



HAL
open science

Intégration d'une fonction de régulation de vitesse dans un système d'aide à la gestion du trafic

Éric Guillon

► **To cite this version:**

Éric Guillon. Intégration d'une fonction de régulation de vitesse dans un système d'aide à la gestion du trafic. Autre [cs.OH]. 2015. dumas-01586943

HAL Id: dumas-01586943

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01586943>

Submitted on 13 Sep 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



CONSERVATOIRE NATIONAL
DES ARTS ET MÉTIERS
Centre régional associé de Bourgogne
Centre d'enseignement de Dijon

le cnam
Bourgogne

Mémoire
présenté en vue de l'obtention du
diplôme d'ingénieur CNAM

Spécialité : Informatique
Option : Systèmes d'Informations

par
Eric GUILLON

**Intégration d'une fonction de régulation de vitesse
dans un système d'aide à la gestion du trafic**

Soutenu le 7 juillet 2015

JURY

Président :	Jacky AKOKA	Professeur	CNAM Paris
Tuteur :	Christophe NICOLLE	Professeur	Université de Bourgogne
Membres :	Yannick DROUOT	Responsable de pôle logiciel	APRR
	Patrick MOTTET	Responsable de département	AREA
	Eric PILLET	Responsable de service	AREA
	Sylvain RAMPACEK	Maitre de conférences	Université de Bourgogne



RESUME

Au regard de l'augmentation constante du trafic, la régulation dynamique de vitesse est devenue une mesure d'exploitation indispensable permettant aux gestionnaires autoroutiers d'optimiser la capacité de leur infrastructure. L'objectif principal de ce type de mesure est de permettre de reporter autant que possible la saturation de certains tronçons en y réduisant la vitesse lors d'une période de fort trafic.

Le sujet de ce mémoire porte sur l'intégration d'un système de régulation dynamique de vitesse au sein d'un système d'aide à la gestion du trafic soumis à des contraintes de haute disponibilité. L'originalité de ce projet réside dans la méthodologie mise en œuvre pour adapter un système réparti et lui permettre de cohabiter en couplage lâche avec un autre système satellite. L'approche suivie s'est attachée à répondre à la contrainte majeure consistant à maintenir l'autonomie du système de gestion de trafic en cas de dysfonctionnement du système couplé.

ABSTRACT

The constant increase of traffic, dynamic speed regulation has become an indispensable measure allowing highway managers to optimize the capacity of their infrastructure. The main purpose of this type of measurement is to delay as much as possible the appearance of saturation of some of road sections with speed reducing during a high traffic period.

The subject of this report deals with the integration of a dynamic speed control system in a traffic management system itself submitted to high availability constraints. The originality of this project lies in the methodology implemented to adapt a distributed system and enable it to cohabit in weak coupling mode with another satellite system. The followed approach has aimed to answer to the major constraint consisting in maintaining the autonomy of the traffic management system in case of malfunction of the coupled system.

Mots clés :

Régulation de vitesse, Couplage lâche, Système de gestion du trafic, Méthodologie de gestion de projet.

Key Words :

Speed regulation, Weak coupling, Traffic Management System, Project Management Methodology.

SOMMAIRE

1.	REMERCIEMENTS	5
2.	INTRODUCTION.....	6
2.1.	PRESENTATION GENERALE DE LA SOCIETE APRR	7
2.2.	LE CONTEXTE GENERAL DU PROJET	7
3.	CONTEXTE DU PROJET.....	10
3.1.	ORGANISATION GENERALE.....	10
3.2.	METHODOLOGIE DE GESTION DE PROJET	16
3.3.	SYNTHESE	24
4.	AUDIT DU SAGT EXISTANT.....	26
4.1.	COMPOSITION DU SYSTEME D'INFORMATION TRAFIC APRR.....	26
4.2.	EQUIPEMENTS DYNAMIQUES	27
4.3.	DESCRIPTION DU SYSTEME REGA ²	30
4.4.	SYNTHESE	49
5.	LA FONCTION DE REGULATION DE VITESSE	50
5.1.	LES ENJEUX DE LA MISE EN PLACE D'UNE REGULATION DE VITESSE	50
5.2.	MODALITES GENERALES DE MISE EN ŒUVRE.....	51
5.3.	SYNTHESE	63
6.	INTEGRATION DE LA REGULATION DE VITESSE DANS LE SAGT.....	64
6.1.	INTRODUCTION.....	64
6.2.	SPECIFICATIONS FONCTIONNELLES REGA ²	67
6.3.	CONCEPTION APPLICATIVE ET INTEGRATION TECHNIQUE DANS LE SAGT.....	92
6.4.	RECEPTION ET DEPLOIEMENT DE LA SOLUTION.....	115
6.5.	PROBLEMATIQUES TECHNIQUES SOULEVEES	119
6.6.	SYNTHESE	121
7.	CONCLUSION.....	122
7.1.	PREMIER BILAN DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA REGULATION DE VITESSE.....	122
7.2.	PROPOSITIONS D'EVOLUTIONS DU SI REGA ²	125
7.3.	CONCLUSION.....	131
8.	GLOSSAIRE	134
8.1.	DEFINITIONS	134
8.2.	ABREVIATIONS.....	134
9.	BIBLIOGRAPHIE.....	137
9.1.	OUVRAGES.....	137
9.2.	SITES INTERNET.....	137

10.	ANNEXES.....	139
10.1.	ANNEXE N°1 – ORGANISATION DE LA SOCIETE APRR	139
10.2.	ANNEXE N°2 – SYNTHESE DE L’ETUDE DU RESEAU APRR REALISEE EN 2011.....	144
10.3.	ANNEXE N°3 – PLANNINGS DE L’OPERATION LIEE A LA RV SUR A6 NORD	147
10.4.	ANNEXE N°4 – ORGANISATION HUMAINE DU PROJET	149
10.5.	ANNEXE N°5 - QUALITE ET METHODOLOGIE	151
10.6.	ANNEXE N°6 – CARTOGRAPHIE APPLICATIVE SI TRAFIC.....	164
10.7.	ANNEXE N°7 – EQUIPEMENTS D’EXPLOITATION	165
10.8.	ANNEXE N°8 – PROTOCOLE DE DIALOGUE SAGT / EQUIPEMENTS DYNAMIQUES.....	168
10.9.	ANNEXE N°9 – DESCRIPTION DU SYSTEME REGA ²	169
10.10.	ANNEXE N°10 - QUELQUES NOTIONS GENERALES CONCERNANT LE TRAFIC ROUTIER.....	181
10.11.	ANNEXE N°11 – DESCRIPTION SYNTHETIQUE DU SOUS-SYSTEME SRV	186
10.12.	ANNEXE N°12 – BESOINS SPECIFIQUEMENT LIES A L’EVOLUTION DU SAGT.....	191
10.13.	ANNEXE N°13 – SPECIFICATIONS FONCTIONNELLES.....	193
10.14.	ANNEXE N°14 – CONCEPTION APPLICATIVE	203
10.15.	ANNEXE N°15 – RECEPTION	218
10.16.	ANNEXE N°16 – DIVERS	242
11.	TABLE DES ILLUSTRATIONS ET DES TABLEAUX.....	244
11.1.	ILLUSTRATIONS	244
11.2.	TABLEAUX	245
11.3.	ILLUSTRATIONS EN ANNEXE	245
11.4.	TABLEAUX EN ANNEXE	247

1. REMERCIEMENTS

Ce mémoire marque la fin d'un parcours de sept années d'étude au CNAM de Dijon durant lesquelles j'ai eu l'opportunité d'accroître mes compétences techniques et managériales. Ainsi, je tiens à remercier, en tout premier lieu, les enseignants que j'ai eu la chance de rencontrer et qui m'ont enrichi au travers de nos divers échanges et des connaissances qu'ils m'ont transmises.

J'ai également à cœur d'adresser tous mes remerciements à mon employeur APRR qui a financé une partie de ma formation et qui m'a permis de travailler sur un projet dont la réalisation aura été très enrichissante pour mon expérience personnelle.

D'autre part, ce projet m'aura permis de travailler avec des personnes ayant pour point commun de faire preuve d'un grand professionnalisme dans leurs domaines de compétence respectifs. Je veux parler notamment de mes collègues et collaborateurs qui m'ont aidé et accompagné durant la réalisation de ce projet, avec dans l'ordre alphabétique :

- Yannick Drouot, responsable du pôle logiciel trafic DISI (APRR), non seulement pour ses conseils avisés, mais également pour la grande disponibilité dont il a fait preuve à mon égard et son soutien,
- Patrick Mottet, responsable du département Etudes Générales et Trafic (AREA), pour ses conseils concernant la finalisation de ce mémoire,
- Eric Pillet, responsable du pôle Trafic et Patrimoine DISI (AREA), pour l'intérêt de nos échanges relatifs aux systèmes d'aide à la gestion du trafic et ses conseils,
- David Ray, chef de projet de la société de service prestataire, pour sa grande implication et son aide précieuse pour la réalisation de ce projet,
- Guy Vincent, conducteur d'opération (APRR), pour sa grande expertise de l'exploitation autoroutière et son expérience « métier » dont j'ai eu la chance de bénéficier,
- Benoit Vuadelle, chef de projet AREA et maître d'œuvre général, pour sa très fructueuse collaboration sur ce projet.

Par ailleurs, je voudrais particulièrement remercier Christophe Nicolle, qui a accepté d'être mon tuteur pour la rédaction de ce mémoire.

J'exprime toute ma reconnaissance à ma femme Sandrine et mes deux filles Julie et Emilie qui m'ont toujours soutenu et encouragé dans cette entreprise. Sans elles, il m'aurait été très difficile de suivre ce long parcours d'études au sein du CNAM.

Je souhaite également exprimer toute ma reconnaissance à mon père qui m'a montré le chemin de la persévérance et m'a transmis sa curiosité et son envie de comprendre le monde dans lequel nous vivons.

Enfin, j'ai une pensée toute particulière pour mon frère ainsi que ma mère à qui je dédie ce mémoire.

2. INTRODUCTION

Dans le cadre d'un contrat de plan établi avec l'état, le groupe APRR a mis en œuvre, pour la première fois en février 2013, un dispositif dynamique de régulation du trafic par limitation de vitesse, sur deux tronçons localisés sur l'autoroute A6. La réalisation de ce dispositif a nécessité l'organisation d'un projet transverse faisant intervenir des équipes pluridisciplinaires. La conception de la solution globale a eu des impacts importants sur le Système d'Aide à la Gestion du Trafic (SAGT) du réseau APRR appelé REGA² (Réseau d'Exploitation et de Gestion des Autoroutes), qui constitue la colonne vertébrale du dispositif de supervision du réseau autoroutier de la société.

Ce mémoire répond à deux objectifs principaux :

Tout d'abord, il présente les grandes lignes de réflexions relatives à la conception et la mise en œuvre d'une solution globale de gestion du trafic par une régulation dynamique des vitesses. Il est important de noter que l'angle de vue à partir duquel a été rédigé ce document s'articule autour du système d'aide à la gestion du trafic REGA², dont j'ai eu en charge le projet d'évolution, et qui constitue un des maillons de la solution générale mise en œuvre.

Le second objectif poursuivi au travers de ce document consiste à présenter les différentes facettes de l'organisation du projet d'évolution du système REGA² qui a permis d'y intégrer une nouvelle fonction de gestion de la régulation dynamique de vitesse sur deux grandes sections du réseau ainsi que les réalisations effectuées dans ce cadre. Ce document constitue également l'occasion de brosser l'état des lieux fonctionnel et technique de ce SAGT existant dont l'une des caractéristiques particulières réside dans sa capacité d'adaptation aux évolutions depuis près de vingt années.

Afin de mieux appréhender l'environnement dans lequel a été réalisé ce projet, une première partie d'introduction présente le contexte général du projet en décrivant un bref historique de la société ainsi que le contexte propre à la décision de mise en œuvre d'un tel dispositif. Une seconde partie présente ensuite le contexte dans lequel s'est inscrit le projet, complété par un descriptif portant, d'une part, sur l'organisation générale de la société et, d'autre part, sur l'organisation et la méthodologie de gestion de projet mise en pratique. Ensuite, avant d'aborder le cœur opérationnel du projet, deux parties se succéderont pour présenter le contexte fonctionnel et technique du projet :

En premier lieu, une restitution de l'audit d'architecture du SAGT réalisé durant le projet sera effectuée en déclinant les aspects liés à son organisation fonctionnelle, logicielle et technique.

En second lieu, une présentation générale de la fonction de régulation de vitesse (RV) permettra d'en comprendre les notions générales, les enjeux ainsi que les modalités de mise en œuvre. Notons que ce dernier point s'attachera à présenter l'architecture globale de la solution de régulation dynamique de vitesse qui a été définie pour APRR.

Après la description du contexte du projet, sera détaillé le processus d'intégration de la fonction de régulation de vitesse dans le SAGT qui a constitué le cœur des réalisations effectuées. Les différentes phases du projet seront présentées en portant un focus particulier sur la définition des besoins, la déclinaison de ceux-ci en règles fonctionnelles puis la traduction de ces dernières en modélisations liées à la conception de la solution. Une synthèse des opérations de réception réalisées pour la validation finale de la solution complètera la description de ce processus

d'évolution du SAGT. Enfin, pour conclure, un premier bilan de la mise en œuvre de la solution sera proposé, suivi d'une partie proposant des perspectives d'évolutions du SAGT permettant, d'une part, de l'enrichir sur le plan fonctionnel et, d'autre part, d'optimiser les performances de son architecture technique tout en facilitant son maintien en condition opérationnelle (MCO).

2.1. Présentation générale de la société APRR

Au lendemain de la seconde guerre mondiale, la France avait accumulé un retard important concernant le développement de son infrastructure autoroutière. L'une des priorités de l'Etat a été, à cette époque, de favoriser ce développement en créant les premières sociétés d'économie mixte concessionnaires d'autoroutes (SEMCA). L'objectif était de leur permettre d'initier la construction des futures grandes voies rapides et de permettre leur exploitation sans engager le budget de l'état. C'est dans ce contexte que la troisième SEMCA appelée Société des Autoroutes Paris-Lyon (SAPL maintenant dénommée APRR depuis 1975) voit le jour, en 1961, après la création de deux autres sociétés : la Société de l'Autoroute Esterel Côte d'Azur (ESCOTA) en 1956 et la société de l'Autoroute de la Vallée du Rhône (SAVR dénommée maintenant ASF) en 1957. Entre 1960 et 1990, le réseau autoroutier français va s'étendre progressivement pour atteindre 5500 kilomètres. A la fin de cette période, la société APRR gère environ 1500 kilomètres de réseau soit un peu moins de 30% du réseau total. En 1994, la société des Autoroutes Rhône Alpe (AREA), créée en 1971, devient une filiale de la société APRR. L'année 2004 marque un tournant dans la vie de la société APRR avec l'ouverture en bourse d'une partie de son capital dont l'Etat reste encore majoritaire. C'est en février 2006 que sa privatisation devient effective avec la cession totale par l'Etat de ses actions au consortium Eiffarie composé du groupe de BTP Eiffage et de Macquarie, une banque d'investissement australienne.

Aujourd'hui, le groupe APRR, filiale du groupe Eiffage, exploite un réseau de 2264 Km d'autoroute (réseaux APRR et AREA) représentant 25% du réseau concédé français. Il constitue ainsi le 2^{ème} groupe autoroutier français et le 4^{ème} européen. Le chiffre d'affaire du groupe s'élevait en 2013 à 2,099 milliards d'euros avec un résultat net de 442 millions d'euros. Cette même année, ses clients ont parcourus près de 21,315 milliards de kilomètres sur le seul réseau APRR et 276 millions de transactions aux péages ont été enregistrées. APRR et AREA exploitent un réseau constitué de 175 aires de repos et 97 aires de services, 150 gares de péage (dont 27 barrières) dont 139 sont télé-exploitées et 40 possèdent des voies de télépéage sans arrêt, 28 échangeurs autoroutiers et 196 diffuseurs. Le groupe APRR est également acteur dans le domaine des télécommunications puisqu'il possède un réseau de 300 000 km de fibres optiques dont une partie des fibres est mise à disposition d'opérateurs privés. L'annexe n°10.1 (page 139) présente plus en détail l'organisation générale de la société et son fonctionnement.

2.2. Le contexte général du projet

Le système autoroutier français repose sur un **principe de concession** des travaux et services publics confiée à des sociétés privées. Une convention de concession est un contrat signé entre l'Etat et une société concessionnaire prenant à sa charge la construction et l'exploitation des autoroutes. Cette convention décrit les droits et engagements de la société jusqu'à la fin de la concession (2032 pour APRR). Ce contrat est complété par la négociation régulière d'avenants

appelés contrats de plan prévoyant, en contrepartie d'une évolution des tarifs ou de la durée de concession, la réalisation d'investissements sur le réseau concédé. Ces contrats permettent ainsi à l'Etat de décliner des objectifs complémentaires en matière de sécurité routière, de qualité de services offerte aux usagers et d'entretien du patrimoine autoroutier.

APRR a débuté, fin 2008, des négociations avec l'état pour aboutir au **contrat de plan** « 2009-2013 » qui a été signé le 16 décembre 2010. Ce contrat de plan précise la nature et le montant des investissements concernant des sections nouvelles ou en service. Il fixe également les politiques de sécurité, de fluidité du trafic, de collecte du péage, de qualité de service et de développement durable. Le contrat de plan décline les engagements de travaux relatifs aux trois grandes catégories que sont les investissements sur sections nouvelles (construction et élargissements), les investissements d'exploitation sur autoroutes en service (IEAS) et les autres opérations complémentaires. Concernant plus spécifiquement les engagements relatifs aux IEAS, celles-ci portent essentiellement sur trois grands domaines : la sécurité et gestion du trafic, l'amélioration du service client et l'environnement.

2.2.1. Déclinaison des opérations par projets

Dans les engagements d'IEAS liés à la sécurité et à la gestion du trafic ont été référencés deux opérations impactant directement le système d'aide à la gestion du trafic de la société :

La première opération, appelée « opération n°1 », concerne la **modernisation de la partie Nord de l'autoroute A6** en matière de sécurité trafic.

La seconde opération, appelée « opération n°7 », porte sur la mise en place de **moyens d'information en matière de temps de parcours** (TdP) à destination des clients et de certains partenaires.

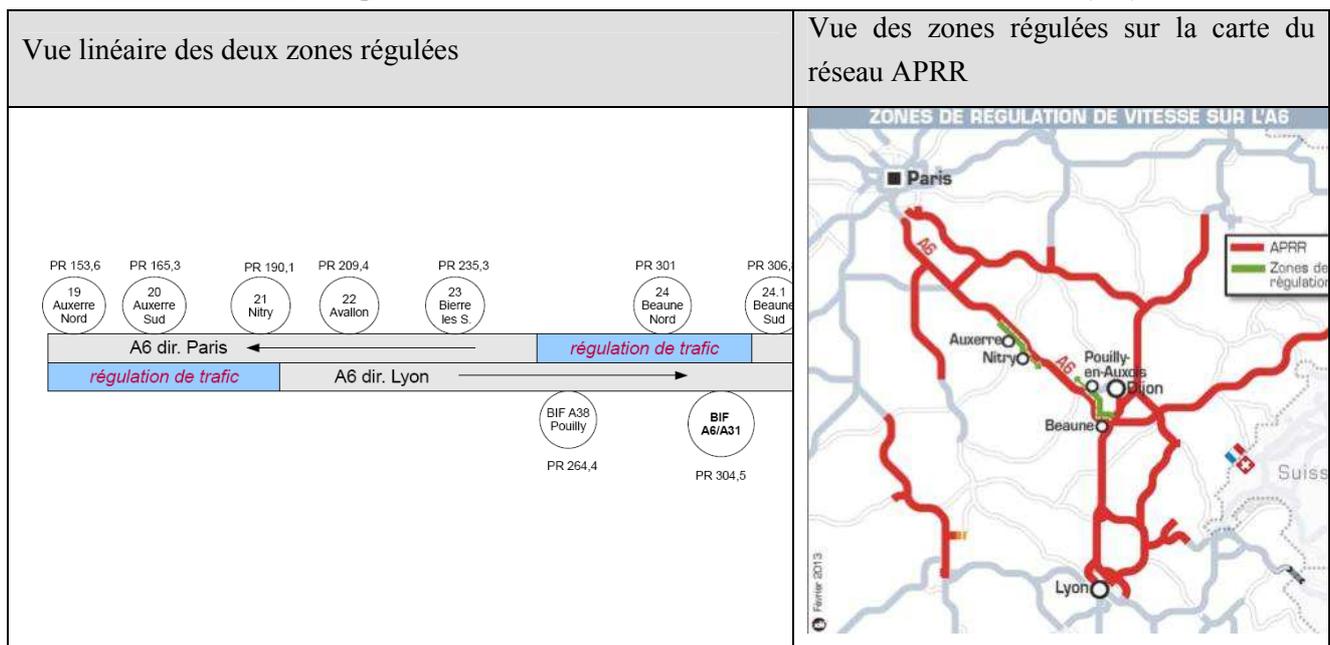
Ces opérations du contrat de plan ont été déclinées en plusieurs projets consistant à faire évoluer le Système d'Information (SI) Trafic d'APRR. L'opération « n°7 » du contrat de plan (Temps de parcours) a eu pour objet de générer de l'information de type « temps de parcours » afin de permettre d'une part, une communication vers les clients et d'autre part d'apporter une aide supplémentaire pour les acteurs APRR en charge de la gestion du trafic. L'opération « n°1 » du contrat de plan concernant la modernisation de la partie nord de l'autoroute A6 vise, quant-à-elle, à mettre en œuvre une solution complète permettant d'appliquer des mesures de régulation du trafic, par abaissement de la vitesse en cas de saturation du réseau. Elle implique, de déployer de nombreux équipements permettant de rendre effectif de telles mesures en fonction de certaines conditions de circulation. Parmi les équipements mis en service, on trouve : des panneaux à message variable (PMV), des panneaux « pictogramme », des caméras vidéo ou encore des stations de comptage trafic. Dans un premier temps, deux tronçons sont concernés, par la mise en application de mesures de régulation de vitesse (RV) : Le premier tronçon est situé dans le sens « Paris/Lyon » entre Auxerre et Nitry et, le second, dans le sens « Lyon/Paris » entre Beaune et Pouilly-en-Auxois. Cette opération « n°1 » fixe le cadre du projet réalisé, objet de ce mémoire.

2.2.2. Détermination de zones cibles de régulation de vitesse

La mise en place d'une solution de RV nécessite, au préalable, la réalisation d'une étude du réseau visant à identifier les zones sensibles soumises à des perturbations trafic régulières. Dans ce

but, le SETRA (Service d'Études sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements), un service technique à compétence nationale appartenant au Ministère de l'Écologie du Développement Durable et de l'Énergie, préconise la mise en œuvre d'une **méthodologie d'étude** spécifique permettant de réaliser un diagnostic trafic sur des sections routières ou autoroutières. Celle-ci repose sur la réalisation de deux analyses complémentaires : d'une part, une analyse statique du réseau et, d'autre part, une analyse dynamique. L'**analyse statique** a pour objectif d'étudier les niveaux de trafic sur un linéaire donné ainsi que les zones possédant des caractéristiques particulières (profil en long particulier, zones accentogènes, etc...). Elle doit prendre en compte divers facteurs tels que des indicateurs de niveaux de trafic (trafics moyens journaliers, indicateurs de trafic poids lourd), le recensement de points durs (échangeurs, rampes, etc...) ou encore des indicateurs d'accidentologie. L'**analyse dynamique** s'attache, quant-à-elle, à étudier les indicateurs permettant de prévoir l'apparition de congestions. Elle consiste, tout d'abord, à effectuer une analyse temporelle de points de mesures trafic (débit, vitesse, taux d'occupation) pour faire apparaître une tendance générale de l'évolution de chaque relevé. Ensuite, elle nécessite une étude spatiale des conditions de circulations (temps de parcours, temps perdus, volumes de bouchons/congestions) sur certaines périodes aboutissant à l'analyse des facteurs de gêne au trafic. L'étape finale de la méthodologie consiste à réaliser une synthèse de ces deux analyses afin d'identifier les sections pouvant être soumises à des mesures de RV.

Illustration n° 1 : Implantation des zones cibles sur la zone Auxerre-Beaune (A6)



Source : Fiche opération DTE – Contrat de plan 2009-2013

Une étude effectuée en 2011 sur le réseau APRR a permis d'aboutir à la synthèse produite en annexe n°10.2 (page 144). La **conclusion de cette étude** a ainsi permis d'identifier deux zones cibles de 50 km, dans chaque sens, particulièrement pertinentes sur la partie Nord de l'autoroute A6 pour la mise en œuvre de mesures de régulation dynamique de vitesses. Comme le montre l'illustration n°1, la première zone est située entre Auxerre et Nitry, dans le sens « Paris/Lyon », du PR 151.000 au PR 198.700, et la seconde, entre Beaune et Pouilly, dans le sens Lyon/Paris, du PR 306.410 au PR 257.200.

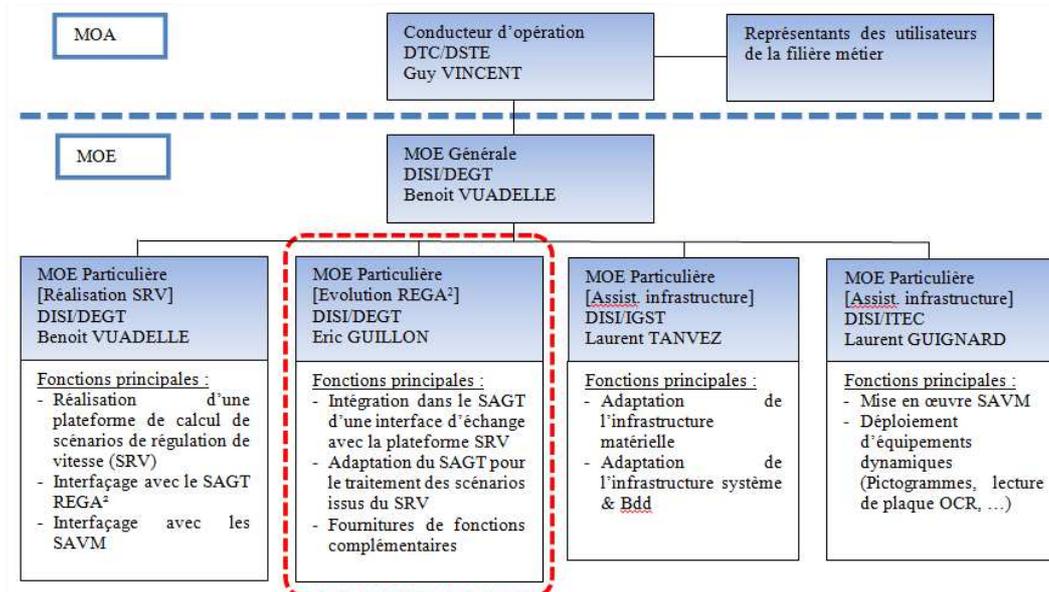
3. CONTEXTE DU PROJET

L'opération n°1, inscrite dans le cadre du contrat de plan 2009-2013 signé avec l'Etat, a concerné la réalisation de projets importants dans les domaines de la sécurité et de la gestion du trafic. Plus spécifiquement, cette opération a consisté à réaliser et à mettre en œuvre un dispositif de RV permettant de fluidifier le flux de circulation lors d'épisodes de fort trafic tout en déployant de nouveaux équipements. Ainsi, afin d'appréhender le contexte dans lequel s'est déroulé le projet dont j'ai eu la charge, cette partie se fixe pour objectif de présenter, tout d'abord, l'organisation générale de l'opération. Ensuite, l'organisation propre au projet sera déclinée en abordant différents aspects tels que la planification des phases, le lotissement des modules logiciels réalisés ou encore le rôle des différents acteurs impliqués. Enfin, une conclusion clôturera cette partie avec une synthèse de ces différents éléments de contexte dans lequel s'est inscrit le projet.

3.1. Organisation générale

L'organisation de ce projet a suivi le modèle d'organisation « Maitrise d'Œuvre / Maitrise d'Ouvrage » (MOE/MOA) très largement répandu au sein d'APRR. Elle a été définie à partir de la pré-étude réalisée en amont de ce projet de réalisation. Cette pré-étude a permis d'élaborer un scénario général d'architecture cible à partir de l'expression de besoins et des exigences formulées par la MOA. Cette dernière a été représentée par un conducteur d'opération chargé, d'une part, de piloter l'élaboration du système global de RV, et, d'autre part, de permettre sa bonne intégration dans les activités la filière métier liée à la sécurité. Pour assurer sa mission, il a dû s'appuyer sur des référents « métiers » issus essentiellement du PC Central de sécurité. Concernant la réalisation de la solution, celle-ci a été déléguée à plusieurs maitres d'œuvre particuliers (MOEP) en charge de réaliser et mettre en œuvre les composantes de la solution globale. Ces acteurs ont été placés sous l'égide d'un maître d'œuvre général ayant en charge, pour sa part, la coordination des différents projets. L'illustration n°2, ci-après, présente de manière synthétique l'organisation générale de l'opération en faisant apparaître les différents projets la composant.

Illustration n° 2 : Organigramme organisationnel de l'opération.



dispositif existant notamment sur les nouvelles zones de régulation. D'autre part, l'équipement des deux zones de régulation en panneau à pictogramme a été réalisé au début de l'année 2013, peu avant la mise en service du lot n°1 de l'adaptation du SAGT REGA².

3.1.2. Organisation du projet lié à l'évolution du SAGT REGA²

Afin d'avoir un aperçu général de l'organisation du projet d'évolution du système REGA², dont j'ai eu la charge, nous détaillerons, en premier lieu, l'enchaînement et le déroulement des différentes phases dans le temps. Ensuite, une description de l'organisation humaine du projet sera présentée tout en précisant le rôle de chaque acteur impliqué.

3.1.2.1. Déroulement du projet

Ce projet d'évolution du système REGA² a fait l'objet d'une **consultation d'entreprises** afin de déléguer la sous-traitance du développement logiciel. Cette consultation a concerné, dans les faits, deux importants projets d'évolution : le premier relatif à l'implémentation d'une gestion automatisée d'affichage de temps de parcours sur PMV (opération n°7 relative à la modernisation de l'A6 Nord), et le second concernant la gestion de scénarios d'affichages liés à la RV (opération n°1). Le mode de **réalisation au forfait** qui a été choisi offre l'avantage de sécuriser le client final en fixant un coût global de réalisation du projet tout en fixant une date de réception de l'ouvrage. Il offre également des garanties de fonctionnement de la solution en prévoyant des phases de vérifications, successivement, en environnement de développement (Vérification d'Aptitude au Bon Fonctionnement ou VABF), puis en environnement réel d'exploitation (Vérification de Service Régulier ou VSR). De plus, dans le cadre du présent projet, une période de garantie logicielle d'une durée de un an a été prévue pour couvrir tout risque de défaut éventuel dû aux modifications apportées au SAGT. Concernant plus spécifiquement la phase de réalisation de l'**évolution du système REGA²** liée à la RV, celle-ci a été scindée en **deux lots** afin de répondre au mieux à l'impératif fixé par la MOA de mettre en service le système de RV pour les vacances de février 2013. Le premier lot réalisé a pris en charge l'**élaboration de la solution de base** comprenant principalement les fonctions de pilotage des PMV, d'échanges de données avec le calculateur et d'animation dynamique du synoptique du réseau. Le deuxième lot a eu pour objectif la **réalisation d'améliorations** liées principalement à la diffusion d'informations vers des organismes partenaires d'APRR et à l'enrichissement des messages dits « de confort », prévenant les clients des opérations de RV en cours sur le réseau.

L'exécution de ce premier lot a enchaîné deux grandes étapes avec, tout d'abord, une première phase de pré-étude et de consultation. Cette étape préalable a ensuite permis de faire entrer le projet dans une phase opérationnelle avec la réalisation et la mise en œuvre de la solution. Détaillons maintenant ces différentes phases. Tout d'abord, le mode de réalisation au forfait a nécessité l'initiation d'une **phase de pré-étude** afin de définir et de formaliser avec précision le besoin des exploitants. Cette étape préalable à la phase de réalisation possède plusieurs avantages. En premier lieu, elle a permis à la MOE de collecter les besoins principaux des exploitants pour en décliner les grandes lignes des spécifications logicielles à consigner dans le document constituant la base de la contractualisation avec un prestataire, appelé Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP). Ensuite, elle a initié une ébauche d'architecture technique des composants logiciels à réaliser tout en évaluant l'impact de l'évolution sur les modules existants du SAGT. Enfin, cette

phase de pré-étude a, permis à la MOE d'effectuer une estimation de charge servant de référence pour le jugement des offres proposées par les entreprises consultées. Une fois le besoin validé par les exploitants et la rédaction du CCTP réalisée, le **lancement d'un appel d'offre** a pu être effectué par la MOE auprès de quatre d'entreprises possédant des compétences dans le domaine des technologies utilisées pour le développement du SAGT. Ces entreprises ont bénéficié d'une période d'un mois pour proposer leur offre et la présenter avant que la MOE puisse proposer à la MOA un adjudicataire. Le jugement des offres s'est attaché à évaluer les propositions en pondérant à 40% le critère financier et à 60% le critère technique. Notons qu'habituellement, les pondérations sont inversées lorsque les commandes portent sur des achats à caractère non stratégiques. Dans le cas du présent projet, l'analyse technique s'est focalisée essentiellement sur l'évaluation des huit critères consignés dans le tableau suivant, aboutissant à une note sur dix.

Tableau n° 1 : Critères appréciés pour le jugement des offres et leur pondération.

Critères	Pondération	Points appréciés
La compréhension des enjeux	5%	Reformulation, dans le mémoire technique, des attentes du client et du niveau d'importance porté au projet dans le cadre de son activité
L'adéquation de la réponse	25%	Qualité du mémoire technique
La méthodologie et le plan assurance qualité (PAQ)	5%	Procédures qualités proposées pour le déroulement du projet.
La crédibilité de la proposition concernant les délais	10%	- Adéquation des ressources pour le respect des délais et de la qualité du projet, - Adéquation du planning - Proposition d'un programme de lotissement (optimisation du programme d'exécution) - Analyse des risques (Ressources humaines essentiellement)
La crédibilité de la proposition concernant les charges	20%	Adéquation de la charge en jour/homme (globale et par sous-ensemble fonctionnel / organisationnel)
L'organisation de l'équipe projet	5%	
La valeur ajoutée de la solution	5%	- Pertinence des questions posées - Analyse des scénarii techniques / ébauches de solutions proposées - Analyse des points délicats
L'expérience / le profil des intervenants	25%	Expérience professionnelle Maîtrise des outils/langages informatiques utilisés

Concernant **l'aspect financier**, l'évaluation a été rapide puisqu'elle a consisté à appliquer la formule suivante, étalonnant les notes par rapport au montant le plus bas : $10 \times (\text{montant le plus bas} / \text{montant proposé})^3$. Avant d'aboutir à la notation financière définitive, une négociation a été effectuée auprès des entreprises candidates pour ajuster le montant définitif de leur offre. Au final, l'attribution du marché d'évolution du SAGT REGA² a été validée par la MOA pour un montant total 173 600 euros, sur une base de 434 jours « homme », dont 65 600 euros, représentant une charge de 164 jours « homme », pour l'adaptation liée à la RV (lot n°1). Concernant **l'aspect organisationnel et méthodologique** mis en œuvre dans le cadre de **la réalisation de ce lot n°1**, nous pouvons retenir la mise en pratique des étapes projet et de leur enchaînement préconisés par la méthode du cycle en « V » (cf. §3.2.1.1 - Méthode du cycle en V, page 17). Tout d'abord, la phase de spécification a consisté à réaliser des réunions d'interview avec un groupe de référents « métiers » constitué du responsable du PC Central et d'un ensemble d'opérateurs issus de différents PC (OPC) de sécurité. L'objectif principal de ces réunions était de définir les principales

règles de gestion associées aux différents traitements des scénarios de RV. D'autre part, ces réunions ont permis de définir l'ergonomie des interfaces homme-machines (IHM) finales à partir de maquettes d'écrans élaborées lors de leur préparation. Ensuite, la phase de conception a consisté à définir, en collaboration avec le chef de projet de l'entreprise en charge de la réalisation, l'architecture applicative à mettre en place côté serveur pour réaliser les fonctions internes définies lors de la phase de spécification (cf. §6.2 - Spécifications fonctionnelles REGA², page 67). L'analyse de l'architecture s'est attachée à définir, en premier lieu, l'organisation des processus informatiques à développer tout en formalisant la cinématique des flux de données entre les différents composants du système. D'autre part, elle a permis de proposer un modèle conceptuel de données (MCD) permettant de décliner une organisation de tables sous la forme d'un modèle logique relationnel (MLR). Un autre volet de la phase de conception a consisté à estimer la volumétrie, non seulement des futures nouvelles informations stockées en base de données, mais également des données stockées sous forme de fichiers notamment dans le cadre des échanges entre systèmes. Cette estimation a en outre permis ensuite d'adapter la taille de l'infrastructure de stockage. Lorsque les phases de spécification et de conception se sont achevées, la phase de développement logicielle a pu ensuite débuter. Le projet étant réalisé au forfait, le pilotage du développement n'a pas été réalisé directement par la MOE APRR mais par le chef de projet de l'entreprise en charge de la prestation. Cependant, les différentes étapes de la réalisation ont été planifiées, en amont, en collaboration étroite entre la MOE et l'entreprise tout en définissant des différents jalons associés aux livraisons intermédiaires de modules logiciels. Ces livraisons partielles ont offert l'avantage de permettre au groupe de référents de vérifier progressivement le fonctionnement des différents modules logiciels tout en validant l'ergonomie des différents écrans de l'application. L'issue de la phase de développement a déclenché la phase de recette des différentes fonctions logicielles. La première série de tests a porté sur les fonctions unitaires intrinsèques au système REGA² tandis que la seconde série a consisté à valider ces fonctions dans le cadre d'un fonctionnement global de la solution. Concernant **le déroulement du lot n°1**, ce dernier a débuté en janvier 2012 pour s'achever 14 mois plus tard, en mars 2013 (cf. la planification effective du lot n°1 présentée en annexe n°10.3.2 (page 148)). La livraison de ce lot n°1 a été scindée en deux. La première a permis de mettre en service le cœur opérationnel de la solution conformément à l'impératif fixé par la MOA de pouvoir déclencher les premières opérations de RV pour les vacances de février 2013. Ensuite, la seconde étape finalisant la livraison de la totalité de la solution est intervenue environ un mois et demi plus tard.

La réalisation du lot n°2 du projet a succédé à la livraison de la solution de base, après neuf mois de fonctionnement en environnement de production. Elle a fait l'objet d'une commande ultérieure négociée avec l'entreprise titulaire du marché pour un montant de 44 700 euros, représentant une charge de 103 jours « homme ». Le périmètre fonctionnel de ce lot a porté essentiellement sur la réalisation de deux fonctions : la première a concerné la diffusion vers des organismes partenaires d'informations détaillées relatives aux mesures de régulations de vitesses en cours (cf. spécification au §6.2.2.7, page 85) et la seconde a concerné la génération de nouvelles informations à destination du calculateur de scénarios de RV (cf. spécifications au §6.2.2.1, page 74, concernant la définition des liaisons « PMV à PMV amont » + annexe n°10.13.3, page 193, concernant le calcul des capacités résiduelles des voies). L'exécution de ce deuxième lot de

réalisation a suivi une méthodologie de projet similaire à celle mise en pratique pour la réalisation du lot n°1. Elle a enchaîné successivement les phases de spécification, de conception, de réalisation et de tests unitaires jusqu'à l'ultime étape de mise en production. Concernant **le déroulement du lot n°2**, ce dernier a débuté fin octobre 2013 pour s'achever 4 mois plus tard, fin février 2014 (cf. la planification effective du lot n°2 présentée en annexe n°10.3.3 (page 148)). Il est à noter que l'impératif de livraison de ce lot n°2 fixé à fin janvier 2014 a été respecté.

3.1.2.2. Organisation humaine du projet et rôle des différents acteurs

La définition des rôles a constitué une étape importante lors du lancement du projet global puisqu'elle a permis de fixer un cadre clair aux relations entre les différentes parties prenantes. En effet, le projet d'évolution du SAGT REGA² pour l'intégration d'une fonction de RV a nécessité la mise en place d'une organisation s'appuyant sur divers profils d'acteurs comprenant notamment des acteurs fonctionnels associés à la MOA, représentant leur filière « métier », des acteurs assurant des missions de MOE particulières et des acteurs techniques apportant savoir-faire et expertise. Le schéma d'organisation proposé dans le cadre du PAQ (Plan Assurance Qualité) du projet présente une synthèse des relations entre les différents acteurs (cf. §3.2.5.1 - Plan assurance qualité, page 22). Examinons plus en détail le **rôle du chef de projet** ainsi que ses relations avec les différents acteurs.

Tableau n°2 : Synthèse des missions du chef de projet MOE et des actions menées.

Dimension	Missions	Actions
Maîtrise d'Ouvrage (MOA)		
Administrative	Organisation du projet	. Animation des réunions de pré-étude . Rédaction du CCTP . Lancement de l'appel d'offre et jugement des offres
	Planification	. Définition du planning prévisionnel du projet
	Pilotage	. Co-animation des réunions de pilotage avec la MOA . Organisation des réunions de suivi avec l'entreprise prestataire
	Suivi	. Suivi des anomalies et de leur correction
Fonctionnelle et technique	Spécifications	. Animation des réunions de spécification . Rédaction des CR des réunions de spécifications . Co-rédaction du dossier de spécification
	Conception	. Animation des réunions de travail . Définition de l'architecture applicative et technique . Estimation des volumétries (BDD, Fichiers)
	Réalisation	. Migration des modules clients du SAGT dans l'environnement Windows 7 en assurant une compatibilité avec l'environnement Citrix XenApp . Assistance / conseil à l'entreprise prestataire pour la réalisation
	Recette	. Définition des grandes familles de jeu de tests à réaliser . Définition de scénarios de tests . Réalisation des tests . Réalisation de tests de non régression

Concernant ce projet, j'ai endossé la fonction de chef de projet (CP) MOE en prenant en charge la réalisation de l'évolution du SAGT REGA². A ce titre, j'ai assuré diverses missions relevant, d'une part d'une dimension administrative couverte par la gestion du projet, et d'autre

part, d'une dimension fonctionnelle et technique liée à la définition de la solution (cf. tableau n°2, ci-avant). La dimension administrative a couvert toutes les actions liées à l'organisation, à la planification et au pilotage du projet tandis que la dimension fonctionnelle et technique a regroupé les actions de spécification, de conception et de recette. Le tableau suivant effectue une synthèse des actions mises en œuvre dans le cadre du projet. En outre, des actions de communication et de coordination ont été menées tout au long du projet afin d'entretenir un dialogue constant avec différents acteurs ou groupes d'acteurs impliqués. Le tableau de l'annexe n°10.4 (page 149) recense les différents acteurs impliqués dans le cadre du présent projet tout résumant les rôles principaux qu'ils ont eu à prendre en charge. Il décline également les interactions que j'ai eues avec eux. Ces relations ont concerné des acteurs appartenant, non seulement, à la MOA (conducteur d'opération, groupe d'utilisateurs référents), mais également à la MOE (maitre d'œuvre général, chef de projet équipement, experts techniques,...) ou encore au prestataire externe (chef de projet externe, directeur de projet).

Après avoir passé en revue l'organisation générale du projet, intéressons-nous maintenant aux différentes facettes de la méthodologie mise en pratique ainsi qu'à la gestion de la qualité.

3.2. Méthodologie de gestion de projet

La méthodologie appliquée aux projets en général est un élément crucial conditionnant leur réussite, particulièrement dans des environnements faisant intervenir de très nombreuses composantes techniques. Aussi, dans le cadre de ce projet intégrant une nouvelle fonctionnalité dans un SI existant et nécessitant de satisfaire à des impératifs de fiabilité et de haute disponibilité, l'approche méthodologique a été déterminante. Les lignes qui suivent vont décrire la démarche suivie durant la totalité du projet, depuis la phase de pré-étude jusqu'à la phase finale de livraison de la fonction de RV.

3.2.1. Présentation des méthodes mises en pratique

La réalisation des objectifs d'un projet doit satisfaire aux trois critères principaux que sont : la qualité, le délai et les coûts (QCD). Le pilotage d'un projet doit donc satisfaire à ce triptyque QCD illustré par généralement par un graphique composé de trois axes correspondant chacun de ces critères. Le triptyque QCD représente le fait qu'un projet est réussi, s'il respecte, d'une part, la qualité promise au lancement du projet, d'autre part, le planning prévu initialement et, enfin, le budget prédéfini. Tout d'abord, la **qualité d'un projet** s'évalue en général par la satisfaction du client, une fois la prestation terminée et la solution finale livrée. Or ce critère peut sembler peu objectif de prime abord. Il est cependant possible de le mesurer précisément en définissant au préalable, en concertation avec le client final, son périmètre. Divers critères peuvent participer à la définition globale d'un indice qualité. Par exemple, l'un des critères pourrait évaluer la pertinence de la prise en compte des besoins dans la déclinaison des différentes fonctions attendues. Un autre exemple de définition de critère pourrait intégrer une évaluation de la performance globale du système prenant en compte une analyse des temps de réponses de différents modules logiciels. Il pourrait être également envisagé d'évaluer l'adéquation des technologies employées avec l'environnement ainsi que la maintenabilité du système mis en œuvre. Ensuite, contrairement à l'indice de qualité, le **délai** constitue un critère parfaitement défini car il fixe une limite temporelle à

la réalisation d'une solution. Il peut intégrer dans son évaluation le respect des différents jalons ponctuant le déroulement du projet. Notons que pour définir des délais réalisables, une évaluation préalable de la charge prévisionnelle s'impose. Enfin, le troisième et dernier critère est le **coût**. Tout comme celui relatif au délai, ce critère est également parfaitement défini car il fixe la limite financière à ne pas dépasser dans le cadre de la réalisation du projet. Notons également que la maîtrise de ce critère est fortement conditionnée par le choix du mode de réalisation. En effet, si le choix se porte vers une réalisation « en régie », la maîtrise des coûts devra être supportée par le client. L'avantage de cette solution est une maîtrise complète de la solution puisque le processus de développement est piloté, voire effectué, en interne. Si, au contraire, le choix s'oriente vers une réalisation « au forfait », alors, dans ce cas, la maîtrise des coûts sera fortement assurée pour le client car c'est l'entreprise prestataire qui devra supporter les risques inhérents à la réalisation. Le désavantage de ce mode de réalisation pour le client est son manque de visibilité technique de la solution sous-traitée. Il est important de souligner que ces trois critères QCD doivent impérativement être négociés en amont de tout projet. Aussi, doivent-ils faire l'objet d'un contrôle régulier durant la phase de réalisation du projet. Le bilan de projet doit être l'occasion de les évaluer à nouveau afin de les analyser et d'en tirer un retour d'expérience. La maîtrise du triptyque QCD implique ainsi inévitablement la mise en pratique d'une **méthodologie de gestion de projet** afin de permettre de suivre au plus près le déroulement de la réalisation. Dans le cadre du projet, les approches de deux méthodes d'organisation du développement logiciel suivantes ont été mises en pratique : la première s'appuyant sur le modèle du cycle en V et la seconde reposant sur le modèle du cycle itératif, inspirant notamment les méthodes Agiles. Une description synthétique de chacune de ces deux méthodes est effectuée, dans les paragraphes suivants, afin de mettre en exergue leurs avantages respectifs. Il sera ensuite plus aisé de comprendre comment l'unification de ces deux méthodes a permis de sécuriser le déroulement du projet.

3.2.1.1. Méthode du cycle en V

Cette méthode, dite « du cycle en V », n'est pas récente car elle est apparue dans les années 1970 sous une forme simplifiée, appelée méthode « en cascade », principalement utilisée dans les domaines du génie civil et de l'industrie mécanique. Elle a ensuite été adaptée, dans les années 1980, au domaine du développement informatique. Malgré l'apparition de nouvelles méthodes depuis lors, elle reste toujours d'actualité car l'un de ses points forts réside dans la garantie de fiabilité de la solution à l'issue des phases de vérifications qui peuvent représenter dans certains cas près de 50% du temps projet. La méthode en V décrit les enchainements d'un ensemble de phases essentielles au bon déroulement d'un projet. Ces phases se succèdent et ne sont accessibles que si la phase précédente est achevée et validée. La phase de développement et, plus précisément, de codage est encadrée temporellement par deux grandes familles d'étapes indissociables. La première, en amont, couvre la conception au sens large de la solution, intégrant les phases de spécifications générales, de conception générales et de conception détaillée. La seconde, en aval, est associée, quant-à-elle, aux étapes de vérification intégrant la réalisation de tests unitaires, de tests d'intégration et de tests de validation. Le schéma produit en annexe n°10.5.1 (page 151) permet de visualiser, d'une part, l'enchainement des étapes dans le temps et, d'autre part, la correspondance des étapes de réalisation avec celles relatives à leur vérification. Cette méthode possède un certain

nombre d'avantages et d'inconvénients. Concernant les **avantages**, cette méthode permet de clarifier des rôles et responsabilités des différents acteurs aussi bien du côté du client que de celui du prestataire. Elle oblige le client à réfléchir et formaliser, en amont du projet, les différentes composantes de son besoin. Elle oblige également le prestataire à formaliser les grandes fonctions et règles de gestion à implémenter. Elle minimise les risques de dysfonctionnement de la solution future grâce aux phases de conception intégrant des analyses d'impacts dans le cas de systèmes déjà existants. Enfin, elle fixe un objectif clair en début de projet permettant une construction progressive de la solution. Concernant les **inconvénients**, on peut souligner qu'il est difficile d'intégrer de nouvelles orientations en cours de projet. De plus, il est possible de subir des dérives de planning à chaque étape, notamment durant les phases amont de définition du besoin et de spécification. Enfin, les utilisateurs sont exclus des réflexions à partir de la phase de conception. Il faut ainsi attendre la phase de tests de validation pour s'assurer que la solution finale est bien conforme aux attentes du client final.

3.2.1.2. L'approche du cycle itératif des méthodes Agiles

De nouvelles méthodes de développement logicielles sont apparues, durant la décennie 1990, mettant en œuvre, au sein des projets, des opérations d'itérations de phases afin de permettre une plus grande réactivité face aux évolutions rapides des besoins du client final. Une première approche de la mise en pratique du cycle itératif a vu le jour avec l'apparition d'une méthode appelée RAD (Rapid Application Développement) [METRAD]. Cette méthode a jeté les bases d'une nouvelle approche de la gestion de projets informatiques dont les principes ont ensuite évolués avec l'apparition de méthodes telles que par exemple Scrum ou encore XP (eXtreme Programming). C'est en 2001 qu'une équipe d'experts dans le domaine du développement logiciel ont compilés les principes essentiels dans un document appelé Manifeste de Développement Logiciel Agile [AGILMAN]. Ce document se fixe pour objectif de répondre à quatre valeurs principales qui sont 1/ les individus et leurs interactions priment sur les processus et les outils, 2/ le résultat d'une application opérationnelle prime sur une documentation complète, 3/ La collaboration avec le client prime sur la négociation d'un contrat, 4/ l'adaptation au changement prime sur le suivi d'un plan

Ce manifeste énonce également douze principes essentiels dont le premier fixe une priorité très forte à la satisfaction du client [AGILMANPRI]. La méthode Scrum est une déclinaison de méthode Agile qui préconise les itérations courtes d'une durée de deux à quatre semaines, appelées « sprints », aboutissant à la livraison d'un produit semi-fini. Ces itérations sont des phases de développement, qui débutent par une réunion de planification (Poker planning en anglais). Elle constitue l'occasion pour le responsable de produit (Product Owner en anglais) de présenter, aux équipes en charge de la réalisation, le périmètre du besoin à couvrir ainsi que et les spécifications, formalisés préalablement dans un document appelé « BackLog Produit ». Les sprints sont ponctués de réunions (ou mêlées) quotidiennes d'environ un quart d'heure, regroupant le responsable du produit, le chef de projet (Scrum Master en anglais) et ses équipes. L'objectif de ces réunions est de permettre aux membres de l'équipe de réalisation de faire un retour concernant notamment trois points : la réalisation qui a été effectuée la veille, la réalisation prévue pour la journée à venir, et les difficultés rencontrées. A l'issue d'un sprint, une réunion de présentation est organisée dans le but

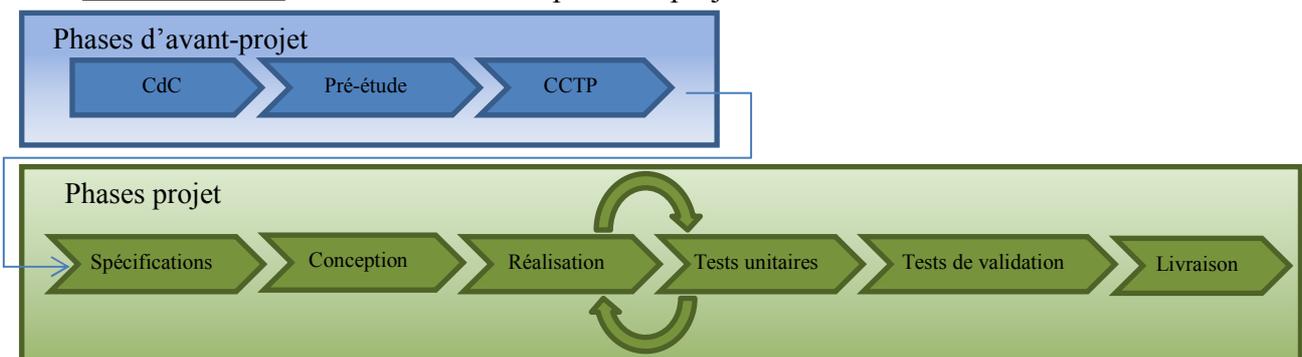
de présenter au responsable de produit les modules réalisés et de vérifier que les fonctions attendues sont opérationnelles. Il est important de souligner que cette méthode nécessite une forte implication de la part du client pour définir son besoin et suivre très régulièrement la réalisation de la solution. Un schéma représentant les cycles itératifs de la méthode Agile Scrum est consultable en annexe n°10.5.2 (page 151).

Comme toute autre méthode, celle-ci possède un certain nombre d'avantages et d'inconvénients. Concernant les **avantages**, cette méthode permet une grande flexibilité du besoin et une adaptation facilitée du processus de développement face aux nouvelles demandes. Elle satisfait le besoin du client (livraison régulière pour permettre de valider la bonne adéquation de la réalisation au besoin). Elle permet de construire progressivement une solution avec le client même si ce dernier n'a pas une idée précise de son besoin. Concernant les **inconvénients**, on peut tout d'abord souligner que la documentation projet n'est pas une priorité, ce qui peut constituer un handicap pour la maintenance ultérieure du produit final. Ensuite, la construction progressive d'une solution entraîne un manque de visibilité de la charge prévisionnelle. Enfin, cette approche induit le risque que le client puisse potentiellement changer d'avis sur des choix fonctionnels définis précédemment avec pour conséquence une dérive possible (délais, budget, solution technique).

3.2.1.3. Combinaison des deux méthodes pour une optimisation de l'organisation projet

La réalisation du projet d'intégration d'une fonction de régulation vitesse dans le SAGT REGA² s'est attachée à appliquer des préconisations définies dans les deux approches décrites précédemment. Ainsi, le déroulement général du projet a suivi les préconisations de la méthode du cycle en V tandis que les étapes de développement ont été ponctuées par des phases d'itérations successives aboutissant à des livraisons logicielles intermédiaires. En effet, l'intégration d'une nouvelle fonction sur le système existant a nécessité, au préalable, une réflexion avancée pour permettre d'en mesurer avec précision les impacts. Rappelons que ce système est soumis à une forte contrainte de disponibilité et ainsi la maîtrise des impacts sur son architecture et sur ses fonctions intrinsèques constitue un impératif. Ensuite, des livraisons intermédiaires ont jalonné la phase de réalisation, à l'instar des sprints de la méthode Scrum, pour permettre au client final de tester les fonctions livrées tout en validant l'adéquation des différentes IHM avec ses attentes. L'illustration n°4, ci-après, représente la complémentarité des différentes phases suivies durant le déroulement du projet.

Illustration n° 4 : Enchaînement des phases « projet » mises en œuvre.



En conclusion, bien que la mise en pratique de méthodes Agiles soit très répandue actuellement, elles ne sont pas forcément adaptées, telles quelles, dans le cadre de projets importants, particulièrement dans des environnements nécessitant une forte disponibilité. En effet, le risque de suivre des demandes potentiellement changeantes du client est que la MOE mette en œuvre des solutions non optimales voire inadaptées au regard de l'architecture et de la philosophie (approche globale de conception) d'une application. La méthode du cycle en V tire son efficacité des phases préalables de réflexions avant la phase de réalisation. Ainsi, les études préalables, permettant de cadrer les projets et d'ébaucher des scénarii de solution, les études de faisabilité, les phases de spécifications générales et de conception constituent des étapes permettant de construire des solutions avec une vision « long terme ». Par contre, l'approche itérative des phases de validation des méthodes Agiles sont particulièrement adaptées aux phases de développement car elles permettent de rassurer non seulement le client mais également le MOE concernant l'adéquation de la solution au besoin.

3.2.2. Traçabilité des évolutions

Outre la méthodologie de projet mise en pratique pour élaborer la solution, la maîtrise du code source constitue un élément essentiel permettant de garantir efficacement le maintien en condition opérationnel d'une application informatique. Ce constat est particulièrement pertinent lorsqu'il s'applique à un système informatique, tel qu'un SAGT, pour lequel la contrainte de disponibilité en temps réel est très forte. Cette maîtrise s'appuie sur un processus mis en œuvre dans les différents modules d'une application permettant la **traçabilité des opérations de codage**. L'exemple de l'industrie agroalimentaire illustre parfaitement ce besoin de pouvoir retracer, en cas de défaillance, toutes les étapes de fabrication d'un produit afin de mettre en œuvre des actions curatives ou correctrices sur ses composants ou sur les éléments du processus de fabrication. La traçabilité constitue donc un gage de qualité du produit final.

Dans le cadre du maintien en condition opérationnel du système REGA², cette traçabilité, est garantie. D'une part, chaque programme « source » est enregistré dans un référentiel spécifique, une fois l'évolution réceptionnée. **L'historique des modifications** de chaque programme est également mémorisé dans ce référentiel grâce au stockage de ses versions successives. D'autre part, il est possible de lier une version de programme avec une référence d'évolution concernant généralement un module applicatif. Ce procédé permet ainsi de retrouver les versions de programme liées à l'évolution d'un module applicatif. Il est à noter qu'en complément, chaque programme possède un cartouche d'entête permettant d'indiquer, de manière synthétique, les références des différentes modifications ou évolution du code.

En parallèle, l'entité à laquelle j'appartiens utilise un **outil de gestion de référentiel** de programmes appelé « PVCS Version Manager », distribué par Serena Software, une société de développement logiciel américaine. Chaque domaine fonctionnels de l'application REGA² est défini dans le référentiel et contient non seulement toutes les versions successives des programmes qui le composent, mais également les versions de la documentation associée ou encore des scripts de bases de données. Un autre avantage de l'utilisation de cet outil est qu'il permet de garantir l'intégrité du code ou des documents grâce à une fonction de verrouillage. Cette fonction permet

d'éviter la modification simultanée d'un même programme ou document par plusieurs personnes d'une équipe.

3.2.3. Le processus de réception

Le processus de réception est l'étape préalable à la livraison et au déploiement de toute application informatique. Il couvre généralement des séquences de tests dont le périmètre fonctionnel augmente au cours du temps. Tout d'abord, ce processus débute dès l'exécution des tests unitaires, souvent effectués par les développeurs eux-mêmes, pour s'assurer que les composants logiciels réalisés sont opérationnels. Ensuite, le chef de projet définit la politique de tests à mener tout en identifiant les fonctions les plus critiques. Il procède également au déroulement de la phase de tests d'intégration permettant de qualifier et vérifier la conformité des différentes fonctions de l'application. Ces fonctions sont définies habituellement lors de la phase de spécifications détaillées ou de la phase de conception. Enfin, une étape finale déroulant des tests de validation vise à vérifier le bon fonctionnement de l'application dans le cadre de la solution globale. Dans le cas du présent projet, un ensemble de tests « bout-en-bout » a été réalisée afin de vérifier le bon enchaînement des diverses fonctions transverses prises en charge par les deux systèmes communicants REGA et SRV composant la solution (cf. §6.4.2 - Réception globale de la solution, page 118). La phase de test de validation s'achève à l'issue d'une série de tests de non régression du système ciblant principalement des fonctions cruciales. L'objectif de ces tests est de minimiser au maximum tout éventuel effet de bord de l'évolution en cours sur les fonctions du SAGT. Sur un plan purement contractuel avec l'entreprise prestataire, les tests sont réalisés en environnement de développement durant une période dite de Vérification d'Aptitude au Bon Fonctionnement (VABF). L'issue de cette période marque la formalisation par le chef de projet MOE de la réception (ou de la non réception) de la réalisation conditionnant la libération (ou la non libération) de la clé de paiement associée à cette étape. Une fois l'application réceptionnée, déployée et mise en production, la phase de VSR débute afin de qualifier l'application en environnement de production.

3.2.4. Le processus de livraison

Le processus de livraison regroupe un ensemble de tâches à effectuer afin de rendre opérationnelle une application ou un ensemble de modules applicatifs dans un environnement d'exploitation. Ce processus fait donc suite aux différentes étapes de réception. Toute opération de mise à disposition d'une nouvelle évolution dans le système REGA² impacte, au premier chef, non seulement les différents acteurs techniques mais également les acteurs fonctionnels dont notamment les OPC. Il est donc nécessaire de mettre en œuvre, en amont de cette opération, des actions de communication afin de coordonner les différents acteurs impliqués et impactés par la livraison. D'autre part, la dimension technique constitue un aspect important d'une livraison concernant le SAGT car elle concerne de nombreux éléments de l'infrastructure (modules clients, modules serveurs, scripts de BDD, infrastructure système, etc...). Elle nécessite ainsi, en complément des actions de coordination, une organisation stricte des actions techniques à réaliser. Le processus de livraison mis en œuvre dans le cadre d'évolutions du SAGT et de son maintien en condition opérationnelle est détaillé en annexe n°10.5.3 (page 152). L'annexe suivante n°10.5.4 (page 154) contient les fiches de livraison qui ont concerné la livraison de l'évolution liée à la RV.

3.2.5. La gestion de la qualité

La méthodologie mise en œuvre dans le cadre de mon activité de chef de projet et, plus généralement, celle mise en œuvre dans l'équipe à laquelle j'appartiens, répond à aux objectifs fixés par le Système de Management de la Qualité (SMQ) mis en place à la DISI. Une description synthétique de ce SMQ, produite dans l'annexe n°10.5.5 (page 159), permet d'avoir un aperçu des grands principes liés à la démarche qualité. Le processus spécifique appelé « Maitrise d'œuvre de projets SI » décrit notamment les étapes à suivre et les livrables attendus pour la réalisation de solutions à forte composante informatique. En complément, une organisation qualité déclinée à l'échelle du projet a pu être mise en œuvre dans le cadre de la contractualisation avec l'entreprise tierce qui a été retenue pour assurer la prestation de réalisation. En effet, lors de l'appel d'offre, a été demandé aux entreprises soumissionnaires de proposer un Plan d'Assurance Qualité (PAQ) présentant leur méthodologie de gestion de projet. Ces deux approches complémentaires de gestion de la qualité, portées d'une part, par le MOE et, d'autre part, par le prestataire, ont permis de répondre à l'un des objectifs les plus importants visé par un SMQ : la satisfaction du client final.

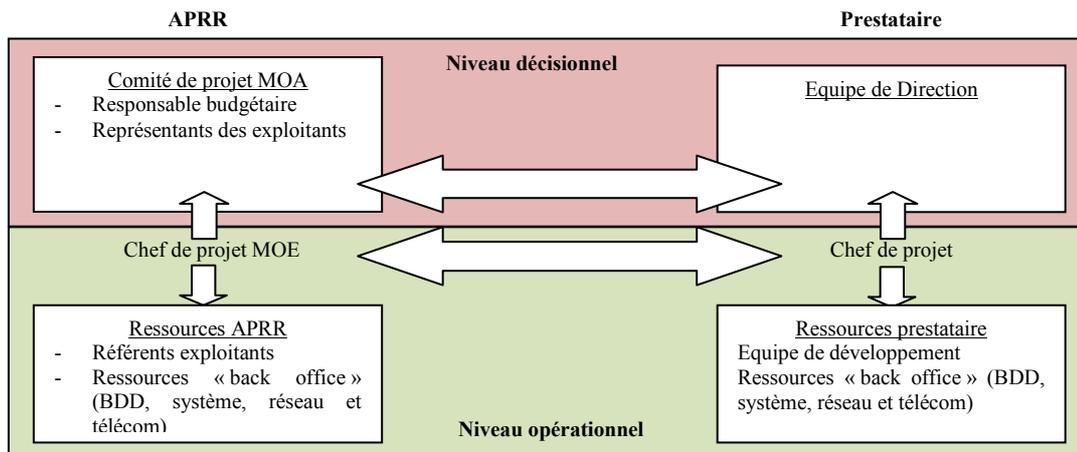
3.2.5.1. Plan assurance qualité

Le plan d'assurance qualité (PAQ) est un document élaboré lors de la contractualisation d'une prestation entre un client et un fournisseur pour formaliser les exigences à prendre en compte en matière de qualité. Il a pour but d'organiser et de planifier le déroulement d'un projet tout en garantissant sa qualité. Un PAQ est donc un document ayant de nombreux points communs avec le manuel qualité d'un SMQ avec toutefois la particularité qu'il est applicable à l'échelle d'un projet spécifique. Dans le cadre de la réalisation de ce projet, le PAQ s'est attaché à définir tout d'abord l'organisation et la répartition des rôles entre le client et le prestataire. Il a permis de développer également les items relatifs, non seulement, à la planification des tâches et le suivi de projet, mais également, à la maîtrise du logiciel réalisé.

Lors de sa réponse à l'appel d'offre, le prestataire a fourni un dossier de présentation de son offre dans lequel ont été explicitées les grandes lignes de son organisation projet. Ont été notamment déclinés les moyens organisationnels et humains proposés pour garantir la livraison de l'intégralité de la prestation, dans les délais et avec le niveau de qualité attendu. Dans ce cadre, **l'organisation projet proposée** distingue deux niveaux d'organisation, présentées dans l'illustration n°5 ci-après, comportant dans chacune des structures (APRR et prestataire), un niveau décisionnel et un niveau opérationnel. Concernant le **niveau décisionnel**, les acteurs doivent avoir en charge, coté APRR, de fixer les orientations du projet lors des comités de pilotage (COFIL). En outre, les arbitrages peuvent porter, par exemple, sur un recadrage fonctionnel en cas de dérive des demandes formulées par les exploitants lors des réunions de projet ou encore sur la validation éventuelle d'avenants en cas de nécessité. Coté prestataire, le correspondant ayant en charge de répondre aux demandes exprimées lors de COFIL est incarné par un directeur de projet. Le **niveau opérationnel** a, quant-à-lui, fait intervenir des équipes d'acteurs en charge de la conception et de la réalisation de la solution. Coté APRR, l'équipe s'est composée, en outre, du chef de projet MOE APRR, de référents choisis parmi les exploitants et de ressources « back office » chargées de la gestion de l'infrastructure interne. Coté prestataire, l'équipe pilotée par le chef de projet prestataire

responsable de la réalisation de la prestation s'est composée de l'équipe de développement également assistée par ses propres ressources « back office ».

Illustration n° 5 : Organisation proposée dans le cadre du PAQ.



Notons que la communication horizontale entre les deux structures s'effectue, au niveau décisionnel, entre le conducteur d'opération APRR et le directeur de projet prestataire. Concernant le niveau opérationnel, la communication horizontale s'effectue entre les chefs de projets de chacune des deux structures. Aussi, le chef de projet MOE ne doit pas avoir, autant que possible, de communication directe avec les équipes de développement ou les équipes « back office » du prestataire. La communication verticale entre les deux niveaux, liée généralement au suivi et à l'orientation du projet, s'effectue dans l'une ou l'autre des structures par l'intermédiaire des chefs de projet. Concernant les **moyens humains**, une équipe projet a été proposée par l'entreprise prestataire, composée des acteurs suivants : un chef de projet, un analyste, deux ingénieurs d'étude et de développement, un responsable qualité, deux experts techniques « back office », un administrateur dans les domaines des bases de données et du réseau. Notons que les moyens mis en œuvre par le prestataire ont ainsi essentiellement été d'ordre organisationnel et humain. En effet, l'essentiel des ressources matérielles et logicielles ont été fournies par APRR avec la mise à disposition d'une plateforme complète de développement.

3.2.5.1. Qualité et maîtrise du logiciel

Concernant la **planification des tâches et le suivi de projet**, un document, appelé cahier des clauses techniques particulières (CCTP), a été fourni par la MOE APRR lors de la consultation. Ce document détaille le périmètre attendu de réalisation ainsi que les principaux jalons à respecter dans le planning de réalisation. C'est sur cette base que les entreprises soumissionnaires ont répondu en fournissant un planning prévisionnel détaillé. Ensuite, la phase de contractualisation avec l'entreprise prestataire retenue a permis de définir et de planifier les principales tâches telles que notamment les comités de pilotage et les réunions de projet. Durant le déroulement du projet, l'organisation de réunions de pilotage a permis d'effectuer des points réguliers abordant différents aspects tels que notamment : l'avancement des tâches en charge et en délai, le suivi des livrables, l'analyse des risques et l'analyse des options proposées par le chef de projet. Concernant les trois premiers points, l'entreprise prestataire s'est engagée à fournir un tableau de bord actualisé hebdomadairement.

Après avoir eu un aperçu de l'organisation du prestataire présenté dans le PAQ, examinons maintenant les deux approches proposées pour garantir **la maîtrise du logiciel** que sont la gestion de configuration et la gestion de dysfonctionnements. Tout d'abord, **la gestion de configuration** a pour objectif de garantir la maîtrise des caractéristiques fonctionnelles et techniques d'un logiciel. Elle implique de gérer l'archivage et le suivi des versions des livrables attendus dans le cadre du projet. Ces livrables regroupent, non seulement la documentation, mais également les programmes sources à l'origine des différents modules applicatifs. Il a été convenu, lors de la contractualisation avec l'entreprise prestataire, que cette gestion serait assurée par APRR avec l'outil PVCS Version Manager (cf. §3.2.2 - Traçabilité des évolutions, page 20). La deuxième approche concernant **la gestion des dysfonctionnements** a pour objectif de garantir la réussite d'un projet. L'anticipation de problèmes éventuels constitue une action permettant d'identifier les causes d'échecs potentiels. Le PAQ de ce projet a permis de décliner les stratégies et de proposer des outils afin de traiter les dysfonctionnements liés, d'une part, à l'organisation, et d'autre part, à la conception de l'application. Un **dysfonctionnement organisationnel** se caractérise par la survenue d'une ou plusieurs anomalies empêchant l'organisation ou l'un de ses processus de réaliser ses objectifs. Cela peut se traduire, soit par un retard de la fourniture d'un produit ou d'un service, soit par une diminution de sa qualité. Le scénario à éviter impérativement est la non-fourniture de ce produit ou de ce service qui pourrait avoir de graves répercussions aussi bien du côté du client que de celui du fournisseur. L'une des solutions mises en œuvre pour éviter la survenue de ce type de dysfonctionnement est la gestion des risques. Le principe retenu dans le cadre de ce projet a été d'élaborer un tableau d'identification et de suivi des risques, attribuant à ces derniers une criticité et des propositions d'actions préventives. Ce tableau a été présenté lors de la réunion de lancement puis mis à jour durant les réunions de pilotage qui ont jalonné le projet (cf. annexe n°10.5.6, page 163). La gestion des **dysfonctionnements applicatifs** intervient à partir de la première livraison jusqu'à la fin de la phase de garantie logicielle. Le traitement d'un dysfonctionnement applicatif diffère selon le niveau de gravité des anomalies constatées qui s'évalue en fonction de l'impact que ces derniers sur les fonctions du système. On distingue les anomalies « non bloquantes » des anomalies « bloquantes ». Les anomalies sont qualifiée « bloquantes » si elles entraînent un dysfonctionnement sur des fonctions du SAGT pouvant avoir des conséquences sur la sécurité des clients. Par exemple, le dysfonctionnement de la fonction de validation d'une photo REGA est considéré comme bloquant car il est susceptible d'empêcher l'affichage de messages sur les panneaux. Bien qu'il existe cependant des mécanismes d'affichage panneau en mode dégradé, ce type d'anomalie est rédhibitoire. Dans un tel cas, la non-corrrection dans les délais impartis aurait pu entraîner l'application de pénalités financières à l'encontre de l'entreprise prestataire.

3.3. Synthèse

Le contexte général du projet de mise en œuvre d'une solution de RV est spécifique au domaine de la gestion du trafic sur autoroute. L'aspect relatif à la sécurité des automobilistes est primordial et induit ainsi des contraintes importantes de fiabilité et de disponibilité des équipements et logiciels mis en œuvre. L'opération globale de réalisation d'une solution de gestion de la RV a nécessité la mise en place d'une organisation multiprojet comprenant celui lié à l'intégration de la fonction au sein du système de gestion de trafic, objet de ce mémoire. Les facteurs liés, d'une part, à

l'organisation au sens large (humaine et temporelle) et, d'autre part, à la méthodologie mise en œuvre, ont sans aucun doute été déterminant pour la réussite du projet. Concernant l'organisation générale du projet, celle-ci s'est attachée à minimiser les risques inhérents à la composante humaine en définissant clairement, dès la phase de lancement, les rôles et les attentes relatives à chaque acteur. Les principaux jalons ont également été définis afin de fixer un objectif réaliste de livraison de la solution pour les vacances de février 2013. Par ailleurs, un suivi des risques lors des réunions de pilotage a permis de s'assurer de la mise en œuvre de la solution pour atteindre cet objectif. Pour conclure cette partie relative au contexte du projet, soulignons que la dimension méthodologique, incluant la gestion de la qualité, a permis de maîtriser chacune des différentes étapes du projet. D'un point de vue général, elle constitue un facteur important de réussite dans la réalisation de tout projet, et plus particulièrement ceux ayant une forte composante informatique, car permettant de minimiser les risques de dérive tant d'un point de vue fonctionnel que financier. Elle apparaît d'autant plus importante lorsque le projet s'inscrit dans le cadre d'un environnement métier à forte contrainte en matière de sécurité et de fiabilité des systèmes mis en jeu. L'expérience acquise avec les différents projets que j'ai eu à mener jusqu'à présent m'amène à constater que le modèle de développement du cycle en V, dont il peut être reproché la rigidité et l'effet « tunnel » du point de vue du client final, peut être assoupli en introduisant une approche itérative de validation des développements. Il est toutefois important de souligner que cette méthode est indissociable de la réalisation, en amont, d'une étude préalable de faisabilité fixant le cap du projet avec, si possible, la proposition d'un scénario cible de réalisation.

4. AUDIT DU SAGT EXISTANT

Le groupe APRR s'attache à répondre à l'un de ses objectifs prioritaires de garantir un niveau de service optimal à tous ses clients circulant sur son réseau. Cela implique de développer, dans le cadre de sa politique d'exploitation, les trois domaines d'activité suivants : la sécurité des clients, la gestion du trafic et l'entretien de l'infrastructure. Ces domaines sont dotés de moyens humains, matériels et logiciels pour leur permettre de mener à bien leur mission. Les lignes qui suivent détaillent plus particulièrement les moyens logiciels à disposition des exploitants comprenant notamment l'environnement informatique relatif à la gestion du trafic dont l'élément central est constitué par le SAGT REGA². Cette partie propose ainsi de présenter une synthèse de l'audit réalisé lors de la phase d'avant-projet, concernant l'architecture du SAGT existant. L'objectif de cet audit était de permettre d'effectuer une analyse des impacts liés à l'intégration d'une fonction de RV dans le système REGA². Ainsi, la description globale du SI Trafic, dans lequel s'inscrit le système REGA², est tout d'abord effectuée sous un angle de vue fonctionnel. Ensuite, le second chapitre décrira les équipements implantés physiquement le long du réseau autoroutier, permettant aux exploitants d'interagir avec lui. Enfin, le dernier chapitre portera une attention particulière sur la description des différentes facettes du SAGT REGA² afin de mieux appréhender la nature des adaptations effectuées dans le cadre du projet, présenté en détail dans la sixième partie.

4.1. Composition du système d'information Trafic APRR

Un système d'information (SI) désigne un ensemble des ressources permettant de collecter, de traiter et de diffuser des informations au sens large dans un ou plusieurs domaines métiers. Ces ressources peuvent englober toute entité génératrice ou support d'informations telles que par exemple, des personnes, des équipements matériels ou logiciels comprenant des systèmes informatiques, des procédures ou encore des procédés de fabrication. Dans les lignes qui suivent, la notion de SI sera présentée sous un angle de vue restreint à ses ressources matérielles et logicielles.

Le SI Trafic de la société APRR regroupe de nombreuses applications informatiques, gravitant autour d'un noyau central constitué du SAGT REGA². Ces applications sont majoritairement utilisées pour les besoins métiers de la Direction Technique d'Exploitation. Parmi celles-ci, on peut citer, par exemple, l'application appelée CAID qui permet d'enregistrer, à des fins statistiques, des informations détaillées relatives aux accidents se produisant sur le réseau, utiles pour améliorer la politique de sécurité de la société. Elle permet également de gérer leurs conséquences matérielles sur le domaine concédé en assistant notamment les agents responsables de la viabilité dans la gestion des réparations à effectuer. La chaîne informatique appelée « Statistique Trafic » constitue un autre exemple d'application périphérique au SAGT. Elle permet de fournir des informations détaillées concernant la répartition du trafic sur les sections du réseau à partir de données issues non seulement du SAGT mais également du SI lié au domaine péage. Concernant plus spécifiquement le noyau du SI Trafic, notons qu'il est composé d'un ensemble de modules applicatifs constituant le SAGT REGA² pouvant se présenter essentiellement sous trois formes. Tout d'abord, les modules applicatifs peuvent se présenter sous forme de **chaînes serveurs de traitements** élaborant des informations à valeur ajoutées à partir de données brutes. On peut citer,

par exemple, la chaîne de recueil des informations de REGA², produisant des informations trafic enrichies, ou encore la chaîne de saisie et de consultation de REGA², également, produisant notamment des informations événementielles. Ensuite, la seconde forme que peuvent revêtir ces modules applicatifs, est **l'interface d'échange de données** entre deux (ou plusieurs) systèmes via des protocoles spécifiques. L'interface de dialogue de REGA² avec les frontaux pilotant les équipements de type PMV, station de comptage ou station météorologique (cf. §4.3.3, page 39), constitue un exemple de cette forme de module. Enfin, **la passerelle applicative** représente la troisième forme de module applicatif serveur. Son rôle est principalement de collecter et de mettre à disposition des informations tout en proposant des services ou fonctions à valeur ajoutée. Par exemple, les passerelles avec les systèmes CORALY ou SIRIUS (cf. §4.3.4, page 40) permettant notamment de partager l'utilisation de PMV du réseau illustrent cette forme de traitement serveur. De même, on peut citer également la passerelle « info-partenaire » qui permet l'envoi d'informations événementielles personnalisées par le biais de filtres paramétrés propres à chaque destinataire (cf. §6.2.2.7, page 85).

L'illustration en annexe n°10.6 (page 164) présente la cartographie applicative du SI Trafic APRR comportant les flux d'information échangés entre les principaux modules applicatifs. Les différentes fonctions prises en charge plus spécifiquement par le SAGT REGA² sont détaillées plus loin dans ce document (cf. §4.3 - Description du système REGA², page 30).

Suite à cette présentation générale du SI Trafic, dans lequel s'inscrit le SAGT REGA², les chapitres suivants proposent, tout d'abord, un aperçu des composants intervenant dans la collecte de données que sont des équipements dynamiques utilisés au quotidien dans le cadre de la gestion du trafic. Ensuite, seront décrites les principales fonctions dévolues au système REGA² afin de mieux appréhender le contexte dans lequel s'intègre désormais la nouvelle fonction de RV.

4.2. Equipements dynamiques

Les équipements dynamiques représentent l'ensemble des dispositifs permettant de collecter des informations issues de l'infrastructure autoroutière tout en offrant la possibilité aux exploitants d'interagir avec cette dernière. Ils constituent donc, à l'instar des capteurs sensoriels d'un organisme vivant, des éléments importants du SI Trafic pour l'exploitation du réseau. Certains équipements sont spécialement dédiés à la collecte d'information tandis que d'autres, tels que notamment des équipements de signalisation, peuvent permettre de transmettre des informations à destination de l'infrastructure routière.

4.2.1. Equipements de collecte d'information

De très nombreux équipements de collecte sont déployés tout au long du linéaire autoroutier. Ces équipements peuvent être constitués de stations de comptage de véhicules, de stations collectant des informations météorologiques, des caméras vidéo ou encore de bornes d'appel d'urgence. Comme nous le verrons par la suite, certains de ces équipements constituent des éléments importants s'intégrant dans un dispositif de régulation dynamique de vitesse.

Les **stations de comptage** sont des équipements permettant de fournir des informations concernant le trafic routier. Il en existe actuellement 320 tout au long du réseau APRR fournissant des données grâce à leur 685 points de mesure munis de capteurs. Un point de mesure permet de

collecter, à un point précis du réseau et pour un sens donné de circulation, des relevés horodatés et constitués d'un ensemble de données comportant les mesures suivantes : le débit (en nombre de véhicule par heure), le taux d'occupation (en pourcentage, estimant la concentration de véhicules), la vitesse moyenne des véhicules (en km/heure) et le taux de véhicule long (en pourcentage). Une fois les relevés transmis au SAGT, ces données sont ensuite traitées, exploitées puis diffusées vers certains systèmes externes. Les données de trafic sont primordiales pour les exploitants car elles permettent d'avoir une connaissance précise de l'évolution de l'état du trafic dans le temps. Elles permettent, en outre, d'élaborer, soit en temps réel, soit en temps différé (passé ou futur), des indicateurs trafic par section (trafic moyen journalier annuel ou mensuel, intensité kilométrique, indices de fluidité, etc...) ou encore des temps de parcours par section. Dans le cadre du déploiement de la solution de RV, la fiabilité des données trafic collectées a été l'un des objectifs recherchés. En effet, les informations de trafic constituant l'un des éléments déclencheurs d'une action de RV, il a donc été décidé d'accroître la concentration des stations de comptage dans les futures zones de régulation. Ainsi, sur le linéaire couvert par les deux zones de régulation s'étirant sur une longueur totale de 155 kilomètres, le dispositif de comptage comportant 16 stations, espacées en moyenne de 10 kilomètres, a été complété par le déploiement de 10 stations supplémentaires, réduisant l'espacement moyen à environ 6 kilomètres. L'implantation de ces nouvelles stations de comptage a offert l'occasion d'expérimenter non seulement de nouveaux types de capteurs dit « non intrusifs », mais également des technologies de transmission de données par voie hertziennes et d'alimentation d'énergie autonome. L'annexe n°10.7.1 (page 165) présente un aperçu des différentes technologies relatives aux capteurs de données trafic.

Les conditions météorologiques constituent un facteur ayant une influence directe sur les conditions de circulations, particulièrement en période hivernale. APRR a donc déployé sur son réseau de nombreuses **stations météorologiques** permettant de collecter en temps réel des recueils de données délivrant les informations suivantes : la température de surface, le point de congélation, l'état de la chaussée (sèche, mouillée, verglacée, enneigée, etc...), le point de rosée, l'état de précipitation, la vitesse du vent, la direction du vent et la hauteur de précipitation. Les applications supervisant la collecte de ces données météorologiques permettent de définir des conditions de déclenchement d'alertes pour les exploitants détectant, par exemple, une évolution à la baisse des températures vers des valeurs négatives.

L'annexe n°10.7.2 (page 166) présente deux autres dispositifs utilisés pour l'exploitation du réseau : les caméras de vidéo protection et le réseau d'appel d'urgence (RAU).

4.2.2. Equipements de signalisation dynamique

La signalisation dynamique désigne l'ensemble des équipements destinés à délivrer des messages aux automobilistes dont le contenu peut, d'une part, varier fréquemment et, d'autre part, être activé dans un délais très court. Les équipements de signalisation dynamique sont utilisés par les opérateurs routiers pour délivrer, à destination des automobilistes, des messages ayant pour finalité d'informer d'éventuelles perturbations susceptibles d'affecter leur parcours. Ils poursuivent ainsi trois objectifs principaux. Tout d'abord, ces équipements ont pour but premier d'**assurer la sécurité** en prévenant de la présence d'un danger tel que, par exemple, la survenue d'un accident ou la formation d'un bouchon. En outre, le rappel de consignes de sécurité peut également faire l'objet

d'affichages. Ensuite, ils permettent d'**informer les automobilistes** en affichant des messages pouvant influencer sur les conditions de circulation. Ainsi, ces messages peuvent indiquer aussi bien la présence d'événements tels que, par exemple, des chantiers ou des accidents. Enfin, ils peuvent également **afficher des informations relatives aux conditions de conduite**, en cours ou prévues, parmi lesquelles on peut citer les temps de parcours ou les conditions météorologiques particulières. Ces équipements permettent aux exploitants autoroutiers d'optimiser la gestion du trafic routier par le biais de messages incitant, par exemple, les automobilistes à emprunter un itinéraire de délestage en cas de difficultés de circulation ou encore à réduire leur vitesse. L'objectif premier consistant à assurer la sécurité se trouve désormais renforcé avec la possibilité de mettre en place des mesures de RV sur certaines sections d'autoroute. Avant d'aborder les modalités d'utilisation de ces équipements spécifiques au sein d'un dispositif de RV, il apparaît important de décrire, en premier lieu, les différents types de PMV déployés le long du réseau. Il est également deux aspects qu'il convient également de connaître concernant ces équipements à savoir : les différents états techniques possibles et les modalités d'affichages.

Il existe, sur le réseau autoroutier, différents **types de PMV** utilisés par les exploitants. Ces types reflètent des configurations physiques qui peuvent varier selon le lieu où les panneaux sont implantés et l'utilisation qui doit en être faite. En premier lieu, les PMV implantés en section courante sont des panneaux de grande taille composés de plusieurs éléments installés sur des portiques. Ces éléments se composent d'une zone de texte (avec deux, trois ou quatre lignes de vingt caractères maximum), d'un bloc d'affichage de pictogramme complété éventuellement d'une ou deux lignes de texte sur panonceau. Ensuite, il existe un autre type de PMV regroupant les panneaux d'information sur accès (PIA) dont le rôle est d'informer les automobilistes avant qu'ils n'empruntent l'autoroute. Généralement, il s'agit de panneaux plus petits que des PMV en sections courante et installés sur un mat. Les messages délivrés sur ces types de panneau sont des messages d'information qui permettent, en outre, de prévenir de la présence d'un événement perturbant sur le réseau à proximité ou de conseiller un nouvel itinéraire. Enfin, un troisième type de panneau est également utilisé pour compléter le dispositif d'affichage en section courante. Il s'agit du panneau de régulation de vitesse (PRV) qui est composé d'une zone d'affichage de pictogramme équipé d'une ou deux lignes de texte sur un panonceau.

Illustration n° 6 : Modèles de PMV et PIA/PMV-A et PRV installés sur le réseau APRR.

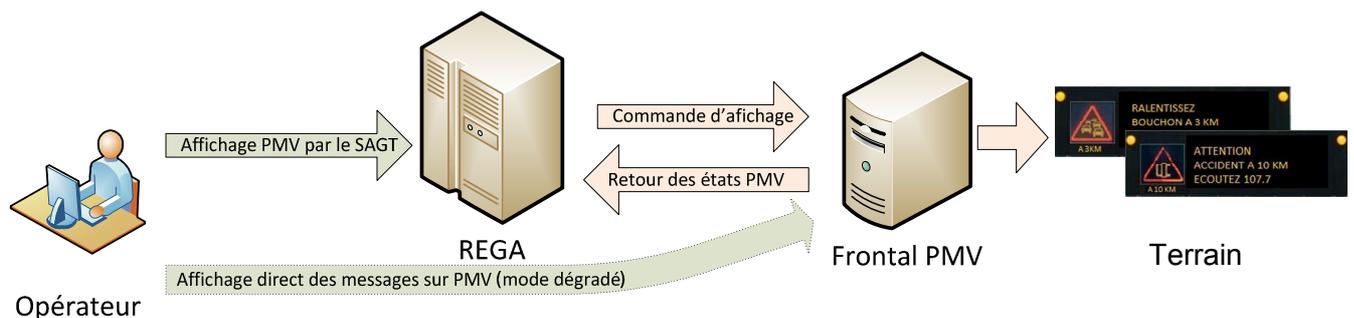
PMV	PIA	PRV
		

Un PRV peut-être, soit dédié, soit non dédié. Dans le premier cas d'un PRV dédié, qu'une régulation soit activée ou non, celui-ci doit toujours afficher un pictogramme de restriction de

vitesse. Il est implanté en général soit après une intersection ou alors après un panneau fixe auquel il se substitue. Dans le deuxième cas d'un PRV non dédié, celui-ci peut être utilisé pour afficher indifféremment des pictogrammes de restriction de vitesses ou des pictogrammes portant un affichage événementiel comme par exemple un bouchon, un accident ou encore un chantier. L'illustration n°6, précédente, présente différentes configurations physiques de panneaux implantés sur le réseau APRR.

Les états techniques sont des informations, collectées en temps réel, relatives à l'état des équipements de signalisation. Ils permettent au SAGT de connaître à tout moment l'état d'affichage des panneaux. Les différents états techniques possibles pour un panneau sont les suivants : 1/ Affiché : un message avec ou sans pictogramme est affiché suite à une demande d'un OPC, 2/ Neutre : Le PMV est « au noir » (aucun message n'est affiché) mais dans certains cas, cet état affiche une information par défaut comme l'heure ou la température, 3/ Eteint : Le panneau est au noir et hors tension, 4/ En défaut : Un élément du PMV dysfonctionne et l'affichage ne peut être garanti, 5/ En état indéterminé : La liaison avec le PMV est interrompue et son état ne peut être restitué. La connaissance des états techniques des PMV est très importante pour un SAGT car elle permet de s'assurer que les demandes d'affichages ont bien été rendues effectives sur le terrain.

Illustration n° 7 : Modalités d'affichage de messages sur PMV.



Comme le présente l'illustration n°7, ci-avant, les 475 PMV que compte le réseau APRR sont pilotés par des frontaux PMV dédiés, appelés PC Concentrateur (PCCR). En mode nominal, ces frontaux sont commandés par le SAGT REGA². Il existe toutefois un mode dégradé permettant à un opérateur PC (OPC) de piloter directement les PMV en cas de besoin. Les frontaux PMV constituent le dernier maillon de la chaîne d'affichage de messages, avant les panneaux. L'annexe n°10.8 (page 168) présente de manière synthétique les modalités de pilotage des équipements dynamiques de signalisation spécifique par le SAGT basés sur un protocole de dialogue propriétaire.

4.3. Description du système REGA²

Ce chapitre a pour objectif de présenter l'application centrale du SI Trafic d'APRR à disposition des OPC pour gérer les événements se produisant sur le réseau. La description du système REGA² doit donc permettre de comprendre les principales fonctions prises en charges ainsi que les mécanismes mis en œuvre, notamment concernant la gestion des affichages de messages sur PMV. En préambule, une brève présentation de l'historique du système REGA², jointe en annexe n°10.9.1 (page 169), permet d'avoir un aperçu synthétique de la genèse de ce système et des technologies utilisées. La lecture de ce chapitre constitue un prérequis permettant de mieux

appréhender la stratégie d'intégration de la fonction de RV dans le SAGT. La première section s'attachera, tout d'abord, à présenter brièvement l'historique de l'application REGA². Ensuite, seront déclinées les principales fonctions du SAGT et une attention particulière sera portée sur la fonction de gestion événementielle, sous tendant les mécanismes de pilotage des affichages PMV. Pour compléter la description du système REGA², deux sections seront consacrées à décrire, d'une part, les flux d'information issus des équipements terrain et, d'autre part, les flux d'information issues des différentes passerelles applicatives. Enfin, pour clôturer ce chapitre, une dernière section sera consacrée à une analyse des forces et des faiblesses du SAGT.

4.3.1. Principales fonctions

L'objectif principal de ce SAGT est de permettre aux acteurs en charge de la sécurité d'interagir avec l'infrastructure routière. REGA² assure la collecte en temps réel des informations issues d'équipements présents sur le tracé (stations de comptage de véhicules, stations météo). Il propose la gestion événementielle via la collecte, le traitement et la diffusion d'informations liées aux conditions de circulation. Il offre des fonctions d'assistance aux opérateurs des différents PC autoroutiers pour l'affichage de messages d'information sur des PMV à destination des automobilistes. Cette assistance se caractérise par la proposition de messages en fonction des événements qui se produisent sur le tracé, l'affichage et rafraîchissement automatique d'informations de temps de parcours et maintenant, la mise en place automatique de prescriptions de vitesses (pictogrammes sur PMV) sur certains tronçons si les conditions de circulation le justifient ou à la demande des autorités. D'autres fonctions sont également assurées par le SAGT telles que la préparation de structures événementielles avec plan d'affichage PMV pour permettre une mise en œuvre rapide, la présentation synthétique sur un synoptique des conditions de circulation actuelles ou passées (fluidité, événements, affichages PMV, chantiers, zones sous limitation de vitesse, etc...), le partage de l'utilisation de certains PMV dans des zones limitrophes avec celles gérées par d'autres organismes gestionnaire de réseau (CORALY / SIRIUS), l'assistance du personnel en charge de la viabilité et de l'entretien du tracé pour la planification et la gestion de leurs chantiers (prise en compte de dispositions réglementaires), la fourniture d'états de synthèse liés aux conditions de circulation, la fourniture d'informations concernant la disponibilité des équipements, la fourniture d'indicateurs liés à l'exploitation, l'information d'organismes tiers ou de systèmes externes (Interconnexion avec des plateformes d'échange d'informations routières : SIREDO, WEBTRAFIC, etc...). Ces fonctions apportent de nombreuses facilités aux acteurs de la sécurité et plus particulièrement aux OPC dont la mission première est de garantir des conditions de circulations optimales aux automobilistes.

4.3.2. Gestion événementielle et pilotage de l'affichage de messages sur PMV

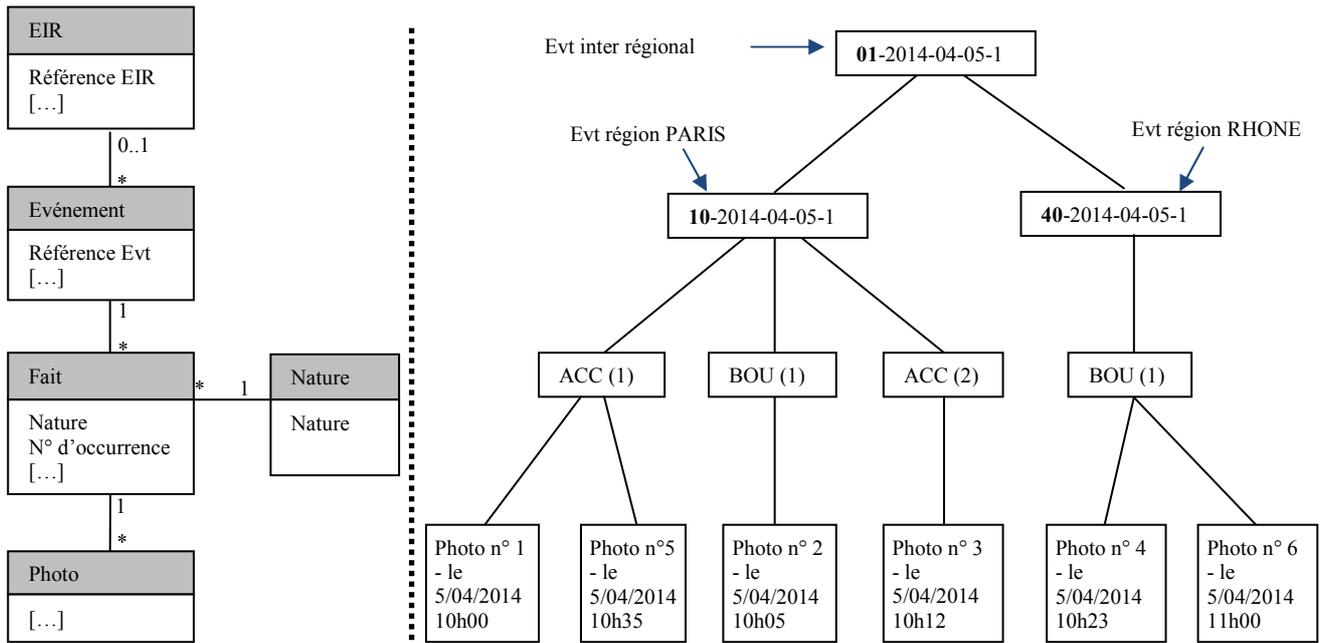
La faculté d'afficher des messages sur des PMV constitue une fonction importante prise en charge par le SAGT. En effet, elle s'intègre dans la palette d'outils utilisés dans le cadre de la gestion du trafic puisqu'elle permet d'influer directement sur le flux de circulation. Les deux parties de cette section, présentent l'interdépendance de la fonction de gestion événementielle et du mécanisme d'affichage des messages sur les panneaux.

4.3.2.1. Gestion événementielle

La gestion événementielle est un concept central autour duquel s'est élaborée la conception du système REGA². En effet, elle permet de modéliser la réalité des événements qui se déroulent sur le réseau routier pour permettre aux opérateurs routiers d'interagir avec elle par le biais d'actions sur des équipements spécialisés, pilotés par le SAGT. L'autre intérêt de cette modélisation réside dans la possibilité de suivre et de renseigner l'évolution des événements afin d'informer, en temps réel, différents acteurs externes partenaires tels que par exemple les préfetures, les forces de l'ordre ou encore les directions interdépartementales des routes (DIR). Cette modélisation assure ainsi l'intégration du traitement des événements dans un processus d'entreprise dédié à la sécurité du réseau. Explorons, dès à présent, les fondements généraux de la logique événementielle de l'application REGA².

Les **événements** renseignés dans le système REGA² sont des entités regroupant un ou plusieurs faits localisés dans une même région. Un **fait** constitue donc un « sous-événement » ayant comme caractéristique d'avoir une nature qui lui est propre. Si plusieurs faits sont intégrés au sein d'un même événement, c'est qu'il existe une relation de cause à effet entre eux. Dans le cadre d'un même événement, les faits de même nature seront distingués par un numéro d'occurrence afin de les différencier. Les faits sont qualifiés et saisis par le biais d'images instantanées appelées « **photos** » reflétant leur configuration à un instant donné (implantation, état des voies, caractéristiques, messages panneaux ...). La chronologie d'un fait peut donc être retracée grâce aux photos successives renseignées dans le système par les OPC. Un événement a une durée de vie dépendante des faits qui lui sont rattachés. Chaque événement possède un état : il est soit « En cours » à partir du moment où le premier fait est créé, soit « Terminé » si tous les faits le composant sont terminés. Il existe également une autre entité, appelée Evènement Inter Régional (EIR), permettant de regrouper des événements contenant des faits localisés sur plusieurs régions différentes. Cette entité existe afin de permettre à des opérateurs d'une région (OPCR) de compléter le plan d'affichage d'un fait créé par un opérateur d'une autre région avec des PMV de leur région. En effet, les OPCR ne peuvent utiliser que les PMV de leur région d'affectation. Ces événements deviennent alors accessibles et utilisables par les sites régionaux concernés et les photos saisies peuvent ainsi contenir dans leur plan d'affichage des panneaux de plusieurs régions différentes. En effet, comme nous le verrons par la suite, la photo est utilisée comme support pour la définition de plan d'affichage PMV.

Illustration n° 8 : Diagramme de classe UML simplifié des principales entités événementielles REGA



Structure du n° d'événement : RR-AAAA-MM-JJ-N°, avec :

- RR = N° de région administrative (10=PARIS, 40=RHONE, 50=RHIN / 01 si PCC) de création de l'événement
- AAAA = Année de création de l'événement
- MM = Mois de création de l'événement
- JJ = Jour de création de l'événement
- N° = Numéro d'événement depuis le début du jour

Les entités instanciées, à droite dans l'illustration n°8 (ci-dessus), présente un enchaînement de faits s'étant déroulés comme suit. Le 5 Avril 2014 à 10h, un accident qui s'est produit dans la région n°10 (PARIS) a donc généré un événement sur lequel a été rattaché un fait de nature Accident (ACC Occurrence 1). Cet accident a entraîné la formation d'un bouchon (fait BOU occurrence 1) à 10h05, puis la survenue d'un nouvel accident (ACC occurrence 2) à 10h12. Tous ces faits se trouvant dans une zone limitrophe avec la région n°40 (RHONE), ont entraîné un allongement du bouchon sur cette région voisine. Ainsi, un nouvel événement (avec un fait Bouchon (fait BOU occurrence 1) a été créé dans cette région à 10h23. Cependant, les 2 événements créés ayant un lien de causalité, un EIR a été créé par le PCC pour associer ces 2 événements appartenant à des régions différentes. A 10h35, l'opération de désincarcération est terminée dans le cadre de l'occurrence 1 de l'accident de la région 10.

Afin de poursuivre la description de la structure des entités événementielles, examinons la structure d'une photo REGA. Elle permet de décrire et qualifier un fait tout en le situant dans le temps et dans l'espace constitué du linéaire autoroutier. Aussi, une photo contient diverses informations telles que la nature qualifiant le fait, la localisation APS (Autoroute – PR – Sens), le type de localisation (Section courante, Diffuseur, Aire, Pont, Tunnel, etc...), des caractéristiques propres à la nature de fait, ou encore des horodates (de saisie, de fait, etc...). En complément, les photos stockent deux types d'informations importantes pour l'exploitation : 1/ **P'états de voies** (ETV) permettant de donner des informations particulières sur chacune des voies de circulation comme par exemple la présence d'un balisage, ou son utilisation en circulation en sens inverse dans

le cas d'un chantier de basculement, ou encore son caractère étroit lors d'un balisage lourd (cf. détail en annexe n°10.9.2, page 170). 2/ **le plan d'affichage PMV** comportant l'ensemble des messages d'information ou d'alerte renseignés par les OPC pour traiter le fait.

Il est important de noter que la caractéristique première d'un fait réside dans sa nature. Cette caractéristique permet d'adapter la description des photos au contexte événementiel et de mettre à disposition des OPC des fonctionnalités adaptées. Le tableau, fourni en annexe n°10.9.3 (page 171), présente les différentes **natures de faits** gérées par l'application REGA² et utilisées pour constituer les références de fait. A ces natures sont associées des caractéristiques et des fonctions spécifiques, spécialisant ainsi la notion de fait. Remarquons qu'une nouvelle nature de fait « vitesse » (VIT) a été créée spécialement pour le besoin de la gestion de la RV dans REGA². Une description complémentaire des notions événementielles est consultable en annexe n°10.9.4 (page 172) ainsi qu'un écran comportant un exemple de plan d'affichage associé à une photo.

4.3.2.2. Affichage de messages sur PMV

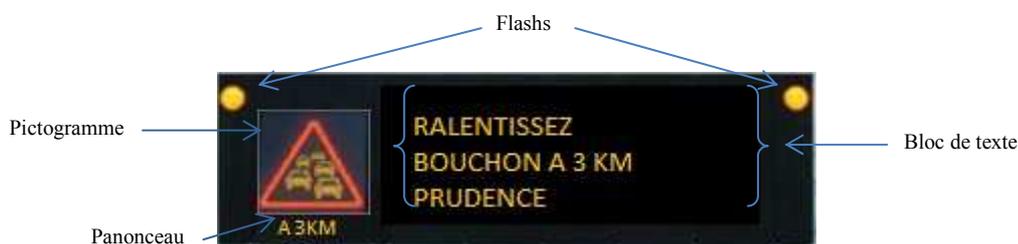
L'affichage de messages sur les PMV relève d'une fonction importante de l'activité des OPC. Aussi, le système REGA² met à disposition des outils permettant de les assister dans cette tâche. Ces outils reposent sur trois principes importants. En premier lieu, la définition d'un panneau dans le système REGA repose sur une structure générique, lui permettant de gérer des affichages indépendamment de la spécificité des configurations terrain. Ensuite, le second principe stipule que tout plan d'affichage PMV est rattaché à une photo. Notons que des outils d'assistance aident à la composition de messages, notamment en proposant l'utilisation de variables pour simplifier la saisie ou encore en permettant la propagation d'un message sur un ensemble de PMV. Enfin, le troisième principe permet au système REGA² de gérer la concomitance de demandes d'affichage sur un même panneau au travers de règles d'arbitrages basées sur des notions de priorité. Examinons plus en détail chacun de ces trois principes.

Tout d'abord, REGA fonde la gestion des affichages sur la modélisation d'une **structure générique de panneau** pouvant comporter tout ou partie des trois ensembles de composants suivant :

- Un bloc de texte constitué de 1 à 4 lignes, dont le nombre de caractères peut varier, et permettant d'afficher un message littéral,
- Un bloc pictogramme avec, éventuellement, une ou deux lignes dédiées composant le panneau (lignes de texte affichées sous le pictogramme), pour afficher des signaux visuels,
- Un bloc de deux feux « flash » permettant d'attirer l'attention sur l'importance du message.

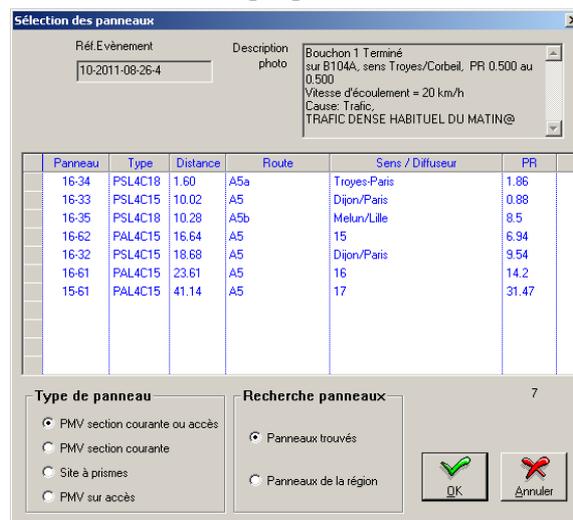
Un PMV peut donc être inscrit dans le référentiel du SAGT en définissant les éléments qui le composent.

Illustration n° 9 : Eléments composant un PMV générique.



Comme le montre l'illustration n°9, la structure des panneaux « pictogramme », utilisée notamment pour la RV, comporte un sous-ensemble d'éléments composé d'un bloc « pictogramme / panneau » et de flashes. Les OPC ont ainsi la possibilité de renseigner, dans un module spécifique du système REGA² appelé Dialogue Photo (DP), des messages grâce à une interface de saisie générique. Cette interface permet, en outre, de regrouper la saisie de messages à afficher sur un ou plusieurs PMV au sein d'un plan d'affichage. Une fois validé dans le système REGA², **le plan d'affichage PMV est rattaché à une photo** qui, comme nous venons de le voir, constitue une instance de fait, que ce dernier soit en cours ou prévisionnel. Lors de la saisie d'une photo localisée, le système assiste l'OPC en lui proposant les PMV implantés en amont du fait en cours de saisie (cf. illustration n°10).

Illustration n° 10 : Ecran du module DP proposant les PMV en amont d'un fait saisi.

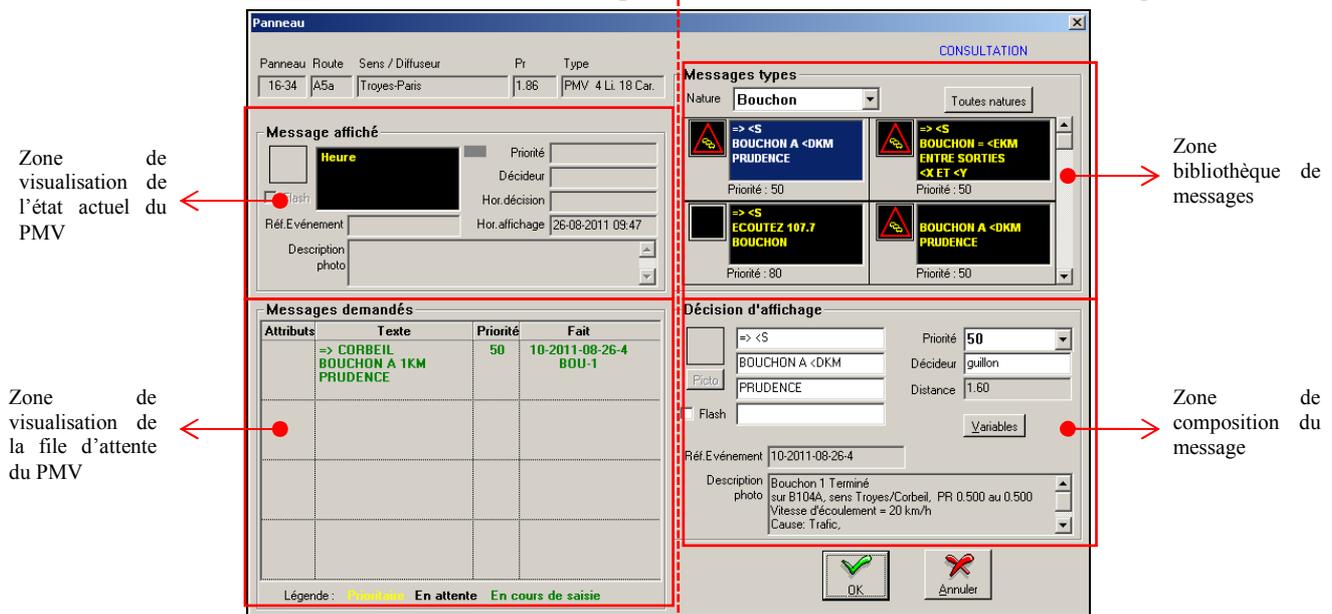


Une fois le ou les PMV sélectionnés, un écran spécifique permet, pour chacun d'eux, de composer un message à afficher. Cette composition de message peut être, soit saisie manuellement, soit être issue d'une bibliothèque de message. Dans ce dernier cas, une nouvelle assistance propose, en fonction de la nature du fait renseigné et de la structure du PMV (nombre de lignes, nombre de caractère par ligne, présence ou absence d'un pictogramme), un ensemble de messages pré-enregistrés que l'OPC peut sélectionner (cf. zone « Messages types » de l'écran présenté dans l'illustration, ci-après). Une fois le message sélectionné, l'OPC peut éventuellement le modifier, s'il le souhaite, avant de le valider (cf. zone « Décision d'affichage »).

L'écran présenté dans l'illustration n°11 permet, dans sa partie en bas à droite, de concevoir un message à afficher sur un PMV donné (ici, celui implanté sur la route A5a dans le sens Paris/Troyes au PR 1.86) et, dans sa partie située en bas à gauche, de visualiser la position de ce message dans la file d'attente du panneau. La zone, en haut à droite, présente la bibliothèque de messages filtrée par le critère de la nature de fait (bouchon, accident, etc...) et à partir de laquelle l'OPC peut sélectionner le texte à afficher. Dans la partie gauche de l'écran, la zone située en haut permet de visualiser l'état actuel du panneau concerné par la saisie, tandis que le tableau situé en bas permet de visualiser les messages dans la file d'attente du PMV. Seul le message en haut de la file sera envoyé à l'affichage. Dans le cas présent, le message en cours de saisie est le seul dans la file d'attente. Il sera donc envoyé directement au PMV lors de la validation de la photo. En

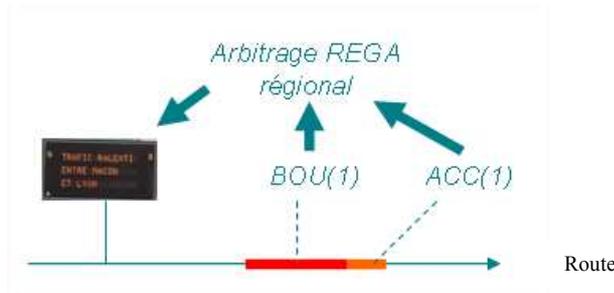
complément, notons que les messages saisis contiennent des zones variables (signe « < » suivi d'une lettre. L'annexe n°10.9.5 (page 173) détaille leur codification.

Illustration n° 11 : Ecran du module DP permettant à l'OPC d'élaborer un message PMV.



La multiplicité des faits ouverts à un instant donné et comportant des demandes d'affichage concurrentes sur des PMV communs nécessitent qu'un **mécanisme d'arbitrage** « temps réel » définisse les messages qui seront finalement transmis à l'affichage. Ce mécanisme, au cœur du système REGA², est **basé sur la notion de priorité**. Les critères de détermination du message le plus prioritaire sont les suivants, dans l'ordre croissant d'importance [1] le niveau de priorité du message (plus le numéro associé à la priorité est petit et plus la priorité effective est importante), [2] la distance entre le fait déclaré et le PMV, [3] l'horodate de saisie de la photo du fait.

Illustration n° 12 : Arbitrage par REGA² de 2 demandes d'affichage concurrentes sur un même PMV.



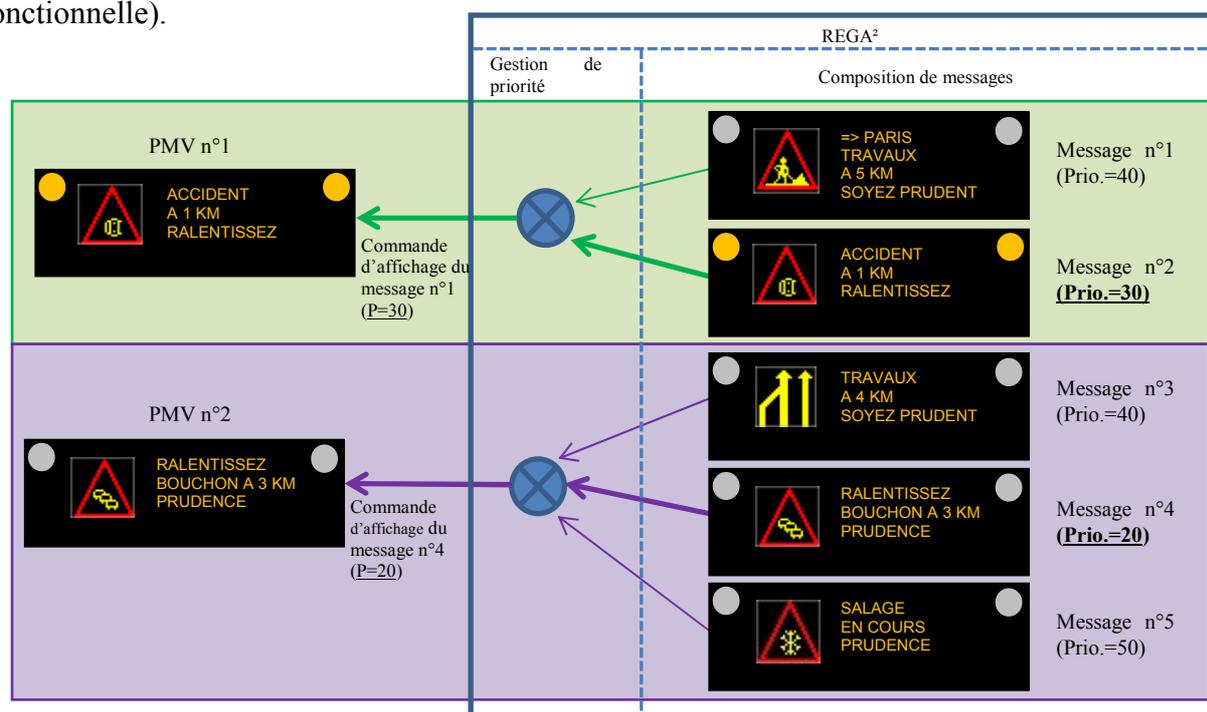
L'illustration n°12 présente deux faits déclarés sur un linéaire autoroutier contenant dans leur plan d'affichage respectif des messages sur un même PMV en amont. Le fait de nature « accident », créé en premier, a demandé un affichage PMV avec une priorité P1 avertissant de sa présence. Le message, étant le seul dans la file d'attente, a donc été envoyé par le système à l'affichage. Par la suite, l'accident génère un bouchon en amont et l'OPC crée ainsi un fait associé en lui adjoignant un message pour le même PMV avec une priorité P2. Plusieurs cas peuvent se présenter (en tenant compte du fait qu'il n'y ait que ces deux messages dans la file d'attente) :

- si P1 est plus forte que P2, alors le message de l'accident restera affiché.
- si P2 est plus forte que P1, alors le message du bouchon sera envoyé à l'affichage.

- si P1 est égale à P2, alors le message du fait le plus proche du PMV sera envoyé en priorité. Dans l'illustration, le message du bouchon sera donc envoyé à l'affichage.
- si P1 est égale à P2 et supposons également que les distances entre chacun des deux faits et le PMV ait été identiques, alors le message du fait saisi le plus récemment sera considéré comme prioritaire et sera donc envoyé à l'affichage. Dans l'illustration, le message du fait bouchon aurait été le plus prioritaire car arrivé après l'accident.

Le système gère ainsi, pour chaque PMV, une file d'attente dans laquelle sont stockées toutes les demandes d'affichage de messages. Ces messages restent dans cette file d'attente jusqu'à leur suppression du plan d'affichage. Cette suppression peut être, soit manuelle (c-à-d. explicitement effectuée par l'OPC), soit générée automatiquement par la clôture du fait portant ce message.

Illustration n° 13 : Mécanisme de gestion des affichages de message PMV (vue fonctionnelle).



L'illustration n°13 présente la gestion de priorité appliquée aux files d'attentes de deux panneaux. Concernant la file d'attente associée au PMV n°1, le message n°2 de priorité plus forte (P=30) que celle du message 2 est envoyé à l'affichage sur le panneau. Suivant le même procédé dans la file d'attente relative au PMV n°2, le message 4 ayant la priorité la plus forte (P=20) par rapport aux messages n°3 et 5 est envoyé à l'affichage. Ce mécanisme d'arbitrage des messages à afficher, basé sur la gestion de priorités, constitue le socle du processus d'affichage PMV du SAGT REGA². Le module DP, décrit ci-après, est le point d'entrée vers les IHM présentées précédemment, permettant aux OPC de renseigner les affichages de messages.

4.3.2.3. Module de saisie « Dialogue Photo »

L'élément central du **module du Dialogue Photo** est constitué d'un écran de saisie permettant aux OPC de renseigner le déroulement des faits qui ont lieu sur le réseau, conformément aux concepts événementiels détaillés précédemment. L'utilisation de cet écran ne se limite pas à des saisies « temps réel », il permet également de préparer des entités prévisionnelles dont la structure peut être plus ou moins élaborée telles que les photos prévisionnelles (PP), mémorisant un état de

fait isolé, les scénarios de faits (SF) / Modèles de faits (MF), stockant les photos prévisionnelles d'un ensemble organisé de faits et les chantiers prévisionnels (CP), stockant des photos prévisionnelles associées à des faits de nature chantier et utilisant des fonctionnalités spécifiques comme, par exemple, des contrôles de validité règlementaires ou des états de restitution particuliers (diagrammes de Gantt, diagrammes en chemin de fer, fiche balisage). Les photos composant les CP décrivent généralement les différentes configurations du chantier dans le temps. Ces entités événementielles préalablement préparées peuvent être activées à tout moment, et donc passées à l'état réel, par les OPC selon les besoins de l'exploitation. Les deux derniers modèles d'entités prévisionnelles offrent l'avantage de contenir des plans d'affichages PMV préparés, rendant ainsi plus réactif l'envoi sur panneau d'informations à destination des automobilistes.

Illustration n° 14 : Ecran générique de saisie du module DP.

L'illustration n°14 présente l'écran de saisie principal utilisé pour la saisie des photos à l'origine des entités événementielles réelles ou prévisionnelles. La zone délimitée par un trait en pointillé orange contient des champs spécifiques à la nature du fait avec ici la nature « Chantier ». On retrouve dans cet écran les boutons « Panneau » et « Etat des voies » menant respectivement aux écrans de composition du plan d'affichage PMV et aux écrans de description de l'occupation des voies. Une description des entités événementielles préparées et de leur utilisation est consultable en annexe n°10.9.6 (page 174).

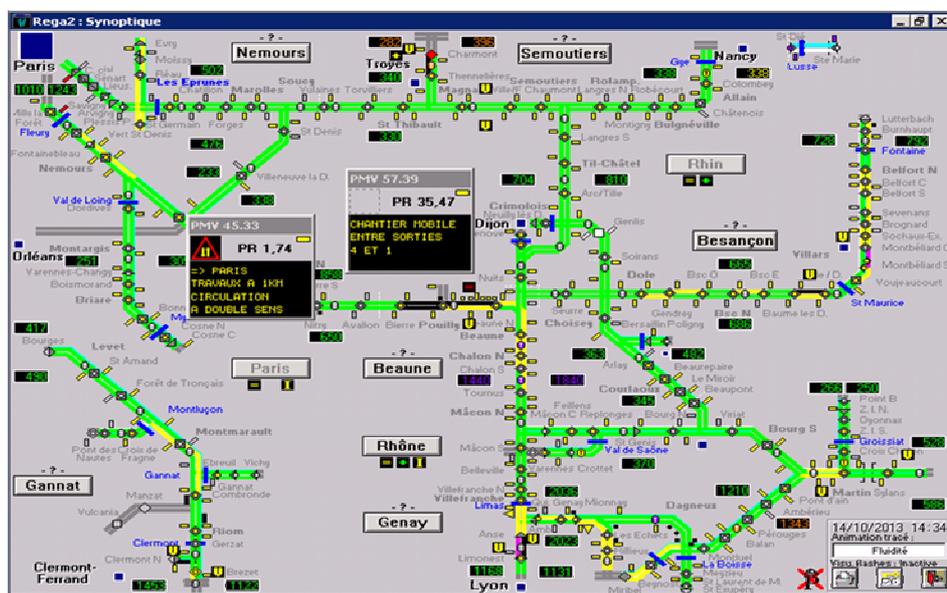
4.3.2.4. Affichage des faits sur synoptique

En complément du module DP, une application spécifique appelée « **synoptique REGA²** » permet de visualiser en temps réel les conditions de circulation sur le réseau autoroutier de la société. Cette application est dédiée à la représentation synthétique des informations collectées par le SAGT telles que les affichages sur les différents PMV, les mesures remontées par les stations de comptage et météorologiques. Les faits en cours, renseignés par les OPC, y sont également représentés sous forme symbolique.

Trois niveaux de vues sont visualisables avec le module « synoptique » : Une vue générale de type « réseau », une vue intermédiaire de type « région », une vue détaillée de type « tronçon ». Ce

dernier type de vue permet, en outre, une visualisation précise de l'état des voies. Concernant les modes de visualisation, il en existe plusieurs avec un mode par défaut d'affichage en temps réel (TR). Il est toutefois possible de rejouer des situations passées, à partir de l'historique des faits en cours ou terminés, ou des situations futures, à partir des entités prévisionnelles saisies dans le système. Ce mode de visualisation permet de suivre la progression des conditions de circulation par pas de temps paramétré. Il est à noter qu'il est également possible de visualiser diverses couches d'animation du linéaire routier représentant respectivement la fluidité du trafic, le mode de traitement des routes dans le cadre du service hivernal, les conditions de conduites actuelles liées au service hivernal, les conditions de conduite prévues liées au service hivernal, le niveau de gêne des chantiers, le niveau de dégradation des temps de parcours, les vitesses prescrites sur le réseau (créée dans le cadre du présent projet).

Illustration n° 15 : Affichage en mode TR de la vue « Réseau » du synoptique REGA.



La représentation symbolique, présentée dans l'illustration n°15, est restituée avec un niveau de vue général du réseau. Il est toutefois possible de zoomer sur deux autres niveaux de vue : un niveau régional et un niveau tronçon. Quels que soient les niveaux de vue consultés, il est possible de visualiser les informations liées aux équipements terrains et en particulier les affichages PMV comme le montrent les deux fenêtres d'aperçu présentées dans l'illustration.

4.3.3. Pilotage d'équipements

Après avoir exploré les concepts liés à la gestion événementielle du système REGA² et les modules applicatifs associés, intéressons-nous maintenant aux informations dynamiques issues du terrain, alimentant automatiquement le SAGT. Parmi les équipements présentés précédemment dans la partie 4.2 « Equipements dynamiques », un sous-ensemble seulement est intégré dans la chaîne de traitement de données du SAGT. Il s'agit, d'une part, d'équipements ayant en charge la collecte de données « terrain », et d'autre part, d'équipements de signalisation de type PMV pilotables par le SAGT. Concernant le dialogue entre ces équipements et le SAGT, celui-ci ne s'effectue pas directement mais fait intervenir des frontaux de communication traduisant les ordres de pilotage

issus du SAGT en commandes normalisées et interprétables par les différents équipements. Le protocole de communication des frontaux avec les équipements est appelé TEDI/LCR (Langage de Commande Routier). Ce protocole normalisé AFNOR a été élaboré par les fournisseurs et utilisateurs d'équipements de la route afin de faciliter leur intégration au sein de systèmes de pilotage. Examinons maintenant les modalités d'utilisation, tout d'abord, des équipements de collecte, puis des équipements de signalisation. Les **équipements de collecte** regroupent les stations de comptage trafic et de mesures de données météorologiques (cf. §4.2.1, page 27) qui fournissent à REGA² des recueils de données à intervalle de temps régulier fixés à six minutes. Ces deux types d'équipements de collecte possèdent une similitude concernant la gestion de la remontée des flux de données vers le SAGT. Les stations sont connectées à des serveurs concentrateurs de données, également appelés « PC Constructeurs » (PCCR) dont le rôle est d'interroger les stations et de stocker les données temporairement. Il existe un ou plusieurs PCCR de type comptage et de type météo par district. Concernant la communication entre le SAGT et les PCCR trafics ou météorologiques, la transmission des données s'effectue grâce deux modes de collecte : l'un en mode « temps réel », l'autre en mode « récupération ». Ces deux modes d'échange se basent sur un protocole propriétaire REGA² adossé à une communication par socket TCP. Les serveurs régionaux composant le SAGT REGA² sont toujours à l'initiative du dialogue tandis que les PCCR ont en charge de répondre aux requêtes qui leur sont envoyées. Les **équipements de signalisation** sont utilisés pour délivrer aux automobilistes des messages variables suivant les circonstances. En mode nominal, ces équipements sont pilotés par le système REGA² cependant, ils peuvent être utilisés directement par la console du frontal, en mode dégradé. La communication entre le système REGA² et les frontaux auxquels sont reliées les PMV respecte les règles d'un protocole spécifique et propriétaire. La communication du système REGA² avec les PCCR PMV repose sur deux processus de dialogue asynchrones. Le premier processus transmet les demandes d'affichage, une fois l'arbitrage réalisé par le SAGT dans les files d'attente de chaque PMV. Le second interroge à intervalle régulier les différents PCCR pour connaître l'état technique des PMV incluant notamment les messages réellement affichés sur le terrain. A l'instar de la communication avec les PCCR Trafic et Météo, les échanges entre les serveurs REGA régionaux et les PCCR PMV s'appuient sur un protocole propriétaire adossé à une communication par socket TCP.

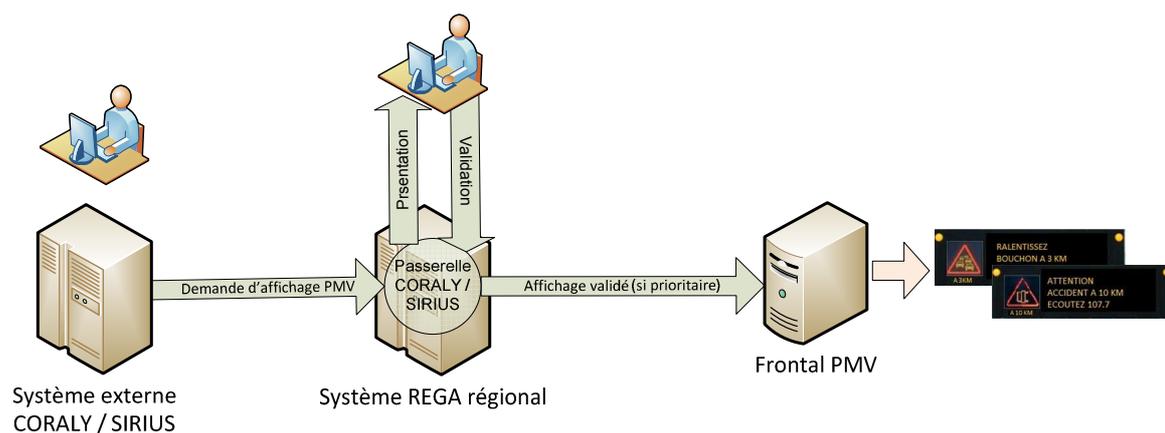
4.3.4. Passerelles applicatives

Bien que le système REGA² fonctionne de manière autonome, il est interconnecté avec des systèmes externes via des passerelles applicatives. La plupart d'entre elles sont hébergées sur le serveur REGA² central cependant deux passerelles particulières, dédiées essentiellement au partage du pilotage des PMV avec des organismes extérieurs, sont implantées sur des serveurs régionaux.

Les **passerelles applicatives centrales** mettent en œuvre essentiellement des fonctions de diffusion ou d'échange d'information vers des systèmes externes. Elles sont hébergées sur le serveur REGA² central où leurs données sont stockées dans des schémas connexes à la base de données centrale qui concentre les données dynamiques issues des serveurs régionaux. On recense actuellement six interfaces « passerelles » du PCC. Tout d'abord, l'interface SIREDO assure une liaison bidirectionnelle vers un système d'échange de recueil de données trafic (Module d'Interconnexion version 2 – MI2) intégré à un réseau de serveurs exploités par les Centres

d'Ingénierie et de Gestion du Trafic (CIGT). Ensuite, l'interface STRADANET a pour rôle de distribuer, vers une plateforme de diffusion dédiée, des informations événementielles codifiées dans un format normalisé, appelé DATEX, et destinées à d'autres opérateurs routiers. Il existe également une interface passerelle appelée TPG (signifiant Temps de Parcours Généralisé) fournissant au système REGA² des calculs de temps de parcours exploitables en particulier pour des affichages d'informations sur PMV. L'interface WEBTRAFIC constitue également un module passerelle prenant en charge la diffusion d'informations événementielles, trafic et de temps de parcours vers un organisme appelé GIE Autoroutes Trafic. La transmission de ces informations permet d'animer le site internet WebTrafic, pour la partie APRR, accessible à l'adresse suivante : http://www.aprr.fr/fr/preparation_au_voyage/temps_reel/trafic. L'avant dernière passerelle applicative du PCC, appelée INFO-PARTENAIRES, a pour fonction de générer automatiquement des envois de messages électroniques ou de fichiers personnalisés à destination d'abonnés, en fonction de filtres événementiels élaborés. Enfin, la dernière interface centrale, appelée IKMP (signifiant Indicateur des KiloMètres Parcourus), calcule, en temps quasi-réel, un indicateur restituant le nombre de kilomètres parcourus par les automobilistes, sur le réseau APRR.

Illustration n° 16 : Principe de validation des demandes d'activation issues des passerelles CORALY et SIRIUS.



Les **passerelles applicatives régionales** ont, quant-à-elles, la particularité de permettre de partager l'utilisation de certains PMV à la limite du domaine concédé d'APRR avec des organismes externes. Cette fonction passerelle offre la possibilité à ces organismes de prévenir les automobilistes circulant sur le réseau APRR et se dirigeant vers leurs domaines de compétence de la présence d'événements particuliers. Ces événements présentent généralement un risque pour la sécurité des automobilistes comme, par exemple, un accident ou un bouchon. Ces passerelles sont au nombre de deux et sont hébergées, chacune, sur un serveur REGA² régional. La première passerelle, nommée CORALY, est un module logiciel hébergé par l'environnement REGA² de la région Rhône (Rhône-Ain) qui permet d'échanger des données (trafic, événements réels ou prévisionnels, états PMV, demandes d'activation) avec le système externe du même nom, gérant le trafic de la région lyonnaise. La seconde passerelle, appelée SIRIUS, est un module logiciel hébergé sur l'environnement REGA² de la région Paris, échangeant des données (événements, demandes d'activation PMV, états PMV) vers le système du même nom, gérant le trafic de la région parisienne. Le principe général des passerelles CORALY et SIRIUS est de collecter les demandes issues des systèmes externes respectifs et de les présenter aux OPCR concernés (illustration n°16,

ci-avant). Ces derniers peuvent valider ou refuser les messages demandés. Dans le cas d'une validation, les demandes sont converties en photo porteuses des affichages PMV qui sont ensuite soumises au mécanisme d'arbitrage de priorités intrinsèque au système REGA².

4.3.5. Architecture informatique du SAGT

Après avoir décrit les principales fonctions du SAGT, cette section a pour objectif de décrire, tout d'abord, son architecture logique en présentant, d'une part, l'organisation des différents grands modules fonctionnels qui le composent, et d'autre part, l'architecture applicative. Ensuite, sera présentée l'architecture technique du système REGA² décrivant ses constituants (serveurs, postes clients, frontaux) ainsi que leurs interactions (flux de communication). Enfin, pour clore cette section, l'architecture physique du SAGT sera décrite en mettant en relief les solutions de virtualisation mises en œuvre.

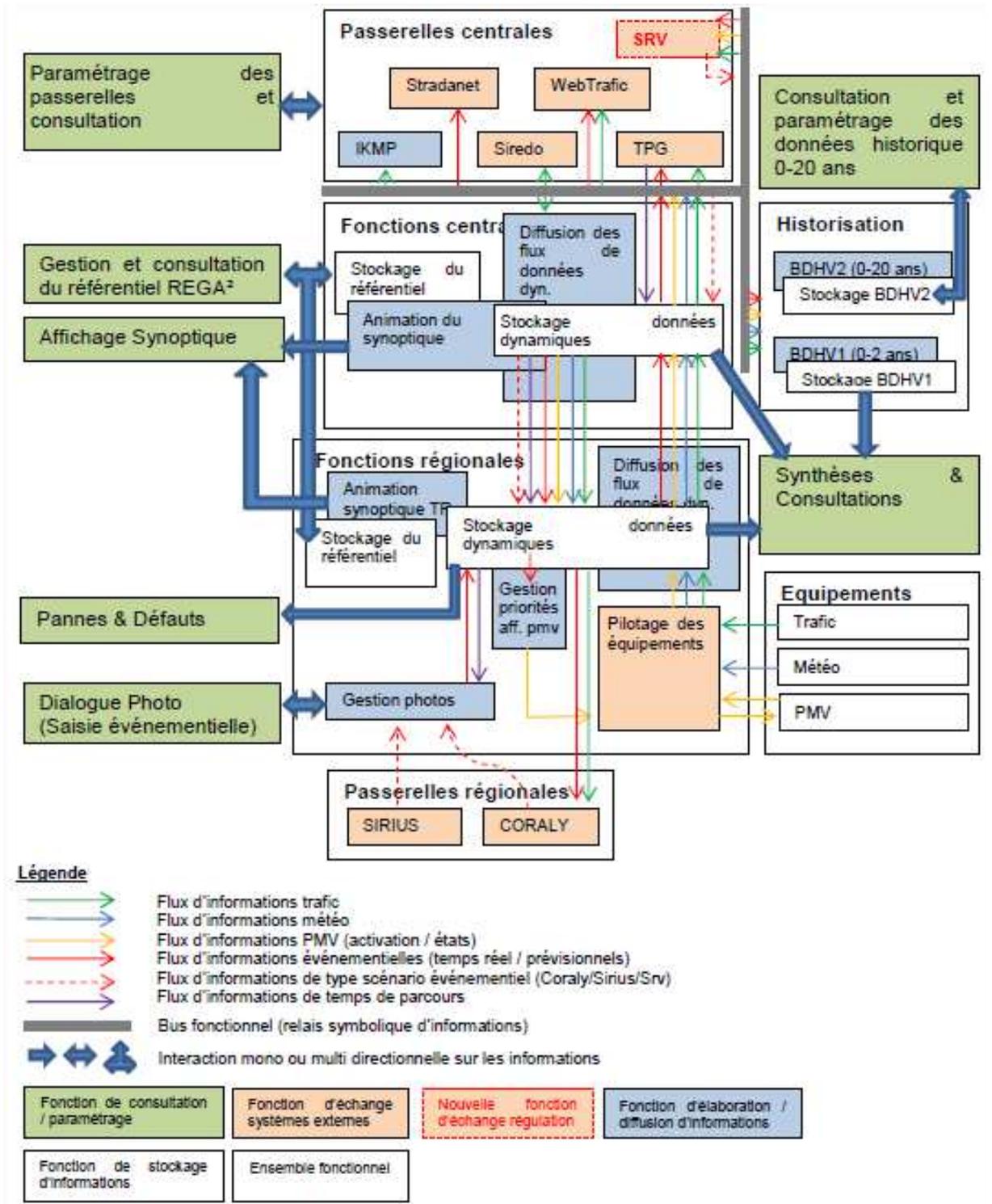
4.3.5.1. Architecture logique

La description logique du SAGT, décrite ci-après, propose d'aborder son architecture sous deux angles de vues complémentaires : le premier, orienté « fonction », décomposant son organisation par bloc technique de transformation ou de diffusion de données, et, le second, orienté « composant logiciel », transposant la vision fonctionnelle en un ensemble concrets d'éléments propre à l'architecture applicative. La représentation de **l'architecture fonctionnelle** d'un SI est une composante importante de la démarche d'urbanisation car elle s'attache à décrire les différents blocs fonctionnels ainsi que les flux d'échange d'information leurs permettant d'interagir entre eux. L'architecture fonctionnelle du SAGT REGA², plus loin, se compose deux types de blocs fonctionnels : un type de fonctions permettant une interaction avec des utilisateurs (rectangles verts) et un type de fonctions autonomes (rectangles bleus, blancs ou orangés). La différenciation de ces deux types de bloc illustre la séparation entre la logique de présentation et la logique de traitement. Cette architecture fonctionnelle met également en application le principe de faible couplage des différents blocs fonctionnels qui le composent. En effet, la logique de traitement met en œuvre une faible dépendance entre les blocs permettant ainsi d'accroître la robustesse globale du système. Mis à part les fonctions de stockage, l'arrêt ou le dysfonctionnement d'un des blocs fonctionnels n'interrompt pas le fonctionnement des autres. L'organisation des blocs fonctionnels met en interaction six grands ensembles. Tout d'abord, l'ensemble relatif aux **fonctions centrales** regroupe les blocs fonctionnels assurant le stockage centralisé des données, l'animation du synoptique central et la diffusion des données. Cette fonction de diffusion a pour rôle de propager des informations vers les trois autres ensembles fonctionnels suivants : l'ensemble des **fonctions passerelles centrales**, communiquant avec des fonctions externes au SAGT, l'ensemble des **fonctions d'historisation**, assurant le stockage sur une durée de rétention de maximum 20 ans des informations issues de l'ensemble fonctionnel central, l'ensemble des **fonctions régionales**, prenant en charge les blocs assurant le stockage régional et la diffusion des informations vers l'ensemble central, l'animation du synoptique régional, la gestion des photos (et plus largement des entités événementielles), la gestion des priorités des affichages PMV et enfin le pilotage des équipements. Ensuite, cet ensemble de fonctions régionales est lui-même en relation avec deux autres ensembles connexes suivant : l'ensemble constitué des **fonctions de dialogue avec les différents équipements dynamiques** (PMV, comptage trafic, collecte de données météorologiques),

l'ensemble des *fonctions de passerelles régionales* prenant en charge le dialogue avec des fonctions externes au SAGT (CORALY et SIRIUS) permettant une utilisation mutualisée de certains PMV.

L'illustration n°17, ci-après, présente de manière schématique l'organisation de ces différents ensembles fonctionnels ainsi que les flux d'information échangés. Les composants de l'architecture fonctionnelle du SAGT sont irrigués par de multiples flux d'informations. Ces informations alimentent des fonctions de stockage permettant de les faire persister et de les mettre à disposition d'autres fonctions.

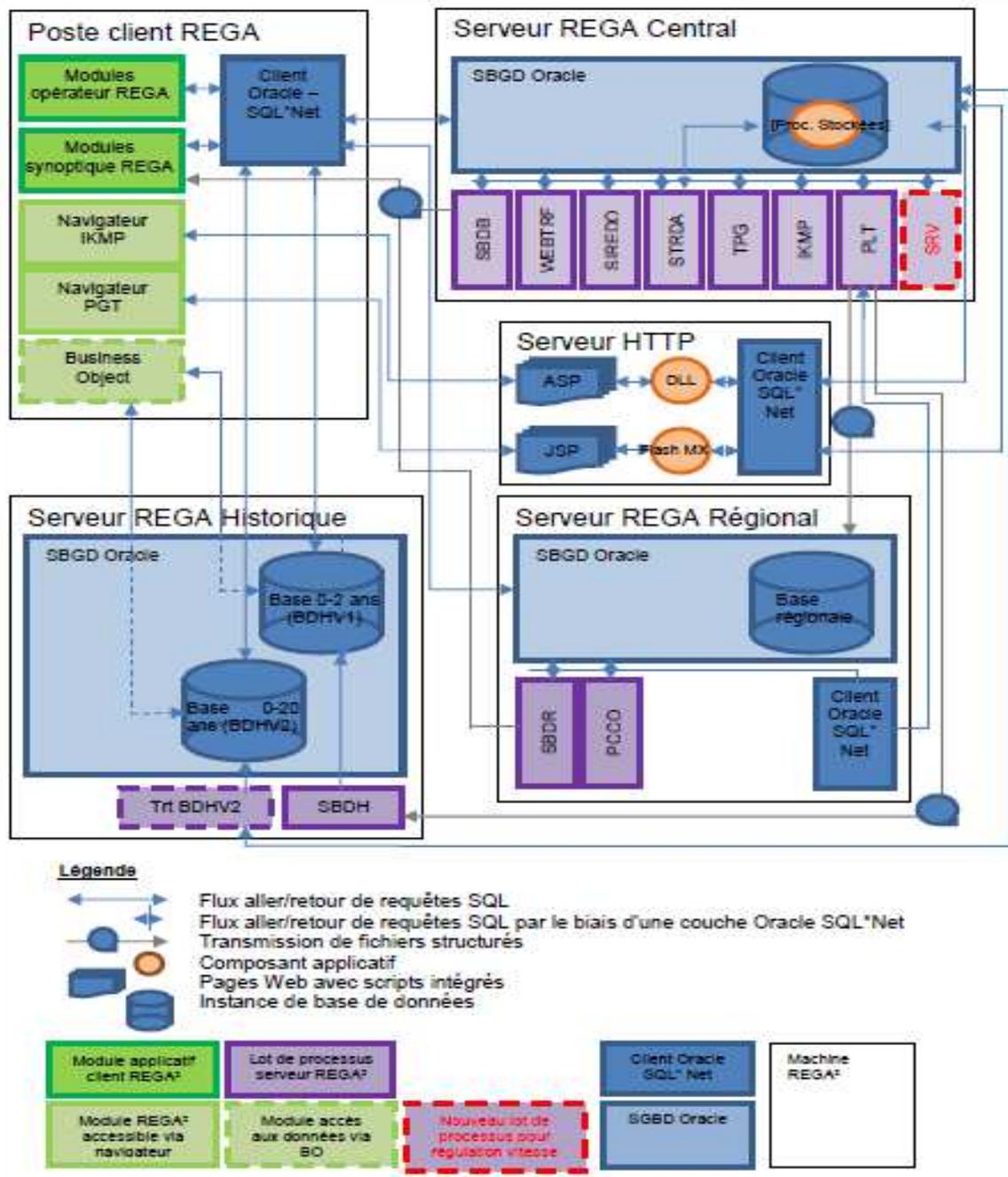
Illustration n° 17 : Architecture fonctionnelle du système REGA².



Concernant la description de l'architecture applicative d'un SI, il existe deux courants principaux : le premier basé sur une approche « Données / Traitement » et le second axé sur une

approche « composants / services ». Les technologies utilisées, s'appuyant essentiellement sur un modèle « client/serveur », se prêtent davantage à une représentation applicative selon la première approche. Les applications ou programmes exécutés sur les postes clients ou les serveurs REGA sont conçus sur un modèle d'architecture de type « client/serveur distribué ». Ce type d'architecture repose sur trois niveaux de services distincts. Le premier niveau (couche de présentation), délègue la gestion de la couche de présentation et des traitements locaux aux postes clients. Le deuxième niveau (couche de traitements), assure l'exécution des traitements « temps réel » sur les serveurs applicatifs. Le troisième niveau (couche de données) prend en charge les services d'un SGBD.

Illustration n° 18 : Architecture applicative du SAGT REGA².



Certaines applications nécessitent, quant-à-elles, l'utilisation d'une architecture faisant intervenir une plateforme intermédiaire entre la couche de présentation et la couche d'accès aux données appelée intergiciel. Deux modules sont particulièrement concernés par ce modèle architectural : le module «Plan de Gestion Trafic » (PGT) et le module d'affichage en temps réel de

l'indicateurs des kilomètres parcourus (IKMP). Pour ces deux applications, la couche de présentation est assurée par un navigateur internet. La couche intermédiaire est constituée de composants métiers invoqués par des scripts ASP ou Flash installés sur serveur HTTP. Enfin, la couche d'accès aux données est assurée par les pilotes Oracle installés également les serveurs HTTP.

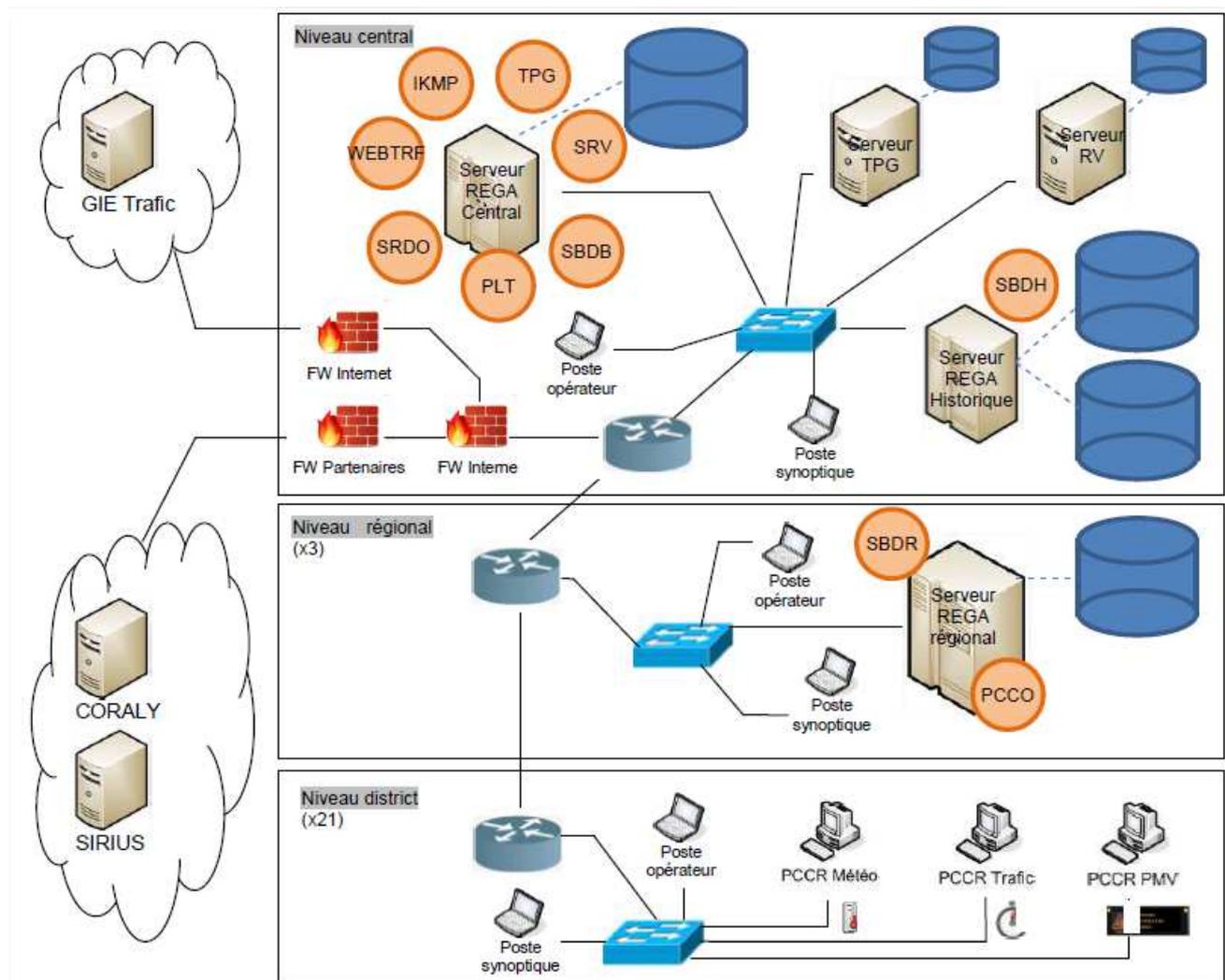
L'architecture applicative (cf. illustration n°18, ci-avant) présente, d'une part, des modules clients installés sur des postes dédiés (poste client REGA) et, d'autre part, des modules serveurs ne nécessitant aucune d'interaction avec les IHM. Tout d'abord, **les postes clients REGA** comportent principalement deux ensembles applicatifs : l'un regroupant les modules de l'application « opérateur » REGA, l'autre constitué de modules permettant l'animation du synoptique REGA. L'application « opérateur » REGA est composée de programmes exécutables accédant directement aux données de la BDD REGA associée via l'interface Oracle SQL-Net. L'application synoptique REGA, quant-à-elle, mixe un accès direct à la BDD avec la consommation de fichiers textes générés par un programme serveur dédié appartenant, soit au serveur REGA central, soit au serveur REGA régional. Notons que certains postes équipés de navigateurs permettent l'accès aux applications PGT et IKMP. Il existe également, au niveau des postes client, la possibilité d'interroger le contenu des BDD historiques à partir de modules Business Object. Enfin, les **traitements fonctionnant en « temps réel »** sont hébergés au sein de différents serveurs applicatifs pouvant s'agir soit du serveur REGA central, soit de l'un des trois serveurs REGA régionaux, soit du serveur REGA historique. Ces traitements sont regroupés en lots ou ensembles de processus fonctionnellement cohérents et fonctionnant de manière totalement indépendante. Le serveur REGA central comporte désormais huit lots de processus en incluant celui réalisé dans le cadre de l'intégration de la nouvelle fonction de régulation de vitesse (lot SRV). Ces lots de processus centraux sont dédiés essentiellement au fonctionnement d'applications passerelles. Concernant les serveurs REGA régionaux, ils comportent deux lots dont l'un est spécialement dédié au dialogue avec les équipements terrains (lot PCCO). Le serveur REGA historique possède deux lots de chargement propre à chacune des deux BDD hébergée. L'une stocke des données détaillées sur une profondeur de deux ans tandis que l'autre conserve des données sur une profondeur de vingt ans. Il est important de souligner que chaque serveur REGA possède son propre SGBDR pour le stockage de ses données.

4.3.5.2. Architecture technique

L'architecture technique permet de visualiser les différents composants systèmes constituant le SAGT ainsi que les liens leur permettant d'interagir entre eux. Ces composants sont organisés par niveau reflétant l'organisation administrative et humaine de la société. Ces niveaux sont les suivants : le niveau « terrain », le niveau district, le niveau régional et le niveau central. Tout d'abord, le niveau terrain, au plus proche de l'infrastructure routière, concentre l'ensemble des équipements collectant les relevés trafics et météorologiques ainsi que les PMV. Ensuite, le niveau district héberge les frontaux ou PCCR, spécialisés par famille d'équipement. Comme nous l'avons vu précédemment, ils assurent la communication avec les équipements en prenant en charge la diversité des protocoles de dialogue liés aux différents fabricants. Ils constituent une couche d'abstraction matérielle pour le SAGT, permettant à ce dernier de mettre en œuvre un protocole

générique, simplifié et indépendant des spécificités du terrain, pour la gestion des équipements. Le niveau supérieur est le niveau régional composé d'un ensemble de trois serveurs applicatifs régionaux REGA² constituant le socle applicatif du SAGT puisque collectant les données issues du terrain ainsi que les informations renseignées par les OPC. Ces serveurs sont à l'initiative du pilotage des frontaux. Enfin, le dernier niveau est le niveau central, comportant deux types de serveurs : Les serveurs centraux REGA² et les serveurs dédiés. Les serveurs centraux REGA² concentrent, d'une part, toutes les données issues des serveurs régionaux ainsi que certaines informations élaborées pour ces mêmes serveurs régionaux, et, d'autre part, les données historisées. Les serveurs dédiés assurent des fonctions particulières au SAGT telles que la fourniture des temps de parcours et, désormais, la génération de scénarios de RV. L'illustration n°19, ci-après, présente le schéma d'architecture technique du système REGA² permettant de visualiser son organisation en strate. Il est à noter que l'ensemble des serveurs applicatifs REGA² régionaux et centraux constituent la colonne vertébrale du système puisqu'assurant l'hébergement des bases de données du SAGT ainsi que l'exécution des traitements. Le noyau applicatif du SAGT est composé de traitements répartis s'exécutant majoritairement en temps réel et regroupés en lots de processus organisés par grandes fonctions logicielles telles que, par exemple, la diffusion de flux de données ou la gestion de la communication avec les équipements. Ces serveurs sont présents au niveau central et régional.

Illustration n° 19 : Architecture technique du SAGT REGA².



En parallèle, l'accès aux modules applicatifs REGA² est assuré par les postes clients présents à tous les niveaux de l'organisation (hors terrain). D'une part, les postes « opérateur » (PO) et « synoptiques » (POS) présents au niveau district ou régional accèdent, par défaut, aux données de la BDD hébergées sur le serveur REGA régional. Ces postes peuvent également se connecter ponctuellement, via l'application « opérateur », sur le serveur REGA historique. En cas d'un éventuel problème sur le serveur REGA, il est possible de se connecter en accès distant sur les PCCR PMV pour afficher des messages en urgence sur les panneaux. D'autre part, les PO et POS présents au niveau central accèdent, par défaut, aux données de la BDD hébergée sur le serveur REGA central. Ils permettent également de consulter des données stockées dans les deux bases historiques grâce à des fonctionnalités spécifiques de l'application. De plus, les PO centraux peuvent se connecter de manière ponctuelle sur les bases régionales, notamment lors de la validation de photos.

Concernant l'organisation du réseau sur lequel s'appuie l'architecture technique REGA, à chaque niveau d'organisation, correspond un sous-réseau physique. Ces sous-réseaux interconnectés sont intégrés dans un réseau virtuel (VLAN) dédié à l'architecture REGA permettant ainsi de garantir son étanchéité vis-à-vis des autres réseaux de la société. Concernant les accès vers les systèmes externes, le VLAN fait transiter ses flux de données sortants via un premier pare-feu (FW « interne » ou Fire Wall). Puis, en fonction du système destinataire et des protocoles utilisés, le flux est redirigé, soit vers le FW « Internet » pour les flux de données échangés avec les serveurs du GIE Trafic (protocole FTP pour les flux WebTrafic et Datex), soit vers le FW « Partenaires » pour les flux de données échangés avec les systèmes externes CORALY et SIRIUS (protocole SFTP).

Pour parachever la description de l'environnement technique du SAGT, l'annexe n°10.9.7 (page 175) synthétise la diversité des technologies utilisées, tant du point de vue des systèmes d'exploitation et des plateformes applicatives, que des outils de développements utilisés.

4.3.5.3. Architecture physique et virtualisation

L'architecture physique propose une vue différente de l'architecture technique en présentant la couche matérielle hébergeant la couche d'organisation relative aux composants systèmes (serveurs applicatifs, ...). La composition de l'architecture physique repose sur diverses solutions de virtualisation des composants systèmes. Cette architecture se décompose ainsi en trois sous-ensembles distincts. Le premier regroupe les serveurs physiques mutualisant l'utilisation de l'application cliente « opérateur ». Le second comprend les serveurs physiques hébergeant des instances d'applications « synoptique » sur des machines virtuelles. Le troisième est constitué de serveurs physiques hébergeant les serveurs REGA² de traitements « temps-réel » virtualisés. Il est important de souligner que la mise en œuvre de ces opérations de virtualisation a entraîné la centralisation des infrastructures matérielles sur le data center APRR alors qu'initialement, elles étaient réparties pour palier à d'éventuelles défaillances du réseau. La sécurisation du réseau informatique a donc été un prérequis indispensable pour le déploiement d'une telle architecture. L'annexe n°10.9.8 (page 176) présente plus en détail l'architecture de virtualisation de l'infrastructure REGA².

4.3.6. Contraintes du système REGA²

Le SAGT REGA² est soumis à de fortes contraintes de diverses natures imposées par l'activité de la filière métier liée à la sécurité des clients sur le réseau autoroutier.

En premier lieu, la **contrainte de haute disponibilité** du système demande un fonctionnement continu du système 24h/24 et 7j/7. Cette exigence sous-tend l'existence de mécanismes de sécurisation mis en œuvre, tant sur le plan de l'architecture applicative que de l'infrastructure, afin de minimiser au maximum l'impact d'une défaillance matérielle. L'architecture applicative décentralisée apparente le système REGA² à un système réparti dont l'une des caractéristiques première est d'exécuter des traitements sur des machines distinctes, sans ressources partagées, tout en laissant l'impression à l'utilisateur final qu'il s'agit d'une seule et unique machine. Cette architecture déconcentrée garantit deux niveaux de sécurité. Le premier est garanti par l'autonomie de fonctionnement des serveurs régionaux en cas de défaillance d'un autre serveur qu'il soit régional ou central. Le second niveau de sécurité permet de limiter l'impact de la défaillance d'un frontal sur les processus régionaux de pilotage des équipements du fait de leur répartition par district. D'autre part, le mécanisme de diffusion des flux de données, assurée par la PLT, concentre les données régionales vers le serveur central permettant ainsi d'assurer la redondance par le biais d'une réplication applicative. Concernant les mécanismes de sécurisation liés à l'infrastructure, la réplication « bas niveau » de certaines baies de disque gérées par SAN (Storage Area Network en anglais), hébergeant le système et les bases de données du SAGT, accroît la sécurité du stockage des données par duplication physique des données. Cette réplication est rendue possible par l'utilisation de commutateurs permettant une connectivité à très haut débit, s'appuyant sur le protocole Fibre Channel, entre les éléments de stockage du SAN. Par ailleurs, un autre mécanisme de sécurisation complémentaire a également été mis en œuvre par le biais d'une fonction de sauvegarde à chaud des bases de données. Cette fonction fournie par la version 11g d'Oracle offre ainsi au SAGT la possibilité de fonctionner sans interruption de service. La haute disponibilité du système est renforcée par l'infrastructure matérielle redondée et gérant la répartition de charge, décrite précédemment, concernant les applications clientes hébergées soit sur des serveurs Citrix, soit sur des machines virtuelles, elles-mêmes supportées par des serveurs dédiés.

Ensuite, la **contrainte de fiabilité** constitue également une exigence forte devant être impérativement satisfaite par un SAGT. Cette contrainte concernant principalement les traitements et les données est garantie par divers mécanismes. Tout d'abord, l'architecture applicative serveur regroupe les différentes fonctions logicielles en ensembles cohérents de processus serveur appelés lots. Ces lots fonctionnent de manière asynchrone afin de minimiser l'impact d'un éventuel dysfonctionnement sur les autres lots du serveur. Un dysfonctionnement grave d'un processus peut entraîner l'arrêt du lot auquel il appartient sans pour autant empêcher les autres lots de continuer à fonctionner. D'autre part, un composant important du SAGT permet de garantir l'intégrité des données. Il s'agit du SGBDR Oracle qui assure la gestion des transactions en garantissant leurs propriétés désignées sous l'acronyme ACID (Atomicité, Cohérence, Isolation, Durabilité).

Enfin, pour terminer cette section relative aux contraintes s'appliquant au SAGT, il est important de souligner celle associée à la nécessité de **performance** rendant le système global exploitable avec des temps de réponse acceptables. L'architecture décentralisée faisant intervenir de

nombreux composants logiciels et matériels fonctionnant de manière indépendante a permis d'optimiser les temps de réponse. En outre, le choix de la délégation des traitements de collecte à des composants dédiés a été retenu pour collecter, à chaque cycle 6 minutes et avec un délai de réponse acceptable, des milliers de mesures issues du terrain. Concernant le pilotage des quelque 450 PMV du réseau, les interrogations s'effectuent, quant-à-elles, sur des cycles d'environ 10 secondes. Notons également que la modernisation des infrastructures matérielles et réseaux initiée ces dernières années a favorisé un regroupement progressif des PCCR sur des plateformes centralisées. En complément de ces facteurs participant à la performance globale du SAGT, il apparaît que la technologie logicielle utilisée pour le développement des traitements a également joué un rôle non négligeable. En effet, l'utilisation du langage Pro*C permettant l'intégration et le traitement de commandes SQL dans du code en langage C, qualifié de « bas niveau », optimise les temps de réponse des processus sous environnement UNIX. La puissance des serveurs Citrix et ESX a également permis d'accroître de manière significative la performance des applications clientes.

Un bilan de l'analyse du système, produit en annexe n°10.9.9 (page 178), permet de mettre en balance les aspects négatifs et positifs liées à l'architecture et aux technologies utilisées sur lesquelles repose le système existant. Au regard des contraintes imposées par les exploitants, les avantages prédominent largement sur les inconvénients malgré l'ancienneté de certains composants logiciels.

4.4. Synthèse

Le système d'aide à la gestion du trafic REGA² s'inscrit dans un large ensemble de systèmes interconnectés, internes ou externes à l'entreprise. Son architecture repose sur une implémentation pyramidale de serveurs calquée sur le découpage administratif de la société. Cette organisation en strate lui a permis, non seulement, de garantir un haut niveau de sécurité et de fiabilité du système global, mais également, de créer des fonctions à valeur ajoutée exploitant les équipements terrain constituant les couches inférieures de l'architecture. La logique de gestion événementielle composant le cœur du SAGT, permettant notamment de piloter les affichages PMV, est une illustration de ce type de fonction à valeur ajoutée. La simplicité des concepts à la base de la gestion événementielle couplée à une architecture décentralisée a, en outre, permis au système de s'adapter, tout d'abord, aux diverses évolutions de l'organisation de l'entreprise et, ensuite, aux évolutions des technologies tant sur le plan matériel que logiciel. L'intégration d'une nouvelle fonction de RV dans un tel système est une preuve supplémentaire de sa grande capacité d'adaptation.

5. LA FONCTION DE REGULATION DE VITESSE

Avant d'aborder en détail le contenu de l'évolution logicielle réalisée au sein du système REGA², cette partie propose une présentation générale de la fonction de RV. Ainsi, en premier lieu, nous aborderons les enjeux ainsi que les buts recherchés par la mise en place de ce type d'action d'exploitation. Enfin, nous traiterons les modalités de mise en œuvre d'une action de RV notamment concernant le volet réglementaire. L'annexe n°10.10 (page 181) expose, au travers de ses différentes sections, quelques notions générales concernant le trafic routier tout en identifiant les phénomènes à l'origine d'une congestion.

5.1. Les enjeux de la mise en place d'une régulation de vitesse

L'objectif principal de la mise en place d'une RV est d'optimiser la capacité trafic de certaines sections d'autoroute pouvant être le siège de congestions, notamment lors d'un afflux important de véhicules (généralement sur des sections à 2x2 voies). Il s'agit ainsi de limiter ou retarder au maximum la survenue d'une saturation de la fluidité du trafic en appliquant des prescriptions de vitesses. Lorsque les conditions préalables à l'apparition de congestion (bouchons ou ralentissements) sont détectées, ces prescriptions de vitesses sont rendues effectives par des opérateurs postés dans différents PC de supervision. Ces prescriptions de vitesses sont mises en œuvre grâce à des messages d'information envoyés sur des équipements dynamiques tels que des panneaux à PMV ou des panneaux à pictogrammes dédiés. Les bénéfices engendrés par cette mesure particulière de gestion du trafic sont multiples.

Tout d'abord, le premier bénéfice issu de la mise en œuvre de mesures de RV réside dans leur capacité à **retarder la survenue de congestions**. Comme nous l'avons évoqué précédemment, un dispositif de régulation des vitesses a pour conséquence directe de diminuer le nombre de manœuvres de dépassement et ainsi de permettre d'augmenter l'utilisation de la voie de droite. En outre, il permet d'adapter la concentration des véhicules circulant à la capacité de la voirie. Cette optimisation de la capacité de l'infrastructure routière offre de multiples avantages. En premier lieu, elle permet de maintenir un écoulement fluide du flot de véhicules à haut niveau de débit, c'est-à-dire proche de la capacité maximale de la voirie. Ensuite, cette action de fluidification du trafic n'empêchera pas forcément la survenue de congestions mais aura cependant pour effet de la retarder au maximum. Enfin, paradoxalement, la réduction de la vitesse sur certains tronçons offre l'avantage d'optimiser le temps de parcours des automobilistes qui pourrait augmenter de manière significative en cas de congestion importante.

Le second bénéfice découlant de la mise en application d'une mesure de RV est une **augmentation du niveau de sécurité pour les automobilistes**. En effet, la réduction de la vitesse permet la réduction du risque d'accident puisque l'homogénéisation des vitesses entraîne de fait une diminution du nombre de manœuvres de dépassement. La probabilité d'apparition de phénomènes de trafic en accordéon s'en trouve ainsi diminuée. Par ailleurs, la réduction de la vitesse augmente la capacité des automobilistes à maîtriser leur véhicule qui réduit donc le risque et la distance liés au freinage.

Un troisième avantage non négligeable tiré de telles mesures de gestion du trafic réside dans le fait qu'elles **s'intègrent dans la démarche globale de développement durable** dans laquelle

doivent s'inscrire les activités humaines. La mise en application de mesures de réduction de vitesse apporte des arguments supplémentaires en la matière puisque qu'elle permet de diminuer la consommation des véhicules en carburant, et, par voie de conséquence, l'émission de polluants dans l'atmosphère.

Enfin, un facteur particulier encourage également à la mise en place de tels dispositifs de RV. Il s'agit du facteur financier qui incite les opérateurs routiers, d'une manière générale, à **étaier dans le temps les opérations d'investissement**, en matière d'élargissement de sections autoroutières, tout en maintenant des conditions optimales de circulation. Les enjeux relatifs au développement de moyens permettant de réduire dynamiquement la vitesse des véhicules sont donc importants. Ils concernent de nombreux acteurs à commencer par les usagers de la route, les exploitants ainsi que la collectivité dans sa globalité.

5.2. Modalités générales de mise en œuvre

Les solutions permettant aux opérateurs autoroutiers de décongestionner le trafic routier sont multiples. Elles peuvent, par exemple, consister à élargir certaines sections de leur infrastructure pour augmenter leur capacité ou encore à mettre en œuvre des outils permettant de limiter la vitesse sur certains tronçons. Le choix se portant sur la mise en place d'une solution de régulation dynamique de vitesse se généralise depuis plusieurs années dans l'hexagone, encouragé par les pouvoirs publics. Non seulement ce type de solution permet de différer d'importantes opérations d'investissement, mais également de solutionner rapidement les problèmes de congestion récurrente. Dans les paragraphes qui suivent, nous aborderons les modalités de mise en œuvre d'une solution de régulation dynamique de vitesse en déclinant dans un premier temps les notions générales associées à cette fonction. Ces notions décrivent, d'une part, les points importants du cahier des charges et, d'autre part, les grands principes relatifs à la fonction globale de gestion de la RV. Ensuite, nous focaliserons notre attention sur les aménagements effectués sur les deux linéaires autoroutiers intégrés dans le dispositif de RV. En dernier lieu, nous aborderons, en guise d'introduction aux deux parties qui suivront, le thème de la stratégie d'implémentation du système dédié à la gestion de la RV en présentant, tout d'abord, l'architecture globale de la solution. Puis, un focus particulier sera porté sur le sous-système en charge de la génération des mesures d'affichages de prescription de vitesses en abordant, brièvement, son architecture technique, les grandes lignes de l'algorithme de calcul et les principaux écrans exploités.

5.2.1. Synthèse des points importants du cahier des charges

Plusieurs acteurs ont été impliqués dans la définition des besoins relatifs à la mise en place de systèmes de régulation dynamique de vitesse. Le principal acteur ayant initié le projet de modernisation de la zone Nord de l'A6, dans lequel s'inscrit la mise en œuvre d'un système de RV, est l'Etat. Ensuite, la société APRR, œuvrant pour le compte de ce dernier, a complété ces besoins en formulant des exigences émanant des acteurs en charge de l'exploitation de ses autoroutes.

Les principaux besoins exprimés par l'Etat concernant la mise en œuvre générale de mesures de RV sont déclinés dans l'article 178 de la 9^{ème} partie de l'Instruction Interministérielle sur la Sécurité Routière (IISR) [IISR9P] intitulé « Régulation dynamique de vitesse sur voies rapides ». L'IISR est un texte, émanant du ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et

de l'Energie, qui s'adresse aux différents gestionnaires routiers et autoroutiers, et qui décrit la nature ainsi que les modes d'exploitation des équipements de signalisation utilisés sur le réseau français. Cet article 178 constitue le socle du cahier des charges général de l'opération. Un paragraphe de ce texte, détaillant le fonctionnement théorique d'un dispositif de RV, préconise la mise en œuvre d'une analyse dynamique du trafic permettant de déclencher une mesure de prescription de vitesse à partir des conditions de circulation présentes avant et dans la zone de régulation. Voici, ci-après, une synthèse relative aux règles d'implantation et d'utilisation des panneaux. Tout d'abord, concernant ***l'implantation de la signalisation***, une information statique doit être positionnée en entrée et en sortie de chaque zone régulée afin que les automobilistes soient clairement informés qu'ils seront potentiellement soumis à une mesure de limitation de vitesse dans le périmètre où ils se trouvent. Ensuite, le texte précise que l'implantation physique des panneaux en section courante peut s'effectuer, soit au-dessus de la chaussée, soit au-dessus de chaque voie de circulation, soit de part et d'autre de la chaussée. En complément, il est à noter à propos de la prescription de vitesse mise en place, qu'un rappel ou qu'une répétition d'affichage doit être effectué sur un panneau en section courante tous les 10 km maximum. Enfin, une indication de vitesse doit être affichée sur chaque voie d'insertion sur la section régulée. Concernant ***les modalités d'utilisation des panneaux*** et plus particulièrement les règles d'abaissement de vitesse, il ne doit pas y avoir de décrétement de plus de 20 km/h entre deux panneaux successifs ou dans le temps sur un même panneau. Toutefois, afin de prendre en compte d'éventuels problèmes d'affichages, trois règles de tolérances ont été également énoncées afin de permettre de maintenir au mieux une régulation. La première règle de tolérance édicte qu'il est acceptable de ne pas avoir de rappel de vitesse sur une bretelle d'insertion. La seconde règle autorise la prise en compte des PRV d'insertion pour la vérification du respect de l'inter-distance maximale de 10 km. La dernière règle précise que les PRV d'insertion peuvent afficher la fin de prescription d'une section régulée car visibles depuis la section courante.

Les exploitants ont complété les besoins formulés par l'Etat avec des exigences spécifiques portant, d'une part, sur la gestion des équipements dans l'élaboration de la solution et, d'autre part, sur les règles de gestions liées aux prescriptions de vitesses. Tout d'abord, concernant les exigences liées à l'élaboration de la solution, il a été demandé explicitement ***d'étendre l'utilisation des équipements installés à d'autres fins que la RV***. Les nouveaux PMV déployés doivent ainsi pouvoir être utilisés également pour signaler des événements pouvant remettre en cause la sécurité des automobilistes tels que, par exemple, la présence de chantiers, de bouchons ou encore d'accidents. Toujours concernant l'utilisation de la signalisation dynamique, ***les PMV implantés en section courante, non spécifiques à la RV, doivent, quant-à-eux, pouvoir être intégrés dans un plan de restriction de vitesse***. Il est également un point spécifique qui a été demandé par les exploitants relatif au caractère générique de la solution souhaitée afin d'y ***intégrer facilement de nouvelles sections de régulation***. En conséquence, la définition des zones de régulation doit être paramétrable. D'autre part, les exigences fonctionnelles, formulées par les exploitants et liées aux règles de gestion associées à la définition des prescriptions de vitesse, ont eu un impact sur l'algorithme de calcul en charge de leur élaboration. Elles sont à l'origine de trois règles. La première règle souligne le caractère dynamique des prescriptions de vitesses en imposant que l'abaissement de la vitesse ne doit pas être une mesure permanente. Ensuite, concernant les

règles de définition des vitesses décrites dans la section suivante, celles-ci ne doivent pas prescrire de vitesse inférieure de plus de 40 km/h par rapport à la vitesse nominale. Enfin une dernière règle formulée porte sur la mise en œuvre d'un mode de fonctionnement dégradé prenant en compte les aléas terrain relatifs au fonctionnement des PMV tels qu'une panne ou un pilotage par un autre dispositif que le SAGT lui-même.

Après avoir passé en revue de manière synthétique les principaux points du cahier des charges, examinons maintenant plus en détail des règles fonctionnelles générales associées à la régulation dynamique de vitesse.

5.2.2. Règles fonctionnelles générales associées à la régulation dynamique de vitesse

Du fait de leur caractère prescriptif, les affichages PMV effectués dans le cadre d'une mesure de RV doivent respecter des règles strictes. Celles-ci concernent essentiellement la composition de séquences d'affichages, appelées également scénarios de RV, destinées à être affichées sur un ensemble de panneaux implanté le long d'une section de route. Divers facteurs sont pris en compte pour la composition de ces séquences d'affichages tels que, par exemple, les conditions liées au trafic ou encore l'état des équipements. Avant d'aborder les différentes règles relatives à l'élaboration des prescriptions de vitesses dans les scénarios ainsi que leurs conditions de déclenchements, examinons en premier lieu les notions générales relatives aux sections de régulation, à la signalisation dynamique utilisée pour la régulation et, aux propositions et scénarios de régulation.

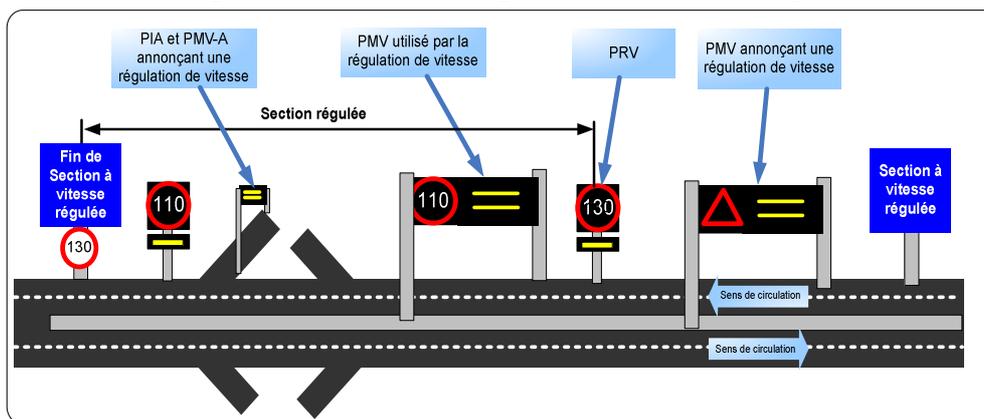
5.2.2.1. Section de régulation

Une régulation dynamique de vitesse a pour principe de permettre aux exploitants d'appliquer des prescriptions de vitesses sur des portions de routes. Sur autoroute, une portion de route, caractérisée par un point de repère (PR) de début, un PR de fin et un sens de circulation, sur laquelle une mesure de RV peut s'appliquer, s'appelle section de régulation (SR) ou encore section régulée. Une SR est découpée en cantons qui désignent chacun le linéaire couvert entre deux panneaux successifs en section courante ou entre le dernier panneau et la fin de la section régulée. Généralement, un canton s'étend sur une longueur d'environ 10 kilomètres. La vitesse nominale de chaque canton est la vitesse maximale réglementaire affichée par les panneaux de police fixe en amont. Lorsqu'une prescription de vitesse, plus contraignante que la vitesse nominale, est appliquée à tout ou partie d'une SR, on dit alors que la SR est active. Dans ce cas, les prescriptions de vitesse affichées sur les panneaux se substituent aux vitesses nominales.

5.2.2.2. Signalisation dynamique pour la régulation

La mise en application d'une mesure de RV nécessite obligatoirement l'utilisation de pictogrammes de prescription de vitesse. Bien que l'utilisation de modules à pictogrammes se généralise sur les PMV du réseau, leur présence n'est pas obligatoire sur les panneaux d'information implantés en amont de diffuseurs (PIA – Panneau d'Information sur Accès) sur lesquels seront affichés des messages d'information appelés également « messages de confort ». L'illustration n°20, ci-après, présente une représentation schématique d'une SR et des équipements de signalisation qui y sont implantés.

Illustration n° 20 : Représentation schématique d'une section de régulation.



Source : Annexe au CCTP – Régulation de vitesse A6 – Nord

L'utilisation des pictogrammes sur les différents types de PMV ou PRV non dédiés, cités précédemment, ne concerne pas uniquement des restrictions de vitesses mais peuvent également concerner des faits de nature diverses tels que par exemple des bouchons, des accidents ou des chantiers.

5.2.2.3. Propositions et scénarios de régulation de vitesse

Un dispositif de RV doit permettre de définir automatiquement des plans de restriction de vitesses à afficher sur des panneaux et de les proposer à l'OPC pour validation. Ces plans d'affichage de prescription de vitesse sont ainsi appelés propositions de RV. Par extension, un scénario de RV est composé d'un enchaînement dans le temps d'une ou plusieurs propositions appliquées à une même SR dont la définition et caractéristiques sont détaillées, ci-après.

Une proposition d'affichage est une succession (ou séquence) d'affichages sur une section de route spécifique constituant un ensemble cohérent destiné à l'information des automobilistes. Par exemple, peuvent être affichés sur cinq panneaux implantés successivement en section courante, la séquence suivante : « 110 – 110 rappel – 90 – 90 rappel – 90 rappel ». Une proposition de régulation peut s'appliquer sur tout ou partie des cantons composant une SR. Les propositions peuvent comporter deux sous-ensembles d'affichages complémentaires. Le premier concerne les affichages sur des PMV ou PRV en section courante (ou sur une bretelle d'insertion) affichant des prescriptions de vitesses et appelé « séquence vitesse ». Le second sous-ensemble regroupe les affichages sur PMV en amont de la section régulée ou sur PIA dénommé « message de confort ». Notons que lorsque les vitesses appliquées à chaque canton sont nominales, on dit alors que le scénario est nominal.

Outre les prescriptions dont elles sont porteuses, les propositions sont décrites au travers de **caractéristiques complémentaires** telles qu'un type, un ou plusieurs motifs de déclenchement et un arrêté préfectoral. Tout d'abord, d'un point de vue opérationnel, la fonction de RV soumet à la validation de l'OPC en poste, les propositions considérées comme pertinentes au regard de divers facteurs tels que des niveaux de trafic, des calendriers de déclenchement ou encore des états techniques de panneaux. Il existe ainsi **deux types de proposition** permettant de distinguer leur origine : 1/ une proposition prédéfinie, issue d'une élaboration d'origine humaine, et désignant soit une proposition imposée par un calendrier prévisionnel, soit une proposition à la demande composée directement ou à partir d'une bibliothèque favorisant une mise en application dans un court délai, 2/ une proposition calculée, générée par le dispositif de génération de séquences de

vitesse régulation, pouvant éventuellement se substituer à une proposition prédéfinie. Ensuite, concernant la caractéristique de proposition relative au **motif de déclenchement**, elle peut faire référence à l'un des suivants : le motif « Régulation Trafic » lié au niveau de trafic et composé lui-même de deux sous-motifs : « Régulation Trafic Capacitif », associés à des propositions déclenchées à la suite de la détection d'un niveau de trafic préalable à une saturation de la section, et « Régulation Trafic Imposé » associé à des propositions établies sur demande d'une autorité et liés à des plages de temps paramétrés dans un calendrier spécifique. Le motif « Régulation sécurité », qualifiant une proposition à la demande et élaboré pour les besoins propre de l'exploitant, le motif « Régulation événement » applicable à une proposition et déclenché suite à l'atteinte d'un niveau de trafic supérieur à la capacité résiduelle au droit d'un événement (accident, chantier, etc...). L'association de motifs aux propositions est utilisée par le SAGT REGA², d'une part, pour définir les habilitations d'application, et, d'autre part, pour conditionner et contextualiser les informations envoyées automatiquement aux organismes partenaires. Enfin, la référence à **l'arrêté préfectoral à l'origine de la mise en œuvre** d'une régulation constitue une caractéristique propre aux propositions de RV. Il est à noter que toute mesure de restriction de vitesse doit être systématiquement appliquée dans le cadre d'un arrêté préfectoral autorisant sa mise en œuvre. Les plages temporelles d'application des arrêtés préfectoraux ainsi que leurs durées peuvent être éventuellement pré-déclarées dans des calendriers spécifiques.

5.2.2.4. Niveau de scénarios et conditions de déclenchement

Les scénarios de régulations sont classifiés en deux niveaux caractérisés par leurs modalités respectives d'abaissement de la vitesse.

Tout d'abord, **un scénario de niveau un (N1)** a pour objectif d'optimiser l'utilisation de la voie lente en cas de fort trafic. Ainsi, un tel scénario consiste à abaisser la vitesse nominale d'une fois le pas de décrétement réglementaire de 20 km/h. Par exemple, la séquence d'affichage suivante « 130 – 130 Rappel – 110 – 110 rappel – 110 rappel » est qualifiée de niveau un.

Ensuite, **un scénario de niveau deux (N2)** a pour objectif principal de maintenir le plus longtemps possible la fluidité du trafic lorsque la demande de trafic approche, voire dépasse la capacité d'écoulement de la section sous régulation ou lorsqu'un événement ayant un impact sur la capacité se produit. D'autre part, ce niveau de scénario permet de limiter non seulement l'extension d'une queue de bouchon mais également de diminuer le risque d'accident. Un scénario N2 correspond à l'application à la vitesse nominale de certains cantons d'une baisse équivalente à deux fois le pas de décrétement réglementaire de 20 km/h. La séquence d'affichage « 130 – 130 rappel – 110 – 110 rappel – 90 – 90 rappel » illustre, par exemple, la composition d'un scénario de niveau deux.

Les conditions d'activation et de désactivation des scénarios de type N1 et N2 ainsi que les valeurs associées aux différents paramètres utilisés par l'algorithme de calcul des prescriptions sont présentés en annexe n°10.11.1 (page 186). Précisons que certains paramètres utilisés pour déterminer les conditions d'activation de scénarios peuvent varier en fonction de la SR et des plages de temps liées aux mesures d'Interdiction de Dépassement pour les Poids Lourds (IDPL).

5.2.2.5. Etats de proposition

Les scénarios de RV générés par la fonction de régulation font l'objet de propositions soumises à la validation de l'OPC. Comme nous l'avons vu précédemment, ces propositions doivent respecter les règles associées à leur niveau de classification. Cependant, certains aléas liés à la réalité du terrain font qu'un scénario théoriquement idéal ne peut être appliqué en l'état. Un état de proposition permet donc de qualifier un scénario pour indiquer à l'OPC le contexte dans lequel il a été élaboré. Ces états sont au nombre de quatre. **L'état « base »** signifie que la proposition issue d'un scénario théorique idéal, respectant toutes les règles liées à leur niveau, peut être appliquée sans contrainte. Tous les panneaux contenus dans le scénario sont aptes à afficher les consignes de vitesse les concernant, embarqués dans le scénario. **L'état « ajusté »** qualifie une proposition qui respecte la localisation des paliers de baisse de vitesses du scénario de base, malgré l'indisponibilité de certains panneaux. L'indisponibilité d'un panneau peut-être due au fait qu'un message plus prioritaire soit affiché par le SAGT, ou encore au fait que le panneau soit en panne. **L'état « dégradé »** est associé à une proposition qui ne respecte plus la localisation des paliers de baisse de vitesse définis dans le scénario de base. Dans ce cas, l'OPC est informé des panneaux contraignant la mise en place d'une régulation conforme au scénario de base. **L'état « extinction »** caractérise une proposition de scénario visant à libérer les panneaux de tout message lié à la régulation. Une proposition d'extinction peut apparaître dans deux cas : soit, il n'y a pas suffisamment de panneaux disponibles pour afficher le scénario dans un état base, ajusté ou dégradé, soit, les conditions d'une fin de régulation sont réunies (algorithme ou décision de l'OPC). Le tableau n°3, illustre des exemples de séquences d'affichages pour chaque état de proposition.

Tableau n° 3 : Exemple de prescriptions de vitesse dans les différents états possibles.

	1er panneau	2ème panneau	3ème panneau	4ème panneau	5ème panneau	Commentaire
Base						Pas d'indisponibilité de PMV : proposition idéale.
Ajusté						La proposition initiale (base) peut être maintenue malgré l'indisponibilité du 3ème PMV car le décrétement de -20 km/h ne le concerne pas puisqu'il porte sur les deux premiers panneaux.
Dégradé						La proposition initiale (base) est modifiée car le décrétement de -20 km/h, portant sur le 2ème PMV indisponible, ne peut plus être affiché. → Alerte OPC
Extinction						Deux panneaux sont en défaut et la distance séparant le 1er PMV du 4ème est supérieure à 10 km => Extinction
						

← Distance > 10 km →

Dans le cas du mode dégradé, l'algorithme de génération des propositions d'affichage doit prendre en considération toutes les possibilités d'indisponibilité de panneau pour redéfinir et

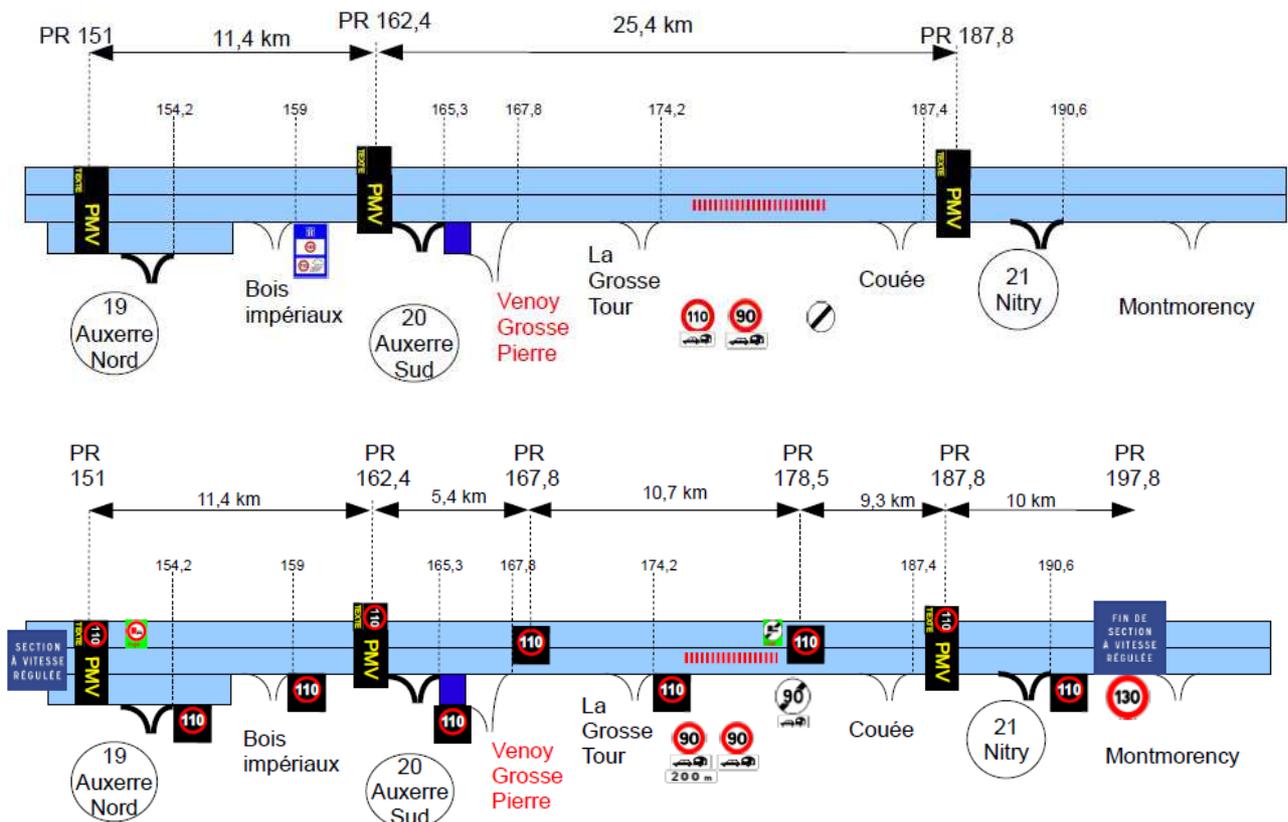
proposer un plan d'affichage de substitution conformément aux règles déclinées dans la neuvième partie de l'IISR.

5.2.3. Implantation d'équipements sur les zones régulées

Les deux sections de régulation mises en service ont demandé le déploiement d'équipements en complément de ceux déjà existants. L'implantation de nouveaux équipements de signalisation couplés à de nouvelles stations de comptage a permis de mettre à disposition, non seulement, des conditions optimales d'affichage de scénarios de régulation, mais également, des moyens de collecte de données trafic plus importants permettant de rendre plus précis les déclenchements de propositions. Par ailleurs, des moyens « vidéo », ont été déployés pour permettre à un système d'alerte sur vitesse moyenne (SAVM), asservi au système de RV, d'informer les automobilistes d'éventuels dépassements de la vitesse prescrite.

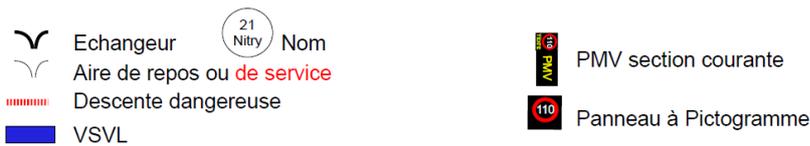
Équipement de signalisation. La mise en œuvre du système de RV a nécessité de compléter le dispositif de signalisation existant sur deux zones de régulation de la zone Nord de l'autoroute A6. Les opérations ont ainsi consisté à réaliser, d'une part, la rénovation de 7 PMV par adjonction d'un espace pictogramme permettant l'affichage, entre autres, de signaux de prescriptions liés à la vitesse, et, d'autre part, l'implantation de 13 panneaux pictogramme permettant d'afficher d'autres informations que la seule prescription de vitesse. Le détail des implantations de panneaux de chacune des deux zones est décrit ci-après (cf. illustrations n°21 et 22). Tout d'abord, **la première zone** concernée par l'implantation de nouveaux équipements de signalisation est localisée sur l'autoroute A6 dans le sens Paris/Lyon (P/L) du PR 150.970 au PR 198.690 **entre les diffuseurs d'Auxerre Nord et de Nîtry**.

Illustration n° 21 : Zone Auxerre - Nîtry (A6 sens P/L), avant/après l'opération de rénovation.



Source : Document interne d'implantation des équipements pour la régulation de vitesse – Conduite d'opération APRR

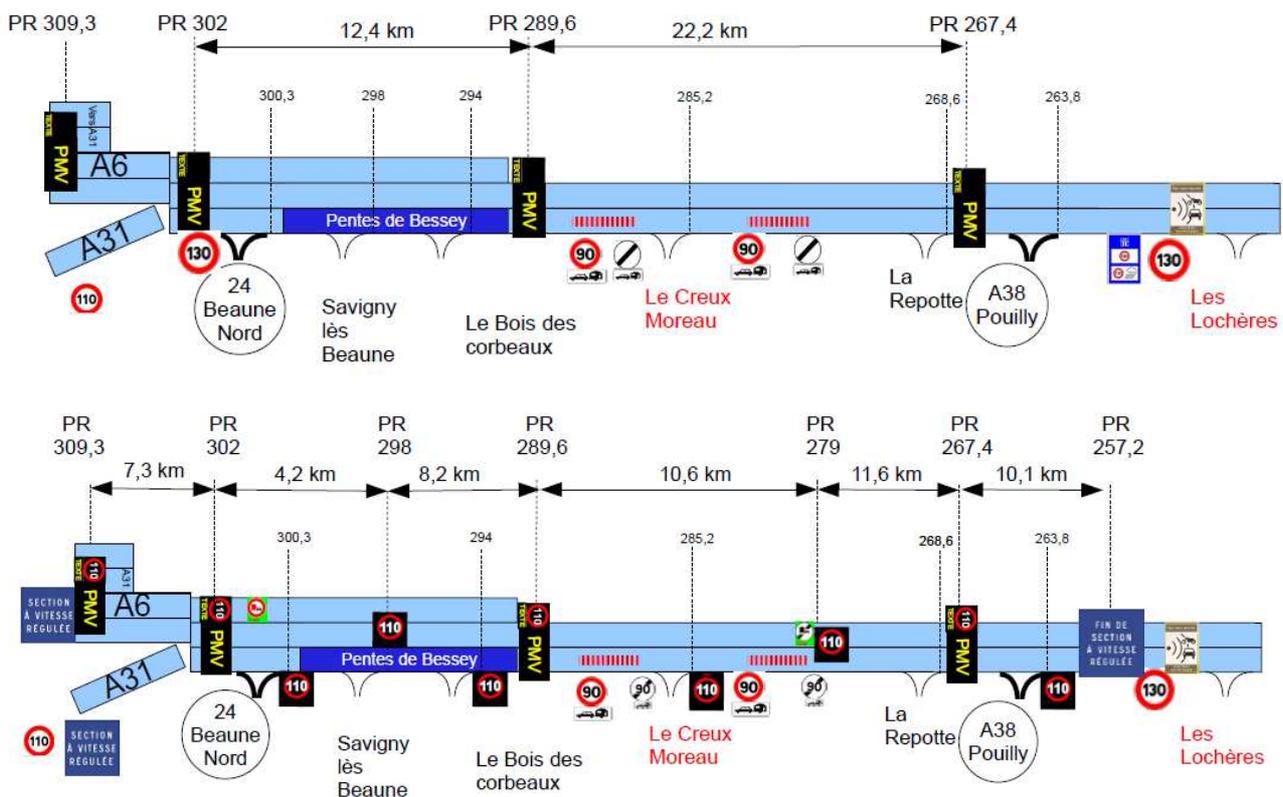
Légende :



Elle possède 3 PMV « pleine voie » qui ont été équipés de blocs « pictogramme » et « panonceau » afin de permettre leur utilisation dans le cadre d'opérations de RV. En complément 7 PRV ont été installés majoritairement en section courante, au niveau des bretelles d'insertion pour permettre, non seulement, d'afficher les prescriptions de vitesse pour les véhicules arrivant sur le réseau mais, également, pour servir de rappel aux véhicules circulant déjà sur la section. Les schémas qui suivent décrivent la zone avant et après l'implantation des nouveaux équipements de signalisation. La modernisation de cette section a ainsi consisté à rénover trois PMV en leur ajoutant un bloc pictogramme et à déployer 7 nouveaux PRV.

Enfin, **la seconde zone** concernée est localisée sur l'autoroute A6 dans le sens Lyon/Paris (L/P) du PR 306.410 au PR 257.200 **entre les diffuseurs de Beaune Nord et de Pouilly**. Elle possède 4 PMV pleine voie qui ont également été équipés de blocs « pictogramme » et « panonceau ». Ce dispositif a été complété par l'implantation de 6 PRV en section courante.

Illustration n° 22 : Zone Beaune - Pouilly (A6 sens L/P), avant/après l'opération de rénovation.



Source : Document interne d'implantation des équipements pour la régulation de vitesse – Conduite d'opération APRR

La modernisation de cette section a ainsi consisté à rénover 4 PMV et à déployer 6 nouveaux PRV.

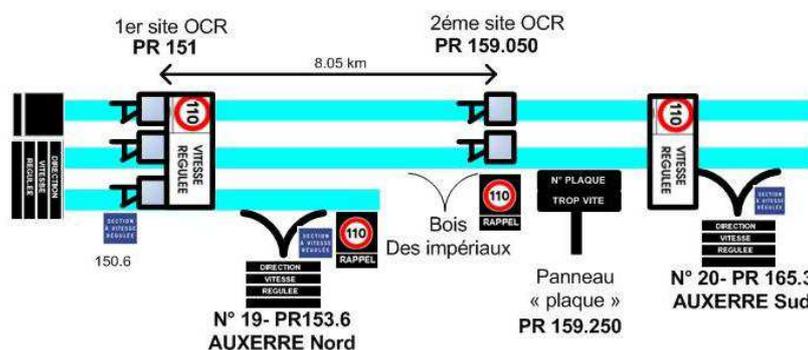
Equipped de comptage. Afin de compléter le dispositif de comptage déjà en place, dix stations ont été déployées dans les deux sens de circulation (cf. tableau des implantations ci-dessous).

Tableau n° 4 : Implantation des stations de comptage sur les sections de régulation.

Stations de comptage			
PR	Mises en service	PR	Mises en service
166,850	déc.-12	250,650	déc-13
178,550	déc.-12	271,000	déc-13
202,000	déc-13	280,020	déc-13
223,080	déc-13	288,760	déc-13
242,000	déc-13	294,910	déc-13

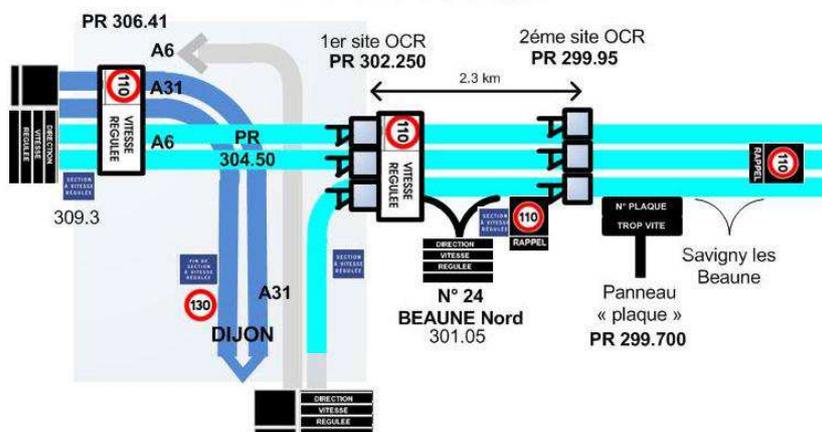
Equipements SAVM. Les deux sections de régulation ont été équipées chacune d'un SAVM par lecture de plaques d'immatriculation permettant d'indiquer aux automobilistes d'éventuels dépassements de la vitesse prescrite (cf. illustrations n°23 et 24). Chaque dispositif est composé d'un ensemble de caméras d'acquisition vidéo couplées à des capteurs de reconnaissance optique de caractère (OCR – Optical Character Recognition) et d'un panneau d'information. Les caméras ont été disposées de manière à calculer la vitesse moyenne de chaque véhicule circulant sur un tronçon d'environ dix kilomètres, à la fin duquel est implanté un panneau d'information.

Illustration n° 23 : Implantation du SAVM sur la section Auxerre-Nitry (A6 sens P/L).



Source : Document interne d'implantation des équipements pour la régulation de vitesse – Conduite d'opération APRR

Illustration n° 24 : Implantation du SAVM sur la section Beaune-Pouilly (A6 sens L/P).



Source : Document interne d'implantation des équipements pour la régulation de vitesse – Conduite d'opération APRR

La vitesse contrôlée par ces systèmes est transmise dynamiquement par le système de RV en fonction des prescriptions mises en application dans les scénarios de régulation. Mis à part ce lien

d'information de la vitesse prescrite appliquée avec le SRV, les SAVM fonctionnent indépendamment de ce dernier.

5.2.4. Implémentation d'un système dédié à la gestion de la régulation

Bien que l'objet de ce mémoire porte sur l'intégration d'un système de RV dans un SAGT, cette section s'attache toutefois à présenter brièvement l'architecture générale de la solution en charge du pilotage de la fonction de RV. Ainsi, nous aborderons, en premier lieu, les exigences formulées par la MOA ayant fortement conditionné cette architecture. Puis, l'architecture générale de la solution mise en œuvre sera présentée en décrivant ses principaux constituants ainsi que leurs interactions. Ensuite, un focus particulier sera porté sur le sous-système générateur des scénarios d'affichage des prescriptions de vitesses. Ce focus sera effectué sous deux angles de vue complémentaires : l'un orienté technique, concernant son architecture applicative avec la description des différents composants logiciels, l'autre, orienté fonctionnel afin de comprendre le fonctionnement général du mécanisme de déclenchement des scénarios de RV. Enfin, pour terminer cette section, une présentation des principaux écrans sera effectuée pour permettre d'illustrer la vision des exploitants sur le dispositif de RV.

5.2.4.1. Exigences

La MOA a complété la formulation de ses besoins avec un ensemble d'exigences regroupées en quatre catégories : Les exigences « produit », les exigences fonctionnelles métier, les exigences techniques et les exigences « externes ».

En premier lieu, les **exigences « produit »** sont liées à l'optimisation des moyens matériels et logiciels à mettre en œuvre. L'architecture technique de la solution a été élaborée en prenant un compte deux exigences principales imposées par la MOA lors de la phase de définition de son besoin. Elle a, tout d'abord, fixé comme première contrainte de mutualiser l'utilisation des nouveaux PMV ou PRV pour la RV avec la gestion événementielle du SAGT REGA². Cela impliquait ainsi d'intégrer la gestion des affichages PMV liés à la RV au sein de la gestion événementielle du système REGA². Puis, le deuxième impératif formalisé a été de permettre la réutilisation future du module de génération de scénarios d'affichages PMV dans le cas d'une refonte éventuelle du SAGT. En conséquence, ce module devait donc être réalisé hors de l'environnement REGA² sur une plateforme dédiée.

Les **exigences fonctionnelles « métier »** concernent, quant-à-elles, principalement le respect de la législation en matière de signalisation routière et plus généralement les impératifs liés à la sécurité des automobilistes dont les acteurs de l'exploitation routière sont les garants. La MOA a demandé principalement que soit respectée la législation en vigueur concernant l'utilisation des panneaux et des principes formulés dans la 9ème partie de l'IISR concernant la mise en œuvre d'une signalisation dynamique. Cette exigence nécessitait ainsi de veiller à ce qu'il n'y ait pas de contradiction entre la signalisation fixe et dynamique.

La troisième catégorie regroupe les **exigences techniques** qui portent essentiellement sur les contraintes de fiabilité du dispositif de RV. La conception générale de la solution se devait de répondre à un besoin de traçabilité des actions de prescription de vitesses affichées, ces dernières pouvant être prises en compte, à tout moment, par les forces de l'ordre pour verbaliser les automobilistes en cas de non-respect des consignes affichées. En outre, le dispositif devait s'adapter

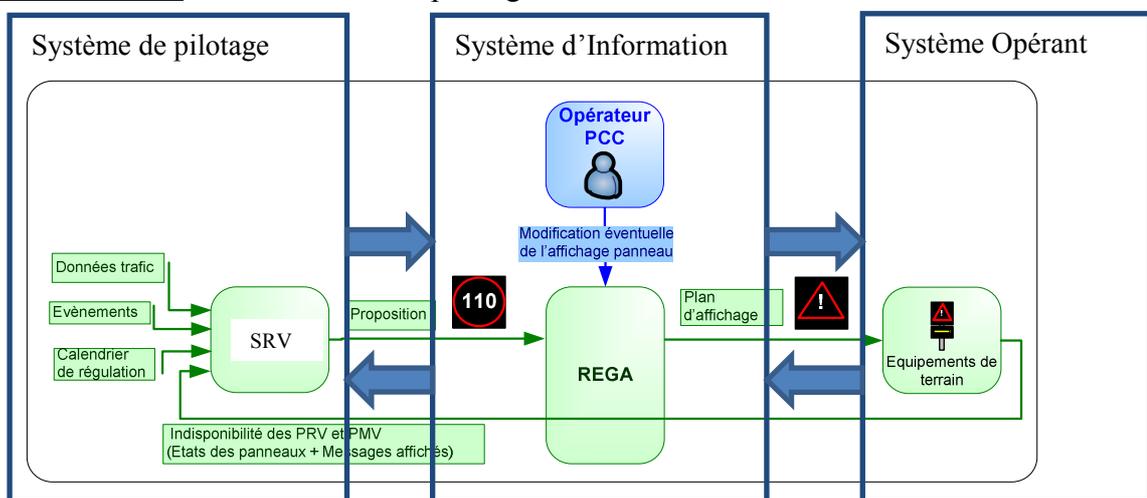
aux aléas du terrain en gérant des modes dégradés, en cas d'indisponibilité d'un PMV, afin d'assurer la cohérence de la signalisation de prescription de vitesse sur la zone sous régulation tout en respectant la législation. La MOA a, d'autre part, souhaité minimiser au maximum les risques de dysfonctionnements éventuels de fonctions du SAGT, potentiellement engendrés par l'évolution, en complétant les tests de validation avec des tests de non régression sur les fonctions les plus importantes (Saisies des OPC par le « Dialogue Photo », visualisation sur synoptique, chaîne de traitement des messages PMV).

Enfin, ont également été prises en compte **les exigences en provenance d'acteurs externes** essentiellement liées à des demandes d'information. Les premiers acteurs concernés ont été les préfectures ainsi que les autorités de gendarmerie qui ont demandé à être informées, en temps réel, de la mise en place ou de l'arrêt d'une mesure de RV sur le réseau autoroutier. D'autres acteurs partenaires de la société APRR ont également souhaité recevoir de telles informations dont notamment certains abonnés du nœud d'information événementiel appelé Stradanet. On peut citer, par exemple, le groupement d'intérêt économique (GIE) appelé Autoroute Trafic (AT) dont l'un des rôles est de collecter les données trafic issues des sociétés autoroutières françaises et de les diffuser ensuite vers des éditeurs de service comme Mediamobile ou encore Via Michelin. Ces diverses exigences ont ainsi conditionné l'architecture technique et logicielle finale de la solution.

5.2.4.1. Architecture générale de la solution mise en œuvre

L'architecture générale de la solution (cf. illustration n°25, ci-après) a été élaborée en mettant en œuvre des principes généraux liés à la conception de système basés sur le modèle « Opération-Information-Décision » [MODOID].

Illustration n° 25 : Schéma de conception générale de la solution.



Source : Document « Régulation A6 Nord - Annexe technique du dossier de présentation aux préfectures – modes dégradés »

En effet, ce modèle, aussi bien valable pour tout type de système vivant ou non, fait interagir, deux à deux, trois sous-systèmes : un sous-système de pilotage, en charge des décisions, interagissant avec un sous-système dédié au traitement des informations et ce dernier interagissant à son tour avec un système opérant en charge de l'application des décisions. Cette organisation ne saurait garantir son autonomie sans la présence d'une boucle de rétroaction permettant au système de pilotage de prendre de nouvelles décisions en fonction des informations remontées du système opérant via le système d'information. Ainsi, dans la solution mise en œuvre, le **système de pilotage** s'est concrétisé par la réalisation d'un serveur de régulation de vitesse (SRV) dédié à la génération

de scénarios d’affichage de prescriptions de vitesse. Le SAGT REGA² a, quant-à-lui, endossé dans cette architecture le rôle de **système de traitement de l’information** moyennant la réalisation d’une évolution de son noyau applicatif et la création d’une interface d’échange avec le SRV (cf. §6.3.2 - Conception de l’interface d’échange avec le SRV, page 100). Enfin, le rôle de **système opérant** est déjà assuré par les équipements dynamiques de signalisation relayant les décisions d’affichage vers les PMV. Dans cette solution, le système d’Information REGA² conserve un rôle central d’arbitre puisque les demandes d’affichage sur les PMV peuvent provenir de diverses sources comme un OPC, un des systèmes externes CORALY ou SIRIUS, et désormais le SRV. Les demandes d’affichage émanant du SRV sont ainsi soumises au mécanisme de gestion des priorités du SAGT. Le flux descendant, partant du sous-système de pilotage vers le système opérant implémente le processus d’action. Le flux montant constitue la boucle de rétroaction du système global permettant ainsi d’alimenter l’algorithme de calcul du SRV qui détermine en temps réel les propositions de plans de restriction de vitesse.

Le tableau n°5, ci-après, résume la nature des différents flux d’information échangés entre chacun des sous-systèmes.

Tableau n° 5 : Liste des flux d’information descendant et montant du système global de RV.

Flux	Nature des informations	Type de diffusion
Flux descendant (système de pilotage → système opérant)		
SRV->REGA	Propositions d’affichage / Messages de pré-information	Temps réel
	Filtres de données de référentiel	Ponctuel
REGA->Equipements	Activation PMV suite à arbitrage du SAGT	Temps réel
Flux montant (système opérant → système de pilotage)		
Equipements->REGA	Etat PMV (incluant les messages affichés), Comptage Trafic	Temps réel
REGA->SRV	Évènements, Comptage Trafic, Etats PMV, Compte rendus d’activation	Temps réel
	Référentiel	Ponctuel

Les effets de la boucle de rétroaction ont été limités pour ne pas engendrer de modifications intempestives des scénarios de régulation générés. Ainsi, les règles suivantes ont été mises en œuvre : La validation ou l’annulation préalable par les OPC, au niveau du SRV, des propositions avant leur envoi au SAGT, la validation ou l’annulation des propositions issues du SRV, au niveau du SAGT (optionnelle), la prise en compte par le SRV d’un délai minimum de retour de l’état d’affichage après l’envoi de la proposition au SAGT, la limitation du nombre de scénarios successifs envoyés lorsque les conditions sont réunies. D’un point de vue de son **architecture fonctionnelle**, la solution met en application certains principes énoncés dans les bonnes pratiques relatives à la démarche d’urbanisation de systèmes d’information. Ces principes poursuivent l’objectif principal de permettre au SI de s’adapter et d’évoluer le plus facilement possible pour répondre à la stratégie de l’entreprise. Deux principes importants ont été principalement mis en œuvre dans la réalisation de la solution : le couplage lâche des sous-systèmes et leur tolérance aux pannes.

Tout d’abord, les sous-systèmes (SRV/REGA² et REGA²/Equipements) sont **interconnectés en mode de couplage lâche** avec une frontière marquée entre ces deux grands ensembles. Cette particularité sous-tend une cohérence forte des données et des traitements que l’on retrouve au sein

de chaque sous-système. En effet, d'une part, le rôle du SRV est exclusivement centré sur la génération de scénarios de RV, alors que celui de REGA², outre ses fonctions de SAGT, a pour rôle d'arbitrer toutes les demandes d'affichage PMV, qu'elles soient issues ou non du SRV. Notons, par ailleurs, que la gestion des équipements, bien que prise en charge par le système REGA², est également faiblement couplée avec le noyau de ce dernier car implémentée dans une interface applicative indépendante (appelée PCCO). Ce principe de couplage lâche mis en œuvre offre deux avantages majeurs. Il permet, d'une part, à ces deux systèmes d'interagir tout en garantissant leur intégrité respective, apportant ainsi une plus grande stabilité au système global. D'autre part, cette architecture garantit la possibilité de réutiliser la fonction de génération de scénarios du SRV dans l'hypothèse d'une refonte future du SAGT REGA².

Ensuite, chacun de ces sous-systèmes est autonome et **tolérant aux pannes** en cas de disfonctionnement du sous-système auquel il est interconnecté. Un sous-système est donc propriétaire de ses données et ne peut agir sur les données d'un autre sous-système que par le biais des interfaces d'échange de flux d'information. Chaque sous-système possède en outre un référentiel de données qui lui est propre garantissant ainsi un fonctionnement en toute autonomie. Le principe de tolérance aux pannes est en partie mis en œuvre grâce à un mécanisme de contrôle en entrée non seulement de la structure des données mais également de leur contenu. Ainsi, tout flux de données invalide est rejeté. Par exemple, coté REGA², la continuité des horodates des propositions issues du SRV est vérifiée afin de garantir la cohérence des séquences d'affichage PMV reçues ainsi que des photos générées suite à leur intégration. Un autre facteur important a permis également de minimiser l'interdépendance des deux sous-systèmes avec la réalisation d'un processus de diffusion de référentiel de REGA² vers le SRV. Ce référentiel contient des informations structurantes relatives à la description du réseau avec notamment la définition des routes et portions de route, des zones de régulation, des panneaux implantés, des points de mesure. Chacun des sous-systèmes se voit ainsi doté d'un référentiel propre leur permettant de fonctionner en toute autonomie.

Les annexes n°10.11.2 (page 188), 10.11.3 (page 188) et 10.11.4 (page 189) présentent une synthèse des caractéristiques du calculateur SRV en décrivant son architecture technique, les grands principes de l'algorithme de RV et les principales IHM de visualisation des scénarios de prescription de vitesse.

5.3. Synthèse

Au regard des multiples enjeux suscités par la généralisation de mesures de RV, la mise en œuvre d'une solution de RV offre l'avantage d'accroître la sécurité sur certaines sections du réseau autoroutier. En effet, l'optimisation de la capacité d'utilisation de l'infrastructure routière permet de minimiser les risques d'accident tout en retardant au maximum la survenue d'éventuelles congestions. La société APRR a ainsi décidé de réaliser son propre dispositif de RV en couplant un nouveau système SRV, dédié à la génération automatisée de proposition de prescriptions de vitesses, avec son SAGT REGA². La prochaine partie propose d'explorer, en détail, les réalisations effectuées dans le cadre du projet qui m'a été confié relatif à l'intégration de la fonction de RV au sein du système REGA².

6. INTEGRATION DE LA REGULATION DE VITESSE DANS LE SAGT

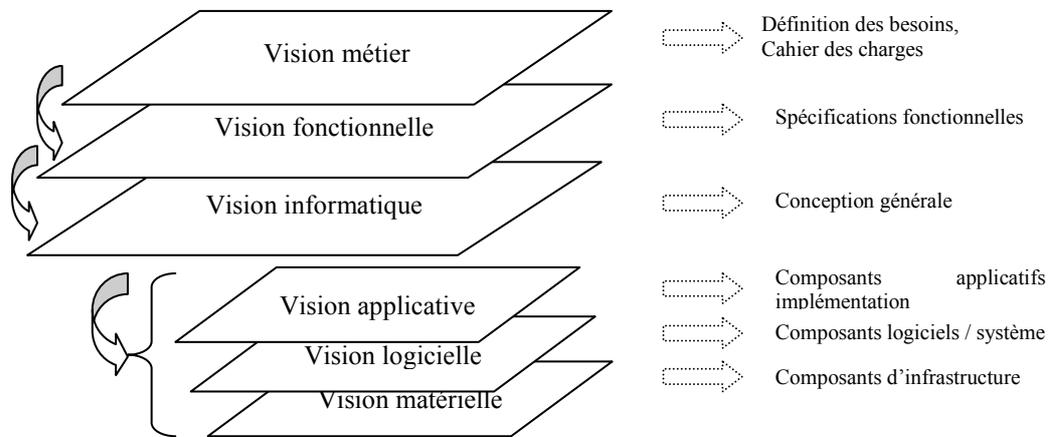
La fonction de régulation de vitesse, décrite dans la partie précédente, met en jeu des règles de gestions spécifiques permettant l'élaboration de prescriptions dynamiques de vitesse conditionnées à partir de nombreux paramètres en entrée. Nous avons pu constater que le choix s'était porté sur l'externalisation de cette fonction dans un sous-système satellite au SAGT pour essentiellement deux raisons : la première, liée au souhait de réutilisation éventuelle de ce sous-système dans un autre environnement que celui de REGA², la seconde, liée à la facilitation de mise en œuvre de la solution en séparant les fonctions de calcul de celles prenant en charge la gestion des affichages PMV. Cette partie, traitant de l'aspect opérationnel du projet dont j'ai eu la charge, s'attachera ainsi à détailler les modalités d'intégration de la fonction de RV dans le système REGA². Les fonctions du SAGT particulièrement impactées par cette évolution sont la gestion événementielle et la gestion des affichages PMV. Ainsi, pour débiter cette partie, un chapitre d'introduction présentera, tout d'abord, les besoins spécifiques liés à l'évolution du SAGT, puis effectuera une déclinaison de ces besoins en grandes fonctions réalisées. Ensuite, le deuxième chapitre détaillera les spécifications fonctionnelles liées à l'évolution du système REGA² qui ont été déclinées à partir des besoins exprimés. Puis, le troisième chapitre présentera les différents aspects techniques liés à la conception de la chaîne complète de traitement de propositions de prescription de vitesse implémentée au sein du SAGT. En outre, sera détaillé, d'une part, l'architecture applicative générale élaborée pour l'intégration de la fonction de RV dans le système REGA² et, d'autre part, l'architecture des deux sous-ensembles logiciels constitués de l'interface d'échange avec le SRV et de la chaîne de traitement des propositions intégrées. L'avant dernier chapitre retracera les dernières étapes du projet liées à la réception et au déploiement de la solution. Et enfin, pour conclure cette partie, un dernier chapitre effectuera une synthèse générale des réalisations prises en charge dans le cadre du projet.

6.1. Introduction

Outre les besoins généraux énoncés par la MOA concernant la mise en œuvre d'un système automatisé de régulation de vitesse, les exploitants ont précisé, en complément, des besoins plus spécifiquement liés à l'utilisation du SAGT. Cette expression de besoin a permis, non seulement, de fixer un cadre à l'évolution du système REGA² mais, également, de décliner les grandes orientations relatives aux spécifications fonctionnelles. La démarche suivie s'est ainsi attachée à décliner en cascade les visions associées aux différentes couches définies dans le méta-modèle suivant, couramment évoqué dans le cadre de la description des principes d'urbanisation d'un SI [PROJURBSI]. La description de l'intégration de la fonction de RV dans le SAGT, présentée dans cette partie, suivra l'enchaînement des différentes visions du SI. La vision métier présentera, tout d'abord, les grandes lignes du cahier des charges en détaillant les besoins spécifiquement liés à l'évolution du SAGT et explicitement formulés par les exploitants, ainsi que les besoins implicites découlant de la conception générale de la solution. La vision fonctionnelle décrira ensuite les points importants définis durant la phase de spécification. Enfin, la vision informatique déclinera la

conception de la partie de la solution intégrée au SAGT en détaillant principalement son architecture applicative. En effet, l'architecture logicielle et matérielle a été très peu impactée par cette évolution.

Illustration n° 26 : Méta-modèle « multicouche » associé à la démarche d'urbanisation de SI.

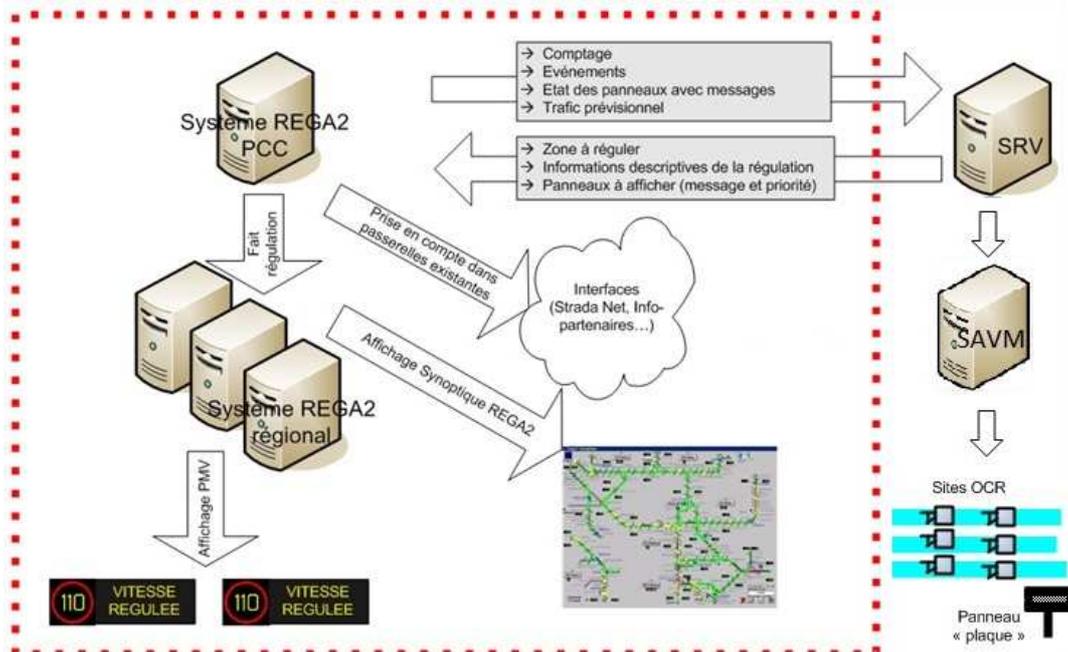


6.1.1. Besoins spécifiquement liés à l'évolution du SAGT

Après avoir décrits les grandes lignes des besoins et des exigences relatifs à la fonction globale de gestion de la RV (cf. §5.2.1 page 51 et 5.2.2 page 53), intéressons-nous maintenant aux besoins liés directement à l'utilisation du système REGA². Certains de ces besoins ont été explicitement demandés par les exploitants tandis que d'autres en sont les conséquences implicites. Parmi les besoins implicites, déterminés par l'architecture fonctionnelle de la solution, ont émergé des impératifs déterminés par l'architecture fonctionnelle de la solution.

Les **besoins explicitement exprimés** par les exploitants relatifs à l'évolution du SAGT concernent des fonctions ayant une visibilité « métier » qui remplissent des rôles de définition, de diffusion et de restitution d'information. Le tableau, produit en annexe n°10.12.1 (page 191), présente les principaux besoins demandés explicitement par la MOA devant être impérativement pris en compte dans la réalisation de la solution.

Illustration n° 27 : Représentation des fonctions réalisées découlant des besoins explicites.



L'illustration n°27, ci-avant, montre les principales fonctions du SAGT issues des besoins exprimés par les exploitants. La zone pointillée rouge délimite le périmètre fonctionnel couvert par le projet dont j'ai eu la charge.

Les **besoins implicites** (cf. tableau en annexe n°10.12.2, page 191), qui n'ont donc pas été exprimés par les exploitants, portent essentiellement sur les fonctionnalités déjà existantes dans le SAGT. Ils découlent soit directement des besoins précédemment déclinés, soit de l'architecture globale de la solution qui impose un mode de fonctionnement spécifique.

La définition de ces deux catégories de besoins a constitué la base à partir de laquelle le périmètre fonctionnel de la solution a été décliné.

6.1.2. Déclinaison fonctionnelle du besoin

Afin de répondre aux besoins exprimés par les exploitants, certaines fonctions existantes du SAGT ont dû être modifiées et de nouvelles ont également été créées. Notons que les déclinaisons des différentes fonctions ont fait l'objet de réflexions approfondies avec le groupe d'utilisateurs, lors de la phase de spécifications détaillées, avec l'objectif de définir de nouvelles règles de gestion compatibles avec le fonctionnement du système existant. Dans l'annexe n°10.12.3 (page 192), le tableau, présente la transposition des différents besoins inventoriés en règles fonctionnelles qui ont ensuite été implémentées dans le SAGT pour permettre la prise en charge de la gestion de la RV. Le regroupement des fonctions déclinées a permis d'inventorier les grands ensembles fonctionnels impactés par l'évolution et ayant fait l'objet de spécifications détaillées (cf. tableau n°6, ci-après).

Tableau n° 6 : Périmètre des grands ensembles fonctionnels.

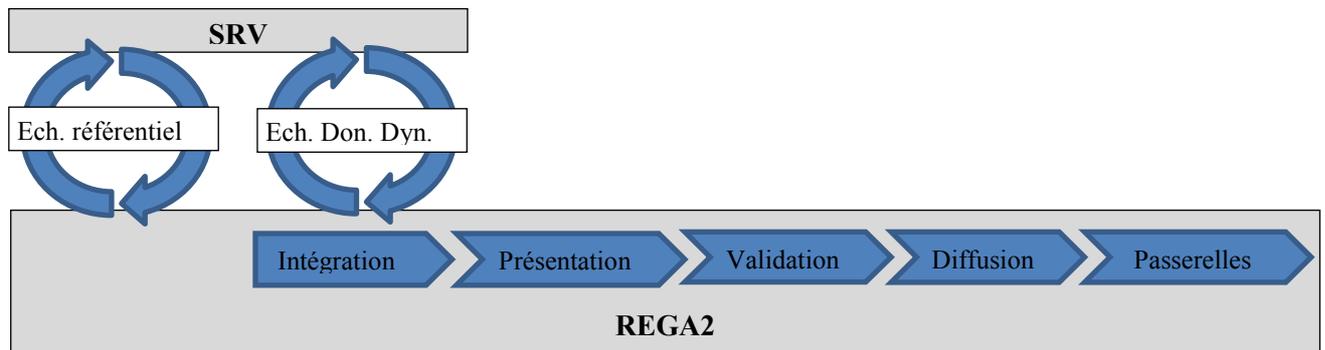
Ensemble fonctionnel	Périmètre des fonctions associées
Intégration	Intégration dans le SAGT des propositions de RV sur plusieurs sections de régulation avec notions de pré-information
Validation	Transposition événementielle des scénarios et propositions de régulation selon deux modes : automatique ou manuel.
Echange de données de référentiel	Gestion et transmission des données de référentiel utilisées par le SRV. Réception des filtres issus du SRV pour cibler les informations de référentiel à envoyer
Echanges de données dynamiques	Echanges bidirectionnels des données dynamiques entre REGA ² et SRV
Présentation (Alertes)	Gestion des alertes : Information des OPC habilités de propositions en attente de validation dans le cas d'un paramétrage en mode manuel, Information d'anomalies fonctionnelles liée à l'intégration d'une proposition.
Habilitations	Affichage des alertes en fonctions d'habilitations définies pour chaque utilisateur
Diffusion	Adaptation du processus de diffusion intrinsèque au SAGT pour transmettre les propositions, les nouvelles natures de faits et les alertes liées au SRV
Passerelles	Adaptation des passerelles Stradanet et Info-partenaires

La déclinaison des besoins en grands ensembles (fonctionnels) a conduit à élaborer un processus fonctionnel modélisant l'ordonnancement des différentes étapes de traitement des informations, du point de vue du système REGA². Ce processus est présenté dans l'illustration n°28, ci-après.

La définition des grands ensembles fonctionnels fait apparaître, tout d'abord, deux fonctions d'échanges bidirectionnels entre le SRV et REGA². La première assure l'échange d'informations de référentiel entre les deux systèmes tandis que la seconde alimente le SRV en informations dynamiques depuis REGA² pour lui permettre de calculer des scénarios de régulation qui seront envoyés, lors de leur déclenchement, au SAGT. Les scénarios suivent ensuite une succession de

traitements prenant en charge les fonctions d'intégration dans le SAGT, de présentation (alerte), de validation (incluant la génération des affichages PMV), de diffusion interne et enfin de diffusion vers des destinataires externes via les passerelles Stradanet et Info-partenaires.

Illustration n° 28 : Grands ensembles fonctionnels identifiés pour l'évolution du SAGT.



6.2. Spécifications fonctionnelles REGA²

La phase de spécification fonctionnelle constitue une étape importante du déroulement d'un projet car elle donne une orientation aux réflexions à mener pour concevoir une solution. La démarche suivie pour identifier les impacts fonctionnels liés au présent projet a d'abord consisté à débiter la réflexion à partir de la fonction centrale du SAGT relative à la gestion événementielle. Une seconde étape a ensuite permis d'identifier les impacts à partir de cette fonction centrale, d'une part, sur la fonction amont d'interface entre le SAGT et le SRV, et d'autre part, sur les fonctions en aval liées aux traitements et aux diffusions des données. Examinons maintenant les conséquences dérivées de la prise en compte des nouveaux besoins liés à la RV dans les règles de gestion associées à la gestion événementielle.

6.2.1. La gestion événementielle au cœur des spécifications

La déclinaison des besoins a permis d'identifier plus finement les fonctions implémentées ou ayant fait l'objet d'évolutions au sein du SAGT. Cette démarche s'est appuyée sur le postulat selon lequel la gestion événementielle, socle fonctionnel du système REGA², doit conserver ses concepts fondateurs et règles de gestion associées. Elle n'a toutefois pas remis en cause la possibilité de les enrichir. Ainsi, l'intégration de la notion de scénarios de RV a permis de déduire de nouvelles règles à partir de certaines règles fondamentales associées à la gestion événementielle.

Tableau n° 7 : Conséquences découlant des règles fondamentales liées à la gestion événementielle.

Règle fondamentale REGA	→	Règle déduite (conséquence)
La photo est une instance temporelle d'un fait caractérisé par une nature spécifique et dont l'une des fonctions importante est de servir de support aux plans d'affichages PMV souhaités	→	La transmission d'un scénario de RV doit aboutir à la création d'une photo rattachée à un fait d'une nouvelle nature dédiée. Cette photo est à l'origine soit de la création d'une instance de fait, soit de son évolution, soit de sa clôture
La photo est un élément déclencheur permettant aux diverses passerelles logicielles de jouer leur rôle grâce à leur mécanisme de filtrage événementiels basés sur de très nombreux critères tels que la nature de fait, certains éléments de localisation, ou encore des caractéristiques de description du fait	→	La photo doit comporter des caractéristiques permettant, d'une part, de marquer les différentes étapes de chaque mesure de RV mise en œuvre et, d'autre part, de contenir le descriptif des plans de vitesses appliqués par portion de la ZR. Cela induit que le SRV transmette ces informations dans les scénarios afin de permettre l'automatisation complète de la chaîne de validation de ces derniers
L'évolution du référentiel REGA engendre la génération d'une nouvelle version de Données Stables	→	Une telle évolution doit provoquer un envoi automatique au SRV des entités du référentiel qui le concernent (structure du réseau, PMV, Points de mesure) afin qu'il puisse mettre à jour son propre référentiel

Le tableau n°7, ci-avant, présente les règles déduites les plus significatives par l'importance de leurs conséquences sur le système actuel.

6.2.1.1. Principes généraux de l'intégration de scénarios

En complément de la déclinaison de règles générales liées à l'intégration des scénarios de RV dans la gestion événementielle REGA, il a été nécessaire de définir les étapes de diffusion des principaux flux d'information à travers le SAGT. L'élaboration de cas d'utilisation a permis de formaliser les échanges de flux d'informations entre le SRV, le serveur REGA central et les serveurs REGA régionaux. D'autre part, ces cas d'utilisation ont également permis de décrire les conséquences les actions effectuées (ou non) par les OPC sur les scénarios. Les besoins explicités dans le cahier des charges ont générés de nombreux cas d'utilisation combinant principalement les trois critères suivants, conditionnant le traitement des propositions de scénarios : La localisation de la proposition (mono régionale / multi régionale), Le mode de validation (manuelle / automatique), Le type de scénario (pré-information / affichage). Ces cas d'utilisation ont également servi à décrire les traitements à mettre en œuvre dans le cas d'enchaînement de propositions successives sur des zones de régulations différentes.

Les illustrations n°29 à 33 qui suivent présentent quelques cas d'utilisation mettant en jeu des propositions traitées en mode de validation manuelle. Notons que les cas d'utilisation en mode automatique ne présentent aucune interaction avec les utilisateurs et mettent en œuvre les mécanismes décrits plus loin dans ce document (cf. §6.2.2.4 - Fonction de transformation des propositions en photos, page 81).

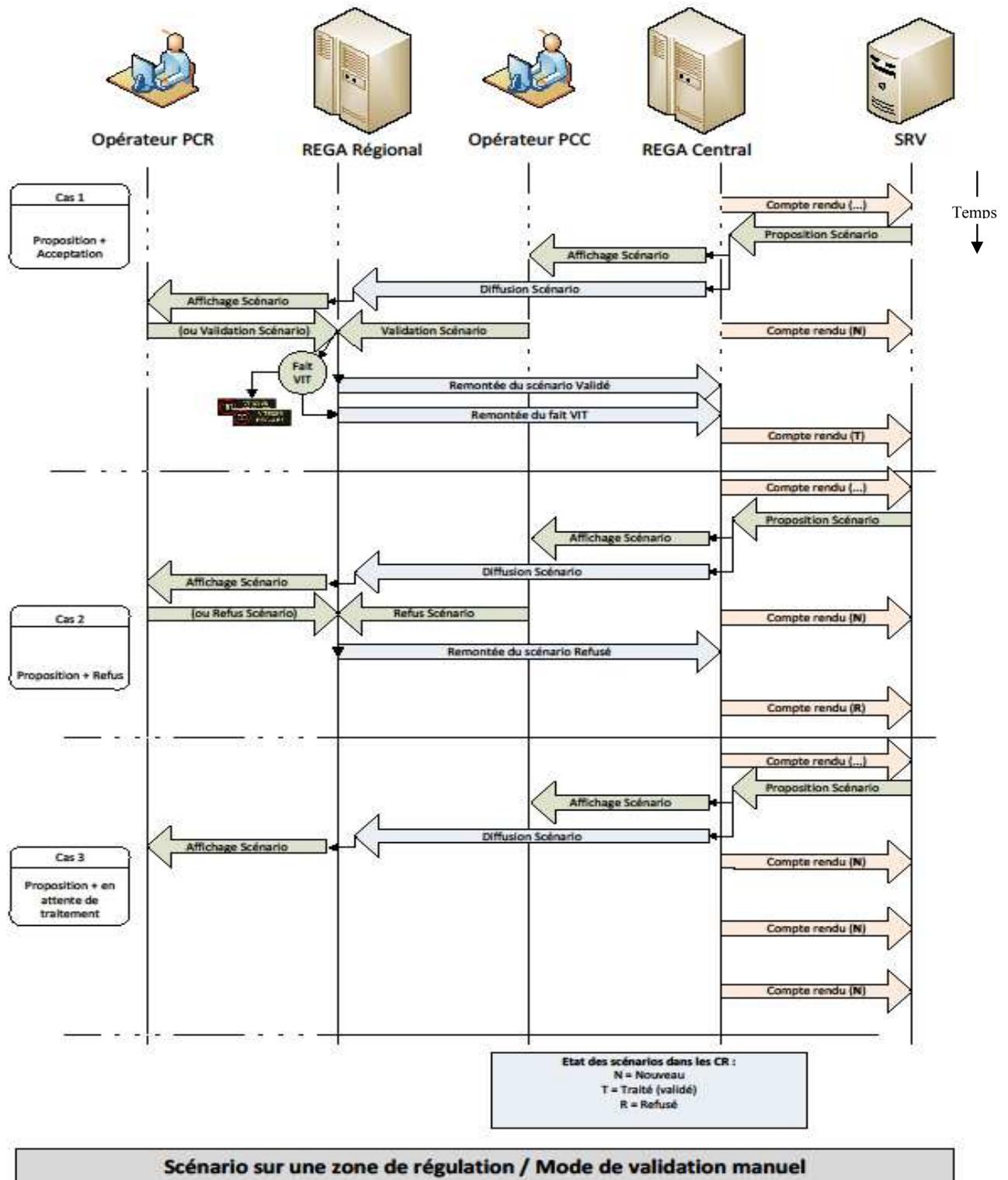
Dans l'illustration n° 29, ci-après, **le cas n°1** présente les flux engendrés par l'arrivée d'une proposition depuis le SRV. En mode de validation manuel, la proposition est présentée tout d'abord à l'opérateur du PCC (OPCC) et diffusée de manière asynchrone vers le serveur REGA régional. Une fois la proposition présente en région, elle peut être présentée à l'OPCR. L'opération de validation peut ainsi être effectuée indifféremment par un OPCC ou un OPCR. A l'issue de cette opération, une photo embarquant dans son plan d'affichage PMV les prescriptions de vitesses transmises par la proposition est générée, créant un nouveau fait « Vitesse » s'il n'en existait pas un auparavant sur la section de régulation. Dans le cas contraire, la photo est rattachée au fait « vitesse » déjà présent sur la section. Une fois la photo enregistrée en région, cette dernière sera remontée vers le système central accompagné de la proposition validée, permettant de retourner dans un compte rendu un état de traitement « T » (Traité) au SRV. Concernant la gestion des comptes rendus, notons qu'ils sont générés par le serveur REGA central de manière cyclique, toutes les minutes. Lorsqu'une proposition est intégrée par REGA, ce dernier retour un état de traitement « N » (Nouveau) jusqu'à ce qu'un autre état de traitement lui soit remonté.

Le cas n°2 présente également la transmission d'une proposition, issue du SRV, vers le serveur REGA central, puis régional. Cependant, la proposition est ici refusée par l'un ou l'autre des opérateurs (OPCC ou OPCR). En conséquence, aucun fait n'est généré sur le serveur REGA régional et, seul, le scénario est remonté vers le système central avec un état de traitement « R » (Refusé) qui est ensuite transmis au SRV.

Le cas n°3 illustre la transmission d'une proposition jusqu'au serveur REGA régional ainsi que sa présentation aux OPCC ou aux OPCR. Mais, dans le cas présent, aucune action de validation

ou de refus n'est effectuée. Ainsi, tant que la situation perdure, aucune photo ne sera créée et rien ne sera remonté. L'état de traitement transmis au SRV restera donc inchangé.

Illustration n° 29 : Cas d'utilisation liés aux traitements de propositions sur une même SR / Série 1.

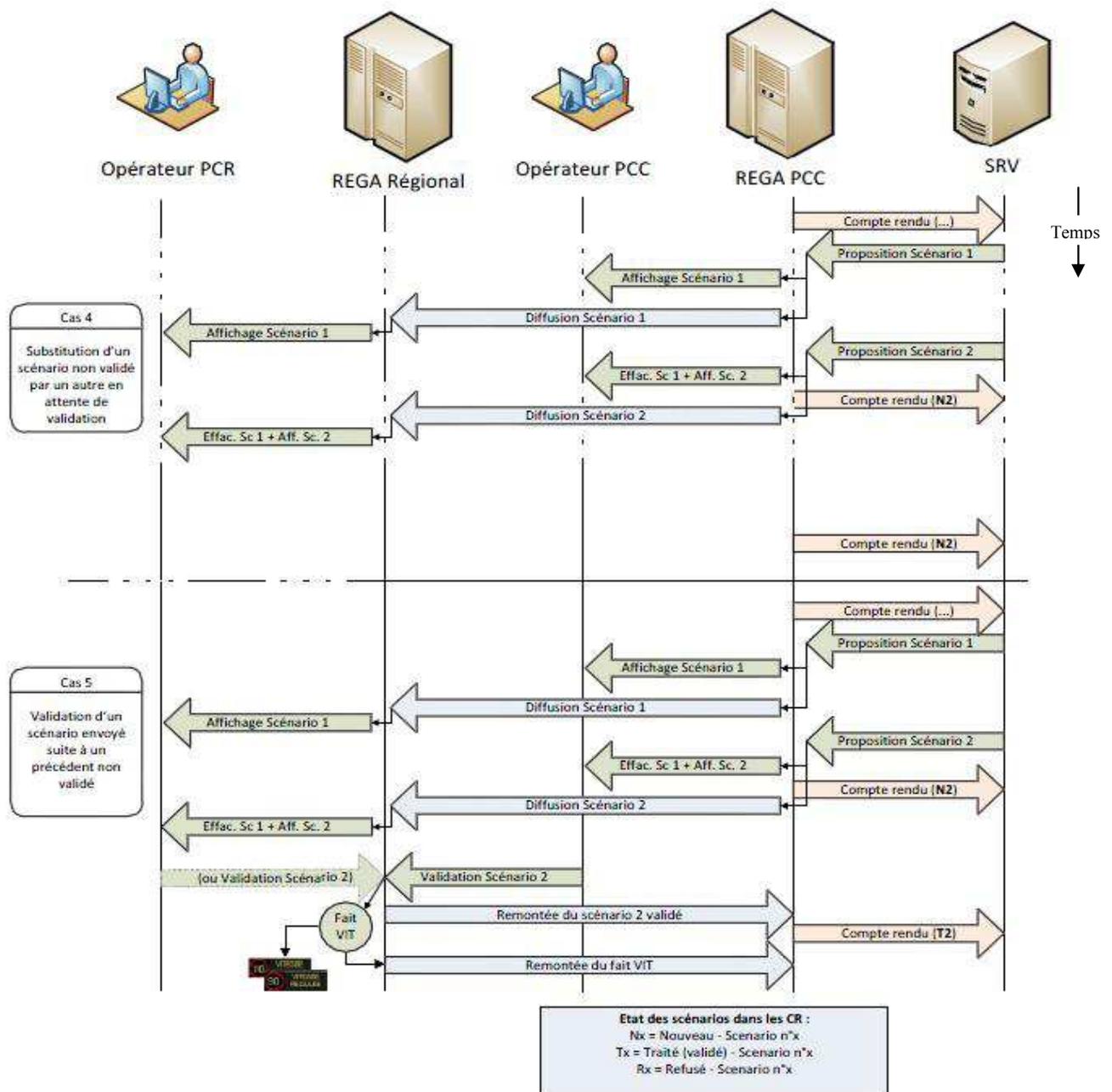


Dans l'illustration n°30, ci-après, le cas n°4 illustre la transmission successive de deux propositions sur une même zone de régulation sans qu'aucune action « opérateur » ne soit effectuée. Le comportement sera donc le suivant : la seconde proposition doit se substituer à la première dans

les IHM d'affichage des serveurs REGA centraux et régionaux. Tant qu'aucune action « opérateur » ne sera effectuée, le compte rendu transmettra un état « N » au SRV.

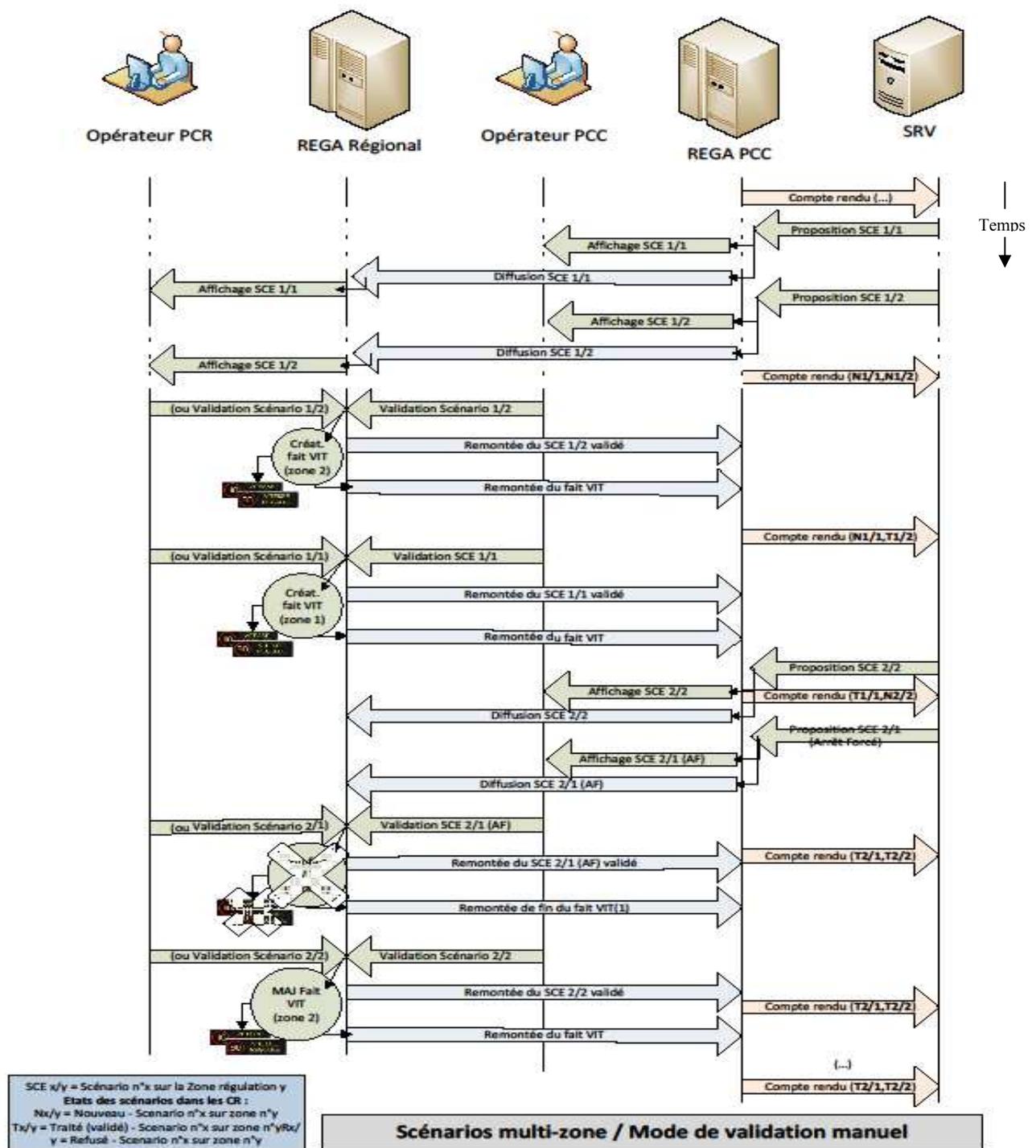
Le cas n°5 illustre la même situation que dans le cas n°4 avec la différence qu'à l'issue de la présentation de la deuxième proposition, l'un des OPC le valide. S'en suit la création d'une photo avec plan d'affichage PMV induisant un nouveau fait « Vitesse », s'il n'en existait pas un avant sur la section de régulation, ou rattachée à un fait « vitesse » déjà présent sur la section dans le cas contraire. Le serveur REGA régional fera ensuite remonter au système central la photo générée ainsi que la proposition validée. Le cycle d'activation se terminera avec le retour de l'état de traitement à « T » au SRV (Traité par l'OPC).

Illustration n° 30 : Cas d'utilisation liés aux traitements de propositions sur une même SR / Série 2.



Scénarios sur une même zone de régulation / Mode de validation manuel

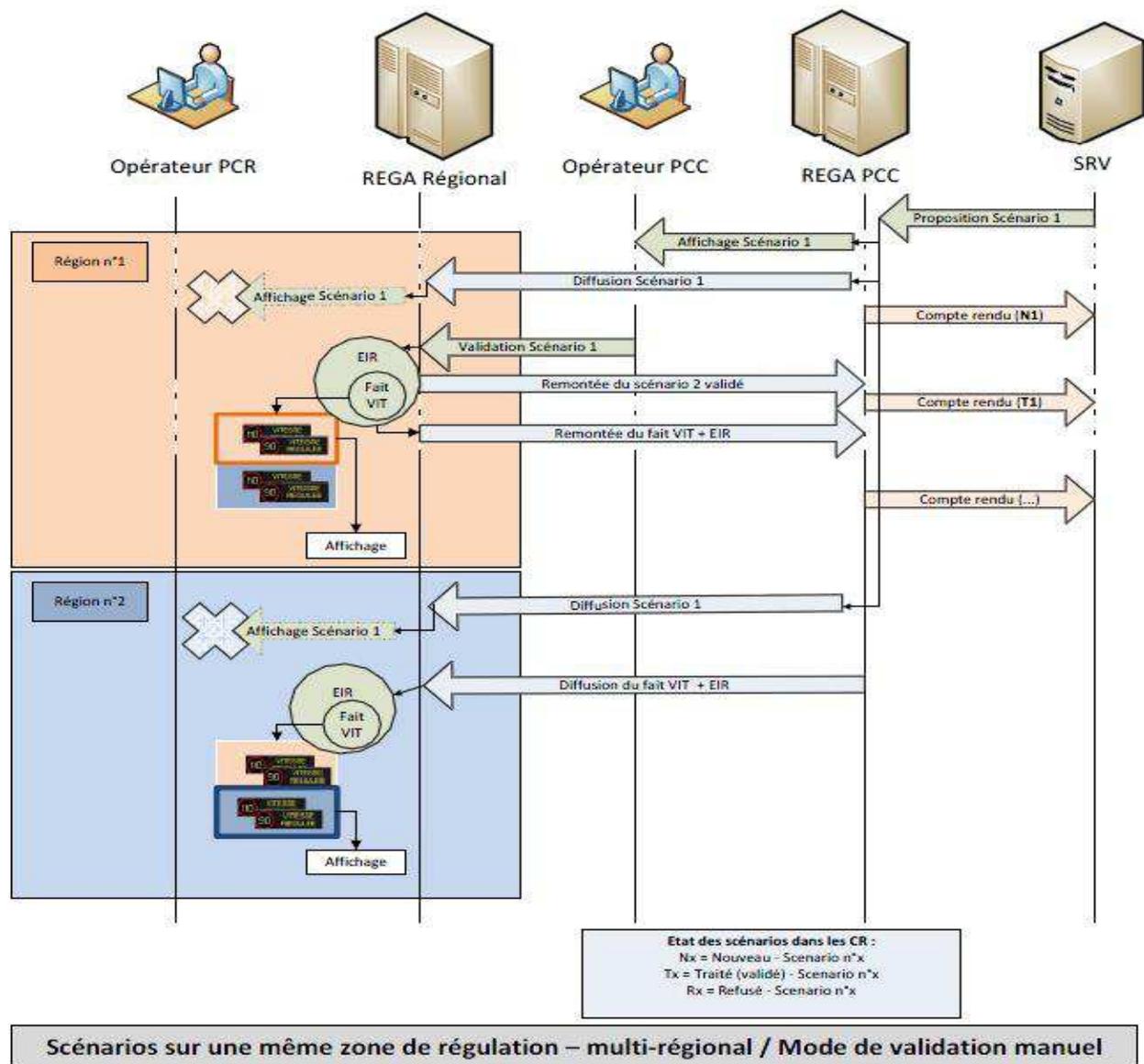
Illustration n° 31 : Cas d'utilisation liés aux traitements de propositions sur plusieurs SR / Série 1.



Dans l'illustration n°31, ci-avant, le cas présente une situation où deux propositions successives sont transmises par le SRV portant sur deux sections de régulation différentes. La validation de la proposition « 1/2 » engendrera la création d'un fait « vitesse » dans l'hypothèse où il n'en n'existe pas déjà un sur la zone de régulation n°2. De même, la validation de la proposition « 1/1 » engendrera la création d'un fait « vitesse » dans l'hypothèse où il n'en n'existe pas déjà un sur la zone de régulation n°1. Ces deux validations entraînent automatiquement la remontée vers le serveur central des faits générés ainsi que des propositions validées, puis, le retour au SRV d'un état de traitement « T » pour chacune des sections concernées.

Deux propositions sont ensuite à nouveau envoyées par le SRV sur chacune des sections de régulation. La première proposition (« 2/2 ») embarque un nouveau plan d'affichage tandis que la seconde (« 2/1 ») contient une demande d'arrêt forcé. Cette dernière est validée, entraînant la clôture du fait « vitesse » de la zone de régulation n°1, et ainsi la suppression des messages PMV initialement rattachés. Enfin, la première proposition « 2/2 » est validée transmettant un nouveau plan d'affichage au fait « vitesse » de la zone de régulation n°2. La validation de ces deux propositions entraîne un retour au SRV d'état de traitement « T » pour chacune d'elles.

Illustration n° 32 : Cas d'utilisation liés aux traitements d'une proposition portant sur une SR répartie sur deux régions.



Dans l'illustration n°32, ci-avant, la soumission à REGA d'une proposition contenant un plan d'affichage sur des PMV implantés sur deux régions entrainera sa diffusion vers tous les serveurs régionaux. La proposition ne sera cependant présentée qu'aux OPCC qui sont les seuls habilités à créer des EIR. Une fois le scénario validé en central, il entrainera la création, dans la première région, d'un nouveau fait VIT (s'il n'en existant pas auparavant) encapsulé par une nouvel EIR. Les messages contenus dans le scénario et « transmis » à la photo nouvellement générée sont transmis à l'affichage (via les files d'attente) pour les PMV de la région. Les entités

événementielles créées dans la première région remontent ensuite sur le serveur central qui se chargera de les distribuer, via le processus de la PLT, dans l'autre région concernée. Les messages contenus dans la photo et concernant les PMV de cette deuxième région seront transmis à l'affichage (également via les files d'attente). Ce cas d'utilisation présente ainsi l'asynchronisme des mécanismes d'affichages des messages PMV lors du traitement de propositions localisées sur deux régions.

6.2.1.2. Grandes fonctions impactées

Après avoir décliné les grandes règles associées à l'intégration des scénarios de RV ainsi qu'aux conséquences sur la gestion événementielle en temps réel, il a été possible d'établir un inventaire exhaustif des grandes fonctions à réaliser ou à faire évoluer. Le tableau n°8, ci-après, décrit et regroupe les fonctions implémentées par grands ensembles cohérents qui seront décrits plus précisément dans la section qui suit.

Tableau n° 8 : Grandes fonctions impactées par l'évolution du SAGT.

Fonctions	Statut	Sous-Fonctions
Fonction d'interface avec le SRV	Nouvelle	Sous-fonction d'échange de référentiel entre le SAGT et le SRV
		Sous-fonction de transmission des informations TR (CR, trafic, faits sur le ZE, état des PMV)
		Sous-fonction de réception des propositions de scénarios
Fonction d'intégration des scénarios dans le SAGT	Nouvelle	Sous-fonction de validation des scénarios dans le SAGT
		Sous-fonction d'intégration des scénarios dans le SAGT
Fonction de diffusion interne au système REGA ²	Evolution	Sous-fonction de diffusion d'un site régional vers le site central des faits de nature « Vitesse »
		Sous-fonction de diffusion du site central vers un site destinataire, régional ou d'historisation, des faits de nature « Vitesse »
Fonction de représentation du synoptique	Evolution	Sous-fonction de visualisation des informations événementielles (évolution)
		Sous-fonction de visualisation des vitesses par portion de route
Fonction de diffusion vers la passerelle applicative Info-Partenaire	Evolution	Sous-fonction de filtrage des événements
		Sous-fonction de mise en forme des messages et états de synthèses générés
		Sous-fonction de diffusion
Fonctions d'interface avec des systèmes externes (diffusion vers les autres passerelles applicatives)	Evolution	Sous-fonction de diffusion des événements vers la passerelle STRADANET
		Sous-fonction de diffusion des conditions de circulation vers la passerelle WEBTRAFIC
		Sous-fonction de diffusion des faits TR vers la passerelle CORALY
Fonctions transverses	Evolution	Sous-fonction de gestion des alertes applicatives

Ce tableau recense les nouvelles fonctions ainsi que celles déjà existantes concernées par l'évolution. Les nouvelles fonctions créées portent sur le dialogue REGA/SRV ainsi que l'intégration des propositions de RV dans le SAGT. Les fonctions déjà existantes ayant nécessités des adaptations concernent essentiellement les fonctions de diffusions, au sens large, intrinsèques au système REGA² ainsi que les fonctions d'affichage sur synoptique et de gestion des alertes applicatives (incluant la présentation des propositions aux OPC).

6.2.2. **Spécifications déclinées par ensemble fonctionnel**

Les différentes fonctions identifiées pour l'implémentation de la solution s'articulent autour de la fonction centrale de gestion événementielle constituant le cœur du SAGT. Les principales

d'entre elles sont les fonctions : générales d'échanges avec le SRV, d'échange liées spécifiquement aux scénarios de RV, d'intégration et de transformation des propositions en photos REGA, de diffusion interne au SAGT, de représentation du synoptique, de diffusion vers la passerelle « Info-Partenaires », sans oublier les autres fonctions d'interfaces avec les systèmes externes au SAGT. Cette section détaille le périmètre de chacune d'entre elles.

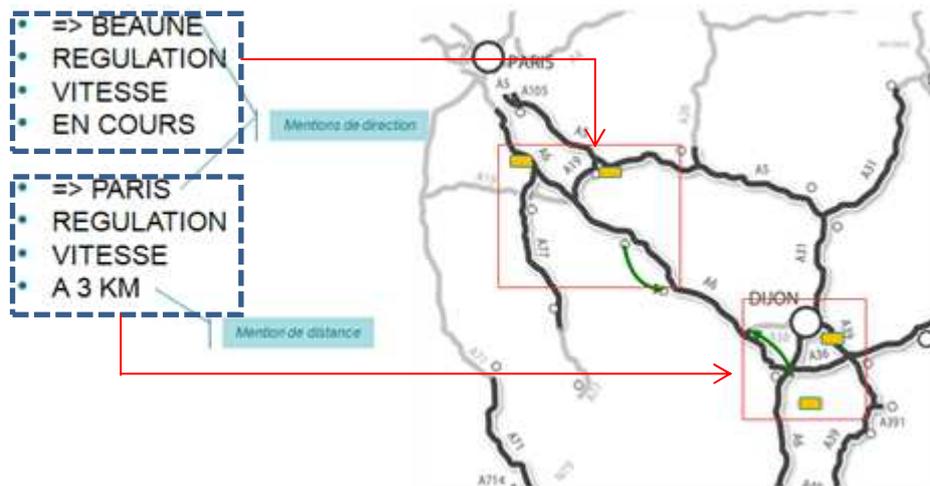
6.2.2.1. Fonctions générales d'échange avec le SRV

Bien qu'indépendant dans leur fonctionnement, les deux systèmes REGA² et SRV nécessitent d'échanger des informations pour permettre à l'ensemble de la chaîne d'être opérationnel. Ces échanges consistent, en premier lieu, à synchroniser les référentiels appartenant aux deux systèmes afin de permettre une harmonisation des éléments de contexte nécessaires à l'analyse et au traitement des données TR. Ensuite, ces échanges ont pour objectif d'alimenter les deux systèmes des informations TR afin de leur permettre d'assurer leurs fonctions respectives. Ces informations TR comportent, d'une part, des données dynamiques, relatives aux conditions de circulation concernant chaque zone de régulation, et, d'autre part, à des données associées à la gestion des scénarios de RV.

Les opérations de transmission des **informations de référentiel** (cf. schéma synthétique en annexe n°10.13.1, page 193) s'effectuent de manière ponctuelle à la suite de l'évolution de chacun d'eux. Le **référentiel issu du SRV** comporte : 1/ la définition sections de régulation (SR) représentant les sections de route sur lesquelles les mesures de prescription de vitesse pourront être appliquées, 2/ la définition des zones événementielles (ZE) représentant les linéaires routiers sur lesquels REGA² devra transmettre au SRV les faits qui s'y produisent ayant une incidence sur le déclenchement d'une régulation, 3/ la liste des motifs de déclenchement de la régulation à partir desquelles l'habilitation des OPC est paramétrée, 4/ la liste des PMV pour lesquels REGA doit transmettre en TR les états et les messages affichés, 5/ la liste des PME trafic pour lesquels REGA doit transmettre en TR les relevés réels et prévisionnels. Le **référentiel issu de REGA²** comporte tout d'abord l'infrastructure du réseau (définitions des autoroutes, des portions de route enrichies avec leurs vitesses nominales, diffuseurs, etc...). Ensuite, il propose la définition des panneaux répondant au critère de filtre transmis par le SRV et la définition des points de mesures trafic répondant au critère de filtre transmis par le référentiel SRV. Il dresse également la liste des symboles de pictogrammes utilisables. Enfin, il génère et transmet les distances et directions entre les PMV des SR et les PMV amont pour permettre au SRV d'élaborer des messages contenant ces informations. Notons que le référentiel REGA² dédié à la RV constituant un sous ensemble du référentiel global des données stables du SAGT, il est transmis lors de l'activation de ce dernier. Sur réception du référentiel REGA², le SRV l'intègre ensuite automatiquement dans son propre référentiel. Comme nous venons de le voir, parmi les informations transmises à SRV, l'une d'entre elles est issue d'un traitement particulier : La **définition des liaisons « PMV à PMV amont » avec leur distances et mentions de direction associées** dont les règles d'élaboration sont explicitées, ci-après. Afin de prévenir les automobilistes de leur arrivée dans une zone régulée, il a été demandé que SRV puisse afficher, en complément des messages de prescription de vitesse, des messages dits « de confort » sur les PMV situés en amont. Ces messages de confort peuvent contenir deux informations variables en fonction de la localisation des panneaux par rapport à la zone sous RV : la

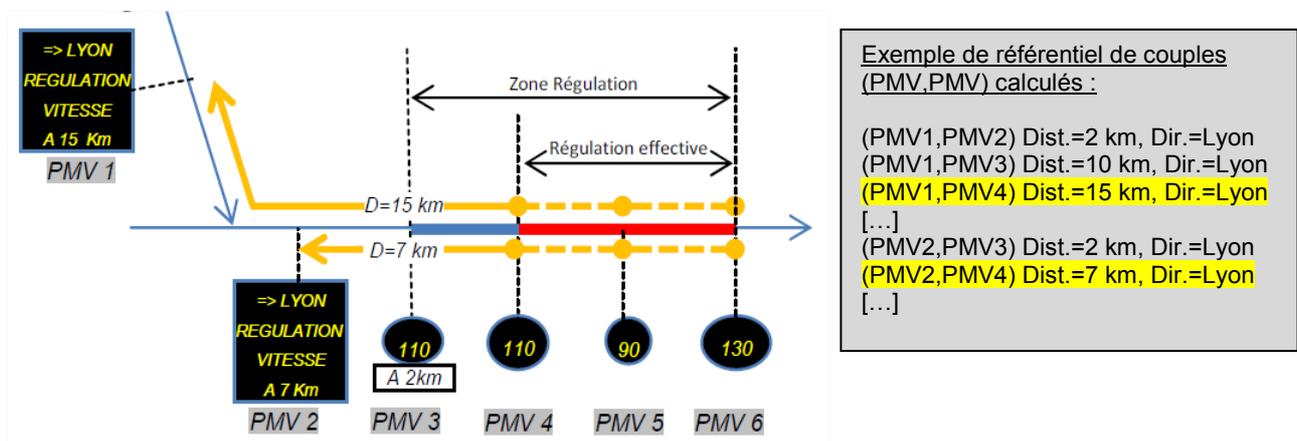
distance et la mention de direction. L'illustration n°33, ci-après, présente un exemple de messages de confort contenant ces informations.

Illustration n° 33 : Exemple de messages affichés sur PMV en amont de SR.



La solution apportée pour répondre à cette fonctionnalité a consisté à calculer, pour chaque PMV du réseau, les distances avec certains PMV en amont de ces derniers, en remontant le réseau, portion (de route) par portion. Ainsi, le SRV, ayant à sa disposition tous les couples PMV/PMV avec les informations de distance et de direction, peut élaborer facilement ses messages de confort. Une fois déterminé le PMV sur lequel le message de confort doit être affiché, il lui suffit de connaître le PMV implanté au début du premier canton de la ZR et de lire la distance ou la mention de direction associée à ce couple de panneau.

Illustration n° 34 : Utilisation des mentions de distance et de direction dans les messages de confort.



L'illustration n°34 montre que pour intégrer l'affichage de la distance dans un message de confort sur le PMV 1, il est nécessaire de déterminer au préalable le PMV marquant le début du premier canton sous régulation effective (ici le PMV 4) et de chercher la distance associée au couple PMV1/PMV4 (5 Km dans l'exemple). De même, pour l'affichage du PMV2, il suffit de rechercher la distance associée au couple PMV2/PMV4 (3 Km dans l'exemple).

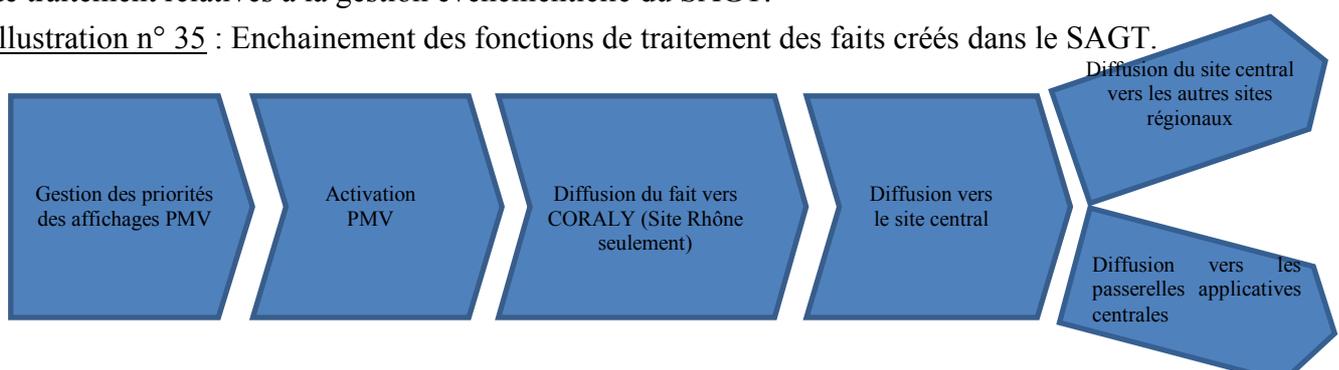
Les informations dynamiques relatives aux conditions de circulation aux environs de la section de régulation (état du trafic, état des événements, état des PMV) sont transmises en TR par REGA au SRV, soit ponctuellement, soit de manière continue. Parmi celles-ci, se distinguent : 1/ La liste des faits se produisant, soit sur une ZE avec une nature « Vitesse », « Accident », « Incident »,

« Balisage », « Chantier » ou « Fermeture », soit sur une SR avec une nature « Bouchon », 2/ Les recueils de données trafic TR collectés par les PME filtrés (flux continu), 3/ Les recueils de données trafic prévisionnels pour les PME filtrés (flux ponctuel), 4/ L'état des affichages PMV localisés dans et en amont de chaque SR définie (flux continu). L'annexe n°10.13.2 (page 193) présente le schéma synthétique du flux d'informations permettant au SRV de générer les scénarios de RV adaptés aux diverses situations se produisant dans ou en aval des différentes SR. Parmi les informations dynamiques transmises à SRV, l'une d'entre elles fait l'objet d'un traitement particulier : La liste des faits localisés sur ZE. En effet, elle détaille pour chaque fait en cours : leur localisation, le découpage du linéaire par portion décrivant l'état des voies ainsi que leur capacité résiduelle dont le principe de détermination est expliqué en annexe n°10.13.3 (page 193).

6.2.2.2. Fonction d'échange liée aux scénarios de RV et à leurs comptes rendus

Les propositions composant les scénarios de RV constituent des messages générés par le SRV et transmis à REGA afin d'appliquer ou de désactiver des consignes de prescription de vitesse sur une section de régulation. Ces messages peuvent être de deux types distincts : un type « proposition » ou un type « arrêt forcé ». Un message de type « proposition » contient notamment des informations relatives à sa localisation, son état de traitement (N=Nouveau, T=Traité, B=Abandonné, R=Refusé ou F=arrêt Forcé), l'état de la régulation (B=Base, A=Ajustée, D=Dégradé, T=Terminé ou F=arrêt Forcé), d'un ou plusieurs motifs de régulation (trafic capacitif, événement,...), de la référence d'un ou plusieurs arrêtés préfectoraux, d'un plan d'affichage PMV et d'un plan de prescription de vitesse par canton. Une demande d'arrêt forcé est, quant-à-elle, une proposition particulière annulant, sans délai, une mesure de RV active sur une section sous régulation. Elle ne contient donc ni arrêté préfectoral, ni plan d'affichage PMV, ni de plan de prescription de vitesse. Suite à **l'intégration d'une proposition par REGA²** (cf. schéma en annexe n°10.13.4, page 195), ce dernier doit immédiatement transmettre au SRV, à intervalle de temps régulier, un compte rendu d'état de traitement (CRT) pour chaque SR. Cet état de traitement peut prendre plusieurs valeurs : N=Nouveau (proposition a été intégrée sans anomalie (N=Nouveau), T=Traité, (proposition a été validée par un OPC), R=Refusé (proposition a été refusée par un OPC), B=Abandonnée (proposition a été abandonnée). Les CRT ont ainsi pour fonction de synchroniser les réponses du SRV sur le traitement événementiel des propositions par REGA². Les cas d'utilisation présentés précédemment (cf. §6.2.1.1 - Principes généraux de l'intégration de scénarios, page 68) illustrent les échanges d'informations dynamiques constituées des propositions de scénarios de RV et des comptes rendus d'exécution. Examinons, maintenant, les **impacts de la fonction d'intégration des scénarios de RV** sur les fonctions localisées plus en aval du processus de traitement relatives à la gestion événementielle du SAGT.

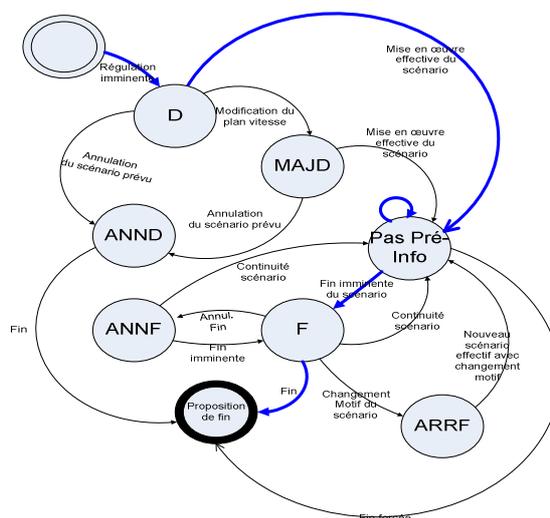
Illustration n° 35 : Enchaînement des fonctions de traitement des faits créés dans le SAGT.



L'une des fonctions intrinsèques au SAGT étant de gérer les affichages PMV enregistrés dans le cadre de faits, les scénarios nécessitent ainsi d'être transformés en photos REGA lors de leur validation. Une nouvelle nature de fait « vitesse » a donc été créée afin de mémoriser dans le SAGT les demandes d'affichage PMV spécifiquement liées à des mesures de RV. Contrairement aux autres natures de faits déjà existantes, la nature « Vitesse » porte la description d'un plan de vitesses qui permet, en outre, à la fonction synoptique du SAGT de le représenter sur le réseau autoroutier. Une fois les photos créées dans le cadre d'un fait « Vitesse », elles se diffusent automatiquement via les diverses fonctions du SAGT représentées dans l'illustration n°35, ci-avant.

Afin de répondre au besoin de prévenance de certains acteurs concernant la mise en œuvre des différentes phases d'une mesure de RV pour un motif qualifié de « capacitif », la passerelle existante « Info-Partenaires » a dû être adaptée. Son rôle étant de déclencher des envois de messages automatiques et personnalisés sur création de photos, il a été nécessaire qu'elle puisse prendre en compte dans ses critères de filtrage de nouvelles informations propres à la nouvelle nature de fait « vitesse » (motif, état de la régulation). Le mécanisme de filtrage de la passerelle est décrit plus loin (cf. §6.2.2.7 - Fonctions de diffusion via la passerelle applicative Info-Partenaire, page 85). Un nouveau type d'information a également été ajouté aux propositions de scénarios appelé « **état de pré-information** » permettant d'indiquer à quelle étape se situe la mesure de RV et ainsi de transmettre des messages personnalisés en fonction de ce nouveau critère. Les différents états de pré-information possibles (début de RV, modification de RV, annulation de RV, fin de RV, ...) et leurs conditions d'apparition sont référencés en annexe n°10.13.5 (page 195). En mode nominal, les propositions de scénarios déclenchés par le SRV pour un motif « Capacitif » suivent un ordonnancement dont l'illustration n°36 décrit les différentes possibilités de transition d'état.

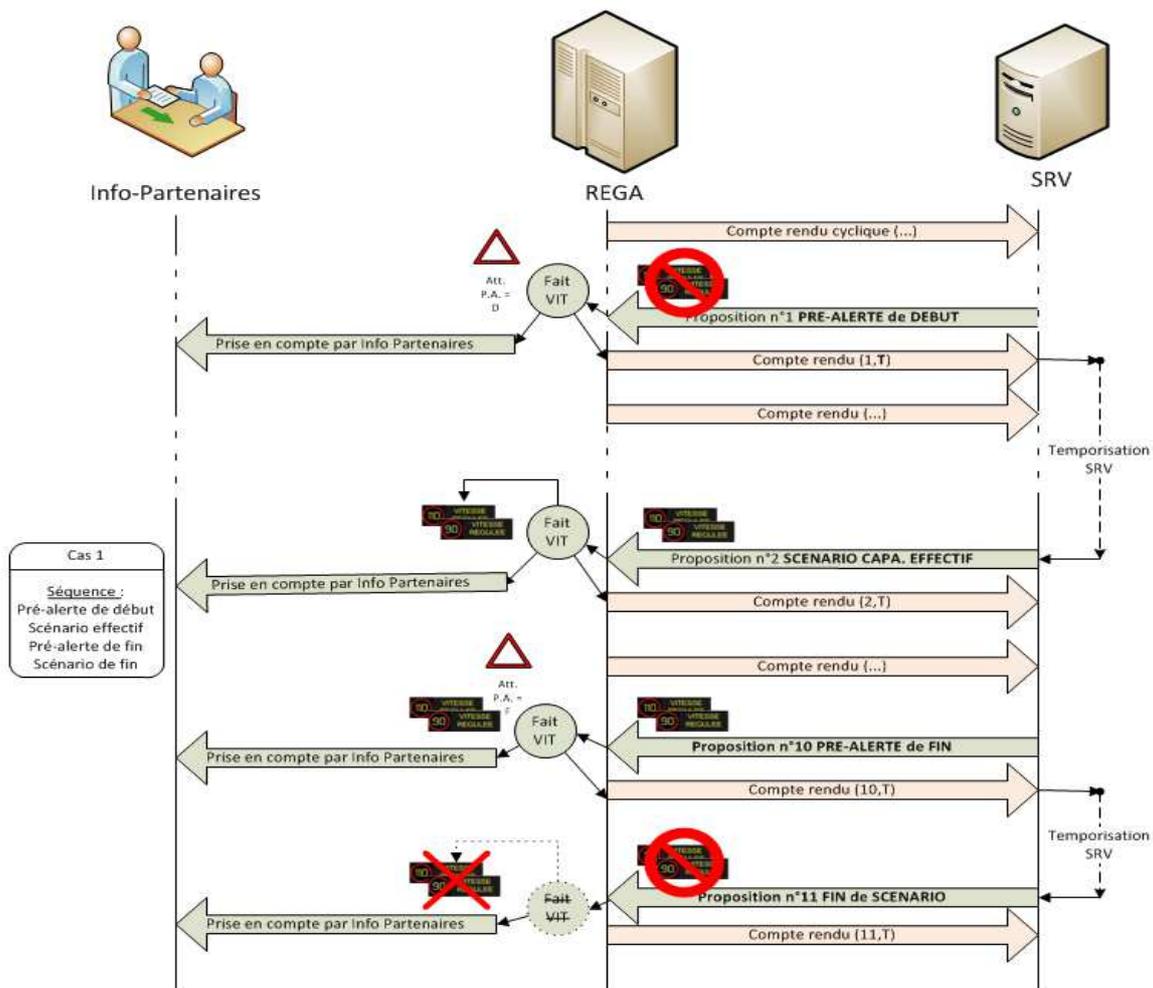
Illustration n° 36 : Diagramme d'état-transitions des pré-informations qualifiant les propositions RV.



Toujours en mode nominal, les propositions transmises par le SRV doivent s'enchaîner en portant les pré-informations suivant le circuit symbolisé par les flèches bleues. Les enchainements alternatifs représentés par les flèches noires peuvent de produire dans des cas spécifiques prévus et gérés par le SRV. Le diagramme de séquence (illustration n°37, ci-après) présente l'enchainement des échanges entre le système SRV et REGA² ainsi que les liens avec la passerelle « info-partenaires », prenant en compte les états de pré-information (également appelées pré-alertes). Le

diagramme de séquence simplifié présente, outre le maillon SRV à l'origine des propositions, les maillons fonctionnels du SAGT impliqués dans la chaîne de traitement des scénarios et entraînant un résultat visible pour l'exploitant. Ces maillons REGA² sont, d'une part, la fonction de gestion des faits pilotant notamment les affichages PMV et, d'autre part, la passerelle « Info-Partenaires ». Notons que l'entité nommée « REGA » dans l'illustration représente un ensemble fonctionnel qui masque l'organisation physique des serveurs qui le composent. Concernant la cinématique des échanges, l'illustration représente, les conséquences dans le SAGT de la réception de propositions issues du SRV. Tout d'abord, la *proposition n°1* transmise par le SRV, comportant une pré-information de début, initie le processus de création d'un scénario. Elle ne contient pas de plan d'affichage PMV mais, une fois intégrée dans le système REGA, celle-ci engendre tout de même un nouveau fait vitesse sur la section de régulation concernée. REGA renvoie ensuite un compte rendu de traitement au SRV qui enclenche une temporisation avant de générer une nouvelle proposition. Les abonnés de la passerelle Info-Partenaire possédant un filtre sur les photos de faits vitesse avec un attribut de pré-information à « D » recevront une information en captant la nouvelle photo du fait vitesse nouvellement créée (cf. fonction de filtrage de la passerelle au §6.2.2.7, page 85).

Illustration n° 37 : Diagramme de séquence simplifié présentant les échanges et interactions entre les principaux composants et acteurs, en mode nominal.



Une fois la temporisation écoulée, le SRV transmet une nouvelle *proposition n°2*, effective puisque comportant cette fois un plan d'affichage PMV de prescription de vitesse. Son intégration dans le SAGT engendre une nouvelle photo au sein du fait vitesse initialement créé. Les comptes

rendus renvoyés par REGA à SRV, indiquent que la proposition a été traitée. Suivant le même procédé que la proposition précédente, les abonnés de la passerelle Info-Partenaire possédant un filtre sur les photos de faits vitesse sans attribut de pré-information recevront une information en captant la nouvelle photo nouvellement créée. Lorsque les conditions de trafic indiquent une fin imminente de la régulation de vitesse, le SRV émet une proposition avec pré-information de fin (*proposition n°10*) et déclenche une temporisation avant l'envoi final d'une proposition de fin de scénario. Cette avant dernière proposition comporte un plan d'affichage PMV afin de maintenir l'affichage PMV jusqu'à la proposition de fin. Notons également que les deux dernières propositions de la séquence (*proposition n°10* et *proposition n°11*) engendrent, au sein du SAGT, respectivement deux photos rattachées au fait vitesse dont la dernière clôturera ce même fait avec pour conséquence la suppression des messages des files d'attente des PMV concernés.

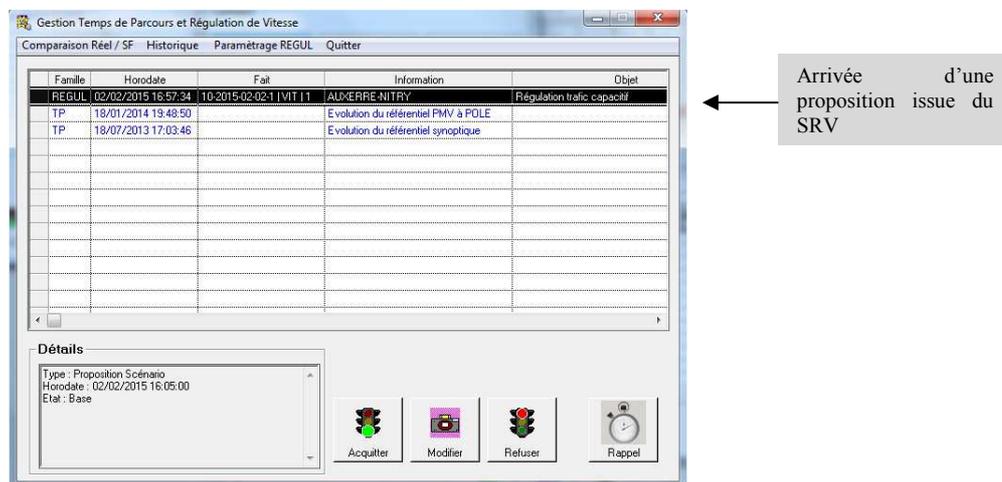
6.2.2.3. Fonction d'intégration des propositions dans le SAGT

Cette fonction comporte deux étapes successives avec, d'abord, l'intégration des propositions dans le SAGT, puis, la validation manuelle ou automatique de la proposition. D'abord, le **chargement des propositions de RV dans le SAGT** constitue l'étape préalable à la fonction de validation dont le rôle est, comme nous le verrons par la suite, de confirmer, ou de rejeter une proposition. Cette opération permet en outre à l'OPC de visualiser la proposition et éventuellement modifier certaines de ses caractéristiques comme, par exemple, la priorité de chaque affichage PMV. Ensuite, comme le présente l'illustration de l'annexe n°10.13.6 (page 195), la seconde étape de la chaîne de traitement des propositions de RV comporte, au niveau du système REGA², une **opération de validation**. Notons toutefois qu'au niveau du dispositif global de RV il y a, en fait, deux points de validation : l'un localisé en amont de la chaîne, au niveau du SRV, et l'autre en aval, au niveau du serveur REGA central. Du côté du système REGA², la validation d'une proposition de scénario de RV est une opération consistant à générer des entités événementielles à partir de cette dernière en leur transmettant les éléments indispensables pour la création des photos associées telles que, notamment : la localisation APS, le motif, le plan de prescription de vitesse, le plan d'affichage PMV. Cette opération de validation peut être paramétrée au niveau du SAGT pour s'exécuter soit en mode manuel, soit en mode automatique. Dans le premier cas, le système doit présenter les propositions reçues aux OPC connectés, en fonction de critères d'habilitation. Les actions applicables sur les propositions lors de l'étape de validation sont : la modification éventuelle, la validation ou le refus. Dans le cas de **validation en mode automatique**, la proposition transmise par le SRV est transformée automatiquement en photo REGA portant non seulement un plan de prescription de vitesses appliqué par tronçon mais également un plan d'affichage PMV qui sera ensuite soumis, pour chaque panneau, à l'arbitrage des priorités du SAGT. Il est important de noter que quel que soit le mode de validation, les propositions de scénarios portant une pré-information sont toujours validées automatiquement, sans intervention humaine, par le système dans le but de favoriser une prise en compte la plus rapide possible par la passerelle Info-Partenaires. Concernant plus spécifiquement l'opération de **validation des scénarios en mode manuel**, une IHM existante, dédiée à la gestion des alertes REGA, a dû être adaptée pour permettre d'afficher les propositions.

L'illustration n°38, ci-après, présente cet écran de gestion des alertes REGA comportant notamment une proposition de RV en attente de traitement (ligne en surbrillance noire). Les trois

opérations possibles pour traiter le scénario, par le biais de cette interface sont : soit la validation directe du scénario sans modification, soit la visualisation (avec modification éventuelle) du scénario dans le module « Dialogue Photo » suivi d'une validation, soit le refus d'application du scénario. **Le module spécifique, lié à la gestion d'alertes applicatives** a été conçu à l'origine dans le SAGT afin d'informer les exploitants de la survenue d'événements applicatifs relatifs à la gestion des temps de parcours nécessitant une action de leur part.

Illustration n° 38 : Ecran de présentation des alertes aux OPC adapté pour les besoins de la RV



Par exemple, l'effacement d'une variable de type temps de parcours dans un message PMV, due à une indisponibilité de données calculées, constitue un événement nécessitant l'intervention humaine pour modifier le plan d'affichage PMV. Ainsi, dans ce cas, une alerte est levée et devient visible au travers de l'interface de présentation des alertes. Ce module a ainsi nécessité des adaptations importantes pour y intégrer la nouvelle famille d'alertes spécifiquement liées à la gestion de la RV.

D'autre part, afin de permettre de gérer les modalités de présentation des alertes aux utilisateurs connectés, ont été définies deux notions pour lesquelles il est possible de définir des **habilitations par OPC**. La première notion utilisée pour cela est relative à la famille d'alertes distinguant les alertes liées à la gestion des temps de parcours des alertes liées à la RV. La seconde est relative à la notion de catégorie d'alerte dont les différents items qui la composent (administration, exploitation, ...) sont renseignés dans le tableau en annexe n°10.13.7 (page 196). Il est à noter qu'une alerte ne peut appartenir qu'à une seule famille et à une seule catégorie. La création d'une nouvelle entité « scénario », pour traiter les propositions, a ainsi induit l'existence de **deux nouveaux événements applicatifs**, visibles par les OPC, **appartenant à la catégorie « Exploitation »** (cf. annexe n°10.13.8, page 196) : l'alerte d'activation d'une proposition de RV et l'alerte de demande d'arrêt forcé. Pour terminer la description de la gestion des habilitations des OPC, soulignons que dans le cadre d'un mode de validation manuel, la présentation des propositions dans l'IHM est soumise à une règle de filtrage étendu portant sur le motif du scénario de RV. Ainsi, chaque profil « opérateur » se verra affecté un ensemble de motifs de RV (ou aucun) pour lesquels le système présentera les propositions associées.

6.2.2.4. Fonction de transformation des propositions en photos

Une fois la proposition validée par un OPC, la fonction de gestion événementielle prend le relai pour prendre en charge notamment la transmission des affichages PMV de prescription de vitesse. Qu'il s'agisse d'une proposition effective ou d'un arrêt forcé, leur validation doit obligatoirement engendrer une photo pour permettre au SAGT d'assurer ses fonctions dont, particulièrement, celle d'arbitrer et de déclencher les demandes d'affichage PMV. La mise en œuvre de cette fonction importante de la gestion de la RV dans le SAGT a eu des impacts conséquents sur le cœur applicatif du système. Aussi, afin de décrire plus en détail cette fonction, nous passerons en revue, en premier lieu, ses impacts sur la gestion événementielle. Enfin, une description des contrôles de cohérence des propositions mises en œuvre sera effectuée tout en présentant l'adaptation réalisée sur la fonction de gestion des alertes applicatives permettant d'informer les utilisateurs habilités en cas d'incohérence rédhitoire d'une proposition.

La fonction de transformation des propositions de scénarios de RV a eu un **impact direct sur la fonction générale de gestion événementielle** du SAGT. Afin de garantir la cohérence des affichages PMV des faits « Vitesse », une première règle a été définie stipulant qu'il ne pouvait exister, à un instant donné, au maximum un fait (et d'un événement) de ce type par SR. Ainsi, lors de la validation d'une proposition de scénario sur une SR n'ayant pas au préalable de fait en cours localisé sur son linéaire, alors la photo créée sera à l'origine d'un nouveau fait de nature « vitesse ». Si, au contraire, une proposition localisée sur une SR et comportant déjà un fait ouvert est transmise, alors la photo générée sera rattachée à ce fait. Enfin, si un scénario est validé, avec un état « Terminé » ou « Arrêt forcé » et localisé sur une SR comportant déjà un fait en cours, alors une photo de fin de fait sera générée. Le cas non nominal de validation d'un tel scénario localisé sur une SR sans fait existant n'engendrera, par contre, aucune photo. La gestion par REGA des équipements d'affichage PMV étant effectuée par région géographique, il a été nécessaire de prendre en compte la spécificité d'une SR potentiellement localisées sur deux d'entre elles.

Tableau n° 9 : Impacts de la réception de propositions de scénarios sur la gestion événementielle REGA en fonction de l'existence éventuelle d'un fait sur la SR concernée.

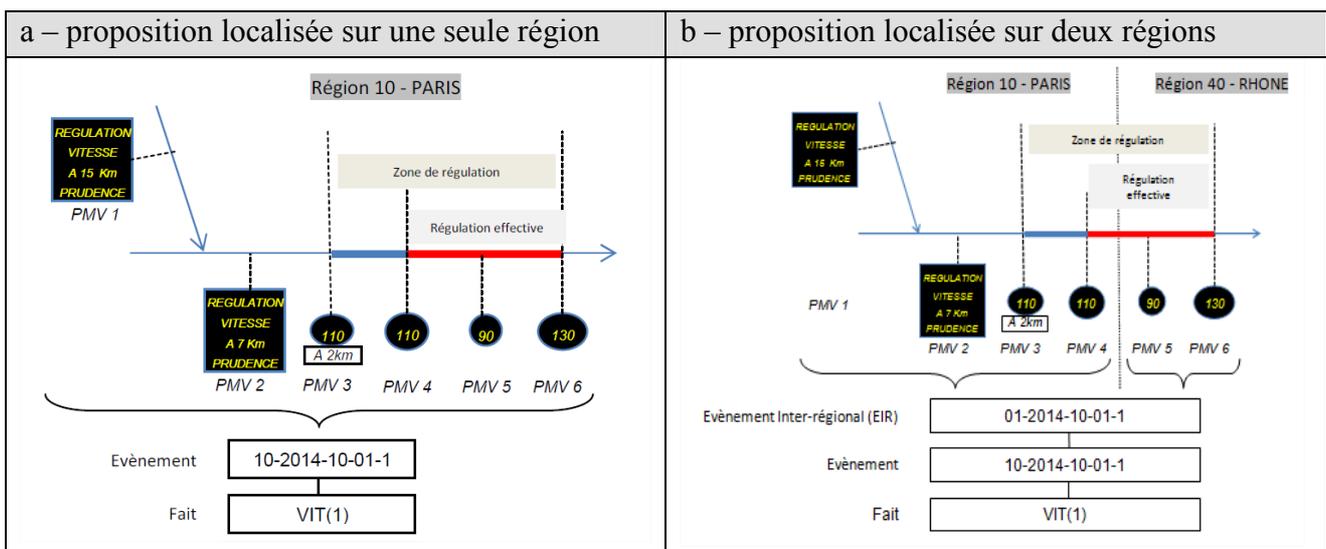
Scénario de régulation reçu de SRV		Fait « Vitesse » sur la section du scénario		Conséquences concernant la gestion événementielle
Etat	Multi régions ?	Fait en cours ?	EIR ?	
Base Ajusté Dégradé	Non	Non	/	-> Création nouvel événement -> Création nouveau fait -> Création nouvelle photo
	Oui	Non	/	-> Création nouvel EIR -> Création nouvel événement -> Création nouveau fait -> Création nouvelle photo + Rattachement de l'événement au nouvel EIR
	Non	Oui	Non	-> Création nouvelle photo pour le fait en cours
	Non	Oui	Oui	-> Création nouvelle photo pour le fait en cours
	Oui	Oui	Non	-> Création nouvel EIR -> Création nouvelle photo pour le fait en cours + Rattachement de l'événement du fait au nouvel EIR

	Oui	Oui	Oui	-> Création nouvelle photo pour le fait en cours
Terminé	/	Oui	/	-> Création photo de fin du fait en cours
Arrêt forcé	/	Non	/	-> Aucune action

Le tableau n°9, ci-avant, synthétise les actions que le système doit effectuer lors de la transformation d'un scénario en photo, en fonction de son état et de sa localisation. Notons que les actions concernant la gestion événementielle dépendent, d'une part, de l'état et de la localisation de la proposition, et, d'autre part de l'existence éventuelle d'un fait « vitesse » sur la SR et de son caractère mono ou multi régional.

L'illustration n°39 (ci-dessous) présente les impacts de la localisation des propositions sur la génération des entités événementielles. Dans l'illustration n°39-a, le fait vitesse engendré par une proposition transmise par le SRV (linéaire rouge sur le schéma) est intégralement localisé dans une région. Il est donc subordonné à un événement préfixé avec le numéro de la région d'appartenance. La première photo à l'origine du fait et de l'événement comporte dans son plan d'affichage tous les messages adressés aux PMV implantés dans et en amont de la section régulée. Dans l'illustration n°39-b, la proposition transmise par le SRV (linéaire rouge sur le schéma) concerne un linéaire localisé sur deux régions. L'implantation de début étant localisée dans la région 10, un fait est donc généré et rattaché à un événement préfixé avec le numéro de la région. La création d'un EIR permet de rattacher au plan d'affichage de la première photo des messages adressés, non seulement, aux PMV implantés dans la région 10 (PMV1 à PMV4) mais, également, aux PMV de la région 40 (PMV5 et PMV6). Cette structure d'EIR pourra permettre éventuellement à la région 40 de créer, par la suite et en fonction des circonstances, un fait localisé sur son périmètre et de permettre à l'OPCR de la région 10 d'y ajouter dans le plan d'affichage des messages sur des PMV de sa propre région.

Illustration n° 39 : Impact sur les entités événementielles d'une première proposition de scénario



En complément des adaptations apportées à la gestion événementielle REGA, **la structure des photos de faits vitesse a été modifiée pour permettre de transmettre les pré-informations** portées par les propositions de scénarios de RV. Notons également que l'émission d'un scénario

portant une pré-information doit déclencher sans délai l'envoi de messages par la passerelle Info-Partenaire. Cela implique que, dans ce cas, l'étape de validation par un OPC soit court-circuitée pour générer automatiquement dans REGA une photo afin qu'elle soit traitée par la passerelle sans intervention humaine. Après avoir examiné les impacts sur la gestion événementielle, intéressons-nous maintenant aux **contrôles de cohérence** mis en œuvre ainsi que les adaptations réalisées concernant la **fonction de gestion des alertes**. Afin de garantir un fonctionnement optimal des systèmes en couplage lâche, le contrôle de cohérence défini et mis en place s'est attaché à appliquer son analyse, non pas sur l'enchaînement des propositions de scénarios porteuses de pré-information telles que définies pour SRV, mais plutôt sur leur structure et son adéquation avec les faits REGA éventuellement ouverts. Cette approche a ainsi permis, en outre, de simplifier les règles de contrôle puisque n'ayant pas à mémoriser, ni vérifier, les multiples combinaisons possibles d'enchaînement des états de pré-information (cf. diagramme des états-transition des pré-informations au §6.2.2.2 - Fonction d'échange liée aux scénarios de RV et à leurs comptes rendus, page 76). Aussi, trois grands types de contrôle de cohérence sont effectués par le SAGT lors de la réception d'un scénario de régulation dit de « pré-information » et de la création d'une nouvelle photo. Premièrement un contrôle par rapport à l'existence (ou non existence) de faits de nature « Vitesse » sur la section de régulation. Deuxièmement, un contrôle des états de scénarios par rapport à l'état de pré-information transmis. Troisièmement, un contrôle sur la cohérence du contenu du scénario (existence ou non d'un plan d'affichage PMV, d'un plan vitesse, etc...) par rapport à l'état de pré-information transmis. Le détail de ces règles, produit en annexe n°10.13.9 (page 196), ont abouti à la déclinaison de trois métarègles majeures concernant la gestion des événements REGA² dans les cas non nominaux :

[Métarègle importante n°1]

Sur réception d'un scénario d'extraction avec un état « Terminé » ou « Fin forcée » alors le fait de la section de régulation est systématiquement clôturé, s'il existe déjà, quel que soit son contenu (valeur de son attribut de pré-information, plan d'affichage, plan vitesse, etc...)

[Métarègle importante n°2]

Sur réception d'un scénario de pré-information sans plan d'affichage, et si la photo précédente contient déjà un plan d'affichage, alors celui-ci est maintenu sur la section de régulation.

[Métarègle importante n°3]

Sur réception d'un scénario de pré-information avec plan d'affichage non défini dans le protocole REGA/SRV, alors le plan d'affichage n'est pas exploité.

Les métarègles citées précédemment ont ainsi impliqué **la création de trois nouveaux événements déclencheurs d'alerte, appartenant à la catégorie « Administration »**, nécessitant d'informer les administrateurs du système (cf. annexe n°10.13.10, page 199). Ces événements sont liés à des situations incohérentes pouvant potentiellement survenir concernant, soit un déphasage entre la proposition demandée et la situation du fait sur une SR, soit une proposition mal structurée, soit une demande de fin de scénario alors qu'il n'existe plus de fait VIT ouvert sur la SR. Rappelons que la gestion des habilitations mise en œuvre dans le SAGT permet de filtrer les affichages des

alertes selon deux critères principaux du profil des utilisateurs que sont la famille (temps de parcours ou régulation de vitesse) et la catégorie (exploitation, administration, technique ou système). La catégorie « Administration » regroupe ainsi les alertes nécessitant à un profil administrateur d'intervenir. Remarquons également que la détection de cas d'incohérences remontées par les alertes de cette catégorie n'engendre aucune action sur les propositions incohérentes et retourne un état de traitement « abandonné » au SRV. Ce comportement permet de garantir un couplage faible entre les deux systèmes puisque sans incidence sur le fonctionnement des deux systèmes.

6.2.2.5. Fonction de diffusion interne au système REGA²

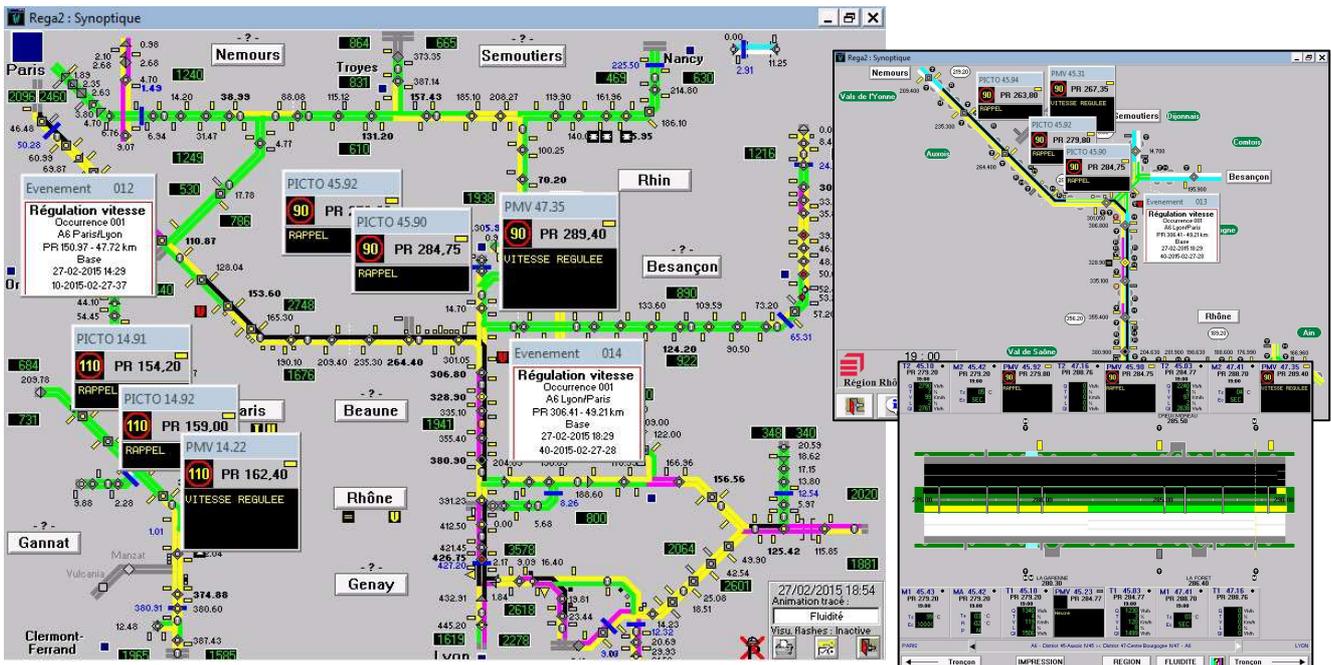
Les fonctions de diffusion constituent la colonne vertébrale du SAGT permettant aux informations collectées ou renseignées dans les sites régionaux de circuler vers le site central et de se diffuser ensuite vers les autres sites régionaux. Le module applicatif REGA prenant en charge ces fonctions de diffusion est appelé « Plaque Tournante » (PLT). La création d'une nouvelle entité « scénario », regroupant un ensemble de propositions, ainsi que d'une nouvelle nature de fait « vitesse », comportant des attributs spécifiques (motifs, plan vitesse, etc...) a nécessité une adaptation de ce module au travers des deux sous-fonctions suivantes. La première sous-fonction liée à **la diffusion des entités, gérées par le SAGT, du site central vers les sites régionaux ou d'historisation** a nécessité d'évoluer afin de prendre en charge la transmission, d'une part, des propositions reçues vers la région concernée en fonction de la localisation de la SR cible et, d'autre part, des faits créés avec la nouvelle nature « Vitesse » issus des autres régions. Concernant l'historisation, il a été décidé de n'archiver que les faits de nature « vitesse » intrinsèquement liée à la logique événementielle de REGA² et non les propositions de RV ayant plutôt un caractère de message temporaire. La seconde sous-fonction, dérivée de la précédente, s'est vue également dotée de la faculté de **transmettre les scénarios** ainsi que les faits de nature « Vitesse », **traités au niveau régional, vers le site central.**

6.2.2.6. Fonction de représentation du synoptique

La représentation du synoptique permet désormais, outre la représentation sur le réseau des faits appartenant à la nouvelle nature de faits « vitesse », de visualiser les prescriptions de vitesse appliquées par portion du réseau. D'abord, la **sous-fonction de visualisation TR des informations événementielles** a nécessité une évolution pour permettre la représentation des nouveaux faits de nature vitesse. Chaque nature de fait étant représentée sur le synoptique par une icône particulière, la nouvelle nature « vitesse » se trouve désormais représentée grâce à une nouvelle icône contenant la lettre « V » colorisée en rouge (cf. illustration n°40, ci-après). L'icône représentant les faits de nature « Vitesse » de type « Régulation » est affichée au PR de début de la localisation du fait sur les quatre niveaux de vues existant à savoir : le niveau « réseau », le niveau « grande région » (Paris, Rhin, Rhône), le niveau « région » (Nemours, Gannat, Beaune, Genay, Besançon et Semoutiers) et le niveau tronçon. Ensuite, la **sous-fonction de visualisation TR des vitesses par portion de route** a également été enrichie. En effet, les vitesses appliquées sur chaque portion de route du réseau APRR sont maintenant visualisables grâce à une nouvelle couche d'animation spécifique. Les principales règles d'animation mises en œuvre concernent les deux points important

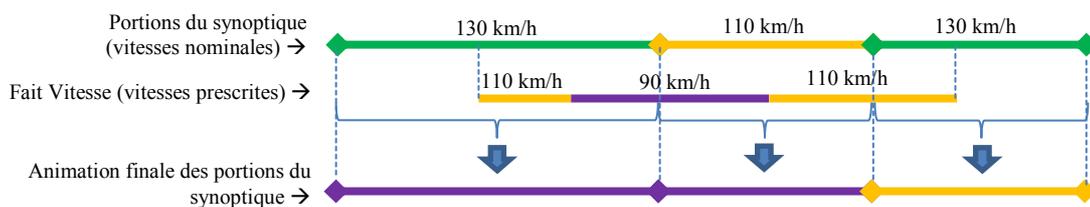
que sont : la détermination de la vitesse à animer pour la coloration des tronçons et le traitement de la superposition éventuelle de vitesses effectives différentes sur un tronçon.

Illustration n° 40 : Visualisation synoptique sur trois niveaux de vues.



La couche d'animation des vitesses du synoptique a ainsi nécessité la détermination de **règles d'affichage spécifiques** . Pour les portions de route comprises dans un fait de nature « Vitesse », la vitesse retenue pour animer le synoptique est la vitesse réelle définie dans le fait. Sinon, la vitesse retenue est la vitesse par défaut de la portion déclarée dans la définition de la portion. Le tableau en annexe n°10.13.11 (page 199) récapitule les couleurs affichées pour chaque portion de route en fonction de la vitesse réelle appliquée. Des règles particulières ont été définies pour la coloration des portions prenant en compte la localisation des faits et la définition des plans de vitesse associés.

Illustration n° 41 : Exemple d'animation des portions du synoptique par superposition de vitesses.



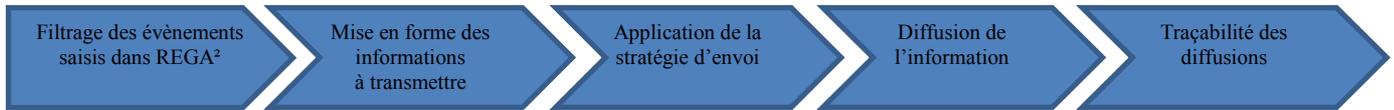
Comme le montre l'illustration n°41, ci-dessus, si pour une portion de route du synoptique, plusieurs définitions de vitesse différentes se superposent, comme ici dans le cas d'un fait portant un plan vitesse localisé sur des portions elles-mêmes définies avec des vitesses nominales, alors la vitesse retenue pour animer cette portion est la vitesse la plus faible.

6.2.2.7. Fonctions de diffusion via la passerelle applicative Info-Partenaire

La finalité de cette passerelle applicative est de permettre aux exploitants de définir, pour divers destinataires abonnés, des états de synthèse personnalisés qui leur seront envoyés automatiquement en fonction de très nombreux critères. Elle met en œuvre, pour chaque abonné

enregistré, des mécanismes d'élaboration de messages personnalisés dont le processus d'élaboration est présenté schématiquement dans l'illustration n°42, ci-après.

Illustration n° 42 : Etapes d'élaboration des informations transmises par la passerelle Info-Partenaires.



Afin de mieux comprendre le périmètre de la fonction de diffusion de la passerelle Info-Partenaires, examinons, tout d'abord, les modalités de paramétrage d'un abonné ainsi que les modalités de filtrage des événements du SAGT. Ensuite, un focus particulier sera porté sur les modalités de mise en forme des messages et des états de synthèses envoyés.

L'enchaînement des étapes d'élaboration des informations transmises par la passerelle ne peut être possible sans **la définition préalable d'abonnés**. Ce paramétrage nécessite le renseignement d'un ensemble d'informations permettant de définir les modalités d'envoi, les règles de filtrage ainsi que le contenu du message à transmettre. La figure, en annexe n°10.13.12 (Illustration en annexe n° 45, page 199), présente le principe de paramétrage d'un abonné. Les paramètres liés aux **modalités d'envoi** sont définis grâce à trois types d'information : la fréquence, le type d'envoi (Fichier ou message électronique), et les domaines de compétence (linéaire routier) sur lesquels les événements doivent se produire pour être traités. Les paramètres liés au chargement des modèles de document et au paramétrage du corps de texte constituent des étapes préalables au formatage des synthèses qui seront envoyées automatiquement. Les modèles de documents peuvent être des fichiers de divers format (txt, rtf, etc...) contenant des textes préparés intégrant des zones variables. Ces zones sont renseignées automatiquement par la passerelle si les conditions sont réunies pour l'envoi d'une information. Un aperçu de l'IHM de paramétrage des abonnés est consultable en annexe n°10.13.12 (Illustration en annexe n° 46, page 199). Concernant les paramètres liés aux règles de filtrage des photos, celle-ci sont explicitées, ci-après. **Le filtrage des événements** constitue l'étape initiale permettant de déterminer si une information événementielle répond aux critères définis pour un abonné.

Illustration n° 43 : Ecran de définition des filtres pour un abonné de la passerelle Info-Partenaires.

Abonné: EDP-89-TR11-M-VIT

Actif	Priorité	Nature	Etat du fait	Type Vitesse	Motif Vitesse	% Vitesse <=	% Vitesse >	Etat Régulation	Etat Pré-info Régulation	Basc.	% état <=	% état >	Texte
<input checked="" type="checkbox"/>	1	VIT		Régulation	REG_CAPA				D				APRR vous informe de l'activation Régulation de vitesse avec la pre
<input checked="" type="checkbox"/>	2	VIT		Régulation	REG_CAPA				F				APRR vous informe de la désacti régulation de vitesse Rappel de la prescripti
<input checked="" type="checkbox"/>	3	VIT		Régulation	REG_CAPA				ANND				APRR vous informe de l'annulatio vitesse annoncée sur la zone #NI
<input checked="" type="checkbox"/>	4	VIT		Régulation	REG_CAPA				ARRF				APRR vous informe de la fin immé de vitesse sur la zone #NOM_ZO
<input checked="" type="checkbox"/>	5	VIT		Régulation	REG_CAPA				ANNF				APRR vous informe du maintien d vitesse sur la zone #NOM_ZONE la prescriptio
<input checked="" type="checkbox"/>	6	VIT	C	Régulation	REG_CAPA								Prescription de vitesse sur la zone #DECODUP_VIT_REEL#
<input checked="" type="checkbox"/>	7	VIT	T	Régulation	REG_CAPA								APRR vous informe de désactivat régulation de vitesse sur la zone F

Phrases définies pour les envois de messages

Nouveaux critères de filtrage créés

Il est défini pour les différents types de localisations REGA² (Aire, Section courante, etc...) en paramétrant des critères liés notamment à la nature des faits, à diverses caractéristiques propres à la nature sélectionnée et à l'état des voies. Parmi ces nombreux critères, de nouveaux ont été ajoutés (cf. illustration n°43, ci-avant) pour prendre en compte les nouvelles informations introduites dans les photos de faits de nature « Vitesse » telles que le motif, l'état de la régulation, les seuils d'abaissement de la vitesse (en %) et l'état de pré-information. La passerelle analyse les critères actifs par ordre croissant de priorité : lorsque les critères d'une ligne sont satisfaits alors le message texte (phrase) correspondant est envoyé dans un message au destinataire et l'analyse s'arrête. Dans le cas contraire, l'analyse continue sur la ligne suivante et ce jusqu'à la fin du tableau de définition. Si aucune ligne ne comporte de critères satisfaisants, alors aucune information n'est envoyée. Concernant la **mise en forme des messages et des états de synthèses** envoyés par la passerelle Info-Partenaire, une fonction est prévue pour définir deux types de messages :

- **Des messages contenant du texte pré-formaté** pour les envois déclenchés, en temps réel, selon l'un des quatre modes suivant : 1/ Lors de la première photo du fait : Seule la première photo répondant aux critères de filtrage est envoyée ; 2/ Lors de la première et dernière photo du fait : La première photo répondant aux critères de filtrage est envoyée ainsi que systématiquement la dernière photo du fait concerné ; 3/ Lors de toutes les photos d'un fait : Seules les photos répondant aux critères de filtrage sont envoyées ; 4/Toutes les 3 minutes : La liste des faits en cours dont la dernière photo renseignée répond aux critères de filtrage est transmise à cette fréquence.
- **Des synthèses événements** générées à partir de modèles de documents et envoyées périodiquement selon trois fréquences possibles : « 3 minutes », « 1 heure » ou « 24 heures ». Ces synthèses restituent concernant des événements en cours ou ayant eu lieu depuis le dernier traitement et répondant aux critères de filtrage.

La définition des messages envoyés s'appuie sur l'utilisation de **champs et/ou de phrases variables** insérées dans du texte fixe qui seront instanciés dynamiquement par la passerelle lors de l'envoi. Les messages tout comme les synthèses contiennent du texte fixe dans lequel peuvent s'insérer des éléments variant encadrés par deux balises « # ». Ces éléments peuvent être soit des variables, instanciant des contenus simples, soit des phrases instanciant des contenus plus élaborés ayant potentiellement des règles paramétrées. La liste des variables utilisables dans un corps de texte est consultable en annexe n°10.13.13 (page 200). Pour illustrer l'utilisation d'une variable, imaginons l'utilisation de la chaîne #ROU# intégrée dans un texte. Celle-ci sera automatiquement substituée lors de la génération du message par la référence de la route sur laquelle le fait a été renseigné dans le système. Concernant le **paramétrage des synthèses périodiques**, ces dernières peuvent être générées à partir de modèles mémorisés dans des fichiers contenant une codification texte (Format TXT, RTF ou HTML), permettant ainsi une substitution de parties variables par la passerelle. Un exemple de synthèse figure en annexe n°10.13.14 (page 201).

L'un des impacts de l'évolution liée à l'intégration de la gestion de la RV dans le SAGT a été la création de nouvelles variables et de fonctions permettant de les instancier à la volée. Afin de permettre l'utilisation d'informations spécifiquement liées à la nature de fait « Vitesse » dans les textes formatés, les nouvelles variables suivantes ont été créées :

#TYPE_VIT# correspondant au type de vitesse du fait ;

#VIT_MIN# correspondant à la vitesse réelle minimale saisie dans le découpage des vitesses ;

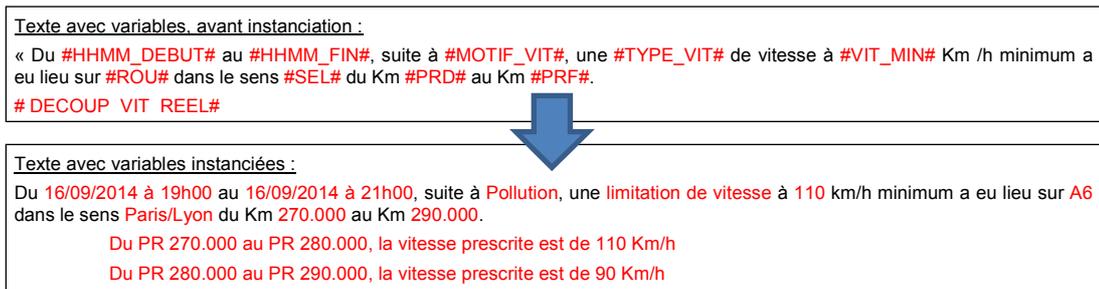
#MOTIF_VIT# correspondant aux motifs de vitesse renseignés pour le fait ;

#NOM_ZONE_RV# correspondant au nom de la zone de régulation ;

#DECOUP_VIT_REEL# correspondant au détail du découpage vitesse réelle présent sur la photo et obtenu à partir du scénario de régulation ;

#DECOUP_VIT_PREV# correspondant au détail du découpage vitesse prévisionnelle non affichée sur la photo mais obtenu à partir d'un scénario de RV dit de « pré-alerte ».

Illustration n° 44 : Exemple de texte, avant et après instanciation de ses variables.



L'illustration n°44, permet de visualiser un exemple de texte contenant certaines variables nouvellement créées ainsi que l'aperçu du résultat, une fois celles-ci instanciées. La description de la fonction passerelle « 'Info-Partenaires » ne serait pas complète sans la **sous-fonction prenant en charge la transmission des informations vers les destinataires partenaires**. Cette transmission s'effectue, soit par envoi de fichiers par FTP, soit par message électronique contenant des informations événementielles TR avec d'éventuelles synthèses en pièce jointe. Soulignons que cette sous-fonction tient compte dynamiquement des modalités d'envoi définies (fréquence ou périodicité).

6.2.2.8. Fonctions d'interface avec des systèmes externes

Les fonctions d'interface avec des systèmes externes ont pour vocation de transmettre des informations à destination de systèmes externes via des passerelles applicatives dédiées. Tout comme la passerelle « Info-partenaires », elles ont en charge de collecter, filtrer et transmettre ces informations selon un format spécifique à chacune d'elles. Les systèmes externes concernés par la diffusion des nouvelles informations événementielles sont le nœud Stradanet, le système hébergeant le site WebTrafic du GIE Autoroutes Trafic et le SAGT CORALY. Les passerelles REGA² prenant en charge le dialogue avec ces systèmes ont dû être adaptées.

La première fonction impactée, dédiée à la diffusion d'informations événementielles, est implémentée dans une **passerelle logicielle appelée Stradanet**. Cette fonction a pour but d'extraire des informations événementielles du SAGT, de les encoder dans un format normalisé au niveau européen appelé DATEX puis de les stocker sur un serveur dédié. Ce serveur, appelé également nœud Stradanet, a pour finalité de mettre à disposition d'organismes abonnés ces informations. L'étape d'encodage DATEX nécessite que la passerelle prenne en charge au préalable une opération particulière de transposition événementielle mettant en œuvre des équivalences entre les entités événementielles modélisées dans le SAGT et celles modélisées par la norme DATEX. L'annexe n°10.13.15 (page 201) présente, tout d'abord, la comparaison des deux modélisations

évènementielles ainsi qu'un exemple de transposition évènementielle « REGA² -> DATEX », illustrant la mise en œuvre du modèle. Notons qu'à l'instar de la notion de fait REGA² qualifié par une nature, les éléments DATEX sont qualifiés par un attribut appelé Data Object (DOB). A une nature REGA² peut correspondre un ou plusieurs DOB comme l'illustre le tableau de correspondance n°10 suivant.

Tableau n° 10 : Correspondance entre chaque nature REGA² et les DOB DATEX.

Nature REGA ²	DOB générés	Libellé DOB DATEX	Nature REGA ²	DOB générés	Libellé DOB DATEX
ACC	ACC	Accident	FER	RES	
	RES	Traffic Restrictions		OPA	Operator Actions
ADE	ROU	Rerouting	HIV	SHZ	Skid Hazards
BAL	RES			SNO	Snow On the Road
BIS	APL	Action Plan	INC	INC	Incident
	ROU			OHZ	Obstruction Hazards
BOU	LOS	Level Of Service		RES	
	RES		MAN	ACT	Activities
CHA	RES			RES	
	RMT	Road Maintenance	SOC	ROU	
DEL	ROU		VIT	RES	

La correspondance DATEX affectée à la nouvelle nature de fait « Vitesse » est le DOB « Traffic Restriction » (RES). L'impact de l'évolution RV sur la fonction passerelle Stradanet a, d'une part, concerné les règles de filtrage des événements à transcoder, et d'autre part, sur le transcodage lui-même qui a dû prendre en compte la nouvelle nature de fait créée. La prise en compte de la nouvelle nature de fait « Vitesse » pour la génération des éléments DATEX a ainsi impliqué l'adaptation des règles de transcodage des événements pour générer des éléments avec le nouveau DOB et des versions d'éléments avec des attributs spécifiques liés à la RV.

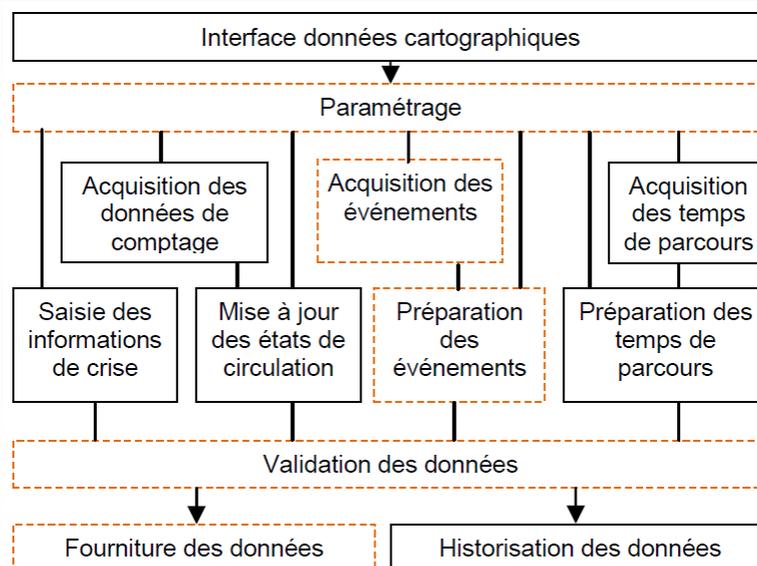
La seconde fonction d'interface impactée par l'évolution du SAGT a concerné la passerelle logicielle WebTraffic. Cette fonction de diffusion a pour finalité d'exporter des informations liées aux conditions de circulation du réseau APRR vers un système externe appelé WebTraffic.

Illustration n° 45 : Synoptique WebTraffic d'une partie du réseau APRR.



Ce système prend en charge l'animation d'une représentation cartographique des autoroutes françaises, via un site Web accessible au grand public, à partir des données transmises par les différentes sociétés concessionnaires d'autoroutes nationales. Les éléments transmis par la passerelle et représenté ensuite sur une cartographie du réseau autoroutier (cf. illustration n°45) concernent, en premier lieu, des informations de fluidité du trafic par tronçon. Ils concernent, également, des informations événementielles sous forme d'icônes et de commentaires relatifs aux événements, sans oublier des informations de type « temps de parcours ». Les fonctions de la passerelle WebTrafic en charge de la constitution de ces éléments ont dû être adaptées pour faire en sorte que lorsqu'une mesure de RV est déclenchée, le SAGT puisse transmettre dans les informations événementielles le type et le positionnement des icônes à afficher sur la cartographie. Le schéma d'organisation fonctionnel de la passerelle, présenté dans l'illustration n°46, ci-après, permet de visualiser les blocs fonctionnels de la passerelle REGA²-WebTrafic directement impactés par l'évolution de la RV. Les blocs fonctionnels entourés par des lignes pointillées oranges ont été impactés par la création d'une nouvelle nature de fait « Vitesse ». Le premier bloc concerné assure une fonction transverse de paramétrage permettant de définir 4 groupes de paramètres comprenant : les paramètres globaux de l'application, les critères de filtrage des événements (acquisition et préparation des événements pour envoi), les PME utilisés pour le calcul des états de circulation sur les tronçons (acquisition des données de comptage pour envoi), et enfin les itinéraires des temps de parcours à afficher dans les différentes vues du réseau.

Illustration n° 46 : Impact de l'évolution sur les blocs fonctionnels WebTrafic.



Source : Dossier de spécification de la passerelle REGA² - WebTrafic

Cette fonction permet également de gérer les changements de référentiels relatifs, d'une part à la version de données stables REGA², et d'autre part, aux données cartographiques. Le schéma, de l'annexe n°10.13.16 (page 202), synthétise les flux d'informations traités en entrée de la passerelle WebTrafic, ainsi que le flux sortant transmis au serveur du WebTrafic. **L'impact de l'évolution RV sur la passerelle WebTrafic** a porté essentiellement sur le paramétrage de la fonction d'acquisition des événements et le paramétrage des filtres événementiels et des règles associées. Le **paramétrage des fonctions d'acquisition** et de préparation des événements permet de définir les

modalités de filtrage des événements issus du SAGT à afficher sur les vues Web Trafic ainsi que la manière dont ils seront affichés. Le **paramétrage des filtres** consiste, quant-à-lui, à définir des ensembles ordonnés de critères de sélection à appliquer sur les faits REGA pour chaque portion du réseau ainsi les modalités d’affichage sur la cartographie (type d’icône + texte associé).

Illustration n° 47 : Ecran de paramétrage des filtres événementiels de la passerelle WebTrafic.

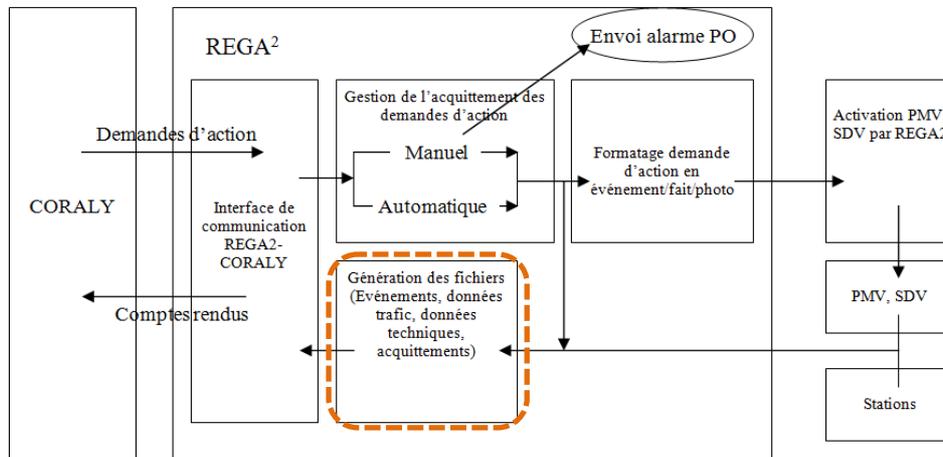
The image shows two screenshots from the WebTrafic interface. The left screenshot, titled 'Table de paramétrage des filtres', displays a table with columns: Actif, Contexte, Priorité, Nature, Validation, Vitesse (with sub-columns for <= and >), Vitesse, BAU, Voies circulées, 1/2 TP, Basc., % état, and % état. A red dashed box highlights the 'Vitesse' columns. The right screenshot, titled 'Ecran de paramétrage d'un filtre', shows the configuration for a filter event. It includes fields for 'Critères de sélection' (Nature: Vitesse, Localisation: Section courante), 'Caractéristiques', 'Etat des voies' (Pourcentage des vitesses min. relées affectées <= 90 % et > 50 %), 'Etat vitesse', 'Contexte' (Information), 'Libellé' (sur <ROU> au Km <PRD> sur <ELO> km), 'Localisation' (vitesse : <MIV> Km/s maximum), and 'Aperçu' (sur A6 au Km 380 vitesse : 90 Km/h maximum). Buttons for 'Ok' and 'Annuler' are at the bottom.

Ces ensembles de critères sont classés par contexte d’affichage (information, perturbation) et par ordre de priorité. Lorsqu’un fait REGA répond aux critères d’un des filtres, appliqués successivement par ordre de priorité, le paramétrage lié à son affichage est appliqué et les informations préparées pour être transmises ensuite au serveur externe du GIE Trafic. L’écran de paramétrage, représenté ci-avant dans l’illustration n°47, présente les principaux critères qu’il est désormais possible de définir pour filtrer les faits à transmettre au site internet WebTrafic. Ces critères concernant notamment : la nature des faits, leur localisation, certaines caractéristiques liées à la nature des faits et l’état des voies. L’évolution a permis d’ajouter un critère de filtrage supplémentaire spécifique à la RV qu’est l’état vitesse (cf. zone pointillée rouge dans l’illustration précédente). Ce nouveau critère permet désormais de filtrer les faits sur un taux de réduction de vitesse par rapport à la vitesse nominale. Enfin, l’adaptation de cette fonction passerelle a consisté à créer de nouvelles variables spécifiques à la nature de fait « Vitesse ». Ces variables, distanciables dynamiquement par la passerelle, sont désormais utilisables pour la définition des textes descriptifs des faits associés aux icônes visualisés sur la cartographie. Les nouvelles variables créées dans le cadre de la présente évolution sont les suivantes : 1/ la variable <TYV> représentant le type de fait vitesse (régulation ou limitation), 2/ la variable <MOV> représentant le motif associé au fait « Vitesse », et 3/ la variable <MIV> représentant la vitesse minimale prescrite. Un extrait des variables utilisables dans le paramétrage de la passerelle WebTrafic est produit en annexe n°10.13.17 (page 202). L’interface de visualisation des faits envoyés, présentée dans l’annexe n°10.13.18 (page 203), a été également adaptée pour permettre de visualiser les informations liées aux faits de nature « Vitesse » transmises au serveur WebTrafic.

Enfin, la dernière fonction d’interface vers un système externe impactée par l’évolution RV a concerné **la passerelle CORALY**. Cette fonction a pour but principal de transmettre au SAGT

CORALY des données trafic et évènementielles ainsi que des états techniques relatifs à un ensemble de stations de comptage et de PMV implantés en limite sud de la concession APRR à proximité de la région lyonnaise. Le schéma fonctionnel de la passerelle, présenté ci-après, illustre les interactions entre le serveur CORALY et le serveur REGA² de la région Rhône.

Illustration n° 48 : Schéma fonctionnel de la passerelle CORALY.



Source : Dossier de conception de la passerelle REGA² - Coraly

L'impact identifié sur la passerelle a concerné la fonction prenant en charge les envois d'informations évènementielles au serveur CORALY (entourée avec des traits pointillés orange dans l'illustration). Ainsi, les nouvelles photos générées par les scénarios de RV, appartenant donc à des faits de nature « vitesse », sont désormais transmises, en temps réel, dans les fichiers ayant en charge l'envoi des informations évènementielles REGA² au système CORALY.

6.3. Conception applicative et intégration technique dans le SAGT

La phase de conception applicative constitue l'étape préparatoire à la réalisation d'une solution. Elle a ainsi pour objectif de définir avec précision son architecture applicative et logicielle. Ce chapitre présente la conception des nouveaux modules applicatifs créés, ainsi que l'adaptation de ceux déjà existants, permettant l'implémentation dans le SAGT de la gestion des scénarios de RV. En premier lieu, la description de la conception générale de la solution générale est effectuée en soulignant les impacts sur les modules applicatifs qu'ils soient serveurs ou clients. Un autre aspect de la conception est également abordé en présentant l'évolution du schéma de base de données. Ensuite, la conception des modules logiciels prenant en charge les deux fonctions principales relatives à la gestion opérationnelle des scénarios présente, tout d'abord, l'interface d'échange entre REGA² et le SRV, puis la chaîne de traitement des scénarios de RV. Par ailleurs, afin de compléter la description de la solution, l'implémentation de la fonction d'émission automatique de messages vers les partenaires est également détaillée. Enfin, ce chapitre se termine en abordant les problématiques techniques rencontrées durant la phase de conception et qu'il a été nécessaire de surmonter.

6.3.1. Conception générale

L'intégration technique de la fonction de RV dans le système REGA² a eu un faible impact sur l'infrastructure matérielle. Elle n'a demandé que la mise en place, sur le serveur REGA central,

d'un nouvel espace disque dédié aux échanges de fichiers entre les deux systèmes couplés. En revanche, cette évolution a eu un impact important sur l'architecture applicative tant du point de vue des composants serveurs que clients. Dans les lignes qui suivent, nous aborderons l'étape de conception essentiellement sous l'angle de vue applicatif. La première partie de cette section concerne l'architecture cible du SAGT qui est présentée pour les deux familles de composants regroupant, d'une part, les traitements serveur, et, d'autre part, les modules clients. La section suivante, relative à l'évolution du schéma de base de données, présente deux modèles MERISE de conception : le Modèle Conceptuel des Données (MCD) et le Modèle Logique Relationnel (MLR).

6.3.1.1. Architecture applicative de la solution coté SAGT

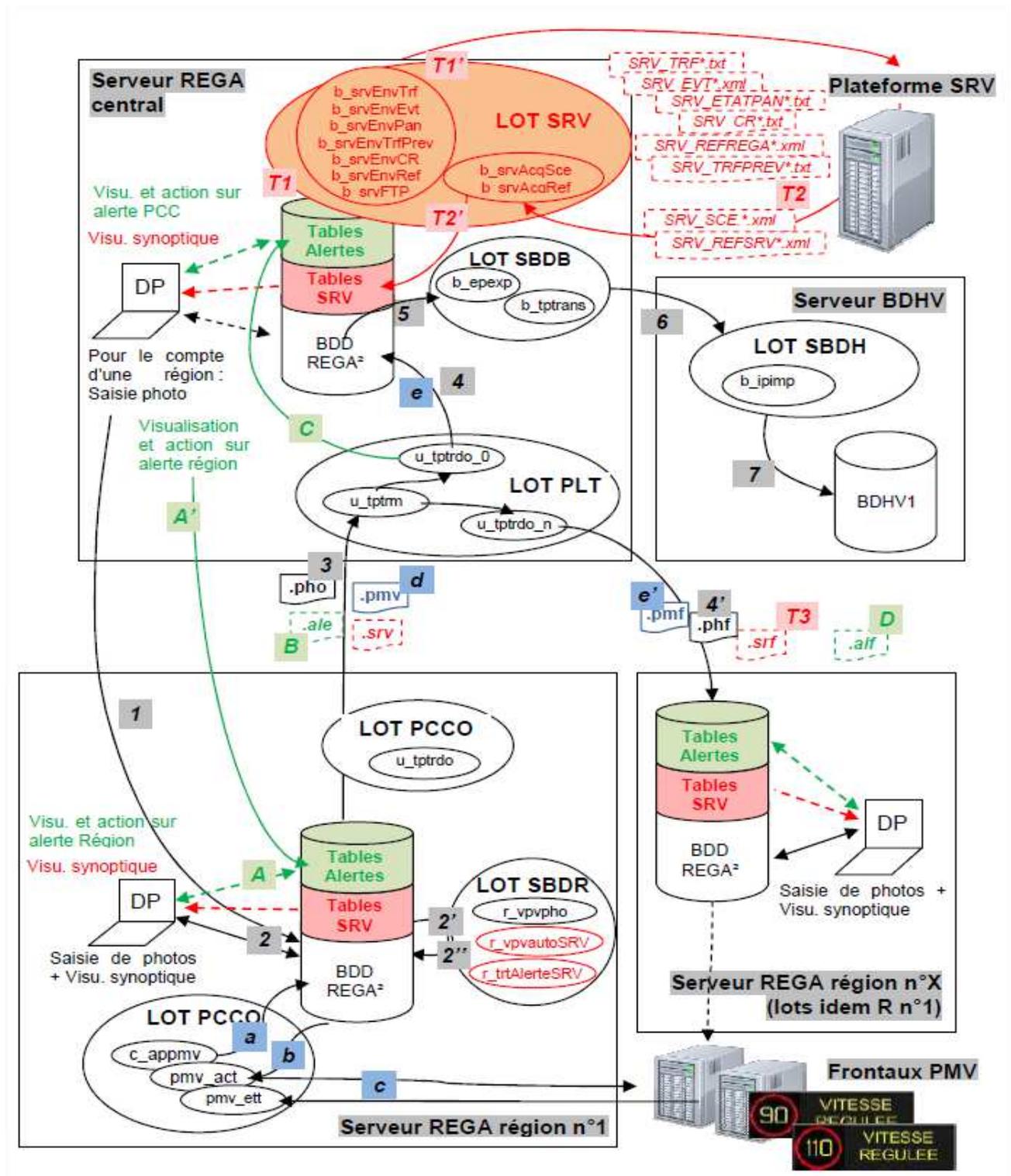
L'organisation logicielle caractéristique du système REGA² repose sur deux typologies de traitements. La première concerne les traitements exécutés en TR directement sur une machine serveur. Ces traitements qualifiés de « serveurs » fonctionnent de manière autonome et ne nécessitent aucune interaction avec un utilisateur. La seconde typologie, quant-à-elle, regroupe les programmes en charge de la couche de présentation de l'application et animant les IHM. Ces dernières, pouvant éventuellement contenir des traitements plus ou moins complexes, permettent à un utilisateur d'interagir directement avec le système. Les IHM étant exécutées sur des postes déportés, sont qualifiées de traitement « clients ». Les impacts de l'évolution du SAGT relatifs à l'intégration des fonctions liées à la RV sont détaillés pour chacune de ces typologies de traitement dans les lignes qui suivent.

Afin de mieux comprendre l'impact applicatif de l'intégration de la RV sur le SAGT, commençons, tout d'abord, par une brève description de **l'organisation en lot des traitements « serveur » du SAGT**. L'architecture applicative « serveur » du système REGA² repose sur des ensembles de traitements s'exécutant en temps réels, regroupés en lot fonctionnellement cohérent. Un lot serveur regroupe ainsi plusieurs processus, effectuant des traitements complémentaires dans un périmètre fonctionnel spécifique. Une caractéristique importante de ces lots « serveur », relative à la tolérance aux pannes, réside dans leur totale indépendance d'exécution. Même s'il existe une dépendance applicative entre certains lots, due aux flux de données qui peuvent les alimenter successivement, la défaillance d'un lot ne peut, en aucun cas, avoir de répercussion technique sur l'exécution d'un autre lot. En revanche, au sein d'un même lot, l'arrêt d'un processus suite à un dysfonctionnement important (erreur fatale) doit provoquer l'arrêt des autres processus car la fonction globale du lot ne peut plus être garantie. Soulignons toutefois que les processus REGA² sont conçus pour minimiser au maximum la survenue d'erreurs fatales. Pour illustrer cette notion de lot serveur, notons qu'une passerelle applicative ou une grande fonction du noyau applicatif du SAGT possède généralement un lot qui leur est propre. Par exemple, sur le serveur REGA Central, s'exécute un lot appelé « PLT » (Plaque Tournante) dont le rôle est exclusivement de diffuser les informations dynamiques (événements, trafic, météo, états PMV, etc...) selon des filtres prédéfinis vers des serveurs destinataires configurés. Un autre exemple de lot serveur peut être cité avec le lot appelé « INFP », dédié spécifiquement au fonctionnement de la passerelle applicative « Info-Partenaires ». A ce stade de la phase de conception, il a été impératif de prendre en compte, dans l'étude d'impact, l'architecture décentralisée du système REGA² en distinguant les différents

serveurs constitutifs ainsi que leurs spécificités concernant les traitements pris en charges. Le schéma d'architecture applicative du système REGA², produit au §4.3.5.1 (page 44), présente les lots de processus implantés sur les différents serveurs. Parmi ces lots, la majorité d'entre eux ont été impactés par l'évolution. Le tableau, fourni en annexe n°10.14.1 (page 203), présente une synthèse de ces impacts sur les lots « serveur » du SAGT.

Afin de mieux appréhender les impacts de l'évolution sur les composants logiciels du système REGA², l'illustration n°49 (ci-après) présente le schéma détaillé de l'architecture applicative cible qui a été élaboré dans le cadre du projet.

Illustration n° 49 : Architecture applicative du système REGA² intégrant la fonction de RV.



Source : REGA² - Régulation de vitesse - Dossier de conception

Ce schéma fait apparaître : Les lots serveurs impliqués dans le traitement de la RV ainsi que les processus (exécutables) impactés, les fichiers générés et échangés par les différents lots serveur, les données intégrées dans les différentes bases de données régionales et centrales, et les relations des PO avec les ressources des serveurs REGA. Les mécanismes mis en œuvres peuvent se décliner en analysant les flux de données intervenant dans la gestion des scénarios de RV. Parmi les informations traitées, on recense : 1/ les photos de faits VIT provenant, soit de saisies directes par les OPC, soit des propositions issues du SRV (étiquettes sur fond gris), 2/ les flux d'échanges avec le SRV de données dynamiques et de données de référentiel (étiquettes sur fond orange), 3/ les flux d'alertes, utilisées pour le déclenchement de traitements associés aux propositions de scénarios (étiquettes sur fond vert), et 4/ les flux d'activation PMV et de remontées des états panneaux (étiquettes sur fond bleu). La description de la cinématique de ces différents flux, présentée en annexe n°10.14.2 (page 204), décrit la chronologie des opérations de traitements assurées par le système. Afin de garantir les fonctions vitales du SAGT, les traitements serveurs, essentiellement développés en langage pro*C et dans une moindre mesure en langage PL/SQL, sont conçus pour **être le plus tolérant possibles aux aléas** et ainsi être totalement autonomes. Ils doivent donc mettre en œuvre divers mécanismes tels que notamment : le contrôle préalable avant traitement de la validité (valeur) et de l'intégrité (format) sur les données traitées, ou encore, la reprise de traitement en cas d'erreur (d'origine système ou base de données).

Après avoir eu un aperçu des impacts de l'évolution liée à la RV sur les composants serveur du SAGT, intéressons-nous maintenant aux **conséquences sur les composants « clients » et les IHM**. De nombreux écrans du SAGT ont été directement concernés par les adaptations liées à la gestion de la RV. Tout d'abord, le module de gestion des alertes a été adapté pour présenter aux OPC habilités les propositions de scénarios intégrés dans le système REGA². Ensuite, le module « Dialogue Photo » a subi des modifications pour permettre une prévisualisation des propositions avant validation. Le module du Dialogue Fonctionnel (DF) a également été adapté pour, d'une part, visualiser les données de référentiel en provenance du SRV, et, d'autre part, renseigner certains paramètres tels que les capacités résiduelles des voies. Enfin, des écrans de restitution ont également évolué (synoptique, synthèses) ainsi que les écrans relatifs à l'administration des passerelles centrales (Stradanet, Infos-partenaires, WebTrafic).

Tout d'abord, **le module client de gestion des alertes** a été impacté par l'évolution car nécessitant de traiter l'arrivée de propositions de RV. Le but de ce module est d'informer certaines catégories d'utilisateurs de la survenue d'événements particuliers et de permettre de les traiter. Pour chacune des catégories d'alerte existantes (administration, exploitation, ...), de nouvelles alertes ont été créées pour gérer les scénarios de RV. L'annexe n°10.14.3 (page 205) les présente en détail. Comme évoqué précédemment (cf. §6.2.2.3, page 79), les alertes appartenant aux catégories « Administration », « Exploitation » et « Technique » sont présentées aux utilisateurs dans une IHM dédiée, en fonction des habilitations qui leur ont été attribuées. Cette IHM (cf. Illustration n° 38, page 80) permet aux utilisateurs de choisir de traiter l'alerte qui leur est présentée en effectuant l'une des actions suivantes : acquitter l'alerte, modifier l'événement REGA lié à l'alerte via le module du DP, refuser l'alerte ou ne rien faire. Il existe également une catégorie d'alertes « Système », non visible par des OPC, qui regroupe des alertes possédant la particularité de jouer un rôle de signal déclencheur. Par exemple, si la validation des scénarios de RV est paramétrée en

mode automatique, alors, sur réception d'un scénario, le système central générera, à destination du système REGA² régional cible de la régulation, via le lot PLT, un fichier scénario et un fichier d'alerte avec un code spécifique <RG_SCE_AUTO> indiquant son traitement automatique. Ainsi, sur réception de ces deux fichiers, le système REGA² régional transformera automatiquement le scénario reçu en photo d'un fait de nature « Vitesse », sans présenter le scénario dans l'interface du module des alertes du fait de la présence de l'alerte <RG_SCE_AUTO>.

Ensuite, le second module client concerné directement par l'évolution a été **le module du Dialogue Photo**. Ce module applicatif a dû être adapté pour permettre aux OPC, soit de visualiser des photos issues de la transformation d'un scénario de RV lors de la validation, soit de saisir des photos librement comme pour le cas d'autres natures de fait. Dans le premier cas, le fait de nature VIT sera qualifié comme étant de type « Régulation », et dans le deuxième cas, de type « Limitation ». Contrairement aux faits VIT de type « Régulation », l'évolution des faits VIT de type « limitation » sont à la charge des OPC qui devront gérer leur cycle de vie indépendamment du SRV. Les principales évolutions concernant le module DP sont résumées, ci-après :

- Création d'un écran de saisie et de visualisation de photos de faits « vitesse » avec leurs caractéristiques propres (Motifs, Etat des vitesses par canton, Plan d'affichage PMV → déduit automatiquement du plan vitesse si ce dernier est saisi avant),
- Intégration dans les plans d'affichage des nouveaux types de panneaux pictogramme,
- Adaptation des écrans du DP mutualisés avec les fonctions de préparation et d'activation des SF et MF,
- Adaptation des bibliothèques de messages préprogrammés en fonction de la nature de fait pour prendre en charge l'association avec la nature « Vitesse ».

Un aperçu des écrans du module DP adaptés pour les besoins de l'évolution est produit en annexe n°10.14.4 (page 206).

Le troisième module applicatif client ayant subi des adaptations a été **le module appelé Dialogue Fonctionnel** dont le rôle est de gérer le référentiel des données stables. L'évolution de ce module de paramétrage s'est attaché en premier lieu à permettre aux administrateurs de visualiser les informations issues du référentiel SRV telles que : les sections de régulation, les zones événementielles, les motifs de régulation utilisables et les filtres de PME et de PMV à appliquer pour les envois de référentiel à SRV. Elle a mis à disposition de nouvelles IHM pour permettre aux administrateurs de visualiser (SR, ZE, ...), créer, modifier ou supprimer de nouvelles informations spécifiquement liées à la gestion de la RV, coté REGA² (capacités résiduelles des voies,... → cf. IHM en annexe n°10.14.5, page 207).

Le module d'affichage du synoptique a également été adapté pour afficher les nouvelles icônes associées aux faits VIT de type « Régulation », générés par le SRV, et de type « Limitation », saisies directement par l'OPC dans le SAGT. Concernant l'animation, une nouvelle couche d'animation des tronçons en fonction de vitesses prescrites a été créée conformément aux règles énoncées au §6.2.2.6 intitulé « Fonction de représentation du synoptique » (page 84). Enfin, concernant les modalités de visualisation, le mode de consultation des situations passées/futures, permettant de rejouer ou de projeter les conditions de circulations, a été adapté pour prendre en compte la nouvelle nature de fait « Vitesse ».

Le module des synthèses REGA a subi également des modifications. Il est à noter que ce module est régulièrement utilisé par les OPC afin de générer des synthèses événementielles sur support papier ou dématérialisé. Chaque synthèse possède généralement un menu permettant de filtrer les informations restituées selon divers critères. L'évolution réalisée a permis, d'une part, d'ajouter la possibilité de filtrer les faits en prenant en compte la nouvelle nature « Vitesse », et, d'autre part, d'ajouter dans le contenu des synthèses des faits de nature « vitesse » et de leurs caractéristiques (motif, état des vitesses, etc...).

Enfin, les derniers modules clients impactés ont été les **IHM d'administration de certaines passerelles logicielles du SAGT**. Les modules applicatifs suivants ont été adaptés suivant les règles spécifiées précédemment (cf. §6.2.2.8 - Fonctions d'interface avec des systèmes externes, page 88). Tout d'abord, le module d'administration WebTrafic s'est vu doté de nouveaux critères liés aux nouveaux faits VIT pour le déclenchement de l'envoi des icônes et de leur positionnement sur le réseau. Ensuite, le module d'administration de la passerelle info-Partenaires s'est également vu doté de nouveaux critères liés aux nouveaux faits VIT pour le déclenchement d'envois automatiques de messages vers des partenaires. Et enfin, le module d'administration Stradanet a été modifié pour permettre la visualisation des éléments transmis au nœud dédié.

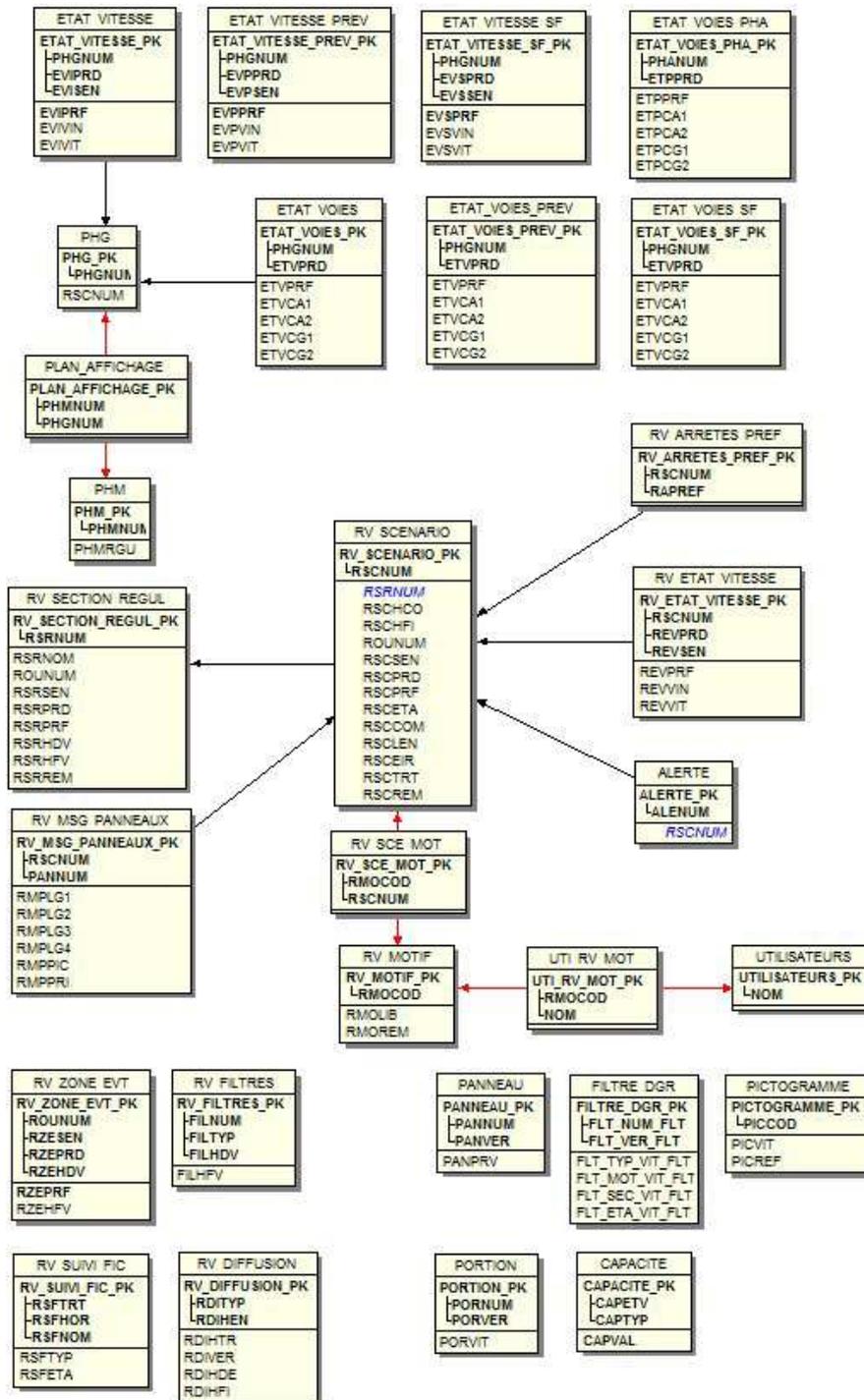
Après avoir eu un aperçu général des impacts de l'évolution liée à l'intégration d'une fonction de gestion de la RV sur l'architecture applicative du SAGT, intéressons-nous maintenant aux impacts sur les données.

6.3.1.2. Evolution du schéma de base de données

Les règles fonctionnelles définies dans lors de la phase de spécifications ont permis d'élaborer tout d'abord un modèle conceptuel de données (MCD) puis le modèle logique relationnel (MLR) présentant l'organisation des nouvelles tables.

L'intégration de la fonction de RV dans le SAGT a nécessité la formalisation préalable d'un modèle conceptuel décrivant, d'une part, l'évolution de certaines entités existantes entrant notamment dans la composition événementielle TR et, d'autre part, la création de nouvelles entités intervenant dans le traitement des propositions transmises par le SRV. Le **MCD** présenté dans l'illustration n°50, ci-après, décline l'organisation de ces entités enrichissant les centaines d'autres déjà liées au système existant. L'entité ayant en charge la réception des propositions issues du SRV est appelée « Scénario de régulation ». Cette entité doit impérativement être localisée sur une unique section de régulation. Elle associe, outre un état des vitesses nominales et prescrites par canton (entité « Etat vitesse Régulation »), un ensemble de messages PMV (entité « Messages Régulation »), de motifs de régulation (entité « Motifs Régulation »), d'arrêtés préfectoraux (entité « arrêtés Préf »). Une entité particulière déjà existante a été adaptée pour transformer une proposition de scénario, lors de son arrivée dans le SAGT, en un message lié à la gestion des alertes REGA (entité « Alerte »). Cette alerte spécifique a pour rôle de déclencher, en fonction des habilitations de l'OPC connecté, l'affichage de la présence de la proposition dans l'IHM dédiée aux alertes. Notons que l'habilitation est liée aux motifs portés par la proposition. Par ailleurs, cette entité d'alerte aura pour rôle de tracer les états de traitement associés à chaque proposition.

Illustration n° 51 : MLR associé à la gestion de la RV.



Source : Dossier de conception du projet « REGA² - Régulation de vitesse »

Le **MLR**, dérivé du MCD et présenté dans l'illustration n°51 (ci-avant), présente, quant-à-lui, les principales tables créées ou mises à jour dans la réalisation de l'évolution. Elles s'intègrent dans un schéma de base de données, déjà existant au sein du SAGT, comportant un ensemble de tables encore plus important. Notons que ce schéma est identique, à quelques exceptions près, dans chacune des instances de base de données REGA, qu'elle se trouve en région ou en central. La liste exhaustive des tables créées ou mises à jour pour les besoins de l'évolution (non forcément représentées dans le MLR) est produite en annexe n°10.14.6 (page 208). La description de leur utilisation permet de mieux comprendre le rôle des entités intervenant dans la gestion des prescriptions de RV.

L'estimation de volumétrie des tables est une opération qui doit s'effectuer dès la phase de conception pour permettre de dimensionner les différents supports de stockage de données que sont les fichiers ou les tables de BDD. Ici, seule la synthèse de l'étude de volumétrie liée aux tables de BDD est présentée car le volume de fichiers engendré par l'évolution a été considéré comme négligeable (moins de 100 Mo sur une rétention maximum de 7 jours). Cette estimation a permis à l'administrateur de bases de données d'adapter les espaces alloués aux schémas impactés. L'annexe n°10.14.7 (page 209) présente les hypothèses de calcul à partir desquelles les volumétries de table ont été évaluées.

6.3.2. Conception de l'interface d'échange avec le SRV

Afin de prendre en charge les échanges de données (référentiel, données dynamiques et propositions de scénarios) entre le SRV et le serveur REGA central, un lot serveur dédié a été créé sur ce dernier, appelé lot SRV. Chaque processus du lot ayant en charge l'envoi ou l'intégration de fichier utilise une structure de répertoires et de fichiers comme zone tampon de stockage. Les lignes à venir décrivent, outre le rôle de chacun des processus du lot SRV, la cinématique des fichiers échangés ainsi que leurs formats et une estimation de leur volumétrie ayant servi à dimensionner la taille des espaces disques alloués (FS – File System en anglais). Un zoom particulier sera porté, à la fin de cette section, sur les traitements spécifiques associés, d'une part, à l'envoi des événements et, d'autre part, à la génération d'un nouveau référentiel à destination du SRV. Cette génération inclue le calcul des distances et directions « PMV à PMV amonts » qui permettront ensuite au SRV d'afficher des messages de confort.

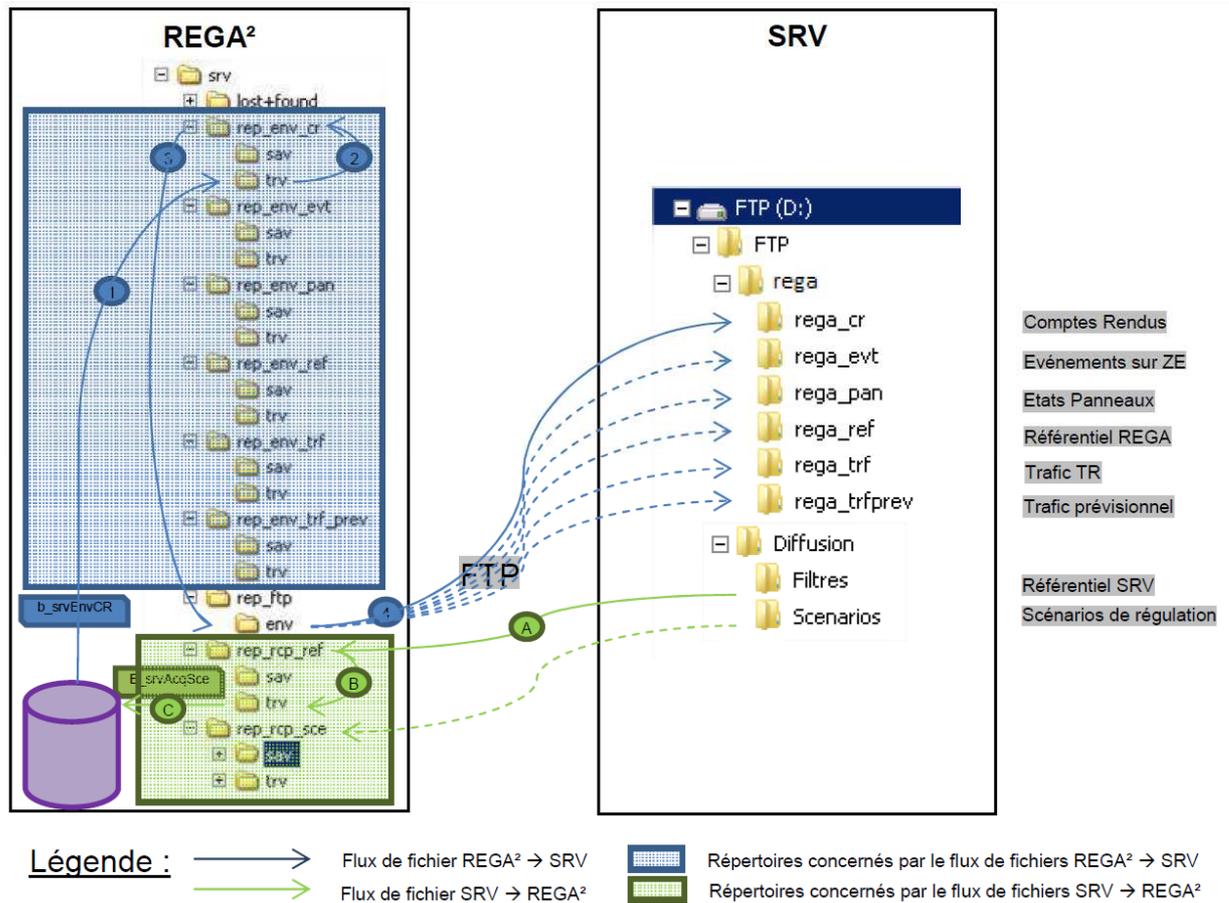
6.3.2.1. Les processus du lot SRV

Les processus du lot SRV prennent en charge les échanges bidirectionnels entre le serveur REGA² central et le SRV. Examinons maintenant les flux par sens de communication. Tout d'abord, concernant les **échanges de données dans le sens REGA vers SRV**, le SAGT transmet, au fil de l'eau, des informations dynamiques et de manière ponctuelle des informations de référentiels. Les informations dynamiques sont issues soit des équipements terrains (données trafic fournis par des capteurs dédiés, état des affichages PMV), soit des événements saisi par les OPC (chantiers, bouchons, etc...). Ces informations ont pour objectif de permettre au SRV de déterminer les conditions d'activation d'une mesure de RV ainsi que les prescriptions à appliquer par canton. Toujours à propos des informations dynamiques, REGA transmet également régulièrement les états de traitement relatifs aux derniers scénarios de RV reçus du SRV. Quant-aux données de référentiel transmises par REGA, celles-ci portent sur les évolutions de certaines entités de données stables comme par exemple les routes, les portions de route ou encore le référentiel des panneaux du réseau. Enfin, concernant les **échanges de données dans le sens SRV vers REGA**, le calculateur peut être amené à générer et à transmettre à tout moment au SAGT des scénarios de RV contenant des prescriptions de vitesse. D'autre part, le SRV peut transmettre à au système REGA des données de référentiel portant, par exemple, sur les définitions des sections de régulation ou la liste des motifs de régulation utilisables. L'annexe n°10.14.8 (page 211) présente la liste détaillée des processus créés regroupés en fonction du sens du flux d'information tandis que l'annexe n°10.14.9 (page 212) décrit le format des fichiers échangés.

6.3.2.2. Cinématique des échanges

Une structure de répertoire a été créée sur chacun des deux systèmes REGA² et SRV afin de permettre le stockage des différents fichiers échangés. Sur le serveur REGA² central, un répertoire parent a été créé dans un « file system » spécifique, dédié aux échanges avec SRV, dans lequel un sous-répertoire a été créé pour chacun des processus du lot SRV. L'illustration n°52, ci-dessous, présente la cinématique des fichiers échangés, d'une part, pour l'un des traitements en charge de l'envoi des comptes rendus de traitement (b_srvEnvCR) et, d'autre part, pour l'un des traitements assurant l'intégration des propositions dans le SAGT (b_srvAcqSce).

Illustration n° 52 : Cinématique des échanges de fichiers entre REGA² et SRV.



Cette illustration n°52 présente de manière synthétique la structure des répertoires mis en place sur les deux systèmes ainsi que les flux de fichiers échangés. Seuls le flux de données traité par deux des processus du lot SRV appelés « b_srvEnCR » et « b_srvAcqSce » sont représentés. Coté REGA², chaque processus du lot SRV et intervenant dans le flux de données allant vers SRV (flèches bleues de l'illustration), génère des fichiers dans le répertoire de travail qui leur est propre (étape 1), puis les déplace dans le répertoire de base associé au processus (étape 2). Les fichiers sont ensuite traités par le processus dédié aux transferts FTP (étape 3) qui scrute chaque répertoire de base et les copie dans son répertoire afin de les transmettre ensuite au SRV (étape 3). Remarquons que la cinématique des fichiers transmis de REGA² vers le SRV est identique pour chacun des types de fichiers traités. De la même manière, les processus REGA² traitant le flux de données en provenance du SRV (flèches vertes de l'illustration – étape A) scrutent les répertoires de base qui les concernent et traitent les fichiers déposés (étape B) pour intégrer leur contenu dans la base de donnée REGA Centrale (étape C). Les répertoires nommés « sav » gardent une copie des fichiers

traités (en réception ou en émission) durant un nombre de jours paramétré dans une table spécifique de la base centrale (entre 1 et 3 jours selon le processus).

6.3.2.3. Description de traitements spécifiques

La réalisation du lot SRV a impliqué des traitements particuliers dont deux sont présentés en détail. Le premier porte sur les envois vers le SRV de faits impactant les zones de régulation et le second prend en charge la génération pour le SRV d'une extraction d'un sous ensemble du référentiel REGA.

Concernant **les envois par REGA des faits localisés dans ou aux abords de la section de régulation**, ces derniers concernent des faits situés, d'une part, dans les zones événementielles et, d'autre part, dans les sections de régulation. Une zone événementielle (ZE) est un linéaire dont l'étendue est généralement plus importante que celle d'une section de régulation et sur laquelle la survenue d'événements doit faire l'objet d'une information au SRV. Les extractions concernent, tout d'abord, **les faits se produisant dans les zones événementielles** localisés sur section courante, pont ou tunnel et possédant l'une des natures suivantes : « Vitesse », « Accident », « Incident », « Balisage », « Chantier » ou « Fermeture ». Pour être transmis, les faits qualifiés avec l'une des natures citées précédemment, à l'exception des natures « Vitesse » et « Fermeture », doivent être déclarés avec une restriction de capacité générée par exemple par la présence d'un balisage ou d'une voie obstruée. Elles concernent, ensuite, **les faits se produisant dans les sections de régulation** ne concernant que ceux de nature « Bouchon » ayant un PR de début inclus dans la section de régulation. Ces faits doivent, en outre, être déclarés au sein d'un même événement que celui d'un fait de nature « Accident », « Incident », « Balisage » ou « Chantier », localisés ou non dans une section de régulation. Ces informations permettent ainsi au SRV de bénéficier d'un état événementiel de la SR complétant les données trafic pour la détermination des prescriptions de vitesses à appliquer.

Examinons maintenant le second traitement spécifique mis en œuvre qui concerne la fonction de **génération d'un nouveau référentiel et de calcul des distances et directions « PMV à PMV »**. L'une des particularités du SAGT est de gérer des données de référentiel, appelées également données stables (DS), dans des ensembles discriminés par des numéros de versions qui s'incrémentent au fil du temps. Une version de DS définit ainsi les entités de référentiel sur une période temporelle et une seule version est active à un moment donné. Ce procédé permet de suivre les évolutions du référentiel dans le temps et de retrouver ainsi le contexte associé aux entités dynamiques événementielles créées. Ces dernières sont donc systématiquement « marquées » avec le numéro de la version active. Il est en outre possible pour les administrateurs de préparer, sur le serveur REGA central, une version de DS, en parallèle de la version active, pour une activation ultérieure. Lorsqu'une version en préparation est finalisée, l'administrateur peut la rendre active, entraînant le déclenchement des opérations relatives : à la diffusion de la version vers les différents serveurs régionaux, à la diffusion de la version vers la passerelle Stradanet, ou à la diffusion de la version vers les bases de données historique. Dans le cadre de l'intégration de la régulation de vitesse dans le SAGT, l'activation d'une version de DS déclenche désormais la génération d'un fichier de référentiel à destination du SRV. Ce fichier comporte les définitions de quelques entités descriptives du réseau autoroutier dont par exemple les routes, les portions de route ou encore les

PMV. Il comporte également des informations particulières élaborées pour permettre au SRV de composer des messages de confort, en amont des sections régulées, utilisant des notions de distances et de direction (cf. §6.2.2.1, page 74). Le principe retenu consiste ainsi à fournir au SRV les couples composés d'un PMV amont, d'un PMV aval auxquels sont associés une distance et une mention de direction. Les PMV avals doivent correspondre à ceux implantés en début de chaque canton des sections de régulations. Le processus de finalisation d'une version de référentiel a été complété pour déclencher une fonction récursive consistant à remonter, portion de route par portion de route, en amont de chaque PMV des sections de régulation pour rechercher des PMV et calculer une distance. Cette méthode permet de remonter, sur un nombre de portions de route paramétré, non seulement sur la route de la section de régulation mais également sur les routes adjacentes en amont pour effectuer ses calculs de sommation de distances.

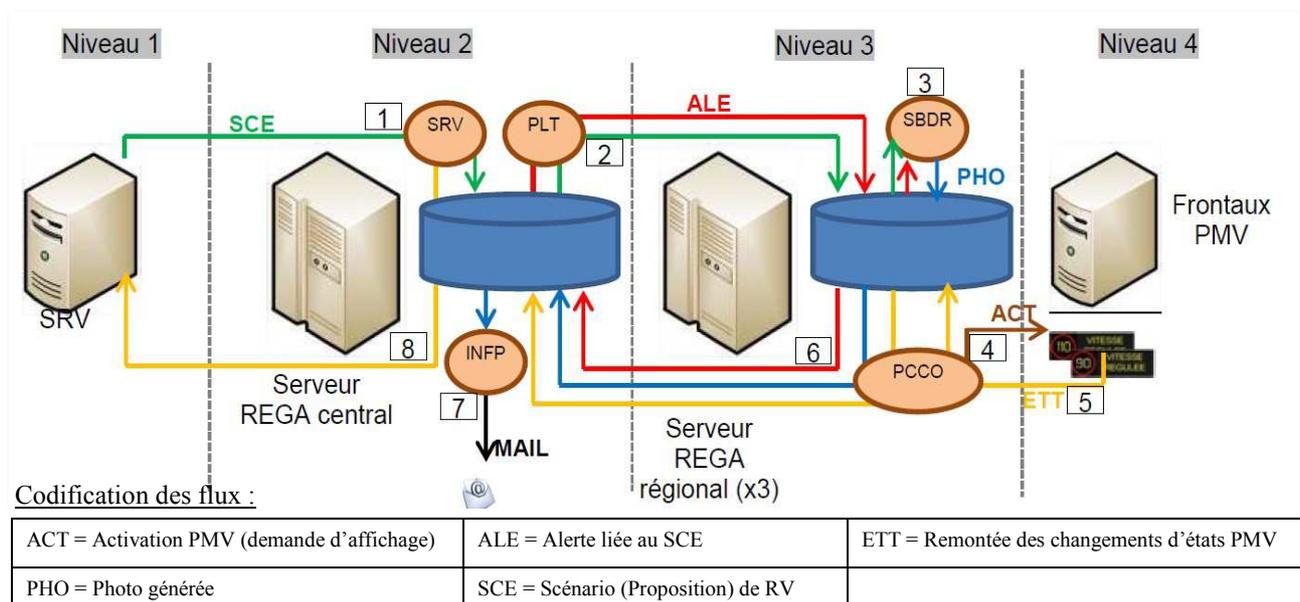
6.3.3. Conception de la chaîne de traitement des scénarios

La chaîne de traitement des scénarios de RV constitue le cœur de l'évolution apportée au SAGT. Elle met en œuvre de nouvelles fonctions logicielles, s'appuyant toutefois sur des mécanismes déjà existant qui ont dû être adaptés, tels que ceux intervenant dans la gestion événementielle, à la base des affichages PMV. Cette section comporte, en premier lieu, une description générale de la chaîne de traitement présentant les différents flux de données en charge, non seulement, de la transmission et de l'intégration des propositions de RV, mais également, de l'activation des messages PMV, du traitement Info-partenaires et de la remontée des états PMV vers le SRV. Ensuite, sont décrites les interactions mises en œuvre entre les différents composants du système dans le cadre de l'implémentation de deux fonctions importantes : la première portant sur la diffusion des scénarios et des alertes, et la seconde concernant la validation et la transformation des propositions de scénarios de RV.

6.3.3.1. Description générale de la chaîne de traitement des scénarios

La cinématique de traitement des scénarios en mode nominal, présentée au §6.2.2.2, n'offre qu'une vue simplifiée des flux d'information échangés entre les différents acteurs sur le plan organisationnel.

Illustration n° 53 : Cinématique des flux liés au traitement des scénarios de RV.



L'impact du traitement des scénarios de RV sur l'application REGA² a été important du fait de son architecture décentralisée. En effet, dans ce contexte, le flux de traitement des scénarios transite par le biais de quatre niveaux « physiques » de traitement : le niveau 1 représenté par le SRV, le niveau 2 représenté par le système REGA central, le niveau 3 représenté par les systèmes REGA régionaux, et enfin le niveau 4 représenté par les frontaux PMV.

L'illustration n°53 (ci-avant) représente les flux de données engendrés par une demande de mise en place d'une régulation sur les différents composants du système ainsi que les lots serveurs, en charge de leur traitement. L'enchaînement des traitements associés aux propositions de scénarios de RV s'effectue dans l'ordre suivant :

[1] Intégration du scénario de RV dans la base centrale

[2] Génération d'une alerte (*) associée au scénario et diffusion en région par le lot PLT

[3] Lors d'une validation (automatique / Manuelle), une photo d'un fait de nature VIT est générée à partir du scénario

[4] Le mécanisme de gestion des priorités arbitre les demandes pour chaque PMV du plan d'affichage et transmet les demandes au frontal PMV

[5] Suite à l'affichage des messages sur les PMV, le frontal retourne au serveur REGA régional les changements d'états PMV

[6] Le lot PCCO remonte en central les entités d'alerte et de photo ainsi que les états PMV

[7] La passerelle info-partenaires détecte la nouvelle photo créée par les filtres créés et envoie le message préprogrammé en instanciant automatiquement les variables à la volée.

[8] Les états PMV sont transmis par le lot SRV au serveur du même nom.

(*) Rappel : Une alerte est une entité, générée par le noyau REGA², conditionnée par la survenue d'un événement applicatif. Lorsqu'un scénario arrive sur le serveur central, ce dernier crée une alerte liée au scénario qui, comme nous le verrons plus loin, joue ainsi le rôle de messenger à destination des IHM de présentation des alertes, affichant ou non une ligne en fonction de son état.

Après avoir décrit le fonctionnement général de la chaîne de traitement des scénarios, nous allons maintenant aborder dans le détail deux fonctions importantes réalisées. La première prend en charge la diffusion des scénarios et des alertes, et, la seconde assure la validation et la transformation des scénarios en photos REGA, supports des affichages PMV.

6.3.3.2. Implémentation de la fonction de diffusion des scénarios et des alertes

La diffusion des scénarios ainsi que des entités associées telles que les alertes ou encore les faits générés exploite la **notion d'état** comme élément déclencheur de certaines opérations spécifiques du SAGT. Dans le cadre de la gestion des scénarios de RV, les principales entités intervenant au sein du SAGT sont, tout d'abord, **les propositions de RV**, supports des prescriptions de vitesse, ensuite, **les alertes** ayant le rôle de signal applicatif déclencheur de traitements spécifiques, et enfin **les faits**, support de la gestion événementielle en temps réel et des plans d'affichages PMV. A ces entités peuvent être associés un ou deux types d'états avec, en premier lieu, **les états de traitement** concernant les alertes et les propositions de RV (Nouveau, Acquitté/Traité, ...) qui permettent de mémoriser le type d'opération effectuée sur l'entité, et enfin, **les états « simples »** fournissant une indication concernant l'existence de l'entité, particulièrement

pour les faits REGA. Un tableau de synthèse de ces différents états, définis par entité, est consultable en annexe n°10.14.10 (page 218). Le suivi de ces états par le système permet de conditionner le déclenchement de certains traitements, tels que ceux associés à la fonction de diffusion décrite, ci-après. D'autres traitements exploitent également ces états dont ceux présentés dans la sous-section qui suit (cf. §6.3.3.3), au travers de cas d'utilisation liés, par exemple, aux mécanismes de validation des scénarios ou encore liés à leur transformation en photo REGA.

Après avoir eu un aperçu de la notion d'états, examinons maintenant plus en détail **le mécanisme associé à la fonction de visualisation et de diffusion des propositions**. Suite à l'intégration d'une proposition de scénario par le lot SRV dans sa base, le serveur REGA central génère une entité d'alerte possédant un état « Inhibé ». Il est important de noter que toute visualisation dans l'IHM des alertes est déclenchée par la présence d'une entité d'alerte avec un état « Nouveau ». A ce stade, l'alerte générée liée à la proposition n'est donc pas visible en central dans l'IHM puisque non encore à l'état « Nouveau ». Cet état « inhibé » a été rendu nécessaire pour permettre de synchroniser les affichages d'alertes en central et en région. Tant que la proposition n'est pas présente dans la base régionale cible, il ne doit pas être possible pour un OPCC de la valider. La nécessité que le scénario soit présent dans une base régionale avant d'être validé s'explique par l'architecture répartie de REGA qui impose que toute création de photo, qu'elle soit saisie par un OPCC ou un OPCR, s'effectue toujours sur le serveur régional correspondant à la localisation de la photo. En effet, les serveurs régionaux sont les seuls à posséder les fonctions d'activation de messages PMV embarqués dans les plans d'affichage des photos. Le lot PLT, en charge de la diffusion TR des flux de données au sein du SAGT, transmet de manière asynchrone les fichiers relatifs aux entités de scénarios et d'alertes vers le serveur régional cible. L'affichage d'une alerte dans l'IHM ne peut pas s'effectuer sur la seule présence du fichier d'alerte car le scénario doit être présent également pour pouvoir être validé. Or la PLT ne garantit pas l'ordre d'arrivée des fichiers. Il a donc été nécessaire de ne permettre l'affichage dans l'IHM qu'une fois l'intégration de ces deux entités effectuée dans la base régionale. Une fois intégrée dans la base régionale par la PLT, l'alerte voit son état passer du statut « Inhibé » à « Nouveau » et elle devient ainsi visible dans l'interface alerte régionale. Cette modification d'alerte en région provoque ensuite sa remontée automatique par un des processus du lot PCCO vers le serveur central où elle devient cette fois visible dans l'IHM des OPCC puisque revenant cette fois avec le statut « Nouveau ». Ce mécanisme peut paraître peu optimisé du fait du flux aller/retour entre la base centrale et régionale mais il a été conçu, notamment, pour permettre de résoudre un problème de synchronisation des affichages d'alertes dans un environnement où les traitements fonctionnent de manière totalement asynchrone. Notons également que ce processus d'aller/retour des alertes issues du SRV est très rapide et ne ralentit que très peu la présentation de l'alerte aux OPC.

6.3.3.3. Implémentation de la fonction de validation des scénarios

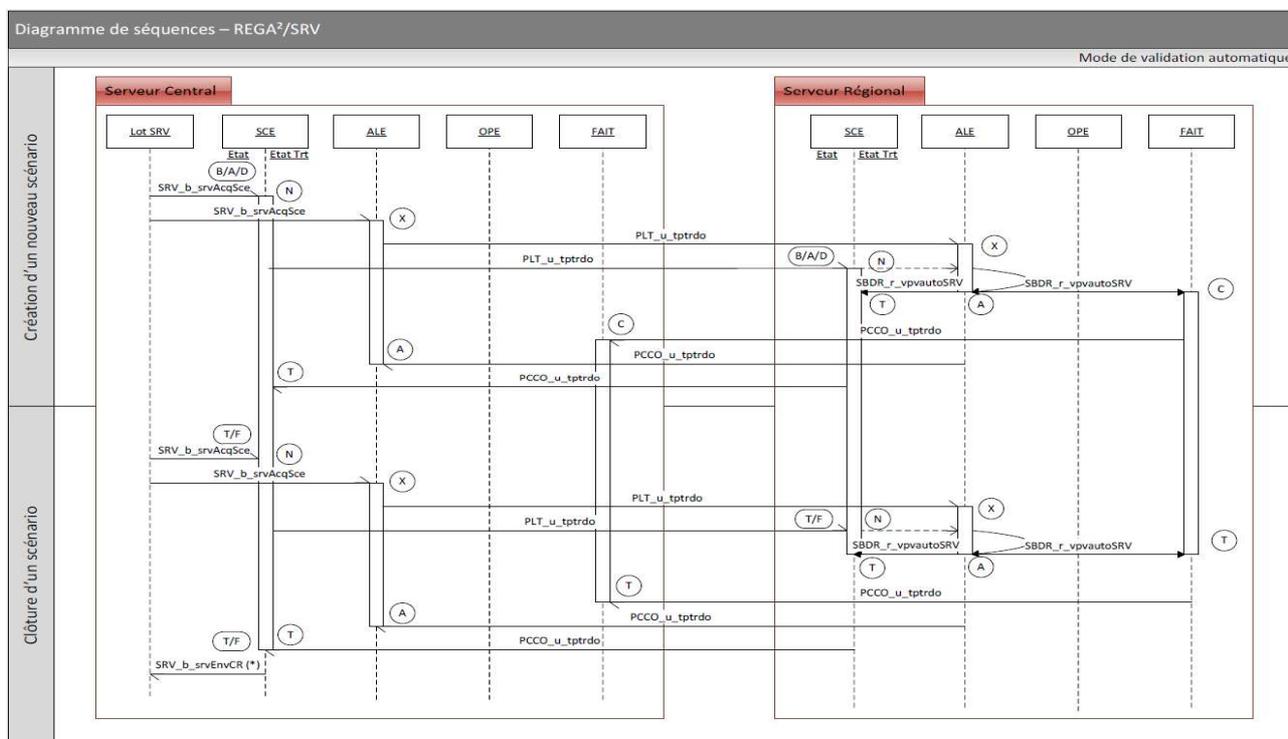
Lorsqu'un scénario et son alerte associée sont présents dans leur base régionale cible, et que cette dernière est remontée en central, **il peut être validé selon deux modes : automatique ou manuel**. Notons que le mode de validation des scénarios est paramétrable dans l'application REGA et pris en compte en temps réel. Dans le cas d'un mode manuel, le scénario peut indifféremment être validé par un OPCC ou un OPCR via une IHM dédiée. En outre, la photo issue du scénario peut

être pré-visualisée voire même légèrement modifiée dans l’IHM (priorité des messages), avant sa validation. Dans le cas d’un mode automatique, le scénario est validé par le système, de manière transparente pour les utilisateurs. En complément du mode de validation, l’implémentation des traitements a dû prendre en compte la possibilité de traiter des enchainements entremêlés de plusieurs propositions localisées sur des sections de régulation différentes.

Les diagrammes de séquence UML sont particulièrement adaptés pour décrire, dans le temps, les interactions entre différents objets logiciels ainsi que les messages échangés. Or, le noyau du SAGT est composé de processus écrits avec le langage procédural « pro*C » ne manipulant pas la notion d’objet. Les schémas présentés par la suite ont donc été élaborés en considérant diverses entités hétérogènes comme des objets. Ces entités peuvent être composées, soit des lots de processus remplissant une ou plusieurs fonctions particulières (Lot SRV), soit d’un module logiciel (OPE=Alerte présentée à l’OPC), soit d’une entité gérée en base de donnée (SCE=Scénario, ALE=Alerte, FAIT=Fait vitesse). Les diagrammes de séquence, présentés ci-après, schématisent ainsi la cinématique de diffusion des entités gérées en base, transmises du système central vers les systèmes régionaux cibles en charge de traiter les demandes d’affichage de prescription de vitesse.

Tout d’abord, le premier diagramme de séquence (illustration n°54 ci-après) présente **les deux processus de traitement de la création et de la clôture d’un scénario en mode de validation automatique**. Les traitements impliqués dans la cinématique de validation des propositions en mode automatique s’appuient intégralement sur des processus « serveurs ».

Illustration n° 54 : Diagramme de séquence présentant la création et la clôture d’un scénario dans un mode de validation automatique.



[Cas d’utilisation de création d’un nouveau scénario] (partie haute de l’illustration n°54 ci-dessus)

La création d’un nouveau scénario dans le SAGT est déclenchée sur réception, par le serveur REGA central, d’une proposition transmise par le SRV et localisée sur une section de régulation ne possédant pas déjà un fait « vitesse » en cours. Cette proposition comporte deux états : un premier

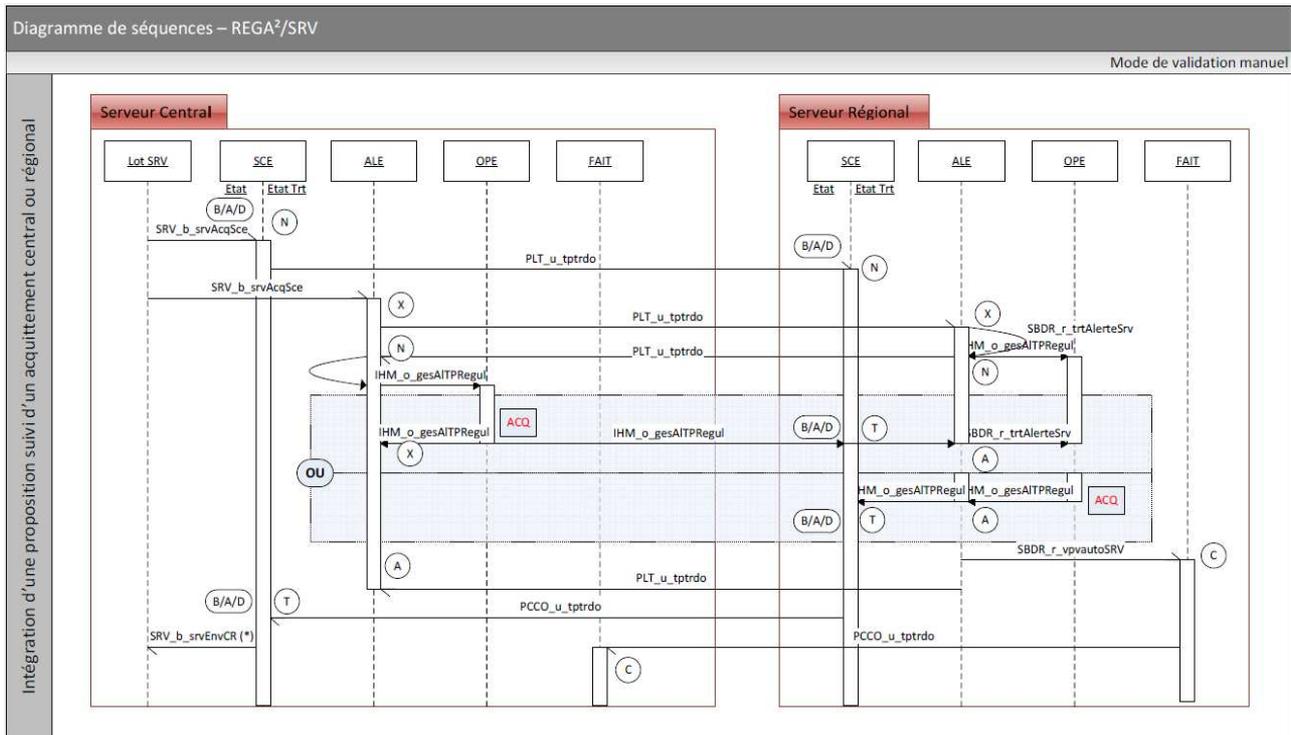
état qualifiant le contexte d'affichage (cf. §5.2.2.5, page 56) et ne pouvant contenir, sur une proposition de création, que les valeurs « Base », « Ajustée » ou « Dégradées » (B/A/D), et, un état de traitement contenant toujours la valeur « Nouveau » (N) sur réception d'une proposition afin d'indiquer au système que cette dernière doit être intégrée. Parallèlement à l'intégration de la proposition du scénario, l'application génère une alerte avec un état de traitement temporaire (X), masquant le signalement de l'alerte à l'OPCC. En effet, le signalement de la présence du nouveau scénario, en central, dans l'IHM dédiée aux alertes doit attendre que la proposition soit préalablement transmise vers le serveur régional en charge des affichages PMV de la région concernée. La conception du système impose que toute création de photo, y compris par un OPCC, doit s'effectuer sur un serveur régional. Toute opération de validation d'un scénario, aboutissant à la création d'une photo, ne doit donc intervenir qu'après que le scénario soit présent sur le serveur régional. Une fois la proposition intégrée par le serveur régional, le scénario passe à l'état « Traité » (T) et l'alerte associée passe automatiquement de l'état « Temporaire » (X) à l'état « Acquitté » (A) du fait du mode de validation automatique. Enfin, la validation de la proposition par le processus « r_vpautoSRV » du lot SBDR génère également automatiquement la création d'un nouveau fait à l'état « en cours » (C) via la création d'une première photo. Le processus « u_tptrdo » du lot PCCO régional prends ensuite en charge la remontée vers le serveur central des entités de fait, d'alerte et de scénario afin de synchroniser leurs états. L'état de traitement est ensuite retourné au SRV par le processus de génération des comptes rendus de traitement appelé « b_srvEnvCR » du lot « SRV ». Notons que dans ce cas d'utilisation de validation automatique, aucune alerte n'est présentée à l'opérateur (entité OPE) sur l'interface de gestion des alertes.

[Cas d'utilisation de clôture d'un scénario existant] (partie basse de l'illustration n°54)

La réception d'une proposition de clôture suit la même cinématique que celle décrite précédemment à la seule exception qu'elle engendre une photo de fin de fait sur le serveur régional ayant pour conséquence de supprimer les demandes d'affichage PMV portées par la photo précédente.

Ensuite, le second diagramme de séquence, représenté par l'illustration n°55, ci-après, présente **le traitement de l'acquiescement d'une proposition en mode de validation manuel**. Bien que la cinématique générale de validation des propositions soit globalement identique dans les deux modes de validation, le mode manuel fait intervenir des mécanismes d'interaction avec le module client de gestion des alertes couplés avec des traitements serveur. Les étapes de traitement d'une proposition consistant à la transmettre en région ainsi que son alerte associée est identique au mode automatique. A partir de l'instant où l'alerte est intégrée sur le serveur régional, elle remplace son état temporaire (X) par un état « nouveau » (N), indiquant qu'elle peut être affichée dans l'IHM des alertes. Suite à ce changement d'état, l'alerte est retournée au serveur central par le processus « u_tptrdo » du lot PCCO, la rendant ainsi visible pour l'OPC dans l'IHM centrale, sous réserve qu'il soit habilité pour cela. La proposition devient ainsi accessible aux OPCC ou OPCR qui ont ainsi la possibilité de l'acquiescer. Un acquiescement central aura pour effet, tout d'abord, de changer l'état de l'alerte pour qu'elle ne soit plus visible dans l'IHM centrale (état « X »), et, ensuite de la transmettre en région avec l'état « Acquiescé » (A) afin que le traitement « r_vpautoSRV » du lot SBDR transforme la proposition en photo rattaché à un fait REGA.

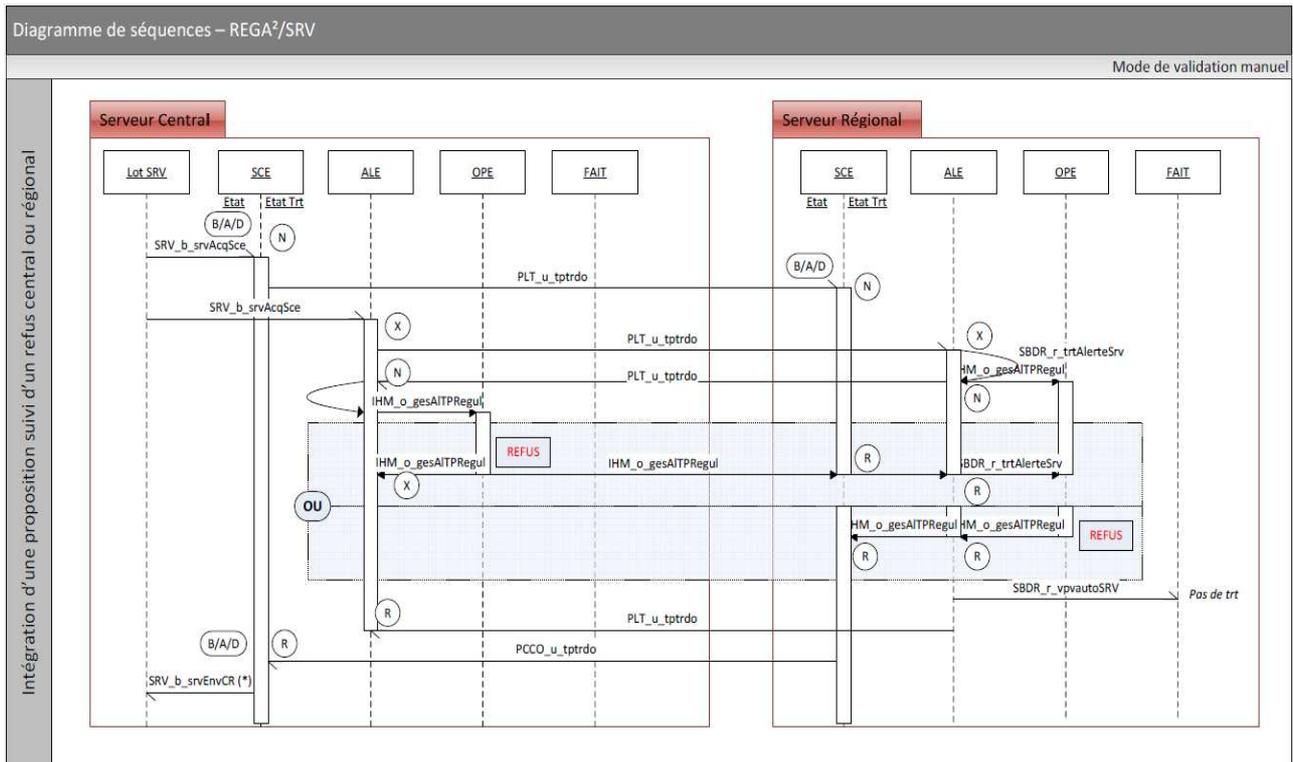
Illustration n° 55 : Diagramme de séquence présentant l'intégration d'une proposition de scénario et de son acquittement par un OPC ou un OPR dans un mode de validation manuel.



Le cycle s'achève par la remontée en central des entités de fait, d'alerte et de scénario par le processus « u_tptrdo » du lot PCCO régional puis par la transmission au SRV du compte rendu faisant état de l'acquittement. Un acquittement régional aura, quant-à-lui, pour effet de dérouler le seconde partie du cycle décrit précédemment pour un acquittement central. En effet, il positionnera l'état « Acquitté » à l'alerte présente en région engendrant ainsi la création d'une photo par le traitement « r_vpvautoSRV ». S'en suivra ensuite la remontée vers le serveur central des entités générées ou mises à jour par le lot PCCO (faits, alertes, scénarios).

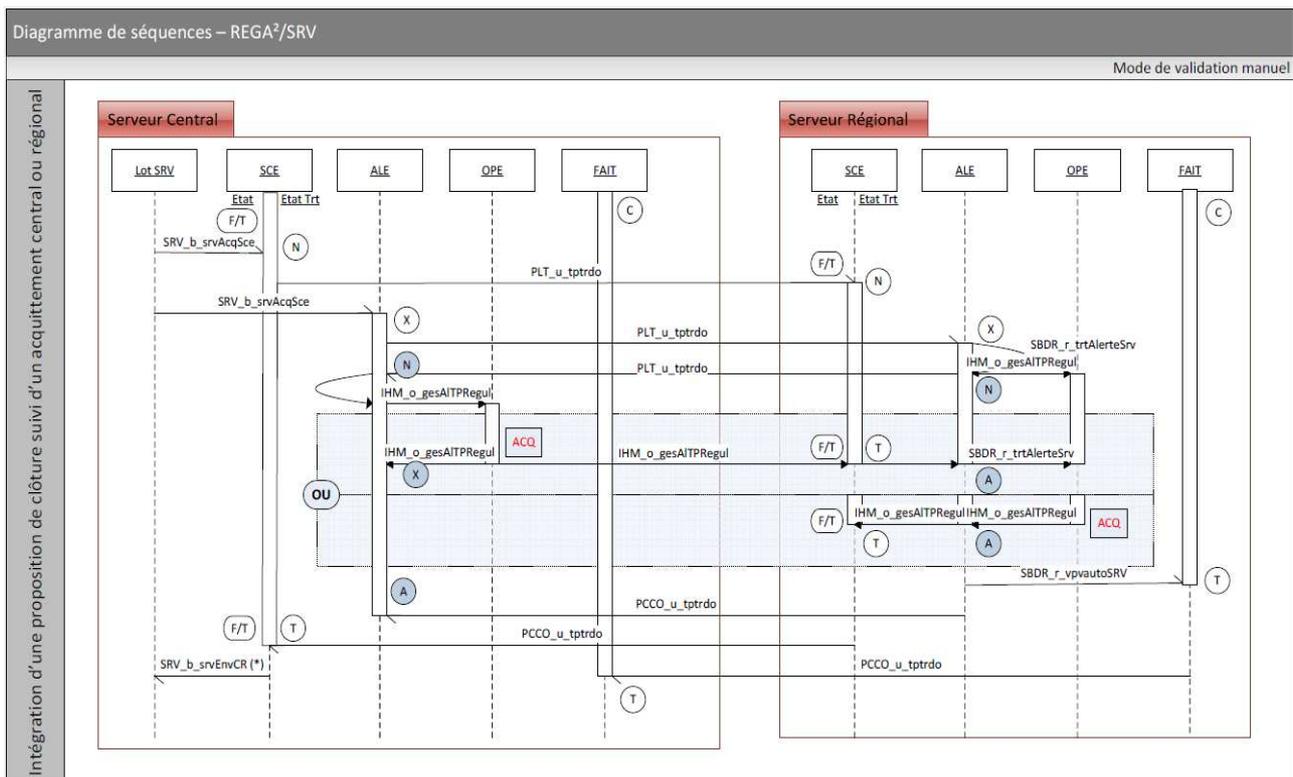
Le troisième diagramme de séquence suivant (illustration n°56) illustre le processus de **traitement du refus d'une proposition en mode de validation manuel**. De la même manière qu'une proposition peut être acquittée par un OPC, il est possible pour ce dernier de refuser la mise en place d'une prescription de vitesse issue du SRV. La cinématique de traitement est quasiment identique à celle relative à la validation à la différence près qu'une action de refus ne provoque aucune opération sur un éventuel fait « Vitesse » du serveur régional et que les états de traitement liés au scénario et à son alerte associée prennent le statut « Refusé » (R).

Illustration n° 56 : Diagramme de séquence présentant l'intégration d'une proposition de scénario et de son refus par un OPC ou un OPR dans un mode de validation manuel.



Enfin, le dernier diagramme de séquence (illustration n°57) présente le processus de **traitement de l'acquittement d'une proposition de clôture en mode de validation manuel**. L'envoi d'une proposition de clôture d'un scénario de RV par le SRV marque la fin de toute prescription de vitesse sur une section de régulation. Elle a donc pour vocation de terminer également le fait porteur de la dernière séquence de prescriptions de vitesse envoyée à l'affichage.

Illustration n° 57 : Diagramme de séquence présentant l'intégration d'une proposition de clôture de scénario et de son acquittement par un OPCC / OPCR en mode de validation manuel.



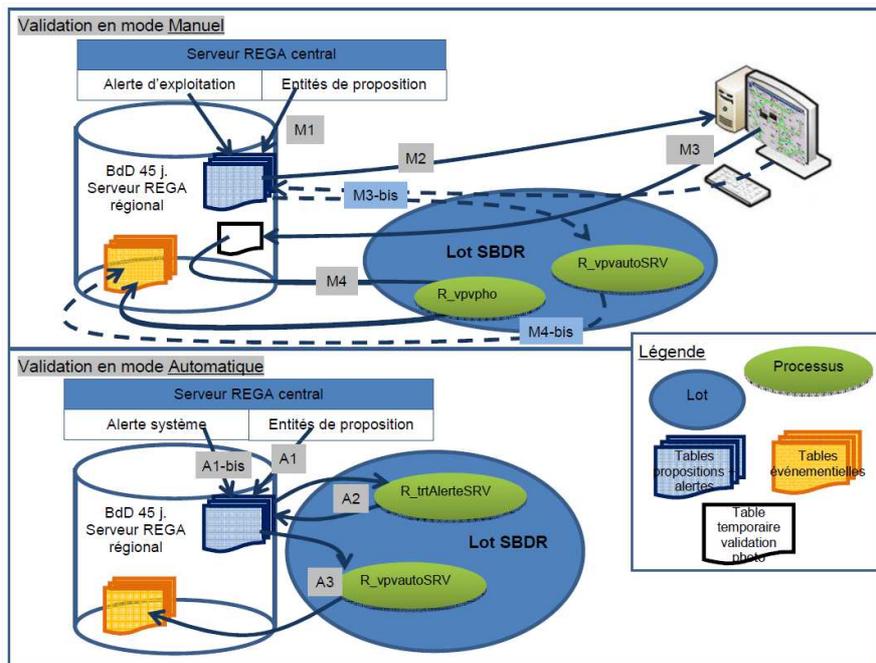
Tout comme le traitement de la validation d'une proposition de prescription, la validation d'une proposition de cloture peut s'effectuer indifféremment en central ou en région. La différence réside toutefois sur l'action de clôture portée par le processus régional « r_vpautoSRV » du lot SBDR sur le fait « vitesse ».

Afin de compléter la description du processus de validation des scénarios de RV, il est important de noter que des **mécanismes transverses aux mécanismes de validation** ont été réalisés. En effet, bien qu'ils n'aient pas été représentés dans les différents diagrammes de séquence, deux mécanismes particuliers complémentaires, liés à la validation des propositions, ont été mis en œuvre : la gestion multirégionale des propositions, et la validation automatique systématique des propositions porteuses de pré-information. Concernant la **gestion multirégionale des scénarios**, les propositions associées suivent, pour chacune des régions concernées, la même cinématique que celles présentées précédemment en transmettant à la première région la proposition, créant ainsi le fait ainsi que ses entités événementielles y compris les EIR. Pour rappel, un EIR est une entité événementielle permettant notamment d'ajouter au plan d'affichage PMV d'un fait d'une région, des affichages concernant des PMV d'une autre région. Le plan d'affichage PMV rattaché à ce fait comporte tous les PMV de la proposition dont seulement ceux appartenant à la région où le fait est créé seront traités par le serveur régional. Le fait remontera ensuite vers le serveur central qui redirigera le fait vers la seconde région concernée et ainsi, les PMV propres à cette région seront, à leurs tours, traités. Concernant le processus de **validation des propositions porteuses de pré-information**, un mécanisme particulier a été réalisé pour traiter certaines d'entre elles. En effet, quel que soit le mode de validation paramétré, les propositions avec pré-information, destinées à déclencher des envois automatiques de messages par la passerelle Info-Partenaires, doivent traverser les étapes de validation sans attendre d'acquiescement de la part des OPC. Ainsi, un mécanisme a été mis en œuvre pour valider systématiquement de telles propositions et ainsi faire en sorte qu'elles soient traitées très rapidement par le module « Info-partenaires ».

6.3.3.4. Implémentation de la fonction de transformation des scénarios

La transformation des propositions de RV en photos REGA est une étape importante de la chaîne de traitement des scénarios car elle permet de rendre effective les demandes d'affichage des prescriptions de vitesse. L'étape 3 de l'Illustration n° 53 (page103), présentant la cinématique des flux liés aux traitements des scénarios de RV, montre l'implication du lot de processus SBDR des serveurs REGA régionaux dans le processus de transformation des propositions de RV en entités événementielles. Avant son adaptation, ce lot prenait en charge, via un processus particulier, appelé « r_vpvhpo », la transformation des saisies effectuées par les OPC en TR en photos REGA. Ce lot SBDR a été mis à jour avec une nouvelle version de ce processus prenant en charge la transformation des propositions validées, en mode manuel, par l'OPC dans le module DP. Ce lot de processus se voit également doté de deux processus supplémentaires : l'un appelé « r_vpautoSRV » en charge de la transformation des propositions de RV en entités événementielle en mode de validation automatique, et l'autre, appelé « r_trtAlerteSRV » en charge de la gestion des alertes systèmes liées à la gestion de la régulation.

Illustration n° 58 : Transformation des propositions de RV en photos REGA.



Notons que, quel que soit le mode de validation des propositions, la transformation en entités événementielles s'effectue conformément aux règles décrites au §6.2.2.4 (page 81), intitulé Fonction de transformation des propositions en photos.

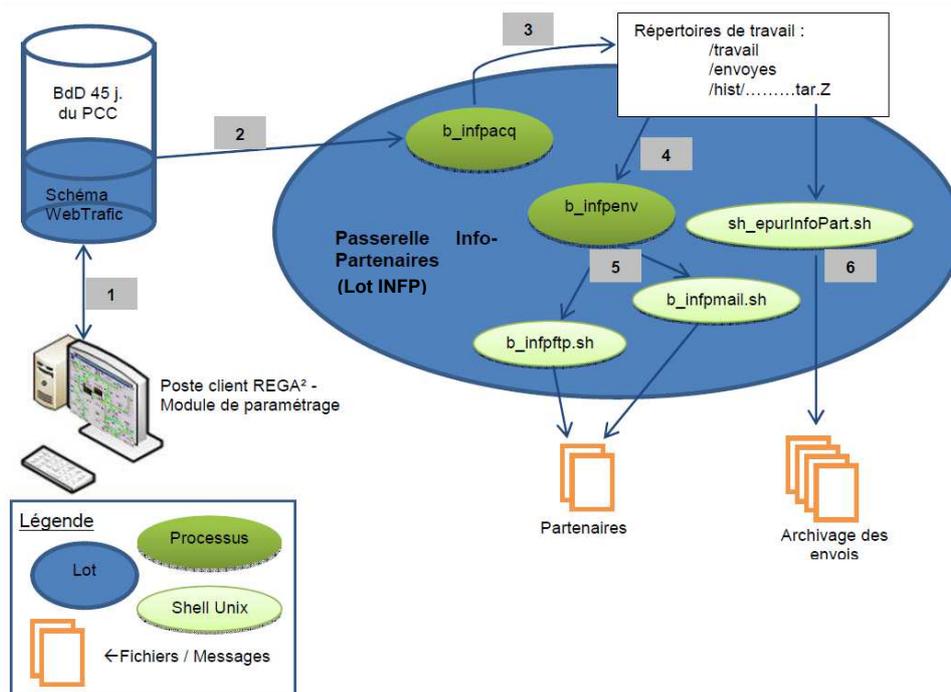
Dans le mode de validation en mode manuel, l'arrivée asynchrone des entités issues du serveur REGA central contenant la proposition (M1) ainsi qu'une alerte d'exploitation associée (M1-bis) provoque l'affichage du scénario sur l'IHM des alertes des PO concernés (M2). En fonction du type de validation effectuée sur l'un des postes, la création des entités événementielles suit deux processus alternatifs distincts. Tout d'abord, si le scénario est modifié et validé par l'écran du DP, alors le mécanisme de validation effectuée des opérations habituellement dédiées aux validations de photos, via une table temporaire (M3), suivies de la création des entités événementielles par le processus « r_vpvphto » (M4). Enfin, si le scénario est acquitté depuis l'IHM des alertes, alors le processus « r_vpautoSRV » crée directement les entités événementielles à partir des entités de proposition (M3-bis, M4-bis). Dans le mode de validation en mode automatique, l'arrivée asynchrone des entités issues du serveur REGA central contenant la proposition (A1) ainsi qu'une alerte système (A1-bis) déclenche la génération par le processus « r_trtAlerteSRV » d'une alerte d'exploitation (A2) simulant un acquittement depuis l'IHM. Ensuite, à l'instar du mode manuel avec acquittement, le processus « r_vpautoSRV » crée directement les entités événementielles à partir des entités de proposition. Soulignons que, quel que soit le mode de validation, une fois les entités événementielles créées sur les serveurs régionaux, le plan d'affichage PMV issu de la proposition et associé à la photo en cours alimentera les files d'attente de chacun des panneaux concernés. Le mécanisme TR du SAGT gérant les priorités arbitrera ensuite les messages finaux à transmettre à l'affichage (processus du lot PCCO).

6.3.3.5. Implémentation de la fonction de diffusion automatique des messages vers les partenaires

Dans la cinématique des flux de traitement, le lot serveur « Info-Partenaires » intervient en tant qu'avant dernier maillon (étape 7 de l'illustration n° 53 en page 103), une fois que les photos REGA générées en région sont remontées vers le serveur central. Comme nous l'avons vu précédemment, ce lot INFP permet de générer des envois personnalisés de messages et/ou de fichiers formatés à destination d'abonnés. Pour cela, des traitements spécifiques de filtrage sur les photos de faits REGA sont effectués selon deux procédés distincts. Le premier traite les faits au fil de leur arrivée (avec les options de prise en compte suivantes : toutes les photos, 1^{ère} photo, 1^{ère} et dernière photo, liste de faits 3 minutes). Le second procédé traite les faits ponctuellement, à des fréquences paramétrées par destinataire (3 minutes, 1 heure ou 24 heures). Les traitements au fil de l'eau génèrent des envois de messages formés automatiquement par substitution de mot clés dans des modèles. Les traitements ponctuels concernent, quant-à-eux, des envois d'états de synthèse relatifs aux événements en cours ou ayant eu lieu. L'évolution liée à la gestion de la RV a ainsi nécessité l'adaptation des traitements de la passerelle pour permettre le paramétrage et la mise en application des filtres événementiels en utilisant les nouvelles caractéristiques associées à la nouvelle nature de fait « Vitesse », incluant les pré-informations.

Avant de détailler les implémentations effectuées, observons au préalable l'**architecture applicative de la passerelle Info-Partenaire** ainsi que les flux de données associés. Cette dernière s'appuie sur un schéma de base de données mutualisé avec la passerelle WebTrafic dans lequel sont stockées les données de paramétrage des filtres et des photos à traiter. Comme le montre l'illustration suivante, les traitements d'acquisition, de traitement et d'envoi des informations sont dévolus essentiellement à deux processus Unix composant le lot INFP, nommés « b_infpacq » et « b_infpenv ».

Illustration n° 59 : Architecture applicative de la passerelle Info-Partenaires.



Source : Spécifications techniques Info-Partenaires

L'enchaînement des opérations de traitement de la passerelle s'effectuent comme suit :

Etiquette	Opération
1	Mise à jour des paramètres d'application et du filtrage des événements depuis l'IHM cliente
2	Lecture des événements filtrés validés
3	Composition des fichiers à envoyer aux partenaires
3bis	Envoi d'un signal USR2 pour traitement des fichiers à envoyer
4	Gestion de l'envoi des fichiers par partenaires
5	Envoi des fichiers aux partenaires soit par FTP, soit par MAIL
6	Historisation/Archivage des messages et fichiers envoyés

Après cette description de l'architecture applicative de la passerelle, effectuons un zoom sur les programmes qui le composent. Un premier processus appelé « b_infpacq », exécuté en amont de la chaîne de traitement « Info-Partenaires », procède à la mise en œuvre de plusieurs traitements. Ceux-ci déroulent, à des fréquences différentes, les étapes suivantes, préalablement à l'opération de diffusion vers les abonnés. La première étape consiste à prendre en charge l'acquisition des événements (photos) selon deux méthodes : soit les événements sont sélectionnés sur un intervalle de temps donné (pour le traitement des synthèses), soit les nouveaux événements (photos) sont sélectionnés au fil de l'eau pour un traitement immédiat ou toutes les trois minutes. La seconde étape effectue le filtrage des événements selon les critères définis pour chacun des partenaires. Et enfin la dernière étape assure la génération des fichiers d'événements ou de synthèses (au format TXT, RTF, XMF) avec substitution des balises paramétrées. L'illustration en annexe n°10.14.11 (page 218) présente la structure simplifiée du programme d'acquisition des événements de la passerelle. Le processus principal « b_infpacq » engendre, lors de son lancement, cinq processus « fils » prenant en charge un type de traitement d'événements. Lorsque l'un de ces processus a terminé la génération des fichiers pour les abonnés qui les concernent, il transmet un signal USR2 au processus « b_infpenv ». Ce dernier procède ensuite, d'une part, à l'envoi des fichiers générés vers leurs destinataires et, d'autre part, à leur archivage. L'envoi s'effectue selon deux méthodes dont chacune est exécutée dans des instances distinctes du processus appelé « b_infpenv » (fork). Soit l'envoi s'effectue par FTP et, dans ce cas, le processus père « FTP » parallélise les envois en générant à son tour autant de processus fils que de couple « partenaire/envoi FTP » (fork). Soit l'envoi s'effectue par mail dans la seconde instance du processus.

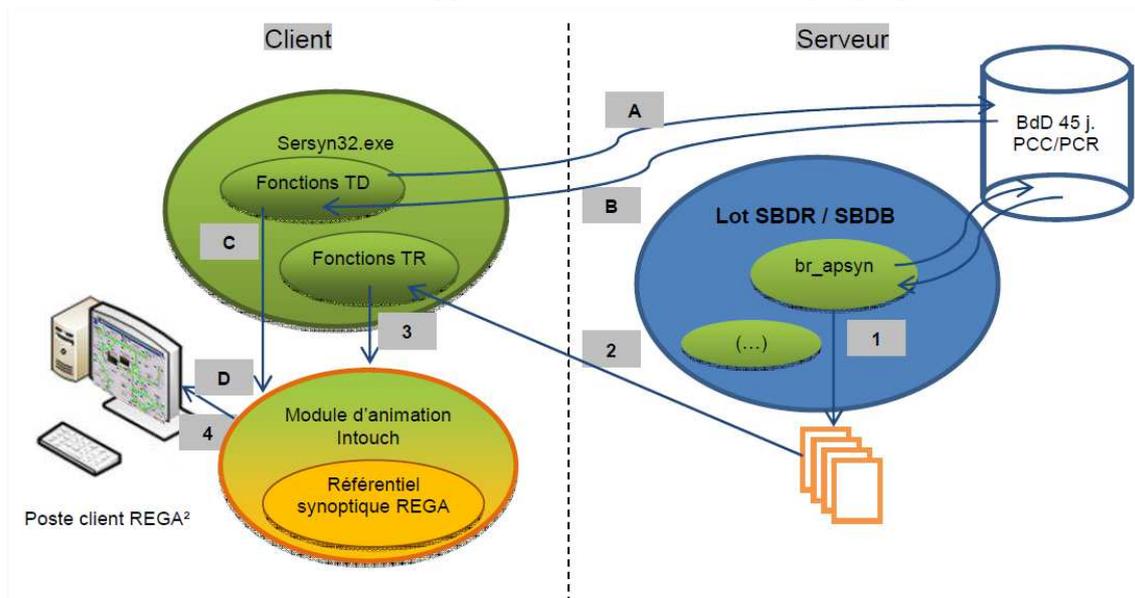
Les impacts qui ont concernés la passerelle « Info-Partenaires » ont engendré diverses modifications de code pour prendre en compte, d'une part, la nouvelle nature de fait VIT, et d'autre part, les pré-informations transmises par les propositions. Ces modifications ont consisté à adapter trois modules exécutables avec, en premier lieu, le module client de paramétrage des filtres et des abonnés (cf. §6.2.2.7 - Fonctions de diffusion via la passerelle applicative Info-Partenaire, page 85), et ensuite, les deux processus serveurs « b_infpacq » et « b_infpenv » du lot INFP. **L'adaptation du module client** a, tout d'abord, consisté à créer de nouveaux critères liés à l'existence de la nouvelle nature de fait « Vitesse » afin de permettre leur utilisation dans la définition de filtres

évènementiels (cf. §6.2.2.5 - Fonction de diffusion interne au système REGA², page 84). Ces critères se devaient d'intégrer les états de pré-information contenus dans les propositions de scénarios afin de pouvoir les prendre en compte dans le déclenchement des envois. Ensuite, il a été nécessaire de définir de nouvelles variables permettant aux exploitants de préparer des modèles de texte à instancier automatiquement avant leur envoi (cf. §6.2.2.7 - Fonctions de diffusion via la passerelle applicative Info-Partenaire, page 85). Concernant **les modules serveurs**, les fonctions spécifiques de filtrage des événements et de substitution des variables ont été adaptées. Après avoir rendu possible l'utilisation des nouveaux critères dans la définition des filtres, il a ensuite été nécessaire de les rendre exploitables par les différentes fonctions du module serveur « b_infpacq ». Les requêtes SQL de filtrage des événements, utilisées par les curseurs de ces différentes fonctions, ont dû être également adaptées pour y intégrer ces nouveaux critères. En complément de ces réalisations a été réalisée l'adaptation des fonctions de substitution de variables utilisées par les processus fils « b_infpacq » pour finaliser la génération des fichiers à envoyer (fonction « Trt_une_photo » pour le traitement sur photos / fonction « Trt_un_fait » pour le traitement des synthèses).

6.3.3.6. Implémentation de la fonction de visualisation synoptique des scénarios

Le module synoptique du SAGT a nécessité la réalisation d'adaptations pour permettre d'implémenter les nouvelles fonctions de visualisation attendues par les exploitants (cf. §6.2.2.6 - Fonction de représentation du synoptique – page 84). L'illustration n°60, ci-après, illustre le fonctionnement du module synoptique REGA qui fait intervenir trois composants logiciels utilisant des technologies hétérogènes. Les deux premiers composants sont hébergés sur les différents postes synoptiques « clients » tandis que le troisième est intégré dans un lot de processus dédié présent sur chacun des serveurs REGA (régionaux et central).

Illustration n° 60 : Architecture applicative de la fonction du synoptique REGA².



L'application synoptique REGA cliente est constituée, d'une part, d'un module applicatif de type SCADA, appelé Intouch, qui permet l'animation d'objets graphiques stockés dans un référentiel, et, d'autre part, d'un module logiciel développé en langage C++ prenant en charge l'animation dynamique de ces objets. Il est à noter que le programme client appelé sersyn32.exe

peut fonctionner, soit en mode « Temps Réel » (TR), soit en mode « Temps différé » (TD). Le mode TR s'appuie sur un mécanisme de consommation de fichiers générés par un processus du serveur REGA sur lequel le poste est connecté. Ce processus serveur, appelé « br_apsyn » interroge régulièrement la base de données REGA pour extraire les informations liées aux objets animés (faits en cours, trafic/temps de parcours par portion, relevés des stations de comptage ou météo, affichage PMV, etc...). Le mode « TD » fonctionne, quant-à-lui, sur un mécanisme d'interrogation direct de la base de données pour l'extraction des informations.

Les impacts liés à l'évolution de l'animation du synoptique REGA² pour visualiser les nouvelles informations associées à la RV ont concerné les trois modules logiciels. Tout d'abord, le référentiel Intouch stockant les objets du synoptique a été enrichi avec de nouveaux objets permettant d'afficher une nouvelle couche d'animation des portions du linéaire autoroutier. Rappelons que ces portions sont coloriées selon les vitesses prescrites. Ensuite, le processus client « sersyn32.exe » a été adapté pour collecter, dans les deux modes TR et TD, les nouvelles données liées à la RV permettant l'animation des objets graphiques du synoptique. Enfin, le processus serveur a été modifié pour ajouter dans les fichiers générés les nouvelles informations nécessaires à l'animation TR.

6.4. Réception et déploiement de la solution

La procédure référencée PRO 7.1 (cf. annexe n°10.5.5, Illustration en annexe n° 15, page 162) du processus n°7, intitulé « Maitrise d'œuvre de projets SI » et intégré dans le SMQ de la DISI, identifie la phase de réception comme une étape préalable à la mise en production d'une solution. Cette étape est d'autant plus importante lorsque la solution impacte un SI déjà existant ayant, de surcroît, une contrainte de fonctionnement permanent. Concernant le présent projet, les opérations préalables à la mise en production ont consisté, en premier lieu, à réceptionner, dans l'environnement de développement, les fonctions réalisées spécifiquement dans le système REGA². Ensuite, des tests de « bout-en-bout » ont été effectués, sous la direction du MOEG, afin de garantir le bon fonctionnement global de la solution de RV.

6.4.1. Réception des fonctions propres au système REGA²

La phase de VABF du projet d'évolution du SAGT s'est déroulée sur une période d'environ deux mois durant laquelle plusieurs sessions de tests ont été réalisées. Tout d'abord, les fonctions concernant spécifiquement le système REGA² ont été réceptionnées en débutant par les fonctions d'interface permettant le dialogue entre les divers serveurs applicatifs. Ensuite, la phase de réception s'est attachée à valider, en collaboration avec les utilisateurs référents, le fonctionnement des IHM spécifiques à la gestion des scénarios. Les sessions de tests se sont poursuivies pour valider les fonctions avancées de traitement des scénarios en combinant de nombreux facteurs influant le résultat, tels que principalement le mode de validation ou le caractère mono ou multi régional des propositions. Enfin, la réception des fonctions passerelles Coraly, Stradanet ou Info-Partenaires ont finalisés le processus de réception. Cette section présente de manière synthétique, sous forme de tableaux, les fonctionnalités réceptionnées ainsi que les vérifications effectuées.

6.4.1.1. Réception des fonctions d'interface

La première étape de la réception de l'évolution du SAGT a consisté à valider les fonctions d'interfaces. Le périmètre fonctionnel couvert par ces fonctions comprend, d'une part, le processus d'échanges avec le SRV et, d'autre part, le processus de diffusion des entités liées aux scénarios de RV au sein des composants du SAGT. Cette phase de réception a donc, en premier lieu, consisté à **vérifier les mécanismes d'échanges bidirectionnels avec le SRV**, à l'exception de l'intégration des propositions de RV qui a été validée ultérieurement. Le tableau, en annexe n°10.15.1 (page 218), récapitule les fonctions d'échanges bidirectionnels entre REGA et SRV vérifiées ainsi que l'objet des vérifications. Notons qu'afin de valider définitivement le format des fichiers générés par REGA, ces derniers ont été transmis à la MOEP du SRV pour vérifier leur bonne intégration au niveau du calculateur de propositions. Inversement, la validation de la fonction d'intégration de référentiel dans REGA a également fait l'objet d'un test à partir d'un fichier fourni par le MOEP du SRV. Ensuite, la validation des fonctions d'interface a porté sur la **réception des fonctions de diffusion** entre le serveur central du SAGT, les serveurs régionaux et les serveurs d'historisation. Cette phase de validation a ainsi eu pour objectif de vérifier, non seulement, la création des entités liées aux scénarios de RV et aux alertes mais, également, leur transmission vers les différents composants du SAGT. Elle a demandé la mise en œuvre de cas de tests permettant de vérifier les processus de diffusion résumés dans le tableau consultable en annexe n°10.15.2 (page 219).

6.4.1.2. Réception du fonctionnement des IHM

La seconde étape de la réception visant à valider le fonctionnement des IHM a concerné un premier ensemble regroupant les modules applicatifs liés à la gestion des propositions de RV. Ensuite, la validation des IHM a porté sur des modules ayant essentiellement des fonctions transverses de restitution d'informations.

Concernant, tout d'abord, la **réception des modules liés à la gestion de propositions de RV**, ces derniers regroupent les modules du DP, du DF, de gestion des alertes, et de gestion du paramétrage. Les IHM concernées par la gestion des propositions de RV couvrent les fonctions de paramétrage (DF et Paramétrage) ainsi que les fonctions de consultation, de modification et de validation des propositions de RV (Modules DP et de gestion des alertes). Le tableau, consultable en annexe n°10.15.3 (page 220), récapitule les tests effectués pour réceptionner ces modules applicatifs. Notons que la réception de la fonction de gestion des alertes, des tests avancés relatifs à la validation manuelle de propositions de scénarios ont été réalisés, dont le résumé est détaillé plus loin.

Enfin, la seconde partie portant sur la validation des IHM a concerné plus spécifiquement les **IHM complémentaires** qui ont été adaptées afin de permettre aux OPC de bénéficier d'une **restitution des informations** liées à la RV. L'ensemble de ces IHM regroupe essentiellement les écrans du module « Synoptique » ainsi que ceux du module « Synthèses & Consultation ». Le tableau, produit en annexe n°10.15.4 (page 221), présente une synthèse des vérifications effectuées pour ces modules. Les autres modes d'animation, pris en charge par le module « Synoptique », permettant notamment la visualisation des scénarios et modèles de faits ou encore les situations « passées/futures », ont été réceptionnées dans le cadre des tests de non régression, décrits plus loin (cf. §6.4.1.5, page 118).

6.4.1.3. Réception des fonctions de traitement des scénarios

Les implémentations réalisées pour le traitement des propositions de scénarios de RV ont eu un impact important sur les fonctions centrales du SAGT prenant en charge la gestion événementielle ainsi que la gestion des alertes. Les traitements associés à l'intégration, à la transformation et à la diffusion des propositions ont été rigoureusement vérifiés en combinant les différents facteurs conditionnant la structure des entités événementielles. Le tableau, en annexe n°10.15.5 (page 222), récapitule les tests effectués pour réceptionner ces traitements (mode manuel et automatique).

6.4.1.4. Réception des passerelles applicatives

La validation du fonctionnement des interfaces applicatives avec d'autres systèmes impactés par l'évolution de la RV a concerné de la passerelle régionale CORALY ainsi que deux passerelles centrales Stradanet et Info-Partenaires.

La passerelle régionale Coraly du SAGT a été adaptée pour transmettre au système du même nom des informations concernant la présence éventuelle de faits de nature « Vitesse » dans le secteur APRR limitrophe avec la région de Lyon. La vérification a ainsi porté sur le contenu des fichiers générés et transmis par l'interface restituant des informations événementielles. L'interface Coraly possède également une fonction critique de validation et de transformation des demandes externes d'affichage PMV en instances de fait REGA qui a nécessité des tests spécifiques. En effet, cette fonction met en jeu des mécanismes de verrouillage de tables pouvant être accédées à tout instant par d'autres mécanismes de validation de photos REGA, incluant le mécanisme nouvellement créé pour la transformation des propositions de scénarios de RV. La réception des adaptations apportées à cette interface a donc consisté à vérifier que la gestion des accès aux tables critiques ne risquait pas de bloquer les processus concurrents accédant à ces mêmes tables.

La passerelle Stadanet, mettant en œuvre des fonctions de paramétrage et de filtrage d'événements, a été adaptée pour prendre en compte les nouvelles natures de faits « Vitesse ». Les vérifications la concernant ont consisté à vérifier le contenu des fichiers générés suite aux opérations de création, de modification et de clôture de faits de nature « Vitesse » engendrés par la réception des scénarios de RV.

Comme nous l'avons vu précédemment, **la passerelle Info-Partenaires** est un dispositif du SAGT permettant de personnaliser des envois de messages électronique pour des destinataires tels que notamment les préfetures ou les forces de l'ordre. Elle a été adaptée afin de transmettre à ces différents organismes d'Etat les différentes étapes de mise en œuvre et de désactivation de mesures de RV. La vérification du bon fonctionnement de la passerelle se devait de suivre les deux étapes suivantes :

- La première, définissant des différents filtres avec différents destinataires ayant notamment pour critères l'état du fait ainsi que l'état de pré-information éventuellement inclus dans les propositions de RV, et,
- La seconde, intégrant en entrée de l'interface SRV de REGA des propositions de RV avec différents états de pré-information et de vérifier, pour chacune d'elles, la correcte instanciation des variables composant les messages ainsi que l'envoi effectif de ces derniers vers les destinataires paramétrés.

La réception de ces passerelles applicatives a ainsi permis de valider les flux de données transmis vers les systèmes externes au SAGT.

6.4.1.5. Tests de non régression

Les tests de non régression ont, quant-à-eux, pour objectif de minimiser les risques d'effets de bord que pourraient engendrer de nouvelles évolutions sur les fonctionnalités d'un système. Ils constituent ainsi une étape de réception indispensable avant la mise en exploitation d'un système faisant interagir autant de modules logiciels que ceux composant le SAGT REGA². Etant donné le très large périmètre fonctionnel couvert par le SAGT, il a été impossible de vérifier l'intégralité des modules applicatifs dans un temps restreint. Les tests réalisés ont ainsi porté sur les modules applicatifs les plus critiques, du point de vue de leur impact sur l'exploitation, tels que le DP et le Synoptique REGA². Ces tests de non régression ont consisté à vérifier, tout d'abord, le bon fonctionnement du mécanisme de saisie des faits par le module DP (validation, génération des entités événementielles incluant les plans d'affichage PMV). Ensuite, pour chaque photo saisie, une vérification de sa correcte restitution sous forme d'icônes personnalisées a été effectuée sur deux instances de synoptique REGA distincts : l'un connecté sur une région et l'autre connecté sur le serveur central. Cette vérification a, en outre, permis de valider la fonction de diffusion des entités événementielles au sein du SAGT.

6.4.1.6. Suivi administratif de la réception des fonctions propres au SAGT

L'intégralité de la réception des évolutions s'est déroulée sur une durée totale de 13 jours avec l'organisation de 5 sessions de recette. Au total, ont été recensés : 24 anomalies mineures à corriger, 8 améliorations à réaliser et 13 sous-fonctions restant à réaliser. Toutes ces constatations relevées durant les tests ont été consignées dans un document de synthèse prévu à cet effet afin de suivre ensuite les actions de correction ou de réalisation attendues. Chaque session de réception a donné lieu à l'établissement d'un procès-verbal de réception signé par les différents participants. Un procès-verbal de réception général a été finalement établi à l'issue des phases de recettes afin de valider, malgré certaines réserves mineures, la caractère opérationnel du système REGA². Les procès-verbaux de réception établis à l'issue de chaque phase de réception sont consultables en annexe n°10.15.6 (pages 223 à 241).

6.4.2. Réception globale de la solution

Préalablement à la livraison aux exploitants de la solution globale de RV, des tests « bout-en-bout » ont été organisés afin de valider l'intégralité de la chaîne de traitement. Cette ultime étape, consistant à qualifier les interactions entre des deux systèmes REGA² et SRV, a été l'occasion de réaliser de nombreux cas de test en situation quasi réelle. Ces tests ont permis de valider la parfaite cohabitation des trois grands ensembles fonctionnels critiques du dispositif que sont : les échanges de référentiels, la génération et l'envoi des propositions de RV du SRV vers REGA, et enfin, les affichages PMV réalisés par REGA accompagnés du traitement des remontées d'états et des CR d'exécution. Tout d'abord, la validation du processus d'échanges bidirectionnels de référentiel, a permis de vérifier : 1/ la bonne mise à jour du référentiel REGA à partir du référentiel SRV en vérifiant les enchainements suivant : Modification du référentiel SRV (Implantations de sections de régulation + filtres PME et PMV) → Transmission SRV vers REGA → MAJ du référentiel REGA

(*) ; 2/ la bonne mise à jour du référentiel SRV à partir du référentiel REGA en vérifiant les enchaînements suivant : Modification du référentiel REGA (Vitesses nominales de certaines portions + caractéristiques de certains PMV) → Transmission REGA vers SRV → MAJ du référentiel SRV.

Ensuite, la validation du processus de génération et d'envoi des propositions de RV a permis de vérifier les conditions de déclenchement de propositions suite à l'envoi de REGA vers le SRV d'événements et des données de comptage appropriés. Ont été notamment simulés l'augmentation progressive dans le temps des niveaux de trafic associés aux points de mesures implantés dans l'une des sections de régulation pour déclencher la génération des deux types de scénarios N1 et N2. Enfin, ont été vérifiées l'intégration dans REGA des propositions générées précédemment par le SRV ainsi que la transmission des demandes d'affichages vers les PMV. Ont également été vérifiés la transmission par le SAGT des remontées d'états PMV vers le SRV ainsi que leur prise en compte par ce dernier et notamment dans les IHM dédiées.

6.4.3. Déploiement

Après avoir réceptionné la globalité de la chaîne de gestion des scénarios de RV, le feu vert a été donné par la Maitrise d'ouvrage pour le lancement du déploiement à l'issue d'une période de formation auprès des OPC. L'infrastructure ne possédant pas d'environnement de qualification permettant de vérifier les procédures de mise en exploitation, le passage en environnement de production a dû s'effectuer directement tout en réduisant au maximum la durée d'interruption de service. Une phase de préparation a donc été nécessaire pour formaliser et coordonner toutes les actions effectuées par plusieurs acteurs. Un exemplaire de la fiche de livraison ayant servi lors de la mise en production, illustrant cette phase de préparation, est produit en annexe n°10.5.4 (page 154). Le tableau de l'annexe n°10.15.7 (page 241) résume les étapes suivies pour la livraison de l'application sur les serveurs REGA.

6.5. Problématiques techniques soulevées

Les problématiques soulevées dans le cadre du projet ont été essentiellement d'ordre applicatif. La difficulté majeure rencontrée a été de mettre au point un mécanisme de synchronisation des propositions et des alertes dans un environnement réparti. Ensuite, le deuxième point délicat a consisté à concevoir les traitements associés à la transformation des scénarios en prenant en considération un nombre important de combinaison de facteurs ayant une influence sur eux. Enfin, un problème découvert suite à la première mise en production a mis en exergue des arrêts inopinés de certains traitements serveurs ayant pour cause des inter-blocages de processus.

6.5.1. Gestion des propositions et des alertes en environnement réparti

Le principal avantage apporté par un système réparti réside dans sa capacité à permettre aux autres sous-systèmes de continuer à fonctionner en cas de défaillance de l'un d'entre eux. Contrairement aux systèmes possédant une base de données centralisée, les systèmes répartis nécessitent la mise en place de chaînes de traitement permettant la diffusion et la synchronisation de données entre les sous-systèmes. Dans le cas du système REGA², le serveur central constitue le point d'entrée des propositions issues du SRV qui doivent ensuite être transmises vers les serveurs régionaux. Or, les IHM de validation des PO connectés, soit sur les serveurs régionaux, soit sur le

serveur central, doivent réagir comme si elles étaient connectées sur le même environnement (sur le même SGBD). Cela implique de gérer non seulement, la transmission de flux d'informations du serveur central vers les serveurs régionaux et inversement, mais également la synchronisation de ces flux. Par exemple, nous avons vu que lors de l'arrivée d'une proposition (cf. cas d'utilisation du §6.3.3.3 - Implémentation de la fonction de validation des scénarios, page 105), celle-ci s'affichait sur l'IHM régionale, puis sur l'IHM centrale. Par ailleurs, toute opération d'acquittement de la proposition en région doit immédiatement empêcher son éventuel acquittement en central et inversement. Ces comportements sont mis en œuvre grâce à des mécanismes de synchronisation introduits grâce aux entités d'alerte accompagnant les entités liées aux propositions. La difficulté de conception de ces mécanismes liés à la gestion de la RV dans le SAGT a ainsi résidé dans la synchronisation des flux d'information dans un environnement par nature totalement asynchrone (lots de processus indépendants sur différents serveurs).

6.5.2. Multiplicité des cas de combinaison de critères intervenant pour le traitement des propositions

Les traitements liés à la transformation des propositions en entités événementielles prennent en compte de nombreux critères concernant :

- Les propositions en prenant en compte : leur état, leur caractère mono ou multi régional, l'existence ou non d'une proposition déjà en attente de validation sur chaque SR,
- Les entités événementielles en tenant compte de l'existence préalable ou non d'un fait « Vitesse » sur la SR (état du fait),
- Le type de validation dont les deux opérations possibles sont l'acquittement ou le refus,
- Le lieu de la validation pouvant se situer, soit en central, soit en région,
- Le mode de validation pouvant être, soit automatique, soit manuel.

Cette multiplicité des cas dus à la combinaison potentielle de ces sept critères a rendu délicate la réalisation des modules clients et des processus serveurs intervenant dans les opérations de présentation IHM, de validation et de transformation des propositions de prescription. La phase de recette a, en outre, demandé de tester de nombreux cas combinant différents enchaînements de propositions successives en entrée, avec pour chacune d'elles une combinaison des critères cités précédemment (cf. §6.4.1.3 - Réception des fonctions de traitement des scénarios, page 116).

6.5.3. Gestion des risques d'inter-blocage

L'adaptation du mécanisme de validation des photos, au cœur de la logique événementielle du SAGT, a dû prendre en compte deux sources supplémentaires de validation (validation manuelle ou automatique des propositions), augmentant ainsi le nombre potentiel d'accès simultanés à certaines ressources de la BDD et, donc, le risque de survenue de phénomènes d'inter-blocage (deadlock en anglais) de processus. La stratégie adoptée pour réduire le risque de survenue de ces phénomènes d'interblocage a consisté à améliorer les implémentations de code. Tout d'abord, suite à une analyse de code, a été mis en œuvre une gestion de reprise des traitements dans les processus, en cas de survenue d'erreurs d'inter-blocage générées par le SGBD dans les processus (trap de l'erreur Oracle ORA-00060: deadlock detected while waiting for resource). Enfin, une réorganisation du code, dans les différents traitements impactés, a été effectuée afin d'optimiser les accès aux tables. Cette

réorganisation a consisté à réduire au maximum le nombre de tables verrouillées simultanément au sein d'une même transaction.

6.6. Synthèse

L'intégration dans le système REGA² de la fonction de gestion des scénarios de RV a suivi un processus de réalisation durant lequel la vision de l'exploitant a été progressivement déclinée suivant différents niveaux d'abstraction pour aboutir à la réalisation concrète de la solution. La déclinaison du cahier des charges au dossier de spécifications fonctionnelles a nécessité de nombreux échanges avec les exploitants afin de formaliser et valider les principales règles fonctionnelles à appliquer au système. Ensuite, la phase de conception a été une étape délicate car définissant le scénario de réalisation, en étroite collaboration avec le prestataire, sur lequel ce dernier devait s'engager pour la réalisation du codage. Concernant la phase de réalisation, celle-ci a été ponctuée de livraisons intermédiaires pour permettre aux représentants des exploitants de valider au fil de l'eau les réalisations effectuées, évitant ainsi l'effet tunnel souvent reproché à la méthodologie du cycle en « V ». Les multiples sessions de réception n'ont pas soulevé de problème bloquant ayant pu remettre en cause la livraison. Cependant la phase de VSR a mis en évidence des problèmes d'arrêt inopinés de l'application liés à la survenue de phénomènes d'inter-blocage de processus serveurs. En effet, la mise en œuvre au sein du SAGT d'un processus supplémentaire de transformation de demandes externes d'affichages PMV en entités événementielles a augmenté le risque d'accès simultanés à certaines ressources des bases de données régionales. Dans un premier temps, une méthode de contournement a été implémentée en captant ces erreurs particulières sans interrompre totalement le déroulement des processus. Une analyse plus approfondie du code a ensuite permis d'identifier les implémentations « à risque » et de réorganiser certaines transactions tout en réduisant le périmètre de couverture de certaines d'entre elles. Finalement, l'essentiel des fonctionnalités attendues pour la gestion de la RV a été livré trois semaines avant le début des vacances de février 2013, défini par les exploitants comme un jalon impératif à respecter. Le deuxième lot d'évolution REGA, prenant principalement en charge les adaptations de la chaîne de RV pour l'envoi automatique de messages par la passerelle « Info-Partenaires », a été quant-à-lui livré en décembre 2013.

7. CONCLUSION

Ce projet d'intégration d'une fonction de régulation de vitesse dans le système REGA² aura duré environ un an et demi, représentant la moitié de la durée totale de l'opération complète lancée par la DTE. Il aura eu des impacts aussi bien sur les conditions de conduite des automobilistes empruntant l'autoroute A6 que sur l'activité des filières « métiers » APRR relatives à la gestion du trafic ou encore à la maintenance des systèmes. Le SI Trafic a, lui-même, également subi des modifications importantes pour lui permettre de fournir de nouveaux services. En guise de conclusion, cette partie restituera, tout d'abord, un premier bilan tiré des exploitants à propos de la mise en œuvre du dispositif de RV. Ensuite, seront proposées des pistes d'amélioration concernant, non seulement, la fonction de RV réalisée, mais également, l'architecture technique du SAGT. Et, enfin, pour terminer, un retour d'expérience sera fait en esquissant des perspectives d'évolutions du système à moyen terme.

7.1. Premier bilan de la mise en œuvre de la régulation de vitesse

Depuis la mise en service, en février 2013, de la solution de RV sur le réseau APRR, des mesures d'abaissement de vitesses ont été déclenchées lors de chaque période de forte migration (vacances de printemps, d'été, de la Toussaint et d'hiver). Afin de mesurer l'impact réel du dispositif de RV sur les conditions de circulation, un premier bilan a pu être effectué, un an après, par les exploitants. Ce chapitre s'attachera ainsi, en premier lieu, à effectuer une synthèse de ce bilan. D'autre part, la mise en œuvre de la solution de RV a eu également des conséquences sur l'organisation de l'entreprise concernant notamment les personnels de la Direction d'Exploitation et de la DISI. Une brève description des impacts sera donc effectuée concernant leurs activités. Enfin, un bilan de l'intégration d'une telle solution dans le SI REGA² sera présenté afin de mettre en balance les faiblesses engendrées par une telle évolution du système avec les bénéfices apportés.

7.1.1. Impact sur les conditions de circulation

Deux études menées conjointement par les exploitants et un cabinet de conseil spécialisé dans la gestion de déplacements et, notamment la gestion des flux de trafic sur routes et autoroute, ont porté leurs analyses sur deux périodes : la période de février à mars 2013 et celle de décembre 2013 à février 2014. Voici une synthèse du bilan effectué concernant l'analyse de l'influence de la RV sur les conditions de circulations des deux sections concernées.

7.1.1.1. Analyse des activations du dispositif

Sur les périodes étudiées, le nombre de journées concernées par au moins un déclenchement de régulation sur la section « Auxerre/Nitry » a été de 19 jours dont 12 (soit environ 63%) ont concerné des abaissements de vitesses à 90 km/h (scénarios N2). De même, le nombre de journées concernées par au moins un déclenchement de régulation sur la section « Beaune/Pouilly » a été de 12 jours dont 8 (soit environ 66%) ont concerné des abaissements de vitesses à 90 km/h (scénarios N2). Les tableaux recensant les déclenchements par section de régulation et par mois étudiés sont consultables en annexe n°10.16.1 (Tableau d'annexe n° 33 et Tableau d'annexe n° 34, page 242).

7.1.1.2. Respect des consignes de prescription de vitesse par les automobilistes

Une analyse des vitesses mesurées durant les périodes d'activation de mesures de régulation a

montré que seulement la moitié des automobilistes respectaient les consignes. Globalement, les vitesses des automobilistes ont baissé mais restent en moyenne au-dessus des prescriptions. Sur les sections « Paris/Lyon » et « Lyon/Paris », pour une vitesse limitée à 110 km/h, la vitesse moyenne constatée était respectivement de 115 km/h et 116 km/h. Sur ces mêmes sections, pour une vitesse limitée à 90 km/h, la vitesse moyenne constatée était respectivement de 105 km/h et 107 km/h.

7.1.1.3. Volume de congestion

Dans le sens « Paris/Lyon », les congestions sont moins dures et le débit se maintient à un niveau élevé, proche de la capacité pendant toute la durée des congestions. Contrairement aux études effectuées en 2011/2012, il a été observé que les têtes de bouchons se formaient plus en aval de la zone régulée. Cela laisse donc supposer que, dans des conditions « limites », les conditions de trafic se maintiennent dans la zone, et la congestion se forme immédiatement en sortie. Dans le sens Lyon/Paris, il est observé, sur cette section, des congestions plus longues, dans le temps et dans l'espace, sur les deux périodes de 2013/2014 par rapport aux mêmes périodes de 2011/2012. A l'instar du sens Paris/Lyon, il a été observé un déplacement de la formation des têtes de bouchon plus en aval de la section régulée. Globalement, les résultats de l'étude montrent une diminution des trafics ralentis et des congestions en 2013/2014 par rapport à la période 2011/2012.

7.1.1.4. Accidentologie

La mise en place du dispositif étant encore relativement récente, il faut attendre encore quelques années avant d'avoir suffisamment de données pour étudier précisément l'impact de la RV sur l'accidentologie. Cependant, les exploitants constatent que la baisse des vitesses en période de régulation permet de limiter les risques d'accident. En effet, ce constat s'explique par le fait que la survenue des congestions se produit au niveau de plusieurs points durs entre lesquels subsistent des zones fluides de dix à vingt kilomètres. La mesure de régulation réduit ainsi le différentiel de vitesse entre les zones fluides et les zones congestionnées, réduisant mécaniquement les risques d'accident.

7.1.1.5. Comportement débit/vitesse

Dans le sens « Paris/Lyon », une analyse des courbes de vitesse en fonction du débit montrent une légère augmentation d'environ 7% de la capacité entre 2011/2012 et 2013/2014. Il est à noter que les volumes de trafic écoulés à fort débit, sur la voie lente, sont plus importants. Les graphiques « Débits/Vitesse » d'une des stations de comptage (n°14-04) implantée sur la section « Auxerre/Nitry » analysée durant les vacances d'hiver 2011/2012 et 2013/2014 sont consultables en annexe n°10.16.1 (Illustration en annexe n° 65, page 242). Dans le sens « Lyon/Paris », l'analyse a montré que les pointes de trafic, entre 2500 et 3000 véh./h, étaient mieux écoulées. Cependant, au-delà de 3000 véh./h, la régulation n'a plus d'effet du fait de la restriction de 3 à 2 voies, induisant une forte baisse des vitesses moyennes. Tout comme dans le sens « Paris/Lyon », il a été constaté que, sur la voie lente, les volumes de trafic écoulés à fort débit étaient plus importants. Les graphiques « Débits/Vitesse » de la station 45-03 dans la section « Beaune/Pouilly » analysée durant les vacances d'hiver des périodes 2011/2012 et 2013/2014 sont également consultables en annexe n°10.16.1 (Illustration en annexe n° 66, page 243).

7.1.1.6. Synthèse

Globalement, l'étude menée concernant la mesure de l'efficacité du dispositif de RV montre

que l'impact est plutôt positif sur l'écoulement du flux de véhicules lors de périodes de fort trafic. Il permet, par ailleurs, de retarder l'apparition des congestions sur les sections concernées d'environ deux heures lorsque le débit de trafic se situe aux alentours de 3000 véh./h. Ainsi, l'impact de la limitation de vitesse sur la fluidité du trafic et sur l'augmentation de la capacité des sections équipées ayant été jugé satisfaisant, il a été proposé, dans le cadre du nouveau contrat de plan 2014-2018, d'étendre la RV aux autres sections non encore équipées d'A6 Nord entre Nemours et Beaune.

7.1.2. Impact sur l'organisation de l'entreprise

La mise en service du dispositif de RV a engendré des impacts sur l'organisation de l'entreprise, plus particulièrement dans les deux filières métiers que sont la filière sécurité et la filière maintenance des systèmes opérationnels. Le service de la DISI en charge du MCO du SAGT, auquel j'appartiens, a également été impacté par cette mise en service.

7.1.2.1. Organisation des PC

La PCC constitue l'entité de la filière sécurité concernée au premier chef par l'exploitation de la fonction de RV. Bien que le système ait été conçu pour permettre aux OPCR de valider avec REGA² des propositions de RV sur des sections de routes localisées dans leur région, il est actuellement mis à disposition uniquement aux OPCC. Ces derniers peuvent ainsi bénéficier, lors de période de fort trafic, d'une assistance leur proposant des plans d'affichage de prescription de vitesses sur les PMV s'adaptant avec ceux éventuellement déjà en place. Lorsque le mode manuel est paramétré dans REGA, les OPC peuvent intercepter et éventuellement modifier (de manière limitée) les plans de prescriptions générés par le calculateur SRV avant leur mise en application effective. En mode automatique, la validation au niveau du SRV suffit à transmettre, de manière transparente pour les OPC, les plans de prescription de vitesse vers les équipements terrain. Hormis dans les cas de survenue d'un fait aléatoire (accident, bouchon, etc...) dans une section sous régulation, les OPCC n'ont pas d'action particulière à effectuer pour adapter les plans d'affichage PMV. Concernant l'administrateur du SAGT, en charge de son paramétrage, ce dernier s'est vu doté d'une attribution supplémentaire consistant à paramétrer le SRV et à gérer les synchronisations des deux systèmes.

7.1.2.2. Impact sur les filières de maintenance

De nombreux équipements ont été déployés préalablement à la mise en service du dispositif de RV dont la surveillance et l'entretien est à la charge du **service DTE/SSO** dédié à la maintenance des équipements dynamiques. Durant les périodes à fort trafic, le dispositif est devenu, dès sa mise en service, un outil d'exploitation indispensable permettant d'agir directement sur le flux de trafic. La fiabilité des équipements de comptage des véhicules et d'affichage implantés sur les SR, sur lesquels s'appuie la RV, est devenue une condition essentielle pour assurer la sécurité sur le réseau APRR. Le service SSO s'est ainsi vu fixé comme objectif de surveiller plus étroitement le fonctionnement de ces équipements au cours de ces périodes. Le processus de supervision actuelle des équipements devrait se voir doté, dans un avenir proche, d'un nouveau module de surveillance spécifique. Par ailleurs, d'autres acteurs appartenant à **différentes entités de la DISI** sont également impliqués dans le maintien en condition opérationnel (MCO) des systèmes centraux liés à la gestion du trafic. Le périmètre de maintenance du SAGT et de ses systèmes

satellites s'est vu étendu avec l'ajout du nouveau SRV et des nouvelles fonctionnalités dédiées à la RV au sein même du SAGT. Cette extension de périmètre a eu un impact sur l'équipe prenant en charge les contraintes sur le SAGT, composée de personnes n'appartenant pas forcément au pôle trafic du département EGT de la DISI en charge du MCO. Un transfert de connaissance concernant les deux systèmes REGA et SRV a ainsi dû être effectué pour assurer la polyvalence des membres de l'équipe d'astreinte.

7.1.3. Impact sur le SAGT

L'intégration de cette nouvelle fonction de RV dans le système REGA² a nécessité la réalisation d'implémentations de code impactant la quasi-totalité des lots serveurs et une partie des IHM clientes les plus critiques (DP, gestion des alertes et synoptique notamment). Malgré les avantages apportés par les nouvelles fonctionnalités liées à la RV dans l'architecture applicative du SAGT, il a toutefois été constaté une faiblesse liée au mécanisme de validation des photos. En effet, l'ajout d'une nouvelle source de validation à partir des propositions de RV a mis en lumière des problèmes d'inter-blocage. Ces problèmes ont, certes, été résolus mais risquent de réapparaître dans le cas de l'ajout d'une source de validation supplémentaire. En effet, plus le nombre de sources augmente et plus il devient difficile de coordonner leur accès aux données du fait de l'asynchronisme de nombreux traitements. Une piste de réflexion pourrait être toutefois envisagée, consistant à centraliser et unifier, dans un module logiciel dédié, les demandes de validation de photos issues des différentes sources. Ce projet à part entière ne saurait être envisagé qu'à condition que l'investissement engendré soit rentabilisé, à moyen terme, c'est-à-dire entre trois et cinq ans, représentant le délai de mise en œuvre du futur système « groupe » destiné à succéder aux SAGT d'APRR et d'AREA. Un avantage a cependant été apporté à l'architecture applicative de REGA² par la réalisation de cette évolution liée à la RV avec l'ouverture de la fonction de gestion des alertes à de nouvelles sources. Cette fonction, initialement créée dans le cadre d'une évolution antérieure relative à l'affichage automatique des TdP, a été enrichie avec la fonction d'interception des propositions issues sur SRV. Elle pourrait permettre désormais d'intégrer assez facilement d'autres traitements de remontées d'alertes issues non seulement du SAGT, mais également de sources externes telles que, par exemple, la mise en place par un patrouilleur d'une flèche lumineuse de rabattement (FLR) ou encore la détection automatique de contresens. A ces pistes d'amélioration peuvent encore être envisagées d'autres possibilités d'évolutions découlant directement de la mise en service du dispositif de RV. Celles-ci sont décrites dans la prochaine partie de ce document.

7.2. Propositions d'évolutions du SI REGA²

L'intégration de la fonction de RV au sein du système REGA² a permis de le faire évoluer en lui apportant de nouvelles fonctionnalités. Paradoxalement, elle a fait naître de nouveaux besoins pouvant faire l'objet de nouvelles évolutions. Les pistes d'amélioration du SAGT développées dans cette partie s'articulent autour de trois grands axes :

- Le premier est relatif à l'évolution du processus de collecte de données trafic,
- Le second aborde trois pistes d'évolutions fonctionnelles liées à la gestion des affichages PMV,
- Le troisième explore les possibilités d'optimisation de l'infrastructure technique et plus particulièrement l'infrastructure de stockage.

7.2.1. Evolution du processus de collecte de données trafic

Les relevés trafic collectés par le SAGT concernent des localisations ponctuelles repérées par une autoroute, un PR et un sens de circulation. Ils fournissent donc des informations concernant un sens de circulation donné. Ce niveau d'agrégation était jusqu'à présent suffisant pour analyser le trafic par section de route et fournir des indications concernant la fluidité du flux de véhicules. La mise en œuvre de la RV a induit le besoin d'analyser plus finement le trafic afin de mieux interpréter le comportement des automobilistes sur les différentes voies de circulation. **La collecte des relevés par voie de circulation** pourrait permettre une meilleure connaissance, sur le réseau APRR, des phénomènes associés à la formation des congestions. D'autre part, afin d'accroître davantage le niveau de granularité des relevés trafic, il pourrait également être envisagé de **diminuer l'intervalle temporel de collecte entre deux relevés** d'un même point de mesure, actuellement fixé à six minutes, en le portant à une minute. La fréquence de collecte étant plus importante, l'analyse de l'évolution des relevés trafic dans le temps serait ainsi plus fine. L'évolution du protocole de dialogue « REGA – PCCR Trafic » tout comme celle du processus de collecte ne serait pas très coûteuse en termes de charge car les PCCR Trafic permettent déjà, de collecter les données trafic par voie et, d'autre part, de fixer en paramètre la fréquence de collecte. Cependant, l'impact serait plus important en aval du processus de remontée des données trafic car tous les traitements du SAGT ont été implémentés avec une logique de relevés « six minutes ». Une étude de faisabilité pourrait néanmoins être envisagée afin de mesurer plus précisément cet impact sur le noyau applicatif de REGA² ainsi que sur les passerelles logicielles exploitant les relevés trafic.

7.2.2. Evolutions fonctionnelles de l'application REGA²

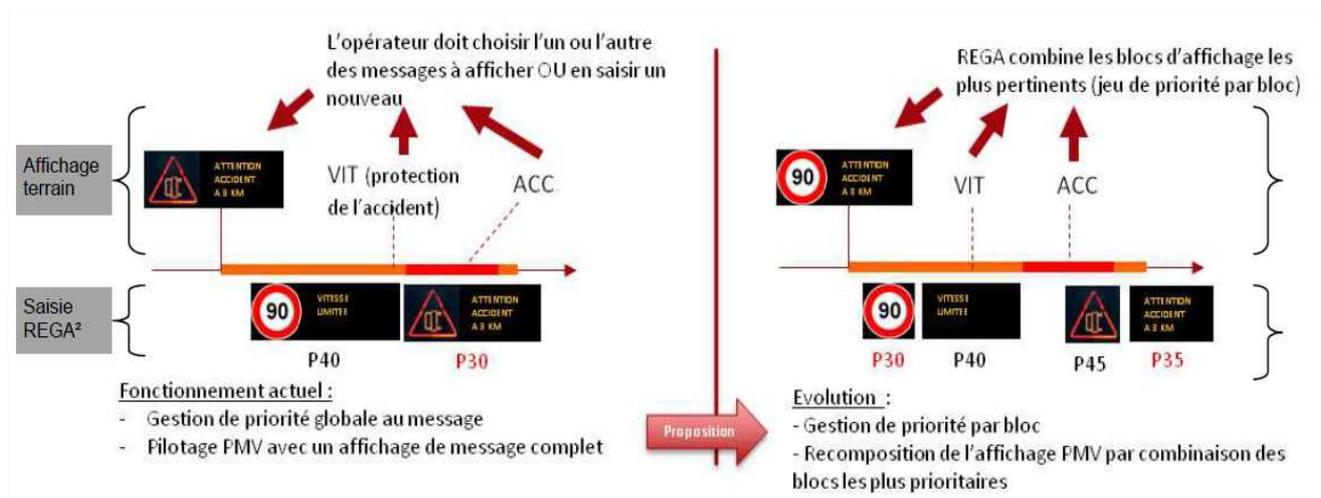
L'utilisation de la nouvelle fonction de RV a mis en lumière quelques points à améliorer car limitant l'efficacité de l'exploitation dans certains cas particuliers. En premier lieu, les exploitants ont été confrontés, suite à la mise en service de la solution de RV, à des situations où ils ont eu à gérer des conjugaisons d'événement se produisant dans une section sous RV. La logique de fonctionnement des affichages PMV dans le SAGT, orientée « message », a entraîné des difficultés concernant les décisions d'affichage à prendre. En effet, la logique de priorisation des messages dans REGA² implique qu'à un instant donné un et un seul message, appartenant à un fait, peut être affiché. L'OPC doit donc définir manuellement, par le jeu des priorités, le message à afficher sur certains panneaux en amont du fait. Or, la survenue d'un bouchon dans une section régulée doit entraîner l'affichage en urgence, sur le ou les PMV localisés en amont, de messages d'avertissement alors qu'il y a déjà des prescriptions de vitesses affichées. Dans ce cas, le choix de l'affichage d'un ou plusieurs messages liés au bouchon insérés dans une séquence de prescription de vitesse entraînerait la suppression de cette dernière par le SRV si les règles de cohérence n'étaient plus respectées. Une solution pourrait permettre de maintenir les règles de cohérence en **mixant dans un même message PMV des sous-parties de messages** appartenant à deux faits distincts, comme par exemple un fait « Vitesse » et un fait « Bouchon ». Ensuite, le cas de figure évoqué précédemment peut également engendrer une situation où les prescriptions de vitesses liées à la régulation ne sont plus compatibles avec un fait survenu de manière aléatoire. Par exemple, un accident se produisant sur une route à deux voies régulée à 110 km/h devra non seulement être signalé par des messages

appropriés mais également faire l'objet d'une nouvelle réduction de vitesse à 90 km/h. Ainsi, il serait intéressant, dans des cas similaires, que le système assiste l'OPC pour **générer des messages de protection du fait**, en adaptant en amont et en aval de ce dernier des séquences de prescriptions de vitesses générés par le SRV. Ces constats pourraient faire l'objet de deux évolutions à part entière avec, en complément, une troisième consistant à enrichir la fonction de calcul des distances utilisée dans les messages de confort générés par le SRV afin de lui permettre de couvrir toutes les configurations du réseau. En effet, le cas particulier de PMV implantés sur une autoroute en amont d'une section sous régulation dont la bifurcation serait localisée sur cette dernière n'ont pas été couverts initialement. Les lignes suivantes présentent plus en détail ces trois propositions d'évolutions.

7.2.2.1. Mixage de blocs de messages issus de faits distincts sur un même PMV

La cohabitation dans un même message d'informations issues de deux faits distincts serait possible en dissociant les affichages en deux blocs : un bloc « pictogramme + panneau » et un bloc « texte ». Ainsi, un message mixant un pictogramme « Accident », issu d'un fait « Accident », avec un texte, issu d'un fait « Vitesse », annonçant une RV à 90 km/h permettrait de ne pas remettre en cause la cohérence de la séquence de prescription de vitesse. L'illustration suivante présente un cas de concomitance de deux faits de nature ACC et VIT sur une SR en comparant le mode de fonctionnement actuel de gestion des affichages (à gauche) avec le nouveau mode proposé de gestion des affichages par bloc (à droite).

Illustration n° 61 : Proposition d'un nouveau mode de gestion d'affichages PMV par bloc.



La solution consistant à mixer des messages par bloc nécessiterait de gérer une file d'attente non plus par panneau, mais par bloc. Une fois le jeu des priorités appliqué pour chaque bloc de chaque PMV, deux pistes sont envisageables :

- Soit recombinaison, par l'application REGA, un message complet à partir des blocs avant un envoi au frontal PMV via le protocole actuel.
- Soit gérer les blocs séparément comme des PMV à part entière et envoyer les activations pour chacun d'eux aux frontaux PMV, la recombinaison ayant lieu à l'extrémité de la chaîne d'activation, sur les panneaux.

Chacune de ces pistes nécessiterait une étude approfondie afin de mesurer, d'une part, leurs avantages et les inconvénients, et d'autre part, leurs charges prévisionnelles de réalisation.

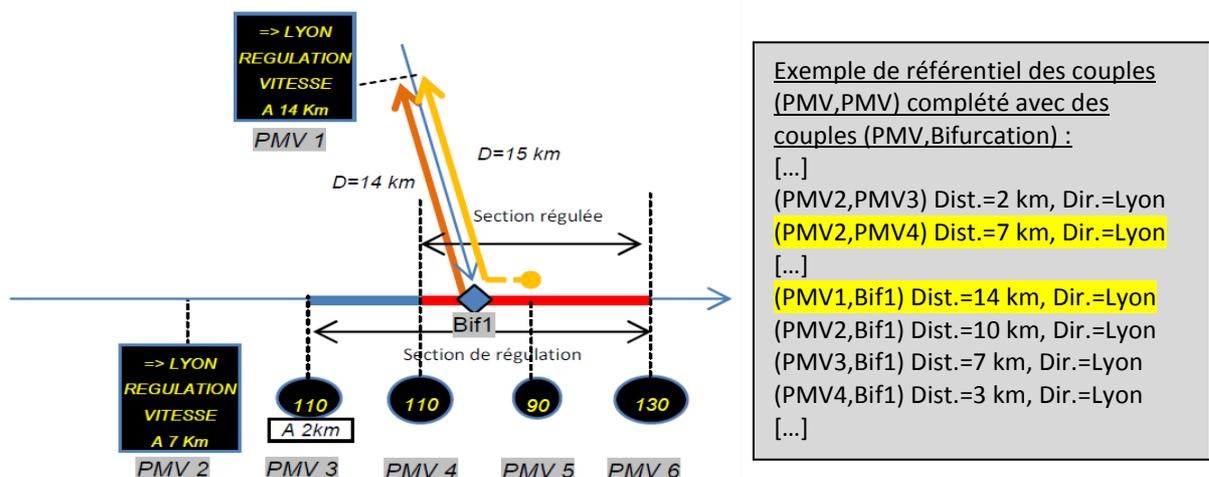
7.2.2.2. Protection de faits aléatoires survenant sur une section régulée

La protection de faits aléatoires sur une section sous régulation par l’affichage des messages de prescription de vitesse adaptés à la situation pourrait être envisagée afin de gérer des situations particulières. L’impératif recherché serait, en premier lieu, la mise en protection en urgence du fait survenu inopinément par des affichages PMV appropriés comportant notamment des prescriptions de vitesse. Ensuite, la séquence de vitesses déjà présente, encadrant le fait aléatoire pourrait être réadaptée en fonction de celle mise en place pour protéger le fait. Notons que, dans de tels cas, les prescriptions de vitesse à appliquer dépendent de la configuration de la route ainsi que de l’état des voies impacté par le fait. Des règles précises devront donc être définies avec les exploitants pour permettre d’automatiser la génération des plans d’affichage PMV comportant les prescriptions de vitesse de protection. Le tableau de l’annexe n°10.16.2 (page 243) présente de manière synthétique plusieurs solutions pouvant être proposées. Y sont recensées 3 solutions totalement intégrées dans REGA, une solution répartie entre REGA et SRV et une solution totalement intégrée dans le SRV. Après avoir étudié les avantages et inconvénient de ces différentes propositions, les exploitants devront se prononcer afin de choisir la solution qu’ils souhaitent voir réalisée.

7.2.2.3. Enrichissement du calcul des distances/direction

Comme nous l’avons vu précédemment, le choix technique qui a été mis en œuvre, afin de permettre au SRV de composer des messages de confort comportant des mentions de distances, a consisté à calculer les distances entre chaque PMV du réseau et certains PMV localisés en amont. Cette solution permettait de définir des messages de confort sur des PMV implantés en amont d’une section de régulation localisée, soit sur le même axe routier, soit sur d’autres axes routiers si ces derniers n’aboutissent pas dans la section de régulation (cf. Illustration n° 34 : Utilisation des mentions de distance et de direction dans les messages de confort. , page 75). Il reste cependant une configuration spécifique qui ne permet pas actuellement de fournir une distance suffisamment précise. Il s’agit en effet du cas où un PMV serait situé sur une route en amont d’une section de régulation et le point de jonction serait, quant-à-lui, situé dans la zone régulée.

Illustration n° 62 : Limitation de la définition de distances pour les seuls couples PMV à PMV.



La combinaison des couples PMV/PMV n’est pas suffisante pour déterminer précisément la distance du PMV à l’arrivée dans la zone régulée. Il est donc indispensable, pour traiter ce cas, de

compléter le référentiel des distances associées à des couples « PMV à PMV » avec des distances associées à des couples « PMV à point de bifurcation ». L'illustration n°62, ci-avant, permet de visualiser la problématique associée à ce cas particulier. La distance du couple (PMV 1, PMV 5), représentée par la flèche orange clair, ne permet pas de définir avec précision la distance séparant le PMV 1 de la section régulée, représentée par la flèche orange foncé. Aussi, la présence dans le référentiel de la distance du PMV 1 au point de bifurcation permettrait de fournir la bonne distance à utiliser pour un affichage de confort.

La **solution proposée** consisterait donc à compléter le référentiel des distances « PMV à PMV », transmis au SRV, avec des distances « PMV à point de bifurcation ». Cette solution s'appuierait sur un algorithme presque identique à celui déterminant les distances « PMV à PMV » qui permettrait de déterminer, pour chaque point de bifurcation du réseau, leurs distances avec les PMV en amont en remontant portion par portion sur une distance maximale fixée. Grâce à ce nouveau référentiel transmis au SRV, ce dernier pourrait générer, pour un PMV appartenant à une autre route, un message de confort avec une distance le séparant de la section sous régulation, en recherchant tout d'abord d'éventuelles bifurcations localisées sur cette même section puis, pour chacune d'elle, une éventuelle liaison avec le PMV.

7.2.3. Evolution de l'architecture technique du SAGT

L'architecture technique du SAGT a déjà bénéficié de nombreuses évolutions liées, pour les plus récentes, à des opérations de virtualisation. Par exemple, l'application de gestion des PO a été migrée dans un environnement Citrix Metaframe, simplifiant ainsi le déploiement et l'administration de l'application. Les POS ont, quant-à-eux, été transformés en machines virtuelles hébergées sur des serveurs ESX VMWare avec répartiteur de charge. Les serveurs applicatifs REGA ont également fait l'objet d'une opération de virtualisation intégrant un mécanisme de sécurisation par réplication synchrone des entités virtualisées. Malgré toutes les opérations d'optimisation de l'infrastructure déjà effectuées jusqu'à présent, il reste cependant encore des pistes d'amélioration qui sont présentées dans les sections de ce chapitre.

7.2.3.1. Centralisation de l'architecture applicative du SAGT

L'architecture répartie du système REGA a prouvé son utilité lorsque l'environnement réseau de la société était peu stable et soumis régulièrement à des perturbations. Depuis ces dernières années, l'infrastructure réseau de l'entreprise s'est progressivement modernisé en déployant de nouvelles liaisons redondant celles déjà existantes. D'autre part, la généralisation progressive des équipements pilotés par le SAGT en s'appuyant sur le protocole TCP/IP a rendu les communications plus fiables. Dans ce contexte, l'architecture répartie ne demeure plus une nécessité d'autant qu'elle accroît la complexité et donc le coût de la conception et de la réalisation des évolutions de l'application par rapport à un système qui serait centralisé. La suppression des serveurs régionaux et la centralisation des bases de données régionales en une seule pourraient être une solution rentable à long terme, même si la charge induite par une telle refonte risque d'être importante.

7.2.3.2. Virtualisation complémentaire de l'infrastructure

La virtualisation des serveurs REGA ayant déjà été réalisée, il reste cependant des solutions complémentaires permettant de tirer le meilleur parti de l'infrastructure existante. En effet, les

systèmes de fichiers supportant notamment les systèmes d'exploitation des serveurs ainsi que leurs bases de données sont actuellement stockés sur des unités de disque SAN. Le principal atout de ce type d'architecture de stockage est qu'il permet de partager des supports hétérogènes entre plusieurs systèmes potentiellement différents. Les solutions SAN permettent, outre d'accroître aisément le volume des unités de stockage, de mettre en œuvre des mécanismes de sécurisation par réplication des données. Notons que ces répliquions peuvent être soit synchrones, copiant simultanément des données sur deux supports de stockage distincts, soit asynchrones, copiant des données sur un support secondaire par intervalle de temps ou suite à un seuil atteint de volume de données. Aussi, il serait possible d'envisager, dans le cadre de l'architecture technique du SAGT, des solutions complémentaires permettant d'une part, la virtualisation du stockage SAN et, d'autre part, la virtualisation de l'infrastructure matérielle hébergeant les bases de données.

Tout d'abord, concernant la première option, l'utilisation d'une infrastructure basée sur du stockage SAN pourrait encore être optimisée grâce à la mise en œuvre d'une solution de **virtualisation des accès aux disques**. Une telle solution consiste à masquer aux serveurs applicatifs la gestion des ressources physiques en ne leur présentant qu'une vue logique des volumes à disposition. Il existe différents types d'architectures mettant en œuvre une couche d'abstraction matérielle dont l'un, qualifié « In-Band », consiste à déléguer la gestion des flux de données vers les baies de stockage à un serveur intermédiaire dédié appelé également hyperviseur. Ce type de serveur ne doit pas cependant constituer un nœud critique dans l'architecture, tant sur le plan de la sécurité que de l'accessibilité aux données. Cela suppose ainsi de mettre en place des éléments redondants tels que des switches et/ou des baies de disques. Cette approche de solution de virtualisation du stockage SAN offre de très nombreux avantages. Tout d'abord, il permet de **s'affranchir totalement des contraintes matérielles** en offrant la possibilité d'étendre la capacité disque allouée à un serveur sans avoir à créer de nouveaux volumes sur les baies de disque. La mise à disposition d'un volume disque supplémentaire peut s'effectuer de manière transparente, sans interruption de service du serveur concerné. Notons également que la couche de virtualisation d'un SAN peut également intégrer, dans sa gestion des volumes, les disques locaux de serveurs physiques. Ensuite, un avantage important de la virtualisation d'un SAN réside dans le fait qu'une **opération de maintenance** sur une baie de disque pourrait s'effectuer **sans arrêter aucun serveur** grâce à des outils d'administration permettant de migrer à chaud des volumes alloués sur le système de stockage virtualisé. Par exemple, la solution vMotion intégrée au produit vSphere proposé par la société VMWare apporte une telle facilité, tout comme la solution Hyper-V de Microsoft. Enfin, les solutions de virtualisation permettent d'apporter **davantage de sécurité concernant le stockage des données**. En effet, il est possible de définir des volumes synchronisés en réplication, au sein d'un même ensemble de stockage virtualisé. Ainsi, lors de la défaillance d'un disque ou d'un contrôleur, la couche de virtualisation permet d'assurer une continuité du stockage en redirigeant, de manière transparente pour les utilisateurs, les flux de données vers les éléments encore opérationnels. Notons, par ailleurs, que la présence de mémoires flash de type SSD sur les serveurs hyperviseur peuvent non seulement sécuriser les entrées/sorties vers les disques physiques mais également les accélérer.

Concernant plus particulièrement la **virtualisation de l'infrastructure matérielle hébergeant les bases de données REGA**, il existe sur le marché de nombreuses solutions. Par

exemple, les éditeurs Oracle et VMWare proposent chacun des solutions logicielles qui permettent, outre d'optimiser les coûts de licence, de virtualiser et de partager des ressources matérielles. Oracle intègre dans sa solution ODA (Oracle Database Appliance) une fonction d'hyperviseur OVM (Oracle Virtual Machine) permettant de **limiter le coût des licences Oracle** grâce au mécanisme de partitionnement physique (« Hard partitioning » en anglais), offrant la possibilité de définir des affinités entre des machines virtuelles et des ressources physiques, comme des processeurs par exemple. Les ressources peuvent ainsi être allouées de manière optimale en fonction des besoins chaque base de données, tout comme le coût des licences indexé sur le nombre de CPU utilisé. Cette solution a cependant l'inconvénient de ne plus faire bénéficier des possibilités de migration dynamique de serveur qui fait abstraction des ressources matérielles allouées. L'éditeur VMWare propose, également, une solution de virtualisation de bases de données Oracle sur sa plateforme vSphere.

En conclusion, il existe de nombreuses solutions permettant de compléter le processus de virtualisation et ainsi de tirer le meilleur parti de l'infrastructure actuelle du système REGA².

7.2.3.3. Centralisation des frontaux PMV

La virtualisation récente des frontaux PMV sur un serveur hôte équipé d'un hyperviseur VMWare ESX a entraîné l'adaptation du protocole de dialogue avec les serveurs REGA régionaux. Cette adaptation a consisté à ne plus lier une adresse IP propre à chaque frontal virtualisé mais une même adresse IP pour tous les frontaux avec des plages d'adresse de port distinctes. Afin d'optimiser davantage l'utilisation de l'infrastructure, une adaptation complémentaire pourrait être envisagée en **regroupant sur un même frontal les PMV appartenant**, non plus à un seul district, mais **à une région entière**, voire de toute la société. Ainsi, dans le cas d'un regroupement régional, un frontal PMV pourrait piloter une centaine de PMV au lieu d'une vingtaine comme actuellement. Le logiciel du frontal, gérant les équipements d'affichage, permettrait prendre en charge les affichages sur les panneaux d'une région moyennant l'adaptation du protocole de dialogue entre le SAGT et les frontaux, basé actuellement sur une interrogation cyclique des frontaux par district. Une telle évolution permettrait de générer un gain économique concernant les coûts de possession des logiciels frontaux ainsi qu'une facilitation de leur administration engendrée par la centralisation du paramétrage des PMV.

7.3. Conclusion

Les premières mesures de RV sur le réseau APRR ont pu être rendues effectives dès les vacances de février 2013. Depuis lors, le dispositif a permis l'activation d'environ cent vingt mesures de RV, sur une durée de deux ans. L'efficacité du dispositif, au regard des objectifs fixés par les exploitants, a conduit l'Etat à valider, dans le cadre du nouveau contrat de plan quinquennal 2014/2018, l'extension des deux zones couvertes par la RV sur l'autoroute A6. Ainsi, cette zone s'étendra bientôt dans les deux sens du barreau autoroutier situé entre les bifurcations « A6/A77 », vers Nemours, et « A6/A31 », vers Beaune. Les évolutions du SAGT et du SRV ayant intégré la possibilité de création de SR supplémentaires ou d'extension de sections existantes, l'administrateur pourra mettre à jour et synchroniser, de manière autonome, les référentiels des deux systèmes pour une mise en application quasi instantanée de la nouvelle configuration du réseau. Le projet

d'évolution du SAGT et, plus globalement le projet transverse de réalisation de l'ensemble du dispositif complet, a ainsi abouti à **une solution opérationnelle et fiable, satisfaisant aux exigences fixées par les exploitants.**

7.3.1. Retour d'expérience

La mise en œuvre de cette solution de régulation dynamique de vitesse a été l'occasion d'une véritable aventure humaine car ayant nécessité une collaboration transverse et des échanges très enrichissant avec de nombreuses personnes de profils variés. Concernant plus particulièrement le projet d'évolution du système REGA², que j'ai eu l'opportunité de mener à bien, je retiendrais l'efficacité de la mise en pratique continue **d'actions de coordination et de communication** avec les différents acteurs impliqués. En effet, dans cet environnement multiprojet, il est apparu essentiel de favoriser **un climat d'échange basé sur la confiance et la fiabilité réciproque**. Ensuite, je tiens à souligner l'importance de la sensibilisation des OPC « référents » constituant le groupe de travail aux enjeux d'un tel projet. **L'implication de ces acteurs** a été facilitée par leur souhait de participer directement à la conception des IHM qu'ils auraient à utiliser une fois la solution opérationnelle. La présence de ces utilisateurs avancés a constitué un formidable atout pour la réussite du projet car ils ont ainsi pu communiquer et faire partager progressivement leur expérience à leurs collègues. Ces échanges ont sans aucun doute favorisé la phase d'acceptation de ce nouvel outil et **d'accompagnement du changement** pris en charge par la MOA. D'autre part, il est important de relever que l'organisation et la planification de points de synchronisation, entre les différentes équipes de MOE, durant les différentes phases du projet ont permis de garantir la bonne intégration dans le dispositif général de ces différents composants. Il m'est également possible de mentionner également, dans le cadre de mon retour d'expérience, un autre facteur de réussite représenté par **la méthodologie mise en œuvre** tout au long de ce projet. Celle-ci a été, sans aucun doute, un facteur déterminant pour la réussite du projet d'évolution du SAGT. En effet, le déroulement d'une phase d'étude de faisabilité, en amont du projet opérationnel, a permis de prendre le temps de sélectionner et de valider le scénario de conception le plus adapté à l'architecture du système. Cette phase a permis également d'effectuer une évaluation de la charge prévisionnelle de réalisation. Ensuite, le caractère sensible du dispositif au regard de l'incidence sur le trafic et plus particulièrement les automobilistes a imposé de définir avec une grande rigueur les scénarios de tests couvrant toutes les fonctionnalités définies durant les phases de spécification et de conception. L'organisation de tests de non régression a permis de minimiser la survenue d'anomalies et d'effets de bord sur les modules logiciels du SAGT non directement concernés par l'évolution. Enfin, la gestion rigoureuse des programmes sources dans un référentiel a permis de préparer méthodiquement la livraison finale dans un environnement multiplateforme.

7.3.2. Perspectives

La mise en œuvre du dispositif de RV a permis de mettre en application des règles de conception associées à l'urbanisation de systèmes d'information déclinés aussi bien sur le plan physique qu'applicatif. Soulignons également que malgré l'ancienneté de son architecture applicative, le SAGT REGA² a pu intégrer des adaptations importantes lui permettant de traiter, au sein d'un dispositif plus global, des demandes d'affichage de prescriptions de vitesses sur PMV. La

longévité exceptionnelle de ce système existant depuis plus de 20 ans peut s'expliquer, non seulement, par la robustesse de son architecture applicative décentralisée mais, également, par la simplicité des concepts fondateurs relatifs à la gestion événementielle. Bien qu'il soit envisagé à court terme le remplacement du système REGA² par un nouveau SAGT de dimension « groupe », supervisant le réseau autoroutier des deux sociétés APRR et AREA, certaines des propositions d'évolution présentées dans la partie n°7.2 (page 125) pourraient être réalisées avant cette échéance. Dans un tel scénario, les règles de gestion définies lors des phases de spécification de ces évolutions devront être capitalisées et intégrées au cahier des charges du futur SAGT. Les perspectives d'évolutions de REGA² et de son successeur restent nombreuses. Les opérations continues de modernisation du réseau autoroutier ont impliqué, ces dernières années, le déploiement d'un nombre croissant de nouveaux dispositifs complémentaires à celui relatif à la RV tels que, par exemple, les systèmes de détection automatique d'incidents (DAI) ou encore de détection automatique de queue de bouchon (DAQB) ou de contre-sens. L'arrivée prochaine de données liées aux véhicules FCD (Floating Car Data) va bouleverser la connaissance et l'exploitation du trafic en prenant en compte de la donnée individuelle de parcours en complément à de la mesure en point fixe. L'exploitation « big data » de données hétérogènes permettra également d'affiner les modèles actuels de prévision du trafic et, plus généralement, d'accroître l'efficacité de la gestion du trafic. Elle reposera sur l'analyse et le traitement de masse de flux d'informations issus de systèmes de plus en plus interconnectés et ouverts (Open Data). Par ailleurs, la transformation progressive des véhicules en systèmes communicants et intelligents embarquant de plus en plus de technologies d'aide à la conduite préfigure l'émergence future du véhicule autonome avec la délégation de conduite. Ainsi, les systèmes de gestion de trafic, ayant notamment pour objectif d'intégrer et de faciliter l'exploitation de nouveaux équipements en interaction avec l'infrastructure routière, se voient offrir de très larges perspectives d'évolution et d'innovation.

8. GLOSSAIRE

8.1. Définitions

Notion	Définition
Canton de régulation	Sous partie d'une section de régulation comprise entre deux PMV
Données stables	Informations contenues dans le référentiel REGA dont le contenu évolue peu dans le temps (Informations descriptives du réseau, des équipements, de l'organisation administrative, etc...).
Etat des voies	Description de l'état d'occupation de chacune des voies de circulation sur un linéaire donné
Neutre (état PMV)	Etat du panneau lorsque aucun message n'est affiché
Niveaux de régulation des scénarios	N1 : Abaissement de la vitesse nominale de 20 km/h (Optimisation de la voie lente pour prévenir d'une saturation) N2 : Abaissement de la vitesse nominale de 40 km/h (Mesure de maintien le plus longtemps possible de la fluidité une fois le seuil de saturation atteint)
Panneau de régulation de vitesse	Situés après chaque insertion sur la section régulée (sur accotement) ou en section courante de la section régulée, ils disposent : d'un pictogramme d'une ou deux ligne(s) de texte sur un panneau
Proposition de régulation de vitesse	Prescription de vitesse appliquée à un instant t valable jusqu'à réception d'une nouvelle proposition ou d'une fin de régulation
Profil en travers	Description de la coupe perpendiculaire d'une route par rapport à son axe faisant apparaître les principaux constituant de sa surface (accotement, BAU, voies de circulation, terre-plein)
Scénario de régulation	Ensemble de prescriptions de vitesses applicable sur une section de régulation. Cette prescription de vitesse (appelée également « séquence vitesse ») peut évoluer dans le temps.
Section de route	Linéaire d'autoroute reliant deux diffuseurs ou un diffuseur et une aire (de repos ou de service).
Voie de circulation	Bande de chaussée affectée à une file de véhicule et délimitée à droite et à gauche par un marquage au sol continu ou discontinu.
Zone/Section de régulation	Une section de régulation est un linéaire routier statique, défini par un axe, un PR de début, un PR de fin et un sens de circulation, sur laquelle la régulation dynamique de vitesse peut s'appliquer. Elle comporte un ensemble de panneaux permettant des affichages dynamiques de vitesse : PRV et PMV ainsi qu'un ensemble d'équipements de recueil de données trafic.
Zone événementielle	Les zones événementielles sont les zones sur lesquelles les événements qui peuvent se produire ont un impact direct sur la mise en place ou l'évolution d'une RV.

8.2. Abréviations

Abréviation	Signification	Compléments
APS	Autoroute/PR/Sens	
AT	Autoroute Trafic	
BAU	Bande d'Arrêt d'Urgence	
CCTP	Cahier Des Clauses Techniques Particulières	
CDC	Cahier Des Charges	
CEREMA	Centre d'Etudes et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement	Le centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement ou Cerema est un établissement public à caractère administratif placé sous la tutelle conjointe des ministres chargés du développement durable, de l'urbanisme et des transports.
DF	Dialogue Fonctionnel	Module applicatif REGA ² permettant d'effectuer de renseigner des données de référentiel (données stables)
DISI	Direction de l'Ingénierie et des Systèmes d'Information	Direction du groupe APRR

DP	D ialogue P hoto	Module applicatif REGA ² permettant d'effectuer de renseigner des faits
DS	D onnées S tables	Ensemble des données de référentiel du SAGT REGA ²
DR (ou DRE)	D irection R égionale (d'Exploitation)	
DTE	D irection T echnique (d'Exploitation)	Direction du groupe APRR
EGT	E tudes G énérales et T rafic	Département de la DISI en charge de la maintenance et de l'évolution des systèmes centraux liés aux domaines « Péage » et « Trafic »
EIR	E vènement I nter- R égional	Enveloppe événementielle permettant de regrouper des événements appartenant à des régions différentes. Cet artifice permet notamment de rattacher sur le plan d'affichage d'un fait d'une région, des panneaux d'une autre région.
ETV	E Tat des V oies	Cf. définition
ESB	E nterprise S ervice B us (dénomination anglaise)	Bus de service
FCD	F loating C ar D ata (dénomination anglaise)	Données de véhicule flottant
IDPL	I nter D iction de circulation des P oids L ourds	
IEAS	I nter S ervice A utoroutes en S ervice	
IHM	I nterface H omme M achine	
L/P	Sens L yon / P aris	
MCD	M odèle C onceptuel de D onnées	
MCO	M aintien en C ondition O opérationnelle	
MF	M odèle de F ait	Ensemble de faits pré-renseignés avec notamment ETV et plan d'affichage PMV pour une utilisation ultérieure par un OPC. Ces faits réutilisables sans limite.
MLR	M odèle L ogique R elationnel	
MOA	M aitrise d' O uvr A ge	Entité porteuse du besoin, définissant l'objectif du projet, son calendrier et le budget consacré à ce projet. Le résultat attendu du projet est la réalisation d'un produit, appelé ouvrage
MOE	M aitrise d' O eu V re	Entité retenue par le maître d'ouvrage pour réaliser l'ouvrage, dans les conditions de délais, de qualité et de coût fixées par ce dernier conformément à un contrat
OCR	O ptical C haracter R ecognition (Reconnaissance Optique de caractères)	
OPC	O opérateur P C de sécurité	
OPCC	O opérateur P C C entral de sécurité	
OPCR	O opérateur P C R égional de sécurité	
P/L	Sens P aris / L yon	
PCC	P oste de C ommandement C entral	
PCCR	P C C onstru C teur (en charge du pilotage des équipements « terrain »)	Serveur frontal jouant le rôle d'interface de communication avec des équipements dynamiques
PCR	P oste de C ommandement R égional	
PIA	P anneau d' I nformation sur A ccès	Panneau d'information implanté hors du réseau concédé visible avant de prendre l'autoroute (en entrée d'une gare de péage)
PL	P oids L ourd	
PLT	P Laque T ourante (cf. Terminologie)	
PME	P oint de M esure trafic	Capteur d'une station de comptage trafic
PMV	P anneau à M essage V ariable en section courante Certaines fois le terme PMV est utilisé au sens large et regroupe les PMV, les PMV-A et les PIA	Panneau de signalisation routière pouvant prendre au moins deux états différents, actif ou non, et conçu pour afficher un ou plusieurs messages en fonction des besoins.
PMV-SC	P anneau à M essage V ariable implanté en S ection C ourante	
PMV-A	P anneau à M essage V ariable implanté sur A ccès	Voir PIA
PO	P oste O opérateur	
POS	P oste O opérateur S ynoptique	
PR	P oint de R epère sur une autoroute	

PRD	Point de Repère de Début	
PRI	Point de Repère d'Implantation	
PRF	Point de Repère de Fin	
PRV	Panneau de Régulation de Vitesse	
PTS	PoinT Singulier	
REGA ²	Réseau d'Exploitation et de Gestion des Autoroutes (Version 2)	
RV	Régulation de Vitesse	
SAGT	Système d'Aide à la Gestion du Trafic	
SAVM	Système d'Alerte Vitesse Moyenne	
SC	Section Courante	
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition, en anglais	Système de contrôle et d'acquisition de données. Type de technologie industrielle permettant la supervision de processus industriels grâce notamment à l'acquisition en TR d'un grand nombre de télémesures
SETRA	Service d'Etude sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements	Ancien service technique français à compétence nationale du ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie dont la tutelle est exercée par la Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM). Service désormais intégré dans le CEREMA.
SMQ	Système de Management de la Qualité	
SF	Scénario de Fait	Ensemble de faits pré-renseignés avec notamment ETV et plan d'affichage PMV pour une utilisation ultérieure par un OPC. Ces faits ne sont utilisable qu'une fois.
SR	Section de Régulation	Cf. définition « Zone de régulation »
SGBDR	Système de Gestion de Base de Données Relationnelle	
SSO	Support Systèmes Opérationnels	Service de la DTE intervenant notamment en support des services de maintenance basés en région
SRV	Système de Régulation de Vitesse	
TdP	Temps de Parcours (au sens générique du terme)	
TMJ	Trafic Moyen Journalier	
TR	Temps Réel	
VL	Voie Lente	
VHL	VéHicule Léger	
VM	Voie Médiane	
VR	Voie Rapide	
VLAN	Virtual Local Area Network (Réseau Local Virtuel)	
VPN	Virtual Private Network (Réseau Privé Virtuel)	
ZR	Zone de Régulation	Linéaire routier pouvant être soumis à des mesures de restriction de vitesses
ZE	Zone Événementielle	Linéaire routier sur lequel les événements se produisant ont un impact sur les prescriptions de vitesses d'une SR

9. BIBLIOGRAPHIE

9.1. Ouvrages

Edition française

[**MODOID**] La modélisation des systèmes complexes, Jean-Louis Le Moigne, Edition Dunod, Paris, 1999 (2^{ème} édition).

[**PROJURBSI**] Le projet d'Urbanisation du SI, Christophe Longépé, Edition Dunod, Paris, 2009 (4^{ème} édition).

9.2. Sites internet

Sites francophones

[**IISR9P**] Instruction interministérielle sur la signalisation routière, 9^{ème} partie concernant la signalisation dynamique. (En ligne)

http://www.equipementsdelaroute.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/IISR_9ePARTIE_VC20130321_cle5913b4-1.pdf .

[**METRAD**] La méthode RAD : l'essentiel en 2 pages (En ligne) <http://www.rad.fr/synthese.htm>

[**AGILMAN**] Agile manifesto. (En ligne). <http://agilemanifesto.org/> , Septembre 2010.

[**AGILMANPRI**] Principes Agile manifesto. (En ligne).

<http://agilemanifesto.org/iso/fr/principles.html>

Sites anglophones

[**YTEXPTRFJAM**] Traffic Jam without bottleneck - experimental evidence.

http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=7wm-pZp_mi0

Autres références consultées par thèmes

Thèmes	Sous-thèmes	Liens
Technologies des équipements dynamiques	Equipements de comptage	http://www.transport-intelligent.net/technologies/capteurs-77/
Technologies de virtualisation	Virtualisation de stockage	[Articles généraux] http://www.journaldunet.com/solutions/expert/57688/l-infrastructure-cloud-perpetuelle---la-virtualisation-du-stockage-entre-dans-une-nouvelle-dimension.shtml http://www.zdnet.fr/actualites/virtualisation-une-solution-pour-rendre-le-san-plus-efficace-2127464.htm http://www.01net.com/editorial/189258/virtualisation-du-stockage-federer-les-volumes-en-une-unique-ressource/ [Solution Data Core] http://datacore-virtualisation-stockage.blogspot.fr/ [Virtualisation VMWare] http://www.vmware.com/files/fr/pdf/support/VMware-Introduction-to-vSphere-PG-FR.pdf
	Virtualisation SGBD Oracle	[Virtualisation VMWARE] http://www.vmware.com/fr/business-critical-apps/oracle-virtualization/index http://www.vmware.com/fr/products/virtual-san/features https://www.vmware.com/fr/business-critical-apps/oracle-virtualization/oracle-database.html http://www.vmware.com/files/pdf/solutions/oracle/Understanding_Oracle_Certification_Support_Licensing_VMware_environments.pdf http://www.vmware.com/files/fr/pdf/solutions/oracle/Oracle_Databases_VMware_Best_Practices_Guide.pdf [Virtualisation Oracle] http://www.oracle.com/us/technologies/virtualization/overview/index.html https://blogs.oracle.com/virtualization/entry/oracle_3_1_1_is
	Virtualisation de systèmes	[Articles généraux] http://www.zdnet.fr/actualites/replication-vers-des-sites-distants-une-integration-croissante-avec-la-virtualisation-39795840.htm http://www.zdnet.fr/actualites/replication-vers-des-sites-distants-une-integration-croissante-avec-la-virtualisation-39795840.htm http://support.eduter-cnerta.fr/fileadmin/user_upload/pdf/livre_blanc_virtualisation.pdf [VMWare] http://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/high-tech-thematique_193/un-san-dope-par-la-virtualisation-de-l-infrastructure-de-stockage-article_7593/ [Hyper-V] http://technet.microsoft.com/fr-fr/library/hh831410.aspx
Régulation de vitesse	Impact de la régulation des vitesses sur un écoulement autoroutier	http://www.atec-itsfrance.net/UserFiles/File/BUISSON-DURET_TEXTE.pdf
	Évaluation a priori des mesures de régulation dynamique du trafic par des modèles simplifiés	http://www.setra.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/1224w-rapport_EvaluationRegulationDynamiqueTrafic.pdf
	Origine d'une congestion du trafic (Vidéo)	https://www.youtube.com/watch?v=8ivycTcNvJQ

10. ANNEXES

10.1. Annexe n°1 – Organisation de la société APRR

10.1.1. Aperçu de l'organisation générale

L'organisation de la société s'articule autour de plusieurs directions regroupées en deux grands ensembles représentées d'une part, par les Directions Régionales (DR) et, d'autre part, les Directions Centrales (DC).

Les DR ont une dimension opérationnelle importante car elles ont pour rôle d'assurer l'exploitation directe du réseau autoroutier. Cette mission d'exploitation s'applique particulièrement aux deux filières métiers que sont, d'une part, la filière « péage et clientèle » et, d'autre part, la filière « viabilité et sécurité ». Elles sont au nombre de trois : la DR Paris (pour l'exploitation des autoroutes A5 Nord, A6 Nord, A77, A71x, A19, A26 Sud), la DR Rhin (pour l'exploitation des autoroutes A5 Sud, A31 Sud, A36, A39 Nord et du tunnel Maurice Lemaire) et enfin la DR Rhône (pour l'exploitation des autoroutes A6 Sud, A39 Sud, A40x Ouest, A42, A46, A432 et du tunnel de Chamoise). Chaque DR comprend des niveaux organisationnels plus fins appelés districts, ayant en charge l'exploitation directe de portions du linéaire autoroutier.

Les DC ont, quant-à-elles, non seulement un rôle prépondérant dans l'orientation de la politique d'exploitation mais également une fonction de support à l'égard des DR dans chacune des filières « métier » citées précédemment. La liste, ci-après, présente les différentes DC composant la société APRR :

- La Direction Générale (DG) ;
- Le Secrétariat Général Groupe (SGG) composé de deux directions :
 - o Les Directions des Ressources Humaines (DRH) APRR et AREA, gérant les politiques RH en matière de relations employeur / employé, de recrutement, de formation du personnel, de rémunération ;
 - o La Direction Juridique (DJ), gérant tous les aspects juridiques (contentieux, veille juridique...). Elle gère également les aspects liés aux contrats (parties administratives, vérification des dossiers de consultation des entreprises, ouverture des plis...) et aux assurances ;
 - o La Direction Financière (DIRFI), gérant les aspects liés aux budgets, à la comptabilité et à la fiscalité du groupe.
- La Direction de la Communication et du Marketing (DIRCOM) ;
- La Direction des Grands Investissements et du Développement (DGID), qui a un rôle de conduite d'opérations (Maître d'Ouvrage) pour les autoroutes nouvelles qui constituent l'extension du réseau et pour les aménagements lourds (élargissements, diffuseurs) sur les autoroutes en service ;
- La Direction Technique d'Exploitation (DTE), chargée de définir et de faire appliquer les politiques et procédures d'exploitation et gérer le matériel et les équipements. Elle couvre

les domaines sécurité et gestion du trafic, matériel, systèmes opérationnels, infrastructure environnement ;

- La Direction Clientèle (DC), chargée du service et de l'écoute client, ainsi que de la perception du péage. Elle couvre les domaines de gestion et exploitation du péage, commercial et abonnés, installations commerciales, fraude et réglementation ;
- La Direction des Achats et Qualité (DAQ), chargée de la centralisation des achats et de la coordination des démarches qualité et environnement du groupe APRR ;
- La Direction de l'Ingénierie et des Systèmes d'Information (DISI).

Il est à noter qu'actuellement une réorganisation est en cours au niveau du groupe APRR visant à unifier et mutualiser les ressources des deux sociétés APRR et AREA.

10.1.2. La relation client/fournisseur

Au sein des directions centrales, présentées ci-avant, certaines d'entre elles ont pour vocation de mettre en application de la politique société en décidant de la réalisation de projets d'importance variable. Par exemple, ces projets peuvent prendre en charge aussi bien l'implantation d'équipements d'exploitation sur l'infrastructure routière que la construction d'un linéaire autoroutier ou encore la réalisation de solutions complètes d'exploitation routière. Lorsque ces projets possèdent une forte composante technique dans les domaines du génie civil, de l'informatique ou de l'électronique, ces directions peuvent déléguer leur réalisation à une direction dédiée à l'ingénierie et la prestation de services comme par exemple la DISI. Les directions commanditaires de tels projets sont appelées Maitrise d'Ouvrage (MOA) et les directions prestataires sont, elles, appelées Maitrise d'œuvre (MOE). Généralement, dans le cadre de la réalisation d'un projet, la MOA endosse diverses attributions inhérentes au **statut de client**. Tout d'abord, elle se doit de définir ses besoins en les consignait, à minima, dans un cahier des charges (CDC). Ensuite, elle peut éventuellement prendre en charge l'organisation de phases d'avant-projet (études préalables, analyse d'impact, ...) pour lui permettre d'évaluer notamment la faisabilité et le coût prévisionnel d'un projet. Elle doit donc, en outre, prévoir et de gérer les budgets alloués aux différents projets. D'autres missions sont également à la charge de la MOA telles que la réception finale des solutions réalisées ainsi que leur intégration, non seulement dans le système d'information (SI), mais également dans l'organisation humaine des différentes filières « métier » concernées. Notons que tout impact sur l'organisation humaine de l'entreprise doit généralement faire l'objet de mesures d'accompagnement au changement que la MOA doit intégrer dans son activité.

10.1.3. Focus sur une relation interne « MOE/MOA »

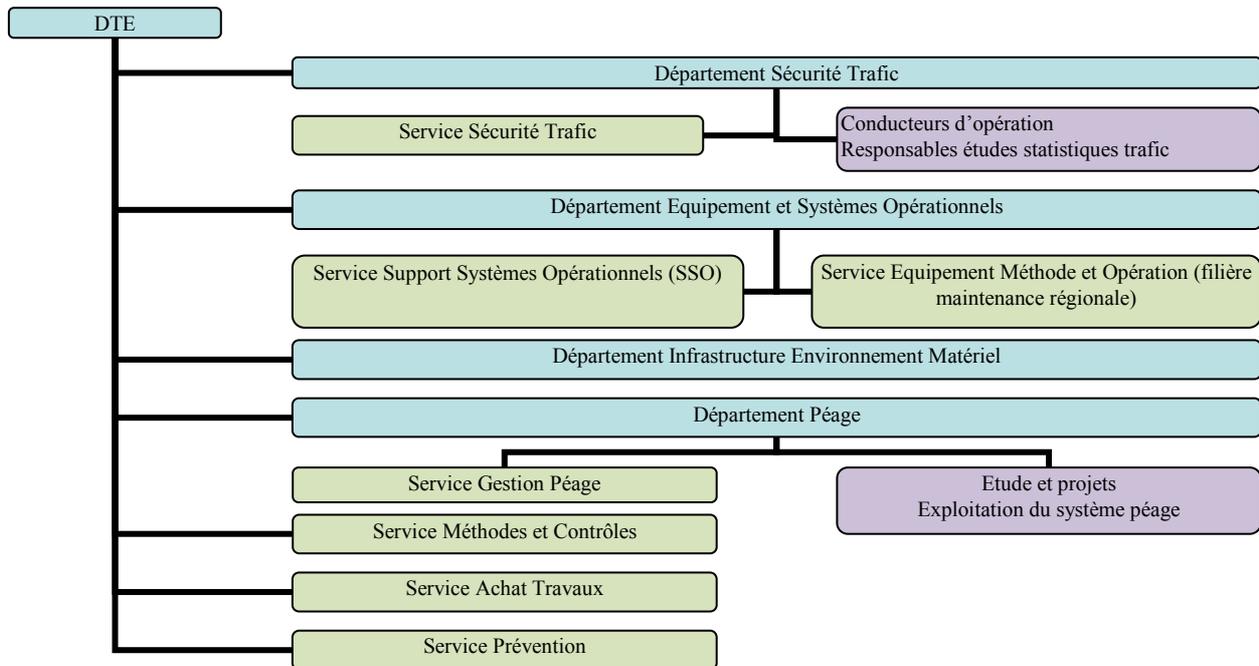
La mise en œuvre d'une politique d'exploitation routière intégrant des objectifs en matière de sécurité nécessite la réalisation de projets dont la composante technique occupe une place croissante au sein du groupe APRR. Aussi, dans ce cadre, un partenariat étroit entre deux directions particulières, telles que la DTE et la DISI, permet d'allier des compétences liées à l'exploitation routière, pour la première, à des compétences orientées vers l'ingénierie, pour la seconde, que ce

soit dans les domaines du génie civil ou de la conception de systèmes d'informations pour les domaines de la gestion du trafic et du péage.

10.1.3.1. Le client : la DTE

La Direction Technique d'Exploitation est une direction chargée de définir et de faire appliquer les politiques et procédures d'exploitation, d'allouer et de gérer le matériel et les équipements nécessaires à la gestion autoroutière. L'organigramme, ci-après, présente son organisation humaine.

Illustration en annexe n° 1 : Organisation de la DTE.



Cette direction est ainsi composée de quatre départements et de trois services indépendants :

- Le département Sécurité Trafic, dont le rôle est de superviser la gestion du Trafic et de produire des statistiques,
- Le département Equipement et Systèmes Opérationnels comportant deux services,
 - o Le service Support Systèmes Opérationnels (SSO), garantissant le MCO des chaînes d'équipements métiers 24h/24,
 - o Le service Equipement Méthode et Opération, ayant en charge essentiellement la maîtrise d'œuvre relative au déploiement de nouveaux équipements, le transfert de compétences vers les mainteneurs, l'assistance des utilisateurs et la conduite d'opérations dans le domaine du trafic
- Le département Infrastructure Environnement Matériel, ayant en charge notamment de piloter l'entretien de l'infrastructure autoroutière, de définir les politiques en matière d'utilisation et d'achat de matériel liés à l'exploitation,
- Le département Péage, assurant un rôle de support à la filière péage tout en prenant en charge l'exploitation et l'évolution du système de gestion du péage,

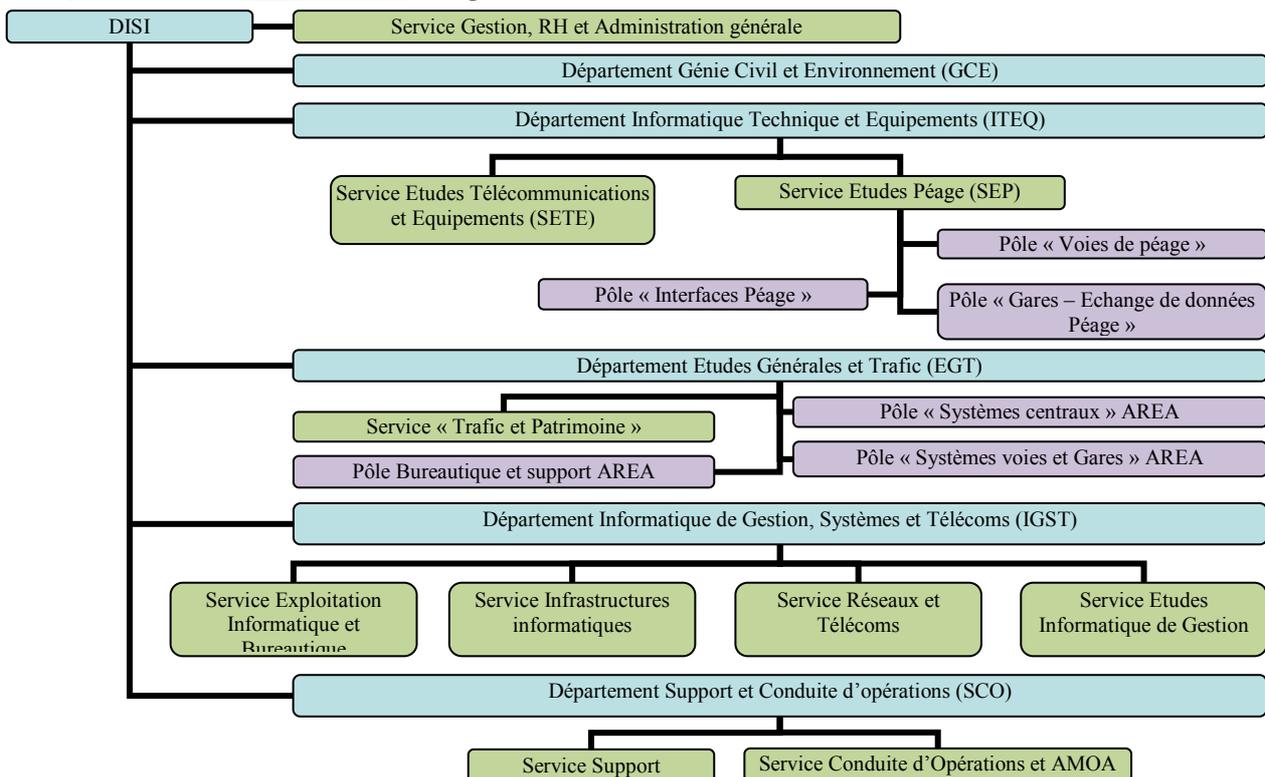
- Le service Méthodes et Contrôles, dont les rôles principaux sont de veiller à l'application des politiques d'exploitation, de définir les procédures d'exploitation et les moyens nécessaires à leur mise en œuvre,
- Le service Achat Travaux, dont les missions principales consistent à définir et déployer la stratégie des achats liés aux travaux, à négocier avec les fournisseurs, à lancer les consultations et suivre la bonne exécution des marchés,
- Le service Prévention, ayant pour objectif de mettre en œuvre une politique de prévention des accidents du travail dans les diverses filières « métier ».

Ainsi, au travers des entités qui la constituent, la DTE couvre de nombreux domaines métiers dont notamment : la sécurité et de la gestion du trafic, la viabilité, la gestion des matériels et des systèmes opérationnels, ou encore la gestion des infrastructures.

10.1.3.2. Le fournisseur : la DISI

La Direction de l'Ingénierie et de la Maîtrise d'Œuvre (DIMO), créée en 1994 est devenue, par la suite, la Direction de l'Ingénierie et des Systèmes d'Information (DISI) en juillet 2008. Elle assure, pour le compte d'autres directions clientes de l'entreprise, des missions de MOE, de conduite d'opérations et d'assistance à maîtrise d'ouvrage (AMOA), et ce, dans de nombreux domaines. Ces domaines couvrent des activités aussi variées que **le génie civil** (infrastructures de type chaussées, ouvrages d'art, aires de repos, gares de péage,...), **l'environnement** (protection des eaux, bruit, faune, aménagements paysagers,...), **les SI** ou encore **les équipements d'exploitation**. Ces derniers concernent, d'une part, des équipements dynamiques (péage, gestion du trafic, information clients, énergie, automatisme, télécommunications,...) et, d'autre part, des équipements statiques (signalisation, dispositifs de sécurité,...).

Illustration en annexe n° 2 : Organisation de la DISI.



Dans certains domaines spécifiques tels que, par exemple, la gestion de l'infrastructure informatique et des télécommunications, la DISI endosse le rôle de MOA puisque lui en revenant l'entière responsabilité. La DISI est également responsable du maintien en condition opérationnel (MCO) de l'ensemble des systèmes, bases de données et applications en production, sur lesquels elle assure un support auprès de ses clients internes. Cette direction est composée de plusieurs sous-entités ou départements représentés dans l'illustration en annexe n°2, ci-avant. La diversité des départements et des services permet d'avoir un aperçu des nombreuses prestations proposées par la DISI aux directions MOA. Les services les plus représentatifs de son activité sont essentiellement l'assistance à MOA, la réalisation de projets « clé en main » et le maintien en condition opérationnel d'applications informatiques.

Concernant plus spécifiquement **l'activité de réalisation de projets**, celle-ci porte, non seulement, sur les domaines du cœur de métier que sont le Génie Civil, le Péage ou la Gestion du Trafic mais, également, sur des domaines fonctionnels transverses comme, par exemple, la gestion des ressources humaines ou la finance/comptabilité. Dans ce cadre, divers types de missions peuvent être pris en charge pour le compte des clients internes. On peut citer, tout d'abord, des **missions d'assistance à MOA** pouvant couvrir la réalisation d'études d'avant-projet, l'élaboration de CDC ou encore le montage d'appels d'offres dans les cas de sous-traitance externe. Ensuite, la DISI assure la **gestion complète de ses projets** en prenant en charge les phases de spécification, de conception, de développement/réalisation, de recette et de déploiement. Elle peut également assurer, sur sollicitation de la MOA, des formations concernant l'utilisation ou la maintenance des solutions livrées. Enfin, diverses activités complémentaires, liées au **maintien en condition opérationnelle des systèmes et applications informatiques**, sont assurées par cette direction. Parmi ces activités, les plus représentatives sont, d'une part, l'administration et la supervision de systèmes d'exploitation, de bases de données et d'équipements réseau, et, d'autre part, l'exploitation et la supervision de nombreuses chaînes informatiques de traitement par lots. Enfin, pour terminer la description de la palette de services proposés par la DISI, on notera l'assistance à l'utilisation des outils bureautiques, logiciels et matériels, de la société.

Par ailleurs, il est important de souligner que la DISI met en œuvre depuis 2008 une politique qualité dans le cadre de ses activités au travers de sa **certification ISO 9001** renouvelée tous les trois ans. Le domaine d'activité couvert par cette certification est la conception et la réalisation de missions de MOE et d'AMOA, de conseil, d'études de développement et de maintenance de logiciels dans le domaine des infrastructures routières. Cette certification atteste de la mise en œuvre, par la DISI, d'un Système de Management de la Qualité (SMQ) dont la finalité est l'amélioration continue de ses processus « métiers » dans le but d'aboutir à la satisfaction de ses clients concernant les prestations réalisées.

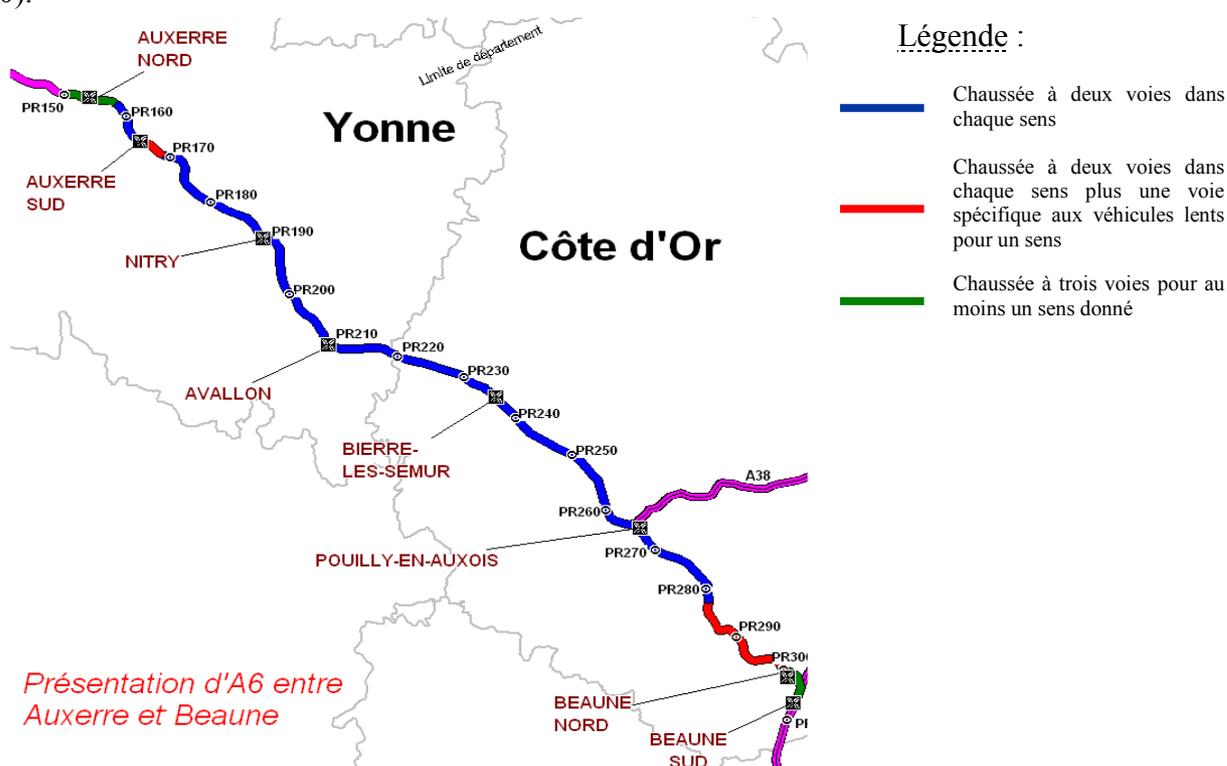
Afin de terminer le tour d'horizon de la direction prestataire qu'incarne la DISI, effectuons un zoom sur une entité organisationnelle de la DISI appelée **département Etudes Générales et Trafic (DEGT)**. Ce département est composé, majoritairement, de chef de projets ayant en charge l'évolution et la maintenance d'applications dans les domaines « métiers » du péage et du trafic. Il comporte notamment un service appelé « Trafic et Patrimoine » auquel j'appartiens (en rouge dans l'organigramme), qui a en charge principalement l'évolution et le **MCO des deux SAGT du**

groupe. Le premier système est appelé CESAR² pour la société AREA et, le second, impacté par le présent projet, est appelé REGA² pour la société APRR.

10.2. Annexe n°2 – Synthèse de l'étude du réseau APRR réalisée en 2011

L'autoroute A6 constitue un axe de connexion à l'échelle, non seulement inter-régionale, mais également, intereuropéenne. Cet axe, situé entre Paris et Lyon, permet, en outre, de desservir la région du Sud-Est de la France ainsi que le massif alpin. La circulation y est particulièrement dense lors des périodes de migrations estivales et hivernales. Une étude menée par le SETRA, en janvier 2008, dans le cadre de la proposition d'un plan national de déploiement de régulation dynamique de vitesses a rendu éligible la zone de l'autoroute A6, située entre Auxerre-Nord et Beaune-Sud.

Illustration en annexe n° 3 : Configuration de l'A6 entre Auxerre et Beaune (entre les PR 150 et 310).



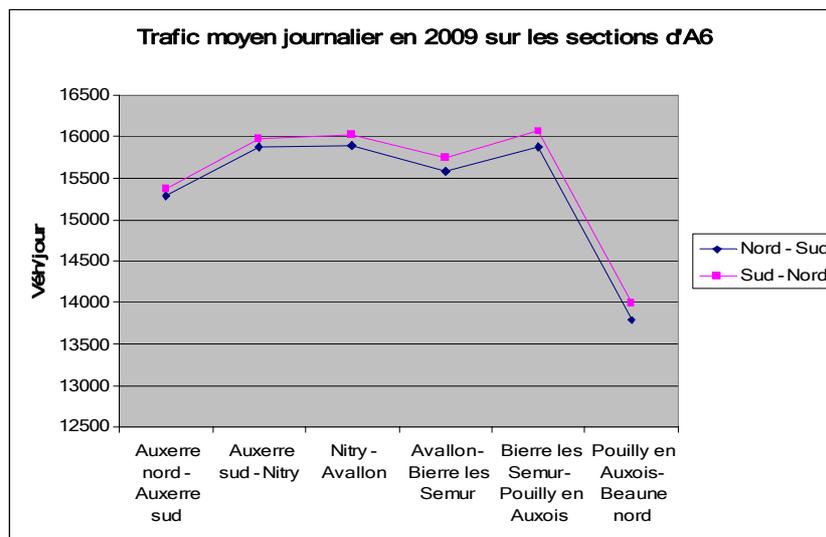
Source : Extrait du rapport émanant du Centre des Etudes Techniques (CETE) de Lyon, intitulé « Régulation de vitesses sur A6 - Dossier de demande d'expérimentation » - Juillet 2011.

La description du secteur situé entre Auxerre et Beaune permet de constater que la majorité du linéaire d'autoroute concerné est composée de portions à deux voies de circulation. Ce linéaire comporte toutefois à ses extrémités des portions à deux voies avec une voie lente ou à trois voies. La vitesse réglementaire de cette même zone est de 130 km/h excepté dans certaines portions où la vitesse est limitée à 90 km/h pour les véhicules tractant des caravanes et à 110 km/h dans la descente de Bessey-en-Chaume dans le sens « Paris/Lyon ». Cette zone couvre le linéaire situé entre les points de repère (PR) 287 et 299.

L'analyse des niveaux de trafic a permis de faire plusieurs observations. En premier lieu, le graphique de l'illustration d'annexe n°4, ci-dessous, présentant l'évolution du trafic moyen journalier (TMJ) en fonction de la section, fait apparaître un trafic symétrique dans les deux sens de circulation, dont le niveau est compris entre 14 000 et 16 000 véhicules par jour (et par sens).

Notons que le niveau de trafic le plus important se situe sur la partie localisée entre Auxerre-Sud et Pouilly-en-Auxois où se connecte la jonction avec l'autoroute A38.

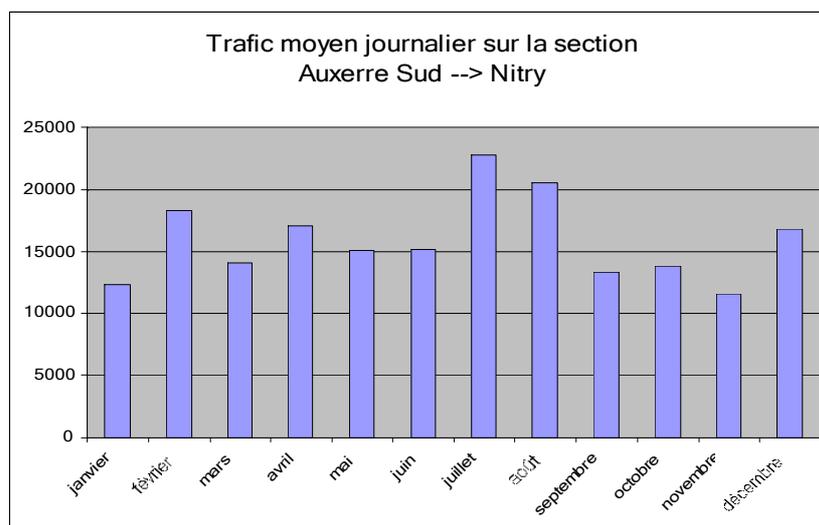
Illustration en annexe n° 4 : TMJ en 2009 sur les deux sens de l'autoroute A6.



Source : Extrait du rapport émanant du Centre des Etudes Techniques (CETE) de Lyon et intitulé « Régulation de vitesses sur A6 – Dossier de demande d'expérimentation » - Juillet 2011.

L'étude de l'évolution du TMJ entre Auxerre et Beaune durant une année complète a montré qu'il évoluait peu sauf durant certaines périodes comme la période estivale où il pouvait atteindre 45 000 véhicules par jour (pour les deux sens) alors qu'habituellement, le TMJ se situe aux alentours de 30 000 véhicules par jours. Le graphique de l'illustration d'annexe n°5, ci-après, présente l'évolution temporelle du TMJ pour la section « Auxerre-Sud/Nity », dans le sens Paris-Lyon, confirmant le caractère saisonnier des pics de trafic. Ce constat est également valable sur toutes les sections entre Auxerre et Beaune.

Illustration en annexe n° 5 : TMJ 2009 de la section « Auxerre-Nity » (A6 sens P/L).

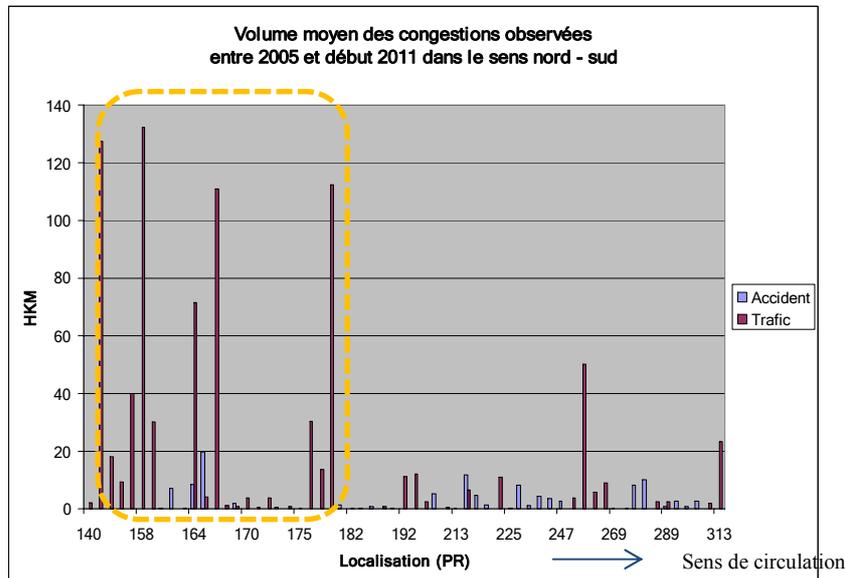


Source : Extrait du rapport émanant du CETE de Lyon et intitulé « Régulation de vitesses sur A6 – Dossier de demande d'expérimentation » - Juillet 2011.

La deuxième partie de l'étude s'est attachée à effectuer une **analyse des congestions** apparues entre 2005 et avril 2011 sur la zone Auxerre-Beaune, par sens de circulation. Les illustrations d'annexe n°6 et 7, présentées ci-après, représentent la distribution moyenne d'un indicateur de congestion sur le linéaire de la zone. Cet indicateur représente le produit de la longueur totale de congestion (par voie de circulation) avec la durée de cette dernière (Heure par KiloMètre = HKM).

Dans le sens « Paris/Lyon », nous observons un volume important de congestions, ayant une origine due au trafic, dans le secteur situé vers Auxerre (du PR150 à 180). Il est à noter que le volume de congestions, en aval de cette zone, au PR 164, est dû à deux évènements ponctuels exceptionnels survenus, respectivement, le 11 novembre 2005 (1 HKM) et le 14 février 2009 (99 HKM).

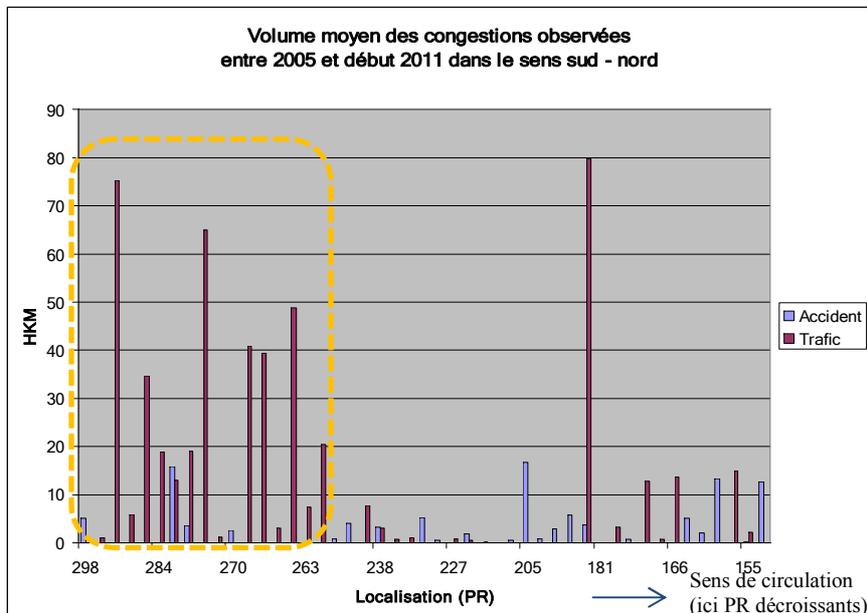
Illustration en annexe n° 6 : Volume moyen des congestions dans le sens Nord/Sud par origine.



Source : Extrait du rapport émanant du CETE de Lyon et intitulé « Régulation de vitesses sur A6 – Dossier de demande d’expérimentation » - Juillet 2011

Le sens Lyon/Paris fait, quant-à-lui, apparaître une zone où les congestions les plus importantes se situent entre Beaune et Pouilly (du PR 301 au 264). Notons également la présence d’un bouchon exceptionnel au PR 183 ayant survenu le 9 mai 2005 (80 HKM).

Illustration en annexe n° 7 : Volume moyen des congestions dans le sens Sud/Nord par origine.



Source : Extrait du rapport émanant du CETE de Lyon et intitulé « Régulation de vitesses sur A6 – Dossier de demande d’expérimentation » - Juillet 2011

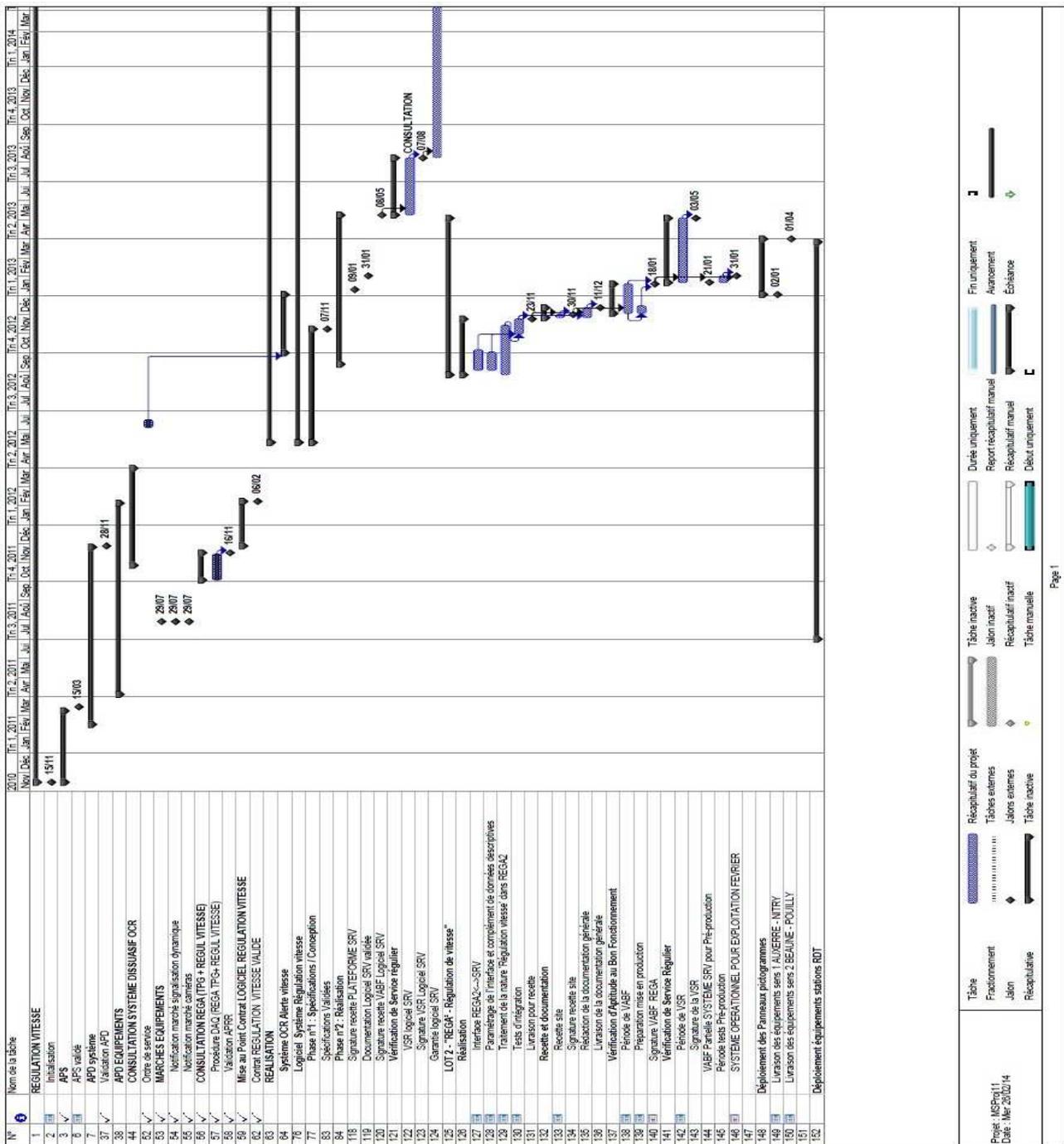
Une analyse détaillée a permis de montrer que les zones suivantes, dans le sens « Lyon/Paris », étaient propices à l’apparition de congestions :

- la zone localisée entre les PR 291 et 289, contient une rampe de 3 à 5% dans le secteur de Bessey-en-Chaume, avec, à sa sortie, un rabattement de 3 à 2 voies, susceptible de provoquer des conflits entre véhicules.
- la zone située entre les PR 287 et 282 est en descente avec une pente de 4% et soumise à une limitation de vitesse à 90 km/h pour les PL ainsi que pour les véhicules tractant une caravane.
- la zone située au PR 180, à la fin de la descente, mène une portion en courbe sur le viaduc de Pont d'Ouche.

10.3. Annexe n°3 – Plannings de l'opération liée à la RV sur A6 Nord

10.3.1. Planning général de l'opération liée à la RV sur A6 Nord

Illustration en annexe n° 8 : Macro planning de l'opération liée à la RV dur A6 Nord.



Source : MOE Générale du projet APRR

10.3.2. Planning effectif de réalisation du lot n°1

Le tableau d'annexe n°1, ci-après, permet d'avoir un aperçu du déroulement réel des différentes phases associées à la réalisation de ce lot n°1.

Tableau d'annexe n° 1 : Déroulement effectif des phases du lot n°1.

Phase	Début	Fin	Tâches réalisées dans le cadre du projet
Lot n°1 : Solution de base			
Spécification	09/01/2012	16/03/2012	Réunion avec les utilisateurs Synthèses des spécifications par réunion Rédaction dossier spécification
Conception	15/05/2012	31/07/2012	Réunions avec le CP de l'entreprise Elaboration de l'architecture logicielle Elaboration des flux de Dimensionnement de l'architecture matérielle
Développement / Adaptation des IHM des modules clients REGA ²			
Dialogue Photo	15/09/2012	14/01/2013	Réalisation au forfait
Gestion des alertes	31/10/2012	15/11/2012	
Synthèses	13/11/2012	15/01/2013	
Paramétrage	06/11/2012	28/11/2012	
Dialogue Fonctionnel (gestion du référentiel)	27/11/2012	30/11/2012	
Développement / Adaptation des modules serveurs REGA ²			
Diffusion des photos et des scénarios de RV	12/09/2012	16/10/2012	Réalisation au forfait
Validation automatique de scénarios de RV	16/10/2012	09/01/2013	
Lot d'échange avec le serveur de RV	18/09/2012	23/11/2012	
Adaptation des passerelles logicielles CORALY/STRADNET	25/01/2013	15/02/2013	
Adaptation des passerelles logicielles WEBTRAFFIC/INFO-PARTENAIRE	19/02/2013	28/03/2013	
Interface d'historisation	14/01/2012	16/01/2012	
Synoptique	27/11/2012	13/12/2012	
Réception VABF	26/11/2012	21/01/2013	
↳ Livraison n°1	21/01/2013	29/01/2013	Préparation et mise en production
VSR 1	21/01/2013	07/03/2013	
↳ Livraison n°2	07/03/2013	07/03/2013	Préparation et mise en production Passerelles
VSR 2	07/03/2013	07/05/2013	
Garantie logicielle	07/05/2013	07/05/2014	

10.3.3. Planning effectif de réalisation du lot n°2

Le tableau, ci-après, permet d'avoir un aperçu du déroulement des différentes phases associées à la réalisation de ce lot.

Tableau d'annexe n° 2 : Déroulement effectif des phases du lot n°2.

Phase	Début	Fin	Tâches
Lot n°2 : Améliorations			
Spécification	28/10/2013	08/11/2013	Réunion avec les utilisateurs Synthèses des spécifications par réunion
Conception	11/11/2013	15/11/2013	Réunions avec le CP de l'entreprise Formalisation de l'architecture applicative cible

Phase	Début	Fin	Tâches
Développement / Adaptation des IHM clientes REGA ²			
Dialogue Photo	02/12/2013	06/12/2013	Développement / adaptation du module de saisie des événements/faits REGA et de validation des scénarios de RV
Dialogue Fonctionnel	08/01/2014	17/01/2014	Développement / adaptation du module de définition du référentiel REGA
Passerelles	09/12/2013	13/12/2013	Développement / adaptation de la passerelle Info-Partenaires
Développement / Adaptation des modules serveur REGA ²			
Lot de processus SRV	18/11/2013	29/11/2013	Adaptation des passerelles CORALY, SIRIUS, WEBTRAFIC, STRADANET
Réception VABF 1	03/12/2013	16/12/2013	
Livraison n°1	16/12/2013	16/12/2013	Préparation et mise en production (module Info-Partenaires)
Réception VABF 2	16/12/2013	27/01/2014	
Livraison n°2	27/01/2014	27/01/2014	Préparation et mise en production
VSR	27/01/2014	27/02/2014	

10.4. Annexe n°4 – Organisation humaine du projet

Le tableau, ci-dessous, liste les différents acteurs avec lesquels j'ai collaboré. La dernière colonne à droite du tableau, ci-dessous, décline **les interactions que j'ai pu avoir avec chacun d'eux**, dans le cadre de mon rôle de chef de projet MOE.

Tableau d'annexe n° 3 : Liste des différents acteurs ayant pris part au projet et leurs rôles.

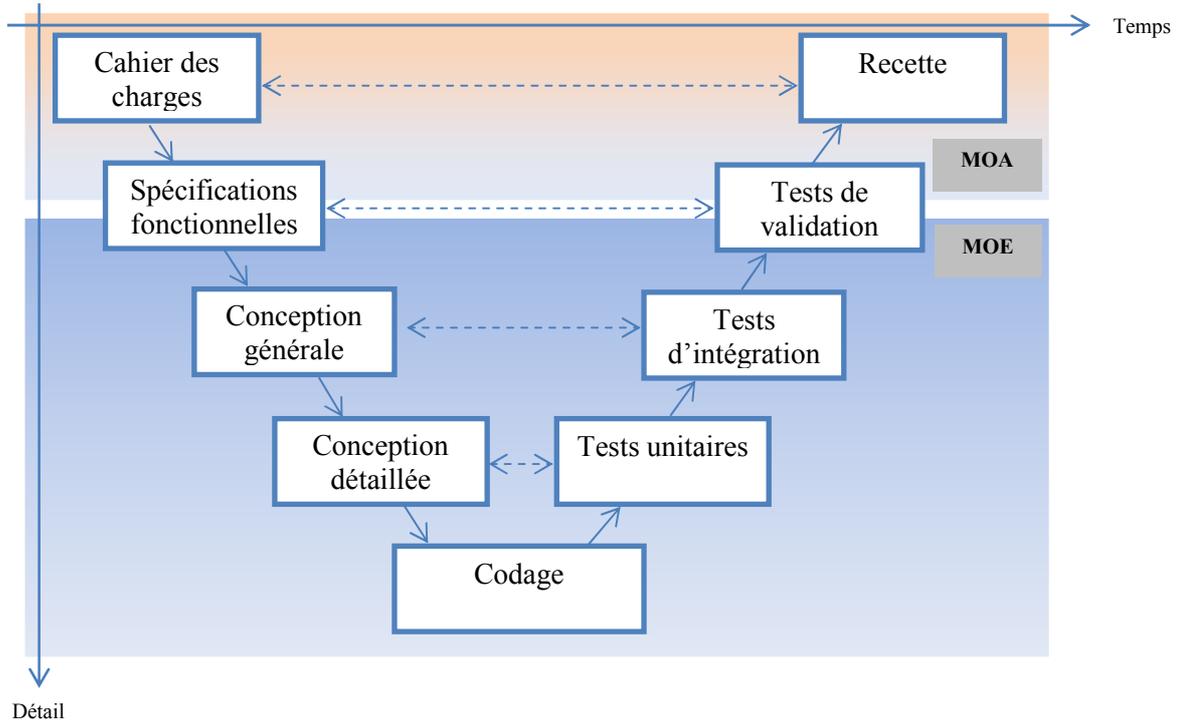
Acteurs	Rôles principaux	Interactions du CP MOE SAGT dans le cadre de l'évolution du système REGA ²
Maitrise d'Ouvrage (MOA)		
Le conducteur d'opération	<ul style="list-style-type: none"> - Il représente de la MOA par délégation et, à ce titre, il est porteur du projet. - Il recueille les besoins et prépare les études préliminaires - Il pilote la réalisation globale de la solution et gère les moyens à mettre en œuvre - Il s'assure du bon fonctionnement et de la bonne intégration de la solution dans l'organisation humaine de l'entreprise - Il pilote et met en place des mesures d'accompagnement au changement 	<ul style="list-style-type: none"> - Le CP MOE SAGT négoce avec le conducteur d'opération les moyens financiers, humains et organisationnels nécessaires pour la réalisation de son projet. - Le CP MOE SAGT déroule un processus de consultation d'entreprises pour la réalisation de son projet comprenant la rédaction d'un CCTP et l'analyse les offres. - Dans le cas d'une indécision du groupe utilisateur sur un aspect fonctionnel ou dans le cas d'une divergence de point de vue entre deux MOE particuliers, le conducteur d'opération a la charge de décider de l'orientation à suivre.
Le groupe d'utilisateurs	<ul style="list-style-type: none"> Il collecte et porte les besoins des exploitants dans les réunions de spécification Il participe à la définition des règles fonctionnelles de la future application Il constitue un relai privilégié pour l'information à destination des exploitants concernant le projet Ses membres peuvent endosser le rôle de référent « formateur » 	<ul style="list-style-type: none"> Le CP MOE SAGT propose des orientations fonctionnelles concernant l'évolution de l'application dans le cadre de l'animation des réunions de spécification et collecte l'avis du groupe Le CP MOE SAGT soumet au groupe des maquettes des futurs écrans de l'application pour validation de l'ergonomie
Maitrise d'œuvre (MOE)		

Acteurs	Rôles principaux	Interactions du CP MOE SAGT dans le cadre de l'évolution du système REGA ²
Le MOE général	<p>Il possède la responsabilité de concevoir et réaliser la solution ou l'ouvrage dans sa globalité répondant au besoin formulé par la MOA</p> <p>Il coordonne les différentes composantes de la MOE ayant en charge la réalisation de la solution</p> <p>Il assure l'interface entre les MOE particuliers et la MOA</p>	<p>Le CP MOE SAGT conseille le MOEG dans la définition de l'architecture générale de la solution</p> <p>Le CP MOE SAGT l'informe et rend compte régulièrement sur le déroulement du projet qu'il a en charge (planning, points à résoudre, etc...)</p>
Le chef de projet MOE SAGT (MOE particulière REGA ²)	Il a la charge de concevoir et réaliser la composante de la solution relative à son domaine (ici la mise en œuvre de l'évolution du système REGA ² pour la prise en charge de scénarios de régulation de vitesse).	[Sans objet]
Le chef de projet MOE SRV (MOE particulière SRV)	Il a la charge de concevoir et réaliser la composante de la solution relative à son domaine. Il s'agit, dans le cas présent, de la mise en œuvre du générateur de scénarios de régulation de vitesse.	<p>Le CP MOE SAGT définit conjointement avec lui les principes d'échanges de données entre les systèmes REGA² et SRV</p> <p>Définition conjointe détaillée du protocole de dialogue entre les systèmes (comportement, données, format, etc...)</p> <p>Validation conjointe des échanges de données</p>
Chef de projet équipement	Il met en œuvre et déploie des solutions d'équipements dynamiques. Il s'agit, dans le cas présent, de l'implantation de PMV ou encore du SAVM.	Le CP MOE SAGT vérifie le bon fonctionnement du dialogue entre le SAGT et les PMV mis en place, notamment dans un contexte de forte montée en charge
Experts techniques APRR		
Administrateur BDD	<p>Il met à disposition et dimensionne les structures de données</p> <p>Il paramètre les BDD pour lui donner des performances optimales</p> <p>Il conseille et assiste le CP MOE SAGT pour l'optimisation des accès aux données</p>	Le CP MOE SAGT fournit les modèles de données à implémenter ainsi que les volumétries estimées
Administrateur système UNIX	<p>Il met à disposition l'infrastructure physique nécessaire (processeurs, disques, OS virtualisé, etc...) tout en prenant en compte les contraintes de sécurité et de disponibilité fournie</p> <p>Il paramètre le système d'exploitation pour donner à l'infrastructure des performances optimales</p>	Le CP MOE SAGT fournit les structures de répertoires à mettre en œuvre ainsi que les volumétries estimées des futurs fichiers qui seront créés. Il fournit également toutes les contraintes à prendre en compte dans le dimensionnement de l'architecture système.
Administrateur réseau	Il dimensionne et paramètre l'infrastructure réseau (firewall, routage, etc...)	<p>Le CP MOE SAGT fournit les modes de communication entre les différents systèmes ainsi que les protocoles de communication utilisés,</p> <p>Il s'assure également de l'adéquation de la solution par rapport à l'infrastructure réseau.</p>
Prestataires externes		
Le chef de projet externe (CPE) « Evolution REGA ² »	<p>Il assure la réalisation des tâches sous-traitées comprenant notamment le développement des évolutions REGA. En outre, il pilote et encadre une équipe de développeurs</p> <p>Il est garant du respect des contraintes de qualité, de coût et de délai contractuellement fixés par les clauses du contrat.</p>	Le CP MOE SAGT définit conjointement avec le CPE les différentes règles de gestion à consigner dans les spécifications tout en participant à la conception de l'architecture applicative.

10.5. Annexe n°5 - Qualité et méthodologie

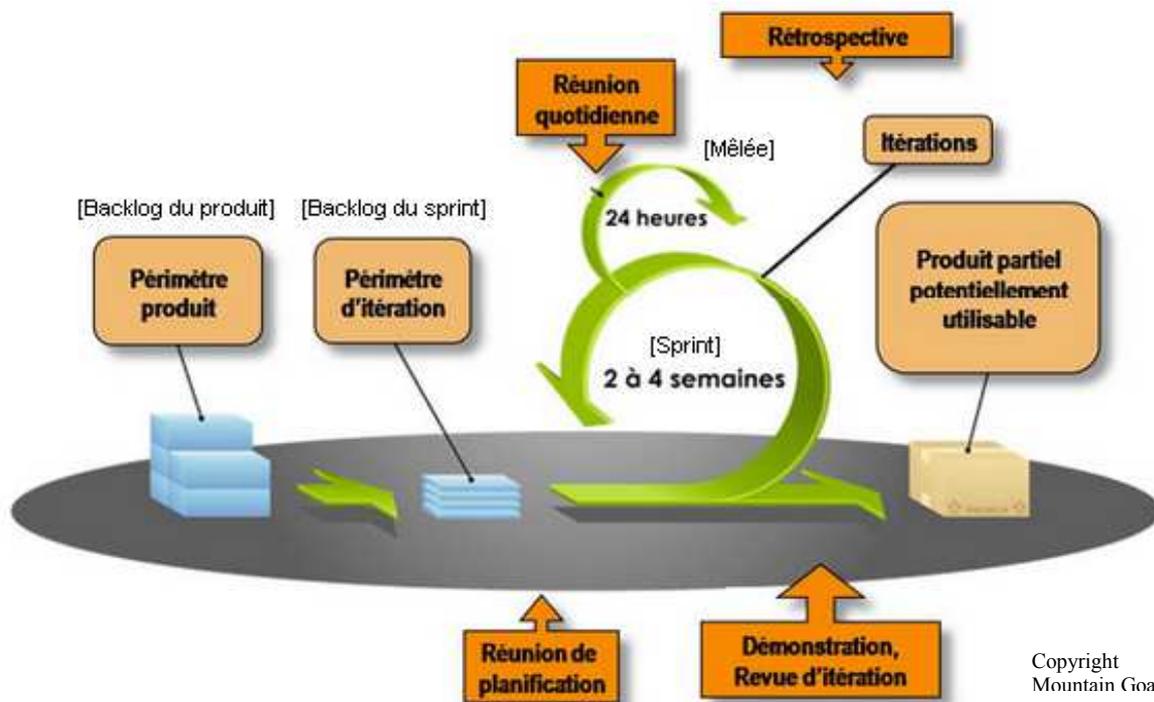
10.5.1. Etapes « projet » du cycle en V

Illustration en annexe n° 9 : Représentation des étapes projets du cycle en V.



10.5.2. Cycles itératifs de la méthode Agile SCRUM

Illustration en annexe n° 10 : Cycles itératifs de la méthode Agile SCRUM.



Copyright © 2005, Mountain Goat Software

Source : Site Xtensive Technologies (<http://www.xtensive.com/services/methode-agile>)

10.5.3. Organisation générale d'une livraison REGA²

La partie consacrée à la description du SAGT REGA² (cf. partie n°4 - Audit du SAGT existant, page 26), montre que ce dernier est composé de plusieurs serveurs applicatifs dont les rôles et les fonctions ne sont pas tous identiques. De plus, l'architecture client/serveur nécessite de mettre à jour des applications clientes s'exécutant soit sur des postes individualisés, soit sur des environnements mutualisés. Cette organisation logicielle distribuée implique donc de gérer rigoureusement les compilations ainsi que les mises à disposition des différents modules applicatifs. Par ailleurs, le processus de livraison fait intervenir différents acteurs dont les actions doivent être coordonnées. Une opération de livraison nécessite donc, en amont, une étape de préparation et d'organisation. Afin de décrire le processus de livraison mis en pratique pour assurer l'évolution du système REGA², examinons les principales actions réalisées que sont : la coordination des acteurs, la gestion des programmes sources et la gestion technique du déploiement.

Les livraisons REGA² font intervenir **deux groupes d'acteurs à coordonner** : les acteurs « métier », les utilisateurs de l'application (Administrateur SAGT, Opérateurs PC, responsables sécurité, etc...), et, les acteurs techniques (Administrateurs de bases de données, administrateurs systèmes, etc...). Certaines opérations de mise en production peuvent engendrer une indisponibilité temporaire de l'application en central et/ou en région, d'une durée variable selon l'importance de l'évolution livrée. Les acteurs « métier », impactés par la mise en production, doivent donc être prévenus au préalable afin de déterminer un créneau durant lequel l'opération est possible. Suite à réception de la demande d'intervention émise par notre service, le PC Central (PCC) se charge de définir, en collaboration avec les PC régionaux (PCR), une date et un créneau horaire où l'impact d'une interruption de service est le moins pénalisant pour l'exploitation. En parallèle, des informations spécifiques sont fournies par le CP MOE, dès la réception de l'évolution, pour permettre ensuite aux acteurs techniques concernés de préparer leurs interventions. Ces informations peuvent être, par exemple, des scripts de création ou de mises à jour de tables de bases de données pour les administrateurs de bases de données (DBA) ou encore des informations de volumétries de stockage disque à ajouter pour les administrateurs système.

L'architecture technique décentralisée du système REGA² a déterminé un mode de déploiement basé sur un **processus de livraison** spécifique du fait de l'existence de seulement deux environnements : un environnement de développement et un environnement de production. Il n'existe ainsi pas de plateforme d'intégration permettant de tester une livraison avant un déploiement définitif en production. Le processus de livraison doit donc s'effectuer en intégrant directement les évolutions dans l'environnement d'exploitation. Cette organisation nécessite une maîtrise complète des sources et des actions à effectuer.

La gestion des programmes sources est un processus participant à la maîtrise de l'environnement logiciel du SAGT. L'architecture technique multiserveur du système REGA² (cf. §4.3.5 - Architecture informatique) ainsi que la diversité des composants « clients » et « serveur » implique de préparer, préalablement à chaque livraison, les différentes étapes à suivre pour assurer la mise en place des différents composants applicatifs. Ces composants peuvent être des programmes compilés, des scripts (procédures stockées) ou encore des nouvelles structures de données telles que des fichiers ou des tables de base de données. Comme le montre l'illustration

d'annexe n°11 suivante, les programmes sources permettant de générer ces composants sont stockés dans le référentiel PCVS, suite de la réception d'une évolution ou d'une simple correction d'anomalie. Ensuite, la phase de livraison débute par une extraction des sources de la référence, préalablement à leur compilation, afin de garantir la conformité des modules mis à disposition.

Illustration en annexe n° 11 : Représentation du processus de gestion des programmes sources.



La gestion technique du déploiement prend en compte les spécificités liées aux différentes technologies logicielles mises en œuvre. En effet, l'application REGA² s'appuie essentiellement sur des technologies du type « client/serveur » répartissant les traitements sur différents composants matériels ou logiciels du système. Ces traitements peuvent se situer :

- soit sur des postes clients, au travers de modules applicatifs de type « client lourd » assurant le rôle de couche de présentation,
- soit au niveau du serveur, via un ensemble de lots de processus dédiés à des fonctions de traitement en « temps réels »
- soit au niveau de la base de donnée lorsque les traitements nécessitent une forte proximité avec les données afin d'optimiser la vitesse des traitements.

Les modalités de livraison varient donc en fonction de la localisation de ces traitements. Tout d'abord, un **poste client REGA** comporte deux applications conçues avec deux langages différents. La première application appelée synoptique REGA² présente différentes couches d'animation du réseau routier et développé avec le langage Borland C++ 5.0. La seconde application, appelée application opérateur REGA est composée de divers modules applicatifs permettant notamment la saisie et la consultation d'informations liées aux événements se déroulant sur le réseau ou aux états trafic et PMV. Cette application est développée avec le langage Centura Team Developer 2.0. Bien que développées avec des langages différents, ces deux applications suivent un processus de déploiement sensiblement similaire. Suite à leur modification, elles nécessitent tout d'abord d'être compilées puis d'être mises à disposition sur les différents serveurs REGA. Les applications REGA² s'exécutant sur les postes client peuvent ensuite se mettre à jour lorsqu'ils détectent une évolution de version d'un des modules applicatif. Ensuite, concernant les **modules serveurs**, la technologie utilisée l'implémentation des programmes est le langage pro*C. Ce langage permet d'embarquer des ordres SQL dans du code écrit en langage C. La livraison d'un programme « serveur » consiste à mettre à jour le référentiel des fichiers de code « source », en environnement de production, afin de procéder ensuite à la compilation des fichiers exécutables. Notons que l'environnement REGA² étant décentralisé, ces opérations concernent généralement plusieurs serveurs. D'autre part, l'un des points délicats de ces livraisons est d'identifier pour chaque fichier source, le ou les serveurs concernés ainsi que les processus applicatifs à recompiler. Enfin, la **livraison de scripts de base de données** est systématiquement effectuée, dans l'environnement de production, par l'administrateur de bases de données (DBA – Data Base Administrator en anglais).



Livraison Client :

Copie sur G:\REGAZ\REFRENC\REGA (depuis g:\regdev\la_livrer)		
Répertoire ladm	Adm.app Adm.bt Adm.qrp	18/01 18/01 18/01
Répertoire lbdhv2	reconst.app reconst.bt	18/01 18/01
Répertoire lconnex	o_gesalTPRegul.app	18/01
Répertoire ldlfonct	Df.app Df.bt df_pic.qrp	18/01 18/01 18/01
Répertoire ldlphoto	Dp.app Dp.bt	25/01 25/01
Répertoire lmco	mco.app mco.bt	18/01 18/01
Répertoire lparam	pt_car.app pt_car.bt lstCapacite.qrp	25/01 25/01 18/01
Répertoire lsyntcons	syntcons.app syntcons.bt	18/01 18/01
Répertoire ldevelopement\Dialogue fonctionnel\dl	O_fidif.pc O_fidifs.pc O_fivers.pc	18/01 18/01 18/01
Répertoire ldevelopement\Paramétrage\dl	o_paramdlf.pc	18/01
Répertoire ldevelopement\Synoptique	Clear.cpp Cste.h Global.h Initapp.cpp Lwindow.h Phase0.cpp Struct.h Troncon.cpp	25/01 18/01 18/01 18/01 18/01 18/01 18/01 18/01
Répertoire G:\REGAZ\REFRENC\REGA	Néant	

Fichier : G:\REGAZ\équipe\guillon_Personnel\CNAM\Mémoire\Annexes\Annexe_02 - L_306 - SRV.docx Page 17
Edité le : 23/01/2015



MES_CTD21APL		
Copie en local		
Répertoire ladm	Adm.app Adm.bt Adm.qrp	18/01 18/01 18/01
Répertoire lbdhv2	reconst.app reconst.bt	18/01 18/01
Répertoire lconnex	o_gesalTPRegul.app	18/01
Répertoire ldlfonct	Df.app Df.bt df_pic.qrp	18/01 18/01 18/01
Répertoire ldlphoto	Dp.app Dp.bt	25/01 25/01
Répertoire lmco	mco.app mco.bt	18/01 18/01
Répertoire lparam	pt_car.app pt_car.bt lstCapacite.qrp	18/01 18/01 18/01
Répertoire lsyntcons	syntcons.app syntcons.bt	18/01 18/01
Répertoire ldevelopement\Dialogue fonctionnel\dl	O_fidif.pc O_fidifs.pc O_fivers.pc	18/01 18/01 18/01
Répertoire ldevelopement\Paramétrage\dl	o_paramdlf.pc	18/01
Répertoire ldevelopement\Synoptique	Clear.cpp Cste.h Global.h Initapp.cpp Lwindow.h Phase0.cpp Struct.h Troncon.cpp	25/01 18/01 18/01 18/01 18/01 18/01 18/01 18/01
Compilation		
Répertoire ladm	Adm.app → Adm.exe	18/01
Répertoire lbdhv2	reconst.app → reconst.exe	18/01

Fichier : G:\REGAZ\équipe\guillon_Personnel\CNAM\Mémoire\Annexes\Annexe_02 - L_306 - SRV.docx Page 18
Edité le : 23/01/2015



Répertoire lconnex	o_gesalTPRegul.app → o_gesalTPRegul.exe	18/01
Répertoire ldlfonct	Df.app → df.exe	18/01
Répertoire ldlphoto	Dp.app → dp.exe	25/01
Répertoire lmco	mco.app → mco.exe	18/01
Répertoire lparam	pt_car.app → pt_car.exe	25/01
Répertoire lsyntcons	syntcons.app → syntcons.exe	18/01
Répertoire ldevelopement\Dialogue fonctionnel\dl	O_fidif.pc → O_fidif.c → fidif32.dll (production + développement) O_fidifs.pc → O_fidifs.c → fidifs32.dll (production + développement) O_fivers.pc → o_fivers.c → fivers32.dll (production + développement)	18/01 18/01 18/01
Répertoire ldevelopement\Paramétrage\dl	o_paramdlf.pc → o_paramdlf.c → paramdlf32.dll (production + développement)	25/01
Répertoire ldevelopement\Synoptique	Sersyn32.ide → sersyn32.exe	18/01
Mise à disposition		
Répertoire ladm	Adm.exe Adm.bt Adm.qrp	18/01 18/01 18/01
Répertoire lbdhv2	reconst.exe reconst.bt	18/01 18/01
Répertoire lconnex	o_gesalTPRegul.exe	18/01
Répertoire ldlfonct	Df.exe Df.bt df_pic.qrp	18/01 18/01 18/01
Répertoire ldlphoto	Dp.exe Dp.bt	25/01 25/01
Répertoire lmco	mco.exe mco.bt	18/01 18/01

Fichier : G:\REGAZ\équipe\guillon_Personnel\CNAM\Mémoire\Annexes\Annexe_02 - L_306 - SRV.docx Page 19
Edité le : 23/01/2015



Répertoire lparam	pt_car.exe pt_car.bt lstCapacite.qrp	25/01 25/01 18/01
Répertoire lsyntcons	syntcons.exe syntcons.bt	18/01 18/01
Répertoire ldl	fidif32.dll fidifs32.dll fivers32.dll paramdlf32.dll	18/01 18/01 18/01 25/01
Répertoire l Synoptique	sersyn32.exe	18/01

Synthese des modifications et évolutions livrées

Numéro de la fiche	Réf. Numéro	Titre	Type de fiche
02239	MOD952	Envoi mauvaise date de fin des événements au noeud DATEX	Modification
02236	MOD949	Extension de réparation des fichiers TPG dans les répertoires racine de réception	Modification
02231	MOD947	Arrêt du lot TPI	Modification
02229	MOD946	Fiabilisation du mécanisme de validation TPG suite à une attente infinie r_vppho sur table COMPTEUR	Modification
02227	MOD945	Enregistrement des horodates précises d'intégration des TdP en central et en région	Modification
02224	MOD943	Correction problèmes d'interblocage TPG avec CORALY + Optimisation Alertes	Modification
02223	MOD942	Arrêt des synoptiques du PCC	Modification
02177	EVO-DP124-1	Projet Régulation de vitesse	Evolution
02241	MOD953	Correction IHM Etat Vitesses en sens 2	Modification
02243	MOD955	Ajout sbdb_tpg_web dans comp.sh pour compilation PCC + suppression TPI	Modification
02249	MOD957	Améliorations de fonctions EVO-DP124 : - Amélioration de la saisie dans l'écran des vitesses - Empêcher toute action sur les alertes de type "système" dans l'IHM de gestion des alertes	Modification

Fichier : G:\REGAZ\équipe\guillon_Personnel\CNAM\Mémoire\Annexes\Annexe_02 - L_306 - SRV.docx Page 20
Edité le : 23/01/2015



		Ajout d'un flag sur les motifs "limitation" pour éviter vers passerelle ITMAGNACET (ou pas)	
02247	MOD957-2	Correction traitement des alarmes distantes suite à une accumulation de fichiers	Modification
02220	MOD948	Correction d'allocation mémoire de br_ajout + Equatoin re_repro	Modification

10.5.5. Processus du SMQ associé au développement informatique de la DISI

L'Organisation Internationale de Normalisation adosse, au travers de la norme ISO-9001, le management des systèmes qualité sur les huit principes suivant :

- L'orientation client, afin de comprendre ses besoins pour y satisfaire au mieux,
- Le leadership, permettant de définir les objectifs et d'encourager les collaborateurs à contribuer à la démarche qualité en instaurant un climat de confiance,
- L'implication des collaborateurs pour le partage de leur savoir-faire et de leur expérience,
- L'orientation processus formalisant les opérations nécessaires pour aboutir systématiquement au résultat attendu,
- Le management par l'approche système, pour comprendre les interactions entre les différents processus,
- L'amélioration continue, sous-tendue par un regard critique constructif des collaborateurs,
- L'approche factuelle pour la prise de décision,
- La convergence d'intérêt entre client et fournisseur en favorisant notamment un partage des acquis et des ressources entre les partenaires et une communication

La DISI s'attache à mettre en application ces principes au travers du SMQ dont elle s'est dotée. Sa politique qualité est, non seulement, déclinée au travers de son manuel qualité mais également, concrétisée par la modélisation de ses différents processus métier.

Le manuel qualité constitue un document de référence pour tout SMQ car il comporte les informations nécessaires à la compréhension générale de l'organisation de l'entreprise et de la démarche préconisée pour atteindre les quatre principaux objectifs suivants. Tout d'abord, le premier objectif recherché est la garantie de la conformité d'un produit ou d'un service aux exigences du client. Ensuite, le second objectif visé est la formalisation d'exigences concernant le SMQ et ses processus. Le troisième objectif recherché est la capitalisation des savoirs-faire afin de rendre pérenne les activités de l'entreprise. Enfin, le quatrième objectif réside dans l'amélioration continue des processus et plus largement du SMQ lui-même.

Notons que concernant l'objectif d'amélioration continue, la représentation schématique appelée « roue de Deming », présente les étapes cycliques à suivre pour augmenter l'efficacité d'une organisation. Le sigle anglais PDCA est un moyen mnémotechnique pour lister ces étapes : Plan (Préparer, Planifier), Do (Faire, Réaliser), Check (Vérifier, Contrôler), Act (Réagir, Améliorer). Le manuel qualité présente, en premier lieu, la politique qualité et l'engagement de la Direction. Ensuite, il présente le SMQ en détaillant son domaine d'application, les différents processus. Il détaille également l'organisation humaine autour du SMQ, la planification du SMQ, les procédures de contrôle et d'évaluation ainsi que les aspects liés à la sécurité informatique et la confidentialité des données. L'extrait du manuel qualité de la DISI, ci-après, permet de comprendre la finalité d'un tel document :

Le Manuel Qualité présente les grands axes de la démarche qualité conformément à la norme ISO 9001 version 2008. Il définit les principes du système qualité et décrit les dispositions prises pour s'assurer de la satisfaction des exigences de nos clients, de l'optimisation de notre organisation et de nos méthodes de travail.

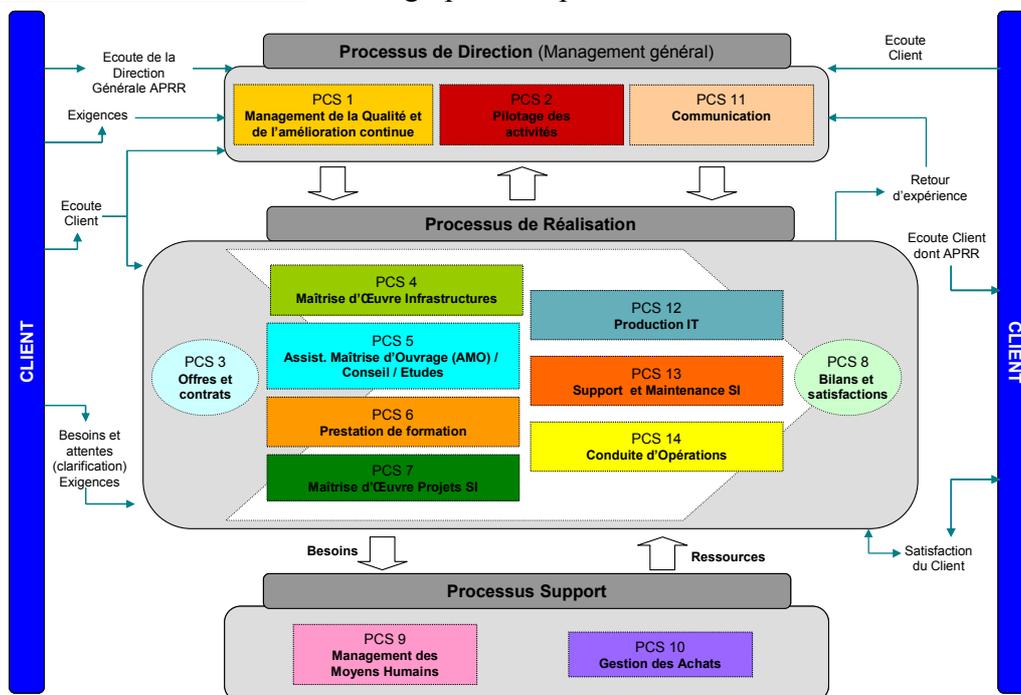
Le Manuel Qualité est un document de référence et un moyen d'information pour nos clients permettant à ces derniers de comprendre notre organisation et nos méthodes de fonctionnement.

La documentation du SMQ comprend notamment le manuel Qualité, les procédures documentées exigées par les référentiels ISO 9001 : 2008, la description des processus, de leurs interactions et les enregistrements rattachés.

Il est important de souligner l'importance de l'implication du management dans le but de mobiliser l'intégralité des collaborateurs autour de la démarche qualité. Cette volonté est formalisée par la lettre d'engagement rédigée par la Direction.

Le manuel qualité détaille également la **cartographie des différents processus métier** modélisant les activités couvertes par son champ d'application. La modélisation par processus s'attache à représenter un ensemble d'activités corrélées entre elles, permettant de transformer des éléments entrants en éléments sortants. Ces derniers peuvent, en outre, constituer à leur tour des éléments entrants pour d'autre processus. L'illustration d'annexe n°13, ci-après, présente la cartographie des processus considérés comme essentiels pour l'efficacité générale de l'activité de la DISI. Cette cartographie fait apparaître trois grands ensembles de processus, avec, tout d'abord, celui regroupant les processus de direction (ou de management), déterminant notamment la stratégie et le pilotage du SMQ ainsi que la politique qualité. Le second ensemble réunit sept processus de réalisation qui contribuent à la production effective des produits ou des prestations. Et enfin, le troisième et dernier ensemble intègre les processus de support ayant en charge du bon déroulement des autres processus. Dans les lignes qui suivent, nous passerons en revue deux processus particuliers, le premier lié à la planification du SMQ et le second relatif à la MOE de projets SI mis en œuvre dans le cadre du présent projet. Tout d'abord, concernant **la planification du SMQ**, celle-ci est formalisée dans un processus spécifique, référencé PCS1, ayant pour objet la gestion du système de management de la qualité et l'amélioration continue de la performance de la DISI. Son objectif est de faire vivre le SMQ, d'organiser et d'améliorer les prestations internes et externes de la DISI, d'accroître l'efficacité et d'améliorer le fonctionnement de la DISI pour son propre bénéfice et celui de ses clients et collaborateurs.

Illustration en annexe n° 13 : Cartographie des processus de la DISI.

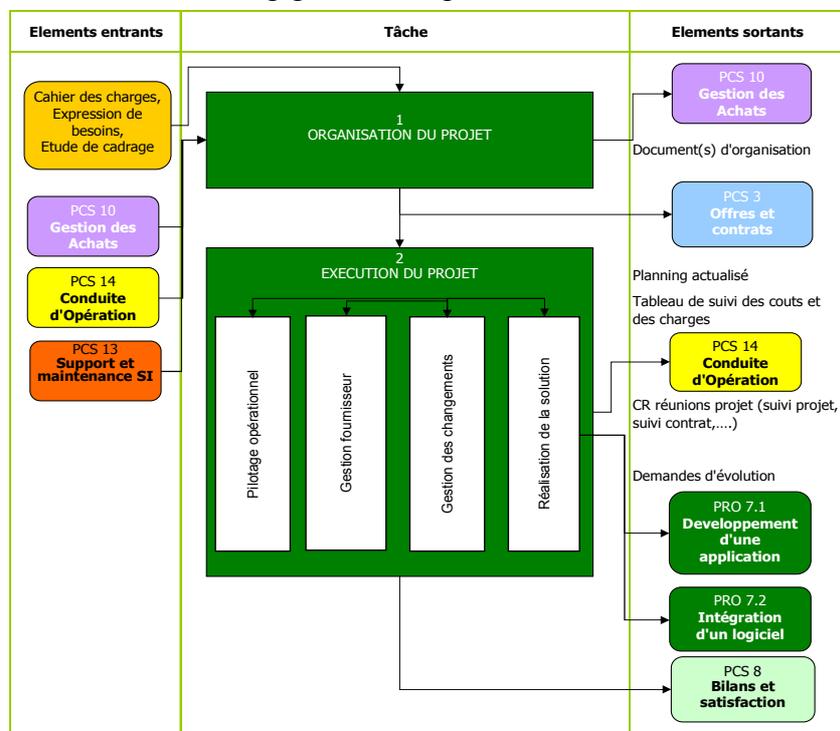


Source : Manuel qualité SMQ de la DISI du groupe APRR

Quatre procédures découlent de ce processus : Le premier concerne la gestion des documents du système qualité, le second est relatif au traitement des non-conformités et des dysfonctionnements, le troisième s'attache à décrire le déroulement des audits qualités internes, et

enfin le quatrième traitant de la gestion des actions correctives, préventives et des opportunités d'amélioration. Notons que les procédures sont des modes opératoires écrits, explicitant le déroulement d'une tâche, d'un processus. Ensuite, concernant le **processus MOE de projets SI** (cf. illustration d'annexe n°14, ci-après), celui-ci est mis en œuvre dans le cadre du présent projet est référencé PCS7.

Illustration en annexe n° 14: Logigramme du processus Maitrise d'œuvre de projets SI.



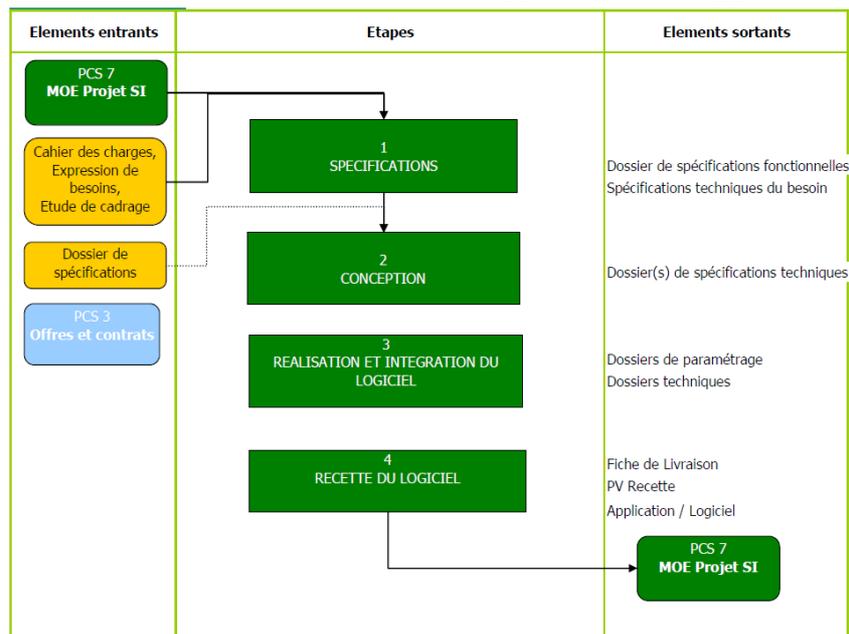
Source : SMQ de la DISI du groupe APRR

Il décrit l'activité de maîtrise d'œuvre de projets de type « Systèmes d'Information » ayant par définition une forte composante informatique. De tels projets peuvent prendre en charge des missions de développement logiciel, d'intégration de progiciels ou de déploiement d'équipements. La finalité de ce processus est d'organiser, de structurer et de sécuriser la gestion d'un projet d'évolution ou de mise en œuvre d'un SI afin de garantir l'atteinte des objectifs de coût, délai et qualité du projet. Deux procédures lui sont rattachées : la première liée au développement d'une application informatique (cf. illustration d'annexe n°15, ci-après) et la seconde relative à l'intégration d'un logiciel. Ce processus « MOE de projets SI » distingue les deux étapes principales pour la réalisation d'un projet SI : une première relative à l'organisation du projet suivie d'une seconde associée à l'exécution du projet. La première étape consiste à préparer la phase d'exécution en évaluant les charges, les coûts et les délais et en identifiant les ressources humaines et matérielles nécessaires à la réalisation de la solution. Elle nécessite, au préalable, une expression de besoin formalisée de la part de la MOA permettant de définir un objectif et un cadre au projet. D'autres processus peuvent initier cette étape, tels que celui relatif à la gestion des achats lorsque le projet nécessite la fourniture de matériels, logiciels ou d'équipements, ou encore, tel que celui associé à la conduite d'opération lorsque la MOA délègue cette mission à la DISI.

Lorsque l'organisation du projet a donné lieu à une feuille de route et que la MOA a validé le périmètre fonctionnel de la réalisation et des estimations financières, la phase d'exécution peut ensuite débiter. Si le projet nécessite de faire appel à des prestations externes, comme cela a été le cas pour le projet objet de ce mémoire, le processus spécifique référencé PCS3 « Offre et contrat »

peut alors initier cette phase d'exécution. Ce processus PCS3 décline l'enchaînement des opérations à suivre notamment pour ouvrir un appel d'offre, sélectionner une entreprise, contractualiser une prestation et suivre son déroulement. La phase d'exécution du projet marque le déroulement effectif de la réalisation de la solution supervisé par un ensemble d'actions liées au pilotage opérationnel. Si la réalisation nécessite le développement d'une application, une procédure spécifique est prévue à cet effet (cf. illustration d'annexe n°15, ci-après). En parallèle, peuvent être menées des activités liées à la gestion des fournisseurs (suivi et contrôle du contrat) ou à la gestion du changement (organisation de formations, assistance à la MOA pour l'intégration de la solution dans la ou les filières « métier » concernées).

Illustration en annexe n° 15 : Procédure de développement d'une application (Logigramme).



Source : Référentiel de description des processus qualité

10.5.6. Exemple de tableau de suivi des risques

Tableau d'annexe n° 4 : Exemple de tableau de suivi des risques fourni par l'entreprise prestataire.

Contrôle des risques du projet REGA ² - TP REGUL						
Type	Risque	Gravité (1)	Probabilité (2)	G - P	Action de diminution	Commentaires
Matériel	Dysfonctionnement de la connexion à APRR depuis COACH-IS	2	30%	0.6	Test de la connexion depuis les locaux de COACH-IS au plus tôt. Une alerte est mise en place du côté d'APRR pour résoudre les problèmes de connexion. Si l'indisponibilité devait dépasser plus d'une journée, il serait possible que l'équipe COACH-IS se déplace dans les locaux ZAFRE pour travailler.	Problème de connexion constaté et suivi par l'équipe ces dernières semaines (21/03 et 03/04) - machine plus joignable, très fort ralentissement. Le temps cumulé perdu est d'environ deux jours.
Matériel	Dysfonctionnement de la connexion internet chez COACH-IS	2	15%	0.3	Deux lignes internet différentes avec les fournisseurs d'accès différents sont utilisés chez COACH-IS (ORANGE et COMPTON). En cas de problème d'une ligne, possibilité de basculer sur l'autre ligne.	
Planning	Disponibilité du groupe utilisateur	2	10%	0.2	Planifier au plus tôt : - l'organisation de réunions pour compléter et valider les spécifications (maquettes IHM) - la phase de tests - le groupe utilisateur devra être en place de la phase de VABF (4 semaines) pour tester l'application.	Neuf réunions de travail ont été faites (29/11/11, 06/12/11, 13/12/11, 10/01/12, 17/01/12, 24/01/12, 31/01/12, 14/02/12 et 07/03/12) La recette elle est prévue du 2 mai 2012 au 11 mai 2012. La VABF commencera le 02/05/12 et se terminera le 31/05/12.
Planning	Disponibilité des décideurs	3	10%	0.3	Vérifier au plus tôt la disponibilité des décideurs pour les phases de validation et de recette. En cas d'indisponibilité, déléguer le pouvoir de validation à une autre personne.	Début de la phase de recette - le 02 mai 2012 pour une durée de 6 jours Début de la phase de VABF - le 14 mai 2012 pour une durée de trois semaines

Date: 10/04/2012 page 1 / 5

Contrôle des risques du projet REGA ² - TP REGUL						
Planning	Disponibilité cellule technique APRR	3	5%	0.2	Prévoir au plus tôt la planification des réunions techniques : - pour la validation de l'architecture - pour la validation du modèle de données (DBA APRR) - Prévoir un backup à Eric GUILLON et Yannick DROUOT en cas d'indisponibilité	Pour validation du modèle de données et pour validation de l'architecture retenue. Validation du modèle de données pour le projet TP faite avec le DBA APRR le 10/02/12.
Planning	Disponibilité équipe COACH-IS	3	10%	0.3	COACH-IS dispose au sein de son effectif de collaborateurs pouvant remplacer un membre de l'équipe : - Agnès BOURGEAT - Françoise DELACOLONGE, - Frédéric CROQUETTE,	
Planning	Retard à la livraison du projet dans REGA ²	2	20%	0.4	Priorisation des tâches du projet - Attelage des temps de parcours dans REGA ² pour tenir la date butoir du 1er mai 2012. - Tâche prioritaire - affichage des messages avec les variables temps de parcours sur les PMV, mise à jour des passerelles - Tâches annexes - mise à jour des synthèses, gestion des alertes, synoptique	
Technique	Régession sur les modifications de l'existant	2	20%	0.4	Connaissance poussée de l'application	La MOE APRR devra effectuer des tests de non régression - objectifs prioritaires.

Date: 10/04/2012 page 2 / 5

Contrôle des risques du projet REGA ² - TP REGUL						
Technique	Sources non disponibles pour le début de la phase de réalisation	3	5%	0.2	Faire un point sur les sources nécessaires pour le démarrage de la phase de réalisation de REGA ² en janvier 2012 et valider les dates de retours des sources somées.	A l'heure actuelle, toutes les sources demandées ont été somées de la référence sans aucun problème. Les principales sources restant à sortir sont les sources concernant les passerelles.
Technique	Problème d'interface entre REGA ² et la plateforme TPG	3	5%	0.2	Sur les phases de spécifications, travail en commun des deux équipes projet. Coordination des phases de recette et VABF des deux projets pour valider le fonctionnement de l'interface entre les deux systèmes.	Besoin de fichiers générés par la plateforme TPG au plus tôt afin de valider le fonctionnement de notre passerelle en mode réception de fichier. Pour le mode envoi de fichier, pour l'instant, les fichiers ne sont pas encore générés du côté de la passerelle.
Technique	Problème d'interface entre REGA ² et la plateforme SRV	3	10%	0.3	Lots de la phase de conception, travailler en étroite collaboration avec l'équipe en charge de spécifier la plateforme SRV.	
Technique	Changement de version de la suite OFFICE en cours de projet : actuellement version 2003, utilisée mais possibilité de passer à la version 2010 d'ici à la fin de projet.	2	20%	0.4	Sur la phase de réalisation et de recette du projet "Affichage des temps de parcours dans REGA ² ", aucun changement de version ne sera effectué. La version d'OFFICE pour ce projet sera 2003. Si consigne groupe APRR pour changement de la version d'OFFICE, la migration (non prévue dans le projet initial) s'effectuera durant la phase de réalisation du projet "Régulation de vitesse dans REGA ² ".	

Date: 10/04/2012 page 3 / 5

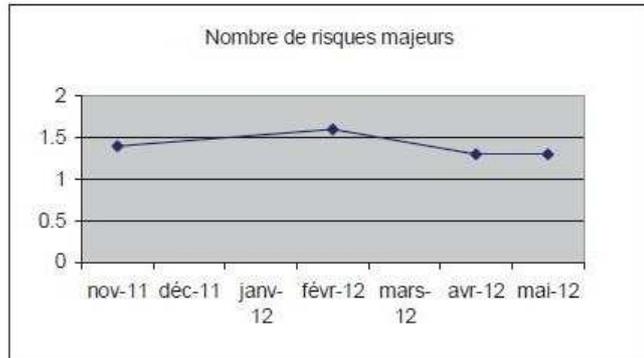
Contrôle des risques du projet REGA ² - TP REGUL						
Contrat	Retour des utilisateurs sur les IHM pour des éléments de confort et / ou d'esthétique de l'application	1	25%	0.3	Présentation de maquettes afin de valider l'ergonomie générale de l'application. - pour l'ouvrage et d'écrire interne APRR meneront les actions nécessaires pour éviter tout retour hors périmètre.	Pour chaque demande, il sera nécessaire d'étudier le ration charge de la demande / satisfaction utilisateur. Deux passes nécessaires pour la validation des maquettes : - une première pour présenter les brouillons des maquettes - une seconde pour les valider Système de livraisons intermédiaires mis en place pour avoir les retours utilisateurs au plus tôt.
Contrat	Retour des utilisateurs sur les adaptations du système REGA ² pour demander de nouvelles fonctionnalités qui n'auront pas été identifiées pendant la phase de spécification	3	15%	0.5	La maîtrise d'ouvrage et d'écrire interne APRR meneront les actions nécessaires pour éviter tout retour hors périmètre.	Système de livraisons intermédiaires mis en place pour avoir les retours utilisateurs au plus tôt.
Nombre de risques majeurs 1.3						

Date: 10/04/2012 page 4 / 5

(1)	Gravité de 1 à 3 avec : 3 = risque majeur / met en péril la réussite du projet, le impact non négligeable
(2)	Probabilité d'apparition du risque (de 0% - risque impossible à 100% - risque certain)

Contrôle des risques du projet REGA² - TP REGUL

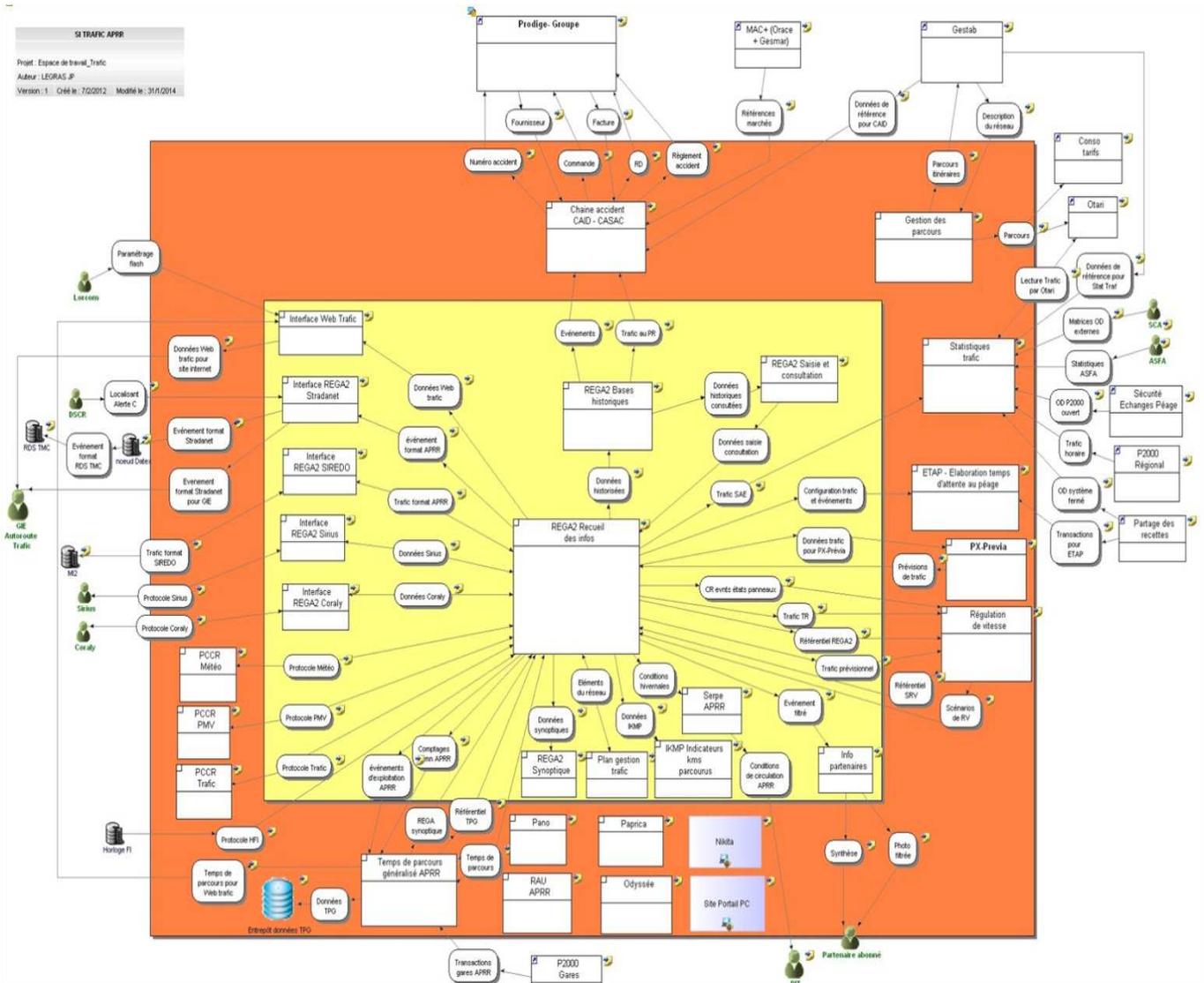
Date	Nombre de risques majeurs
29/11/2011	1.4
15/02/2012	1.6
10/04/2012	1.3
31/05/2012	1.3



Source : Tableau de suivi des risques fourni par l'entreprise prestataire.

10.6. Annexe n°6 – Cartographie applicative SI Traffic

Illustration en annexe n° 16 : Cartographie applicative du SI Traffic APRR.



Source : Extrait du référentiel cartographique des SI APRR du domaine Traffic.

Les modules applicatifs sont représentés par des rectangles blancs et les flux d'information par des flèches dont la nature est précisée dans des rectangles arrondis. Le cœur du SI Traffic,

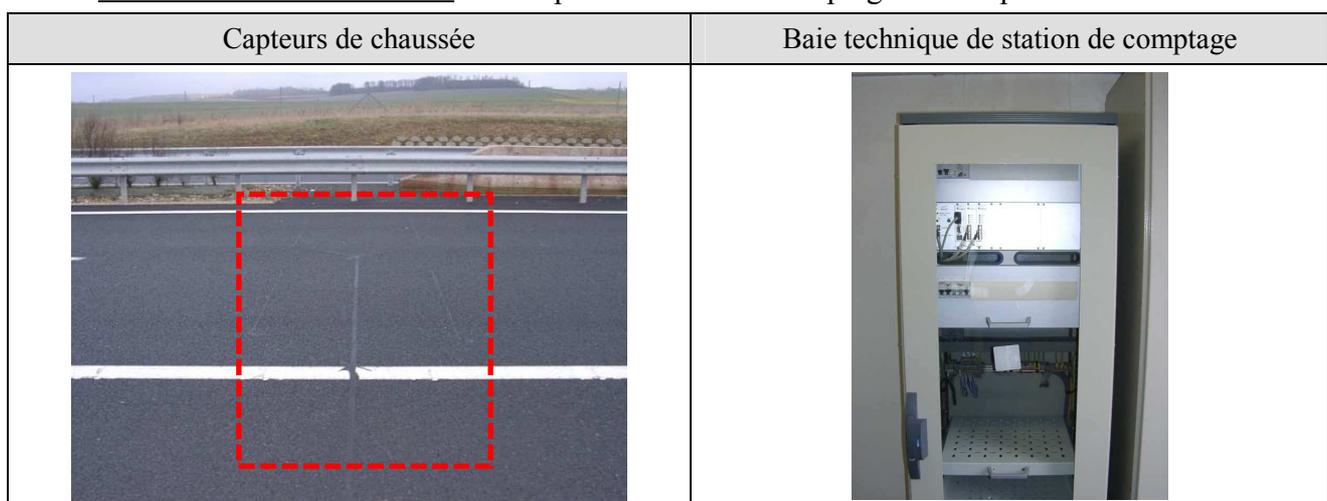
représenté à l'intérieur du périmètre jaune, est constitué des modules applicatifs internes au SAGT REGA² (exemple : interfaces d'échanges avec les frontaux, application synoptique, passerelle WebTrafic, etc...). Les modules ou chaînes applicatives satellites inscrites dans le périmètre du SI Trafic sont représentées dans la zone orange. Il peut s'agir de systèmes de pilotage d'équipements (nommés également « frontaux » ou encore « PC Constructeur » - PCCR), de systèmes périphériques hébergés dans le centre de données APRR et exploitant totalement ou partiellement des informations issues du domaine Trafic. Il est important de souligner que la cartographie, présentée ci-dessus, ne fait pas apparaître les composants applicatifs de gestion d'automates (GTC – Gestion Technique Centralisée) dédiés à la supervision de tunnels tels que celui de Saint-Martin-Du-Frêne sur l'autoroute A40 ou encore celui de Sainte-Marie-Aux-Mines sur la route N159 du fait de leur caractère autonome et indépendant du SI Trafic.

10.7. Annexe n°7 – Equipements d'exploitation

10.7.1. Technologies de capteurs trafic

Différentes catégories de capteur trafic existent sur le marché parmi lesquelles on peut recenser, tout d'abord, les capteurs intrusifs intégrés dans la chaussée tels que les boucles inductives, les capteurs magnétomètres ou encore les capteurs à effet piézo-électriques. Ensuite, se distinguent les capteurs non intrusifs, installés hors de la chaussée, basés sur diverses technologies telles que les capteurs à télémétrie laser à impulsion, les capteurs infra-rouge, les capteurs à hyper fréquences, ou encore les capteurs vidéo. Enfin, une nouvelle catégorie de capteurs vient compléter celles précédemment citées regroupant les capteurs embarqués dans les véhicules tels que des équipements GPS, des boîtiers dédiés ou encore des téléphones mobiles. Pour information, le réseau APRR est équipé majoritairement de stations avec capteurs intrusifs de type boucle inductive cependant la tendance actuelle est de déployer des stations non-intrusives de technologie radar, avec capteurs « hyperfréquence », pour leur coût réduit de déploiement et de maintenance.

Illustration en annexe n° 17 : Exemple de station de comptage avec capteurs intrusifs.



Source : Images fournies par le département DISI/ITEQ

[Exemples de technologies de capteurs intrusifs]

Boucle électromagnétique

Il s'agit d'un capteur électromagnétique dit « intrusif » car inséré dans la chaussée et relié à un détecteur. Lors de leur passage au-dessus de ce type de capteur, les essieux des véhicules provoquent une variation du champ électromagnétique et donc l'induction d'un courant dans la boucle. La variation de tension mesurée dure le temps du passage du véhicule.

Capteur magnétomètre en chaussée

Ce type de capteur contient des boucles d'induction magnétique intégrées dans des circuits imprimés de très petite taille qui génèrent un courant proportionnel aux variations du champ magnétique terrestre dues au passage des véhicules. Sa taille est de l'ordre de quelques centimètres.

Capteur à effet « Piézo-électrique »

Ce capteur utilise une propriété électrique spécifique qu'ont certains matériaux capables de générer un courant électrique sous l'effet d'une contrainte mécanique. Ces matériaux peuvent être, soit de la céramique, soit du quartz, soit des polymères. Le courant généré est proportionnel à la pression exercée sur le capteur.

[Exemples de technologie de capteurs non intrusifs]

Capteur hyperfréquence Doppler

Ce capteur est généralement fixé sur un mat ou un portique sur l'accotement de la chaussée. Il émet des ondes électromagnétiques qui sont réfléchies par les véhicules qui circulent. La forme et l'amplitude du signal réfléchi permet de déterminer la forme du véhicule (VHL ou PL). Le décalage de la fréquence du signal reçu par rapport au signal émis permet quant-à-lui de déterminer la vitesse des véhicules.

Capteurs Laser

Le capteur laser émet un rayon lumineux amplifié et invisible dont la réflexion sur les véhicules permet la mesure de distances capteur/véhicule, de vitesse, de longueur et de forme de véhicule.

→ Pour en savoir plus sur les diverses technologies de capteur de données trafic : <http://www.transport-intelligent.net/technologies/capteurs-77/>

10.7.2. Equipements vidéos et réseau d'appel d'urgence

L'exploitation du réseau nécessite de compléter les outils existants avec des dispositifs vidéos permettant à des acteurs humains de visualiser et d'apprécier en temps réel une situation.

Illustration en annexe n° 18 : Exemple de caméras vidéo déployées sur le réseau.

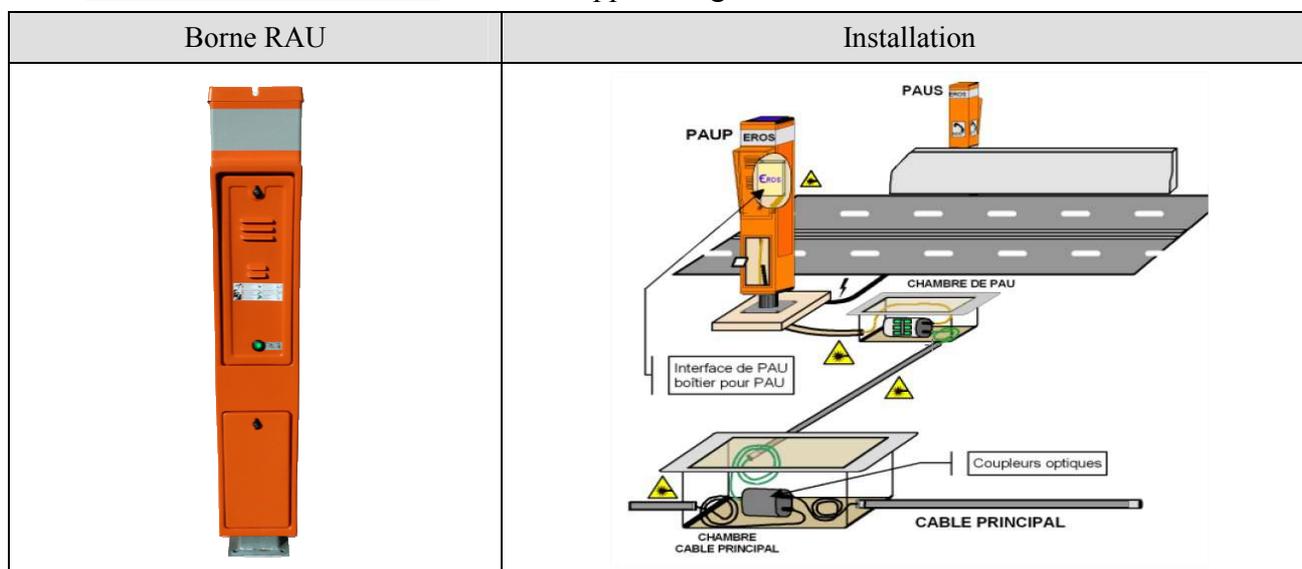
Caméra vidéo de surveillance du tracé autonome	Modèles de caméras utilisées
	 <p>Caméra assemblée</p> <p>Caméra Pelco</p> <p>Dôme Vicon</p>

Source : http://www.videosurveillance-infos.com/Un-mat-de-videosurveillance-eolien-solaire-pour-les-Autoroutes-Paris-Rhin-Rhone_a212.html

L'un des objectifs principaux de ces caméras est donc tout d'abord d'assurer la sécurité à différents endroits du réseau comme le linéaire autoroutier, les tunnels ou encore les parkings sécurisés. Dans certains cas, ces caméras peuvent être couplées à des systèmes apportant une analyse automatisée de certaines situations. Ces systèmes peuvent, par exemple, assurer une fonction de détection automatique d'incident (DAI) à des endroits particuliers du réseau, ou encore, vérifier la conformité des vitesses des véhicules dans un flux de circulation pour afficher des messages de sécurité (SAVM). L'utilisation de caméras vidéo ne se limite pas à la surveillance du tracé. Elles sont également utilisées dans les gares de péage télé-exploitées pour permettre à des opérateurs d'assister les clients en cas de besoin. Les caméras complètent également les dispositifs de lutte contre la fraude implantés dans les voies de péage.

Le **réseau d'appel d'urgence** (RAU) est un dispositif permettant de déporter sur le terrain une assistance aux clients circulant sur le réseau. Ces derniers peuvent utiliser, en cas d'urgence, l'une des deux mille cinq cent bornes implantées le long du tracé pour, par exemple, informer le PC en charge de l'assistance d'un accident ou d'un incident grave se déroulant sur le réseau. Ces bornes peuvent également être utilisées pour demander une assistance en cas de panne. Ce dispositif, nécessitant une disponibilité maximale, met en œuvre des mécanismes prenant en charge la redirection automatique des appels, sur chacun des quatre sites de réponse, selon un protocole défini en cas de non réponse de l'un d'eux. Les bornes permettent également à un opérateur PC, lors du traitement d'un accident, de mettre en mode « conférence » les communications avec les forces de l'ordre.

Illustration en annexe n° 19 : Borne d'appel d'urgence.



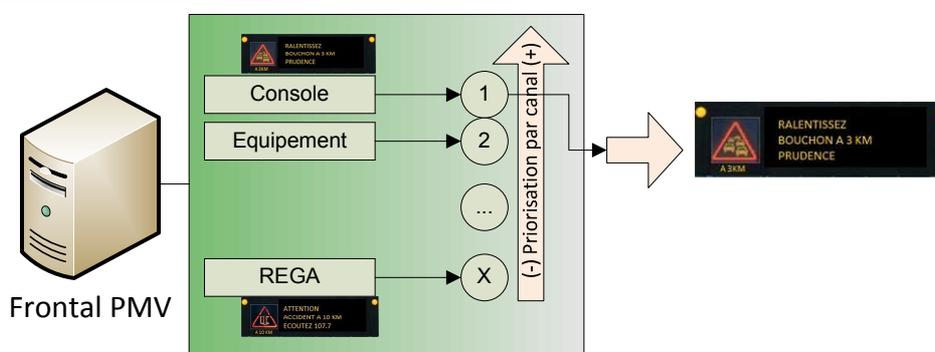
Source : Document interne DISI/ITEQ (Architecture RAU).

Notons que l'utilisation de ces bornes offre l'avantage de géo-localiser le lieu de l'incident. Une autre déclinaison de ce service permet de géo-localiser l'incident de manière plus précise par le biais de l'application « SOS autoroute », téléchargeable et utilisable par le grand public sur téléphone mobile sous iOS (Apple) ou Android (Google). Cette application, éditée par APRR, est actuellement opérationnelle sur les réseaux APRR, AREA, SANEF, SAPN, SFTRF et ADELAC. Sa couverture devrait encore être étendue, à terme, à d'autres réseaux autoroutiers.

10.8. Annexe n°8 – Protocole de dialogue SAGT / équipements dynamiques

Le SAGT REGA² pilote ses équipements dynamiques (PMV, points de mesure trafic et météorologiques) indirectement via des frontaux dédiés qui assurent une couche d'abstraction logicielle rendant indépendant le pilotage des spécificités de dialogue bas niveaux avec les équipements. Les frontaux PMV permettent de piloter l'affichage de messages, sur chaque PMV asservi, via différents canaux ayant une priorité propre. Le canal d'affichage le plus prioritaire est celui associé au mode console (mode dégradé), utilisable par les opérateurs en mode dégradé. Le canal lié aux activations REGA est, quant-à-lui, le moins prioritaire. Il est possible de connecter des équipements déclencheurs d'affichages PMV sur des canaux de priorité intermédiaire comme, par exemple, des systèmes de détection automatique de bouchon ou encore des détecteurs de verglas. L'illustration d'annexe n°20, ci-dessous, présente schématiquement le fonctionnement des frontaux PMV mettant en œuvre un mécanisme de priorité de canal d'affichage.

Illustration en annexe n° 20 : Schéma de fonctionnement d'un frontal PMV.



[Pilotage des PMV par REGA]

Le pilotage des PMV est assuré par les serveurs REGA² régionaux, via des frontaux dédiés implantés dans les différents districts. Il repose sur un protocole de dialogue propriétaire encapsulé dans des flux de données gérés par des sockets TCP. Il existe trois types d'ordre particuliers émis à l'initiative du serveur régional vers les PCCR PMV :

- Un type gérant l'activation de message, permettant l'envoi de demandes d'affichage PMV simples ou groupées,
- Un type émettant des demandes de remontée d'état PMV, ayant pour but de faire relayer au SAGT les éventuels changements d'état des panneaux comprenant notamment les informations liées aux messages affichés ou liés des défauts matériels,
- Un type assurant la synchronisation des PCCR PMV par le SAGT.

Activation des affichages PMV

L'arbitrage des affichages, effectué en temps réel par le SAGT, implique pour ce dernier d'être à l'initiative des demandes d'activations envoyées aux différents PCCR PMV. Ces derniers relayent ensuite l'affichage vers les PMV concernés.

Remontée des états PMV

Les changements d'état PMV étant susceptibles d'apparaître à tout moment, suite à une activation, les ordres sont effectués à l'initiative du serveur REGA régional par le biais d'interrogations cycliques régulières (appelée également « pooling » en anglais) émises vers les PCCR. Ces derniers restituent l'état d'un PMV si celui-ci a été sujet à un changement d'affichage

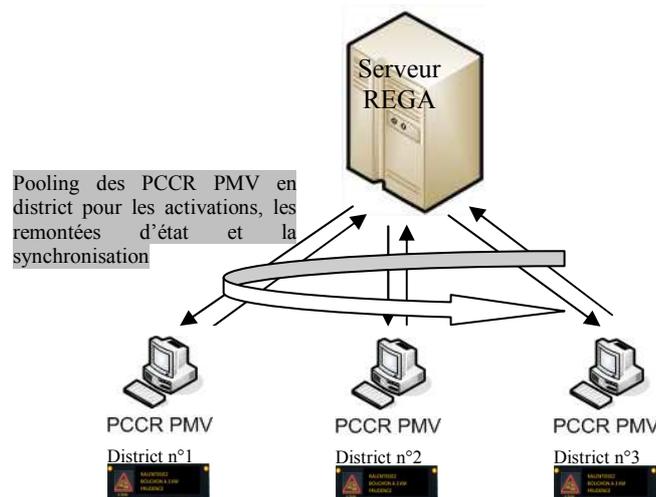
de l'un de ses modules comme par exemple une ligne texte, un pictogramme ou encore le flash. L'apparition ou la disparition d'un défaut de fonctionnement d'un des modules est également considéré comme un changement d'état.

Synchronisation horaire

Des messages de synchronisation sont envoyés par le serveur REGA régional vers les PCCR toutes les dix minutes afin de garantir un référentiel horaire identique.

L'illustration d'annexe n°21, ci-après, représente schématiquement le dialogue d'un serveur REGA régional avec les différents PCCR PMV déployés.

Illustration en annexe n° 21 : Représentation du dialogue REGA² avec les frontaux PMV.



[Dialogue avec les équipements de collecte de recueil de données]

Sur le même principe que le pilotage des PMV, la collecte des données trafic et météorologiques est également à l'initiative du serveur REGA régional via des messages de demandes de relevés adressées aux frontaux. Ces messages sont également de trois types :

- Un type gérant l'acquisition des relevés en temps réel,
- Un type prenant en charge les opérations de récupération de données, en cas de rupture de transmission durant un certain temps entre les stations et le SAGT,
- Un type assurant la synchronisation des PCCR.

10.9. Annexe n°9 – Description du système REGA²

10.9.1. Historique

L'activité d'exploitation d'une autoroute a impliqué, dès la création de la société, la mise en œuvre de deux grandes filières métier au sein de ces organisations : l'une, ayant en charge de la collecte du péage et, l'autre, ayant en charge l'entretien et la sécurisation le réseau. Ces deux domaines d'activité ont très vite eu recours à des solutions informatisées afin d'assister le personnel dans la réalisation de leurs missions. C'est ainsi que le domaine de la sécurité s'est vu doté, dès 1987, d'un outil de première génération, appelé REGA (Réseau d'Exploitation et de Gestion des Autoroutes), s'appuyant sur diverses technologies de pointe pour l'époque en matière d'informatique et d'électronique. Ce Système d'Aide à la Gestion du Trafic (SAGT) avait pour fonction principale le recueil et la restitution de données liées aux conditions de circulation, 7j/7 et

24h/24, à destination d'agents postés dans les différents postes de commandement (PC) dédiés à la sécurité.

Face au développement extrêmement rapide de l'informatique, à la fin des années 1980, de nouveaux besoins sont apparus et l'ancien système a été totalement remplacé par un nouveau (REGA²), utilisant de nombreuses technologies devenant accessibles alors, telles que :

- les technologies de communication via des réseaux locaux ou étendus,
- les technologies de développement d'applications et notamment celles de type « client / serveur »,
- les technologies de stockage et de recherche de données (Bases de données relationnelles)
- les technologies SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition en anglais) permettant notamment la supervision de processus industriels.

Au fil des années, grâce à ces technologies favorisant leur interopérabilité, le SAGT REGA² a évolué pour devenir un outil central dans le dispositif d'exploitation autoroutière dont les principales fonctions sont présentées dans sections suivantes.

10.9.2. Description des types de localisations REGA² et des ETV

Chaque type de localisation, utilisable dans le système REGA², se compose d'un ensemble de zones sur lesquelles il est possible de saisir un état des voies :

- sur une aire, il existe trois zones : entrée, parking, sortie
- sur un diffuseur, il existe six zones : entrée sens 1 et/ou sens 2 (bretelle d'accélération), sortie sens 1 et/ou sens 2 (bretelle de décélération), plate-forme de sortie, plate-forme d'entrée
- en section courante dont le détail permet de distinguer les zones suivantes : Bande d'arrêt d'urgence (BAU), Voie Spécialisée pour les Véhicules Lents (VSVL), Voies médianes (VM), Voies rapides (VR), ½ Terreplein Central (TPC),
- sur points singuliers de type « Barrière de péage », « Interruption de Terre-Plein Central » (ITPC), « Lit d'arrêt d'urgence », « Pont », « Tunnel » ou « Borne RAU ».

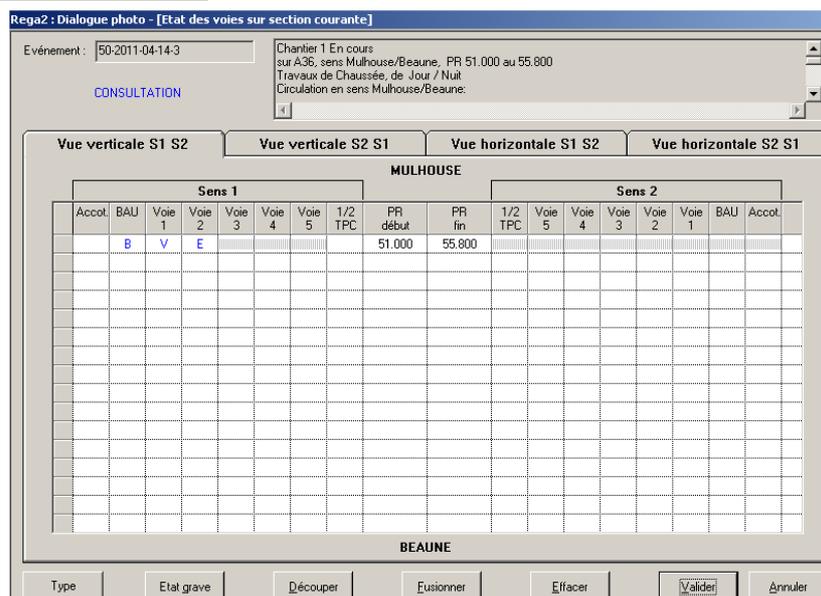
Le tableau, ci-après, présente les différentes valeurs d'état de voie pouvant être utilisées pour préciser les modalités d'occupation des voies.

Tableau d'annexe n° 5 : Codification des ETV utilisables pour décrire la localisation d'un fait.

Etat	Information concernant la voie
Non renseigné	Voie circulée normalement
B	Voie balisée
C	Voie normalement non circulée rendue disponible à la circulation
D	Voie délestée
E	Voie circulée en sens inverse étroit
F	Voie balisée avec une flèche lumineuse de rabattement (FLR)
I	Voie circulée en sens inverse
P	Positionnement d'objet sans gêne sur les voies
Q	Voie bloquée
T	Voie circulée sous alternat

Ces états de voies peuvent être utilisés pour détailler les tronçons de route sur lesquels sont localisées les photos saisies. L'illustration d'annexe n°22, ci-après, présente un exemple de description des voies.

Illustration en annexe n° 22 : Ecran dédié à la saisie de l'ETV d'un fait localisé en SC.



Cet écran permet de représenter le profil en travers schématique de la portion de route couverte par le fait saisi. Ici, il s'agit d'un fait de nature Chantier, implanté sur A36 dans le sens Beaune/Mulhouse du PR 51 à 55. L'état des voies saisi indique que la BAU est balisée (lettre B), que la voie la plus à droite est circulée sous vitesse réduite (Lettre V) et que la voie la plus à gauche est réduite en largeur (Lettre E). Cette illustration présente un exemple simple comportant un état de voie dont le nombre de voies est identique sur tout le linéaire couvert par le fait. Il est toutefois possible de saisir des états de voies plus complexes sur un linéaire routier dont le nombre de voies varie et permettant de définir des basculements de voies dans le sens opposé comme dans le cas de certains chantiers importants.

10.9.3. Description des natures de fait REGA²

Tableau d'annexe n° 6 : Tableau des natures de fait « REGA² ».

Code nature de fait	Correspondance de la nature
ADE	Accès déconseillé
ACC	Accident
BAL	Balisage
BOU	Bouchon
CHA	Chantier
COR	Coraly - Faits créés par le système externe CORALY
DEL	Délestage
DIV	Divers - Faits permettant également l'affichage de temps de parcours sur PMV
FER	Fermeture
FLU	Fluide - Faits créés par le système externe SIRIUS
INC	Incident
BIS	Itinéraire BIS

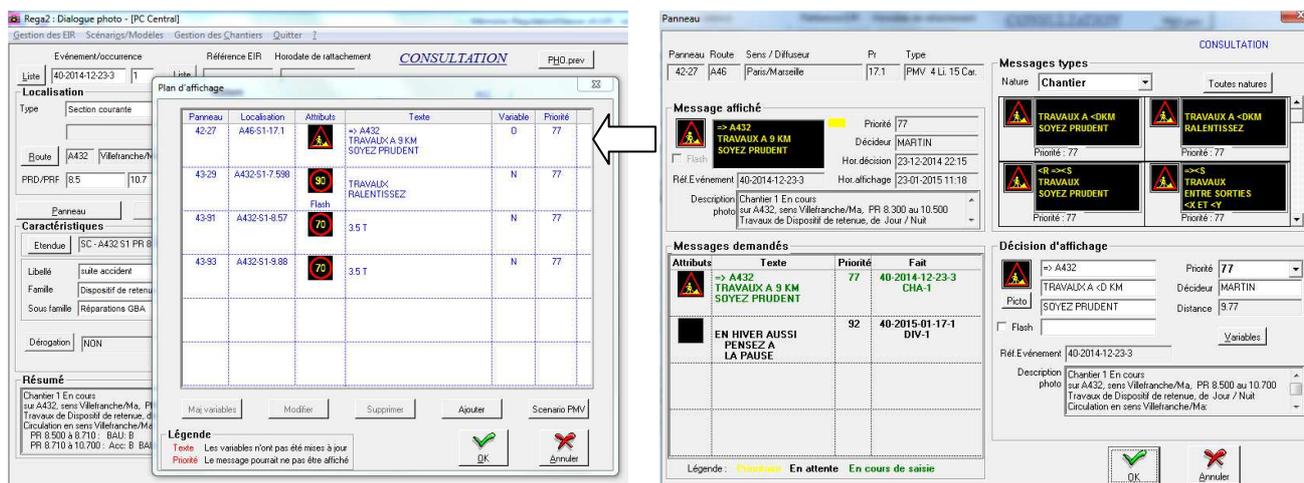
Code nature de fait	Correspondance de la nature
MAN	Manifestation
PGT	Plan de gestion trafic - Faits permettant également l'affichage de temps de parcours sur PMV
HIV	Service Hivernal
SOC	Sortie Conseillée
VIT	Régulation / Limitation de vitesse - Nouvelle nature de fait créée spécifiquement pour les besoins de la fonction de régulation de vitesse

10.9.4. Complément aux notions événementielles REGA²

Une référence de fait est composée d'une référence événement associée à une nature de fait et un numéro d'occurrence. Par exemple, la référence 10-2014-04-08-5 CHA(2) désigne la deuxième occurrence de fait de nature chantier rattachée au cinquième événement créé le 08 avril 2014 pour la région Paris (région n°10). Afin de mieux comprendre la gestion événementielle REGA, revenons un instant sur la notion de photo qui est à la base de la saisie événementielle du système REGA². Comme nous l'avons vu dans l'illustration précédente, une photo représente l'image ou l'instance d'un fait à un instant donné. Un fait est donc constitué d'une succession de photos qui décrivent son évolution. Le module du SAGT dédié à la saisie de ces clichés instantanés de faits s'appelle « Dialogue Photo ». Outre les caractéristiques spécifiques liées à la nature de fait renseignées dans les photos saisies, celles-ci contiennent également des descriptions génériques telles que la localisation, l'état des voies ou encore le plan d'affichage PMV. Tout d'abord, la **localisation** d'une photo s'effectue tout d'abord en déterminant une route avec éventuellement un sens de circulation. Il est toutefois possible, dans certains cas, de localiser un fait simultanément sur les deux sens de circulation. Ensuite, si le fait est localisé en section courante, il est possible de renseigner, soit un PR de début, soit un PR de fin, soit les deux. Dans le cas contraire, possibilité est donnée de présélectionner un type de localisation (diffuseur, aire de repos ou de service, point singulier de type tunnel ou pont, etc...) puis de choisir la localisation réelle correspondante, proposée par l'application. Ensuite, les **états de voies** permettent de donner des informations particulières concernant chacune des voies de circulation comme, par exemple, la présence d'un balisage, ou son utilisation en circulation en sens inverse dans le cas d'un chantier de basculement, ou encore son caractère étroit lors d'un balisage lourd, etc... La configuration des voies de circulation est propre à la topologie de la localisation du fait. L'annexe n°10.9.2 (page 170) présente les différents types de localisations qu'il est possible d'utiliser pour la description de l'état des voies d'un fait dans le système REGA² ainsi qu'un exemple d'écran spécifique de saisie. Enfin, le **plan d'affichage PMV** regroupe l'ensemble des messages que l'opérateur souhaite voir affiché sur certains panneaux dans le cadre du fait qualifié par le biais de la photo en cours de saisie. La section suivante détaille la fonction de gestion des plans d'affichage PMV assurée par le SAGT.

L'illustration d'annexe n°23, ci-après, présente deux écrans utilisés par les opérateurs pour renseigner des plans d'affichages PMV. Le premier écran présente le plan d'affichage PMV associé à un fait de nature Chantier et le second présente la définition de l'affichage souhaité sur un panneau particulier.

Illustration en annexe n° 23 : Exemples d'écran d'affichage PMV du module DP de REGA²



Le message, annonçant une zone de travaux, associé au panneau référencé ici 42-27 (et implanté sur A46 au PR 17.1 dans le sens Paris-Marseille) a été élaboré, soit par saisie directe dans la zone en bas à droite, soit par sélection dans la bibliothèque de message en haut à droite de l'écran.

10.9.5. Codification des variables utilisables dans les messages PMV

La composition de messages PMV peuvent faire appel à l'utilisation de **variables insérées dans le texte** et dont la valeur est remplacée automatiquement par le système par le système. La codification des variables débute généralement par le signe « < » suivi d'une lettre. La syntaxe des variables associées à l'affichage d'informations liées aux temps de parcours diffère légèrement car la codification débute par le signe « < » qui est suivi d'une lettre, elle-même suivie d'un code de liaison et se terminant par le signe « > ». Les codes de variables utilisables dans les messages PMV sont consultables dans l'illustration ci-dessous. Il existe également une fonction particulière permettant **la diffusion d'un même message sur plusieurs PMV**. En effet, la composition d'un message PMV nécessite au préalable de sélectionner un ou plusieurs PMV concernés par le besoin d'affichage. Lorsque la sélection est effectuée par l'opérateur, il est possible, soit de saisir un message commun pour tous les PMV, soit de saisir un message particulier par PMV sélectionné. Dans le premier cas, l'écran d'élaboration des messages présente les messages de la bibliothèque correspondant au nombre de lignes minimum commun à la configuration des PMV sélectionnés. Une fois le message validé, il est transmis vers tous les PMV sélectionnés dans le plan d'affichage et les éventuelles variables saisies sont remplacées avec les valeurs propres à chacun d'eux. L'écran de l'illustration d'annexe n°24, ci-après, présente les différentes variables utilisables dans pour l'élaboration des messages PMV. Les variables de la partie haute de la liste, ci-dessus, sont renseignées par le système une fois saisie dans le message. Par exemple, la chaîne « <D » dans un message sera remplacée par la distance entre le PMV et le début du fait. Les variables listées sous le trait rouge pointillé, relatives à des informations de type « temps de parcours », sont remplacées dans le texte et rafraichies automatiquement par le système, à une fréquence fixe. En effet, ces variables sont susceptibles de varier dans le temps. Par exemple, la chaîne « <TO001> » inscrite dans un message sera rafraichie automatiquement avec le temps de parcours calculé entre le PMV et le pôle de destination ayant pour référence O001.

Illustration en annexe n° 24 : Liste des variables utilisables dans les messages panneaux

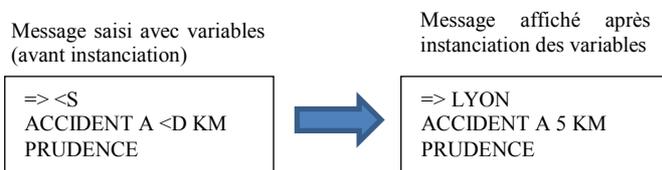
Code	Description	Valeur actuelle
<D	Distance	--
<E	Elongation du fait	41
<F	Distance à la fin du fait	41
<L	Localisation	Section courante
<R	Route	A77
<S	Destination	NEVERS
<X	Diffuseur amont	???
<Y	Diffuseur aval	18.1
<hr style="border-top: 1px dashed red;"/>		
<Nxxxx>	Complément de la liaison	
<Oxxxx>	Complément du pole de destination	
<Pxxxx>	Mention d'affichage du pole de destination	
<Txxxx>	Temps de parcours	
<Uxxxx>	Retard sur liaison	
<Qxxxx>	Information sur la fluidité	

Variables utilisables dans les messages relatifs à des faits de toute nature

Variables utilisables uniquement dans les messages relatifs à des faits de nature PGT et DIV pour l'affichage d'information de type « Temps de parcours »

L'illustration d'annexe n°25, ci-après, présente un exemple de message PMV saisi par un OPC et son résultat après instanciation par le système.

Illustration en annexe n° 25 : Exemple d'instanciation de variables dans un message PMV



10.9.6. Description des entités événementielles préparées

Il existe la possibilité pour les opérateurs PC de préparer à l'avance puis d'utiliser les entités événementielles spécifiques suivantes : des photos prévisionnelles, des scénarios/modèles de fait et des chantiers prévisionnels. Tout d'abord, la saisie d'une horodate de fait future transforme une photo en cours de saisie en **photo prévisionnelle**. Cette photo préparée est ainsi mémorisée et pourra être utilisée par la suite, via une interface spécifique, pour être passée à l'état réel le moment venu. Une photo prévisionnelle engendre, lors de son activation, la première photo d'un fait. Ensuite, un **scénario de fait** (SF) est une structure événementielle préparée qui permet de regrouper, par région administrative, un ensemble de faits de nature différentes. Chaque fait contient une photo qui porte, en outre, un plan d'affichage PMV et un état de voie pré renseignés. Généralement ces photos servent à initialiser un nouveau fait réel, soit dans le cadre d'un événement existant, soit dans le cadre d'un nouvel événement. L'interface du Dialogue Photo offre également la possibilité de rattacher la photo du fait activé à un fait déjà existant. Notons qu'un SF est activable dans sa totalité ou partiellement selon les besoins de l'exploitation. Les **modèles de fait** (MF) possèdent la même organisation de faits que les SF, cependant, contrairement à ces derniers comportant des faits utilisables qu'une seule fois, ils permettent une utilisation illimitée des faits qui le composent. Enfin, le module du Dialogue Photo apporte une assistance concernant la planification de **chantiers prévisionnels** via une interface permettant de créer plusieurs phases (notion temporelle correspondant à des sous-chantiers). La structure de ce type d'entité s'apparente à celle d'un fait composé de plusieurs photos prévisionnelles décrivant l'évolution spatio-temporelle du chantier tout en associant à chaque phase un niveau de gêne, un plan d'affichage et un état des voies. Une fonction de contrôle d'anomalies vérifie la validité du chantier en contrôlant,

en premier lieu, la bonne application des règles d'inter-distance entre deux chantiers successifs selon la législation en vigueur. Un deuxième contrôle permet de vérifier que les plages de dates prévisionnelles de ces chantiers respectent un calendrier officiel de jours ou les chantiers sont interdits appelés également jours « hors-chantier ». Enfin, un troisième contrôle vérifie que l'implantation d'un chantier ne se produira pas durant une période où le trafic prévisionnel dépassera un certain seuil. Ce seuil de trafic est déterminé en fonction de la zone géographique et de la configuration du tronçon autoroutier concerné. Concernant les fonctions de restitution des planifications des chantiers, il en existe trois principales. Tout d'abord, une fonction spécifique permet de générer des fiches de chantiers décrivant le détail des différentes phases ainsi que le balisage des voies de circulation. Une seconde fonction prend en charge la génération de diagrammes de Gantt présentant le déroulement des chantiers par une représentation temporelle de leurs phases avec coloration possible par niveau de gêne au trafic. La dernière fonction principale de restitution liée à la gestion des chantiers prévisionnels est la génération des diagrammes en « chemin de fer » effectuant une représentation spatio-temporelle utilisée couramment par le Génie Civil avec également une coloration possible des par niveau de gêne. Pour terminer la description de la fonction globale de gestion de chantiers, on peut citer l'existence d'un module spécialement dédié à l'activation des phases de chantiers prévisionnels assistant l'opérateur pour le passage en réel de ces entités prévisionnelles.

10.9.7. Synthèse des technologies des composants du SAGT

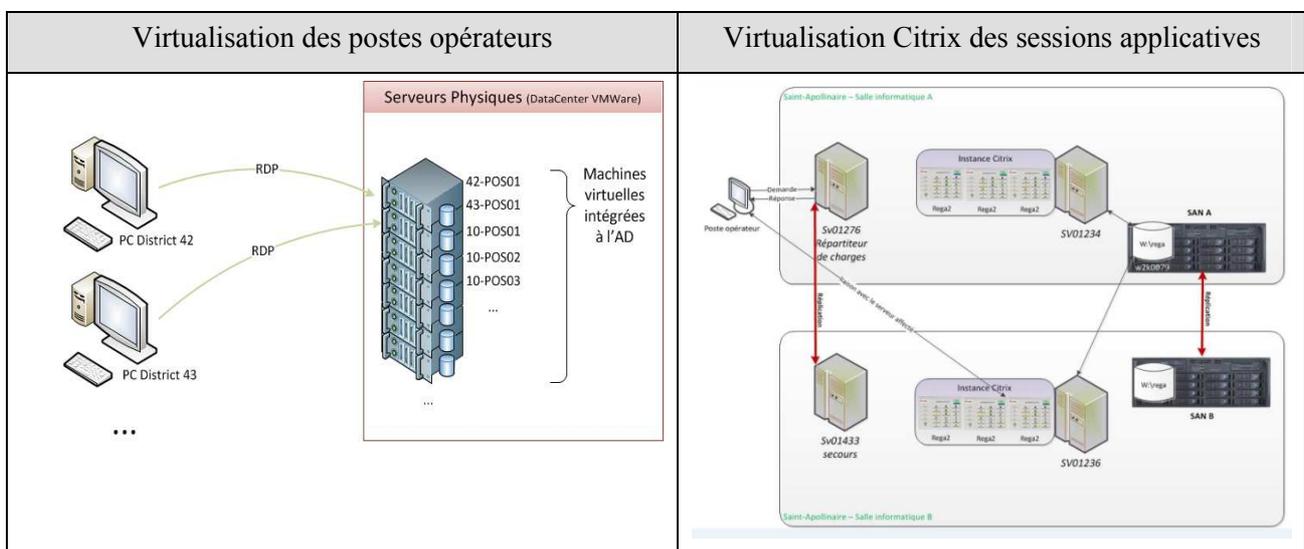
Tableau d'annexe n° 7 : Tableau des technologies utilisées par composants du SAGT

Niveau	Composant de l'architecture	Technologies utilisées
District	PCCR Trafic	OS : Windows 7 Socle applicatif propriétaire : MIVISU (société LABOCOM)
	PCCR Météo	OS : Linux Ubuntu SGBDR : PostgreSQL Socle applicatif propriétaire : SAIA (société ACTEMIUM) couplé à l'application MIVISU (société LABOCOM)
	PCCR PMV	OS : Windows 7 Socle applicatif propriétaire : MIVISU (société LABOCOM)
Région	Serveur REGA régional	OS : IBM AIX v.6 SGBDR : Oracle version 11g Langage de développement : Oracle Pro*C
Central	Serveur REGA central	OS : IBM AIX v.6 SGBDR : Oracle version 11g Langages de développement : Oracle Pro*C, Oracle PL/SQL
	Serveur REGA historique	OS : IBM AIX v.6 SGBDR : Oracle version 11g Langages de développement : Oracle Pro*C, Oracle PL/SQL
	Serveur TPG (Temps de parcours)	OS : Windows 2008 Server R2 SGBDR : Oracle version 11g Langages de développement : Visual Studio C#
	Serveur SRV (Régulation de vitesse)	OS : Windows 2008 Server R2 SGBDR : Oracle version 11g Langages de développement : Visual Studio C#
Transverse	Poste opérateur / synoptique	OS : Windows Seven Langages de développement : Centura Team Developer v.2.0 (édité par la société Gupta Technologies), Borland C++ v.5.2, Oracle Pro*C client Outil de supervision : Intouch v.7 (édité par la société WonderWare)

10.9.8. Architecture physique et virtualisation du SAGT

Examinons tout d'abord, dans l'illustration d'annexe n° 26, ci-après, le premier sous-ensemble de l'architecture lié à **la virtualisation de l'application « cliente » opérateur**. Initialement, les postes opérateurs étaient hébergés sur des postes de travail physiques contenant chacun l'application REGA installée localement. La virtualisation de ces postes opérateurs a consisté à les déporter sur des machines virtuelles centralisées sur un serveur physique et à partir desquelles l'application REGA peut être lancée par le biais d'une session Citrix. Ainsi, la mutualisation de l'application cliente REGA opérateur a nécessité une adaptation particulière pour assurer son fonctionnement dans un environnement multi-utilisateur géré par l'environnement Citrix XenApp. Ce type d'architecture permet la création de sessions exécutant des instances d'application sur les serveurs Citrix.

Illustration en annexe n° 26 : Architecture de virtualisation des applications opérateurs REGA.



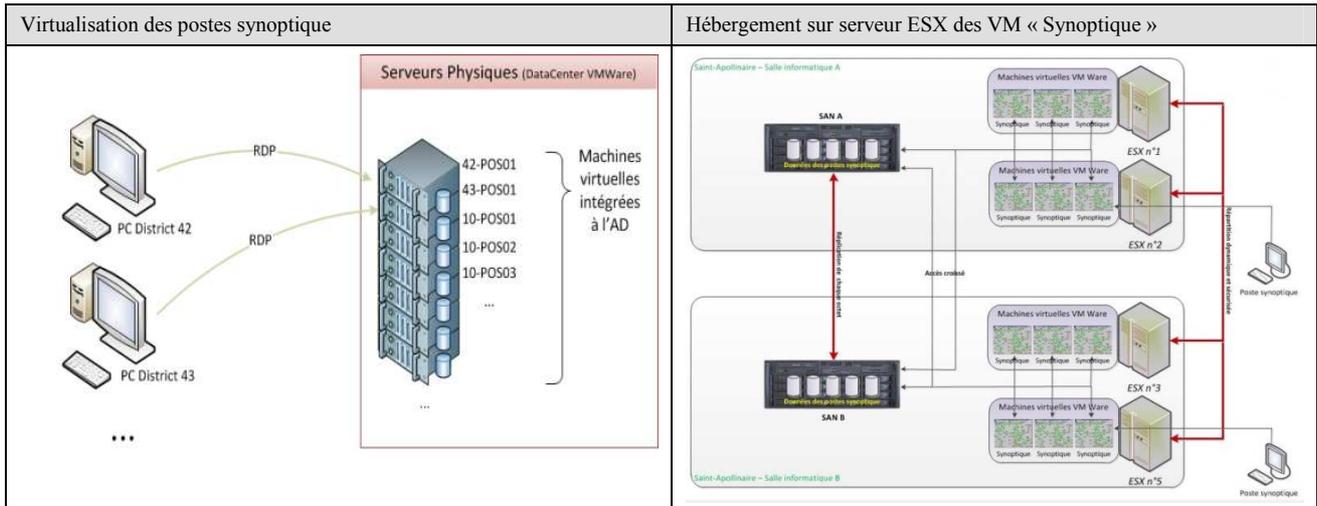
Source : Document interne APRR/DISI de présentation de l'architecture technique virtualisée.

La transmission des copies d'écrans liées à ces sessions s'effectue grâce au protocole ICA (Independent Computing Architecture) par le biais de canaux virtuels supportant des fonctionnalités client-serveur. Afin d'assurer la sécurisation de cette architecture Citrix, deux serveurs dédiés ont été installés afin de diminuer le risque d'indisponibilité en cas de panne. Un mécanisme de répartition de charge (« Load balancing » en anglais) est assuré par un serveur dont le rôle est d'assurer la redirection de sessions vers l'un ou l'autre des serveurs.

Contrairement à l'application opérateur, l'adaptation de l'application « synoptique REGA » à l'environnement Citrix n'a pas été rendue possible du fait de son architecture particulière rendant difficile la personnalisation d'un environnement de travail par client. Le choix s'est donc porté vers la **virtualisation des postes synoptiques REGA** sur des serveurs supportant la solution ESX VMWare (cf. illustration en annexe n°27, ci-après).

Illustration en annexe n° 27 : Architecture de virtualisation des applications synoptique

REGA.

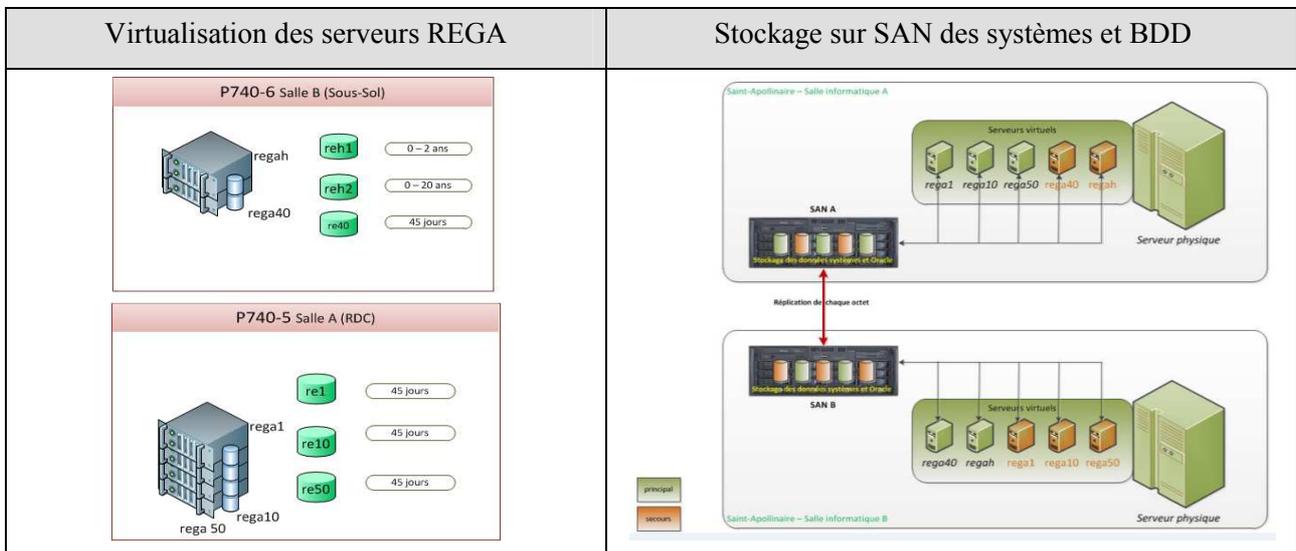


Source : Document interne APRR/DISI de présentation de l'architecture technique virtualisée.

L'accès à ces machines virtuelles peut ainsi s'effectuer depuis des postes installés en district ou en PC par l'ouverture de sessions Windows à distance (Remote Desktop Protocol – RDP). Concernant les mécanismes de sécurité mis en œuvre, les ressources matérielles et systèmes ont été dimensionnées pour permettre l'exécution simultanée de cent vingt-trois postes synoptiques sur des machines virtuelles (Virtual Machines en anglais ou VM) sous Windows Seven. Ainsi, deux couples de serveurs hôtes ESX ont été déployés dans deux salles distinctes pour permettre de faire fonctionner ces VM à minima sur deux d'entre eux en cas de problème.

Le dernier sous-ensemble de l'architecture du SAGT est composé de **cinq serveurs REGA²** prenant en charge des traitements « temps réels ». Comme le montre l'illustration d'annexe n°28, ci-après, ces serveurs, hébergeant un système AIX (Advanced Interactive eXecutive en anglais) version 6.1 de type Unix édité par la société IBM, ont été **virtualisés et répartis** sur deux serveurs physiques IBM Power PC 740. Chacun de ces deux serveurs physiques est redondé vers un environnement de secours. La réplication du système et des données est assurée au niveau du réseau de stockage (Storage Area Network en anglais – SAN). Pour des raisons de sécurité, ces serveurs sont également localisés dans des salles informatiques distinctes.

Illustration en annexe n° 28 : Architecture de virtualisation des serveurs REGA.



Source : Document interne APRR/DISI de présentation de l'architecture technique virtualisée.

Les avantages de cette architecture sont multiples. D'une part, elle facilite son administration technique et, d'autre part, elle accroît la sécurité des données et du système par les mécanismes de réplication bas niveau. De plus, la version 11g du SGBD Oracle a permis la mise en place de mécanismes de sauvegarde à chaud, ne nécessitant plus l'arrêt des applications.

10.9.9. Bilan de l'analyse du système actuel

Cette section propose, pour clôturer cette partie consacrée à la description du SAGT, de passer brièvement en revue tout d'abord les points faibles qui contribuent d'une part à alourdir les charges de réalisation de nouvelles évolutions du système et d'autre part à le soumettre à des contraintes d'accès de traitements concurrents. Ensuite, la deuxième partie de cette section s'attachera à identifier les principaux points forts qui permettent de le maintenir en condition opérationnelle tout en accroissant son périmètre fonctionnel ainsi que ses performances.

10.9.9.1. Points faibles

Quelques aspects du système actuel introduisent quelques difficultés dans la mise en œuvre de nouvelles fonctions permettant son évolution. Comme le détaillent les paragraphes, ci-après, les aspects liés à son architecture applicative comme la décentralisation des traitements et des données ou encore le processus de validation des photos peuvent alourdir la charge globale de réalisation. Enfin, les technologies vieillissantes utilisées ne contribuent pas non plus à faciliter son évolution.

La **décentralisation des traitements et des données** possède un désavantage concernant la gestion des flux de données dynamiques, prise en charge par la fonction appelée PLT (PLaquette Tournante), car elle demande d'être systématiquement réadaptée lors de la création de nouveaux types de données. Il est nécessaire, dans ce cas, de gérer non seulement les remontées de données en central, mais également la rediffusion vers les autres régions. Cette décentralisation des données implique également qu'elles peuvent être stockées à différents niveaux de l'application et ainsi qu'elle nécessite de gérer l'asynchronisme de la diffusion des données dans les différentes bases. Par exemple, une donnée présente dans une base de données régionale peut ne pas être encore remontée dans la base centrale à un instant donné et inversement, une donnée présente en central peut ne pas être présente dans les bases régionales. Les IHM et les traitements doivent donc prendre en compte l'aléa de déphasage temporaire des données dans les diverses bases. Nous pouvons également signaler un autre désavantage de la décentralisation de l'architecture applicative lié à la difficulté de reconfigurer les référentiels et l'historique des données dynamiques lorsque les limites administratives (région / district) évoluent.

Le **processus de validation des photos**, présent sur chaque serveur régional, repose sur un mécanisme d'enregistrement centralisé qui tend à voir sa performance décroître avec la démultiplication des sources de création de photos. Notons qu'actuellement, les photos peuvent être créées par les sources suivantes avec, tout d'abord, les saisies effectuées par les OPC, ensuite, les faits issus des passerelles CORALY et SIRIUS, et enfin, les faits contenant des informations de type « temps de parcours » dans les messages PMV et générant des photos automatiquement. Nous verrons dans la partie dédiée à l'intégration de la fonction de RV dans le SAGT qu'une nouvelle source de photos a été créée pour générer des faits spécifiques.

Certaines **technologies vieillissantes** utilisées pour le développement du SAGT constituent des freins à l'évolution du système pour diverses raisons. En premier lieu, le logiciel de supervision Intouch édité par la société Wonderware Factory et utilisé pour l'animation du synoptique REGA² est resté dans sa version d'origine en raison du coût important qu'aurait nécessité le renouvellement des licences ainsi que l'adaptation logicielle aux dernières versions de l'outil. La résolution d'affichage du synoptique demeure donc figée et ne permet donc pas d'accroître le niveau de détail de certaines vues du réseau. Enfin, le langage Centura Team Développer, édité par la société américaine Gupta Technologie, utilisé pour le développement des modules applicatifs clients est peu développé en France. Malgré les avantages de ce langage permettant le développement RAD (Rapid Application Development en anglais), peu de sociétés françaises de service en informatique possèdent des compétences associées à ce langage.

10.9.9.2. Points forts

Malgré ses points faibles, le système REGA² a acquis une longévité exceptionnelle de près de vingt années durant lesquelles il a été sujet à de nombreuses évolutions logicielles et architecturales. Cette singularité inhabituelle pour un progiciel de gestion de trafic, amené à évoluer très régulièrement dans un environnement en perpétuelle mutation, peut s'expliquer au travers de quatre facteurs principaux : 1/ Le caractère modulaire et décentralisé de l'architecture applicative, 2/ Le caractère ouvert et performant des couches logicielles de gestion des ressources (système d'exploitation et système de gestion de bases de données), 3/ La simplicité des concepts applicatifs fondateurs, 4/ La maîtrise des sources.

Examinons plus en détail ces quatre facteurs. Comme nous l'avons vu précédemment, le système REGA² possède une **architecture applicative modulaire** qui lui a permis d'intégrer de nombreuses évolutions. Les processus de traitement serveur sont regroupés en lots fonctionnellement cohérents et indépendants. Toute extension de la fonction d'un lot serveur se traduit généralement, soit la modification d'un ou plusieurs processus lui appartenant, soit par ajout de nouveaux traitements complémentaires. Le module client de présentation associé à cette fonction est également impacté dans ce cas. Les impacts techniques engendrés par une évolution sont donc identifiables assez facilement. Une autre caractéristique spécifique à l'architecture applicative de REGA² est la gestion de la diffusion des flux de données dynamiques par le lot PLT. Bien que ce module de diffusion possède l'inconvénient d'être systématiquement modifié à chaque nouveau type de données dynamiques créé, il possède l'avantage de gérer ensuite la redirection de flux vers d'autres serveurs par simple paramétrage. Ce mécanisme permet donc d'ajouter ou de supprimer des serveurs dans l'infrastructure sans avoir à modifier le code. Dans les systèmes informatiques récents utilisant des technologies de type ESB (Enterprise Service Bus en anglais), tels que notamment les systèmes SOA (Service Oriented Architecture en anglais), cette fonction de diffusion est généralement dévolue à une infrastructure logicielle intermédiaire, également qualifiée d'intergicielle. Cette fonction permet principalement à des applications hétérogènes de communiquer entre elles sans se soucier de la gestion de l'adressage du destinataire. Ayant vu le jour bien avant ces technologies, le mécanisme de diffusion de la PLT de REGA² peut ainsi être considéré comme un précurseur de ce type de fonction. L'architecture applicative modulaire de l'environnement REGA apporte également une autre particularité au SAGT en permettant la

décentralisation des traitements applicatifs. Bien qu'à l'origine de quelques désavantages, la décentralisation au niveau régional des traitements et des données possède néanmoins l'avantage sur le plan fonctionnel de permettre l'indépendance de chacun des serveurs régionaux. Une indisponibilité sur l'un des serveurs n'empêche pas pour autant les autres serveurs de fonctionner. D'autre part, la déconcentration des processus de collecte d'information permet non seulement de répartir la charge des traitements mais également de minimiser l'impact du dysfonctionnement d'un PCCR sur le SAGT.

Concernant la gestion des ressources des serveurs applicatifs REGA², celle-ci est prise en charge par **différentes couches logicielles ouvertes et performantes** : la principale est assurée par un système d'exploitation de type UNIX éprouvé et, la seconde, par l'importance de son rôle, est incarnée par le SGBDR Oracle. Tout d'abord, les serveurs applicatifs REGA sont gérés par un système Unix AIX développé par la société IBM. Bien que ses concepts fondateurs datent des années 1970, ce système reste ouvert puisqu'il permet une grande interopérabilité avec d'autres systèmes d'exploitation grâce à des standards logiciels développés selon des spécifications basées notamment sur la norme POSIX (Portable Operating System Interface avec le X du système UNIX). Outre sa grande stabilité, ce système d'exploitation basé sur des concepts simples offre aux développeurs d'applications de nombreuses fonctionnalités dont, par exemple, les mécanismes IPC (Inter-Process Communication en anglais) ou encore les mécanismes de communication multiprotocole. Les mécanismes IPC permettent non seulement d'échanger des données entre plusieurs processus grâce aux fonctions de gestion de la mémoire partagée et de files d'attente de messages, mais également de synchroniser les processus pour l'accès aux ressources grâce aux à la gestion de verrous, de sémaphores ou de signaux. Quant-aux mécanismes de communication multiprotocole, ils permettent de procéder à des échanges de données avec d'autres systèmes hétérogènes reposant plus particulièrement sur la couche de transport IP (sockets TCP, FTP, SSH, partage SAMBA, etc...). D'autre part, on notera que le système Unix est également très portable grâce à son noyau développé essentiellement en langage C et compilable facilement sur de nombreuses infrastructures. Cette propriété lui a permis d'être implanté sur de nombreuses configurations matérielles, soit directement, soit sous forme virtualisée. Pour terminer la description des couches logicielles de gestion des ressources, remarquons que la seconde, représentée par le SGBDR Oracle, apporte performance et sécurité à l'environnement REGA². Elle assure, outre le stockage et l'organisation d'un volume important de données, l'optimisation des temps d'accès à ces dernières. Le SGBDR offre également des possibilités d'accès multicanaux (SQL*Net, composants COM, JDBC, etc...) ainsi qu'un puissant langage de requête SQL, utilisable dans de nombreux langages de programmation dont le langage C (Pro*C).

Cette faculté d'évolution du système REGA² s'explique également par la **simplicité de quelques concepts applicatifs à la base de la gestion événementielle** qui a été maintenue durant les nombreuses modifications du système. Parmi ceux-ci, on peut citer, par exemple, la gestion des plans d'affichage PMV ou encore la gestion des données stables. En premier lieu, la gestion des plans d'affichage constitue une fonction importante du SAGT car elle prend en charge les affichages de messages demandés par les OPC sur les différents panneaux du réseau. L'une des propriétés fondamentales de cette fonction réside dans le fait qu'un plan d'affichage PMV ne peut être effectué que dans le cadre de la saisie d'une photo d'un fait. Ainsi, une photo peut contenir des

affichages de messages relatifs à un ou plusieurs panneaux, généralement localisés en amont du fait renseigné. Bien que les évolutions du système aient concerné différentes natures de fait, cette règle essentielle a toujours été conservée. Par exemple, l'adaptation du fait de nature « Chantier » a permis de fournir des fonctionnalités spécifiques comme la préparation et l'activation de chantiers prévisionnels tout en conservant cette structure de photo. De même, les faits de nature Divers et PGT ont été adaptés pour permettre l'affichage automatique de temps de parcours sur PMV. Nous verrons plus loin que la gestion de la RV aura impliqué la création d'une nouvelle nature de fait respectant ce même principe. Le deuxième exemple de concept applicatif fondateur du SAGT REGA² est représenté par la fonction de gestion de versions de données stables. Par opposition aux données dynamiques de type trafic ou événementiel dont les valeurs changent régulièrement, certaines données décrivant essentiellement des entités constituant le référentiel sont qualifiées de stable. Par exemple, la description de composants du réseau autoroutier, telles que notamment les entités de type route, les diffuseurs, les aires ou encore les portions de route homogène, constituent le référentiel des données variant peu dans le temps. Ces données stables sont gérées par version afin de faciliter leur utilisation dans les développements. En effet, une version décrit l'intégralité des entités du référentiel sur une plage de temps donnée et les liens avec les données de référentiel s'effectuent grâce au numéro de version en phase avec la ou les données dynamiques traitée. Notons que la prise en compte de la modification, l'ajout ou la suppression d'une ou plusieurs données stables implique successivement la création et l'activation d'une nouvelle version.

Enfin, le quatrième et dernier facteur ayant permis d'assurer la longévité du système REGA² est davantage lié à une méthodologie d'organisation qu'à une caractéristique intrinsèque au système lui-même. En effet, ce facteur est incarné par le processus mis en œuvre par l'équipe en charge de la maintenance afin de garantir **la maîtrise des sources** qui constitue un élément essentiel à la maîtrise globale du système. En effet, bien que de nombreuses évolutions soient sous-traitées, toute opération de mise en production est assurée par l'équipe REGA qui intègre dans le processus de mise en production la compilation des programmes exécutables, serveurs et clients, à partir du code source. Ces sources logicielles sont gérées dans un référentiel assurant leur intégrité ainsi que le suivi de leurs différentes versions.

10.10. Annexe n°10 - Quelques notions générales concernant le trafic routier

La finalité des acteurs de la gestion du trafic routier est principalement de permettre de tirer le meilleur parti de l'infrastructure routière et du comportement des automobilistes pour assurer une fluidité maximale de la circulation des automobilistes. La compréhension des phénomènes routiers permet l'application d'actions de gestion du trafic adaptées. Nous verrons ainsi, dans cette annexe, les caractéristiques d'une relation particulière entre différents paramètres liés au trafic routier. Cette relation, complétée par quelques observations concrètes, permettra de comprendre comment l'abaissement de la vitesse permet de fluidifier le flot de véhicules.

10.10.1. Relation fondamentale

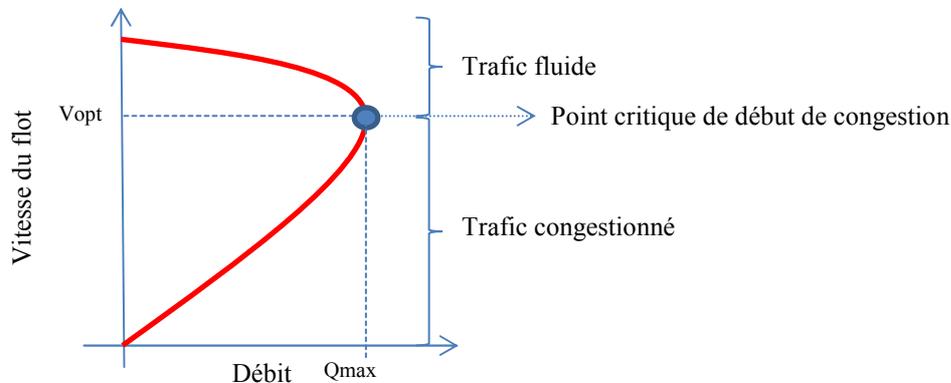
L'impact de la baisse de la vitesse pour réduire la congestion du trafic semble évidente cependant elle résulte d'une relation spécifique entre divers paramètres. En effet, la circulation de véhicules sur une chaussée s'apparente à l'écoulement d'un fluide dans une section de conduite. Par analogie avec la mécanique des fluides, la vitesse moyenne d'un flot de véhicule peut se définir par le rapport suivant :

$$V = Q / K \text{ d'où } Q = K \times V$$

avec V = Vitesse moyenne (Km/h), Q = Débit (Véh./h) et K = Concentration (Véh./Km)

Cette relation fondamentale liant vitesse moyenne, débit et concentration peut se représenter sous diverses formes de diagrammes puisque chaque variable est fonction des deux autres. L'un des diagrammes est particulièrement adapté pour comprendre l'impact d'une régulation de vitesses sur le trafic. Il représente la vitesse du flot de véhicule en fonction du débit.

Illustration en annexe n° 29 : Représentation du diagramme fondamental sous forme $V = f(Q)$.



Ce diagramme, ci-dessus, illustre le fait qu'à partir d'une certaine vitesse du flot, le débit atteint un maximum. Le point critique identifie un point d'équilibre instable du trafic à la limite entre un état fluide et un état congestionné. Les coordonnées de chaque point de la courbe peuvent varier selon l'infrastructure de la route (route nationale, autoroute à 2 voies, autoroute à 3 voies, etc...) mais l'allure générale est toujours la même.

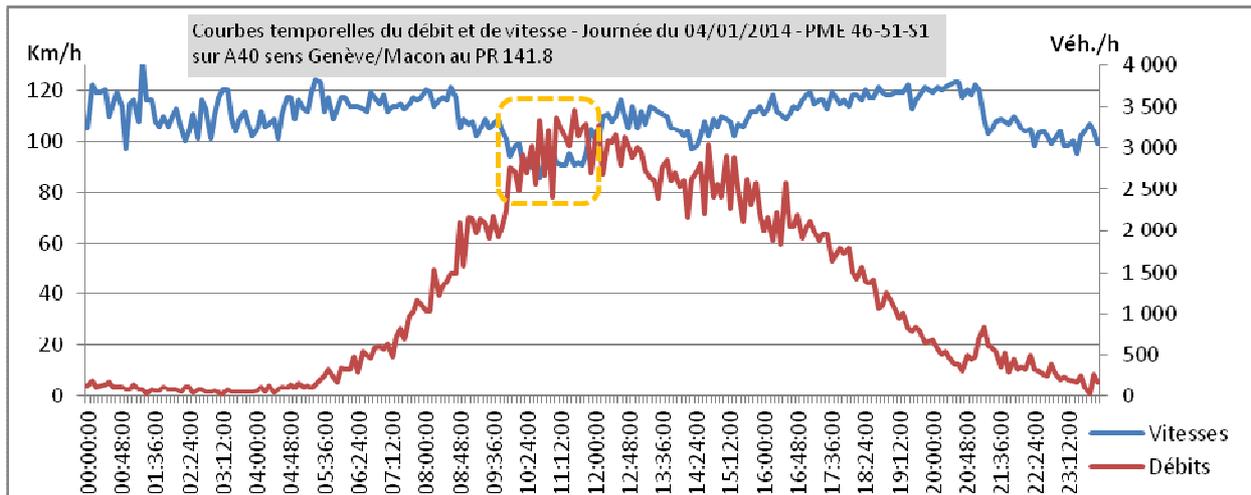
10.10.2. Interprétations de la relation fondamentale

Les données trafic collectées grâce à des stations de comptage installées le long du réseau autoroutier, permettent, outre de vérifier la relation fondamentale, d'analyser la manière dont le trafic s'écoule sur l'infrastructure routière. L'élaboration de courbes de trafic sous forme « débit/vitesse » ainsi que sous forme « d'évolution temporelle » apporte des informations pertinentes pour qualifier l'état du trafic. Ces outils d'analyse permettent également de déterminer d'éventuels points durs du réseau.

10.10.2.1. Diagramme temporel et diagramme Débit/Vitesse

Le diagramme temporel offre la possibilité de visualiser l'évolution dans le temps de certains paramètres routiers comme le débit, la vitesse moyenne, le taux d'occupation ou encore le pourcentage de véhicule long. Les deux premiers sont généralement les plus souvent utilisés pour qualifier des états de trafic. L'illustration d'annexe n°30, ci-dessous, représente l'évolution, durant une journée, du débit d'une section ainsi que des vitesses moyennes mesurées.

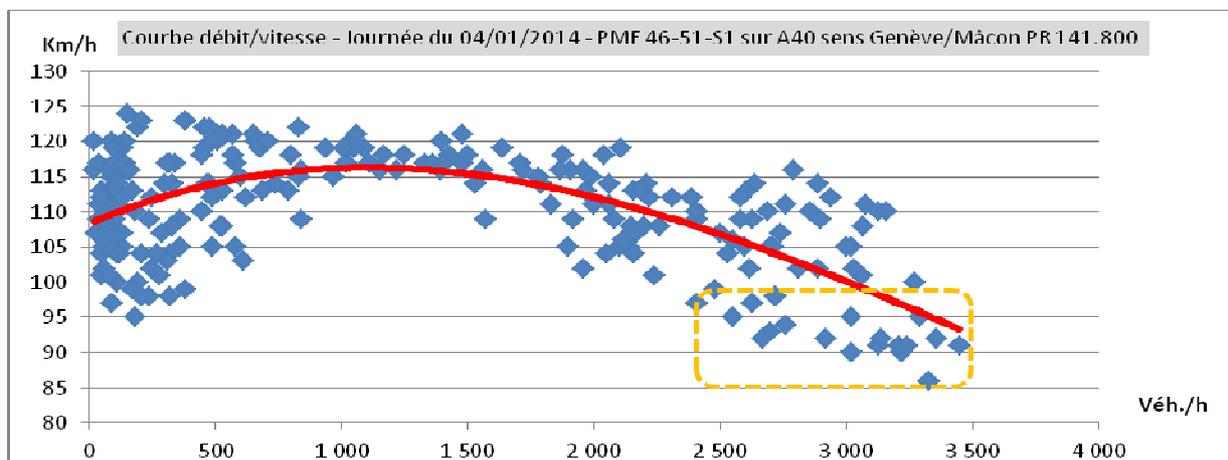
Illustration en annexe n° 30 : Graphique temporel montrant un trafic en augmentation jusqu'à un seuil marquant le début d'une saturation.



Notons que ce graphique nous permet de constater l'apparition d'un début de congestion car il fait apparaître une forte augmentation du débit, entre 8h et 12h, qui s'accompagne simultanément d'une baisse de la vitesse moyenne sous la barre des 100 km/h.

L'illustration d'annexe n°31, ci-après, fait apparaître le même phénomène que celui décrit précédemment, mais sous un angle différent car faisant abstraction de la notion de temps. Ce graphique présente un nuage de points qui suit l'allure d'une partie de la courbe théorique caractéristique de la relation fondamentale $V = f(Q)$, représentée ici en rouge. Nous retrouvons, dans la zone pointillée orange, des relevés où la vitesse moyenne est inférieure à 100 Km/h et, pour lesquels, les débits sont compris entre 2500 et 3500 véh./h.

Illustration en annexe n° 31 : Graphique « Débit/vitesse » montrant un trafic en augmentation jusqu'à un seuil marquant le début d'une saturation.

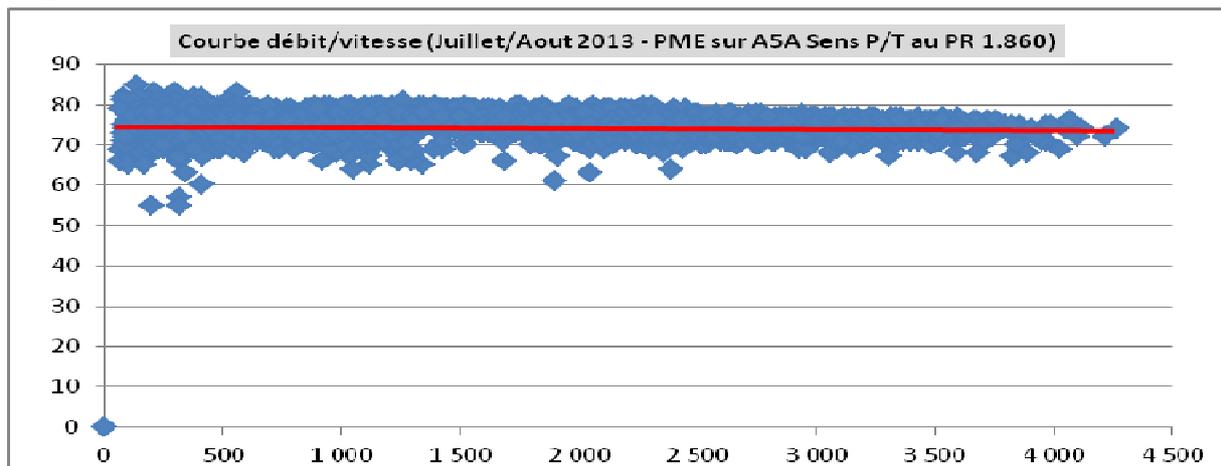


10.10.2.2. Analyse d'une situation par le diagramme « Débit/Vitesse »

Les graphiques « Débit/Vitesse » en nuage de points, présentés ci-après, illustrent différents états de trafics. Ils ont été élaborés à partir de données extraites de l'infocentre du système REGA².

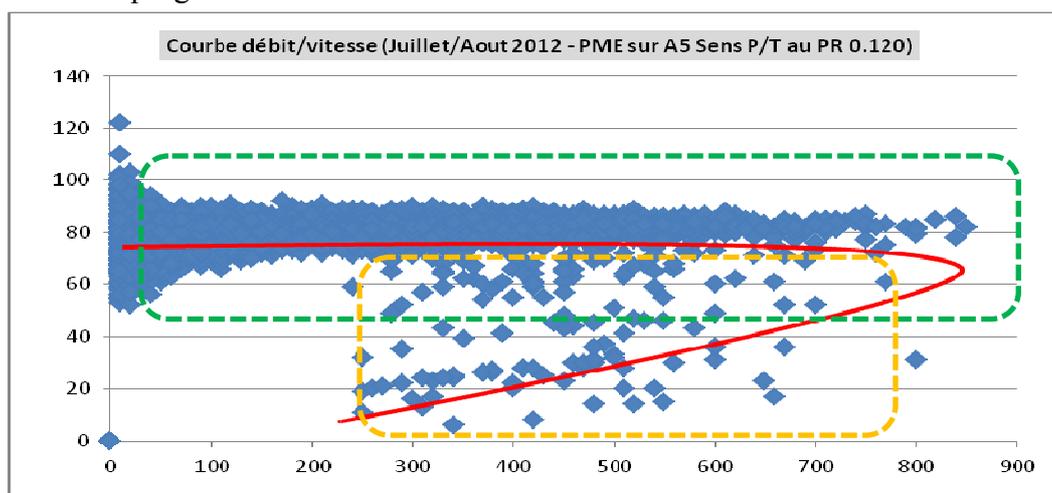
L'illustration d'annexe (n°32) suivante présente une courbe débit/vitesse dont le nuage de point se concentre uniquement autour d'un axe horizontal. Cette courbe est typique d'une **situation de fluidité du trafic**. En effet, quelle que soit la variation du débit dans le temps, la vitesse moyenne reste stable.

Illustration en annexe n° 32 : Graphique « Débit/Vitesse » caractéristique d'un trafic homogène.



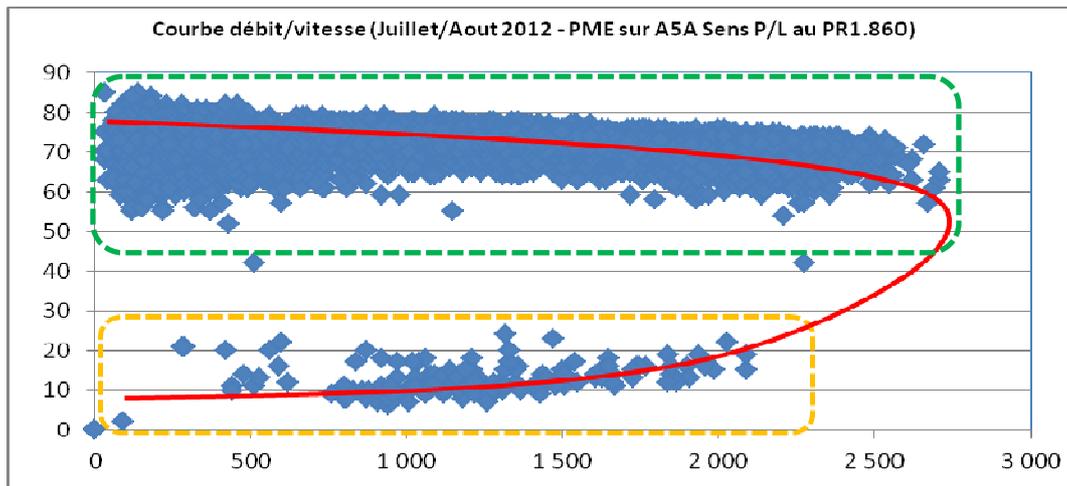
L'illustration d'annexe n°33, ci-après, présente une autre courbe « débit/vitesse » dont le nuage de point se concentre essentiellement autour d'une ligne d'allure horizontale (zone délimitée par un trait en pointillé vert). Cependant, à la différence du précédent, ce graphique comporte également une concentration plus diffuse de points associés à des vitesses plus faibles est caractéristique d'un trafic qui tend vers une **saturation progressive**.

Illustration en annexe n° 33 : Graphique « Débit/Vitesse » caractéristique d'un trafic ayant tendance à saturer progressivement.



Le graphique, ci-dessous, fait apparaître la **saturation rapide** d'une portion de route, située au début de l'autoroute A5A (à hauteur de Lieusaint vers Paris). En effet, nous constatons une concentration de points dans la zone entourée d'un trait pointillé orange, sur le graphique, qui représente une distribution de débits inférieurs à 2250 véh./h, pour lesquels, la vitesse moyenne est inférieure à 30 km/h. D'autre part, nous pouvons observer une transition très rapide de l'état de fluidité, délimité par le trait pointillé vert, vers l'état de congestion car les deux nuages de point sont presque totalement disjoints.

Illustration en annexe n° 34 : Graphique Débit/Vitesse montrant une saturation rapide.



Dans les cas représentés au travers des deux dernières courbes, des mesures d'abaissement de vitesse auront pour effet de minimiser le nombre des points de la partie inférieure du graphique (située dans la zone délimitée avec des pointillés orange) et de maximiser leur nombre vers la partie supérieure droite du nuage (situé dans la zone délimitée avec des pointillés verts) marquant la zone de transition entre un trafic fluide et un trafic congestionné.

10.10.3. Phénomènes à l'origine d'une congestion

Après avoir abordé l'interprétation de courbes de trafic pour détecter la survenue d'éventuelles congestions, intéressons-nous maintenant aux deux causes principales aboutissant à ces situations.

La première cause la plus directe favorisant l'apparition de congestions sur une infrastructure routière est le **sous-dimensionnement de sa capacité par rapport à la demande**, c'est-à-dire au nombre de véhicules cherchant à l'utiliser. La présence de zones de rétrécissement de la route ou des points de jonction avec d'autres routes constituent autant de facteurs supplémentaires diminuant la capacité globale d'un axe. L'un des effets d'une demande supérieure à la capacité se caractérise par la densification du flux de trafic et, ainsi, par le **changement de comportement des automobilistes**. De nombreuses études se sont attachées à analyser les niveaux d'utilisation des voies de circulation notamment sur des autoroutes à trois voies. Elles ont démontré que lorsque le trafic se densifie, avec une concentration et un débit qui augmente, la voie de droite se trouve sous utilisée par rapport à sa capacité normale. Lorsque le trafic est peu soutenu, les véhicules se situent généralement sur la voie la plus à droite. Dans cette situation, lors d'un dépassement, les véhicules se déportent sur la voie médiane, puis, une fois la manœuvre terminée, se rabattent sur la voie de droite. Au contraire, lorsque le trafic augmente, le comportement des conducteurs des véhicules les plus rapides change car ils se trouvent de plus en plus gênés par les véhicules les plus lents de la voie de droite. Ils ont ainsi tendance, suite à une opération de dépassement, à ne plus se rabattre pour éviter d'avoir à la réitérer plusieurs fois. Ce comportement a pour conséquence directe de sous employer la voie la plus à droite et donc de diminuer le débit global de la voirie.

La seconde cause pouvant être à l'origine de la survenue de congestions trouve son origine dans le comportement des automobilistes. Ces derniers, soumis au stress d'une situation de trafic dense, peuvent également provoquer des modifications du flot de véhicules menant à une circulation chaotique. Ce type de situation engendre un **flux de trafic en accordéon** dont la

survenue s'explique de la façon suivante. Lorsque la concentration de véhicules est importante et que des disparités de vitesses apparaissent entre les véhicules, des actions de freinage plus ou moins brusques peuvent être provoquées par certains automobilistes. La survenue de ce phénomène engendre la propagation, vers les véhicules qui suivent, d'un phénomène de ralentissement qui tend à s'amplifier. Ensuite, lorsque la distance, qui sépare les véhicules de tête de ceux qui ont freiné, devient trop importante, alors ces derniers peuvent se remettre à accélérer. Cette succession d'action d'accélération/freinage (ou « stop and go » en anglais) caractérise ce que l'on appelle communément une circulation en accordéon qui peut devenir potentiellement dangereuse. [YTEXPTRFJAM]. Le phénomène de circulation en accordéon peut être amplifié par la présence de points de jonction (diffuseurs ou bifurcations) permettant aux véhicules d'entrer ou sortir d'un axe. Ce type de configuration de route entraîne deux conséquences. D'une part, les véhicules souhaitant sortir de l'axe où ils circulent commencent à ralentir avant d'entrer sur les voies dédiées de décélération, ce qui entraîne de fait des opérations de freinage de la part des véhicules qui suivent. D'autre part, les véhicules venant du diffuseur et souhaitant s'insérer sur l'axe routier, n'accélèrent pas toujours suffisamment pour atteindre la vitesse du flot. Cette manœuvre entraîne mécaniquement des actions de freinage ou de changement de voie de la part des véhicules, circulant sur l'axe principal, et arrivant à hauteur de la bretelle d'insertion. L'exemple récent relatif à l'adoption d'une mesure permanente d'abaissement de la vitesse maximale à 90 km/h, sur la rocade de Dijon, illustre la volonté des autorités de fluidifier le trafic sur des axes régulièrement très fréquentés en réduisant les phénomènes de trafic « en accordéon », constatés particulièrement aux abords des diffuseurs.

Hormis dans les cas où les situations de congestion sont dues la survenue d'événements aléatoires perturbants, les phénomènes à l'origine de congestion peuvent être anticipés par des mesures adaptées de régulation de vitesse.

10.11. Annexe n°11 – Description synthétique du sous-système SRV

10.11.1. Conditions d'activation / désactivation des scénarios de type N1 et N2

[Scénarios de type N1]

L'activation d'un scénario N1 est déclenchée par la présence simultanée de 3 conditions :

- le débit de trafic, fonction du nombre de voies de circulation, est supérieur au seuil d'activation paramétré pour le N1 (Q_{CR_N1}),
- la vitesse moyenne est au-dessus d'un seuil de vitesse également paramétré ($V_{CR_CONGESTION}$), préfigurant une situation de congestion du trafic,
- l'évolution à la hausse du débit de trafic.

Notons que les scénarios N1 s'appliquent à l'ensemble des cantons d'une section régulée dès que les conditions, ci-dessus, apparaissent pour au moins l'un d'entre eux.

La désactivation d'un scénario N1 est, quant-à-elle, soumise à la présence simultanée des conditions suivantes :

- Le débit de trafic est sous le seuil d'activation paramétré pour le N1 (Q_{CR_N1}) durant un nombre de pas de temps ($NP_DESACTIV_N1$) également paramétré pour le N1,

- La vitesse moyenne est au-dessus du seuil de vitesse paramétré (V_CR_CONGESTION).

[Scénarios de type N2]

L'activation d'un scénario N2 peut se déclencher avec la présence de l'une des deux conditions suivantes :

- **SOIT**,

le débit de trafic est supérieur à un pourcentage paramétré pour le N2 (ABAT_ACTIV_N2) de la capacité résiduelle minimale de la section (MIN(Q_CR_CAPA, C_RESIDUEL_EVENEMENT)), prenant en compte la présence éventuelle d'une restriction du nombre de voies due à un événement, cela, durant un nombre de pas de temps également paramétré (NP_ACTIV_N2)

ET

la vitesse moyenne est au-dessus du seuil de vitesse de congestion (V_CR_CONGESTION),

- **SOIT**, une queue de bouchon est présente sur la section régulée.

Il est important de souligner que l'activation d'un scénario N2 est soumise à l'obligation qu'un scénario N1 ait été appliqué au préalable sur la section régulée. D'autre part, un scénario N2 s'applique à un ou plusieurs cantons d'une section régulée.

La désactivation d'un scénario N2 prend effet lorsque les deux conditions suivantes sont réunies :

- le débit de trafic est inférieur au pourcentage paramétré (ABAT_DESACTIV_N2) appliqué à la capacité résiduelle minimale de la section (MIN(Q_CR_CAPA, C_RESIDUEL_EVENEMENT)) durant un nombre de pas de temps également paramétré (NP_DESACTIV_N2) et propre à la désactivation
- aucune queue de bouchon n'est présente sur la section régulée.

Les valeurs associées aux différents paramètres utilisés par l'algorithme de déclenchement des scénarios sont présentés dans l'illustration d'annexe n°35, ci-après.

Illustration en annexe n° 35 : Ecran de saisie des paramètres sur le calculateur SRV

Gérer les exploitants

- Gérer les droits
- Gérer les référentiels
- Gérer la régulation
 - Gérer la régulation de vitesse
 - Gérer la réglementation
 - Gérer les paramètres génériques
- Gérer le référentiel SRV
- Gérer les synoptiques
- Paramétrer
- Gérer les équipements OCR**
- Gérer les niveaux de services**
- Gérer les clients/fournisseurs
- Gérer les alertes

Exploitant sélectionné : APRR

Nombre de pas de temps de lissage

Débits d'activation :	<input type="text" value="3"/>
Débits de désactivation :	<input type="text" value="3"/>
Vitesses d'activation :	<input type="text" value="3"/>
Vitesses de désactivation :	<input type="text" value="3"/>

Paramètres génériques

Vitesse critique de congestion :	<input type="text" value="80"/>	km/h
Temporisation avant activation d'un scénario capacitif :	<input type="text" value="5"/>	min.
Temporisation avant désactivation d'un scénario capacitif :	<input type="text" value="10"/>	min.
Distance de neutralisation autour d'un événement :	<input type="text" value="20"/>	km.

Niveau 1

Nombre de pas pour le calcul de pente sur le débit :	<input type="text" value="3"/>
Nombre de pas pour confirmer la désactivation :	<input type="text" value="4"/>

Niveau 2

Abattement de la capacité pour l'activation :	<input type="text" value="83"/>	%
Abattement de la capacité pour la désactivation :	<input type="text" value="83"/>	%
Nombre de pas pour confirmer l'activation :	<input type="text" value="2"/>	
Nombre de pas pour confirmer la désactivation :	<input type="text" value="4"/>	

Capacités critiques

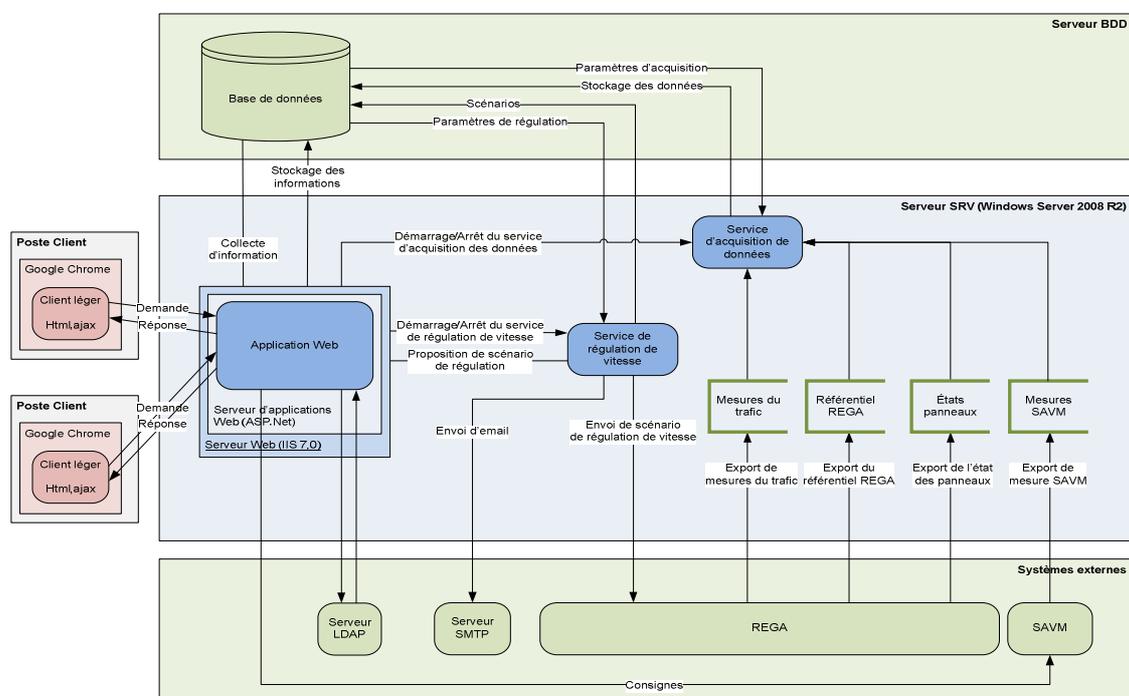
	1 voie	2 voies	3 voies	4 voies	5 voies
Capacité critique (véh/h)	<input type="text" value="1500"/>	<input type="text" value="3750"/>	<input type="text" value="3750"/>	<input type="text" value="6000"/>	<input type="text" value="7500"/>
Seuil de débit critique de Niveau 1 (véh/h)	<input type="text" value="960"/>	<input type="text" value="2450"/>	<input type="text" value="2450"/>	<input type="text" value="3840"/>	<input type="text" value="4800"/>

10.11.2. Architecture technique du sous-système SRV

Après avoir eu un aperçu de la description générale du système de régulation dans son ensemble, intéressons-nous maintenant à l'architecture technique du SRV constituant le centre de décision des scénarios de régulation. Pour que l'application de génération de scénarios de régulation dynamique de vitesse soit opérationnelle elle doit, d'une part, déterminer, à partir de données trafic et évènementielles, le moment où une limitation temporaire de vitesse doit être mise en œuvre et, d'autre part, adresser une information visuelle aux automobilistes indiquant la mise en place de cette limitation de vitesse. Ainsi, la chaîne de traitement du SRV a donc été conçue autour de deux modules de traitements complémentaires sous forme de services hébergés sur un serveur Windows 2008 R2. Le premier service est dédié à l'acquisition de données issues, soit d'équipements dynamiques pilotés par le SAGT REGA² (stations de comptage trafic ou encore d'équipements de signalisation), soit d'informations évènementielles renseignées par les différents opérateurs PC dans le SAGT, soit des informations relatives aux vitesses moyennes mesurées par le SAVM. Le second service, quant-à-lui, est chargé de gérer la régulation de vitesse grâce à un algorithme permettant de déterminer les scénarios (ou séquences) d'affichage PMV à afficher en fonction des informations collectées et paramétrées. Il permet également d'envoyer automatiquement des messages d'information vers différents destinataires informant de la phase de régulation actuellement proposée par le SRV.

L'illustration d'annexe n°36, ci-après, présente l'architecture logicielle du SRV qui s'articule autour des deux services décrits précédemment et d'un serveur d'application Web pour la gestion des IHM.

Illustration en annexe n° 36 : Architecture applicative et logicielle du système SRV.



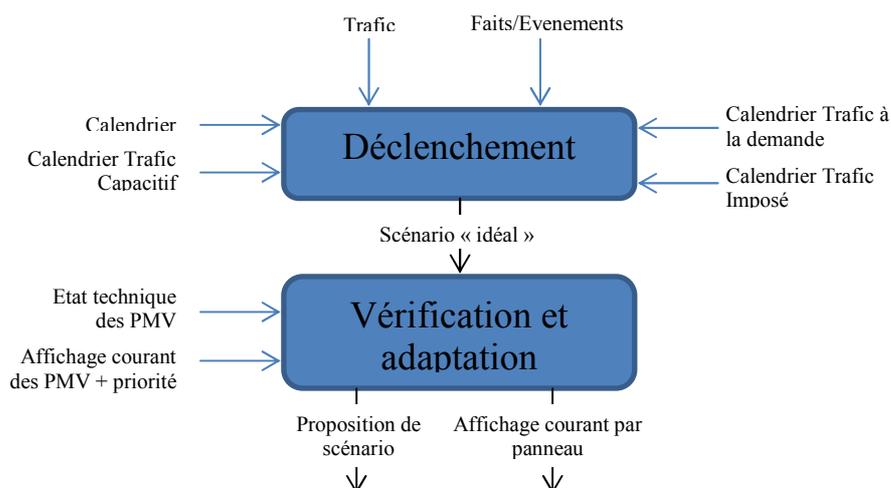
Source : Manuel d'administration technique SRV – MOEG APRR

10.11.3. Algorithme du service de régulation du calculateur SRV

L'algorithme du service de régulation de vitesse constitue le cœur de la régulation de vitesse puisqu'il définit, en fonction de nombreux paramètres en entrée, des scénarios d'affichages PMV

contenant les consignes de vitesse à appliquer. L'illustration d'annexe n°37, ci-après, représente le lien entre les deux blocs fonctionnels ainsi que les données entrantes.

Illustration en annexe n° 37 : Schéma synthétique des fonctions de l'algorithme de régulation.



Source : Manuel d'administration technique SRV – MOEG APRR

Il comporte ainsi, dans sa chaîne de traitement, deux blocs fonctionnels complémentaires :

- le premier a en charge d'évaluer, en temps réel, les conditions de déclenchement de la génération d'un scénario d'affichage PMV conformément aux contraintes réglementaires décrites précédemment (cf. §5.2.2.3 - Propositions et scénarios de régulation de vitesse, page 54).
- le second, en aval du premier dans le processus général, a pour fonction de vérifier que la consigne d'affichage proposé est activable dans son intégralité. Dans le cas contraire, il pourra soit adapter la proposition à la réalité du terrain, en mode dégradé, soit demander une libération des panneaux en cas d'impossibilité de proposer une séquence vitesse cohérente.

Les conditions de déclenchement de la génération d'un scénario prennent en compte, non seulement, les informations d'acquisition évoquées précédemment (trafic, événements, vitesses moyennes) mais, également, les informations de planification stockées dans des calendriers de régulation suivant :

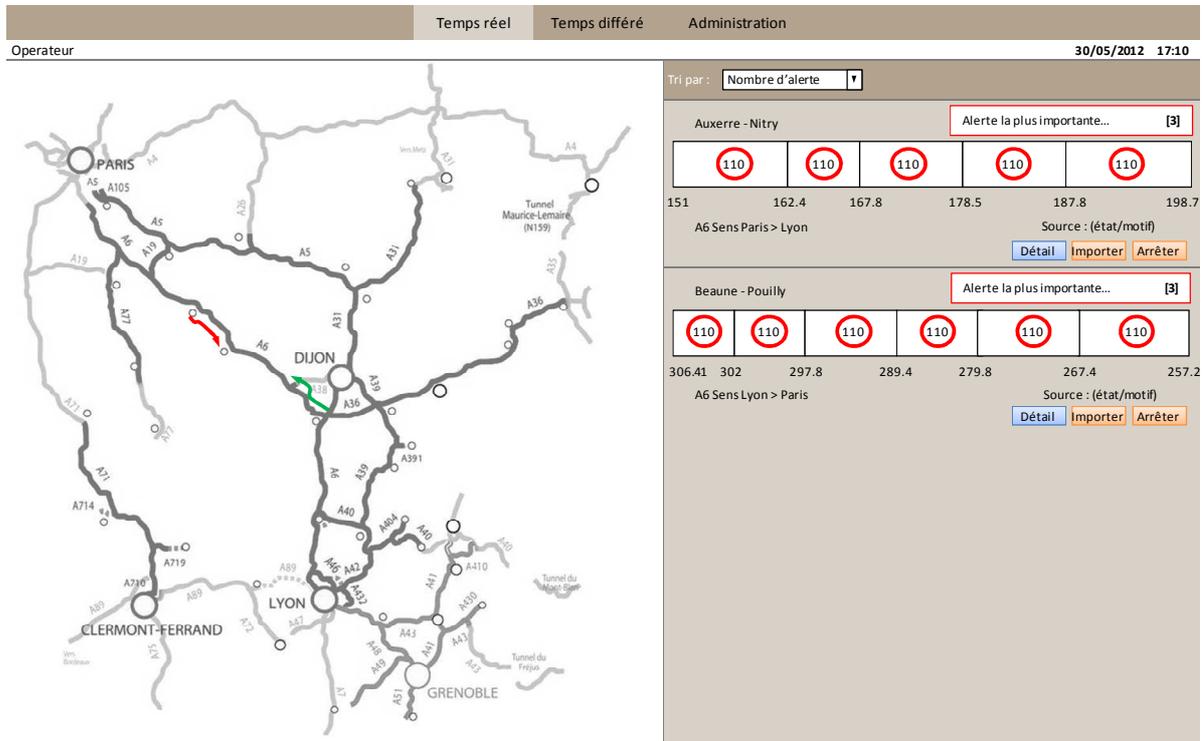
- le calendrier prévisionnel applicable aux scénarios ayant le motif « trafic capacitif » élaboré à partir du trafic prévisionnel
- le calendrier applicable aux scénarios ayant le motif « Trafic imposé »
- le calendrier applicable aux scénarios de motif « Trafic à la demande »
- le calendrier IDPL précisant les périodes et les zones pour lesquelles les poids lourds n'ont pas le droit de doubler d'autres véhicules.

10.11.4. Principales IHM du SRV

L'application, accessible via un navigateur internet, permet aux exploitants de visualiser l'état de chaque section de régulation déclarée ainsi que l'état des panneaux utilisés pour les besoins de la régulation de vitesse. Les écrans offrent, en outre, la possibilité de connaître, en temps réel, les prescriptions appliquées sur les différents cantons régulés. Les illustrations d'annexe n°38 et 39 suivantes présentent les deux principaux écrans consultables par l'application du calculateur SRV affichant des vues synoptiques complémentaires. La première concerne le synoptique général du

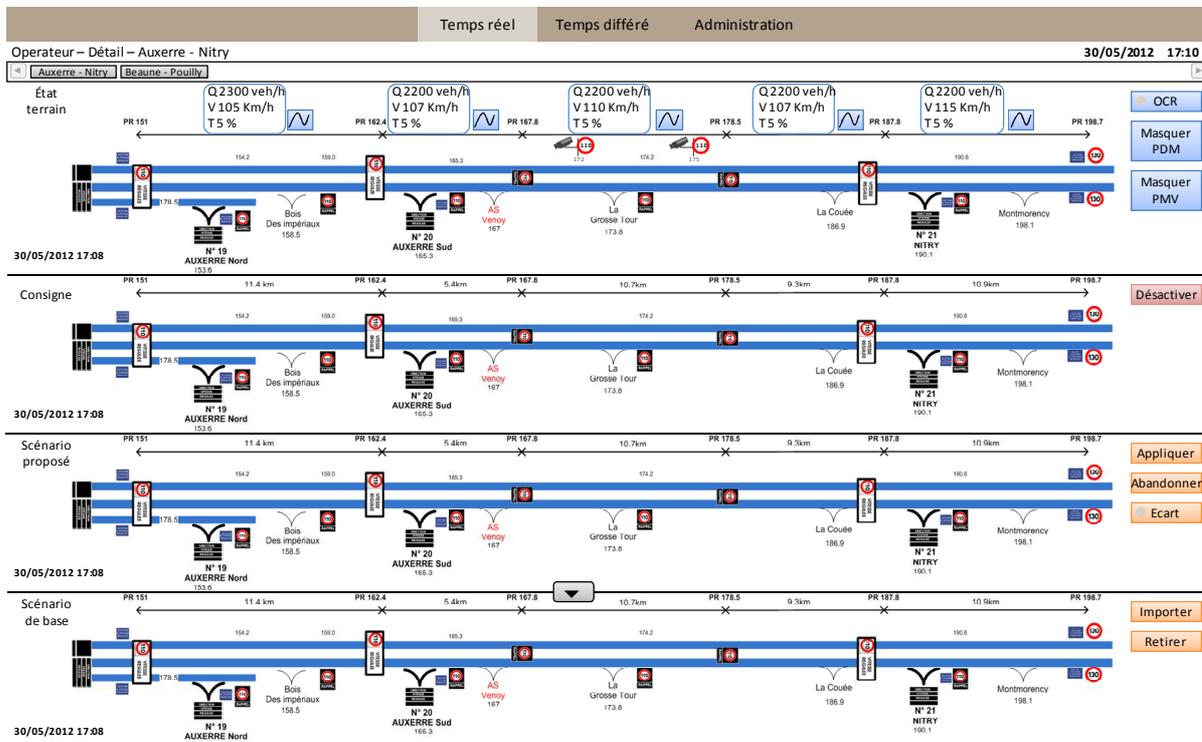
réseau comportant une synthèse des prescriptions de vitesses appliquées. La seconde restitue une vue synoptique détaillée concernant une section de régulation. Ces deux IHM du SRV permettant de visualiser non seulement l'état des sections de régulation, mais également les prescriptions de vitesse appliquées.

Illustration en annexe n° 38 : Vue du synoptique général de l'application SRV.



Source : Document de spécifications fonctionnelles générales SRV – MOEG APRR

Illustration en annexe n° 39 : Vue synoptique détaillée d'une SR de l'application SRV.



Source : Document de spécifications fonctionnelles générales SRV – MOEG APRR

10.12. Annexe n°12 – Besoins spécifiquement liés à l'évolution du SAGT

10.12.1. Recensement des besoins explicites

Tableau d'annexe n° 8 : Liste des besoins explicitement demandés par les exploitants.

Réf.	Description des besoins explicites
BE1	[Composition des plans d'affichage PMV à partir des scénarios de RV] Les nouveaux PRV implantés pour les besoins de la régulation de vitesse doivent être pilotables par REGA ² pour d'autres motifs comme des accidents, des bouchons ou des chantiers. En outre, les plans d'affichage liés à des mesures de régulation de vitesse doivent pouvoir utiliser des PMV-SC ou des PMV-A déjà déclarés dans le référentiel REGA, en complément des nouveaux PRV.
BE2	[Gestion des sections de régulation] Les affichages de prescription de vitesse doivent être possibles sur, à minima, les deux zones de régulation de vitesses sur l'autoroute A6.
BE3	[Validation des scénarios] La validation des scénarios de régulation traités par REGA doivent pouvoir être effectués, soit de manière automatique, soit de manière manuelle. Concernant ces dernières, les scénarios doivent être présentés aux opérateurs habilités en fonction des motifs de déclenchement.
BE3-bis	La validation des scénarios doit pouvoir être effectuée, dans un premier temps, par les opérateurs du PCC.
BE4	[Visualisation sur le synoptique REGA] Le synoptique REGA doit permettre la visualisation des actions de mises en œuvre lors de l'activation de mesures de régulation de vitesse.
BE5	[Transmission d'informations aux partenaires] Certains partenaires doivent être informés en avance de phase par rapport : à la mise en œuvre effective d'une mesure de régulation, à la fin d'une mesure de régulation. Les forces de l'ordre, par exemple, doivent être prévenues préalablement à la mise en œuvre d'une mesure de régulation de vitesse ou avant la fin d'une telle mesure.
BE5-Bis	Les faits liés aux mesures de régulation de vitesses doivent être également transmis aux abonnés de la passerelle Stradanet.

10.12.2. Déclinaison des besoins implicites

Tableau d'annexe n° 9 : Liste des besoins découlant implicitement des demandes issues des exploitants ou de l'architecture de la solution.

Réf.	Origine du besoin	Description des besoins implicites
BI1	Architecture	REGA ² doit fournir au SRV les informations lui permettant de générer des scénarios de RV. Ce besoin implique d'avoir un référentiel commun pour permettre de contextualiser les informations dynamiques échangées.
BI2	Architecture	REGA ² doit traiter les scénarios de régulation générés par le SRV afin de relayer les affichages de prescriptions de vitesse vers les PMV.
BI3	Architecture	Les passerelles logicielles REGA ² exploitant des informations événementielles nécessitent d'être adaptées pour prendre en compte l'intégration de scénarios de régulation de vitesse (Stradanet, WebTrafic, Info-partenaires, etc...)
BI4	Architecture + BE3-bis	Afin d'anticiper une éventuelle ouverture de la fonction de validation aux opérateurs régionaux, l'évolution intégrera un mécanisme de validation générique et paramétrable.
BI5	BE2	La définition des zones de régulation doit être générique et les traitements associés doivent les prendre en compte dynamiquement.
BI6	BE5	Les scénarios SRV doivent transmettre à REGA, outre les prescriptions de vitesse à afficher, des messages particuliers d'information préalable (pré-information).

10.12.3. Déclinaison fonctionnelle des besoins

Tableau d'annexe n° 10 : Déclinaison des fonctions à partir des besoins.

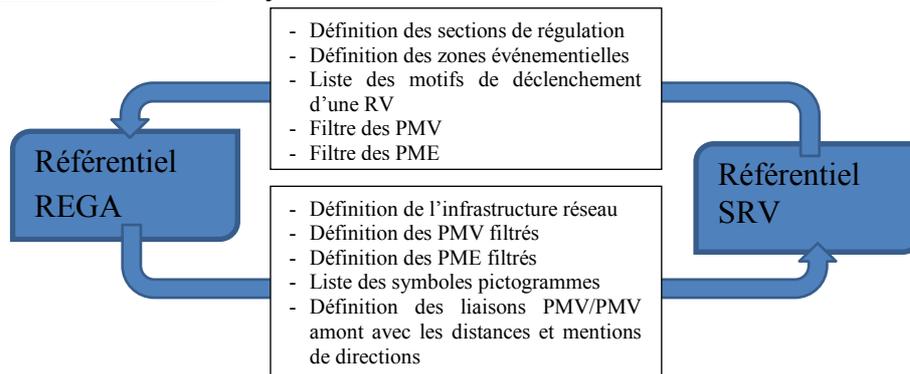
Réf.	Ensembles fonctionnel	Description des fonctions déclinées
BE1		Composition de plans d'affichage avec PMV et PRV à partir des scénarios
SFG-BE1-1	Validation	Utilisation du module Dialogue Photo pour la validation manuelle des plans d'affichage PMV,
SFG-BE1-2	Validation	Intégration et transformation des scénarios de RV en entités événementielles réelles dans le SAGT → Introduction dans REGA ² d'une nouvelle nature de fait « Régulation de vitesse » et adaptation des IHM de saisie événementielle
SFG-BE1-3	Echange de référentiel	Intégration des définitions de PRV dédiés dans le référentiel REGA des panneaux,
BE2		Gestion des sections de régulation
SFG-BE2-1	Intégration	Les mécanismes liés à la gestion de la régulation dans REGA doivent fonctionner quels que soit le nombre de zones de régulation paramétrés
BE3		Permettre de paramétrer le mode de validation des scénarios de régulation ainsi que les habilitations associées à cette action
SFG-BE3-1	Validation	Valider les scénarios de RV selon deux modes paramétrables en temps réel : l'un automatique, l'autre manuel
SFG-BE3-2	Validation Alertes	Gérer, en mode manuel, l'affichage des scénarios de RV et des alertes en fonction du profil de l'utilisateur
SFG-BE3-3	Validation Alertes	Dans le mode manuel, présenter le scénario de RV reçu à l'opérateur dans une interface spécifique pour lui permettre : soit de le modifier, soit de le valider, soit de l'abandonner
SFG-BE4-2	Alertes Habilitations	Paramétrer pour chaque profil opérateur, les droits d'utilisation de la fonction de validation de scénarios de RV. Les opérateurs autorisés à gérer les scénarios de RV devront également avoir une habilitation en fonction du motif de mise en œuvre de la régulation (Trafic capacitif, événementiel, etc...).
BE4		Visualisation sur le synoptique REGA des actions de mise en œuvre de RV
SFG-BE4-1	Synoptique	Permettre la visualisation des faits de nature « Vitesse »
SFG-BE4-2	Synoptique	Permettre la visualisation des vitesses effectives
SFG-BE4-3	Synoptique	Compléter l'affichage de faits avec la nouvelle nature « Vitesse »
SFG-BE4-4	Synoptique	Créer une nouvelle vue spécifique permettant de colorier les portions du réseau en fonction de la vitesse appliquée. La réalisation d'une telle fonction induit de stocker, pour chaque mesure de régulation, les vitesses prescrites par portion de route
BE5		Envoi de pré-informations aux partenaires abonnés
SFG-BE5-1	Intégration Validation Passerelles	Le SRV doit transmettre à REGA ² des pré-informations liées aux actions d'activation ou à d'abandon imminent d'une mesure de régulation de vitesse pour motif capacitif. Un tel motif de RV est invoqué lorsque le trafic se rapproche du seuil de saturation au regard de la capacité des voies de circulation
SFG-BE5-2	Intégration Validation Passerelles	Les messages de pré-information devront être intégrés de manière transparente dans le système (sans validation opérateur, quel que soit le mode paramétré) en générant automatiquement une photo qui pourra être ensuite traitée par le lot Info-Partenaires
SFG-BE5-3	Passerelles	Les nouvelles caractéristiques des photos liées aux pré-informations doivent être prises en compte par la passerelle Info-Partenaire comme des critères supplémentaires de déclenchement des envois
BI1		Fournir au SRV des données lui permettant de générer des scénarios
SFG-BI1-1	Echanges	Assurer la transmission d'informations TR : des événements ayant lieu sur la zone de régulation, du trafic TR et prévisionnel collecté par les points de mesure implantés sur la ZR, des états des PMV dans et aux abords de la ZR, d'un référentiel de données concernant les distances et directions
SFG-BI1-2	Echanges de référentiel Echanges données dynamiques	Assurer la transmission d'informations de référentiel : Référentiel lié au réseau routier (autoroute, diffuseurs, panneaux, zones de régulation, zones événementielles, etc...), filtres relatifs aux PME pour lesquels le système doit envoyer les relevés en TR, informations concernant, d'une part, les distances entre les PMV et les zones de régulation informations et, d'autre part, concernant les mentions de directions (utilisés par le SRV dans les plans d'affichage PMV générés)
BI2		Traiter les scénarios de régulation générés par le SRV
SFG-BI2-1	Intégration Validation	Collecte et traitement des scénarios de régulation de vitesse générés par le SRV

SFG-BI2-2	Validation	Transformation des scénarios transmis par le SRV en entités événementielles REGA
SFG-BI2-3	Alertes	Gestion des alertes opérateurs
SFG-BI2-3	Validation Diffusion	Adaptation des modules logiciels existants exploitant la logique événementielle (noyau applicatif, modules de consultation des synthèses)
BI3	Adapter les passerelles logicielles REGA à l'intégration de scénarios de régulation	
SFG-BI3-1	Passerelles	Adaptation des passerelles vers les systèmes externes (notamment la passerelle STRADANET et Info-Partenaires) pour assurer la diffusion des actions de limitation de vitesse

10.13. Annexe n°13 – Spécifications fonctionnelles

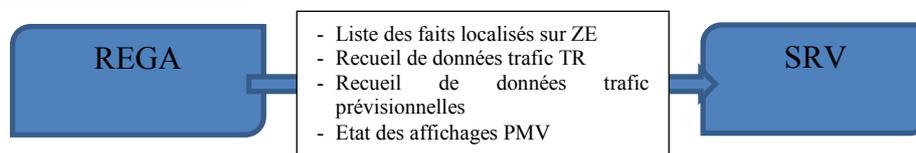
10.13.1. Synchronisation des référentiels REGA et SRV

Illustration en annexe n° 40 : Synchronisation des référentiels REGA et SRV.



10.13.2. Flux d'informations permettant au SRV de générer les scénarios de RV

Illustration en annexe n° 41 : Transmission des informations dynamiques de REGA vers SRV.



10.13.3. Calcul des capacités résiduelles des voies relatives aux faits exportés vers SRV

Tableau d'annexe n° 11 : Capacités résiduelles déterminées en fonction du type et de l'ETV.

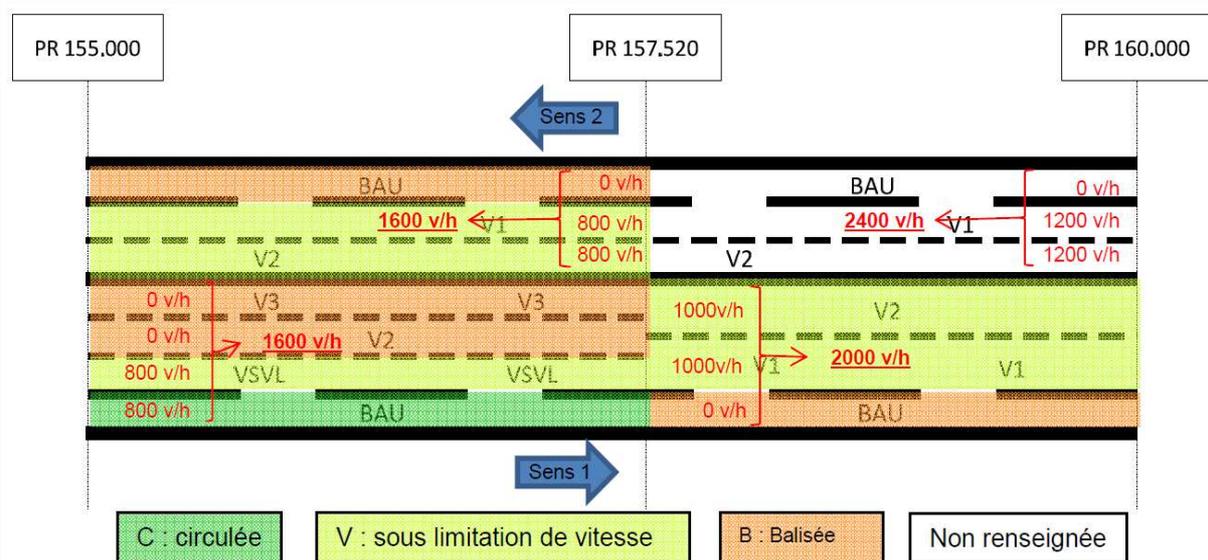
Type de voie →		BAU	V1 avec pointeur VSVL	Vx (avec x de 2 à 5 ou plus)
Etat de la voie ↓				
	Non Renseignée	/	800	1200
C	Circulée	800	800	1200
E	Circulée Etroite	600	600	1000
I	Circulée Inversée	400	400	800
S	Circulée Etroite Inversée	/	/	600
P	Positionnement	400	400	1000
V	Sous limitation de vitesse	800	800	1000
D	Circulation délestée	/	/	/
T	Circulée sous alternat	/	/	/

Source : Dossier de spécification REGA² - Régulation de vitesse

La capacité résiduelle des voies correspond au débit de trafic maximum (en nbre de véh./heure) qu'une portion de route peut écouler pendant un intervalle de temps de référence. Cette information est nécessaire au SRV afin de lui permettre de calculer avec précision ses seuils de saturation de trafic sur la ZE. Elle est donc déterminée par REGA² et concerne spécifiquement quatre natures de faits : Chantier, Balisage, Accident et Incident. La capacité résiduelle est déterminée, pour chaque tronçon de route couvert par la photo saisie, en analysant la description des voies suivant deux facteurs particuliers qui sont le type de voie (Bande d'arrêt d'urgence – BAU - circulée, Voie spécialisée pour les Véhicules Lents – VSVL - circulée, Voie normale circulée) et l'état de la voie (Non renseignée, circulée, circulée étroite, ...). Le tableau d'annexe n°11 (ci-avant), présente les capacités par voie, déterminées en fonction de la combinaison de ces facteurs. Les valeurs contenues dans ce tableau sont paramétrables. Le signe « / » signifie que si le couple (Type de voie, Etat de la voie) n'est pas paramétré, alors la capacité déduite est nulle. L'illustration d'annexe n°42, ci-après, représente l'exemple d'un linéaire couvert par un fait de nature « Balisage » déclaré dans les deux sens entre les PR 155 et 160. Sur la base du tableau de correspondance présenté ci-dessus, voici le détail de la capacité élaboré par REGA², par sommation des débits par voie, qui sera ensuite transmis à SRV :

- Route X, Sens 1, du PR 155.000 au PR 157.520 : 1600 véhicules/heure
- Route X, Sens 1, du PR 157.520 au PR 160.000 : 2000 véhicules/heure
- Route X, Sens 2, du PR 160.000 au PR 157.520 : 2400 véhicules/heure
- Route X, Sens 2, du PR 157.520 au PR 155.000 : 1600 véhicules/heure

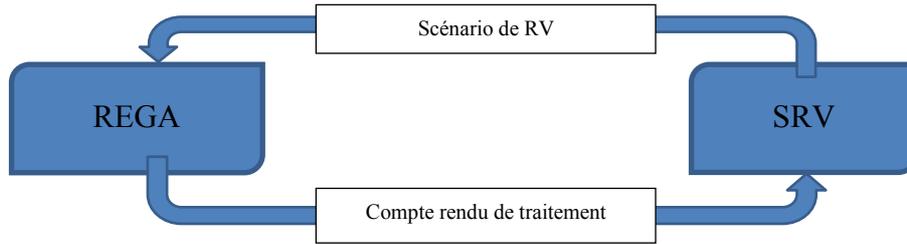
Illustration en annexe n° 42 : Exemple de calcul de capacité par portion de route.



Source : Dossier de spécification REGA² - Régulation de vitesse

10.13.4. Echanges de données liées aux scénarios de RV entre REGA et SRV

Illustration en annexe n° 43 : Transmission des informations dynamiques de REGA vers SRV.



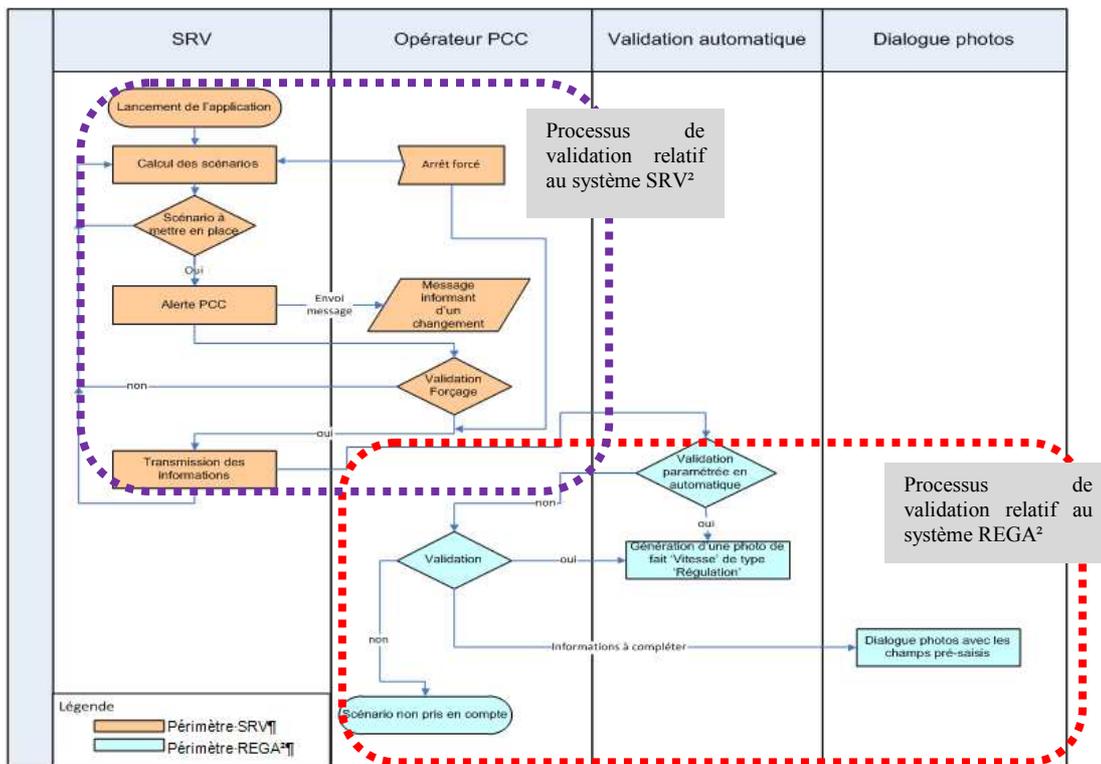
10.13.5. Etats de pré-information des propositions de RV

Tableau d'annexe n° 12 : Etats de pré-information créés pour l'information aux partenaires

Codification	Signification	Commentaire / Condition d'apparition
D	Pré-information de début	Mise en place imminente d'un scénario de régulation de motif « capacitif » (cause de saturation du trafic)
MAJD	Modification d'une pré-information de début	Evolution du scénario de régulation à mettre en place
ANND	Annulation d'une pré-information de début	Annulation du scénario de régulation à mettre en place
F	Pré- information de fin	Arrêt imminent d'une régulation de vitesse en cours ;
ANNF	Annulation d'une pré-information de fin	Annulation de l'arrêt de la régulation de vitesse en cours
ARRF	Annulation forcée d'une pré-information de fin mais changement de motif	Détection d'un nouveau scénario avec un motif autre que « capacitif » comme par exemple un motif « événementiel »

10.13.6. Principes de validation des propositions de RV

Illustration en annexe n° 44 : Illustration du principe de validation des propositions de scénarios.



Source : CCTP Régulation de vitesse dans REGA²

10.13.7. Catégories d'alertes REGA pour la gestion de la RV

Tableau d'annexe n° 13 : Catégories d'alertes du système REGA².

Catégorie d'alerte	Déclencheurs concernés par la catégorie
Administration	Evènements applicatifs en rapport avec l'administration du système REGA ² (Ex : Référentiel des données stables)
Exploitation	Evènements impactant directement un opérateur (Ex : effacement automatique d'une variable, validation d'un scénario de régulation)
Technique	Evènements applicatifs en rapport avec les traitements BATCH notamment (Ex : problème d'intégration d'un fichier)
Système	Evènements applicatifs générés par le SAGT et ne demandant pas d'intervention d'un opérateur. Cette catégorie permet de déclencher des traitements automatiques dans les régions dès réception d'une information en centrale et vice et versa

10.13.8. Nouvelles alertes REGA de la catégorie « Exploitation »

Tableau d'annexe n° 14 : Nouvelles alertes de la catégorie « Exploitation » (évolution RV).

Catégorie d'alerte	Alertes créées pour la régulation de vitesse	Evènements déclencheurs
Exploitation	Activation d'un scénario de régulation	Réception d'une demande de validation d'un scénario de régulation proposée par la plateforme SRV
	Demande d'arrêt forcé d'un scénario	Réception d'une demande d'arrêt forcé en provenance de la plateforme SRV pour libérer une zone sous régulation de vitesse

10.13.9. Règles associées aux contrôles de cohérence des scénarios de RV

Le tableau d'annexe n°15, ci-dessous, présente les contrôles de cohérence, implémentés coté REGA², appliqués lors de l'intégration d'une proposition de RV en fonction de l'attribut de pré-information dont elle est porteuse.

Tableau d'annexe n° 15 : Contrôles de cohérences appliqués selon les attributs de pré-information.

Attribut de pré-information	Pré-information	Condition de déclenchement coté SRV	Impact REGA ²
D	Pré-alerte de début de RV	Conditions d'activation d'une RV de motif capacitif. Caractéristiques du scénario : . Etat scénario \in (T ou F) . Pas de plan d'affichage PMV . Plan vitesse obligatoire	[Mode nominal] Création d'un fait VIT sur la ZR sans plan d'affichage PMV. [Traitement d'anomalie sur fait] Si un fait VIT est déjà existant sur la ZR lors de la réception de l'attribut D (cas anormal), alors création d'une nouvelle photo pour ce fait, avec maintien du plan d'affichage de la dernière photo. + Levée d'une alerte d'administration [Traitement d'anomalie sur état scénario] Si état scénario = (T ou F) => Clôture du fait. + Levée d'une alerte d'administration

MAJD	Modification de pré-alerte de début	<p>Modification du plan « vitesse » de la régulation</p> <p>Caractéristiques du scénario :</p> <ul style="list-style-type: none"> . Etat scénario \diamond (T ou F) . Pas de plan d'affichage PMV . Plan vitesse obligatoire 	<p>[Mode nominal]</p> <p>Création d'une nouvelle photo du fait VIT de la ZR sans plan d'affichage PMV</p> <p>[Traitement d'anomalie sur fait]</p> <p>Si un fait VIT non déjà existant sur la ZR lors de la réception de l'attribut MAJD (cas anormal), alors création d'un fait VIT sur la ZR sans plan d'affichage PMV (comme dans le cas d'un scénario avec attribut D).</p> <p>+ Levée d'une alerte d'administration</p> <p>[Traitement d'anomalie sur état scénario]</p> <p>Si état scénario = (T ou F) => Clôture du fait.</p> <p>+ Levée d'une alerte d'administration</p>
ANND	Annulation de pré-alerte de début	<p>[Cas n°1]</p> <p>Soit les conditions ne sont plus réunies pour la mise en place d'une RV de motif capacitif</p> <p>→ Attribut porté par un scénario de fin</p> <p>Caractéristiques du scénario :</p> <ul style="list-style-type: none"> . Etat scénario = (T ou F) . Motif = Capacitif . Pas de plan d'affichage PMV . Pas de plan vitesse 	<p>[Mode nominal]</p> <p>Clôture automatique du fait VIT de la ZR</p> <p>[Traitement d'anomalie sur fait]</p> <p>Si pas de fait VIT déjà existant sur la ZR lors de la réception de l'attribut (cas anormal), alors aucune opération sur les faits effectuée.</p> <p>+ Levée d'une alerte d'administration</p> <p>[Traitement d'anomalie sur état scénario]</p> <p>Néant</p>
		<p>[Cas n°2]</p> <p>Soit une régulation urgente doit être appliquée à la place de celle annoncée (pour un autre motif que capacitif)</p> <p>Caractéristiques du scénario :</p> <ul style="list-style-type: none"> . Etat scénario \diamond (T ou F) . Motif = indifférent . Plan d'affichage PMV obligatoire . Plan vitesse obligatoire 	<p>[Mode nominal]</p> <p>Création d'une nouvelle photo du fait VIT localisé sur la ZR avec le plan d'affichage PMV transmis par scénario.</p> <p>[Traitement d'anomalie sur fait]</p> <p>Si pas de fait VIT déjà existant sur la ZR lors de la réception de l'attribut (cas anormal), alors création d'une nouvelle photo initiant la création d'un fait VIT sur la ZR.</p> <p>Cette photo contiendra le plan d'affichage PMV et le plan vitesse transmis dans le scénario.</p> <p>+ Levée d'une alerte d'administration</p> <p>[Traitement d'anomalie sur état scénario]</p> <p>Néant</p>
F	Pré-alerte de fin de régulation	<p>Conditions de fin d'activation d'une RV de motif capacitif.</p> <p>Caractéristiques du scénario :</p> <ul style="list-style-type: none"> . Etat scénario \diamond (T ou F) . Pas de plan d'affichage PMV . Pas de plan vitesse 	<p>[Mode nominal]</p> <p>Création d'une nouvelle photo du fait VIT localisé sur la ZR en dupliquant le plan d'affichage PMV et le plan vitesse de la photo précédente.</p> <p>[Traitement d'anomalie sur fait]</p> <p>Si pas de fait VIT déjà existant sur la ZR lors de la réception de l'attribut (cas anormal), alors aucune opération sur les faits effectuée.</p> <p>+ Levée d'une alerte d'administration</p> <p>[Traitement d'anomalie sur état scénario]</p> <p>Si état scénario = (T ou F) => Clôture du fait.</p> <p>+ Levée d'une alerte d'administration</p>

ANNF	Annulation de pré-alerte de fin	<p>[Cas n°1]</p> <p>Maintien du scénario. Le motif doit être uniquement capacitif.</p> <p>Caractéristiques du scénario :</p> <ul style="list-style-type: none"> . Etat scénario \diamond (T ou F) . Pas de plan d'affichage PMV . Plan vitesse facultatif 	<p>[Mode nominal]</p> <p>Création d'une nouvelle photo du fait VIT localisé sur la ZR en dupliquant le plan d'affichage PMV de la photo précédente.</p> <p>[Traitement d'anomalie sur fait]</p> <p>Si pas de fait VIT déjà existant sur la ZR lors de la réception de l'attribut (cas anormal), alors aucune opération sur les faits effectuée.</p> <p>+ Levée d'une alerte d'administration</p> <p>[Traitement d'anomalie sur état scénario]</p> <p>Si état scénario = (T ou F) => Clôture du fait.</p> <p>+ Levée d'une alerte d'administration</p>
		<p>[Cas n°2]</p> <p>Passage d'un nouveau scénario. Le motif doit être à minima capacitif (+ autre motif).</p> <p>Caractéristiques du scénario :</p> <ul style="list-style-type: none"> . Etat scénario \diamond (T ou F) . Plan d'affichage PMV . Plan vitesse facultatif 	<p>[Mode nominal]</p> <p>Création d'une nouvelle photo du fait VIT localisé sur la ZR en reprenant le plan d'affichage PMV du scénario envoyé.</p> <p>[Traitement d'anomalie sur fait]</p> <p>Si pas de fait VIT déjà existant sur la ZR lors de la réception de l'attribut (cas anormal), alors création d'une nouvelle photo initiant un fait VIT sur la ZR</p> <p>Cette photo contiendra le plan d'affichage PMV et le plan vitesse transmis dans le scénario.</p> <p>+ Levée d'une alerte d'administration</p> <p>[Traitement d'anomalie sur état scénario]</p> <p>Si état scénario = (T ou F) => Clôture du fait.</p> <p>+ Levée d'une alerte d'administration</p>
ARRF	Annulation forcée de pré-alerte de fin	<p>[Cas n°1]</p> <p>Arrêt forcé</p> <p>Caractéristiques du scénario :</p> <ul style="list-style-type: none"> . Etat scénario = (T ou F) . Pas de plan d'affichage PMV . Pas de plan vitesse 	<p>[Mode nominal]</p> <p>Clôture automatique du fait VIT de la ZR</p> <p>[Traitement d'anomalie sur fait]</p> <p>Si pas de fait VIT déjà existant sur la ZR lors de la réception de l'attribut (cas anormal), alors aucune opération sur les faits effectuée.</p> <p>+ Levée d'une alerte d'administration</p> <p>[Traitement d'anomalie sur état scénario]</p> <p>Néant</p>
		<p>[Cas n°2]</p> <p>Passage en urgence d'un scénario dont le motif doit être autre que capacitif.</p> <p>Caractéristiques du scénario :</p> <ul style="list-style-type: none"> . Etat scénario \diamond (T ou F) . Plan d'affichage PMV . Plan vitesse obligatoire 	<p>[Mode nominal]</p> <p>Création d'une nouvelle photo du fait VIT localisé sur la ZR avec le plan d'affichage transmis</p> <p>[Traitement d'anomalie sur fait]</p> <p>Si pas de fait VIT déjà existant sur la ZR lors de la réception de l'attribut (cas anormal), alors création d'une nouvelle photo initiant un fait VIT sur la ZR.</p> <p>Cette photo contiendra le plan d'affichage PMV et le plan vitesse transmis dans le scénario.</p> <p>+ Levée d'une alerte d'administration</p> <p>[Traitement d'anomalie sur état scénario]</p> <p>Néant</p>

10.13.10. Nouvelles alertes REGA de la catégorie « Administration »

Tableau d'annexe n° 16 : Nouvelles alertes de la catégorie « Administration » (évolution RV).

Catégorie d'alerte	Alertes créées pour la régulation de vitesse	Evènements déclencheurs
Administration	Incohérence détectée sur la situation du fait attendue	L'état du fait ne correspond à l'état attendu par rapport à l'état du scénario de régulation réceptionné.
	Incohérence au sein d'un scénario de régulation	Dans le scénario de régulation réceptionné, une incohérence de contenu (incohérence non bloquante) est détectée. Causes possibles : Etat du scénario et état de pré-alerte incohérents Pré-alerte et plan d'affichage incohérents Référence de scénarios incohérente
	Scénario de fin et aucun fait REGA ouverte sur la section	Réception d'un scénario de fin alors qu'aucune fait de nature « Vitesse » est en cours sur la section de régulation

10.13.11. Synoptique - Couleurs d'animation des vitesses réelles

Tableau d'annexe n° 17 : Définition des règles de coloration des portions synoptique.

Condition	Analyse Vitesse / Sens	Coloration
Si une vitesse est définie (à travers un fait ou une vitesse nominale)	Vitesse égale à 130 km/h	Verte
	Vitesse comprise entre 110 km/h et 130 km/h	Jaune
	Vitesse comprise entre 90 km/h et 110 km/h	Violette
Si aucune vitesse n'est définie pour la portion	Sens 1	Blanche
	Sens 2	Bleue

10.13.12. Info-Partenaires – Paramétrage d'un abonné

Illustration en annexe n° 45 : Principe de paramétrage d'un abonné.

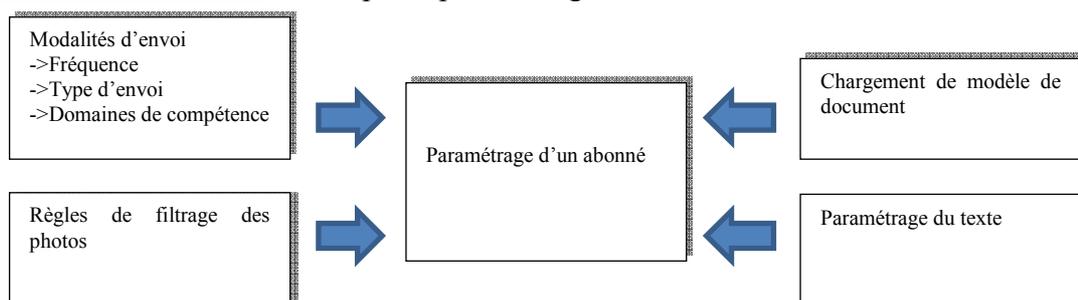


Illustration en annexe n° 46 : Ecran de paramétrage d'un abonné (Info-Partenaires).

Consultation/Modification d'un abonné

Nom : EDP-21-TR114-MIT

Priorité : 302

Récapitulatif service hiver : Oui Non

Etat : Actif Inactif

Fréquence

Toutes les photos Synthèse des événements toutes les [] [Texte faits]

Alerte sur 1ère photo

1ère et dernière photos Heure d'exécution (fréquence de 24h) : []

Liste faits 3 minutes Heure fin complément (fréquence de 24h) : []

Type d'envoi

Fichier [] [Gérer modèles]

Machine distante : []

Répertoire distant : []

Message [107-7.txt]

Adresses : [etic.guillon@aprr.fr]

CC : []

Corps du mail : [Régulation de Vitesse #TEXTE_FILTRE#]

Domaine de compétence

[Ajouter] [Modifier] [Supprimer]

Nom	Centre d'intervention	Autoroute	PR début	PR fin
A6-Beaune-Fouilly		A6	260	301

[Ok] [Annuler]

10.13.13. Info-Partenaires – Liste des variables utilisables

Illustration en annexe n° 47 : Ecran de visualisation des variables utilisables (Info-partenaires).

Variables

Variable	Code	Exemple	Variable	Code	Exemple	Variable	Code	Exemple
Route	#ROU#	A6	Famille chantier	#FAMILLE_CHA#	refuge	Nom zone de régulation	#NOM_ZONE_RV#	AUXERRE - NITRY
Sens de circulation	#SEN#	1	Horodate de début	#HHMM_DEBUT#	20/10/2011 à 15h12	Etat du fait	#ETAT_FAIT#	en cours
Sens de circulation : libellé	#SEL#	Beaune/Mulhouse	Horodate de fin	#HHMM_FIN#	20/10/2011 à 21h07	Vitesse réelle minimale	#VIT_MIN#	90
Référence événement	#IDR#	50-2011-06-29-19-1	Horodate de début	#TIME_DEBUT#	20/10/2011 1512	Découpage vitesse réelle	#DECOUP_VIT_REEL#	Du PR 150.97 au PR 19
PR début	#PRD#	380	Horodate de fin	#TIME_FIN#	20/10/2011 2107	Découpage vitesse à venir	#DECOUP_VIT_PREV#	Du PR 150.97 au PR 19
PR fin	#PRF#	500	Impliqué	#IMPLIQUE#	[Obstacle(s)]	Nom matière dangereuse	#MAT_DANG#	Acide
Nombre de voies total	#NVT#	3	Mat Dangereuse	#MAT_DANGER#	OUI	Nbre agents APRR impliqués	#NB_AGENT_APRR#	4
Nombre de voies circulées	#NVC#	2	Mesure action	#MESURE_ACTION#	123	Nbre VIP impliqués	#NB_VIP#	2
Elongation	#ELO#	2	Nature	#NATURE#	service hivernal	Bouchon mobile	#BOU_MOB#	mobile
Elongation maxi du bouchon	#ELOMAX#	10	Nbre blessés légers	#NBRE_BL#	2	Elongation bouchon	#BOU_ELONG#	3
Identifiant tronçon	#TINERAIRE_VH#	A6-Macon-NORD	Nbre blessés légers APRR	#NBRE_BL_APR#	0			
Vitesse écoulement	#VITE_BOU#	Du PR 120 au PR 121. v	Nbre blessés graves	#NBRE_BG#	3			
Nom	#NOM#	MACON NORD	Nbre blessés graves APRR	#NBRE_BG_APR#	1			
Nom de l'aire	#NDM_AIRE#	VALLON EN SULLY	Nbre tués	#NBRE_TUES#	1			
Nom diffuseur	#NDM_DIF#	AMBERIEU EN BUGEY	Nbre tués APRR	#NBRE_TUES_APR#	0			
Numéro diffuseur	#NUM_DIF#	8	Nbre véhicules	#NBRE_VEH#	5			
Numéro	#NDI#	5	Nbre véhicules APRR/autres	#NBRE_VEH_AA#	1			
Route origine	#POR#	A6	Météo	#METEO#	Chute de neige			
Route destination	#RDE#	A40	Précision	#PRECISION#	Contre sens			
Direction	#DIR#	GRENOBLE	Traitement	#TRAITEMENT#	Curative sur une trace			
Nom barrière de péage	#NDM_BP#	Barrière de GANNAT	Horodate début fait qualifié	#HHMM_DEBUTQ#	21/11/2011 à 16h44			
Condition de circulation actuelle	#CCH#	Conditions normales	Type de vitesse	#TYPE_VIT#	limitation			
Condition de circulation prévue	#CCH2#	Conditions délicates	Motif de vitesse	#MOTIF_VIT#	pollution			

[Ok] [Annuler]

10.13.14. Info-Partenaires – Exemple de synthèse pré-formatée

Illustration en annexe n° 48 : Exemple de modèle de document utilisé pour les synthèses.



CRICR DE METZ
 CRICR DE LYON
 GRA sous-direction de la Gestion du Réseau Autoroutier concédé
 DIT (Direction des Infrastructures de transport)
 Cadre d'Astreinte DIRECTION GENERALE
 Cadre d'Astreinte DIRECTIONS CENTRALES
 C.M.V.O.A. - CENTRE MINISTERIEL DE VEILLE OPERATIONNEL ET D'ALERTE

COPIE : tous PCR

Saint Apollinaire le #DATE_ENV#

Message N°#NUM MESSAGE# à #HEURE ENV#

1-Mesures:

#EVT_MES_EN_COURS#

2-Evènements marquants

#LISTE_EVT#

L'information des clients est assurée par les panneaux lumineux et relayée par la radio Autoroute Info (107.7). Elle est également disponible sur le site internet www.aprr.fr.

Fin

10.13.15. Stradanet - Equivalences entre les entités événementielles REGA et DATEX

L'illustration, ci-après, présente une comparaison des deux modélisations événementielles REGA et DATEX.

Illustration en annexe n° 49 : Equivalences entre les entités événementielles REGA et DATEX.

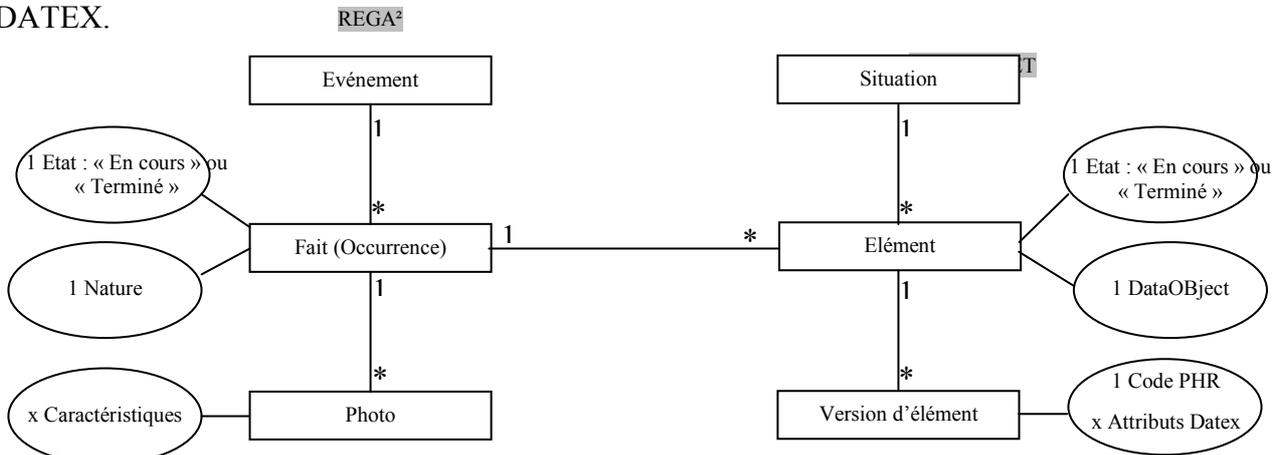
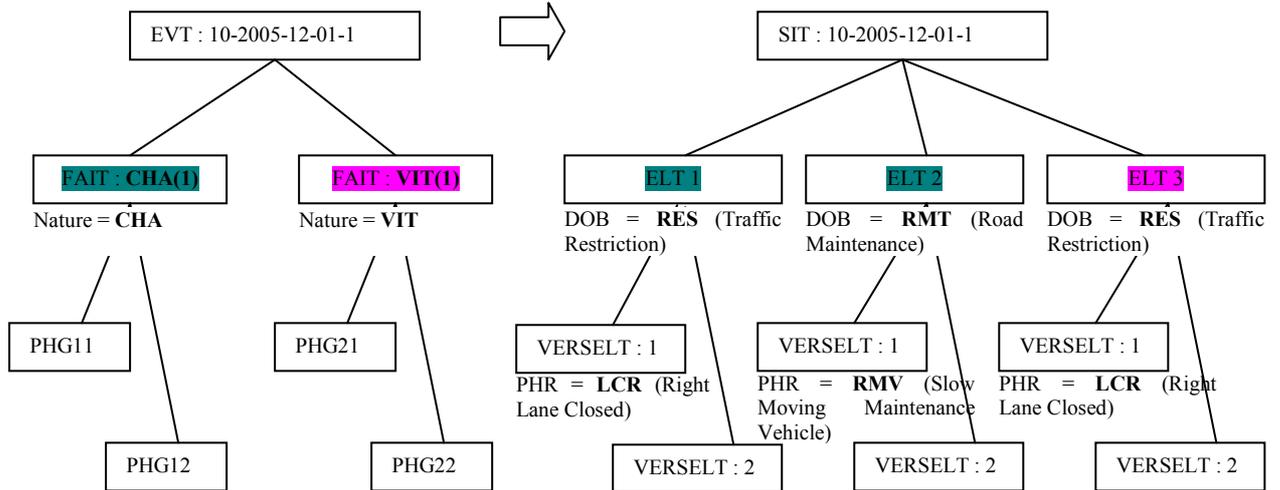


Tableau d'annexe n° 18 : Equivalences entre les entités événementielles REGA et DATEX.

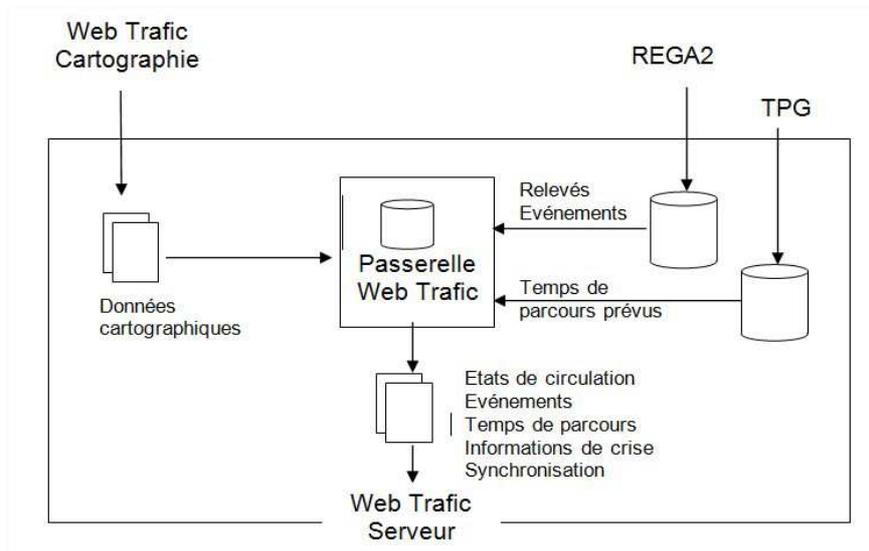
Modélisation REGA ²	Modélisation Datex
Monde réel	
1 Evènement	1 Situation
1 Fait (+nature)	1 ou plusieurs éléments (+data object)
1 Photo (+caractéristiques)	1 version d'élément par élément (+code Phrase + Attributs)
Monde prévisionnel	
1 Photo	1 Situation + 1 ou plusieurs éléments + 1 version d'élément par élément

Illustration en annexe n° 50 : Exemple de transposition événementielle REGA² -> DATEX.



10.13.16. WebTraffic – Flux d’information traités la passerelle

Illustration en annexe n° 51 : Flux d’information de la passerelle WebTraffic.



Source : Dossier de conception de la passerelle REGA² - WebTraffic

10.13.17. WebTraffic - Variables utilisables par la passerelle

Illustration en annexe n° 52 : Ecran de visualisation des variables utilisables (WebTraffic).

Localisant	Variable	Code	Exemple
Tout localisant	Route	<ROU>	A6
Tout localisant	Sens de circulation	<SEN>	1
Tout localisant	Sens de circulation : libellé	<SEL>	Beaune/Mulhouse
Tout localisant	Référence événement	<IDR>	50-2011-06-29-19-1
Tout localisant	Type de vitesse	<TYV>	Limitation
Tout localisant	Motif vitesse	<MOV>	Pollution
Tout localisant	Vitesse mini. réelle	<MIV>	90
Tronçon / Bifurcation	PR début	<PRD>	380
Tronçon / Bifurcation	Nombre de voies total	<NVT>	3
Tronçon / Bifurcation	Nombre de voies avec l'état spécifié	<NVE>	1
Tronçon / Bifurcation	Nombre de voies circulées	<NVC>	2
Tronçon / Bifurcation	Elongation	<ELD>	2
Aire / Diffuseur	Nom	<NDM>	MACON NORD
Diffuseur	Numéro	<NDI>	5
Bifurcation	Route origine	<ROD>	A6
Bifurcation	Route destination	<RDE>	A40
Bifurcation	Direction	<DIR>	GRENOBLE

10.13.18. Interface de visualisation des faits envoyés

Illustration en annexe n° 53 : Ecran de visualisation des faits transmis (WebTrafic).

The screenshot shows the 'Passerelle Web Trafic' application window. The main area displays a table of 'Evénements validés au 18/09/2014 18:53:03'. The table has columns for 'Envoi', 'Evénement', 'Nature', 'Occ.', 'Sens', 'Horodate du fait', 'Filtre', and 'Texte'. One event is highlighted in blue, and a blue arrow points from it to a 'Détail d'un fait REGA2' dialog box. The dialog box shows details for event '10-2013-09-04-33' with nature 'VIT', occurrence '1', and date '08/09/2014 03:21'. The 'Résumé' field contains a detailed description of the event, including speed limits and directions.

10.14. Annexe n°14 – Conception applicative

10.14.1. Impact concernant les lots serveurs REGA

Tableau d'annexe n° 19 : Impacts concernant les lots serveurs REGA².

Type de serveur REGA	Nom du lot	Nature des impacts
Serveur REGA Central (x1)	SRV	Création d'un nouvel ensemble de processus dédié au traitement des échanges de données TR avec le SRV
	PLT	Evolution du lot PLT pour permettre la diffusion vers les serveurs régionaux : Des scénarios de RV des nouvelles entités événementielles de nature « Vitesse » et de leurs caractéristiques Des nouvelles alertes liées à la gestion de la RV
	SBDB	Evolution du processus de transmission des nouvelles entités événementielles en vue de leur historisation en BDHV1
	WEBTRF	Passerelle WebTrafic : Animation, sur la cartographie TR du site internet du GIE « Autoroutes Trafic », des faits de nature « Vitesse »
	INFP	Passerelle Info-Partenaires : Prise en compte de nouveaux critères liés aux nouveaux faits « Vitesse » pour le déclenchement des envois automatiques de messages vers les partenaires
	STRD	Passerelle Stradanet : Prise en compte de la nouvelle nature de fait VIT et de ses caractéristiques pour l'envoi automatique des informations trafic au format DATEX
Serveur REGA Historique (x1)	SBDH	Evolution du processus d'historisation permettant l'intégration en BDHV1 des données relatives aux nouvelles entités événementielles transmises par le serveur REGA Central
	/	Evolution du processus d'historisation permettant l'intégration agrégée de ces nouvelles données en BDHV2
Serveur REGA Régionaux (x3)	SBDR	Création d'un processus spécifique de validation de scénarios de RV, prenant en charge la transformation de ces derniers en entités événementielles. Cette opération est déclenchée en fonction du mode de validation paramétré (automatique ou manuel) Evolution du processus de génération des alertes afin de prendre en compte les nouveaux déclencheurs

Type de serveur REGA	Nom du lot	Nature des impacts
		associés aux scénarios de RV.
	PCCO	Passerelle Coraly : Envoi des informations concernant les faits de nature VIT dans les données événementielles envoyées vers ce système externe

10.14.2. Description de la cinématique des flux de données (architecture applicative)

Cinématique des photos :

1	Saisie sur poste PCC d'une photo d'un fait VIT (extension de la gestion des faits « Vitesse » -> Type « Limitation » différent du type « Régulation »)
2	Saisie sur poste région d'une photo d'un fait VIT
2'	Validation manuelle et intégration en base de la première photo ou des photos modifiées par les opérateurs depuis le dialogue photo (Lot SBDR - Process r_vpvpho)
2''	Génération automatique par le système de photos pour les faits VIT de type « Régulation » en fonction du paramétrage mis en place sur le traitement des scénarios de régulation de vitesse envoyés par SRV. (Lot SRV - Process r_vpvautoSRV) Cas d'une génération automatique d'une photo : Paramétrage de validation des scénarios égal à « Automatique » Paramétrage de validation des scénarios égal à « Manuel » et acquittement direct d'une alerte de catégorie EXPLOIT de la famille REGUL depuis le module de gestion des alertes
3	Remontée en central des photos saisies/générées en région
4	Intégration des photos dans la base 45j du PCC
4'	Transmission dans les autres régions des photos filtrées
5	Export des photos pour la BDHV1
6	Transmission des photos à la BDHV1
7	Intégration des photos dans le BDHV1

Cinématique des échanges avec le SRV :

T1	Extraction toutes les 6 minutes des données trafics (Fichier : SRV_TRF*.txt) Extraction toutes les minutes : de certains faits situés sur les zones événementielles SRV (Fichier : SRV_EVT*.xml) des états panneaux (Fichier : SRV_ETATPAN*.txt) du dernier état de chaque section de régulation connue du système (Fichier : SRV_CR*.txt) Extraction ponctuelle : des données trafic prévisionnel (Fichier : SRV_TRTPREV*.txt) : en fonction de la période définie pour l'extraction, un fichier contient au plus un mois calendaire de données. du référentiel REGA2 (Fichier : SRV_REFREGA*.xml)
T1'	Transmission au SRV (Lot SRV - Process b_srvFTP)

T2	Réception des fichiers issus du SRV : fichiers des scénarios de régulation : SRV_SCE*.xml fichiers décrivant le référentiel SRV : SRV_REFSRV*.xml
T2'	Intégration dans la base du PCC
T3	Diffusion des données du référentiel (Sections de régulation et motifs uniquement) et des scénarios de régulation vers les régions.

Cinématique des alertes :

A	PO du PCR : Apparition et visualisation de l'alerte en région sur réception d'un scénario de régulation mono régional.
A'	PO du PCC : Apparition et visualisation de l'alerte région + des alertes uniquement PCC (réception d'un scénario de régulation multirégion, alertes techniques, ...)
B	Remontée en central des alertes générées en région ou mises à jour.
C	Intégration des alertes dans la base 45j du PCC
D	Diffusion des alertes liées à une région et générées au PCC (Alerte de catégorie « Système » et uniquement pour la famille REGUL) Type d'alerte de catégorie « Système » pouvant descendre en région : <ul style="list-style-type: none"> - Sur réception d'un scénario et avec un paramétrage manuel, envoi d'une alerte en région pour créer l'alerte d'exploitation lié au scénario directement dans la région afin d'avoir les dernières informations événementielles (Code de l'alerte : RG_SCE_TRT). → Alerte traitée par le process r_trtAlerteSRV du lot SBDR. - Sur réception d'un scénario de régulation et avec un paramétrage automatique, envoi d'une alerte en région pour créer une nouvelle photo à partir des informations du scénario (Code de l'alerte : RG_SCE_AUTO). → Alerte traitée par le process r_vpautoSRV du lot SBDR.

Cinématique des activations PMV et des remontées d'état :

a	Arbitrage par REGA des priorités des messages dans les files d'attentes PMV
b	Sur changement de priorité d'un ou plusieurs messages PMV, le système envoie aux équipements terrain concernés des demandes d'affichage
c	Interrogation des PCCR par le système pour capter les changements d'état des PMV du terrain
d	Remontée en central des états PMV
e	Intégration en central des états PMV
e'	Diffusion filtrée des états dans les autres régions

10.14.3. Nouvelles alertes créées dans REGA pour l'évolution RV

Tableau d'annexe n° 20 : Nouvelles alertes créées pour la gestion des scénarios de RV.

Catégorie d'alerte	Code alerte principal	Libellé court	Sous-code alerte	Evénement déclencheur
Administration	RG_INCOH_FAIT	Incohérence détectée sur la situation du fait attendue	/	L'état du fait ne correspond à l'état attendu par rapport à l'état du scénario de régulation réceptionné.
	RG_INCOH_SCE	Incohérence au sein d'un scénario de régulation	SCE_INC_ETA	Etat du scénario et état de pré-alerte incohérents
			SCE_INC_AFF	Pré-alerte et plan d'affichage incohérents

	RG_SCE_FIN	Scénario de fin et aucun fait REGA ouverte sur la section	/	Réception d'un scénario de fin alors qu'aucune fait de nature « Vitesse » est en cours sur la section de régulation
Exploitation	RG_SCE_VAL	Validation scénario de régulation	/	Demande de validation d'un scénario de régulation proposée par la plateforme SRV
	RG_SCE_ARR	Demande d'arrêt forcé d'un scénario	/	Demande d'arrêt en provenance de la plateforme SRV d'une zone sous RV
Technique	Pas de nouvelle alerte créée			
Système	RG_SCE_AUTO	Demande de génération automatique d'une nouvelle photo en mode 'Validation auto'	/	Permet au système de générer automatiquement en région une nouvelle photo à partir d'un scénario de régulation
	RG_SCE_MAUTO	Demande de génération automatique d'une photo en mode 'Validation Manuelle'	/	Permet au système de générer automatiquement en région une nouvelle photo après validation d'un scénario par un opérateur sans apport d'aucune modification (= acquittement de l'alerte via le bouton Acquitter)
	RG_SCE_TRT	Alerte devant être prise en compte par le processus r_trtalerteSRV en région	/	Permet de déclencher un traitement en région suite à la réception d'un scénario au PCC

10.14.4. Ecrans du Dialogue Photo adaptés pour les besoins de la RV

Illustration en annexe n° 54 : Ecran principal du dialogue photo.

Cet écran présente une photo chargée dans l'interface du module Dialogue Photo à partir d'une proposition de scénario de régulation de vitesse. Les boutons entourés en pointillé donnent accès aux écrans présentés dans les illustrations en annexe n°55 et 56, ci-après.

Illustration en annexe n° 55 : Ecran de découpage vitesse par canton.

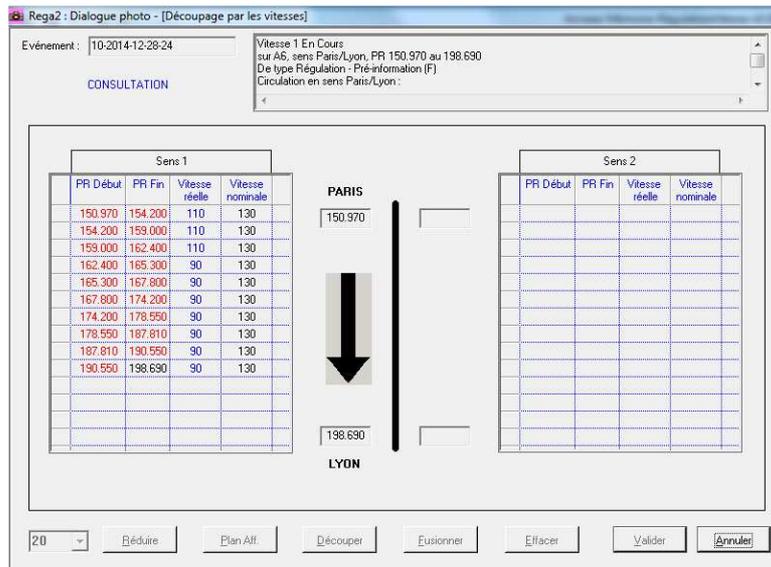
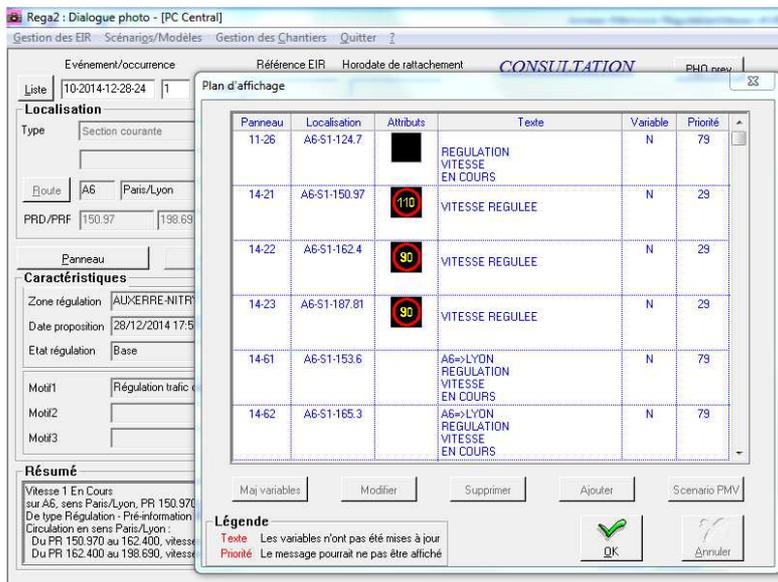
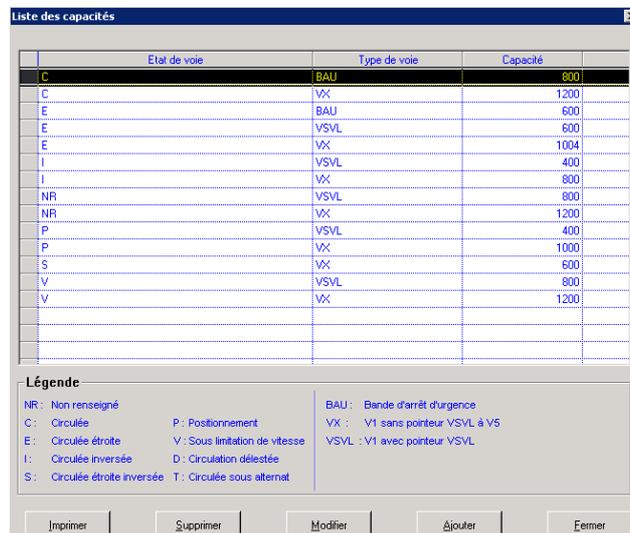


Illustration en annexe n° 56 : Ecran de visualisation des plans d'affichage PMV.



10.14.5. Ecran du Dialogue Fonctionnel adapté pour les besoins de la RV

Illustration en annexe n° 57 : Ecran de paramétrage des capacités résiduelles calculées.



10.14.6. Inventaire des tables du schéma REGA concernées par l'évolution RV

Tableau d'annexe n° 21 : Liste des tables du schéma REGA créées ou mises à jour.

Nom de la table	BdD	Statut	Utilisation
Tables de paramétrage de type « donnée stable »			
PORTION	Centrale et Régionales	Existante	Table de description des portions de route stockant notamment les vitesses nominales
PANNEAU	Centrale et Régionales	Existante	Table de description des panneaux à message variable enrichie avec le type PRV
FILTRE_DGR	Centrale et Régionales	Existante	Table de description des filtres de la synthèse DGR et journalière contenant les nouveaux attributs liés aux caractéristiques de la nouvelle nature de fait
Tables de paramétrage utilisées dans les échanges entre REGA² et SRV et la gestion des scénarios dans REGA²			
RV_SECTION_REGUL	Centrale et Régionales	Nouvelle	Table alimentée directement par le SRV et contenant les sections de régulation.
RV_MOTIF	Centrale et Régionales	Nouvelle	Table contenant les motifs de régulation pouvant être associés à un scénario de RV. Table issue du SRV et pouvant être mise à jour dans REGA ² .
RV_ZONE_EVENEMENTIELLE	Centrale	Nouvelle	Table alimentée directement par SRV et contenant les zones événementielles utilisées pour extraire les événements à envoyer à SRV.
RV_FILTERS	Centrale	Nouvelle	Table contenant la liste des PME et PMV à envoyer à SRV. Table alimentée directement par SRV
RV_DIFFUSION	Centrale	Nouvelle	Table contenant les numéros des versions de données stables et les plages des données trafic prévisionnel à envoyer à SRV. Table alimentée par REGA ² .
Tables servant à la gestion des scénarios de régulation			
RV_SCENARIO	Centrale et Régionales	Nouvelle	Table des scénarios de RV, stockant tous les scénarios envoyés par la plateforme SRV
RV_MSG_PANNEAUX	Centrale et Régionales	Nouvelle	Table des messages panneaux liés à un scénario de RV
RV_ARRETES_PREF	Centrale et Régionales	Nouvelle	Table des arrêtés préfectoraux liés à un scénario de RV
RV_ETAT_VITESSE	Centrale et Régionales	Nouvelle	Table des découpages vitesse par canton liés à un scénario de RV
RV_SCE_MOT	Centrale et Régionales	Nouvelle	Table des motifs de régulation liés à un scénario de RV.
Autres tables de paramétrage			
PICTOGRAMME	Centrale et Régionales	Existante	Table des pictogrammes, table déjà existante. Ajout d'un attribut pour associer une référence sous forme de chaîne de caractères à un pictogramme et d'un attribut indiquant la vitesse affichée par le pictogramme au format numérique :
CAPACITE	Centrale et Régionales	Nouvelle	Table des capacités résiduelles par type de voie et état de voie
UTI_RV_MOT	Centrale et Régionales	Nouvelle	Table des motifs de régulation par utilisateur, dans laquelle sont stockés, pour chaque utilisateur, tous les motifs de régulation auxquels il a accès
Tables liée à la gestion des alertes			
ALERTE	Centrale et Régionales	Existante	Table des alertes, table déjà existante. Ajout d'un attribut indiquant le numéro du scénario de régulation lorsque l'alerte est liée à un scénario
Tables servant à la gestion des faits réels			
PHG	Centrale et Régionales	Existante	Table des photos réelles, déjà existante dans REGA ² . Ajout d'un nouvel attribut indiquant le numéro du scénario de régulation lorsque la photo est créée à partir d'un scénario de RV

Nom de la table	BdD	Statut	Utilisation
PHM	Centrale et Régionales	Existante	Table des messages PMV, déjà existante dans REGA ² . Ajout d'un nouvel attribut permettant de savoir si le message est un message proposé par un scénario de régulation
ETAT_VOIES	Centrale et Régionales	Existante	Table des états de voies, déjà existante dans REGA ² . Ajout de quatre attributs pour stocker la capacité réelle par tronçon et par sens
ETAT_VITESSE	Centrale et Régionales	Existante	Table des découpages vitesse pour les photos des faits de nature « Vitesse »
Tables servant à la gestion des scénarios / modèles de fait			
ETAT_VOIES_SF	Centrale et Régionales	Existante	Table des états de voies pour les scénarios / modèles de fait, déjà existante dans REGA ² . Ajout de quatre attributs pour stocker la capacité réelle par tronçon et par sens
ETAT_VITESSE_SF	Centrale et Régionales	Existante	Table des découpages vitesse pour les photos des faits de nature « Vitesse » appartenant à un scénario / modèle de fait
Tables servant à la gestion des photos prévisionnelles			
ETAT_VOIES_PREV	Centrale et Régionales	Existante	Table des états de voies pour les photos prévisionnelles, déjà existante dans REGA ² . Ajout de quatre attributs pour stocker la capacité réelle par tronçon et par sens
ETAT_VITESSE_PREV	Centrale et Régionales	Existante	Table des découpages vitesse pour les photos prévisionnelles des faits de nature « Vitesse ».
Tables servant à la gestion des chantiers prévisionnels			
ETAT_VOIES_PHA	Centrale et Régionales	Existante	Table des états de voies pour les phases des chantiers prévisionnels, déjà existante dans REGA ² . Ajout de quatre attributs pour stocker la capacité réelle par tronçon et par sens

10.14.7. Evaluation des volumétries des tables de la BDD

Les estimations de volumétrie se sont appuyées sur les hypothèses de volumes maximums suivant :

- Concernant les entités directement liées à la fonction de régulation de vitesse :
 - 8 sections de régulation
 - 2 régions avec SR
 - 30 propositions par SR et par jour
 - 25 PMV par proposition
 - 10 Etats vitesse par proposition
 - 3 arrêtés préfectoraux par proposition
 - 3 motifs par proposition
 - 2 alertes par proposition
- Concernant les entités directement liées à la gestion événementielles :
 - 30 photos par fait
 - 20 Etats « vitesse » par photo
 - 6 caractéristiques par photos

Tableau d'annexe n° 22 : Estimation de la volumétrie des tables pour les différentes bases de données.

Nom table	Nombre d'enreg. (Base régionale – rétention 45 jours)	Nombre d'enreg. (Base centrale – rétention 45 jours)	Archivage en BDHV1
Nouvelles tables dont la volumétrie totale a été évaluée			
CAPACITE	20	20	Non
RV_ZONE_EVT	0	8	Non
RV_FILTRES	0	$(25 + 15) * 8 = 320$	Non
RV_DIFFUSION	0	$15 + 5 = 20$	Non
RV_MOTIFS	30	30	Non
RV_SECTION_REGUL	8	8	Non
RV_SCENARIO	10 800	21 600	Non
RV_MSG_PANNEAUX	270 000	540 000	Non
RV_ARRETES_PREF	32 400	64 800	Non
RV_ETAT_VITESSE	108 000	216 000	Non
RV_SCE_MOT	32 400	64 800	Non
RV_SUIVI_FIC	0	262 170	Non
ETAT_VITESSE	1 755 000	1 755 000	Oui
ETAT_VITESSE_SF	4 000	4 000	Non
ETAT_VITESSE_PREV	400	400	Non
UTI_RV_MOT	12 000	12 000	Non
PORTION	200 000	200 000	
Tables de paramètres déjà existantes dont la volumétrie totale a été réévaluée.			
PARAM	100	100	Non
Table déjà existantes, liées à la gestion événementielle, dont la volumétrie a été estimée en supplément par rapport à celle existante			
EIR	Supplément négligeable		
EVENEMENT	+2 970	+2 970	Oui
FAIT	+2 970	+2 970	Oui
PHG	+89 100	+89 100	Oui
PHG_CAR_NAT	+553 500	+553 500	Oui
PLAN_AFF	+1 043 700	+1 043 700	Oui
PHM	+521 850	+521 850	Oui
ETAT_VOIES	Supplément négligeable		Oui
SF	+50	+250	Non
PHG_SF	+250	+1 250	Non
PHM_SF	+5 000	+25 000	Non
ALERTES	+21 600	+43 200	Non

Certaines volumétries de tables sont identiques dans les bases centrales et régionales car elles concernent des entités qui sont diffusées de manière non filtrée dans toutes les bases du SAGT. Par exemple, la table ETAT_VITESSE est une nouvelle table qui a été créée pour stocker les vitesses de prescription par canton et qui a été rattachée à la table PHG, stockant les photos REGA. Or cette dernière étant déjà diffusée dans toutes les bases, les états de vitesses ont dû suivre cette même logique de diffusion. La volumétrie des tables stockées dans la base historique « 0-2 ans » (BDHV1), dont la profondeur temporelle de rétention est de deux ans (soit 730 jours), a été évaluée

en appliquant le coefficient de proportionnalité de 16,2 (730 / 45) sur la volumétrie de ces mêmes tables stockées dans la base de données centrale conservées sur une période de 45 jours.

10.14.8. Description des processus du lot d'échange SRV

Tableau d'annexe n° 23 : Processus du nouveau lot SRV et caractéristiques des fichiers traités.

Nom du processus	Langage	Description / Structure du nom de fichier	Types de fichiers générés / reçus	Fréquence de génération des fichiers traités
u_ipinit_srv	Pro*C	Processus d'initialisation du lot	/	/
Flux REGA->SRV				
b_srvFTP	Pro*C	Processus de traitement des envois de fichiers par FTP vers SRV	/	/
b_srvEnvTrf	Pro*C	Envoi du trafic réel sur la base des filtres des PME transmis préalablement par SRV SRV_TRF_AAAAMMJHHMISS.txt	CSV	6 minutes
b_srvEnvTrfPrev	Pro*C	Envoi du trafic prévisionnel sur la base des filtres des PME transmis préalablement par SRV SRV_TRFPREV_AAAAMMJ.txt	CSV	A la demande
b_srvEnvPan	Pro*C	Envoi des états PMV sur la base des filtres des panneaux transmis préalablement par SRV SRV_ETATPAN_AAAAMMJHHMISS.txt	CSV	Minute
b_srvEnvRef	Pro*C	Envoi du référentiel SRV_REFREGA_AAAAMMJHHMISS.xml	XML	A la demande
b_srvEnvEvt	Pro*C	Envoi des événements se produisant dans les zones événementielles contenant le détail de l'état des voies et de la capacité résiduelle SRV_EVT_AAAAMMJHHMISS.xml	XML	Minute
b_srvEnvCR	Pro*C	Envoi des comptes-rendus de traitement des derniers scénarios reçus SRV_CR_AAAAMMJHHMISS.txt	CSV	Minute
Flux SRV->REGA				
b_srvAcqRef	Pro*C	Acquisition des données issues du référentiel transmis par SRV et enregistrement en base centrale (définition des zones de régulation et des zones événementielles, filtres PME, filtres PMV) SRV_REFSRV_AAAAMMJHHMISS.xml	XML	A la demande
B_srvAcqSce	Pro*C	Acquisition des scénarios transmis par SRV et enregistrement en base centrale SRV_SCE_<IDSECTION>_AAAAMMJHHMISS.xml	XML	A la demande

La description des fichiers échangés est consultable dans l'annexe suivante.

10.14.9. Description des fichiers traités par le lot serveur « SRV »

Tableau d'annexe n° 24 : Description des fichiers envoyés par REGA au SRV

Trafic TR

Type de fichier	Trafic TR
Nomenclature du nom de fichier	SRV_TRF_AAAAMMJHHMISS.txt
Format	
<horodate>;<identifiant>;<débit>;<taux>;<vitesse>;<débit poids lourds>	
Avec :	
- Horodate de la forme : AAAAMMJHHMSS	
- Identifiant : identifiant REGA de la station de comptage	
- Débit : en véhicules / 6 minutes	
- Taux : taux d'occupation en pourcentage	
- Vitesse : en km / h	
- Débit poids lourds : en véhicules / 6 minutes	
Exemple de contenu	
20121005115400;320;139;2;120;9	
20121005115400;445;95;1;111;12	
20121005115400;505;155;2;116;18	
20121005115400;125;82;1;123;9	
20121005115400;228;143;2;127;8	

Trafic prévisionnel

Type de fichier	SRV_TRFPREV_AAAAMMJ.txt
Nomenclature du nom de fichier	Trafic prévisionnel
Format	
<horodate>;<identifiant>;<débit>	
Avec :	
- Horodate de la forme : AAAAMMJHHMISS	
- Identifiant : identifiant REGA de la station de comptage	
- Débit : en véhicules / heure	
Exemple de contenu	
20121005115400;320;1200	
20121005115400;445;2500	
20121005115400;505;1550	
20121005115400;125;820	
20121005115400;228;1434	

Etats PMV

Type de fichier	
Nomenclature du nom de fichier	SRV_ETATPAN_AAAAMMJHHMISS.txt
Format	
<identifiant>;<état>;<fait>;<msg1>;<msg2>;<msg3>;<msg4>;<idPicto>;<priorité>	
Avec :	
- Identifiant : identifiant du PMV	
- Etat : état du panneau	
o N = neutre	
o A = affiché	
o D = défaut	
o E = éteint	
o I = indéterminé	
- Fait : référence REGA ² du fait	
- Msg1 : message ligne 1	
- Msg2 : message ligne 2	
- Msg3 : message ligne 3	
- Msg4 : message ligne 4	
- IdPicto : identifiant du pictogramme affiché	
- Priorité : priorité du message affiché	
Exemple de contenu	
3;A;10-2012-10-08-1-CHA-1;CHANTIER A 3 KM;RALENTISSEZ;;;50	
4;A;10-2012-10-08-1-BOU-1;BOUCHON A 1 KM;RALENTISSEZ;;;40	
5;N;,,,,,,;	
12;E;,,,,,,;	

Fichier de référentiel REGA

Type de fichier	Référentiel REGA pour SRV
Nomenclature du nom de fichier	SRV_REFREGA_AAAAMMJHHMISS.xml
Format DTD	
<pre> <!ELEMENT REGA(Referentiel+)> <!ELEMENT Referentiel(Pictogrammes, Portions, Routes, Panneaux, PointsMesures, Information_Panneaux)> <!ATTLIST Referentiel version ID #REQUIRED <!ELEMENT Pictogrammes(Picto *)> <!ELEMENT Picto EMPTY > <!ATTLIST Picto id ID #REQUIRED code ID #REQUIRED > <!ELEMENT Portions (Portion *)> <!ELEMENT Portion EMPTY > <!ATTLIST Portion id ID #REQUIRED idRoute IDREF #REQUIRED sens PCDATA #REQUIRED prd PCDATA #REQUIRED prf PCDATA #REQUIRED nbVoies PCDATA #REQUIRED vitesse PCDATA > <!ELEMENT Routes (Route *)> <!ELEMENT Route EMPTY > <!ATTLIST Route id ID #REQUIRED ref ID #REQUIRED prd_s1 PCDATA #REQUIRED prf_s1 PCDATA #REQUIRED prd_s2 PCDATA #REQUIRED prf_s2 PCDATA #REQUIRED > <!ELEMENT Panneaux (Panneau *)> <!ELEMENT Panneau EMPTY > <!ATTLIST Panneau id ID #REQUIRED idRoute IDREF #REQUIRED ref PCDATA #REQUIRED pk PCDATA #REQUIRED sens PCDATA #REQUIRED nbLignes PCDATA #REQUIRED nbCarac PCDATA #REQUIRED picto PCDATA #REQUIRED typeLoc PCDATA #REQUIRED typePan (PMV PMV-A) #REQUIRED> <!ELEMENT PointsMesures (Pme *)> <!ELEMENT Pme EMPTY > <!ATTLIST Pme id ID #REQUIRED idRoute IDREF #REQUIRED ref ID #REQUIRED pk PCDATA #REQUIRED sens PCDATA #REQUIRED > <!ELEMENT Informations_Panneaux (Information *)> <!ELEMENT Information EMPTY > <!ATTLIST Information idPanneauRef ID #REQUIRED idPanneauMont IDREF #REQUIRED direction PCDATA distance PCDATA > </pre>	
Exemple de contenu	
<pre> <?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?> <REGA> <Referentiel version="328"> <Pictogrammes> <Picto id="11" code="XB14-70" /> <Picto id="12" code="XAK31" /> <Picto id="13" code="AK22" /> </Pictogrammes> </Referentiel> </REGA> </pre>	

```

[...
    </Pictogrammes>
    <Portions>
        <Portion id="14" idRoute="1" sens="1" prd="42.00" prf="45.10" nbVoies="3" vitesse="130" />
        <Portion id="16" idRoute="1" sens="1" prd="46.80" prf="46.86" nbVoies="3" vitesse="130" />
        <Portion id="17" idRoute="1" sens="1" prd="46.86" prf="47.70" nbVoies="3" vitesse="130" />
[...
    </Portions>
    <Routes>
        <Route id="1" ref="A31" prd_s1="0.00" prf_s1="232.00" prd_s2="232.00" prf_s2="0.00" />
        <Route id="2" ref="A5" prd_s1="0.00" prf_s1="228.12" prd_s2="227.69" prf_s2="0.00" />
        <Route id="6" ref="A36" prd_s1="0.00" prf_s1="217.16" prd_s2="216.66" prf_s2="0.00" />
[...
    </Routes>
    <Panneaux>
        <Panneau id="3" idRoute="1" ref="58-24" pk="97.82" sens="1" nbLignes="4" nbCarac="15" picto="O"
typeLoc="SC" typePan="PMV" />
        <Panneau id="4" idRoute="2" ref="58-22" pk="225.55" sens="1" nbLignes="4" nbCarac="15" picto="O"
typeLoc="SC" typePan="PMV" />
        <Panneau id="5" idRoute="1" ref="58-36" pk="123.51" sens="2" nbLignes="4" nbCarac="15" picto="O"
typeLoc="SC" typePan="PMV" />
[...
    </Panneaux>
    <PointsMesures>
        <Pme id="32" idRoute="1" ref="58-1-T1" pk="111.28" sens="1" />
        <Pme id="33" idRoute="1" ref="58-1-T2" pk="111.28" sens="2" />
        <Pme id="34" idRoute="1" ref="58-2-T2" pk="116.51" sens="2" />
[...
    </PointsMesures>
    <Informations_Panneaux>
        <Information idPanneauRef="3" idPanneauAmont="197" direction="NANCY" distance="30.800" />
        <Information idPanneauRef="3" idPanneauAmont="449" direction="NANCY" distance="27.620" />
        <Information idPanneauRef="4" idPanneauAmont="288" direction="DIJON" distance="20.190" />
[...
    </Informations_Panneaux>
</Referentiel>
</REGA>

```

Evènements localisés sur les ZE

Type de fichier	Evènements localisés sur les ZE
Nomenclature du nom de fichier	SRV_EVT_AAAAMMJJHHMISS.xml
Format DTD	
<pre> < !ELEMENT REGA(Liste_evenements) > < !ELEMENT Liste_evenements(Evenement) > < !ELEMENT Evenement (Localisation, Capacites ?, Cadre ?) > < !ATTLIST Evenement ref PCDATA #REQUIRED nature PCDATA #REQUIRED type PCDATA #REQUIRED > < !ELEMENT Localisation EMPTY> < !ATTLIST Localisation idRoute IDREF #REQUIRED sens PCDATA #REQUIRED prd PCDATA #REQUIRED prf PCDATA #REQUIRED> < !ELEMENT Capacite (Troncon *) > < !ELEMENT Troncon EMPTY > < !ATTLIST Troncon sens PCDATA #REQUIRED prd PCDATA #REQUIRED prf PCDATA #REQUIRED capacite PCDATA #REQUIRED minimale PCDATA #REQUIRED > < !ELEMENT Cadre EMPTY> < !ATTLIST Cadre valeur PCDATA #REQUIRED > </pre>	
Exemple de contenu	

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<REGA>
  <Liste_evenements>
    <Evenement ref="10-2012-10-05-1-ACC-1" nature="ACC" type="" >
      <Localisation idRoute="20" sens="1" prd="150.000" prf="152.000" />
      <Capacites>
        <Troncon sens="1" prd="150.000" prf="151.000" capacite="1200" minimale="N" />
        <Troncon sens="1" prd="151.000" prf="152.000" capacite="800" minimale="O" />
      </Capacites>
    </Evenement>
    <Evenement ref="10-2012-10-05-5-CHA-1" nature="CHA" type="" >
      <Localisation idRoute="20" sens="1" prd="150.00" prf="155.00" />
      <Capacites>
        <Troncon sens="1" prd="150.000" prf="155.000" capacite="1800" minimale="O" />
      </Capacites>
      <Cadre valeur="O" />
    </Evenement>
  </Liste_evenements>
</REGA>

```

Comptes rendus d'intégration des scénarios

Type de fichier	Comptes rendus d'intégration des scénarios
Nomenclature du nom de fichier	SRV_CR_AAAAMMJHHMISS.txt
Format	
<id_section>;<id_proposition>;<etat> Avec : <ul style="list-style-type: none"> - Id_section : identifiant de la section de régulation vitesse - Id_proposition : identifiant de la proposition de scénario - Etat : état du traitement du scénario <ul style="list-style-type: none"> o T = proposition de scénario traitée (= une photo REGA a été créée) o R = proposition de scénario refusée o N = proposition de scénario en attente de traitement o B = proposition abandonnée (aucune photo générée à partir de ce scénario) 	
Exemple de contenu	
1;1;T 2;25;R 3;500;N	

Tableau d'annexe n° 25 : Description des fichiers reçus par REGA du SRV

Référentiel SRV

Type de fichier	Référentiel SRV
Nomenclature du nom de fichier	SRV_REFSRV_AAAAMMJHHMISS.xml
Format DTD	
<pre> <!ELEMENT SRV(Referentiel) > <!ELEMENT Referentiel (Filtres_Points_mesures ?, Filtres_Panneaux ?, Sections_Regulation, Zones_Evenementielles, Motifs) > <!ELEMENT Filtres_Points_mesures (Filtre *) > <!ELEMENT Filtre EMPTY > <!ATTLIST Filtre if ID #REQUIRED > <!ELEMENT Filtres_Panneaux (Filtre *) > <!ELEMENT Filtre EMPTY > <!ATTLIST Filtre if ID #REQUIRED > <!ELEMENT Sections_regulation (Section_regul +) > <!ELEMENT Section_regul EMPTY > <!ATTLIST Section_regul if ID #REQUIRED > nom PCDATA #REQUIRED idRoute IDREF #REQUIRED sens PCDATA #REQUIRED prd PCDATA #REQUIRED prf PCDATA #REQUIRED > <!ELEMENT Zones_Evenementielles (Zone_EVT +) > <!ELEMENT Zone_EVT EMPTY > <!ATTLIST Zone_EVT </pre>	

<pre> idRoute IDREF #REQUIRED sens PCDATA #REQUIRED prd PCDATA #REQUIRED prf PCDATA #REQUIRED> <!ELEMENT Motifs (Motif +) > <!ELEMENT Motif EMPTY > <!ATTLIST Motif code ID #REQUIRED libelle PCDATA #REQUIRED > </pre>
Exemple de contenu
<pre> <?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?> <SRV> <Referentiel version="SRV_REGA_327_1"> <Filtres_Points_mesures> <Filtre id="613" /> <Filtre id="349" /> <Filtre id="1075" /> [...] </Filtres_Points_mesures> <Filtres_Panneaux> <Filtre id="123" /> <Filtre id="375" /> <Filtre id="547" /> <Filtre id="548" /> <Filtre id="124" /> <Filtre id="442" /> <Filtre id="549" /> [...] </Filtres_Panneaux> <Sections_Regulation> <Section_Regul id="14516" nom="AUXERRE-NITRY" idRoute="20" sens="1" prd="150.97" prf="198.69" /> [...] </Sections_Regulation> <Zones_Evenementielles> <Zone_EVT idRoute="20" sens="1" prd="150.97" prf="198.69" /> [...] </Zones_Evenementielles> <Motifs> <Motif code="REG_DEMAND" libelle="ALaDemande" /> <Motif code="REG_EVT" libelle="Evenement" /> <Motif code="REG_CAPA" libelle="RegulationTraficCapacitif" /> <Motif code="REG_IMPO" libelle="RegulationTraficImpose" /> </Motifs> </Referentiel> </SRV> </pre>

Scénarios de RV

Type de fichier	Scénarios de RV
Nomenclature du nom de fichier	SRV_SCE_<IDSECTION>_AAAAMMJHHMISS.xml
Format DTD	<pre> <!ELEMENT SRV(Proposition+) > <!ELEMENT Proposition(Localisation, Commentaire ?, Motifs +, Arretes_Prefectoraux +, Cantons *, Panneaux *) > <!ELEMENT Localisation EMPTY > <!ATTLIST Localisation Route IDREF #REQUIRED Sens PCDATA #REQUIRED > <!ELEMENT Commentaire EMPTY> <!ATTLIST Commentaire valeur PCDATA #REQUIRED > <!ELEMENT Motifs (Motif *) > <!ELEMENT Motif EMPTY > <!ATTLIST Motif code ID #REQUIRED > <!ELEMENT Arretes_Prefectoraux (Arrete_prefectoral +) > <!ELEMENT Arrete_prefectoral EMPTY > <!ATTLIST Arrete_prefectoral </pre>

```

valeur PCDATA #REQUIRED >
<!ELEMENT Cantons (Canton *) >
<!ELEMENT Canton EMPTY >
<!ATTLIST Canton
  prd PCDATA #REQUIRED
  prf PCDATA #REQUIRED
  vitesse_nominale PCDATA #REQUIRED
  vitesse_reelle PCDATA #REQUIRED >
<!ELEMENT Panneaux (Panneau *) >
<!ELEMENT Panneau (Ligne +) >
<!ATTLIST Panneau
  Id IDREF #REQUIRED
  idPicto IDREF #REQUIRED
  priorite PCDATA #REQUIRED >
<!ELEMENT Ligne EMPTY>
<!ATTLIST Ligne
  prd PCDATA #REQUIRED
  prf PCDATA #REQUIRED
  vitesse_nominale PCDATA #REQUIRED
  vitesse_reelle PCDATA #REQUIRED >

```

Exemple de contenu

```

<SRV>
  <Proposition id="43533" section_regulation="14516" horodate_consigne="05/02/2013 17:10:45" etat="B" horodate_fin="">
    <Localisation route="20" sens="1" />
    <Commentaire valeur="" />
    <Motifs>
      <Motif code="REG_CAPA" />
    </Motifs>
    <Arretes_Prefectoraux>
      <Arrete_prefectoral valeur="ARRETE 1" />
      <Arrete_prefectoral valeur="ARRETE 3" />
    </Arretes_Prefectoraux>
    <Cantons>
      <Canton prd="150.97" prf="162.4" vitesse_nominale="130" vitesse_reelle="110" />
      <Canton prd="162.4" prf="167.8" vitesse_nominale="130" vitesse_reelle="90" />
      <Canton prd="167.8" prf="178.55" vitesse_nominale="130" vitesse_reelle="110" />
      <Canton prd="178.55" prf="187.81" vitesse_nominale="130" vitesse_reelle="110" />
      <Canton prd="187.81" prf="198" vitesse_nominale="130" vitesse_reelle="110" />
    </Cantons>
    <Panneaux>
      <Panneau id="123" idPicto="6" priorite="30">
        <Ligne1 message="TRAFIC DENSE" />
        <Ligne2 message="REGULATION" />
        <Ligne3 message="DE VITESSE" />
        <Ligne4 message="EN COURS" />
      </Panneau>
      <Panneau id="375" idPicto="" priorite="80">
        <Ligne1 message="REGULATION" />
        <Ligne2 message="DE VITESSE " />
        <Ligne3 message="A 3 KM" />
        <Ligne4 message="" />
      </Panneau>
      <Panneau id="547" idPicto="6" priorite="30">
        <Ligne1 message="" />
        <Ligne2 message="RAPPEL" />
        <Ligne3 message="" />
        <Ligne4 message="" />
      </Panneau>
    </Panneaux>
  </Proposition>
</SRV>

```

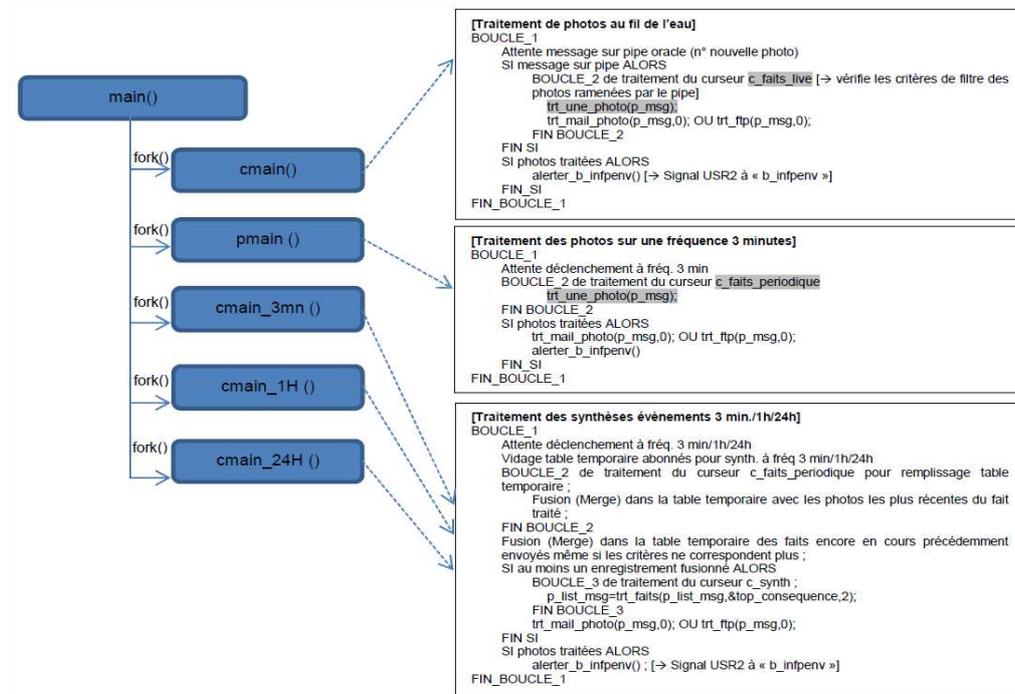
10.14.10. Synthèse des différents états définis pour les entités liées à la RV

Tableau d'annexe n° 26: Synthèse des états associés aux alertes, aux scénarios et aux faits REGA².

Alertes	Propositions/Scénarios		Faits
Etats de traitement	Etats de traitement	Etat	Etat
(N)ouveau	(N)ouveau	(B)ase	En (C)ours
(A)cquitté	(T)raité	(A)justé	(T)erminé
(R)efusé	(R)efusé	(D)égradé	
(F)in validée	a(B)andonné	(T)erminé	
(X) temporaire / inhibé		(F)orcé	

10.14.11. Lot INFP – Structure du processus d’acquisition et de filtrage des faits

Illustration en annexe n° 58 : Structure du processus « b_infpac » et pseudocode simplifié.



10.15. Annexe n°15 – Réception

10.15.1. Fonctions d’échange entre REGA et SRV réceptionnées

Tableau d'annexe n° 27 : Fonctions d’échange réceptionnées.

Ensemble fonctionnel	Fonction réceptionnée	Vérifications effectuées
Contexte :	<ul style="list-style-type: none"> → Lot serveur SRV lancé sur le serveur REGA central de l’environnement de développement. → Arborescence de répertoires créée pour la génération et l’intégration des fichiers. 	
Echanges REGA → SRV	Export cyclique des événements en fonction de leur nature, de leur type de localisation et de leur positionnement éventuel sur une zone événementielle	Vérification de la structure des fichiers générés cycliquement et de la conformité des données avec les règles de filtrage événementiel.

Ensemble fonctionnel	Fonction réceptionnée	Vérifications effectuées
	Export cyclique de l'état des PMV référencés dans le filtre SRV	Vérification de la structure des fichiers générés et de la conformité des données avec l'état des PMV et les filtres associés.
	Export ponctuel du référentiel utile pour SRV (pictogrammes, routes, portions de route, panneaux, points de mesure trafic)	Vérification de la structure des fichiers générés et de la conformité des données avec le contenu du référentiel REGA à partir duquel elles ont été générées.
	Export cyclique des relevés trafic associés aux PME référencés dans le filtre SRV	Vérification de l'adéquation des données trafic générées avec les relevés trafic de la BDD au moment de la génération (contrôle des relevés horodatés).
	Export ponctuel du trafic prévisionnel associé aux PME référencés dans le filtre SRV, sur une plage de dates définie	Vérification de l'adéquation d'un sous-ensemble de données trafic générées avec les relevés de trafic prévisionnels de la BDD sur la période d'extraction.
	Transmission FTP des fichiers	<ul style="list-style-type: none"> . Tests de la bonne transmission des fichiers par FTP (à partir des paramètres de configurations définies dans le serveur REGA central). . Tests de la fonction de reprise des envois après rupture de connexion
Echanges SRV → REGA	Import de référentiel SRV (filtres de PME et de PMV, sections de régulation, zones événementielles, liste des motifs de régulation)	<ul style="list-style-type: none"> . Création manuelle d'un fichier de référentiel selon le format défini lors de la phase de conception et dépôt dans le répertoire d'import. . Vérification de la MAJ des tables REGA concernées.

10.15.2. Fonctions de diffusion réceptionnées

Tableau d'annexe n° 28 : Fonctions de diffusion réceptionnées.

Ensemble fonctionnel	Fonction réceptionnée	Vérifications effectuées
Diffusion des alertes	Diffusion du PCC vers les régions	Présence en BDD régionale des entités d'alertes suite à l'intégration manuelle de propositions de RV
	Diffusion des régions vers le PCC	Présence en BDD centrale des entités d'alertes suite à la validation ou le refus de propositions de RV en central ou en région
Diffusion des propositions de scénarios de RV	Diffusion du PCC vers les régions	Présence en BDD régionale des entités de proposition suite à l'intégration manuelle de propositions de RV
	Diffusion des régions vers le PCC	Présence en BDD centrale des entités de proposition suite à la validation ou le refus de propositions de RV en central ou en région (sur changement d'état de proposition)
Diffusion de la nouvelle nature de fait « Vitesse »	Diffusion du PCC vers les régions	Présence en BDD régionale des entités de fait de nature VIT suite à leur remontée en central (après une modification d'une autre région).
	Diffusion des Régions vers le PCC	Présence en BDD centrale des entités de fait de nature VIT suite à leur modification dans une région.
	Diffusion vers les serveurs historiques	Présence en BDD historique des entités de fait de nature VIT suite à leur clôture.
Diffusion autres faits (ACC, INC, BAL et CHA)	Diffusion des nouvelles caractéristiques liées à la capacité résiduelle des fait ACC, INC, BAL et CHA vers les serveurs historiques	Présence en BDD historique des nouvelles caractéristiques des entités de fait concernées suite à leur clôture.

10.15.3. Principales fonctions d'IHM réceptionnées

Tableau d'annexe n° 29 : Principales fonctions d'IHM réceptionnées.

Ensemble fonctionnel	Fonction réceptionnée	Actions / Vérifications effectuées
Dialogue Fonctionnel	Contexte : → Application cliente REGA connectée sur le serveur REGA central de développement	
	Association de la notion de vitesse aux pictogrammes du référentiel	Saisie / Modification / Suppression d'une vitesse d'un pictogramme + vérification en BDD
	Diffusion du référentiel spécifique des pictogrammes en région	Vérification de la duplication du référentiel dans les bases régionales
	Association des 2 notions de vitesse nominale et de présence de voie lente (VSVL) aux portions de route du référentiel des DS	
	Diffusion des DS	Vérification de la bonne diffusion vers les serveurs régionaux des nouvelles informations intégrées dans les DS
Dialogue Photo	Contexte : → Application cliente REGA connectée sur un des serveurs REGA régional de développement → Lot serveur SBDR lancé sur les deux serveurs REGA régionaux de développement	
	Saisie en temps réel de faits « Vitesse » sur différents types de localisation avec plan d'affichage PMV et plan vitesse.	. Vérification des fonctions de découpage du linéaire du plan vitesse. . Vérification de l'assistance de déduction du plan vitesse à partir des pictogrammes du plan d'affichage. . Vérification de la création des entités (EIR, événements, faits, photos, caractéristiques, plan d'affichage, plan vitesses) dans les tables concernées suite à la validation de la photo.
	Saisie de faits « Vitesse » avec la fonction « scénarios de faits »	Idem ci-dessus
	Saisie de faits « Vitesse » avec la fonction « modèle de faits »	Idem ci-dessus
	Saisie « temps réel » de faits de nature ACC, INC, BAL, CHA pour le calcul de capacités résiduelles	Vérification du calcul des capacités résiduelles effectué en fonction des états de voies renseignées (à partir du paramétrage renseigné)
Paramétrage	Contexte : → Application cliente REGA connectée sur le serveur REGA central de développement	
	Consultation du référentiel transmis par SRV	Vérification de la bonne intégration des sections de régulation et des zones événementielles
	Consultation des filtres transmis par SRV	Vérification de la bonne intégration des filtres relatifs aux PMV et aux PME trafic
	Saisie du tableau des capacités résiduelles par type de voie	Ajout / Modification / Suppression des capacités
Alertes	Contexte : → Application cliente REGA connectée, en fonction des tests, soit sur un des serveurs REGA régional, soit sur le serveur REGA central (environnement de développement). → Mode de validation des propositions = Manuelle → Lots serveurs SRV, PLT lancés sur le serveur REGA central de développement → Lots serveurs SBDR, PCCO lancés sur les deux serveurs REGA régionaux de développement	
	Présentation des propositions en fonction des droits d'habilitation de l'opérateur connecté (Famille d'alerte + Catégorie d'alerte)	. Vérification de la présentation dans l'IHM des alertes issues des propositions intégrées par REGA. . Vérification de l'affichage de la dernière proposition dans l'IHM lors d'envois successifs de propositions sur une même section de régulation. . Vérification de la présentation (ou non présentation) d'alertes de catégorie « Exploitation », « Administration », « Techniques » en fonction des habilitations des utilisateurs connectés (génération artificielle d'alertes par insertion de

Ensemble fonctionnel	Fonction réceptionnée	Actions / Vérifications effectuées
		données en BdD) . Vérification de l'état de traitement renvoyé au SRV
	Modification des propositions présentées dans l'IHM + Validation	. Vérification de la disparition de l'alerte de l'IHM après validation (+ vérification du suivi de l'alerte dans les tables de BdD) . Vérification de l'état de traitement renvoyé au SRV
	Présentation et acquittement d'alertes de catégorie « Exploitation » issues de propositions de début de scénario, d'évolution de scénario, de fin de scénario et d'arrêt forcé	. Vérification de la création des entités événementielles associées
	Présentation et acquittement d'alertes de catégorie « Technique »	Simulation d'un problème de connexion FTP + Vérification de la remontée d'une alerte dans l'IHM + Vérification de la disparition de l'alerte de l'IHM sur acquittement (+ Vérification du suivi de l'alerte dans les tables de la BDD)
	Présentation et refus d'alertes de catégorie « Exploitation » issues de propositions de début de scénario, d'évolution de scénario, de fin de scénario et d'arrêt forcé	. Vérification de la disparition de l'alerte de l'IHM après validation (+ vérification du suivi de l'alerte dans les tables de BDD) . Vérification de l'état de traitement renvoyé au SRV

10.15.4. Fonctions d'IHM complémentaires réceptionnées

Tableau d'annexe n° 30 : Fonctions d'IHM complémentaires réceptionnées.

Ensemble fonctionnel	Fonction réceptionnée	Vérifications effectuées
	Contexte : → Application synoptique REGA connectée sur le serveur REGA central de développement → Couche d'animation = Vitesse → Mode d'animation = Temps réel	
Synoptique	Animation par défaut de la coloration des tronçons de route avec les vitesses nominales des portions du référentiel des DS	. Vérification de la règle de coloration de tronçons avec la couleur associée à la vitesse la plus faible (des portions qui le composent)
	Animation de la coloration suite à la survenue d'un fait « Vitesse » saisi Animation des icônes représentant les faits en cours	. Vérification de la règle de coloration d'un tronçon décrite ci-dessus en prenant en compte (par « superposition ») le plan vitesse du fait . Vérification du positionnement de l'icône lié au fait sur les différents niveaux de vue de la cartographie
	Animation de la coloration suite à la survenue d'un fait « Vitesse » issu d'une proposition de scénario de RV	Idem ci-dessus
	Animation de la coloration suite à la survenue d'une clôture de fait « Vitesse » issu d'une proposition de scénario de RV	. Vérification de la coloration des tronçons selon les vitesses nominales . Vérification de la disparition de l'icône sur les différents niveaux de vue de la cartographie
Synthèses	Contexte : → Application synoptique REGA connectée sur le serveur REGA central de développement	
	Les synthèses « par domaine » comprenant : La synthèse « réseau », la synthèse « région », la synthèse « PALOMAR », la synthèse journalière	. Création/clôture de faits de diverses natures, comprenant la nature « Vitesse », localisées dans des districts et des régions différentes. . Lancement de synthèses successives avec des critères de recherche différent (région, district, état du faits, etc...)+ Vérification de la restitution des synthèses à partir de la liste des faits créés/cloturés.
	Les synthèses « Par nature » comprenant : La synthèse « EIR », la synthèse « Evènement » et la synthèse « nature de fait »	. Création d'EIR, contenant dans certains des événements rattachés, des faits de nature « Vitesse ».
	Synthèse « Fin de poste »	Vérification de la restitution de la synthèse à partir de tous les faits créés et clôturés durant les tests précédents

10.15.5. Fonctions de traitement des propositions de RV réceptionnées

Tableau d'annexe n° 31 : Fonctions réceptionnées liées au traitement des propositions de RV.

Ensemble fonctionnel	Fonction réceptionnée	Vérifications effectuées
	<p><u>Contexte</u> : → Application synoptique REGA connectée sur le serveur REGA central de développement → Couche d'animation = Vitesse → Mode d'animation = Temps réel</p> <p>Tests de traitement manuel de la proposition → Tests basés sur des cas d'utilisation enchainant trois propositions successives sur une même section de régulation combinant les facteurs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Type de la proposition (nouvelle / clôture) - Caractère mono-régional ou inter-régional de la proposition - Interaction opérateur appliquée à la proposition (validation / refus) - Lieu de validation (opérateur régional ou opérateur central) - Existence préalable ou non d'un fait « vitesse » sur la SR 	<p>. Vérifications effectuées pour chaque intégration de proposition :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Présence de la proposition en base centrale - Présentation du scénario sur l'IHM centrale (en fonction des habilitations) - Diffusion de la proposition en base régionale - Présentation du scénario sur l'IHM régionale (en fonction des habilitations) - Génération du CR vers SRV après action de l'opérateur <p>. Vérifications effectuées après l'action opérateur (acquiescement, refus, modification) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Création / Modification / Clôture du fait « Vitesse » associé en fonction : de l'action opérateur effectuée, du type de proposition (nouvelle, clôture) et de l'état du fait. - Transmission des affichages PMV au simulateur de frontal PMV - Remontée de la proposition modifiée en central - Remontée de l'alerte associée en central - Remontée de photo en central
	<p>Tests de traitement automatique de la proposition → Tests basés sur des cas d'utilisation enchainant trois propositions successives sur une même section de régulation combinant les facteurs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Etat de la proposition (nouvelle / clôture) - Caractère mono-régional ou inter-régional de la proposition - Existence ou non d'un fait « vitesse » sur la SR <p>(Pas d'action opérateur à prendre en compte puisque la validation est automatiquement appliquée)</p>	<p>. Vérifications effectuées pour chaque intégration de proposition :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Présence de la proposition en base centrale - Présentation du scénario sur l'IHM centrale (en fonction des habilitations) - Diffusion de la proposition en base régionale - Présentation du scénario sur l'IHM régionale (en fonction des habilitations) - Génération du CR vers SRV après action de l'opérateur <p>- Création / Modification / Clôture du fait « Vitesse » associé à la proposition en fonction du type de proposition et de l'état du fait.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transmission des affichages PMV au simulateur de frontal PMV - Remontée de la proposition modifiée en central - Remontée de l'alerte associée en central - Remontée de photo en central

10.15.6. Procès-verbaux de réception

Illustration en annexe n° 59 : PV de réception - Noyau REGA



PROCES VERBAL DE RECEPTION N°1/6

Informations générales

Projet : REGA² - Régulation de vitesse (Noyau REGA / Lot SRV) _____

Recette effectuée durant la période du : 25/11/2012 au 28/11/2012 _____

Objet : Validation des mécanismes « serveur » internes à l'application REGA². _____

Participants

Organisation	Nom	Fonction	Signature
COACH-IS	D. RAY (DRA)	Chef de projet Informatique	
APRR	E. GUILLON (EGU)	Chef de projet Informatique MOE	

Décision

Recette partielle prononcée sans réserve

Recette partielle prononcée avec réserve

Recette partielle non prononcée

Rappel des fonctions « Noyau » réceptionnées

- **Fonctions d'échanges de données REGA/SRV** [Réf. « R1 - Recette Interfaces / Processus d'échanges »]
 - PCC → SRV (génération et envoi) - **OK**
 - Fichiers de données trafic TR [BAT_GEN_TRF]
 - Fichiers des événements TR [BAT_GEN_EVT]
 - Fichiers Etats PMV TR [BAT_GEN_PMV]
 - Fichier de données trafic prévisionnels [BAT_GEN_TRF_PRE]
 - Fichier de référentiel REGA [BAT_GEN_REF]
 - SRV → PCC (réception et intégration) - **OK**
 - Fichiers de référentiel SRV (filtres PME et PMV, définition des zones de régulation, des zones événementielles et des motifs de régulation) [BAT_INTEG_REF]
 - Fichiers de scénarios de RV → cf. PV de recette n°3/8
 - Fonctions de purge des fichiers et des tables « RV_ » - **OK**

- **Fonctions de diffusion** [Document « REGUL_Recette_BatchDiffusion_v1.0.doc » / Réf. DIF-ALE-001/006 + DIF-SCE-001/002]
 - Diffusion PLT - PCC → Régions & Secours régionaux - **OK**
 - Fichiers alertes filtrées (Fichiers .alf)
 - Fichiers scénarios (Fichiers .srf)
 - Diffusion PCCO - Régions → PCC - **OK**
 - Fichiers alertes (Fichiers .ale)
 - Fichiers scénarios (Fichiers .srv)

- **Fonctions d'historisation** [Document « REGUL_Recette_BatchDiffusion_v1.0.doc » / Réf. DIF-BDH-001]
 - BDHV1 - Historisation du nouveau fait VIT - **OK**
 - BDHV1 - Historisation du calcul des capacités résiduelles des faits ACC/INC/CHA/BAL - **OK**
 - BDHV2 – Historisation des faits ACC/INC/CHA/BAL/VIT - **OK**

Commentaires / Plan d'actions

- ➔ Le tableau, ci-après, liste les anomalies qui ont été constatées et corrigées ainsi que les améliorations apportées durant les tests des fonctions du noyau REGA.

Module / Fonction	Référence Anomalie	Réf. Fiche Recette	Remarques	Type de fiche	Prio.	Etat	Auteur	Contrôle	Vecteur des modifications	Réf. Recette	Date constat
PLT											
Scénarios & alertes	SRV-RCT-021		Vérification de la diffusion vers les serveurs de secours	Vérification	1	Réalisé	EGU	Vérifié	Application serveur		30/11/2012
PLT Spare	SRV-RCT-033		Sur erreur "ORA-02291: integrity constraint (REGA.RV_SCE_MOT_FK2) violated" générée lors de l'intégration d'un fichier de scénario (B_xxx.srv + B_xxx.srv), la PLT de spare ne doit pas bloquer sur l'intégration de ce même fichier. (Voir piste de la réplication des tables de paramètres ?)	Correction	3	Réalisé	EGU	Vérifié	Application serveur		06/12/2012
Lot SRV (échange de données)											
Intégration référentiel SRV	SRV-RCT-001	-	Améliorer l'information dans les traces en cas d'erreur : par exemple, ajouter dans les traces d'erreur d'intégration des fichiers de référence la balise incriminée et le numéro d'occurrences	Amélioration	3	Réalisé	EGU	Vérifié	Application serveur		26/11/2012
Export trafic prévisionnel	SRV-RCT-007	-	Inclure l'horodat de fin dans l'export des données prévisionnelles	Correction	3	Réalisé	EGU	Vérifié	Application serveur		28/11/2012
Intégration des scénarios	SRV-RCT-014	-	Traiter l'intégration des fichiers par zone de régulation. Si plusieurs fichiers sont stockés dans le répertoire d'intégration pour une même zone de régulation, alors ne traiter que le dernier arrivé	Correction	1	Réalisé	EGU	Vérifié	Application serveur		29/11/2012
Intégration des scénarios	SRV-RCT-017	-	Sur réception d'un scénario de fin alors qu'il n'existe plus de fait VIT(Régul), retourner une alerte technique -> Abandonné - Leves d'une alerte d'exploitation sur le scénario uniquement en central à la place	Correction	1	Réalisé	EGU	Vérifié	Application serveur		30/11/2012
Export des événements	SRV-RCT-047	-	Dans le cas d'un fait dans les deux sens, détailler dans le fichier (avec les capacités et le flag de capacité minimale): - soit les tronçons du sens de la Zone de Régulation - soit les tronçons de chacun des sens (1 et 2 mais pas 3...)	Correction	1	Réalisé	EGU	Vérifié	Application serveur		08/01/2013
Gestion des fichiers intégrés	SRV-RCT-056	-	Adapter les extensions de fichiers scénarios en fonction de leurs traitements : - extension XML si intégrés correctement - extension ERR si non intégrés pour cause d'erreur de structure - extension ERF si non intégrés pour cause d'erreur fonctionnelle (par ex. si scénario sans ZR ou si date de consigne déjà existante pour un autre SCE sur même ZR, etc...) - extension ANC si fichier non traité car trop ancien (sur accumulation de plusieurs fichiers pour une même ZR, on intègre uniquement le dernier SCE c-à-d le plus récent)	Amélioration	3	En attente	EGU		Application serveur		15/01/2013
Purges											
	SRV-RCT-009	-	Purger : - les fichiers - les nouvelles tables (RV_SUIV_FIC + etc...)	Terminé	2	Réalisé	EGU	Vérifié	Application serveur		28/11/2012



PROCES VERBAL DE RECEPTION N°2/6

Informations générales

Projet : REGA² - Régulation de vitesse (Fonctions IHM de l'application REGA²)

Recette effectuée durant la période du : 29/11/2012 au 30/11/2012 et le 07/12/2012

Objet : Validation de l'IHM REGA², des fonctions de paramétrage et des synthèses (sous-ensemble de fonctions demandées dans le cadre du contrat 11-B-58 pour le sous projet « Régulation de vitesse »)

Participants

Organisation	Nom	Fonction	Signature
COACH-IS	D. RAY (DRA)	Chef de projet Informatique	
APRR	E. GUILLON (EGU)	Chef de projet Informatique MOE	
APRR	M. LAGRANGE (MLA)	Technicien Sécurité Trafic PCC	
APRR	S. MOULY (SMO)	Technicienne Sécurité Trafic PCR	
APRR	F. BEAUPOIL (FBE)	Opérateur Sécurité Trafic PCC	
APRR	M. MICHALLET (MM)	Responsable PCC	

Décision

Recette partielle prononcée sans réserve

Recette partielle prononcée avec réserve

Recette partielle non prononcée

APRR	Annex_23 - PV Recette - REGA_SRV - 2 - IHM - VABF.docx	Établi le 11/05/2012
DISREGT/PT/Projet REGA2-Temps de parcours		Page 1 sur 7

Commentaires / Plan d'actions

→ Liste des anomalies relevées par les utilisateurs et corrigées par la suite durant la recette :

Réf. Test	Acteurs	Anomalie	Etat
Recette du module « Dialogue Photo »			
SAI-EVE-LIM-xxx	MLA	Type de fait VIT non présent dans le résumé.	Corrigé
SAI-MF-LIM-003 SAI-MF-LIM-004	MLA	Problème de synchro du résumé par rapport au contenu de la photo.	Corrigé
	MM	Ecran de découpage vitesse d'un fait VIT « Limitation » → Liste déroulante : Incrémenter de 20 les pas de temps (20,40,60)	Corrigé
	MM	Sur le fait limitation, ne plus afficher en rouge le bouton vitesse suite à une modification du plan d'affichage. A la validation : Changer le message (« Avez-vous vérifié la cohérence entre le plan d'affichage et les vitesses ? »)	Corrigé
	MM	Lever une alerte en cas de réception d'un scénario de fin sans fait VIT « Régulation » ouvert, avec pour seule possibilité l'acquiescement. L'alerte ne doit être visible que par le PCC.	Corrigé
Recette du module « Gestion des alertes »			
ALERTE-MOD-001	MLA FBE	Au rechargement du fait à partir de la fenêtre des alertes, le résumé est absent du DP.	Corrigé
ALERTE-MOD-002 ALERTE-ACQ-002	MLA FBE	Problème d'inscription des alertes dans la MCO.	Corrigé
ALERTE-ACQ-002 ALERTE-ACQ-003 ACQ-ALE-REG-xxx	MLA FBE	Le détail des alertes n'est pas affiché.	Corrigé
Recette du module « Dialogue Fonctionnel »			
		R.A.S	
Recette du module « Paramétrage »			
	MLA	Le sablier ne doit pas persister lors de l'ouverture de la fenêtre de « détail d'une capacité » en mode Ajout	Corrigé

→ Le tableau, ci-après, liste les anomalies qui ont été constatées lors de tests libres (et corrigées par la suite) ainsi que les améliorations apportées.

 APRR	Annex_23 - PV Recette - REGA_SRV - 2 - IM - VABF.docx	Établi le 11/05/2012
DISREGT/P1/P1/Projet REGA2-Temps de parcours		Page 3 sur 7

Module / Fonction	Référence / Anomalie	Ref. Fiche Recette	Remarques	Type de fiche	Prio.	Etat	Auteur	Contrôle	Vecteur des modifications	Ref. Recette	Date constat
<u>Dialogue Photo</u>		-									
	SRV-RCT-005		Problème d'activation du bouton des ETV lors de la saisie d'une photo dans un fait ACC -> Chargement erroné de données de production	Hors périmètre	1	Abandon.	EGU				27/11/2012
	SRV-RCT-013		Problème dans le découpage des vitesses (Ex. Sur A6 les 2 sens PR280 à 310) + permettre la modification des vitesses nominales. -> Problème dans la table portions suite à la copie des données de production	Correction	1	Terminé	EGU	Véifié	Application cliente		28/11/2012
	SRV-RCT-018		Mettre à jour le résumé lors du chargement d'un fait VIT	Correction	1	Terminé	EGU	Véifié	Application cliente		30/11/2012
	SRV-RCT-027		Réaliser les fonctions de calcul des capacités résiduelles par tronçon de voie.	Reste à faire	2	Terminé	EGU	Véifié	Application cliente		30/11/2012
	SRV-RCT-048		Lors de la validation d'une première photo d'un fait VIT, la référence événement doit s'afficher dans le champ en haut à gauche + Sur le synoptique, la fenêtre associée au fait doit indiquer la nature "Régulation de Vitesse" ou "Limitation de vitesse" selon le cas	Correction	1	Terminé	EGU	Véifié	Application cliente		08/01/2013
	SRV-RCT-050		Lors du changement de type de localisation d'un fait VIT de SC à Diffuseur, le DP ne doit pas renseigner une vitesse nominale au PR de diffuseur avec une valeur égale à 999 (fait préalablement renseigné avec un ETVit en SC)	Correction	2	Terminé	EGU	Véifié	Application cliente		08/01/2013
	SRV-RCT-051		Griser l'accès au bouton "Scénario PMV" dans l'écran de sélection des PMV lors d'une modification d'un fait VIT Régulation. Le laisser par contre accessible dans le cas d'une Limitation	Correction	2	Terminé	EGU BVU	Véifié	Application cliente		10/01/2013
<u>Gestion des alertes</u>		-									
	SRV-RCT-002		Sur un alerte de type technique relative par exemple à une erreur d'intégration d'un fichier référentiel, afficher un renseignement pertinent dans la zone détail (comme le nom du fichier incriminé)	Amélioration	2	Terminé	EGU	Véifié	Application cliente		26/11/2012

 APRR DISEST/PT/Programme REGAO-Terris de parcs	Annexe_20 - PV Recens - REGA_SRV - 2 - I-H-I - VABF.docx	Etabli le 11/05/2012
		Page 4 sur 7

	SRV-RCT-003		Suite au paramétrage d'un utilisateur habilité pour la visualisation des alertes Régulation de vitesse mais avec exclusion de la catégorie Exploitation et d'un motif (ex. RegulationTraficCapacitif), la fenêtre des alertes ne doit pas faire apparaître les alertes ayant ce motif de renseigné.	Correction	1	Terminé	EGU	Vérfié	Application cliente	27/11/2012
	SRV-RCT-008		Lors de l'arrivée d'un nouveau scénario, afficher dans la colonne "Fait" le libellé "Nouveau scénario"	Correction	1	Terminé	EGU	Vérfié	Application cliente	28/11/2012
	SRV-RCT-010		Sur un refus ou un acquittement d'une alerte présente en central et rattachée à une région, positionner son état à X pour la faire disparaître instantanément de l'IHM, le temps que son état définitif remonte de la région. Sur Refus --> Ok Sur validation d'un nouveau fait (suite à un acquittement) --> A faire	Amélioration	1	Terminé	EGU	Vérfié	Application cliente	28/11/2012
	SRV-RCT-011		Permettre d'ouvrir le DP sur double clic seulement s'il existe une référence dans la colonne "Fait"	Correction	1	Terminé	EGU	Vérfié	Application cliente	29/11/2012
	SRV-RCT-012	BAT_TRT_SCE-- MONO_ZONE	Problème de traitement du scénario de clôture + traitement des demandes d'arrêt forcé	Correction	1	Terminé	EGU	Vérfié	Application cliente & serveur	29/11/2012
	SRV-RCT-015		En option "automatique", la création des faits lors de la réception des scénarios n'est pas encore opérationnelle	Reste à faire	1	Terminé	EGU	Vérfié	Application cliente	29/11/2012
	SRV-RCT-019		Implémenter la gestion des EIR pour des scénarios "multi-région"	Reste à faire	1	Terminé	EGU	Vérfié	Application cliente	30/11/2012
	SRV-RCT-016		L'alimentation de la MCO est partiellement opérationnelle. A finaliser.	Reste à faire	1	Terminé	EGU	Vérfié	Application cliente	30/11/2012
Lien avec DP	SRV-RCT-031		Lors de la sélection d'un nouveau scénario pour modification dans le DP, un premier écran propose de rattacher la photo à un nouvel événement (et éventuellement de créer/rattacher à un nouvel EIR). Si l'utilisateur clique sur "Non" et que dans la seconde fenêtre, il clique sur "Annuler" (pas de sélection de fait de rattachement), alors le DP doit se fermer et l'utilisateur doit revenir sur la fenêtre des alertes.	Amélioration	3	Terminé	EGU	Vérfié	Application cliente	06/12/2012
Aquittement	SRV-RCT-032		L'acquittement d'un nouveau scénario sur une zone doit générer un fait VIT sur cette zone s'il n'en n'existe pas déjà. Dans le cas contraire, cela doit générer une photo sur le fait existant	Reste à faire	1	Terminé	EGU	Vérfié	Application serveur	06/12/2012
	SRV-RCT-034	SCE-MONO-MAN-02	Sur réception d'un scénario de clôture sur une ZR n'ayant pas de fait VIT existant, alors n'afficher l'alerte qu'en central et ne permettre à l'opérateur qu'une opération d'acquittement. Il faut également que l'opérateur visualise que ce scénario est anormal (compléter la zone de détail)	Amélioration	1	Terminé	EGU	Vérfié	Application cliente	07/12/2012

 DIS/EST/PTR/Projet REGACT/Terms de parcours	Annex_20 - PV Recette - REGA_SRV - 2 - IHM - VABF.docx	Etalibé 11/05/2012
		Page 5 sur 7.

	SRV-RCT-035		Ajouter dans la colonne "Objet" la nature de la proposition ("Scénario de clôture", "Arrêt forcé", etc...)	Amélioration	1	Terminé	EGU	Vérfié	Application cliente	07/12/2012
	SRV-RCT-036		Sur acquittement en central d'une alerte non présente en région, ne pas passer par l'état intermédiaire X	Correction	1	Terminé	EGU	Vérfié	Application cliente	07/12/2012
	SRV-RCT-037	SCE-MONO-MAN-03	Sur réception d'un scénario de clôture sur une ZR ayant un fait VIT existant, l'alerte doit être présente en central et en région (ALELEN doit être différent de 1 et égal à la région de la ZR) sous réserve de l'habilitation des opérateurs	Correction	1	Réalisé	EGU	A vérifier	Application cliente	07/12/2012
	SRV-RCT-038	SCE-MONO-MAN-03	Sur acquittement en central d'un scénario de clôture (par bouton Modification), l'alerte doit disparaître de l'IHM en central (et normalement également en région). Remarque : Le fait associé au scénario précédent de la ZR est quant-à-lui correctement clôturé par contre, il faut mettre à jour le champ RSCNUM de la table PHG avec le numéro du scénario de fin.	Correction	1	Terminé	EGU	Vérfié	Application cliente	07/12/2012
	SRV-RCT-039		Vérfier, lors de la validation d'un fait REGUL, que l'alerte associée au scénario est toujours non traitée dans la région. Dans le cas contraire, il faut afficher un message indiquant que le scénario a déjà été traité par un autre opérateur	Correction	1	Terminé	EGU	Vérfié	Application cliente	12/12/2012
Création du fait à partir de IHM	SRV-RCT-040	Tests d'intégration	Sur réception d'un scénario d'affichage, les messages ne doivent pas être en double dans le plan d'affichage pour un même panneau.	Correction	1	Terminé	EGU	Vérfié	Application cliente	10/12/2012
	SRV-RCT-041	Tests d'intégration	Lors de l'intégration d'un scénario, il faut, avant la création d'un nouveau fait VIT, vérifier qu'il n'existe pas déjà un fait en région sur la section de régulation concernée.	Correction	1	Terminé	EGU	Vérfié	Application serveur	10/12/2012
	SRV-RCT-042	Tests d'intégration	Si une proposition sur une ZR est en attente dans l'interface, et si un opérateur modifie un fait VIT(Réqui) sur cette même ZR (non par par la gestion des alertes mais directement par le Dialogue Photo), il faut que le système maintienne la proposition dans l'IHM (après la validation du fait). Cas particulier : Si alerte en attente = clôture et que l'opérateur termine le fait par le DP, alors l'alerte sera acquittée (Car l'opérateur a effectué l'action demandée par le SRV) Validé avec BVU et GVI	Correction	1	Terminé	EGU	Vérfié	Application serveur	11/12/2012

	Annie_23 - PV Recette - RESA_SRV - 2 - IHM - VABF.docx	Établi le 11/05/2012
DIS/EGT/PT/Projet REGAO-Temps de parcours		Page 6 sur 7



PROCES VERBAL DE RECEPTION N°3/6

Informations générales

Projet : REGA² - Régulation de vitesse (Calcul des capacités résiduelles + Synthèses + Synoptique + Non régression) _____

Recette effectuée durant la période du : 11/01/2013 _____

Objet : Validation de la fonction de calcul des capacités résiduelles dans le Dialogue Photo, de la fonction synoptique et des synthèses. Par ailleurs, Des tests de non régressions ont également été effectués pour garantir le bon fonctionnement des fonctions de saisies existantes _____

Participants

Organisation	Nom	Fonction	Signature
COACH-IS	D. RAY (DRA)	Chef de projet Informatique	
APRR	E. GUILLON (EGU)	Chef de projet Informatique MOE	

Décision

Recette partielle prononcée sans réserve

Recette partielle prononcée avec réserve

Recette partielle non prononcée

APRR	Annex_23 - PV Recette - REGA_SRV - 3 - IHM spécifiques & Synoptique - VAEF.docx	Établi le 11/05/2012
DIRECTEUR/Projet REGA2-Temps de parcours		Page 1 sur 3

Rappel des fonctions réceptionnées

- **Fonction de calcul des capacités résiduelles** sur les faits CHA, ACC, INC, BAL
[Document « RV - DTV calcul des capacités.docx »]
 - Saisie en mode Réel [Réf. CALCAPAREEL]
 - Saisie en mode SF [Réf. CALCAPASF]
 - Fichier d'export vers SRV

- **Synthèses** [Document « REGUL_Recette_SyntCons_v1-0.doc »]
 - Traitement des faits de nature VIT dans les synthèses par domaine:
 - dans la synthèse par domaine [Réf. SYNT-DOM-001]
 - dans la synthèse région [Réf. SYNT-DOM-002]
 - dans la synthèse PALOMAR [Réf. SYNT-DOM-003]
 - dans la synthèse journalière [Réf. SYNT-DOM-004]
 - Traitement des faits de nature VIT dans les synthèses par nature :
 - dans la synthèse EIR [Réf. SYNT-NAT-001]
 - dans la synthèse Evènement [Réf. SYNT-NAT-002]
 - Traitement des faits de nature VIT dans la synthèse fin de poste [Réf. SYNT-FINP-001]

- **Synoptique** [Document « REGUL_Recette_Synoptique_v1-0.doc »]
 - Visualisation des vitesses nominales sur la couche d'animation « Vitesse » [réf. CNS-SYNOP-VITNOM-001]
 - Visualisation des faits VIT « Limitation » [réf. CNS-SYNOP-VITLIM-002/003]
 - Visualisation des faits VIT « Régulation » [réf. CNS-SYNOP-VITREG-004/005]
 - Fermeture des faits VIT « Limitation » et « Régulation » [réf. CNS-SYNOP-VITFER-006]

- **Tests de non régression** [Document « RV - DTV Non régression - 20121219.docx »]
 - Saisie des différentes natures de faits (autre que CHA) avec plan d'affichage et ETV + Affichages terrain (simulateur PCCR PMV + Retour Synoptique [réf. SYNGEM])
 - Saisie de faits CHA réels sur toutes les localisations [réf. SYNLOC]
 - Saisie de photos prévisionnelles pour toutes les natures de fait et visualisation sur synoptique en mode « Situations passées / Futures » [Réf. SYNSPF]
 - Saisie de scénarios de faits pour certaines natures de fait et visualisation sur synoptique en mode « SF/MF » [Réf. SYNSPF]
 - Saisie d'événements/faits/photos réels rattachés à un EIR + Visualisation sur synoptique [Réf. SYNEIR]
 - Animation de la fluidité [Réf. SYNFLU] sur le synoptique

Commentaires / Plan d'actions

→ Cf. tableau, ci-après, liste les corrections apportées

	Annexe_23 - PV Recette - REGA_SRV - 3 - IHM spécifiques à Synoptique - VARF.docx	Établi le 11/05/2012
DISREGT/PT/Phojat REGA3-Temps de parcours		Page 2 sur 3

Module / Fonction	Référence Anomalie	Ref. Fiche Recette	Remarques	Type de fiche	Prio.	Etat	Auteur	Contrôle	Vecteur des modifications	Ref. Recette	Date constat
Synoptique client											
	SRV-RCT-020		Fonction à réaliser Dans le cas de faits de nature VII, l'icône affichée sur la vue tronçon doit être un V et non un ?	Reste à faire	2	Terminé	EGU	Vérifié	Application cliente		30/11/2012
	SRV-RCT-049		L'icône événement ne s'affiche pas correctement en mode prévisionnel (carré noir sans le caractère V) - A corriger	Correction	2	Terminé	EGU	Vérifié	Application cliente		08/01/2013
	SRV-RCT-053			Correction	2	Terminé	EGU	Vérifié	Application cliente		11/01/2013
Synthèses & consultation											
Synthèses	SRV-RCT-028		Adapter la synthèse journalière A réceptionner : - synthèse par domaine (réseau, région, PALOMAR, journalières) - synthèses par nature (EIR, événement, par nature de fait) - synthèse fin de poste	Reste à faire	1	Réalisé	EGU	Vérifié	Application cliente		30/11/2012
	SRV-RCT-029			Vérification	2	Réalisé	EGU	Vérifié	Application cliente		30/11/2012
Consultation	SRV-RCT-030		Consultation "Photos des événements ou d'un EIR" à adapter	Reste à faire	1	Réalisé	EGU	A vérifier	Application cliente		30/11/2012

 DISREGT/PT/Projet REGAC/Tempo de parcours	Annexe_29 - PV Recette - REGA_SRV - 3 - IMI spécifiques & Synoptique - VAEF.docx	Établi le 11/05/2012
		Page 3 sur 3



PROCES VERBAL DE RECEPTION N°4/6

Informations générales

Projet : REGA² - Régulation de vitesse (Réception et traitement des scénarios de RV) _____

Recette effectuée durant la période du : 14/01/2013 au 17/01/2013 _____

Objet : Validation, coté REGA², du traitement des scénarios issus du SRV _____

Participants

Organisation	Nom	Fonction	Signature
COACH-IS	D. RAY (DRA)	Chef de projet Informatique	
APRR	E. GUILLON (EGU)	Chef de projet Informatique MOE	

Décision

Recette partielle prononcée sans réserve

Recette partielle prononcée avec réserve

Recette partielle non prononcée

	Annex_23 - PV Recette - REGA_SRV - 4 - Scénarios - VABF.docx	Établi le 11/05/2012
DSBEGT/PT/Projet REGA2-Temps de parcours		Page 1 sur 3

Rappel des fonctions réceptionnées

[Document « RV - Traitement Scénarios - Cas de test.xlsx »]

- Mode de traitement manuel des scénarios - Cas d'utilisation :
 - Enchaînements d'une nouvelle proposition **mono-régionale** et d'un scénario de clôture avec combinaisons de validations en région et en central [Réf. SCE-MONO-MAN-01/04]
 - Enchaînements d'une nouvelle proposition **multi-régionale** et d'un scénario de clôture avec validations PCC [Réf. SCE-MONO-MAN-05/06]
 - Enchaînements de 2 propositions successives **mono-régionales** suivies d'un scénario de clôture avec combinaisons de validation en région et en central [Réf. SCE-MONO-MAN-07/10]
 - Enchaînements de 2 propositions successives : une **mono-régionales** et une **multi-régionale** suivies d'un scénario de clôture [Réf. SCE-MONO-MAN-11/12]
 - Enchaînements divers de deux propositions **multi-régionales** successives suivies d'un scénario de clôture [Réf. SCE-MONO-MAN-13/14]
 - Enchaînements de diverses propositions (**mono-régionales** ou non) suivies d'un scénario de clôture [Réf. SCE-MONO-MAN-15/18]

- Mode de traitement automatique des scénarios - Cas d'utilisation :
 - Enchaînements d'une nouvelle proposition **mono-régionale** et d'un scénario de clôture [Réf. SCE-MONO-AUT-01]
 - Enchaînements d'une nouvelle proposition **multi-régionale** et d'un scénario de clôture avec validations PCC [Réf. SCE-MONO-AUT-02/03]
 - Enchaînements de deux propositions **mono-régionales** et d'un scénario de clôture [Réf. SCE-MONO-AUT-04]
 - Enchaînements de 2 propositions successives : une **mono-régionales** et une **multi-régionale** suivies d'un scénario de clôture [Réf. SCE-MONO-AUT-05/06]
 - Enchaînements de 2 propositions **multi-régionales** successives suivies d'un scénario de clôture [Réf. SCE-MONO-AUT-07/08]

- Tests complémentaires concernant l'intégration de scénarios
 - Intégration simultanée par le système de scénarios sur plusieurs zones de régulation
 - Tests conditions de déclenchement des alertes
 - RG_FAIT_MULTI ————— Plusieurs faits en cours sur la section de régulation
 - RG_SCE_ARR ————— Demande d'arrêt forcé d'un scénario
 - RG_SCE_AUTO – Demande de gén. auto. d'une nouvelle photo mode 'Validation auto'
 - RG_SCE_FIN ————— Scénario de fin et aucun fait REGA ouverte sur la section
 - RG_SCE_MAUTO- Demande de gén. auto. d'une photo en mode 'Validation Manuelle'
 - RG_SCE_TRT ————— Alerte interne pour le processus r_irtalerteSRV en région.
 - RG_SCE_VAL ————— Validation scénario de régulation

Commentaires / Plan d'actions

La recette a été précédée d'une phase de pré-recette qui a consisté à qualifier :

- d'une part les échanges entre REGA² et SRV concernant le traitement des scénarios de régulation de vitesse

- et d'autre part la création des entités événementielles dans le SAE.

Cette phase de pré-recette a ainsi permis de fiabiliser certain mécanismes internes de diffusion tels que :

- Le mécanisme de remontée des alertes d'un site régional vers le site central (lot PCCO)
- Le mécanisme de diffusion des scénarios et des alertes associées du site central vers les régions (lot PLT)
- Le mécanisme de diffusion des comptes rendus de traitement des scénarios envoyés par REGA au SRV (lot SRV)

A l'issue de cette phase de pré-recette, les tests effectués concernant le cycle de traitement des scénarios dans les deux modes (manuel et automatique) se sont avérés concluant.



PROCES VERBAL DE RECEPTION N°5/6

Informations générales

Projet : REGA² - Régulation de vitesse (**Réception des passerelles logicielles**) _____
 Recette effectuée durant la période du : Janvier + Avril 2013 _____
 Objet : Validation du traitement des informations SRV par les passerelles logicielles REGA² -

Participants

Organisation	Nom	Fonction	Signature
COACH-IS	D. RAY (DRA)	Chef de projet Informatique	
APRR	E. GUILLON (EGU)	Chef de projet Informatique MOE	

Décision

Recette prononcée sans réserve

Recette prononcée avec réserve

Recette non prononcée

Rappel des fonctions réceptionnées

- Passerelle CORALY/SIRIUS et gestion des accès concurrents (validation de scénarios de régulation + photos de nature DIV avec temps de parcours) [Document « REGUL - Recette_CoralysiriusAccesConcurrents.doc »]
- Passerelle Stradanet [Document « REGUL_Recette_StradaNet_v1.0.doc »]
 - Vérification de la prise en compte de la nouvelle nature de fait « Vitesse » dans le paramétrage
 - Envoi par la passerelle des faits de nature VIT :
 - concernant le type « Limitation », en fonction du motif [Réf. STRD-LIM-001/007]
 - concernant le type « Régulation » [Réf. STRD-REG-xxx]
- Passerelle Info-Partenaires [Document « REGUL_Recette_InfoPartenaires_v1.1.doc »]
 - Envoi de messages pour abonnés, sur création de fait de nature VIT :
 - fréquence « Toutes les photos »
 - fréquence « Première photo »
 - fréquence « Première et dernière photo »
 - fréquence « Synthèse 3 minutes »
 - fréquence « Synthèse horaire »
 - fréquence « Synthèse journalière »
 - Tests complémentaires d'envoi de fichiers
- Passerelle WebTrafic [Document « REGUL_Recette_WebTrafic_v1.0.doc »]
 - Filtre sur faits de nature vitesse
 - sans caractéristique
 - avec caractéristique et sans état vitesse
 - avec caractéristiques et avec état vitesse
 - Tests complémentaires de filtrages sur des localisations de type « diffuseur » et « aire »



PROCES VERBAL DE RECEPTION N°6/6

Informations générales

Projet : REGA² - Régulation de vitesse (PV Général) —

Recette effectuée durant la période du : Décembre 2012 à Avril 2013 _____

Objet : Validation générale de l'intégration de l'évolution « REGA² - Régulation de vitesse ». _____

Participants

Organisation	Nom	Fonction	Signature
COACH-IS	D. RAY	<i>Chef de projet Informatique (COACH-IS)</i>	
APRR	E. GUILLON	<i>Chef de projet Informatique (MOE Particulière)</i>	
APRR	B. VUADELLE	<i>Chef de projet (MOE Général)</i>	
APRR	G. VINCENT	<i>Conducteur d'opération (MOA)</i>	

Décision

Recette prononcée sans réserve

Recette prononcée avec réserve

Recette non prononcée

X

Rappel des fonctions réceptionnées

- Fonctions « Noyau REGA et lot SRV » (cf. PV de recette n°1/6)
- Fonctions « IHM du Dialogue Photo et du Dialogue Fonctionnel + Synthèses » (cf. PV de recette n°2/6)
- Fonctions « IHM spécifiques et Synoptique » (cf. PV de recette n°3/6)
- Fonctions « Réception et traitement des scénarios de régulation » (cf. PV de recette n°4/6)
- Fonctions « Passerelles logicielles » (cf. PV de recette n°5/6)

Commentaires / Plan d'actions

E. GUILLON – 17/09/2012

La recette de l'évolution « REGA² - Régulation de vitesse » qui a été réalisée par la société COACH-IS, dans le cadre du contrat 11-B-58, s'est décomposée en cinq parties (cf. § précédent). La liste des corrections des anomalies constatées et résolues durant la phase de réception est produite en annexe du présent document.

L'évolution « REGA² - SRV » est maintenant en production depuis le 28/01/2013. Durant la phase de VSR, qui s'achèvera le 7 mai 2013, l'application a fait l'objet des corrections/adaptations suivantes :

Numéro de la fiche	Titre	Réf. Numéro Fiche	Etat d'avancement
02251	Régulation de vitesses - Passerelles	EVO-DP124-2	Terminée
02286	Fiabilisation réception de scénarios de fin sans fait VIT existant	MOD00985	Terminée
02285	Synoptique : Correction positionnement des icônes de fermetures d'aires dans la vue région	MOD00984	Terminée
02280	Correction problème de bouton de switch région du DP + validation chantier	MOD00980	Terminée
02278	Fiabilisation des déclenchements d'alertes TPG et de la diffusion PLT	MOD00978	Terminée
02277	Correctif sur levée d'alerte	MOD00977	Terminée
02275	Correction concernant le résumé non mis à jour + Correction découpage des états vitesses en sens 2	MOD00975	Terminée
02272	Correction du chargement des états vitesse dans les photos	MOD00973	Terminée
02270	Correction du calcul des capacités résiduelles + Modification MAJ Version REGA	MOD00972	Terminée
02267	Plantage r_vpvpho suite à constitution aberrante de la chaîne à insérer dans le VALTMP	MOD00971	Terminée
02266	Désynchronisation affichage alerte en cours au PCC alors que déjà traitée en région	MOD00969	Terminée
02265	Prise en compte du motif dans scénario de clôture	MOD00968	Terminée
02262	Prise en compte de la 2ème ligne de panneau dans la couche terrain	MOD00967	Terminée
02259	Forçage du calcul des capacités lors de l'activation/Modification d'un SF/MF + Phase de chantier	MOD00964	Terminée
02258	Correction envoi EVT vers SRV + anomalie de traitement des alertes SRV	MOD00963	Terminée
02257	Modification enchaînement des écrans Etat Vitesses	MOD00962	Terminée
02255	Correction processus de validation automatique SRV	MOD00960	Terminée
02254	Insertion incorrecte dans RV_MOTIF (inversion champs RMOREM avec RMOREG)	MOD00959	Terminée
02253	Correction d'allocations mémoire de br_apsyn + Epuration rb_mpmco	MOD00958	Terminée
02247	Correction traitement des scénarios obsolètes suite à une accumulation de fichiers	MOD00957-2	Terminée
02249	Améliorations de fonctions EVO-DP124 : - Amélioration de la saisie dans l'écran des vitesses - Empêcher toute action sur les alertes de type "système" dans l'IHM de gestion des alertes - Ajout d'un flag sur les motifs "Limitation" pour envoi vers passerelle STRADANET (ou pas) - Si N alertes en attente, alors ignorer celles ayant une date de consigne inférieure au dernier SCE traité	MOD00957	Terminée

02243	Ajout sbdb_tpg_web.mak dans comp.sh pour compilation PCC + suppression TPI	MOD00955	Terminée
02242	Gérer les extensions des fichiers SRV en cas d'erreur de traitement	MOD00954	Terminée

Etat des livrables au 26/04/2013

Livable	Livrés ?	Etat
Application		
Modules applicatifs REGA ² « clients »	Oui	En exploitation. Reste à déployer les modules passerelles.
Modules applicatifs REGA ² « serveurs »	Oui	En exploitation. Reste à déployer les modules passerelles.
Dossiers		
Dossier de spécifications finalisé pour RV	Partiellement (pour TP)	En cours de finalisation pour la partie RV
Dossier de conception TP	Non	En attente
Dossier de conception RV	Non	En attente
Dossier de réalisation TP	Non	En attente
Dossier de réalisation RV	Non	En attente
Manuel utilisateur TP	Non	En attente
Manuel utilisateur RV	Partiellement	Mise à jour à réaliser pour les modules Stradonet, InfoPartenaires et WebTrafic
MAJ des documents existants	Non	En attente

Objet des réserves

Les réserves de ce PV portent essentiellement sur 3 points :

- Les modifications (bien que mineures) effectuées durant la phase de VSR
- La livraison de l'adaptation des passerelles en fin de VSR
- les documents en attente de réception.

10.15.7. Résumé des étapes de la livraison REGA

Tableau d'annexe n° 32 : Etapes de la livraison de l'évolution REGA de la RV.

Etape	Acteur	Contenu des actions
1	Administrateur système	. Création du volume sur le serveur REGA central contenant l'arborescence de répertoires nécessaire pour les échanges avec le SRV . . . Création du compte FTP d'accès et attribution des droits sur les répertoires
2	Administrateur de Bdd	Passage des scripts SQL de création et de mise-à-jour des tables sur le schéma des différentes Bdd REGA
2	Chef de projet MOE	Mise à jour des paramètres nécessaires au fonctionnement de la gestion de la RV (capacités résiduelles par type d'ETV, etc...)
3	Administrateur SAGT	Mise à jour des données stables dont la structure a évolué (vitesses nominales des portions de route, marquage VSVL des portions, etc...)
4	Chef de projet MOE	[Initialisation des référentiels] . . Export du référentiel REGA pour SRV . . Import du référentiel SRV pour REGA (après paramétrage SRV par l'admi)
5	Chef de projet MOE	[Livraison sur les serveurs] Livraison, à partir de la référence, des programmes sources sur les différents serveurs REGA Compilation des programmes + arrêt des lots de processus + Installation + relance des lots serveurs
6	Chef de projet MOE	[Livraison cliente] Livraison, à partir de la référence, des programmes sources Compilation des programmes + Mise à disposition des exécutables sur les serveurs REGA de référence Mise à jour des serveurs Citrix de production
7	Exploitants	Mise à jour de leurs postes synoptique REGA par le module « MAJ Version »

10.16. Annexe n°16 – Divers

10.16.1. Informations extraites du rapport LEE 2014

Les tableaux, ci-après, effectuent le bilan du nombre de déclenchements sur la période des vacances d'hiver 2012/2013 sur chacune des deux sections de régulation.

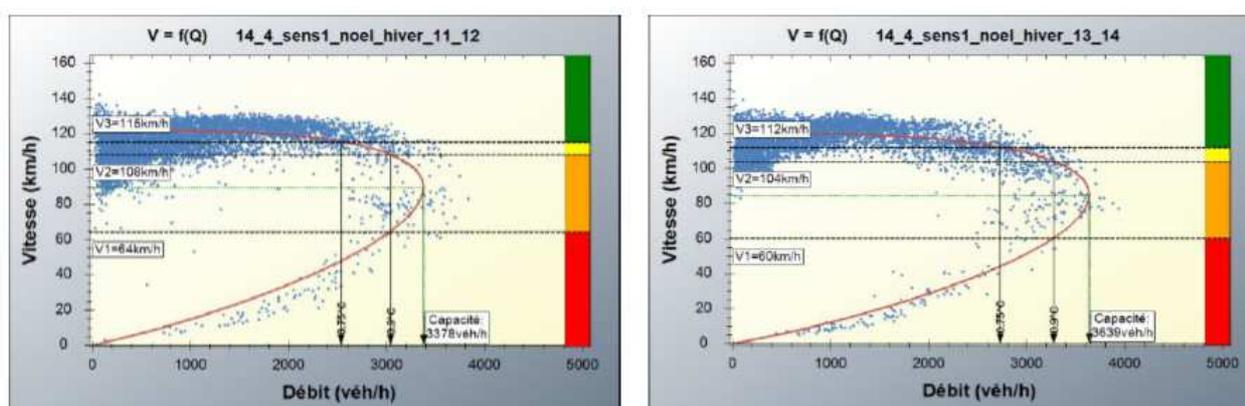
Tableau d'annexe n° 33 : Tableau des déclenchements sur la section « Auxerre/Nitry »

Périodes analysées	Nombre de journées concernées par le déclenchement d'au moins une régulation (scénario N1)	Nombre de journées concernées par le déclenchement d'au moins une régulation avec abaissement à 90 km/h (scénario N2)
Février 2013	1	0
Mars 2013	5	3
Décembre 2013	7	6
Février 2014	6	3
Total	19	12

Tableau d'annexe n° 34 : Tableau des déclenchements sur la section « Beaune/Pouilly »

Périodes analysées	Nombre de journées concernées par le déclenchement d'au moins une régulation (scénario N1)	Nombre de journées concernées par le déclenchement d'au moins une régulation avec abaissement à 90 km/h (scénario N2)
Décembre 2013	5	2
Janvier 2014	3	2
Février 2014	2	2
Mars 2014	2	2
Total	12	8

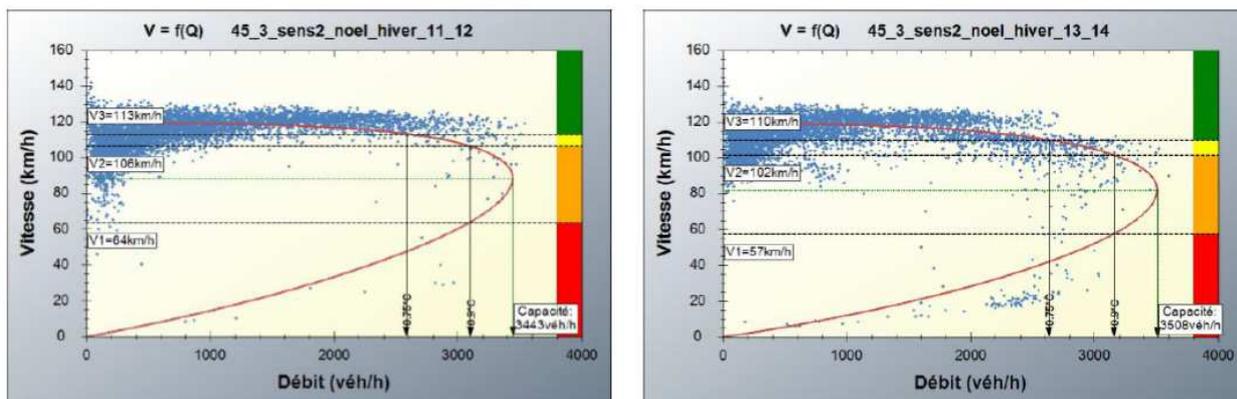
Illustration en annexe n° 65 : Comparaison des graphiques « Débits/Vitesse » de la station 14-03 (A6 sens P/L) pour les vacances d'hiver 2011/2012 et 2013/2014



Source : LEE Conseil - Rapport d'évaluation Hiver 2014 – réf. 314 05 (v.03) – 24/04/2014

La comparaison porte sur les données recueillies par la station 14-04, implantée dans la section de régulation « Auxerre – Nitry » (dans le sens « Paris/Lyon »), pour les vacances d'hiver des périodes 2011/2012 et 2013/2014. Le seuil de saturation passe de 3378 véh./h à 3639 véh./h soit une augmentation de 7,73%.

Illustration en annexe n° 66 : Comparaison des graphiques « Débits/Vitesse » de la station 45-03 (A6 sens L/P) pour les vacances d’hiver 2011/2012 et 2013/2014



Source : LEE Conseil - Rapport d'évaluation Hiver 2014 – réf. 314 05 (v.03) – 24/04/2014

La comparaison porte sur les données recueillies par la station 45-03, implantée dans la section de régulation « Beaune-Pouilly » (dans le sens « Lyon/ Paris »), pour les vacances d’hiver des périodes 2011/2012 et 2013/2014. Le seuil de saturation passe de 3443 véh./h à 3508 véh./h soit une augmentation de 1,88%.

10.16.2. Inventaire des solutions permettant de gérer la protection de faits aléatoires

Tableau d'annexe n° 35 : Inventaire des solutions permettant de gérer la protection de faits aléatoires.

Solution	Description
Solutions de traitement totalement intégrées dans REGA	
Solution n°1	Saisie manuelle par l’opérateur d’une séquence de vitesse dans le même fait aléatoire
Solution n°2	Ouverture manuelle par l’opérateur d’un fait vitesse et saisie d’une séquence vitesse
Solution n°3	Génération automatique d’un fait vitesse embarquant un plan d’affichage avec une séquence vitesse dans le même événement que le fait aléatoire
Solution de traitement partagé entre REGA et SRV	
Solution n°4	Transmission par REGA à SRV des informations concernant le fait aléatoire afin que ce dernier génère une proposition de prescription de vitesse redirigée vers REGA pour création d’un fait vitesse de type régulation
Solution de traitement totalement intégrée dans SRV	
Solution n°5	Déclenchement d’un scénario à la demande à partir du SRV

11. TABLE DES ILLUSTRATIONS ET DES TABLEAUX

11.1. Illustrations

Illustration n° 1 : Implantation des zones cibles sur la zone Auxerre-Beaune (A6).....	9
Illustration n° 2 : Organigramme organisationnel de l'opération.....	10
Illustration n° 3 : Macro-planning effectif de l'opération.	11
Illustration n° 4 : Enchaînement des phases « projet » mises en œuvre.	19
Illustration n° 5 : Organisation proposée dans le cadre du PAQ.	23
Illustration n° 6 : Modèles de PMV et PIA/PMV-A et PRV installés sur le réseau APRR.	29
Illustration n° 7 : Modalités d'affichage de messages sur PMV.	30
Illustration n° 8 : Diagramme de classe UML simplifié des principales entités événementielles REGA 33	33
Illustration n° 9 : Eléments composant un PMV générique.	34
Illustration n° 10 : Ecran du module DP proposant les PMV en amont d'un fait saisi.	35
Illustration n° 11 : Ecran du module DP permettant à l'OPC d'élaborer un message PMV.	36
Illustration n° 12 : Arbitrage par REGA ² de 2 demandes d'affichage concurrentes sur un même PMV.	36
Illustration n° 13 : Mécanisme de gestion des affichages de message PMV (vue fonctionnelle).	37
Illustration n° 14 : Ecran générique de saisie du module DP.	38
Illustration n° 15 : Affichage en mode TR de la vue « Réseau » du synoptique REGA.	39
Illustration n° 16 : Principe de validation des demandes d'activation issues des passerelles CORALY et SIRIUS.	41
Illustration n° 17 : Architecture fonctionnelle du système REGA ²	43
Illustration n° 18 : Architecture applicative du SAGT REGA ²	44
Illustration n° 19 : Architecture technique du SAGT REGA ²	46
Illustration n° 20 : Représentation schématique d'une section de régulation.....	54
Illustration n° 21 : Zone Auxerre - Nitry (A6 sens P/L), avant/après l'opération de rénovation.	57
Illustration n° 22 : Zone Beaune - Pouilly (A6 sens L/P), avant/après l'opération de rénovation.	58
Illustration n° 23 : Implantation du SAVM sur la section Auxerre-Nitry (A6 sens P/L).	59
Illustration n° 24 : Implantation du SAVM sur la section Beaune-Pouilly (A6 sens L/P).	59
Illustration n° 25 : Schéma de conception générale de la solution.	61
Illustration n° 26 : Méta-modèle « multicouche » associé à la démarche d'urbanisation de SI.	65
Illustration n° 27 : Représentation des fonctions réalisées découlant des besoins explicites.	65
Illustration n° 28 : Grands ensembles fonctionnels identifiés pour l'évolution du SAGT.	67
Illustration n° 29 : Cas d'utilisation liés aux traitements de propositions sur une même SR / Série 1.....	69
Illustration n° 30 : Cas d'utilisation liés aux traitements de propositions sur une même SR / Série 2.....	70
Illustration n° 31 : Cas d'utilisation liés aux traitements de propositions sur plusieurs SR / Série 1.....	71
Illustration n° 32 : Cas d'utilisation liés aux traitements d'une proposition portant sur une SR répartie sur deux régions.....	72
Illustration n° 33 : Exemple de messages affichés sur PMV en amont de SR.	75
Illustration n° 34 : Utilisation des mentions de distance et de direction dans les messages de confort.	75
Illustration n° 35 : Enchaînement des fonctions de traitement des faits créés dans le SAGT.	76
Illustration n° 36 : Diagramme d'état-transitions des pré-informations qualifiant les propositions RV.	77
Illustration n° 37 : Diagramme de séquence simplifié présentant les échanges et interactions entre les principaux composants et acteurs, en mode nominal.	78
Illustration n° 38 : Ecran de présentation des alertes aux OPC adapté pour les besoins de la RV 80	80
Illustration n° 39 : Impact sur les entités événementielles d'une première proposition de scénario 82	82
Illustration n° 40 : Visualisation synoptique sur trois niveaux de vues.....	85
Illustration n° 41 : Exemple d'animation des portions du synoptique par superposition de vitesses.....	85

Illustration n° 42 : Etapes d'élaboration des informations transmises par la passerelle Info-Partenaires.....	86
Illustration n° 43 : Ecran de définition des filtres pour un abonné de la passerelle Info-Partenaires.....	86
Illustration n° 44 : Exemple de texte, avant et après instanciation de ses variables.....	88
Illustration n° 45 : Synoptique WebTrafic d'une partie du réseau APRR.....	89
Illustration n° 46 : Impact de l'évolution sur les blocs fonctionnels WebTrafic.....	90
Illustration n° 47 : Ecran de paramétrage des filtres événementiels de la passerelle WebTrafic.....	91
Illustration n° 48 : Schéma fonctionnel de la passerelle CORALY.....	92
Illustration n° 49 : Architecture applicative du système REGA ² intégrant la fonction de RV.....	94
Illustration n° 50 : MCD associé à la gestion de la RV.....	98
Illustration n° 51 : MLR associé à la gestion de la RV.....	99
Illustration n° 52 : Cinématique des échanges de fichiers entre REGA ² et SRV.....	101
Illustration n° 53 : Cinématique des flux liés au traitement des scénarios de RV.....	103
Illustration n° 54 : Diagramme de séquence présentant la création et la clôture d'un scénario dans un mode de validation automatique.....	106
Illustration n° 55 : Diagramme de séquence présentant l'intégration d'une proposition de scénario et de son acquittement par un OPC ou un OPR dans un mode de validation manuel.....	108
Illustration n° 56 : Diagramme de séquence présentant l'intégration d'une proposition de scénario et de son refus par un OPC ou un OPR dans un mode de validation manuel.....	109
Illustration n° 57 : Diagramme de séquence présentant l'intégration d'une proposition de clôture de scénario et de son acquittement par un OPCC / OPCR en mode de validation manuel.....	109
Illustration n° 58 : Transformation des propositions de RV en photos REGA.....	111
Illustration n° 59 : Architecture applicative de la passerelle Info-Partenaires.....	112
Illustration n° 60 : Architecture applicative de la fonction du synoptique REGA ²	114
Illustration n° 61 : Proposition d'un nouveau mode de gestion d'affichages PMV par bloc.....	127
Illustration n° 62 : Limitation de la définition de distances pour les seuls couples PMV à PMV.....	128

11.2. Tableaux

Tableau n° 1 : Critères appréciés pour le jugement des offres et leur pondération.....	13
Tableau n° 2 : Synthèse des missions du chef de projet MOE et des actions menées.....	15
Tableau n° 3 : Exemple de prescriptions de vitesse dans les différents états possibles.....	56
Tableau n° 4 : Implantation des stations de comptage sur les sections de régulation.....	59
Tableau n° 5 : Liste des flux d'information descendant et montant du système global de RV.....	62
Tableau n° 6 : Périmètre des grands ensembles fonctionnels.....	66
Tableau n° 7 : Conséquences découlant des règles fondamentales liées à la gestion événementielle.....	67
Tableau n° 8 : Grandes fonctions impactées par l'évolution du SAGT.....	73
Tableau n° 9 : Impacts de la réception de propositions de scénarios sur la gestion événementielle REGA en fonction de l'existence éventuelle d'un fait sur la SR concernée.....	81
Tableau n° 10 : Correspondance entre chaque nature REGA ² et les DOB DATEX.....	89

11.3. Illustrations en annexe

Illustration en annexe n° 1 : Organisation de la DTE.....	141
Illustration en annexe n° 2 : Organisation de la DISI.....	142
Illustration en annexe n° 3 : Configuration de l'A6 entre Auxerre et Beaune (entre les PR 150 et 310).....	144
Illustration en annexe n° 4 : TMJ en 2009 sur les deux sens de l'autoroute A6.....	145
Illustration en annexe n° 5 : TMJ 2009 de la section « Auxerre-Nitry » (A6 sens P/L).....	145
Illustration en annexe n° 6 : Volume moyen des congestions dans le sens Nord/Sud par origine.....	146
Illustration en annexe n° 7 : Volume moyen des congestions dans le sens Sud/Nord par origine.....	146
Illustration en annexe n° 8 : Macro planning de l'opération liée à la RV dur A6 Nord.....	147

Illustration en annexe n° 9 : Représentation des étapes projets du cycle en V.....	151
Illustration en annexe n° 10 : Cycles itératifs de la méthode Agile SCRUM.....	151
Illustration en annexe n° 11 : Représentation du processus de gestion des programmes sources.....	153
Illustration en annexe n° 12 : Fiche de livraison des modules REGA ² clients et serveur.....	154
Illustration en annexe n° 13 : Cartographie des processus de la DISI.....	160
Illustration en annexe n° 14: Logigramme du processus Maitrise d'œuvre de projets SI.....	161
Illustration en annexe n° 15 : Procédure de développement d'une application (Logigramme).....	162
Illustration en annexe n° 16 : Cartographie applicative du SI Trafic APRR.....	164
Illustration en annexe n° 17 : Exemple de station de comptage avec capteurs intrusifs.....	165
Illustration en annexe n° 18 : Exemple de caméras vidéo déployées sur le réseau.....	166
Illustration en annexe n° 19 : Borne d'appel d'urgence.....	167
Illustration en annexe n° 20 : Schéma de fonctionnement d'un frontal PMV.....	168
Illustration en annexe n° 21 : Représentation du dialogue REGA ² avec les frontaux PMV.....	169
Illustration en annexe n° 22 : Ecran dédié à la saisie de l'ETV d'un fait localisé en SC.....	171
Illustration en annexe n° 23 : Exemples d'écran d'affichage PMV du module DP de REGA ²	173
Illustration en annexe n° 24 : Liste des variables utilisables dans les messages panneaux.....	174
Illustration en annexe n° 25 : Exemple d'instanciation de variables dans un message PMV.....	174
Illustration en annexe n° 26 : Architecture de virtualisation des applications opérateurs REGA.....	176
Illustration en annexe n° 27 : Architecture de virtualisation des applications synoptique REGA.....	177
Illustration en annexe n° 28 : Architecture de virtualisation des serveurs REGA.....	177
Illustration en annexe n° 29 : Représentation du diagramme fondamental sous forme $V = f(Q)$	182
Illustration en annexe n° 30 : Graphique temporel montrant un trafic en augmentation jusqu'à un seuil marquant le début d'une saturation.....	183
Illustration en annexe n° 31 : Graphique « Débit/vitesse » montrant un trafic en augmentation jusqu'à un seuil marquant le début d'une saturation.....	183
Illustration en annexe n° 32 : Graphique « Débit/Vitesse » caractéristique d'un trafic homogène.....	184
Illustration en annexe n° 33 : Graphique « Débit/Vitesse » caractéristique d'un trafic ayant tendance à saturer progressivement.....	184
Illustration en annexe n° 34 : Graphique Débit/Vitesse montrant une saturation rapide.....	185
Illustration en annexe n° 35 : Ecran de saisie des paramètres sur le calculateur SRV.....	187
Illustration en annexe n° 36 : Architecture applicative et logicielle du système SRV.....	188
Illustration en annexe n° 37 : Schéma synthétique des fonctions de l'algorithme de régulation.....	189
Illustration en annexe n° 38 : Vue du synoptique général de l'application SRV.....	190
Illustration en annexe n° 39 : Vue synoptique détaillée d'une SR de l'application SRV.....	190
Illustration en annexe n° 40 : Synchronisation des référentiels REGA et SRV.....	193
Illustration en annexe n° 41 : Transmission des informations dynamiques de REGA vers SRV.....	193
Illustration en annexe n° 42 : Exemple de calcul de capacité par portion de route.....	194
Illustration en annexe n° 43 : Transmission des informations dynamiques de REGA vers SRV.....	195
Illustration en annexe n° 44 : Illustration du principe de validation des propositions de scénarios.....	195
Illustration en annexe n° 45 : Principe de paramétrage d'un abonné.....	199
Illustration en annexe n° 46 : Ecran de paramétrage d'un abonné (Info-Partenaires).....	200
Illustration en annexe n° 47 : Ecran de visualisation des variables utilisables (Info-partenaires).....	200
Illustration en annexe n° 48 : Exemple de modèle de document utilisé pour les synthèses.....	201
Illustration en annexe n° 49 : Equivalences entre les entités événementielles REGA et DATEX.....	201
Illustration en annexe n° 50 : Exemple de transposition événementielle REGA ² -> DATEX.....	202
Illustration en annexe n° 51 : Flux d'information de la passerelle WebTrafic.....	202
Illustration en annexe n° 52 : Ecran de visualisation des variables utilisables (WebTrafic).....	202
Illustration en annexe n° 53 : Ecran de visualisation des faits transmis (WebTrafic).....	203

Illustration en annexe n° 54 : Ecran principal du dialogue photo.....	206
Illustration en annexe n° 55 : Ecran de découpage vitesse par canton.....	207
Illustration en annexe n° 56 : Ecran de visualisation des plans d’affichage PMV.....	207
Illustration en annexe n° 57 : Ecran de paramétrage des capacités résiduelles calculées.....	207
Illustration en annexe n° 58 : Structure du processus « b_infpacq » et pseudocode simplifié.....	218
Illustration en annexe n° 59 : PV de réception - Noyau REGA.....	223
Illustration en annexe n° 60 : PV de réception – IHM hors synoptique.....	227
Illustration en annexe n° 61 : PV de réception – IHM spécifiques & synoptique.....	233
Illustration en annexe n° 62 : PV de réception – Intégration des scénarios.....	236
Illustration en annexe n° 63 : PV de réception – Passerelles.....	238
Illustration en annexe n° 64 : PV de réception général.....	239
Illustration en annexe n° 65 : Comparaison des graphiques « Débits/Vitesse » de la station 14-03 (A6 sens P/L) pour les vacances d’hiver 2011/2012 et 2013/2014.....	242
Illustration en annexe n° 66 : Comparaison des graphiques « Débits/Vitesse » de la station 45-03 (A6 sens L/P) pour les vacances d’hiver 2011/2012 et 2013/2014.....	243

11.4. Tableaux en annexe

Tableau d'annexe n° 1 : Déroulement effectif des phases du lot n°1.....	148
Tableau d'annexe n° 2 : Déroulement effectif des phases du lot n°2.....	148
Tableau d'annexe n° 3 : Liste des différents acteurs ayant pris part au projet et leurs rôles.....	149
Tableau d'annexe n° 4 : Exemple de tableau de suivi des risques fourni par l’entreprise prestataire.....	163
Tableau d'annexe n° 5 : Codification des ETV utilisables pour décrire la localisation d’un fait.....	170
Tableau d'annexe n° 6 : Tableau des natures de fait « REGA ² ».....	171
Tableau d'annexe n° 7 : Tableau des technologies utilisées par composants du SAGT.....	175
Tableau d'annexe n° 8 : Liste des besoins explicitement demandés par les exploitants.....	191
Tableau d'annexe n° 9 : Liste des besoins découlant implicitement des demandes issues des exploitants ou de l’architecture de la solution.....	191
Tableau d'annexe n° 10 : Déclinaison des fonctions à partir des besoins.....	192
Tableau d'annexe n° 11 : Capacités résiduelles déterminées en fonction du type et de l’ETV.....	193
Tableau d'annexe n° 12 : Etats de pré-information créés pour l’information aux partenaires.....	195
Tableau d'annexe n° 13 : Catégories d’alertes du système REGA ²	196
Tableau d'annexe n° 14 : Nouvelles alertes de la catégorie « Exploitation » (évolution RV).....	196
Tableau d'annexe n° 15 : Contrôles de cohérences appliqués selon les attributs de pré-information.....	196
Tableau d'annexe n° 16 : Nouvelles alertes de la catégorie « Administration » (évolution RV).....	199
Tableau d'annexe n° 17 : Définition des règles de coloration des portions synoptique.....	199
Tableau d'annexe n° 18 : Equivalences entre les entités événementielles REGA et DATEX.....	201
Tableau d'annexe n° 19 : Impacts concernant les lots serveurs REGA ²	203
Tableau d'annexe n° 20 : Nouvelles alertes créées pour la gestion des scénarios de RV.....	205
Tableau d'annexe n° 21 : Liste des tables du schéma REGA créées ou mises à jour.....	208
Tableau d'annexe n° 22 : Estimation de la volumétrie des tables pour les différentes bases de données.....	210
Tableau d'annexe n° 23 : Processus du nouveau lot SRV et caractéristiques des fichiers traités.....	211
Tableau d'annexe n° 24 : Description des fichiers envoyés par REGA au SRV.....	212
Tableau d'annexe n° 25 : Description des fichiers reçus par REGA du SRV.....	215
Tableau d'annexe n° 26: Synthèse des états associés aux alertes, aux scénarios et aux faits REGA ²	218
Tableau d'annexe n° 27 : Fonctions d’échange réceptionnées.....	218
Tableau d'annexe n° 28 : Fonctions de diffusion réceptionnées.....	219
Tableau d'annexe n° 29 : Principales fonctions d’IHM réceptionnées.....	220
Tableau d'annexe n° 30 : Fonctions d’IHM complémentaires réceptionnées.....	221

Tableau d'annexe n° 31 : Fonctions réceptionnées liées au traitement des propositions de RV.	222
Tableau d'annexe n° 32 : Etapes de la livraison de l'évolution REGA de la RV.....	241
Tableau d'annexe n° 33 : Tableau des déclenchements sur la section « Auxerre/Nitry »	242
Tableau d'annexe n° 34 : Tableau des déclenchements sur la section « Beaune/Pouilly »	242
Tableau d'annexe n° 35 : Inventaire des solutions permettant de gérer la protection de faits aléatoires.....	243