactions entre les éléments du système.

Le SAGT doit avoir une architecture modulaire de composants indépendants, ce qui permet de lui ajouter ou supprimer des modules de calcul, sans impacter l'architecture du système et avec un minimum de modification sur les composants partagés existants. Ainsi, les évolutions du SAGT se font :

- soit par l'interfaçage ou l'intégration de nouveaux modules ;
- soit par des paramétrages complémentaires.

Les développements complémentaires doivent pouvoir être gérés :

- soit comme une évolution de modules existants ;
- soit comme un nouveau module.

**Description des
fonctionnalités**

La mise en œuvre d'un projet de gestion du trafic nécessite d'identifier les fonctions impactées par de nouveaux besoins en termes de système d'information. Le fait de séparer les fonctionnalités permet à l'architecture technique de s'orienter plus simplement vers une conception modulaire. Pour un SAGT existant, il convient ainsi d'identifier l'ensemble de ces fonctionnalités et des modules possibles.

La modularité rend les évolutions des fonctionnalités possibles et donc des projets de gestion de trafic optimisables à moindre frais.

Fonctionnalités générales	Fonctions associées	Evolution possible
1 : Acquérir les données	Recueillir des données de comptage	Raccordement de nouvelles technologies de comptage
	Recueillir des images vidéo	Utilisation par les systèmes DAI
	Recueillir des événements	
	Recueillir des états des équipements	Modification des CME
2 : Traiter les données	Traiter les données de comptage ▶ <i>Détecter les événements</i>	Nouveaux indicateurs et seuils de détections
	Calculer des niveaux de trafic et des temps de parcours	Augmentation de la couverture du réseau (densification)
	Proposer des plans d'action	Mesures supplémentaires
	Visualiser les données sur synoptique	
	Visualiser les données vidéo	
	Qualifier les alertes d'exploitation	
	Gérer les alarmes techniques	
3 : Piloter les équipements	Interroger et piloter les équipements	Adaptation des frontaux existants
	Afficher des informations sur les PMV	
	Piloter les équipements d'infrastructures	
	Piloter les caméras	
4 : Diffuser des informations	Diffuser les informations aux partenaires	Adaptation des passerelles de diffusion
	Gérer les informations pour TIPI	
5 : Appliquer les plans d'exploitation	Élaborer une liste d'actions ▶ <i>Appliquer une stratégie d'affichage PMV</i> ▶ <i>Faire des recommandations</i>	
	Suivre l'état de chaque action	

Tableau 8 : Exemples d'évolutions des fonctions temps réel

Fonctionnalités	Fonctions associées	Evolution possible
6 : Gérer l'historique	Stocker et archiver les données de trafic	Modification de la couverture du réseau
	Stocker et archiver les images vidéo	Modification de la couverture du réseau
	Rejouer les situations passées	
	Extraire les données archivées pour ré-exploitation	
7 : Administrer et maintenir le système	Administrer et configurer les équipements de terrain	Nouveaux équipements terrain
	Gérer les référentiels	
	Administrer le système informatique	

Tableau 9 : Exemples d'évolutions des fonctions temps différé

Architecture fonctionnelle

L'architecture fonctionnelle du système informatique doit intégrer l'ensemble des fonctions et des flux d'information nécessaires pour satisfaire la majorité des besoins et des services indispensables pour l'exploitation.

Ainsi, l'architecture technique qui en découle fait apparaître les équipements et le système d'information associé avec ses bases de données.

Lors de la mise en œuvre des mesures de gestion du trafic, il convient de localiser les fonctions à faire évoluer. Le schéma suivant présente les principales fonctions nécessaires à la mise en œuvre d'une mesure de gestion de trafic. Il est à noter que la gestion des conditions d'exploitation (modes) est structurante pour l'activation des mesures.

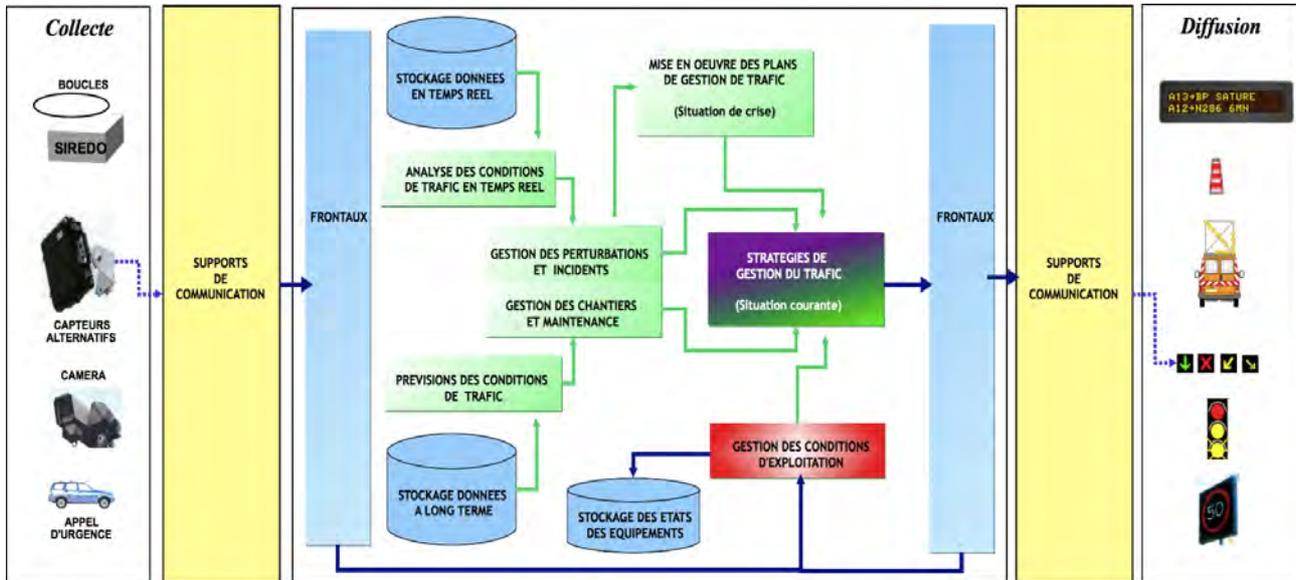


Fig. 12 : Architecture simplifiée des principales fonctionnalités d'un SAGT

Les fonctionnalités nécessaires à un système multipartenarial

Dans le cas de projets de gestion de trafic multipartenariale sur une agglomération par exemple, le mode de fonctionnement nécessite d'arrêter une architecture technique validée en commun et avoir connaissance des moyens de chacun des partenaires.

En premier lieu, les fonctionnalités doivent être définies en commun. Les fonctionnalités liées aux besoins de coordination de l'exploitation peuvent également être intégrées dans un SAGT.

Ces principales fonctionnalités peuvent être les suivantes :

1. **produire des données de trafic sur l'ensemble du réseau** : il s'agit de constituer un synoptique trafic commun et de produire des temps de parcours cumulés (sur plusieurs réseaux) et/ou comparés (entre plusieurs itinéraires ou plusieurs modes de transports) ;
2. **coordonner l'entretien et la maintenance des infrastructures de transports** : il s'agit de synthétiser les informations sur les prévisions de chantier et les conditions de circulation en période de viabilité hivernale ;
3. **gérer les événements programmés ou non programmés** : il s'agit d'être en capacité de proposer des plans d'action communs sur une agglomération ;
4. **gérer les données pour la diffusion externe** : il s'agit d'avoir une politique de communication homogène et non redondante à l'échelle d'une agglomération en direction des partenaires et des usagers, sous la forme de bulletins d'information ou de site internet, par exemple.

Les mesures de gestion de trafic qui peuvent être choisies pour le déploiement devront alors être activées de façon coordonnée via plusieurs SAGT répartis parmi les différents exploitants.

Intégration des nouveaux équipements Le SAGT doit être capable de prendre en compte de nouveaux types d'équipement à déployer sur le terrain.

Par ailleurs, il convient de s'assurer que la base de données du serveur central du SAGT est bien dimensionnée pour stocker la quantité de données supplémentaires liées aux nouveaux équipements. En effet, en termes de performance, l'intégration de ces nouveaux équipements ne doit pas avoir d'impact sur la plupart des fonctionnalités du SAGT notamment le synoptique qui pourrait rencontrer des problèmes de performance (temps de rafraîchissement).

Équipements de recueil de données de trafic

L'intégration de nouveaux types de capteurs trafic peut nécessiter des développements complémentaires dans le logiciel du ou des frontaux de raccordement pour la prise en compte de leurs caractéristiques dans le référentiel. Les nouveaux équipements seront ensuite ajoutés par configuration du référentiel. Les frontaux les plus récents sont en mesure de gérer les nouvelles générations de capteurs (radar, caméras et autres capteurs magnétiques).

Équipements de signalisation dynamique

Le SAGT doit être capable de prendre en compte de nouveaux types d'équipement de signalisation dynamique et notamment les PMV. L'intégration de nouveaux types de panneaux peut nécessiter des développements complémentaires dans le logiciel du ou des frontaux de raccordement pour la prise en compte de leurs caractéristiques dans le référentiel. Les nouveaux équipements seront ensuite ajoutés par configuration du référentiel.

Les frontaux les plus récents intègrent quasiment tous les types de panneaux qui existent sur le marché.

La création d'un nouveau PMV dans le frontal PMV peut être l'occasion d'améliorer la visibilité sur le synoptique par exemple dans les zones de concentration de PMV ou lorsque la localisation des nouveaux PMV ne correspondent pas aux planches synoptiques existantes.

Équipements de surveillance

Pour gérer des équipements de surveillance, le système vidéo qui est indépendant du logiciel central, doit être capable de prendre en compte de nouveaux types de caméras.

Les caméras sont gérées également par un frontal spécifique. Ce frontal contient généralement une carte avec la représentation du réseau routier et le positionnement des caméras. La mise à jour consiste à rajouter les nouvelles caméras sur la carte.

Passerelles de diffusion vers l'extérieur Les passerelles de diffusion vers l'extérieur doivent être conformes aux normes en vigueur afin d'avoir une interopérabilité maximale.

L'information événementielle est diffusée sur abonnement via le site internet diffusion-numerique.info-routiere.gouv.fr, principalement à destination des gestionnaires et des partenaires.

De même, si le gestionnaire souhaite échanger de l'information événementielle avec les partenaires, une interface DATEX II sera nécessaire. Ce sera également requis pour une interface entre le SAGT et TIPI, l'application nationale du Ministère dédiée à l'information routière.

La mise en œuvre d'une interface de communication DATEX II nécessite des développements qui peuvent être lourds. Ces derniers dépendent :

- du mode de fonctionnement souhaité (émission ou/et réception des données) ;
- du type de données échangées (événements, données trafic, messages PMV, etc.).

Ainsi différentes options sont possibles :

- émission (alerte trafic par exemple), ou réception ou les deux ;
- type de données échangées : événements ? données trafic ? messages PMV ?
- gestion de plusieurs flux DATEX II : par exemple des événements par l'interface DATEX II du SAGT et envoi de messages PMV.

En tout état de cause, une étude doit être menée pour préciser les différents échanges entre plusieurs systèmes.

Mise en place d'algorithmes

Pour beaucoup de mesures de gestion de trafic dynamique, l'efficacité de la mesure dépend essentiellement de l'algorithme mis en place. Ces algorithmes sont le cœur de ces mesures, et méritent à ce titre une attention toute particulière pour sa phase de mise en œuvre et de calage. La modularité des SAGT prend ici toute son importance, car un changement d'algorithme peut alors s'intégrer sans perturber tout le reste du SAGT.

Sécurisation de l'exploitation

La mise en place des nouveaux équipements et l'évolution du système d'aide à la gestion de trafic imposent une adaptation des procédures de sécurisation et de maintenance.

Le système de gestion doit prendre en compte la gestion des alarmes des équipements afin de pouvoir assurer un mode d'exploitation optimal sans mise en alerte (incident technique notamment).

Différents modes d'exploitation peuvent être déclenchés suite à un événement dégradant le fonctionnement des équipements. Ces modes doivent être clairement définis en amont de la mise en œuvre de la mesure de sorte à pouvoir pallier les éventuels problèmes qui arriveraient.

Gestion des modes d'exploitation

On classe les modes d'exploitation de la façon suivante :

- **mode normal** : pas d'atteinte au niveau de sécurité. Mesure de traitement de l'événement = maintenance ordinaire ;
- **mode dégradé** : intervention soutenue de l'exploitant ou fonctionnement du système sans secours. Mesure de traitement de l'événement = maintenance accélérée ;
- **mode critique** : impossibilité de restaurer le niveau de sécurité si dégradation brutale ou événement ne supportant pas la simultanéité d'un autre événement. Mesure compensatoire = maintenance d'urgence ;
- **fermeture** : danger grave et immédiat ou seuil des Conditions Minimales d'Exploitation dépassé. Mesure exceptionnelle d'exploitation et de fermeture pour maintenance d'urgence.

Il peut exister 3 cas de passage sous le seuil des Conditions Minimales d'Exploitation (CME) :

- il n'existe pas de mesures compensatoires ;
- impossibilité de mettre en œuvre les mesures compensatoires adaptées ;
- dépassement du délai maximal admissible.

La définition des CME a un impact sur la mise en place des équipements et par conséquent sur l'exploitation. En effet, avant toute commande à partir de la supervision, l'opérateur doit vérifier l'état de fonctionnement des équipements liés à l'activation de la mesure de gestion de trafic, et contrôler si les CME sont remplies.

Gestion du mode dégradé Les modes dégradés sont à étudier. Il s'agit d'anticiper les pannes et repérer les points faibles du système de gestion et des équipements. Par exemple, la perte de la liaison entre plusieurs GIGT du gestionnaire.

Lorsque qu'un SAGT distant n'est plus disponible, l'opérateur doit avoir la possibilité d'accéder aux frontaux et de pouvoir ainsi commander les équipements si nécessaire.

Architecture technique des réseaux

L'architecture technique des réseaux de communication doit être conçue de telle manière que les liaisons entre les équipements sur le terrain et le CIGT soient sécurisées par la mise en place de redondances en cas de défaillance d'un élément. Par exemple, un réseau de communication en boucle permettra une meilleure disponibilité en cas de dysfonctionnement ou de rupture d'un lien.

Réseau métier Le réseau métier représente le réseau Ethernet déployé au niveau de chaque CIGT sur lequel sont interconnectées les différentes machines composant le SAGT. Il constitue un réseau local virtuel (ou VLAN pour *Virtual Local Area Network*).

L'interconnexion des réseaux se fait par le biais d'une liaison haut débit, sécurisée. C'est la condition *sine qua non* à la mise en œuvre du SAGT. Le réseau métier faisant la liaison logique des composantes techniques du SAGT constitue un réseau local virtuel.

Réseau I2 du Ministère Concernant les DIR, le réseau I2 du Ministère sert de support aux interfaces entre le SAGT et le système TIPI du Ministère.

Quelle que soit la solution retenue, le SAGT est connecté au réseau Moréa, à travers le pare-feu.

Notions de sécurité système et réseaux supports à considérer

Toutes les conditions techniques doivent être réunies afin de préserver la confidentialité des informations échangées sur le réseau de transmission du gestionnaire.

En aucun cas, il ne devra être possible d'accéder à une quelconque base de données, de piloter des équipements d'information ou de visionner des images de vidéosurveillance depuis l'extérieur via Internet.

Pour cela un audit de sécurité pourra être réalisé à la demande du gestionnaire afin d'effectuer des tests d'intrusion.

Prise en compte de la problématique de la maintenance

Durée de vie des projets

Dans la vie d'un projet de gestion de trafic il faut prendre en compte tous les éléments : les **études** de choix des mesures (Avant-Projet), la **mise en place** mais aussi la **maintenance** tant **préventive** que **corrective**.

Le coût du projet ne se résume donc pas au simple coût d'investissement initial. Aussi, il est important de bien estimer la durée théorique du projet, les coûts de maintenance, ainsi que la politique de maintenance qui pourra varier en fonction des coûts.

Le projet pourra être remis en cause lors d'un réaménagement de la zone géographique concernée (élargissement ou nouvelle infrastructure concurrente).

Généralement, il est considéré une durée de vie d'une dizaine d'années en raison de la durée de vie moyenne des équipements dynamiques (PMV notamment). Un projet de gestion de trafic devra avoir un retour sur investissement bien inférieur à cette durée.

Gestion des équipements dans la politique de maintenance

La politique de maintenance des équipements a pour objectif de maintenir une continuité des niveaux de service offerts à l'utilisateur et à l'exploitant au travers des différentes missions des DIR.

Pour cela, il est nécessaire de mettre en place une politique de maintenance pour optimiser les moyens et leur fonctionnement.

Des outils de détection de dysfonctionnements des équipements, tels que des superviseurs, doivent alerter automatiquement l'exploitant ; puis des outils de diagnostic ou de vérification permettent d'assurer une maintenance efficace.

Cependant, tous les équipements ne sont pas nécessairement à réparer immédiatement et une priorisation peut être faite.

Il convient donc de **hiérarchiser** les équipements prioritaires en termes de niveau de service de maintenance selon l'utilisation de l'équipement. En effet un PMV utilisé pour la gestion de crises routières devra avoir une garantie de temps de rétablissement faible.

On distinguera :

- **les équipements vitaux** : ceux qui composent l'architecture du système centralisés (SAGT) ;
- **les équipements stratégiques** : ceux dont le dysfonctionnement peut avoir des impacts lourds sur le trafic et la sécurité ;
- **les équipements sensibles** : ceux qui sont indispensables pour offrir le service à l'utilisateur ;
- **les équipements courants** : ceux qui ne sont pas indispensables mais qui apportent un certain confort.

La gestion de la maintenance doit être prise en compte dans la définition des Conditions Minimales d'Exploitation (*cf.*).

Estimation des coûts de maintenance dans les projets

Pendant la durée de vie des projets, il est impératif de bien estimer les dépenses de maintenance aussi bien préventive que corrective.

Il paraît souvent complexe de calculer le coût de maintenance annuel d'un équipement ou d'un système. On peut cependant l'estimer, à titre indicatif, annuellement de la façon suivante, selon le type d'équipement :

	PMV	SRDT	Caméras	SAGT
Coût de maintenance :	environ 4% des investissements	environ 5% des investissements	environ 10% des investissements	Environ 10 à 15 % des investissements

Tableau 10 : Estimations des coûts de maintenance

Le coût annuel se porte globalement de 5 à 10% du coût d'acquisition, ce qui correspond à une durée d'amortissement de 10 à 20 ans. Des réflexions sont alors également à porter sur des renouvellements, qui sont parfois moins onéreux que la maintenance.

Il est possible d'ajouter ou retrancher un coefficient de vétusté correspondant à l'état de l'équipement à la date de prévision du budget.

Un document spécifique sur le patrimoine des équipements dynamiques, sur les coûts de maintenance et de renouvellement, donnera ultérieurement des précisions pour affiner et préciser ces coûts.

Traitement des obsolescences

Le traitement des obsolescences est à envisager selon le type d'équipements et leur technologie. Une veille active sur les nouvelles générations d'équipements est à prévoir afin d'anticiper le changement de gamme ou le remplacement des systèmes. Il faut également veiller au passage à des versions nouvelles.

Accès aux fiches mesures

Présentation des fiches mesures

Format Chaque fiche est composée de 3 grandes parties principales :

1. Présentation de la mesure ;
2. Déploiement et mise en œuvre de la mesure ;
3. Évaluation de la mesure.

Partie « Déploiement et mise en œuvre de la mesure » La deuxième partie de la fiche mesure est en relation avec le Volume 2.

Accès aux fiches mesures

Recueil des fiches mesures Les fiches suivantes sont disponibles dans le Rapport technique « Gestion de trafic sur les réseaux existants - Recueil des fiches mesures »

Mesures de gestion dynamique de trafic

N°	Fiche mesure
MD1	Information sur un événement et l'état du trafic
MD2	Information temps de parcours
MD3	Variation du nombre de voies ouvertes à la circulation
MD4	Affectation variable directionnelle des voies
MD5	Régulation des vitesses
MD6	Interdiction de dépasser PL
MD7	Régulation d'accès par feux
MD8	Régulation de sortie
MD9	Régulation pleine voie
MD10	Alerte incident
MD11	Neutralisation dynamique de voie(s) pour congestions récurrentes

Fig. 13 : Liste des mesures dynamiques

**Mesures ayant un
impact sur la gestion
du trafic**

N°	Fiche mesure
M12	Information comodale sur les déplacements
M13	Information stationnement
M14	Information sur les conditions météorologiques
M15	Information réglementaire (prescriptions de circulation: tonnage, vitesse)
M16	Délestage
M17	Fermeture d'axe avec sortie obligatoire
M18	Déviation
M19	Retournement PL
M20	Régulation de carrefours (sur le réseau associé)
M21	Levée d'interdiction PL (sur le réseau associé)
M22	Filtrage d'accès (sur le réseau associé)
M23	Fermeture coordonnée des accès à un axe
M24	Conseil de déplacement différé ou d'arrêt
M25	Étalement les pointes de trafic générées par des pôles d'activités
M26	Modulation tarifaire péage
M27	Stockage PL
M28	Mise en convoi PL
M29	Coupure d'axe avec rétention
M30	Basculement de circulation
M31	Alternat de circulation
M32	Utilisation de la BAU pour événements temporaires (chantier, accident)
M33	Neutralisation de voies pour événements temporaires
M34	Régulation de carrefours (yc. Priorité TC)

Fig. 14 : Liste des autres mesures

Annexes

Annexe 1 : Bibliographie

Bibliographie

- [1] *Projets de Gestion du Trafic - Volume 1 - Démarche globale d'un projet de gestion du trafic : enjeux, objectifs, stratégies et mesures*. Guide technique. Sétra, 2014.
- [2] *Projets de Gestion du Trafic - Recueil des fiches mesures*. Guide technique. Sétra, 2014.
- [3] *Régulation du trafic : Éléments sur les domaines de pertinence des principales mesures*. Rapport d'études. Sétra, 2012.
- [4] *Instruction Interministérielle sur la signalisation routière - 9ème partie : Signalisation dynamique*. Arrêté du 6 décembre 2011. DSCR, 2011.
- [5] *Panneaux à messages variables - La composition des messages*. Guide technique. Sétra, 2014.
- [6] *Panorama des systèmes de recueil de trafic routier*. Rapport d'études. Sétra, 2012.
- [7] *Agrément et conditions d'emploi des dispositifs de retenue des véhicules contre les sorties accidentelles de chaussée*. Circulaire n°88-49 du 9 mai 1988. Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du Territoire et des Transports, 09/05/1988.
- [8] *Sécurité des machines - Moyens d'accès permanents aux machines - Partie 4 : échelles fixes*. Norme NF EN ISO 14122-4. AFNOR, 01/12/2007.
- [9] *Éléments d'installations industrielles - Échelles métalliques fixes avec ou sans crinoline - Dispositif anti-intrusion condamnant l'accès aux échelles*. Norme NF E85-012. AFNOR, 01/12/2011.

Annexe 2 : Notion d'architecture d'un SAGT

Introduction

Un Système d'Aide à la Gestion du Trafic (SAGT) désigne un système informatique aux multiples fonctionnalités, toutes liées au métier de la gestion de trafic et de l'information routière dans les Centres d'Ingénierie et de Gestion du Trafic (CIGT).

Ce chapitre décrit d'abord le contexte métier dans lequel sont développés les SAGT puis, sur la base de cette analyse de l'existant, il présente les besoins fonctionnels de l'ensemble des bénéficiaires du système informatique et les contraintes retenues pour son développement.

En termes d'outils méthodologiques, ce chapitre s'appuie sur la méthodologie ACTIF (Aide à la Conception de Transports Interopérables en France) développée par le CERTU pour les aspects d'interopérabilité, ainsi que sur le langage de modélisation UML (*Unified Modeling Language*).

Les activités des CIGT

Les activités du CIGT peuvent être séparées en deux catégories selon qu'elles concernent le temps réel ou le temps différé. La maintenance sera considérée comme une activité à part entière.

Les activités du CIGT en temps réel sont :

- la veille qualifiée ;
- la surveillance du réseau ;
- le recueil des données ;
- l'analyse des données concernant l'état du réseau ;
- la tenue d'une main courante ;
- la diffusion de l'information ;
- la transmission et la coordination des interventions d'urgence : CEI (Centre d'Entretien et d'Intervention) et les forces de l'ordre ;
- l'activation de mesures d'exploitation ;
- la contribution au service hivernal : suivi des conditions météorologiques et transmission des informations aux CEI.

Les activités du CIGT en temps différé sont :

- l'élaboration des prévisions de trafic (en collaboration avec le Centre Régional d'Information et de Coordination Routière – CRICR) ;
- la programmation et la coordination des chantiers ;
- la gestion de bases de données (trafic, accidents, événements) : archivage des données et mise à jour des informations nécessaires à l'exploitation de la route ;
- l'analyse statistique du fonctionnement du réseau ;
- l'élaboration des plans de gestion de trafic (PGT) ;
- l'établissement de cahier de consignes (fiches réflexes, mode dégradé...) ;
- la participation au maintien de la viabilité (le CIGT fait remonter les besoins d'intervention aux CEI) ;
- l'élaboration de l'information échangée avec les partenaires de façon qu'elle puisse être utilisée facilement ;
- le suivi des actions d'exploitation grâce à des indicateurs de trafic comme : les HKM (nombre d'heures de kilomètres de bouchon), les niveaux de trafic, les ZAAC (Zones d'Accumulation d'Accidents Corporels).

Les activités de maintenance du CIGT sont :

- l'organisation de la maintenance ; planification, délais d'intervention préventive, curative, etc.

- maintenance des équipements informatiques, des réseaux de transmission et d'alimentation, etc.

Les acteurs Un acteur est toute entité externe au système qui interagit avec lui. Les acteurs du système d'information d'un CIGT peuvent être classés en quatre catégories : utilisateurs, parties prenantes, bénéficiaires et équipements.

Les utilisateurs sont les personnes qui utiliseront le système-cible dans le cadre de leur travail. Les parties prenantes sont les maîtres d'ouvrages en charge des systèmes de transports (l'ensemble des gestionnaires) sur le périmètre du système-cible ou les systèmes en interface. Les bénéficiaires sont les personnes qui interagissent avec le système-cible.

Les **utilisateurs** d'un SAGT (ou acteurs principaux) sont généralement :

- le chef du CIGT ;
- le chef de salle ;
- les opérateurs ;
- les responsables de la maintenance.

Les **équipements** du CIGT regroupent principalement :

- des SRDT (Stations de Recueil de Données Trafic) ;
- des stations météorologiques ;
- des PMV (Panneaux à Messages Variables) ;
- des SAV (Signaux d'Affectation des Voies) ;
- de GTC (Gestion Technique Centralisée) ;
- des caméras de surveillance du trafic ;
- des PAU (Postes d'Appel d'Urgence) ;
- des systèmes de DAI (Détection Automatique d'Incidents) ;
- d'autres équipements (systèmes de fermeture, biseaux de rabattement automatique, etc.).

Les **parties prenantes** incluent les organismes dont l'activité va être impactée par le projet. Ils peuvent éventuellement posséder, financer ou avoir en charge un système de transport existant ou à créer. Il s'agit donc en particulier des autres gestionnaires de réseau comme : les autres DIR, les conseils généraux, les villes, les sociétés d'autoroutes, les gestionnaires de transports en commun... Le principal axe de synergie entre ces acteurs consiste à faciliter les déplacements, non pas uniquement sur leurs propres réseaux, mais à l'échelle d'une agglomération tous réseaux confondus et à améliorer l'information à l'utilisateur.

Enfin, d'autres **bénéficiaires** du système ne sont pas gestionnaires. Il s'agit en particulier des usagers de la route, des DDT ou DDTM (Direction Départementale des Territoires et de la Mer), des forces de l'ordre, des CRICR, des CODIS (Centre Opérationnel Départemental d'Incendies et de Secours), des préfetures et des opérateurs de service (géonavigateurs, radios...).

Les échanges d'information Les échanges entre le SI et les utilisateurs s'effectuent en partie par le biais de la main courante et concernent en particulier les événements. La connaissance de ces événements peut avoir diverses origines :

- via des systèmes automatiques : les équipements de terrain (vidéo, DAI, DAB, etc.), et bientôt, les systèmes coopératifs ;
- manuellement via les agents de terrain, les forces de l'ordre, les pompiers, les usagers, etc.

Les opérateurs du CIGT utilisent une main courante et alimentent le système d'information en signalant les stratégies d'exploitation mises en œuvre, les messages affichés sur les PMV, l'activation des équipements de terrain...

Les échanges entre le SI et les autres gestionnaires concernent essentiellement les

informations sur le trafic et les mesures d'exploitation. Les informations échangées sont essentielles pour prendre des décisions sur l'exploitation de leurs propres réseaux. Plus précisément, les données échangées sont :

- les événements ;
- les chantiers ;
- les conditions de conduite ;
- les données de trafic.

Les moyens d'échange sont actuellement très diversifiés :

- téléphone, fax et courriel ;
- échanges entre SI des différents gestionnaires (par DATEX II). Les systèmes informatiques doivent être suffisamment interfacés entre eux de façon à faciliter les échanges.

Les autres bénéficiaires du système d'information ont pratiquement les mêmes moyens d'échange que les gestionnaires/parties prenantes. En outre, il faut prendre en compte les échanges suivants :

- le CRICR émet des bulletins d'informations TIPI ;
- Météo-France communique les alertes météo ;
- les images vidéo peuvent être communiquées à la police ;
- certains médias peuvent communiquer des témoignages de leurs auditeurs.

Les fonctionnalités nécessaires d'un SAGT

Les fonctionnalités présentées ci-après sont liés à des besoins fonctionnels standards qui peuvent être appliqués à tous les SAGT.

Dans le contexte métier d'un SAGT, il faut distinguer les fonctionnalités en temps réel et en temps différé.

En temps réel, 4 fonctionnalités sont indispensables.

- 1. L'acquisition des données :** il s'agit de faire remonter dans le système informatique les données de comptage, les images vidéo, l'état des équipements de terrain, les événements en cours.
- 2. Le traitement des données :** le système informatique doit traiter les données de comptage (reconstitution, agrégation, etc.), calculer des indicateurs de trafic (états de trafic, temps de parcours, niveau de service en circulation, etc.), qualifier les alertes exploitation (provenant des systèmes DAI et DAB, du RAU, des patrouilleurs...), gérer des alarmes techniques (maintenance).
- 3. Le pilotage des équipements :** le système informatique doit permettre de piloter l'ensemble des équipements. Pour les PMV, il doit y avoir un retour de l'état de l'affichage.
- 4. La diffusion des informations :** le système informatique doit permettre de diffuser des informations à l'ensemble des partenaires sur un réseau donné (agglomération, axe, etc.) et doit être interfacé avec TIPI.

Auxquelles s'ajoute une fonctionnalité recommandée :

- 5. L'application des plans d'exploitation :** le système informatique doit proposer aux opérateurs des stratégies d'affichage sur PMV, une liste d'actions pré-établies (type PGT) en fonction d'événements récurrents sur le réseau (bouchons quotidiens, fermeture d'un tunnel, etc.).

En temps différé, 2 fonctionnalités sont indispensables :

- 6. Gérer l'historique :** le système informatique doit permettre de stocker et d'archiver les données de trafic, de rejouer des situations passées et d'extraire des données archivées.
- 7. Administrer et maintenir le système :** le système informatique doit permettre l'administration et la configuration des équipements de terrain,

l'administration et la configuration du système informatique et la gestion des référentiels.

Les exigences Les exigences sont les éléments quantitatifs ou qualitatifs, fonctionnels ou non, qui sont demandés au système cible.

1. La disponibilité

Les équipements sont conçus pour être opérationnels 24h/24 et 7j/7 : le système est donc soumis à des contraintes d'exploitation fortes et doit rester indisponible le moins longtemps possible.

Les exigences concernant la disponibilité du système peuvent être cependant déclinées selon le type de services. Ainsi, tous les services en rapport avec la sécurité des usagers comme la gestion de certains ouvrages (type tunnel) sont prioritaires.

2. Le mode dégradé

Plusieurs éléments doivent être pris en compte pour définir les modalités du mode dégradé :

- la panne d'un élément du système ne doit pas entraîner la perte de disponibilité de l'ensemble du système ;
- pour les parties jugées indispensables du système, il faudra envisager des systèmes de secours ;
- en cas d'indisponibilité du système, l'opérateur pourra continuer à exploiter via un accès distant aux différents frontaux : les PMV, la vidéo, etc...

3. La facilité de maintenance et l'évolutivité du produit

Le système doit être évolutif pour permettre d'accompagner les évolutions du métier, de l'environnement informatique et des organisations partenaires. Ainsi, plusieurs types d'évolutions doivent être envisagés :

- des évolutions concernant les réseaux et plus généralement les référentiels ;
- des évolutions concernant les stratégies de gestion de trafic (en particulier les stratégies communes aux partenaires) ;
- des évolutions concernant le mode de fonctionnement des PC.

Pour accompagner ces évolutions potentielles, le système informatique devra être urbanisé, c'est-à-dire construit sur la base de briques indépendantes et évolutives, d'autant plus qu'il sera plus facile d'assurer la maintenance d'un système évolutif.

4. La sécurité des données et des programmes

Les exigences concernant la sécurité du SAGT doivent couvrir très largement le système, c'est-à-dire : les postes des opérateurs (y compris les éventuels postes déportés), les serveurs, les systèmes de communication avec les équipements et les partenaires et les réseaux.

La sécurité des données et des programmes consistera à assurer :

- l'intégrité : la garantie que les données sont exactes et complètes ;
- la confidentialité : la garantie que seules les personnes autorisées auront accès aux ressources du système.

5. L'ouverture et l'interopérabilité

Les SAGT doivent principalement apporter une aide aux DIR dans l'exercice de leur métier d'exploitation de la route mais ils doivent aussi permettre à l'ensemble des gestionnaires de se coordonner sur leurs réseaux respectifs.

Dans cet objectif, le système doit donc être ouvert ou interopérable, c'est-à-dire :

- fournir un ensemble d'avantages en interopérabilité ;
- être configuré pour permettre des accès non restreints par des personnes et/ou des ordinateurs.

6. La réutilisation (tout ou partie)

Dans cet objectif, le système doit permettre de :

- rationaliser les moyens (mise en œuvre et évolution du système) ;
- limiter les risques suite aux évolutions du système, en éprouvant l'évolution sur un site pilote.

7. L'ergonomie

Les exigences concernant l'ergonomie doivent faciliter le travail des opérateurs dans l'utilisation des différentes fonctionnalités et celui des administrateurs du système.

8. L'urbanisation

Les exigences concernant l'urbanisation doivent permettre d'utiliser des référentiels communs, menant à une interopérabilité très forte au sein du Ministère (RIU v2, gestion des équipements et du patrimoine...)

Les contraintes

1. Utilisation de l'ACAI (Architecture Commune des Applications Informatiques)

La politique informatique du Ministère en matière de développement d'application est publiée et diffusée sous l'acronyme ACAI : Architecture Commune des Applications Informatiques. Le référentiel ACAI précise l'environnement technique, les conditions de développement et de validation des projets d'applications informatiques. Il vise à atteindre les objectifs suivants :

- la fiabilité, la disponibilité et la pérennité de l'application grâce à l'utilisation de standards du marché, reconnus et largement diffusés ;
- l'évolutivité de l'application grâce à une conception entièrement modulaire, en permettant notamment de faire évoluer ses différents composants de façon indépendante ou en minimisant l'impact de leur évolution sur le fonctionnement du système dans son ensemble.

L'architecture d'un SAGT doit respecter les exigences d'ACAI (actuellement en version 3).

2. Utilisation de la méthode Kefren

La politique informatique du Ministère en matière d'une opération logicielle doit suivre la méthodologie Kefren (actuellement version 3.1).

Les stratégies envisagées par rapport aux applications nationales

L'utilisation de TIPI

TIPI est un système d'information pour l'information routière et la gestion du trafic. Il a pour mission de fournir aux organisations qui en ont besoin (CRICR, DIR, DIT, etc.) un outil commun performant permettant de gérer les événements routiers et la main courante événementielle.

L'application est fondée sur trois notions principales :

- un navigateur Web ;
- des échanges suivant le standard européen DATEX II version 2 ;
- une utilisation du référentiel routier RIU version 2 pour le RRN. 

Le SAGT élabore et met en place les plans d'action. Lorsqu'un événement se produit sur un axe du gestionnaire, l'opérateur doit créer cet événement.

Une étude est en cours pour déterminer si l'événement doit être créé sur TIPI ou dans le SAGT (avec les remontées d'informations vers l'un ou l'autre des systèmes) et plus largement pour déterminer toutes les interactions entre le SAGT et TIPI dans le cadre de l'urbanisation du système d'information du Ministère.

TIPI est déjà en exploitation dans les CRICR et dans les CIGT de 7 Dir à la fin 2013. D'ici fin 2014, toutes les Dir utiliseront Tipi comme outil de saisie des événements ou seront interfacées à Tipi via leur SAGT. À ce sujet, une étude en amont est aujourd'hui en place.

Annexe 3 : Glossaire

ACTIF	Aide à la Conception de Transports Interopérables en France
ASECAP	Association des Sociétés Européennes des Concessionnaires d'Autoroutes et d'ouvrages à Péage
ASFA	Association des Sociétés Françaises d'Autoroutes
BAU	Bande d'Arrêt d'Urgence
BRA	Biseau de Rabattement Automatiques
CEI	Centre d'Entretien et d'Intervention
CETE	Centre d'Études Techniques de l'Équipement
CIGT	Centre d'Ingénierie et de Gestion de Trafic
CME	Conditions Minimales d'Exploitation
CODIS	Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours
COG	Centre Opérationnel de la Gendarmerie
CORALY	Coordination et Régulation de trafic sur les Autoroutes (ou voies rapides) de l'Agglomération Lyonnaise
CRICR	Centre Régional d'Information et de Coordination Routières
CRS	Compagnie Républicaine de Sécurité
DAI	Détection Automatique d'Incident
DATEX II	Format harmonisé au niveau européen d'échange et de publication d'informations routières
DIR	Direction Interdépartementale des Routes
DSCR	Délégation à la Sécurité et à la Circulation Routière
FO	Fibre Optique
GDV	Gestion Dynamique des Voies
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i> (téléphonie mobile)
GTC	Gestion Technique Centralisée
HKM	h.km : il est souvent un indicateur macroscopique permettant de quantifier des bouchons
I2	Réseau privé du Ministère
IISR	Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière
MARIUS	Marseille Information Usagers
MCI	Main Courante Informatisée
MI	Module d'Intercommunication
P+R	Parking Relais
PAU	Poste d'Appel d'Urgence
PC	Poste Centralisé, Poste de Contrôle, Poste de Coordination
PDU	Plan de Déplacements Urbains
PGT	Plan de Gestion de Trafic
PIA	Panneau d'Information aux Accès
PMV	Panneau à Messages Variables

PMV-C	PMV multi-usage implanté en TPC (voir 9° partie de l'IISR)
RAU	Réseau d'Appel d'Urgence
RD	Route Départementale
RDS-TMC	<i>Radio Data System avec Traffic Message Channel</i>
RN	Route Nationale
SAD	Système d'Aide à la Décision
SADSH	Système d'Aide à la Décision en Service Hivernal
SAE	Système d'Aide à l'Exploitation
SAGT	Système d'Aide à la Gestion du Trafic
SAV	Signaux d'Affectation de Voie
SCA	Société Concessionnaire d'Autoroutes
SDER	Schéma Directeur de l'Exploitation de la Route
SIG	Système d'Informations Géographiques
SIREDO	Système Informatique de Recueil de Données trafic
SIRIUS	Système d'Information pour un Réseau Intelligible aux Usagers
SIS	Service d'Intervention et de Sécurité
SRDT	Station de Recueil de Données Trafic
TERN	<i>Trans European Road Network</i>
TIPI	Traitement Informatique pour la Production de l'Information
TMD	Transport de Matière Dangereuse
TPC	Terre-Plein Central
UC	Unité Centrale
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
VLAN	<i>Virtual Local Acces Network</i> - Réseau informatique local virtuel
VPN	<i>Virtual Private Network</i> – Réseau informatique local privé (sécurisé)

La collection « Références » du Cerema

Cette collection regroupe l'ensemble des documents de référence portant sur l'état de l'art dans les domaines d'expertise du Cerema (recommandations méthodologiques, règles techniques, savoirs-faire...), dans une version stabilisée et validée.

Destinée à un public de généralistes et de spécialistes, sa rédaction pédagogique et concrète facilite l'appropriation et l'application des recommandations par le professionnel en situation opérationnelle.

Projets de gestion du trafic

Volume 2 - Choix et mise en œuvre des mesures

L'instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion du réseau routier national du 29 avril 2014 propose, entre autres, un cadre de processus pour la mise en place de mesures de gestion du trafic. Certaines parties de l'instruction font appel aux futurs schémas directeurs d'agglomération de gestion du trafic, qui se placent à un niveau d'études d'opportunité pour les projets de gestion du trafic.

Le déploiement de mesures de gestion du trafic permet d'optimiser l'usage des infrastructures. Les trois volumes du guide *Projets de gestion du trafic*, ainsi que le *Recueil des fiches mesures* associé au guide, proposent dans ce contexte une démarche globale pour l'optimisation de l'usage des infrastructures par le déploiement de projets de gestion du trafic et d'information routière sur les réseaux routiers structurants que ce soit en agglomération ou en interurbain.

Ce deuxième volume du guide accompagne l'instruction technique en détaillant une démarche de réalisation des études d'avant-projet et de projet. La méthodologie de choix des mesures de gestion du trafic et d'optimisation des équipements associés y est développée.

Sur le même thème

- Projets de gestion du trafic - Recueil des fiches mesures - Mise en œuvre de l'exploitation de la gestion du trafic - Guide technique, Cerema, 2014
- Projets de gestion du trafic - Volume 1 - Démarche globale d'un projet de gestion du trafic : enjeux, objectifs, stratégies et mesures - Guide technique, Cerema, 2014

Connaissance et prévention des risques - Développement des infrastructures - Énergie et climat - Gestion du patrimoine d'infrastructures
Impacts sur la santé - Mobilité et transports - Territoires durables et ressources naturelles - Ville et bâtiments durables

ISSN : en cours
ISBN : 978-2-37-180031-1

