



Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute
Association suisse des professionnels de la route et du trafic
Associazione svizzera dei professionisti della strada e del traffico
Swiss Association of Road and Traffic Experts

Architecture Cadre pour la Télématique Routière

Rahmenarchitektur für die Verkehrstelematik Framework architecture for Road Telematics

INSER SA, Le Mont-sur-Lausanne

Jean-Christophe Jaermann

Jeff Konnen

Rainer Oggier

Rapp Trans AG, Bâle

Jesper Engdahl

Robert-Grandpierre et Rapp SA, Lausanne

Patrick Maillard

Rosenthaler + Partner AG, Muttenz

Claude Marschal

Graf+Reber SA, Genève

Joseph Boua

Projet de recherche VSS2000/439 (34/00) selon demande de la Association suisse des professionnels de la route et du trafic

Publié en février 2004



TABLE DES MATIÈRES

1	RESUMES	7
1.1	Résumé (français)	7
1.2	Zusammenfassung (deutsch).....	9
1.3	Riassunto (Italiano)	11
1.4	Summary (english)	13
2	INTRODUCTION	15
2.1	Objectifs du projet	16
2.2	Architecture cadre	16
2.2.1	Définition	16
2.2.2	Motivation	17
2.2.3	Bénéfices.....	17
3	METHODOLOGIE ET DEMARCHE.....	19
3.1	Niveaux de description et couverture du rapport	19
3.2	Projets de référence	20
3.3	Méthodologie.....	20
3.3.1	UML (ISO)	20
3.3.2	MEGA (ACTIF).....	24
3.4	Démarche et résultats	25
3.4.1	Niveau sémantique.....	26
3.4.2	Niveau conceptuel.....	26
3.4.3	Structure des résultats	28
3.4.4	Annexes non publiés.....	29
4	ANALYSE DE L'EXISTANT	31
4.1	Objectifs	31
4.2	Méthodologie.....	31
4.3	Systèmes étudiés	32
4.4	Conclusions.....	33
4.4.1	Aspects conceptuels et physiques	34
4.4.2	Aspects organisationnels	35
4.4.3	Aspects politiques	36
4.4.4	Aspects juridiques	36
5	ANALYSE DES BESOINS.....	37
5.1	Objectifs	37
5.2	Méthodologie.....	37
5.2.1	Evaluation des services	37
5.3	Evaluation.....	39
5.4	Résultats	40
6	ARCHITECTURE CONCEPTUELLE.....	41
6.1	Objectifs	41
6.2	Méthodologie.....	41
6.2.1	Les packages conceptuels de l'architecture TRAS.....	41
6.3	Identification des cas d'utilisation	42
6.3.1	Correspondance entre services prioritaires et cas d'utilisation	43
6.4	Identification et définition des acteurs.....	44
6.5	Cas d'utilisation de TM "Management du trafic"	47
6.5.1	Diagramme des cas d'utilisation de TM "Management du trafic".....	47
6.5.2	TM1: Surveiller les conditions et les impacts du trafic	48
6.5.3	TM2: Evaluer la performance.....	51
6.5.4	TM3: Faire des prévisions de la performance.....	54
6.5.5	TM4: Réguler le trafic.....	57
6.5.6	TM5: Gérer les incidents	61
6.5.7	TM6: Contrôler le trafic et les transports.....	65
6.6	Cas d'utilisation de TI "Information du voyageur"	68
6.6.1	Diagramme des cas d'utilisation de TI "Information au voyageur".....	68
6.6.2	TI1: Informer le conducteur durant le déplacement	69
6.6.3	TI2: Informer sur les itinéraires et guidage durant le trajet	72
6.6.4	TI3: Informer avant le déplacement	75

6.6.5	T14: Générer un horaire pour le voyage	78
6.6.6	T15: Payer le voyage.....	80
6.7	Consolidation des diagrammes de classe.....	82
6.8	Echange de données : Classes d'information intervenant dans plusieurs Cas d'utilisation	82
7	ARCHITECTURE PHYSIQUE.....	85
7.1	Les systèmes.....	85
7.1.1	Objectifs.....	85
7.1.2	Définition des systèmes.....	85
7.1.3	Description des systèmes.....	88
7.1.4	Flux de données : Classes d'information utilisées dans plusieurs systèmes.....	102
7.1.5	Exemple de répartition des systèmes physiques de TRAS selon des couches organisationnelles.....	105
7.2	Communication.....	106
7.2.1	Objectifs.....	106
7.2.2	Méthodologie	106
7.2.3	Classification des réseaux.....	109
7.2.4	Technologies de communication actuelles utilisées dans le domaine de la télématique des transports	110
7.2.5	Liens de communication et interfaces physiques.....	122
7.2.6	Recommandations générales.....	130
8	EXEMPLE D'IMPLEMENTATION POUR TMP-CH.....	133
8.1	Description du service TMP-CH	133
8.1.1	Introduction	133
8.1.2	Objectifs.....	133
8.1.3	Description des TMP	134
8.1.4	Description des fiches de mesures	134
8.1.5	Concept de la centrale pilote	134
8.1.6	Mise en place / Suppression des TMP	135
8.2	Démarche	136
8.3	Architecture conceptuelle	136
8.3.1	Services TRAS concernés	136
8.3.2	Cas d'utilisation concernés.....	136
8.3.3	Diagrammes de classes	142
8.4	Architecture physique	147
8.4.1	Systèmes concernés	147
8.5	Implémentation	148
8.6	Conclusion et Enseignements	148
8.6.1	Conclusions	148
8.6.2	Enseignements.....	149
9	RECOMMANDATIONS	151
9.1	Démarche	151
9.2	Structure de la norme de base	152
9.3	Organisation	155
9.4	Architecture, points en suspens	156
9.5	Support technologique.....	159
A.	REFERENCES	163
B.	GLOSSAIRE.....	165
C.	ABBREVIATIONS	171
D.	DEFINITION DES CLASSES.....	175
D.1	Route	176
D.1.1	Diagramme des classes	176
D.1.2	Description des classes:.....	177
D.2	Transport	179
D.2.1	Diagramme des classes	179
D.2.2	Description des classes:.....	179
D.3	Véhicule.....	180
D.3.1	Diagramme des classes	180
D.3.2	Description des classes:.....	181
D.4	Paiement	181

D.4.1	Diagramme des classes	181
D.4.2	Description des classes:	181
D.5	Événement	182
D.5.1	Diagramme des classes	182
D.5.2	Description des classes:	182
D.6	Périphérique route	183
D.6.1	Diagramme des classes	183
D.6.2	Description des classes:	183
D.7	Interface véhicule	184
D.7.1	Diagramme des classes	184
D.7.2	Description des classes:	184
D.8	Interface opérateur	184
D.8.1	Diagramme des classes	184
D.8.2	Description des classes:	185
D.9	Terminal voyageur	185
D.9.1	Diagramme des classes	185
D.9.2	Description des classes:	185
D.10	Description des classes d'information	186

1 RESUMES

1.1 Résumé (français)

La télématique routière englobe aujourd'hui des services variés et indépendants. Afin de pouvoir garantir un déroulement optimal, les différents services doivent être cohérents et compatibles entre eux. Dans un avenir proche, ces systèmes doivent pouvoir communiquer de plus en plus afin de permettre une coordination spatiale, temporelle et indépendante des services. Cette interopérabilité des systèmes et des services n'est réalisable que si les systèmes sont basés sur des standards et des normes et s'ils sont compatibles d'un point de vue conceptuel. Une telle standardisation fait également évoluer le marché et la concurrence. Elle offre ainsi des conditions productives et prometteuses pour le développement et la réalisation de nouveaux services et systèmes de la télématique routière (cf. chapitre 2).

Une architecture cadre doit fournir les éléments de base pour atteindre l'interopérabilité désirée. Le rapport de recherche s'adresse en priorité aux ingénieurs responsables pour l'élaboration de cahiers de charge pour la réalisation de la télématique routière ainsi qu'aux développeurs de ces systèmes. Il présente les premiers pas nécessaires à la définition d'une architecture cadre de la télématique routière en Suisse. La définition se déroule sur plusieurs niveaux. Les services actuels de la télématique routière sont analysés tant au niveau sémantique que conceptuel, indépendamment de la technologie. Les projets de référence européens et globaux tels que KAREN (Keystone ARchitecture for European Networks), ACTIF (Architecture Cadre pour les Transports Intelligents en France) et ISO TR 14813 servent comme base pour la définition d'une architecture cadre suisse pour la télématique routière (cf. chapitre 3.2).

L'analyse des besoins fait ressortir une liste de demandes fonctionnelles ainsi que les groupes de services prioritaires suivants:

- Gestion du trafic
- Information sur le trafic
- Contrôle automatique du trafic
- Gestion des incidents

Pour chacun de ces services, les systèmes existants sont analysés d'un point de vue fonctionnel afin de faire ressortir les problèmes et les enseignements du fonctionnement actuel (cf. chapitre 4).

La définition d'une architecture cadre pour la Suisse s'appuie sur les descriptions fonctionnelles des besoins d'ACTIF qui sont reprises et adaptées aux particularités suisses. A partir de ces exigences fonctionnelles est établi une description orientée objet et neutre de tout système. Ceci est fait à l'aide d'UML à travers des cas d'utilisation et des diagrammes de classe. Les classes sont réparties par la suite dans les systèmes physiques selon ACTIF (cf. méthodologie dans le chapitre 3.3). De plus les différents types de communication entre systèmes sont décrits.

Les résultats du projet de recherche sont les suivants:

- Une liste univoque des exigences fonctionnelles pour les futurs services de la télématique routière.
- Les cas d'utilisation pour couvrir les domaines de la gestion du trafic et l'information sur le trafic sont décrits y compris leurs scénarios standard et les diagrammes de classe correspondants.

- Les systèmes physiques sont définis, avec l'attribution des classes et la gestion des classes d'information. Il s'agit, par exemple, de systèmes comme "Gestion du trafic", "Fournisseur de services d'information" ou "Route".
- Une taxonomie des différents types de communication est établie et les besoins de communication entre systèmes sont définis (cf. chapitre 7.2).
- Le travail de recherche peut être utilisé comme check-liste pour l'élaboration de cahiers de charge et simplifie l'intégration de systèmes grâce à une structuration claire des systèmes et des "classes d'objet". Finalement, il empêche des redondances dans les modules et les données.

Au chapitre 9 différentes recommandations sont formulées par les auteurs du projet de recherche. Il s'agit, par exemple, d'une structure pour une norme principale d'une série de normes VSS ayant pour objet l'"Architecture cadre de la télématique routière" ou de recommandations pour l'utilisation de l'architecture cadre dans la pratique afin de pouvoir gagner de l'expérience pour les développements futurs.

1.2 Zusammenfassung (deutsch)

Die Verkehrstelematik umfasst heute vielfältige, unabhängige Dienste. Um einen reibungslosen Ablauf gewährleisten zu können, müssen die verschiedenen Dienste konsistent und untereinander kompatibel sein. In naher Zukunft sollen die Systeme vermehrt kommunizieren können, um eine räumliche, zeitliche und dienstunabhängige Koordination zu ermöglichen. Diese Interoperabilität von Systemen und Diensten ist nur möglich, wenn die Systeme auf Standards und Normen beruhen und schon auf konzeptioneller Ebene kompatibel gestaltet sind. Eine solche Standardisierung fördert auch den Markt und die Konkurrenz. Sie bietet somit eine produktive und vielversprechende Umgebung für die Entwicklung und Umsetzung neuer Dienste und Systeme im Bereich der Verkehrstelematik (siehe Kapitel 2).

Eine zu entwerfende Rahmenarchitektur soll den Grundstein für die angestrebte Interoperabilität legen. Der vorliegende Bericht richtet sich in erster Linie an die Ingenieure, die für das Erstellen von Pflichtenheften für die Umsetzung der Verkehrstelematik verantwortlich sind, sowie an die Entwickler solcher Systeme. Er dokumentiert die ersten Schritte, um eine Rahmenarchitektur für die Verkehrstelematik in der Schweiz zu definieren. Dies geschieht auf mehreren Ebenen. Die heute bekannten Verkehrstelematikdienste werden technologieunabhängig auf semantischer und konzeptioneller Ebene analysiert und bestimmt. Als Basis für diese Auswertung dienen europäische und globale Referenzprojekte wie KAREN (Keystone ARchitecture for European Networks), ACTIF (Architecture Cadre pour les Transports Intelligents en France) und ISO TR 14813, anhand welcher die Definition einer Schweizer Rahmenarchitektur für die Verkehrstelematik angestrebt wird (siehe Kapitel 3.2).

Aus der Analyse der Bedürfnisse resultieren eine funktionale Anforderungsliste sowie folgende prioritäre VT-Dienstgruppen:

- Verkehrsmanagement
- Verkehrsinformation
- automatische Verkehrskontrolle
- Störungsmanagement

Für diese Dienste werden die bestehenden Systeme auf Funktionalität untersucht, um herauszufinden, welches heute die wesentlichen Erkenntnisse und Probleme sind (siehe Kapitel 4).

Um eine für die Schweiz gültige Rahmenarchitektur zu definieren, wird die funktionale Beschreibung der Anforderungen aus ACTIF übernommen und den schweizerischen Bedürfnissen angepasst. Daraus wird eine objektorientierte, systemneutrale Beschreibung anhand von UML-Anwendungsfällen und -Klassendiagrammen gemäss ISO TR14813 erstellt, deren Klassen dann später in physische Systeme gemäss ACTIF aufgeteilt werden (siehe Methodik in Kapitel 3.3).

Zusätzlich werden die verschiedenen Kommunikationsarten zwischen System beschrieben.

Die Ergebnisse der vorliegenden Forschungsarbeit sind:

- Eine eindeutige Liste der Anforderungen an zukünftige Verkehrstelematikdienste.
- Die Anwendungsfälle aus den Bereichen Verkehrsmanagement und Verkehrsinformation sind mit Standardablauf und Klassen beschrieben.

- Die physischen Systeme sind definiert, inklusive Zuweisung der Klassen und eindeutige Verwaltung. Es handelt sich zum Beispiel um Systeme wie „Verkehrsmanagement“, „Verkehrsinformation“ oder „Strasse“.
- Die Kommunikationsarten sind typisiert, Anforderungen an die Kommunikation zwischen Systemen sind definiert (siehe Kapitel 7.2).
- Die vorliegende Forschungsarbeit kann als Checkliste für die Erstellung von Ausschreibungsunterlagen genutzt werden und vereinfacht die Systemintegration durch eine klare Strukturierung der Systeme und „Objektklassen“ und verhindert somit Redundanzen in Modulen und Daten.

Im Kapitel 9 werden zum Schluss vom Forschungsteam verschiedene Empfehlungen formuliert. Es handelt sich dabei zum Beispiel um die Struktur einer Grundnorm für eine VSS-Normenreihe zum Thema "Rahmenarchitektur Verkehrstelematik" oder um Empfehlungen für den Einsatz der Rahmenarchitektur in der Praxis, um für die Weiterentwicklung erforderliche Erfahrungen sammeln zu können.

1.3 Riassunto (Italiano)

La telematica stradale comprende al giorno d'oggi un numero considerevole di servizi indipendenti tra di loro. Per permettere uno svolgimento ottimale i differenti servizi devono essere coerenti e compatibili tra di loro.

In un futuro prossimo tali sistemi devono essere in grado di comunicare sempre di più tra di loro al fine di poter permettere una coordinazione nello spazio, nel tempo ed in modo indipendente dal tipo di servizio.

L'interoperabilità dei sistemi e dei servizi è solamente possibile se i sistemi vengono creati già a livello concettuale in modo compatibile e se la realizzazione avviene sulla base di norme e di standards ben definiti.

Una tale standardizzazione promuove il mercato e la concorrenza. Essa permette così di creare delle condizioni di base produttive e promettenti per lo sviluppo e la realizzazione di nuovi servizi e sistemi per la telematica stradale (vedi capitolo 2).

Per ottenere l'interoperabilità desiderata devono essere stabiliti gli elementi di base in un'architettura di riferimento. Il presente rapporto di ricerca s'indirizza principalmente agli ingegneri responsabili per l'elaborazione del capitolato degli oneri per la realizzazione della telematica stradale, come agli sviluppatori di questi sistemi. Questo rapporto illustra i primi passi per la definizione di una architettura quadro per la telematica stradale in Svizzera. La definizione viene fatta su differenti livelli. I servizi attuali della telematica stradale sono analizzati sia a livello semantico che concettuale, indipendentemente dalla tecnologia. I progetti di riferimento a livello europeo e a livello globale come KAREN (Keystone ARchitecture for European Networks), ACTIF (Architecture Cadre pour les Transports Intelligents en France) e ISO TR 14813, sono serviti come base per la definizione dell'architettura di riferimento per la telematica stradale in Svizzera (vedi capitolo 3.2),

Dall'analisi delle esigenze ne consegue una lista di quesiti funzionali come anche la definizione dei seguenti gruppi prioritari di servizi:

- gestione del traffico
- informazione sul traffico
- controllo automatico del traffico
- gestione dei guasti / avarie

Per ciascuno di questi servizi vengono analizzati da un punto di vista funzionale i sistemi esistenti, al fine di identificarne i problemi e di acquisire le conoscenze del funzionamento attuale (vedi capitolo 4).

La definizione di un'architettura di riferimento si appoggia sulla descrizione funzionale dei bisogni di ACTIF, ripresi ed adattati alle particolarità svizzere. A partire da queste esigenze funzionali è stata fatta una descrizione orientata agli oggetti e del tutto neutrale rispetto ad ogni tipo di sistema. Ciò è stato fatto con l'aiuto del linguaggio UML attraverso il trattamento di casi di applicazione e di diagrammi di classe. Le classi vengono poi ripartite in sistemi fisici secondo ACTIF (vedi metodologia, nel capitolo 3.3). Inoltre sono stati descritti i differenti tipi possibili di comunicazione tra i sistemi.

I risultati ottenuti dal progetto di ricerca sono i seguenti:

- Definizione di una lista univoca delle esigenze funzionali per i futuri servizi della telematica stradale.
- Descrizione dei casi di applicazione per coprire i campi della gestione del traffico e dell'informazione sul traffico con i loro scenari standards ed i rispettivi diagrammi di classe.
- Definizione dei sistemi fisici con l'attribuzione delle classi e la gestione delle classi d'informazione; si tratta, per esempio, di sistemi come la "Gestione del traffico", la "Fornitura di servizi d'informazione" o "Strada".
- Allestimento di una lista dei differenti tipi di comunicazione e delle esigenze di comunicazione tra i sistemi (vedi capitolo 7.2)

Tale lavoro di ricerca può essere utilizzato come una lista di controllo per l'elaborazione di capitolati d'onori. L'integrazione dei sistemi è semplificata grazie ad una strutturazione chiara dei sistemi e delle "classi d'oggetto", la quale permette anche di evitare ridondanze nei moduli e nei dati.

Nel capitolo 9 viene formulata dagli autori del progetto di ricerca una lista di differenti raccomandazioni. Ad esempio viene proposto di utilizzare la struttura di una norma principale come base per una serie di norme VSS sul tema "Architettura di Riferimento per la Telematica Stradale", oppure viene raccomandato l'utilizzo dell'architettura di riferimento nella pratica con lo scopo di poter acquisire la dovuta esperienza per i prossimi sviluppi.

1.4 Summary (english)

Road telematics nowadays bring together very specific and independent systems. These systems have to interact and be consistent towards each other in order to guarantee a high level of performance. In a near future, communication among systems will have to be improved to guarantee spatial, temporal and system-independent coordination. System- and service-interoperability is only possible when systems are based on standards, and when they are conceptually compatible from the start. Such standardization also increases competition and market potential, as it offers a promising new context for the development and realization of new services and systems for road telematics. (see chapter 2)

A frame architecture must provide the basics for the desired interoperability. This research paper mostly concerns the engineers in charge of defining the specifications regarding the realization of road telematics projects, as well as the developers of these systems. It reports on the first steps taken towards the definition of frame architecture for intelligent traffic systems in Switzerland. Road telematics services are studied and described on a semantic and conceptual level, regardless of technology. European and global reference projects used as base for the definition of the Swiss architecture on this subject are: KAREN (Keystone ARchitecture for European Networks), ACTIF (Architecture Cadre pour les Transports Intelligents en France) and ISO TR 14813. (see chapter 3.2)

The analysis of needs brings up a list of functional requirements and the following main services:

- Traffic management
- Information on traffic
- Automatic traffic control
- Failure management

The functional aspects of each of these services are analyzed in order to bring up the faults in the current system and to identify the lessons learned.

Functional descriptions of the needs identified in ACTIF are analyzed and adapted to the Swiss context in order to propose a frame architecture for Switzerland. They are used as a basis to set up a neutral and object-oriented description of the system. This process is done through UML Use-Case and Class-Diagrams that will later be split into ACTIF physical systems. Communication among systems is also described.

The results of this study are:

- An unambiguous list of functional requirements towards future services in the field of road telematics
- The use-cases in the field of traffic management and traffic information are described with their standard scenarios and the corresponding class-diagrams.
- Physical systems are described, including the attribution of classes and clear class management rules. This deals for example with systems like "Traffic management", "Traffic information" or "Road".
- Types of communication are classified, and the conditions of communication among systems are defined. (see chapter 3.2)

- This study can be used as a check-list for the elaboration of tender documents and simplifies system integration thanks to a clear structuring of systems and "object classes". Finally, it limits redundancies in modules and data.

In chapter 9, the project team expresses a few recommendations. These deal for example with the redaction of a main norm in a series of VSS-norms focused on "frame architecture for road telematics" or recommendations for concrete realization of the frame architecture in order to gain the necessary experience for future development.

2 INTRODUCTION

Le département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) stipule, dans sa politique des transports que "l'avenir de la mobilité réside dans une offre de transports moderne et écologique, qui ménage nos ressources en énergie et en espace tout en répondant aux besoins économiques et sociaux de notre pays". Tout en intégrant les aspects du développement et de la mobilité durables, elle vise à intensifier les liens des infrastructures suisses aux réseaux de transports européens, promouvoir les transports en commun et d'augmenter la part du trafic lent. "Même si elle est déterminante sur le plan économique, l'infrastructure de transports ne pourra pas être étendue à l'infini, ceci tant pour des raisons financières qu'écologiques (p.ex. les terrains nécessaires). C'est pourquoi le DETEC privilégie l'utilisation optimale des infrastructures existantes ou déjà approuvées par rapport à la planification et à la construction de nouvelles installations (...). On préférera donc recourir à des dispositifs de régulation du trafic tels que les systèmes télématiques destinés aux transports routiers, qui permettent d'écouler le trafic de manière plus sûre, plus écologique et plus efficace." Pour le domaine des routes nationales, les priorités suivantes ont été définies: 1) achèvement du réseau approuvé, 2) conservation de la substance, 3) utilisation optimale de l'infrastructure existante par le recours à toutes les possibilités de la télématique des transports routiers, 4) renforcement éventuel du réseau.

La télématique des transports regroupe toute une panoplie de services qui tendent à optimiser les flux de transport, à augmenter leur sécurité et à améliorer leur impact sur l'environnement. L'Office fédéral des routes (OFROU) a édité un "Leitbild" "Télématique des transports routiers – Concept pour la Suisse en 2010" qui trace les contours d'une solution idéale pour 2010 montrant comment des applications de télématique appliquée aux transports sur la voie publique peuvent contribuer à mettre en œuvre les objectifs de la politique des transports du DETEC à moyen terme par le biais de 10 postulats. Selon ce concept, la télématique routière et ses services doivent fournir aussi efficacement que possible les services liés aux infrastructures (en d'autres termes, utiliser au mieux les infrastructures en veillant à coordonner les modes de transport entre eux, à accroître la rentabilité en prenant les coûts externes en compte et à autoriser et encourager la libre concurrence pour maintenir à un niveau acceptable la charge financière supportée par l'économie publique et l'Etat). Afin de garantir le bon fonctionnement de ces services, leur cohérence et leur compatibilité et afin de permettre la libre concurrence, un effort de normalisation et standardisation est indispensable. C'est par une vue systémique sur le système complexe des services de télématique que les fonctions, les données et leurs relations peuvent être analysées et définies de manière intelligente.

Au niveau international, toute une série de travaux de normalisation ont été entrepris. Le comité technique TC 204 de l'organisation internationale de standardisation (ISO) a édité une série de 6 rapports techniques (ISO TR 14813) qui traitent de l'architecture de modèle de référence des "Systèmes de commande et d'information des transports". L'organisation européenne responsable des systèmes de transport intelligents, ERTICO, a mené le projet de recherche "Keystone Architecture Required for European Networks" (KAREN), qui constitue une architecture cadre pour les systèmes de transports intelligents en Europe.

TRAS (Télématique Routière – Architecture de Système) doit analyser les besoins et les spécificités suisses en matière d'une telle architecture de système afin de permettre le bon fonctionnement des différents services de la télématique routière en Suisse.

2.1 Objectifs du projet

Le but du projet TRAS est la conception d'une architecture ouverte du système comprenant tous les services actuels et futurs de la télématique routière en Suisse. Le projet porte sur les éléments suivants:

- Analyse des services existants au niveau conceptuel, logique et physique.
- Définition des services concernés et des priorités pour ces services
- Proposition d'une architecture conceptuelle basée sur les types de données et les fonctions exigées par les services identifiés et jugés prioritaires
- Proposition d'une architecture physique et de communication de système basé sur les technologies actuelles
- Proposition d'une architecture organisationnelle basée sur une analyse des variantes d'organisations et sur l'architecture conceptuelle

2.2 Architecture cadre

2.2.1 Définition

D'une manière générale, l'on peut dire qu'une architecture de système est un outil pour coordonner un système complexe en normalisant un certain nombre d'aspects. Il s'agit donc de garantir le bon fonctionnement d'un système en définissant clairement les aspects fonctionnels, informationnels, organisationnels et physiques.

Dans le passé, les systèmes de gestion de la circulation étaient souvent installés pour l'application d'un ou deux services indépendants fonctionnant en tant que sous-systèmes distincts. La télématique routière permet désormais de fournir simultanément plusieurs services aux usagers. Malgré les risques de conflit d'utilisation entre différents sous-systèmes, leur combinaison présente de nombreux avantages de synergie. Une architecture de système assure un cadre correspondant aux exigences de l'utilisateur pour la conception et la mise en œuvre de la télématique des transports. L'architecture identifie les sous-systèmes de base, en définissant les fonctions de chacun d'entre eux et en déterminant les données à échanger entre eux.

Si l'on veut que deux sous-systèmes soient parfaitement compatibles, il ne suffit pas de définir une interface de transfert de données entre les deux, mais il faut que les deux systèmes partent des mêmes hypothèses et conditions de départ. Ceci est le rôle de l'architecture de système.

Elle fournit un moyen de communication entre tous les intéressés et contribue à ce que tout le monde ait le même modèle de référence.

Il est important d'établir une architecture de système qui est capable de supporter des services de télématique et qui contribue à des buts de politique des transports comme l'accessibilité, la sécurité ou la qualité environnementale

En outre, il s'agit d'offrir une base stable pour un système fonctionnel et exploitable. Un système fonctionnel fournit la fonctionnalité totale requise par les buts du système alors qu'un système exploitable est convivial et facile à gérer.

D'une manière générale, l'architecture doit être stable, mais elle ne doit pas entraver la prospection et favoriser la flexibilité.

L'architecture cadre a pour objectif d'organiser les systèmes de la télématique routière en systèmes interdépendants et d'en définir les groupes de données à gérer et les échanges d'informations à travers les interfaces. L'architecture cadre se situe à un niveau conceptuel indépendant de la technologie avec laquelle sont réalisés les systèmes informatiques.

Limites d'une architecture cadre :

- La description d'une architecture d'implémentation concrète peut être séparée en définitions du „quoi“ et du „comment“. L'architecture de système décrite dans le présent rapport traite les besoins des systèmes de la télématique routière, c'est-à-dire qu'elle répond à des questions du „quoi“. La manière de réaliser ces besoins est traitée lors de l'implémentation et ne fait pas partie de l'architecture de système ci-décrite.
- L'architecture de système ci-décrite devrait être valable à long terme et décrit l'état de la télématique routière dans env. 10 ans. Elle est par conséquent flexible par rapport aux technologies et à l'organisation.

2.2.2 Motivation

Le besoin d'une architecture de système pour la télématique routière en Suisse peut être justifiée par les arguments suivants :

- Différentes applications et bases de données du domaine de la télématique routière doivent être en mesure d'échanger de l'information.
- Il y a un besoin pour un marché ouvert de services et d'équipements, là où des sous-systèmes font l'objet d'appels d'offre.
- Il y a un besoin d'offrir un lien entre la communauté de télématique routière et ceux qui créent les technologies du futur qui pourraient être utilisées par la télématique routière.
- L'exploitation des systèmes de la télématique routière et leur échange de données devrait se faire, dans toutes les conditions, de la manière la plus efficace et sûre possible.
- Lorsque des systèmes et sous-systèmes de la télématique routière sont utilisés par plusieurs applications, ceux-ci ne devraient être implémentés aussi souvent que le strictement nécessaire.

Une architecture peut être utilisée par des autorités régionales ou nationales pour produire des plans directeurs.

2.2.3 Bénéfices

Une architecture de système apporte des avantages aux utilisateurs, aux autorités et aux fabricants de matériel technique :

- L'utilisateur profite d'une approche planifiée qui combine tous les moyens de transports. En outre, il n'a besoin que d'un seul équipement pour utiliser toute une panoplie de services et ainsi, tous les services qu'il utilise travaillent en parfaite harmonie.
- Les autorités profitent du fait qu'une approche planifiée permet une longue durée de vie, qu'un marché ouvert permet d'instaurer des standards et d'utiliser plusieurs sources. Finalement, la compétition entre différents sous-systèmes tend à réduire les coûts et les systèmes qui sont utilisés pour réaliser des devoirs d'état dans le domaine de la télématique routière peuvent être implémentés plus facilement.

- Les producteurs de systèmes tirent profit de l'architecture de système, vu que l'approche planifiée réduit notablement le risque d'investissement. En outre, les systèmes ouverts font appel à des standards internationaux et ainsi le marché s'élargit à des horizons plus larges.

Si on ne définit aucune architecture de système, on risque d'avoir des îles technologiques avec des limites incompatibles qui obligent les voyageurs à utiliser plusieurs systèmes différents et à payer deux fois, ce qui empêche le développement de la télématique.

3 METHODOLOGIE ET DEMARCHE

Le but de ce chapitre est de décrire la démarche appliquée au projet de recherche et d'exposer la méthodologie utilisée ainsi que d'expliquer les résultats à attendre des différents lots de travail

3.1 Niveaux de description et couverture du rapport

La démarche de définition d'une architecture de système passe par plusieurs niveaux de description.

La réalité prise en compte se limite aux besoins de transport et de mobilité qui sont structurés en services de la télématique. Le premier niveau de description d'un système est le niveau sémantique. A ce niveau sont exprimés, avec le vocabulaire du métier, les besoins des utilisateurs. Le deuxième niveau est le niveau conceptuel. Celui-ci transcrit les informations recueillies au niveau sémantique sous une forme structurée qui servira de cahier des charges pour la réalisation. Le niveau conceptuel doit être indépendant de la technologie, c.à.d. qu'il doit décrire ce que doit faire le système et non comment il doit le faire. Le troisième niveau est le niveau physique. Ce niveau décrit une réalisation avec un système informatique particulier. L'architecture cadre étant indépendante de la technologie, sa description s'arrêtera au niveau conceptuel. Les résultats de la description sémantique servent de base pour la description conceptuelle.

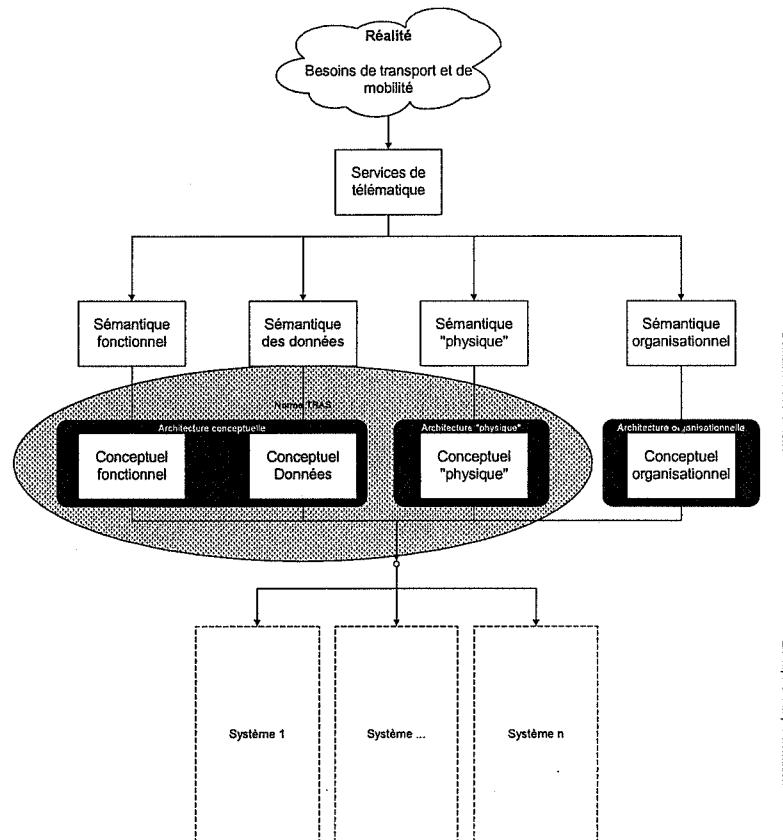


Figure 3-1: Les différents niveaux de description

3.2 Projets de référence

Le but du travail est de se baser le plus possible sur les résultats des travaux existants au niveau international afin de ne pas réinventer la roue.

Les 3 projets qui ont servi de base à TRAS sont :

- ISO TR 14813 (2000) : Rapport technique de l'ISO en matière d'architecture de système pour la télématique routière. L'architecture conceptuelle de TRAS est établie selon la méthodologie proposée dans ce rapport technique. La structure des cas d'utilisation ISO sert comme base de départ pour l'architecture conceptuelle.
- KAREN (2000) – Keystone Architecture Required for European Networks. Projet d'architecture de système pour la télématique routière en Europe coordonné par ERTICO. Pour l'analyse des besoins, la liste des réponses fonctionnelles de KAREN, sert de référence. L'architecture de communication de TRAS s'inspire des propositions faites dans ce projet, en tenant compte de l'évolution technologique.
- ACTIF (2002)– Architecture Cadre des Transports Intelligents en France. Projet d'architecture de système pour la télématique routière en France, basé sur les résultats de KAREN. La structure des systèmes de l'architecture physique de TRAS est basée sur les résultats de ce projet.

3.3 Méthodologie

Les projets de référence cités plus haut proposent différentes méthodologies. Tandis que ISO prône une approche orientée objet avec l'utilisation du langage de modélisation UML, KAREN et ACTIF conseillent une approche fonctionnelle selon MEGA.

Une brève présentation des deux méthodes se trouve ci-dessous.

3.3.1 UML (ISO)

Ce chapitre s'appuie sur la notation UML adaptée par ISO pour décrire les architectures de système. Les règles exprimées par le tutorial UML publié par ISO TC WG1 ont été prises en considération lors de l'établissement de l'exemple ci-dessous, alors que les exemples donnés par l'ISO n'ont pas été pris parce qu'ils étaient trop généraux.

3.3.1.1 Cas d'utilisation

Un cas d'utilisation est un ensemble d'activités et d'interactions dont le résultat représente une plus-value pour un acteur.

Les cas d'utilisation décrivent les systèmes d'un point de vue global. Ils expriment ce que le système devrait faire sans s'intéresser à des questions du « comment ». Ils adoptent le point de vue des personnes qui se trouvent à l'extérieur du système (utilisateurs, participants, systèmes connectés) afin de cerner quelles sont les plus-values apportées par le système. Ainsi on obtient une limitation du système.

La définition de cas d'utilisation pour des systèmes est influencée par les règles suivantes:

- Un cas d'utilisation représente l'intention d'un acteur lorsqu'il fait appel au système. Il s'agit des "fonctions" plutôt métier.
- Les cas d'utilisation sont utilisés pour décrire le comportement du système du point de vue de l'utilisateur.
- Ils sont simples à comprendre
- Ils ne s'occupent pas de l'architecture interne du système.

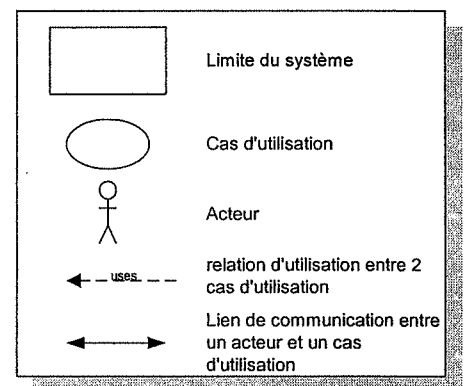
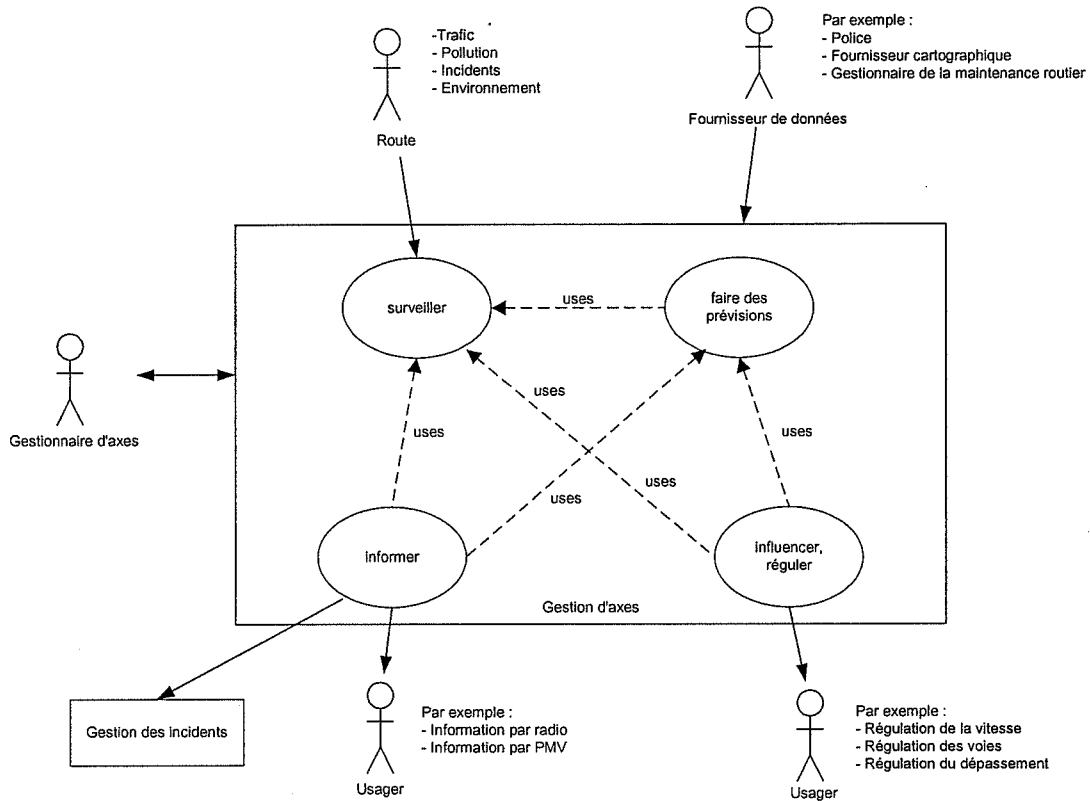


Figure 3-2: Exemple d'un diagramme de cas d'utilisation pour la gestion d'axes routiers.

Description des cas d'utilisations:

N°	Nom du cas d'utilisation	Acteurs	Description
1	Surveiller	Gestionnaire d'axes Route	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesurer des paramètres décrivant les conditions du trafic sur un tronçon routier (par exemple: flux du trafic, taux d'occupation, vitesses, temps de parcours, la pollution, les incidents, l'environnement, la météo) ▪ Présenter ces paramètres au gestionnaire d'axes de manière à ce qu'il puisse les surveiller
2	Faire des prévisions	Gestionnaire d'axes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Faire des prévisions des différents paramètres, basé sur les données historiques et actuelles
3	Informar	Gestionnaire d'axes Usager	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluer les conditions du trafic, basé sur des données actuelles et prévisionnelles ▪ Informer les usagers de la route sur les conditions du trafic
4	Influencer, réguler	Gestionnaire d'axes Usager	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluer les conditions du trafic, basé sur des données actuelles et prévisionnelles ▪ Réguler le trafic aux endroits adéquats (réguler la vitesse, le trafic aux voies de circulation, l'accès depuis les bretelles)

3.3.1.2 Classes

Les classes sont les éléments centraux de la programmation orientée-objet, largement employée aujourd'hui. Les classes forment une structuration des logiciels et des données utilisées. Plusieurs fonctions, qui utilisent des données semblables, sont résumées en tant qu'opérations d'une classe. Les types de données utilisés constituent les attributs de la classe. Les opérations d'une classe peuvent être appliquées à plusieurs objets qui peuvent être dans des états différents concernant des opérations exécutées resp. à exécuter. Chaque objet a un assortiment de données indépendant des attributs. Les objets peuvent échanger des données avec des objets d'autres classes

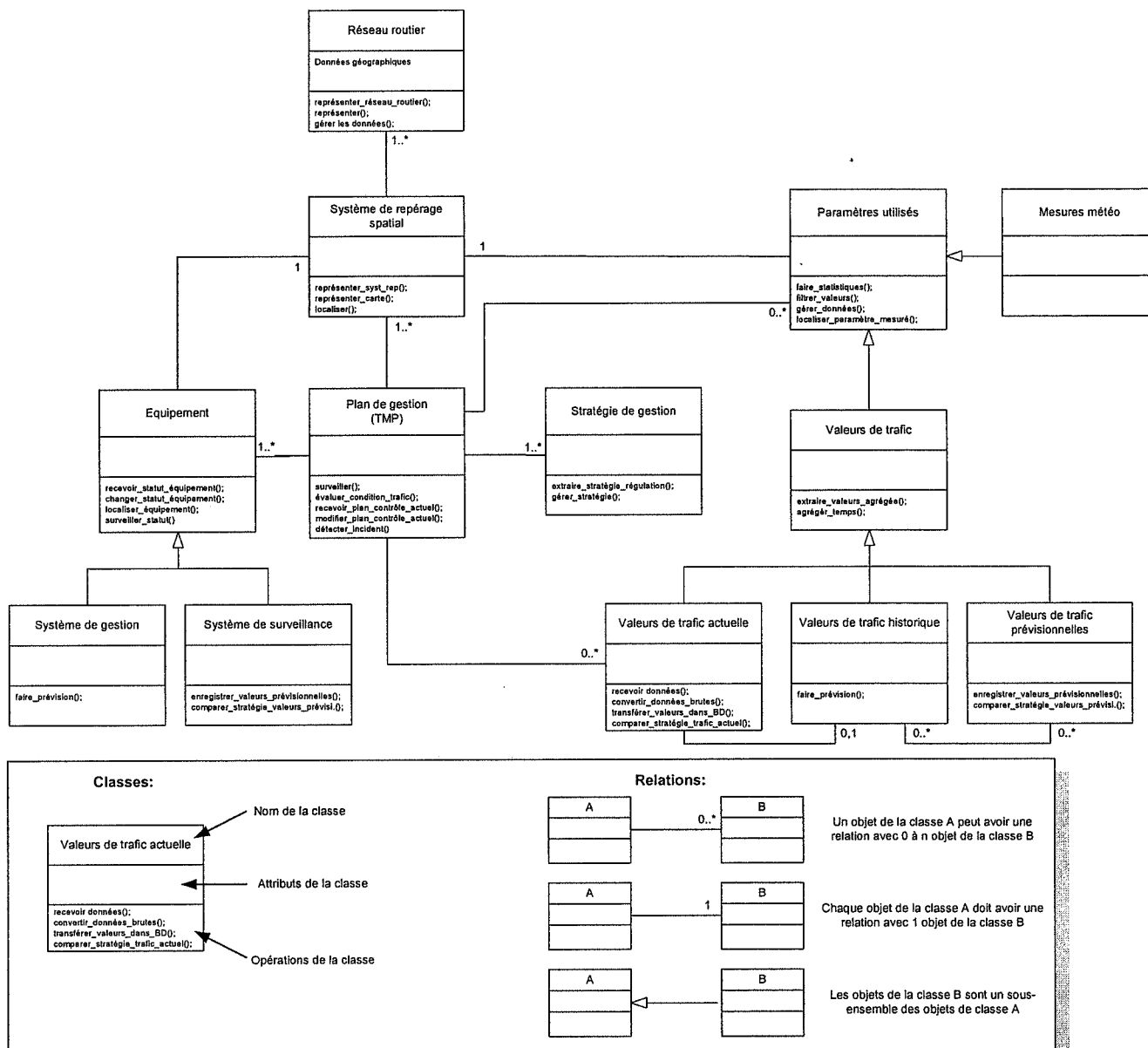


Figure 3-3 : Exemple de diagramme de classe. Ce diagramme n'est pas exhaustif afin de répondre à l'ensemble des besoins de gestion d'axes.

La Figure 3-3 montre un ensemble de classes reliées entre elles. Un tel diagramme de classe représente la structure statique d'une architecture.

Le principe d'établissement de diagrammes de classes est le suivant:

Gérer les fonctions là où les données nécessaires à son exécution sont gérées.

En terminologie UML, on ne parle pas de fonctions, mais d'opérations.

La Figure 3-3 ci-dessus contient deux généralisations: les équipements qui peuvent être spécifiés comme système de gestion ou système de surveillance et les paramètres utilisés qui sont spécifiés comme valeur de trafic, elles-mêmes spécifiées comme valeur de trafic actuel, valeur de trafic historique ou valeurs de trafic prévisionnelles. L'introduction de généralisation empêche la définition d'opérations identiques pour un

ensemble de classes. Ainsi, les classes spécifiques peuvent faire appel aux opérations définies par leur classe générique. La généralisation est représentée par une flèche avec une extrémité sous forme de triangle vide qui pointe sur la classe générique.

Les relations entre les classes sont appelées association dans la terminologie de UML. Une association entre deux classes signifie que des messages peuvent être transférés entre des objets de chaque classe. Ainsi, un objet d'une classe peut faire appeler une opération gérée par l'autre classe.

L'élaboration du diagramme de classe se fait en parallèle avec l'élaboration des diagrammes de séquence. Ce sont les diagrammes de séquence qui permettent d'identifier les opérations/méthodes nécessaires.

En cohérence avec ISO TR 14813-2:2000, nous distinguons 3 types de classes:

- Les **Classes d'information** (ou classes de gestion de données) sont des classes qui permettent principalement de gérer des données. Les seules opérations fournies par ces classes sont l'enregistrement des données, la mise à jour des données, l'effacement des données et la fourniture d'accès aux données. (p.ex. la classe "données de trafic").
- Les **Classes de contrôle** sont des classes dont le but est d'effectuer des analyses, de déclencher un ensemble de fonctions et de les contrôler. (p.ex. la classe "Incidents" déclenche les actions pour coordonner les mesures d'intervention)
- Les **Classes d' "interface"** assurent la communication du système avec un acteur (p.ex. la classe "PMV, Panneau à message variable").

Cette division en types de classe a été proposée par ISO, pour garder une certaine cohérence avec l'approche fonctionnelle. Ce choix nous a semblé très intéressant et a ainsi été repris.

Dans les diagrammes de classe, les classes de contrôle et les classes d'interface seront représentées avec des bordures en gras alors que les classes d'information seront représentées avec des bordures fines et les classes d'interface en gris.

3.3.2 MEGA (ACTIF)

MEGA est une méthode de modélisation de systèmes d'information informatiques dérivée de Merise. Elle a notamment été utilisée dans le cadre du projet français ACTIF et elle préconise la séparation des données et des traitements. Quelques concepts utilisés dans ACTIF qui sont employés dans ce rapport seront décrits ici.

Systemes

Les systèmes de l'architecture physique sont issus de la réalité (le véhicule, les routes, les centres de gestion, le voyageur etc.).

Ils rassemblent les éléments de l'architecture conceptuelle (classes, stocks de données et flux entre ces éléments) sur la base de la localisation des traitements. Cette localisation tient compte uniquement des besoins des utilisateurs : pour les sous-systèmes embarqués par exemple, on regroupera les fonctions qui sont nécessaires à la conduite ou à l'activité du conducteur.

Ils ont donc un caractère générique qui les distinguent des systèmes techniques réels.

Les Systèmes Physiques peuvent être groupés en catégories qui partagent des caractéristiques institutionnelles, fonctionnelles basiques ou de déploiement.

Les catégories de Systèmes sont :

- Systèmes de type Centre,
- Systèmes de type Infrastructure,
- Systèmes de type Véhicule,
- Systèmes de type Voyageur.

Pour chaque système, les classes de l'architecture conceptuelle nécessaires sont définies et, les flux entre différents types de systèmes déduits.

3.4 Démarche et résultats

Le schéma de la Figure 3-4 montre les différentes étapes de la démarche du projet de recherche ainsi que leur ordonnancement.

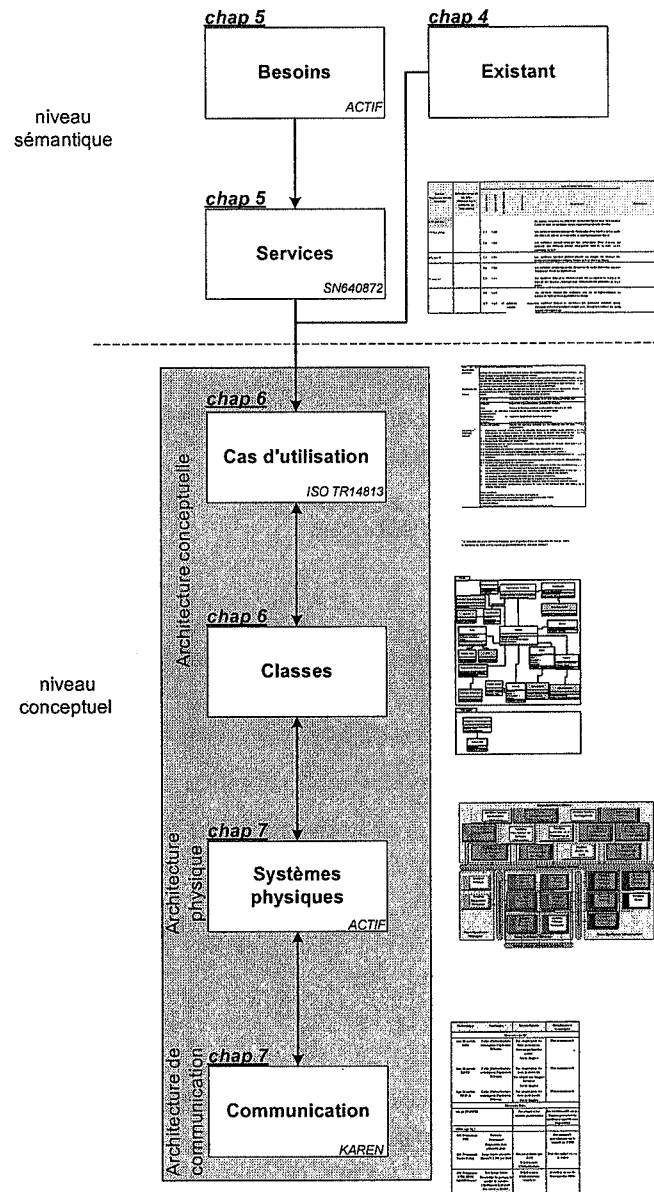


Figure 3-4: Illustration de la démarche générale

Le cadre du projet de recherche ne permet pas de procéder à des démarches itératives. Une combinaison des deux démarches suivantes a été choisie:

- **Approche "top-down"**: concevoir les architectures à partir d'une architecture de référence telle qu'elle a été établie par des organismes internationaux.
- **Approche "bottom-up"**: analyser les systèmes existants (besoins et architecture) et faire confronter avec les résultats de conception de l'approche "top-down".

3.4.1 Niveau sémantique

3.4.1.1 Analyse de l'existant

L'analyse de l'existant doit permettre de faire l'inventaire des services existant en Suisse en déterminant leur rôle, les techniques et les normes utilisées, ceci aussi bien au niveau concept, "software" et "hardware".

Il s'agit d'en tirer des informations sur les solutions existantes pour résoudre les problèmes liés aux flux de données, les structures incompatibles et les faiblesses institutionnelles, en particulier l'importance actuelle et future des flux.

Une analyse critique devrait établir une appréciation objective de la valeur des systèmes.

L'analyse de systèmes existants est fondamentale, parce qu'elle représente à la fois une implémentation de besoins particuliers suisses et une contrainte pour la conception d'une architecture de référence puisqu'il s'agit de prendre en compte les investissements déjà effectués en matière d'architecture pour la télématique routière.

Elle donne une description des systèmes existants de différents points de vue et permet d'isoler les points forts et les points faibles des systèmes actuels afin de pouvoir les intégrer dans l'architecture de système

3.4.1.2 Analyse des besoins et identification des services

Les buts de l'analyse des besoins sont d' :

- Identifier les services de télématique des transports routiers afin de les prioriser par la suite et de déterminer les besoins
- Etablir les principes de priorisation des services de télématique des transports routiers
- Evaluer l'importance des services sur la base de ces principes de priorisation
- Analyser les besoins des acteurs pour chaque service prioritaire et identifier les besoins communs à plusieurs acteurs ou à plusieurs services.

3.4.2 Niveau conceptuel

3.4.2.1 Architecture conceptuelle

Le but de l'architecture conceptuelle, telle qu'elle est décrite dans ce rapport, est de structurer le déroulement des services, de décrire les classes et les opérations en les regroupant en classes d'objets. Cette description est indépendante du matériel et des logiciels utilisés pour la mise en œuvre et ne s'occupe pas des barrières institutionnelles et techniques existantes.

Il s'agit de donner la meilleure description possible des classes d'objets nécessaires pour assurer le fonctionnement des systèmes de télématique et permettre leur interopérabilité en vue de fournir aux utilisateurs les services qu'ils attendent.

Les résultats sont la description des services prioritaires sous forme de cas d'utilisation. Chaque cas d'utilisation comprend un scénario normal décrit à l'aide d'activités. Les activités sont retranscrites en opérations attribuées à des classes. Ces classes sont regroupées en paquets conceptuels, afin de structurer la description.

La description est faite selon les propositions des rapports techniques ISO TR 14813.

3.4.2.2 Architecture physique

Les objectifs principaux de la définition de l'architecture physique du système sont de :

- décrire la manière dont peuvent être modélisés à l'aide de systèmes proches du monde réel les fonctionnalités requises, telles que définies dans l'architecture conceptuelle.
- définir de manière adéquate les interfaces entre systèmes au niveau physique.
- recenser les flux physiques d'échanges de données et d'informations entre les éléments qui constituent les systèmes.
- L'objectif final de l'architecture physique est de créer ou identifier les entités physiques nécessaires à fournir les services attendus par les différents utilisateurs et appréhender les besoins d'interopérabilité et de normalisation.
- Les résultats de l'architecture physique sont des systèmes physiques regroupant les classes et les activités de scénario de l'architecture conceptuelle en unités physiques

La description est faite selon les propositions du projet français ACTIF.

3.4.2.3 Architecture de communication

L'architecture de communication fait partie de l'architecture physique. Elle décrit les principes à prendre en compte en matière de télécommunications pour assurer les transferts de données, y compris dans ses aspects performances.

L'architecture de communication consiste à décrire les mécanismes qui permettent ou permettront d'échanger les données et informations entre systèmes ou sous-systèmes de l'architecture physique sur la base de procédures communes (les formats et codifications des données étant établis dans les standards d'échanges).

Cette architecture a besoin d'être à la fois ouverte, évolutive et tenir compte des contraintes de l'existant et des moyens disponibles.

Dans le but d'assurer les échanges entre systèmes, les interfaces doivent être définies et basées sur des standards ou standard de facto.

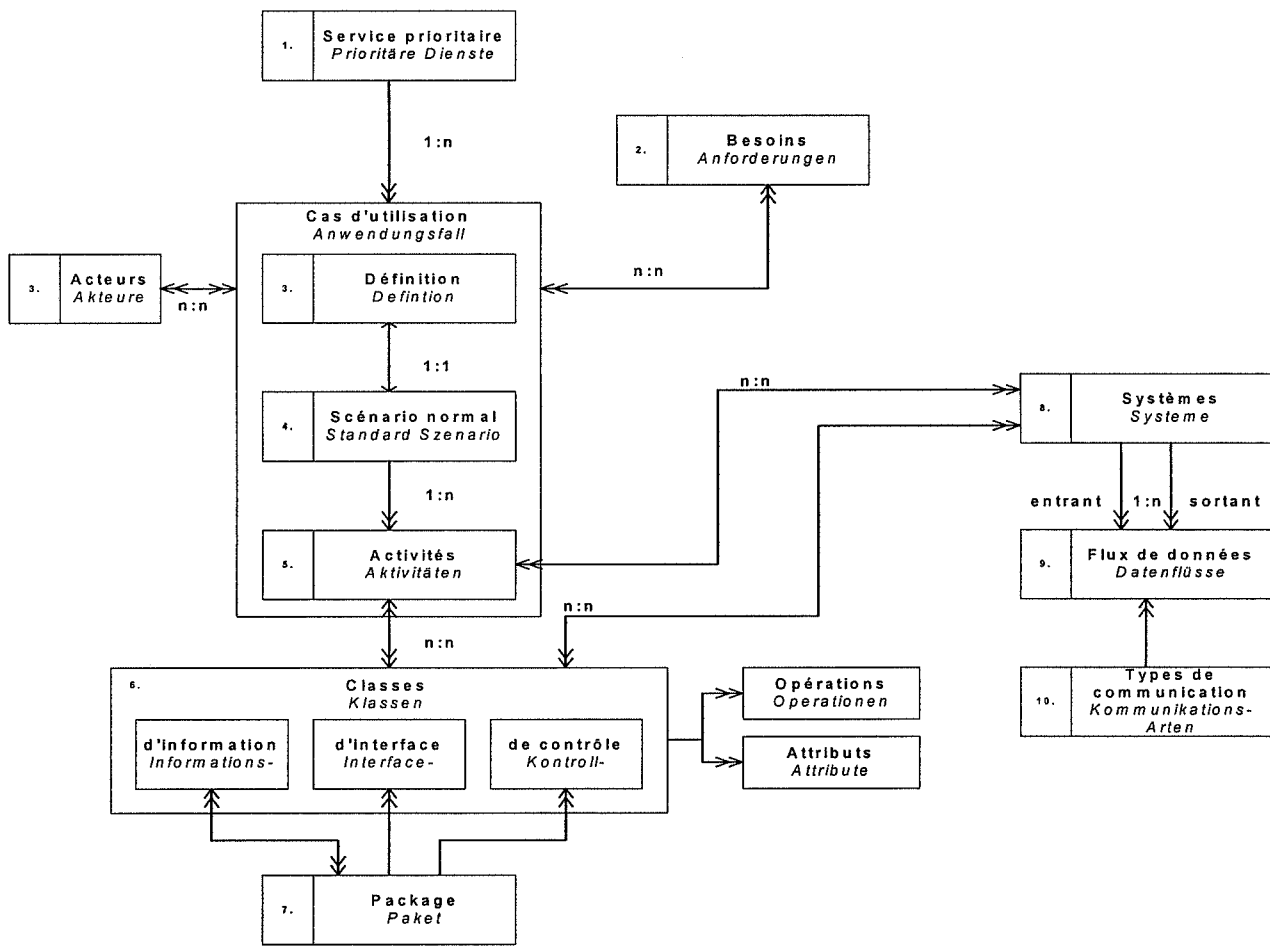
La définition de ces moyens de communication doit effectivement tenir compte des aspects coûts, fiabilité et performances et perspectives d'évolution.

Les résultats de l'architecture de communication sont des recommandations pour l'utilisation de certains types de communication entre types de systèmes physiques.

L'architecture de communication est décrite selon les principes du projet européen KAREN (Keystone Architecture Required for European Networks)

3.4.3 Structure des résultats

La Figure 3-5 présente de façon détaillée les résultats élaborés pour la description de l'architecture cadre de la télématique routière en Suisse.



Légende:

Facultativité		Cardinalité		
O1 par rapport à O2	O2 par rapport à O1	o1 plusieurs à un o2	o1 un à plusieurs o2	o1 plusieurs à plusieurs o2
facultatif	obligatoire	⇌	⇌	⇌
facultatif	facultatif	⇌	⇌	⇌
obligatoire	obligatoire	⇌	⇌	⇌
obligatoire	facultatif	⇌	⇌	⇌

Exemple:



Descriptions de la relation:

- Une classe de contrôle appartient toujours à un et un seul package
- Un package peut contenir zéro ou n'importe combien de classes de contrôle

Figure 3-5: Aperçu général des résultats de la conception

3.4.4 Annexes non publiées

La liste ci-dessous comprend les annexes élaborées au cours du projet de recherche mais non publiées. Ces annexes sont disponibles auprès des auteurs.

- Glossaire
- Les différentes méthodes de démarches étudiées
- Evaluation des différentes notations
- Inventaire des systèmes existants
- Description des systèmes existants retenus
- Les services de télématique des transports routiers
- Résultats détaillés de l'évaluation des services
- Listes des besoins par service
- Identification et définition des acteurs
- Description des systèmes physiques
- Standards d'échange d'information
- Identification des termes utilisés pour caractériser les liens de communications

4 ANALYSE DE L'EXISTANT

4.1 Objectifs

Les objectifs de l'analyse de l'existant sont d'analyser les systèmes de télématique routière existant en Suisse de plusieurs points de vue afin de déduire les qualités et les problèmes des systèmes existants.

4.2 Méthodologie

La méthodologie d'analyse, et de description, détaillé des services sélectionnés se repose sur l'examen des aspects suivants:

- le concept du système
- l'architecture conceptuelle
- les acteurs
- l'architecture physique

Concept du système

Description du concept du système - un aperçu global ainsi qu'une représentation de l'idée-force du système.

Architecture conceptuelle

L'architecture conceptuelle décrit les fonctions principales, et ses informations, du système.

Description des acteurs

Description des acteurs externes qui ont une interface directe avec le système (acteurs directs) et les acteurs indirects ayant une certaine influence ou pouvant tirer profit du système (acteurs indirects).

Les acteurs ne doivent pas forcément être des personnes. Ce sont toutes les influences externes au système, par exemple le trafic sur la route, l'opérateur du système, la météo etc.

Attention: Un compteur de trafic n'est pas un acteur, parce qu'il fait partie du système.

Les acteurs doivent être distingués en fonction de:

- **Son rôle:** uniquement si l'acteur peut agir de plusieurs manières
- **Interface:** direct (accès direct au système) ou indirect (accès aux données du système par l'intermédiaire d'un autre acteur)
- **Action :** actif (a le pouvoir de modifier le système) ou passif (n'a pas droit de modifier le système)
- **Mode d'utilisation:** fournit des données ou consulte les données ou les deux.
- **Description de l'utilisation du système**

Le tableau suivant montre des exemples d'acteurs :

Acteur	Rôle	Interface	Action	Mode d'utilisation	Description de l'utilisation du système
Opérateur du système		Direct	Actif	Fournit données et consulte les données	<ul style="list-style-type: none"> ▪ exploite le système ▪ surveille le trafic en consultant la charge et en détectant les incidents ▪ peut lancer des prévisions
Opérateur technique		Direct	Actif	Fournit données	<ul style="list-style-type: none"> ▪ défini la stratégie de gestion
Pompier	Accéder l'incendie	Indirect	Passif	Consulte données	<ul style="list-style-type: none"> ▪ est informé par l'opérateur par téléphone
	Gérer le trafic en cas d'incendie	Direct	Actif	Fournit données	<ul style="list-style-type: none"> ▪ peut modifier le plan de circulation en cas d'incendie
Trafic		Direct	Actif	Fournit données	<ul style="list-style-type: none"> ▪ fournit des données sur le trafic
Système de gestion des stationnements		Indirect	Passif	Fournit données	<ul style="list-style-type: none"> ▪ fournit les informations sur le taux de stationnement à l'opérateur

4.3 Systèmes étudiés

Le tableau suivant offre un sommaire des systèmes et services sélectionnés pour l'analyse détaillée, ainsi que les chapitres correspondants.

L'étude se concentre sur les domaines prioritaires de VSS EK9.05 :

- Gestion du trafic
- Gestion d'incidents
- Information sur la circulation et les déplacements
- Contrôle automatique du trafic

Lieux – Système	Service
Genève – A1:	Gestion du trafic Surveillance continue du trafic <i>Information au conducteur</i> Gestion des appels d'urgence Lien avec la régulation du trafic au carrefour
Neuchâtel – A5 / H20:	Mêmes services que Genève. Seule l'architecture physique est différente et sera présentée.
Vaud – A1 Yverdon – Lully Fribourg – A1 Estavayer – Morat	Information au conducteur (PMV) et liaison avec Fribourg. Information au conducteur (PMV) et liaison avec Vaud.
Centrale Suisse d'information routière (ViaSuisse) – Bienne	Information sur les déplacements et le trafic.
Agglomération bâloise TRANS-3	Information sur les déplacements
Suisse – RPLP	Contrôle automatique du trafic

4.4 Conclusions

Les systèmes de télématique des transports routiers apportent des valeurs ajoutées grâce à leurs contributions à :

- une utilisation efficace de l'infrastructure de transport
- une exploitation efficace
- l'augmentation de la sécurité routière
- l'information améliorée aux usagers sur les déplacements

Nous avons aussi pu constater leurs contributions dans les appréciations des chapitres précédents.

Ci-dessous nous proposons des thèmes qui devraient progresser afin de pouvoir améliorer encore l'efficacité globale de services prioritaires de VSS EK9.04

4.4.1 Aspects conceptuels et physiques

De manière générale, les systèmes existants sont satisfaisants en terme d'objectifs individuels qui leurs sont assignés. Les fonctions sont exécutées au niveau de chaque centre, cependant certains aspects techniques évoqués ci dessous sont nécessaires à la mise en place coordonnée d'une architecture nationale de télématique de transports routiers.

Il convient de remarquer que la priorité accordée à chaque centre ou système est d'assurer ses fonctions d'exploitation et d'opérations liées principalement aux aspects de gestion de trafic, de sécurité, d'intervention, d'information des usagers de sa zone d'influence.

4.4.1.1 Problèmes d'interopérabilité

- L'exemple caractéristique qui ressort de l'analyse des systèmes existants en terme d'interopérabilité est le problème de recueil et d'échanges de données trafic entre centres autoroutiers et l'OFROU. L'absence de normalisation entraîne l'installation de compteurs de fournisseurs différents, incapable d'échanger les données d'un centre à l'autre, et de compteurs spécifiques pour les besoins de l'OFROU.
- Ce problème est analogue à celui du recueil et échanges de données météo.
- Le faible niveau d'interconnexion entre centres (centre autoroutier, centrale d'engagement de police, centre de gestion de trafic urbain, centre de gestion de parkings, centre de gestion de transports publics, etc.) reflète aussi une certaine difficulté du manque de normalisation des échanges entre centres, en matière de données et d'informations trafic.
- Il conviendrait de définir ou de s'appuyer sur un protocole d'échanges de données et d'informations sur le trafic, afin de pouvoir améliorer la qualité des services, tels que le service d'information sur les déplacements, gestion du trafic et gestion d'incidents.
- La définition de la topologie du réseau, afin de faciliter l'intégration des données sur un réseau dans un service d'information sur les déplacements

4.4.1.2 Données temps réel et temps différé

Le besoin d'échanges de données en temps réel ou en temps différé dépend fortement de l'usage effectif qui est fait de ces données ou informations.

En effet certaines données relatives à l'évolution du trafic (débit, vitesse, taux d'occupation, état du trafic) sont utiles à l'exploitation en temps réel et à l'estimation de temps de parcours ou de calcul de longueur du bouchon. De même les événements trafic nécessitent une transmission en temps réel pour assurer la sécurité et l'information des usagers.

Les données météorologiques font partie des données transmises en temps réel.

La transmission d'images vidéo destinée à la surveillance du trafic est aussi effectuée en temps réel.

Pour les statistiques ces données et informations sont souvent échangées en temps différé. Les informations relatives à la planification des travaux peuvent être aussi transmises en temps différé.

4.4.1.3 Systèmes de communication

L'analyse des systèmes existants montre une bonne tendance à l'utilisation de moyens et réseaux de communication basés sur des standards ou standard de fait (réseaux Ethernet TCP/IP, ATM, Bus de terrain normalisés, etc.).

La normalisation de ces réseaux et les passerelles existantes pour leur interconnexion permettent de limiter les difficultés de liaisons des systèmes, au niveau des couches de réseaux de communication proprement dites.

4.4.1.4 Répartition des fonctions dans l'architecture

La plupart des systèmes (Suisses ou Européens) existants, décrits ou non, ont en général une architecture hiérarchique à plusieurs niveaux.

Les fonctions de recueil de données et de commandes élémentaires sont traités par les éléments proches des équipements de terrain, et les fonctions d'agrégation et de supervision sont progressivement implantées dans les niveaux hiérarchiques supérieurs.

L'hébergement des applications en terme de concentration ou de répartition sur plusieurs machines (ordinateurs ou automates) diffèrent d'un centre à l'autre. Cette répartition tient compte du volume, du type de sécurité et de l'étendue géographique des données à traiter.

Dans le cadre de la mise en place d'une architecture nationale, il sera important d'analyser en fonction des types de données ou d'information (comptage trafic, météo, événements trafic, travaux, vidéosurveillance, installations tunnels, régulation et signalisation trafic, etc.), à quel niveau hiérarchique il est judicieux d'effectuer des échanges supra régionaux. Cette analyse devra aussi tenir compte des besoins et de la finalité d'utilisation de ces données et informations.

4.4.2 Aspects organisationnels

Les données et informations trafic actuellement disponibles au niveau de chaque centre doivent être mises à disposition d'autres centres (voisins, nationaux ou voire internationaux).

Il serait intéressant d'évaluer en terme d'organisation cette architecture nationale et d'envisager pour chaque centre un nœud ou serveur de type DATEX (serveur de données et événements trafic et météo au protocole DATEX européen) ou MI2 (Module d'Intercommunication de données et états trafic au protocole SIREDO/TEDI-LCR français).

Cette architecture de nœuds répartis permettrait à la fois d'alimenter le ou les centres nationaux en informations selon des types de données et d'informations spécifiques, tout en autorisant des échanges horizontaux entre centres en mode client/serveur, sur la base d'accords ou conventions établis entre centres et systèmes régionaux.

Les services privés pourront aussi conclure des accords et conventions d'échanges de données et d'information de trafic selon des conditions à définir.

4.4.3 Aspects politiques

Dans le cadre de la politique des transports européens, plusieurs projets avancés traitent de l'établissement d'une architecture cadre de télématique des transports, en vue de faciliter l'interopérabilité et la multimodalité des systèmes de transports. Nous avons eu, dans le cadre de cette étude, des contacts avec des responsables de ces projets et examiné l'ampleur de la complexité de leurs travaux et leur état d'avancement.

A ce titre, il nous apparaît judicieux de déterminer au niveau politique si la Suisse envisage de s'appuyer sur les résultats de ces études et projets par des accords explicites qui permettrait une utilisation de ces résultats après adaptation au contexte suisse.

Ces projets d'architecture sont KAREN au niveau européen, suivi d'ACTIF qui est un développement de KAREN adapté au contexte français.

Des protocoles nationaux de communication et d'échanges de données tel que SIREDO, TEDI/LCR, MI2 en France, TLS en Allemagne, NMCS en Angleterre existent au niveau des équipements de terrain et système de supervision. La question est de savoir si la Suisse préfère créer son propre protocole ou si nous adoptons un des protocoles existants.

La définition et le degré de détail d'établissement de ces protocoles d'échanges sont si importants, en terme de travail, qu'il serait judicieux de se baser sur l'existant et de définir les conditions d'application de ces normes au niveau suisse.

4.4.4 Aspects juridiques

Les aspects juridiques qui doivent être examinés concernent les points soulevés dans le rapport de la TTR-CH 2010, pour les aspects de partenariat public / privé, de la propriété des données et leur confidentialité qui outrepassent le cadre de cette étude et qui méritent d'être abordés par d'autres instances.

5 ANALYSE DES BESOINS

5.1 Objectifs

L'objectif de l'analyse des besoins est de définir les services prioritaires de la télématique routière en Suisse et de définir les besoins fonctionnels de ces services.

5.2 Méthodologie

La méthodologie suivie est la suivante :

- Identifier les services de télématique des transports routiers afin de les prioriser par la suite et de déterminer les besoins ainsi que les flux d'informations associées
- Etablir les principes de priorisation des services de télématique des transports routiers
- Evaluer l'importance des services sur la base de ces principes de priorisation.
- Analyser les besoins des acteurs pour chaque service prioritaire et identifier les besoins communs à plusieurs acteurs ou à plusieurs services.
- Identifier les flux d'information entre les services et les opérateurs.

Les services analysés sont tirés de la norme suisse SN 640 972. La liste des besoins fonctionnels a été tirée et adaptée du projet européen KAREN.

5.2.1 Evaluation des services

Les principes pour établir les priorités des services de télématique des transports routiers sont basés sur la méthodologie suivante :

1. Etablir les paramètres d'évaluation. Ceci consiste à identifier les paramètres qui doivent être pris en compte lors de l'évaluation de la priorité du service.
2. Définir la pondération des paramètres d'évaluation. Autrement dit, accorder à chaque paramètre d'évaluation une importance relative, aussi appelé poids du paramètre, par rapport aux autres paramètres d'évaluation.
3. Evaluation globale des services concernés. Ceci consiste à agréger, pour chaque service de la télématique des transports routiers, l'ensemble des paramètres d'évaluation pondérés.

Les trois chapitres suivants décrivent les principes d'évaluation et les trois niveaux d'évaluation. Le chapitre ultérieur fournit un sommaire de l'évaluation en présentant les services prioritaires issus de l'évaluation.

5.2.1.1 Paramètres

Les paramètres suivants doivent être pris en compte dans l'évaluation de la priorité de normalisation d'une architecture fonctionnelle et physique des services de télématique des transports routiers. Le besoin de normalisation est exprimé à travers les paramètres ci-dessous :

1. **Besoin d'interopérabilité.** Le degré qu'un service, déployé à l'échelle nationale, est fondé sur des interfaces ouvertes ou des données homogénéisées (sur le trafic) provenant de différentes sources, qui nécessitent l'établissement des normes pour achever l'interopérabilité.
2. **Potentiel d'effets**¹. Ceci représente l'importance de l'effet du service aux niveaux économique, de l'environnement, de la société et de la sécurité.
3. **Potentiel de diffusion**². Celui-ci représente le degré ou le potentiel de diffusion du service jusqu'à l'année 2010. La notion de potentiel de diffusion englobe des aspects de diffusion de la technique et des installations (la maturité de la technologie associée au service), de l'organisation de l'accès / aspect institutionnel (les accords et les dépenses associés à l'accès aux technologies) et de l'utilité spécifique (l'attractivité du service).

Conformité à la stratégie politique. Ce paramètre exprime le niveau de synergie du service par rapport aux objectifs d'intervention de la Confédération ou cantons, dans la télématique des transports routiers³.

5.2.1.2 Pondération

Un paramètre d'évaluation pondéré reflète son importance en vue de l'évaluation globale de priorité des services de télématique des transports routiers. A chaque paramètre d'évaluation est attribué une importance relative, son poids, par rapport aux autres paramètres d'évaluation.

Le tableau ci-dessous présente les paramètres d'évaluation et leur pondération :

Paramètres d'évaluation pondérés (PEPs)	
Paramètre d'évaluation (PE)	Poids
Besoin d'interopérabilité	0.40
Potentiel d'effets	0.20
Potentiel de diffusion	0.20
Conformité à la stratégie politique	0.20

¹ Les services sont évalués par rapport à leur potentiel d'effet dans le « Concept pour la Suisse en 2010 - Rapport explicatif (Chapitre 6) ». Les résultats principaux ont été validés par un grand nombre d'experts dans la télématique des transports routiers en Suisse. Ces résultats sont, par conséquent, adoptés lorsqu'ils sont applicables.

² Les services sont évalués par rapport à leur potentiel de diffusion dans le « Concept pour la Suisse en 2010 - Rapport explicatif (Chapitre 6) ». Ces résultats sont, par conséquent, adoptés lorsqu'ils sont applicables.

³ Télématique des transport routiers – Concept pour la Suisse en 2010.

5.3 Evaluation

L'évaluation globale de priorité des services s'achève en additionnant tous les paramètres d'évaluation pondérés associés au service concerné. La somme exprime l'importance du service. La priorité des services est déduite en classant ceux-ci de façon décroissante.

Exemple : **Evaluation du service A.1 Gestion de réseau.** Notions pour l'attribution de valeurs au paramètre d'évaluation : 3 = Haut ; 2 = Moyen ; 1 = Faible ; 0 = Pas applicable.

La valeur de PEP est déduite en multipliant la valeur attribuée au paramètre d'évaluation au service concerné avec le poids de PEP. La valeur globale est déduite en additionnant toutes les valeurs PEP.

Référence	Nom de service	Besoin d'interopérabilité			Potentiel d'effets			Potentiel de diffusion			Conformité à la stratégie politique			Valeur globale
		Valeur attribuée au paramètre d'évaluation	Poids	Valeur de PEP	Valeur attribuée au paramètre d'évaluation	Poids	Valeur de PEP	Valeur attribuée au paramètre d'évaluation	Poids	Valeur de PEP	Valeur attribuée au paramètre d'évaluation	Poids	Valeur de PEP	
	Gestion de réseau	3	0.4	1.2	1	0.2	0.2	2	0.2	0.4	3	0.2	0.6	2.4

Le classement des services de la télématique des transports routiers s'achève en appliquant les principes d'évaluation. La liste ci-dessous présente les services prioritaires, sans ordre entre eux, pour la normalisation d'une architecture fonctionnelle et physique..

La liste, triée selon l'ordre alphabétique des services prioritaires de la télématique des transports routiers :

- A.1 : Gestion de réseau
- A.2 : Gestion d'axes
- A.3 : Régulation du trafic
- A.9 : Gestion d'incidents
- A.10 : Surveillance continue du trafic (monitoring)
- B.1 : Information sur les déplacements
- B.2 : Information au conducteur
- C.4 : Contrôle automatique du trafic
- C.7 : Gestion des appels d'urgence

5.4 Résultats

Ce chapitre décrit la méthodologie employée et le format de présentation de l'inventaire des besoins suisse des services prioritaires..

Service / regroupement des fonctions : Identification du service prioritaire associé à la liste de besoins fonctionnels (p. ex. A.1 Gestion du réseau). Les besoins sont regroupés au niveau fonctionnel (p. ex. « Recueil de données sur le trafic ») pour faciliter la lisibilité.

Liste de besoins fonctionnels : Les besoins sont exprimés à travers les paramètres ci-dessous :

- Numéro TRAS : Numéro (l'identifiant du service + numéro séquentiel) servant comme référence non-ambiguë au besoin suisse.
- Numéro ACTIF : Référence non-ambiguë au besoin français⁴. ACTIF a été utilisé comme des sources principales pour l'analyse des besoins suisses.
- M = ACTIF modifié : Indique si le besoin correspondant dans ACTIF a été modifié.
- Modification : Explique la modification qui a été apportée au besoin ACTIF correspondant.
- Description : Décrit le besoin fonctionnel suisse.

Le tableau ci-dessous montre le format et deux besoins suisse (A.1.1 et A.1.2).

Service – Regroupement des fonctions	Liste de besoins fonctionnels				
	Numéro TRAS	Numéro ACTIF	M = ACITF modifié	Modification	Description
A.1 Gestion de réseau					
Recueil de données sur le trafic	A.1.1	7.1.5	M	pourra ==> devra	Le système devra permettre de surveiller des sections du réseau afin de fournir en temps réel les conditions de trafic (par exemple : débit, taux d'occupation, vitesse et temps de parcours etc.).
	A.1.2	7.1.6			Le système devra surveiller le réseau routier à différentes échelles : réseau entier, urbain et/ou interurbain, intersections.

⁴ ACTIF – Liste des besoins des utilisateurs français.

6 ARCHITECTURE CONCEPTUELLE

6.1 Objectifs

Le but de l'architecture conceptuelle, telle qu'elle sera décrite dans ce rapport, est de structurer le déroulement des services, de décrire les attributs et les opérations en les regroupant en classes d'objets. Cette description est indépendante du matériel et des logiciels utilisés pour la mise en œuvre et ne s'occupe pas des barrières institutionnelles et techniques existantes. Ces aspects seront abordés dans des étapes ultérieures.

Il s'agit de donner la meilleure description possible des classes d'objets nécessaires pour assurer le fonctionnement des systèmes de télématique et permettre leur interopérabilité en vue de fournir aux utilisateurs les services qu'ils attendent.

6.2 Méthodologie

L'architecture conceptuelle est décrite selon la méthodologie présentée au chapitre 3.3.1.

6.2.1 Les packages conceptuels de l'architecture TRAS

Pour améliorer la lisibilité des diagrammes de classe et structurer les classes selon des domaines métier ou des groupes de fonctions principales, nous utilisons la notion de package conceptuel. Ils représentent des domaines de gestion et des interfaces plutôt que des unités d'implémentation, tel que c'est souvent le cas en UML. Cette répartition est reprise d'ISO TR 14813-3 :2000

Une classe de contrôle appartient à un seul paquet alors que les classes d'informations et les classes d'interface appartiennent à des packages virtuel « classes d'information » resp. « classes d'interface » et elles sont utilisées par les classes de contrôle d'autres packages. Ceci structure la représentation des diagrammes de classe en représentant ensemble les classes qui ont des relations fortes entre elles, ça ne limite pas le modèle et peut être utile lors de l'implémentation ultérieure.

Les packages de l'architecture TRAS sont:

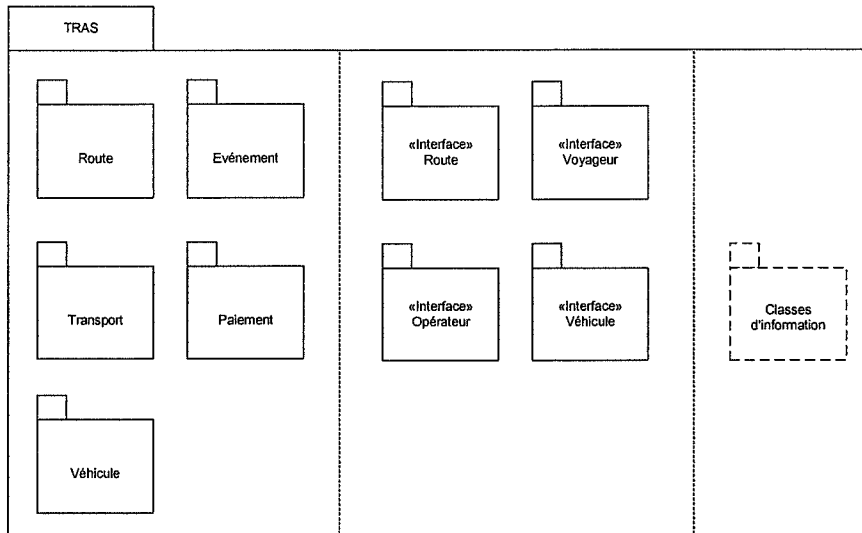


Figure 6-1 : Les packages du système TRAS (schéma tiré et adapté de ISO TR 14813-3:2000)

Au niveau conceptuel, il convient de distinguer 5 packages :

- **Route** gère l'ensemble des opérations sur le réseau routier.
- **Transport** gère les déplacements de personnes et de marchandises sur le réseau.
- **Véhicule** gère l'ensemble des opérations du véhicule.
- **Événement** gère l'ensemble des opérations liées à un événement, notamment les opérations liées à un incident.
- **Paiement** gère l'ensemble des transactions de paiements.

Quatre packages regroupant uniquement des classes d'interfaces peuvent être distingués :

- **Interface "route"** représente l'interface du système avec le trafic et l'environnement
- **Interface "opérateur"** représente l'interface entre l'opérateur et le système
- **Interface "voyageur"** représente l'interface entre un voyageur et le système
- **Interface "véhicule"** représente l'interface entre un conducteur/véhicule et le système.

Un **package virtuel** qui regroupe toutes les classes d'information de l'architecture de système.

6.3 Identification des cas d'utilisation

Comme prévu par le choix du langage UML, l'architecture conceptuelle est décrite par des cas d'utilisation.⁵

Les services prioritaires TRAS sont décrits par deux cas d'utilisation généraux :

- Management du trafic (TM)
- Information du voyageur (TI)

⁵ Cette répartition en cas d'utilisation généraux et spécifiques a été reprise en très grande partie d'ISO tr14813-2 :2000

Pour TM: Management du trafic, les cas d'utilisation suivants sont utilisés:

- TM1: surveiller les conditions et les impacts du trafic
- TM2: évaluer la performance
- TM3: faire des prédictions de performance
- TM4: réguler le trafic
- TM5: gérer les incidents
- TM6: contrôler le trafic et les transports

Pour TI: Information du voyageur, les cas d'utilisation suivants sont utilisés:

- TI1: Informer le conducteur durant le déplacement
- TI2: Informer sur les itinéraires et guidage durant le trajet
- TI3: Informations avant le déplacement
- TI4: Générer un horaire pour le voyage
- TI5: Payer le voyage

6.3.1 Correspondance entre services prioritaires et cas d'utilisation

La correspondance entre les services prioritaires et les cas d'utilisation peut être vue au tableau 6-1.

Identifiant TRAS du service	Service prioritaire	Groupe de services	Cas d'utilisation général	Cas d'utilisation
A1	Gestion de réseau	Gestion du trafic	TM	TM1: Surveiller les conditions et les impacts du trafic TM2: Evaluer la performance TM3: Faire des prévisions de la performance TM4: Réguler le trafic
A2	Gestion d'axes			
A3	Régulation du trafic			
A10	Surveillance continue du trafic (monitoring)			
A9	Gestion d'incidents	Gestion d'incidents	TM	TM5: Gérer les incidents
C7	Gestion des appels d'urgence			
B1	Information sur les déplacements	Information sur le trafic	TI	TI1: Informer le conducteur durant le déplacement TI2: Informer sur les itinéraires et guidage durant le trajet TI3: Informer avant le déplacement TI4: générer un horaire pour le déplacement TI5: payer le voyage
B2	Information au conducteur			
C4	Contrôle automatique du trafic	Contrôle automatique du trafic	TM	TM6: Contrôler le trafic ⁶

Tableau 6-1: Correspondance entre services prioritaires TRAS et cas d'utilisation

⁶ Le cas d'utilisation TM1b "Contrôler le trafic" a été rajouté par rapport aux cas d'utilisation ISO afin de pouvoir tenir compte des différences entre la surveillance et le contrôle automatique du trafic

6.4 Identification et définition des acteurs

Les acteurs de l'architecture de système TRAS sont les suivants :

Nom de l'acteur	Description de l'acteur
Agence de conformité	Cet acteur représente des types d'entités externes qui reçoivent les constats d'infraction détectés par divers équipements de télématique routière. Cet acteur fournit et surveille également de l'information sur les conducteurs, les véhicules, la légitimation et les taxes des véhicules
Appel d'urgence	Cet acteur est un sous-acteur de service d'urgence qui reçoit les appels d'urgence
Conducteur	Cet acteur représente l'entité humaine qui pilote un véhicule sur la route
FCD	Cet acteur est un sous-acteur de "source des données de localisation" qui fournit la position spatio-temporelle de véhicules flottants (Floating Car Data)
Fournisseur / consommateur d'information	Cet acteur généralise les fournisseurs et consommateurs d'informations utilisées ou offertes par les systèmes de télématique routière
Fournisseur de données sur la demande	Cet acteur est un sous-acteur d'"opérateur de trafic" qui représente l'entité humaine ou l'organisation qui est chargé de générer des matrices Origine-Destination
Fournisseur de service	Cet acteur représente les fournisseurs de services externes aux systèmes de télématique routière
Fournisseur d'informations connexes	Cet acteur représente les organisations qui fournissent des services orientés vers le voyageur.
Fournisseur d'informations géographiques	Cet acteur représente un tiers qui fournit et développe des bases de données cartographiques qui peuvent fournir une base pour les services de télématique
Gestion de la demande	Cet acteur est un sous-acteur d'"opérateur de trafic" qui représente l'entité humaine ou l'organisation qui est chargé de gérer la demande de trafic.
Gestionnaire de réseau	Cet acteur est un sous-acteur d'"opérateur de trafic" qui représente l'entité humaine ou l'organisation qui est chargée de gérer le réseau. Ceci concerne notamment ceux qui coordonnent les interventions sur le terrain afin de mettre en œuvre une mesure de régulation de trafic comme par exemple une fermeture de voie
Infrastructure	Cet acteur généralise les systèmes qui fournissent des services complémentaires aux systèmes de transports liés à la route
Maintenance de l'infrastructure	Cet acteur est un sous-acteur des "planificateurs des systèmes de transport*" qui s'occupe spécialement de la maintenance du réseau routier et des infrastructures y relatives (ponts, tunnels etc.)

Nom de l'acteur	Description de l'acteur
Media	Cet acteur représente un destinataire auquel les services de télématique peuvent envoyer les informations et les conseils sur le trafic et les transports afin d'avoir une reproduction directe. Il peut s'agir d'un périphérique de production simple (l'imprimante ou l'écran) ou d'un système de diffusion comme la radio
Météo	Cet acteur représente une source externe de conditions courantes et prévisibles de météo
Opérateur de service	Cet acteur représente un jeu diversifié d'opérateurs et de systèmes qui exécutent des interactions avec les systèmes de télématique routière, contribuant ainsi à l'opération des systèmes de transport.
Opérateur de TP	Cet acteur représente les entités humaines qui sont responsables de projeter l'opération de flottes de transport public
Opérateur de TP à la demande	Cet acteur est un sous-acteur d'"opérateur de TP" qui représente l'entité humaine qui est chargée de planifier et de coordonner les services de transports publics dits à la demande
Opérateur de trafic	Cet acteur généralise toutes les entités humaines qui interagissent directement avec les opérations de trafic.
Parking	Cet acteur représente l'entité humaine ou le système qui surveille un parking ainsi que les organisations privées ou publiques qui fournissent des possibilités de parking et qui déterminent la structuration des prix pour les parkings
Passager	Cet acteur représente un individu ou un groupe à bord d'un véhicule.
Piéton	Cet acteur est un voyageur spécialisé qui n'utilise aucun véhicule comme moyen de transport
Planificateur des systèmes de transport	Cet acteur représente les entités humaines responsables de la planification, du maintien et des modifications du réseau de transport. Ceci inclut les organisations responsables de la planification à long terme
Plans de gestion	Cet acteur est un sous-acteur d'"opérateur de trafic" qui représente l'entité humaine ou l'organisation qui est chargée de créer des plans de gestion de trafic prédéfinis.
Police (application de la loi)	Cet acteur est un sous-acteur de l'Agence de conformité qui s'occupe spécialement des constats d'infraction
Politique de transport	Cet acteur est un sous-acteur d'"opérateur de trafic" qui représente la politique. Il s'agit de tous ceux qui prennent des décisions officielles qui ont une influence sur la gestion du trafic et la télématique des transports en général. Une telle décision peut par exemple être un conseil de supporter la multimodalité ou un conseil d'utilisation d'un certain moyen de transport
Pollution	Cet acteur représente une source externe de données de pollution
Promoteur d'événements	Cet acteur représente les sponsors externes d'événements spéciaux qui sont au courant des événements qui peuvent avoir un impact sur les voyages ayant lieu sur la route ou sur d'autres moyens modaux.

Nom de l'acteur	Description de l'acteur
Service de paiement	Cet acteur représente les types d'agent qui fournissent les moyens de paiement à l'utilisateur, collectent les paiements et traitent des transactions agrégées de façon que les fournisseurs de transport et de service reçoivent les paiements des émetteurs de crédit.
Service de réservation	Cet acteur représente les services qui permettent de faire une réservation. Il peut s'agir d'une réservation pour un service connexe tout comme d'une réservation pour un voyage
Service d'intervention	Cet acteur est un sous-acteur de service d'urgence qui s'occupe spécialement de la coordination des interventions
Service d'urgence	Cet acteur représente l'entité humaine ou le système qui contrôle tous les appels d'urgence et qui met en place des réponses aux accidents prédéfinies
Source des données de localisation	Cet acteur représente une entité externe qui fournit des informations de position précise
Transports publics	Cet acteur est l'équivalent rail du centre de gestion du trafic routier. Il s'agit normalement d'un point de contrôle centralisé pour un segment substantiel de l'opération des chemins de fer. C'est la source et la destination des informations qui peuvent être utilisées pour la coordination des opérations de gestion du rail et de la route
Utilisateur	Cet acteur représente tous les rôles humains qui profitent du service offert par le système
Véhicule (de base)	Cet acteur représente les classes de véhicule qui sont reconnus par les systèmes de télématique. On fait la différence entre les véhicules qui sont simplement détectés ou identifiés et des véhicules qui agissent en tant qu'acteur. Cet acteur inclut les véhicules qui pourraient violer les règles de circulation et causer ainsi une interaction avec les systèmes de télématique des transports. Il peut également s'agir de véhicules qui sont reconnus pour des questions de paiement, de dédouanement etc.
Voyageur	Cet acteur représente n'importe quel homme qui utilise des services de transport. Les données fournies peuvent être destinées à la planification de voyage (multimodale) ou à l'aide en cas d'urgence

6.5 Cas d'utilisation de TM "Management du trafic"

6.5.1 Diagramme des cas d'utilisation de TM "Management du trafic"

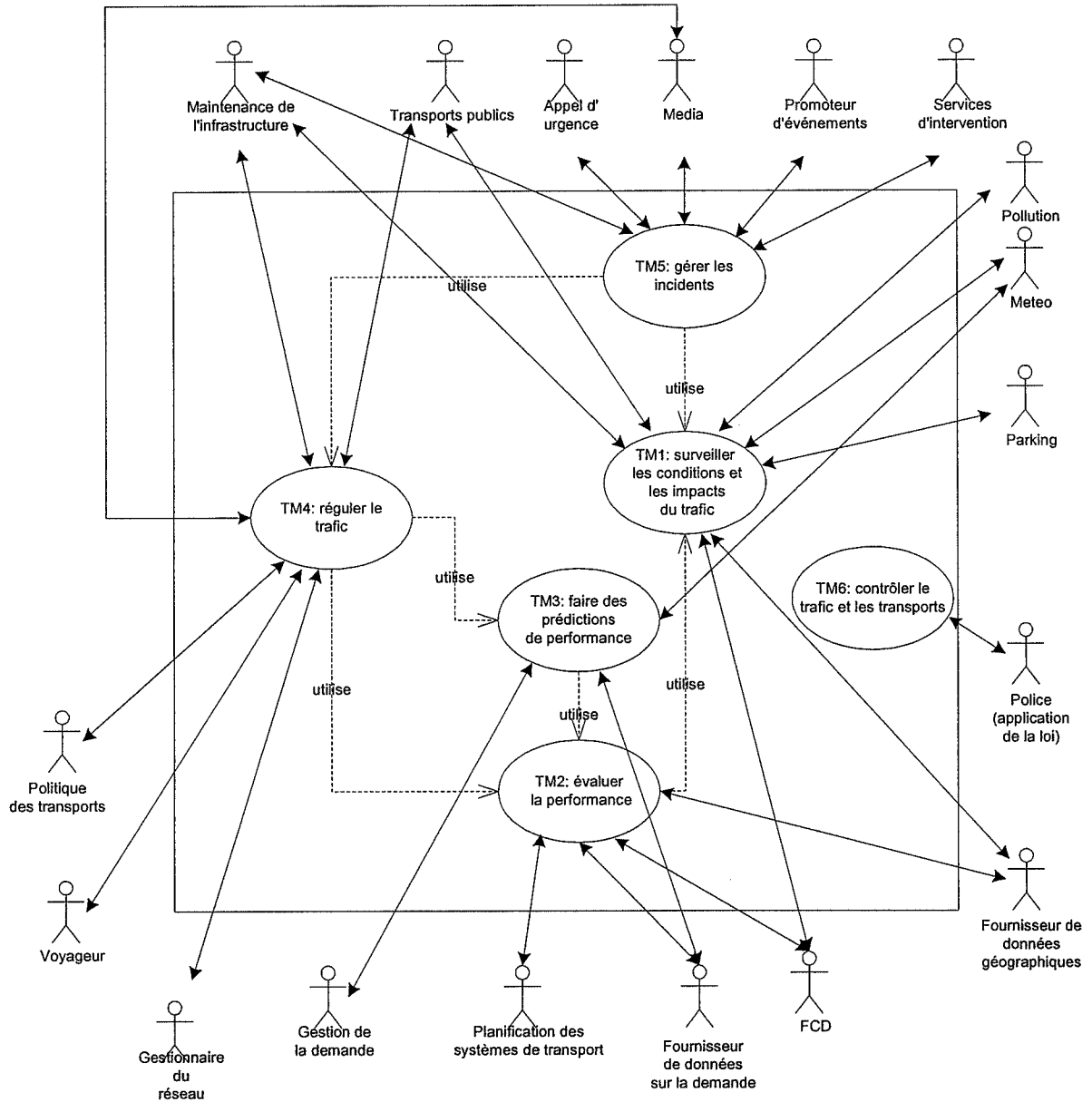


Figure 6-2 : Diagramme de cas d'utilisation pour "Management du trafic"⁷

⁷ Ce diagramme de cas d'utilisation est inspiré de ISO/TR 14813-2:2000

6.5.2 TM1: Surveiller les conditions et les impacts du trafic

6.5.2.1 Description:

Nom du cas d'utilisation	Surveiller les conditions et les impacts du trafic	
Définition	Il s'agit de surveiller et de filtrer les données sur les conditions et les impacts du trafic relevées . Elles sont traitées et enregistrées dans une base de données. Les données recueillies sont intégrées afin de former des données actuelles et historiques (à long terme). De nombreux cas d'utilisation accèdent ces données actuelles et historiques comme source de données de trafic. Le cas d'utilisation est valable à toutes les échelles et peut concerner un axe, un réseau routier (entier, urbain, interurbain) ou bien un nœud spécifique.	
Déclenché par	Le système qui doit connaître les données de trafic et de ses impacts afin de pouvoir fonctionner, notamment pour évaluer la performance du réseau et pour analyser des incidents.	
Acteurs	Météo	Fournit les données actuelles de météo
	Parking	Transmet le nombre de places libres d'un parking en temps réel
	FCD	Service de Floating car Data qui fournit des mesures de trafic
	Fournisseur de données géographiques	Fournit le dernier état statique du réseau routier
	Maintenance de l'infrastructure	Fournit la disponibilité des infrastructures
	Pollution	Fournit les données actuelles de pollution
	Transports publics	Fournit les données actuelles sur les horaires des TP ainsi que les perturbations
Activités ⁸	<ol style="list-style-type: none"> Le système consulte et met à jour les données statiques du réseau routier contrôlé (données descriptives du réseau comme le nombre de voies, la largeur des voies et les données géographiques du réseau) ainsi que les règles de circulation (priorités, restrictions etc.). Le système relève les données suivantes liées aux conditions et aux impacts du trafic: <ul style="list-style-type: none"> - Disponibilité des places de stationnement - Données brutes du trafic en temps réel (débit, taux d'occupation, vitesse, etc.) provenant de capteurs fixes ou FCD - Données liées à la pollution (pollution atmosphérique, nuisance sonore etc.) - Données liées aux conditions météorologiques (vent, brouillard, pluie, gel etc.) - Données liées à la visibilité et la luminosité (dues aux conditions météorologiques ou dues à la pollution) - Données liées à la disponibilité des infrastructures (neige, verglas, travaux de génie civil etc.) - Horaires et perturbations des transports publics Le système relève les données spécifiques à des véhicules à des fins statistiques (longueur, poids, chargement). Il peut détecter les transports de matière dangereuse. Le système contrôle la plausibilité des données relevées, et les compare à des valeurs de référence pour détecter les perturbations. Le cas échéant, il génère des alarmes. Le système surveille l'itinéraire de transports de matière dangereuse. Le système agrège les données de trafic sur un espace et sur une période prédéfinie. Le système enregistre les données relevées dans une base de données spatio-temporelle. Le système consulte les données agrégées du trafic et les données liées aux transports de matière dangereuse. <p>Pré-conditions: Les données statiques du réseau surveillé sont connues. Les valeurs de référence pour la détection de perturbations sont fixées. Les règles d'agrégation des données sont définies.</p> <p>Post-conditions: Le système connaît l'état actuel des conditions et des impacts du trafic.</p>	

⁸ Le scénario présenté est surtout valable pour la gestion d'axe ou la gestion de réseau. Pour la régulation de trafic sur un nœud, on pourrait prévoir un scénario restreint

6.5.2.2 Tableau des opérations:

Référence aux activités	Opération	Classe	Description
1	Mettre à jour les données statiques Enregistrer les données statiques	Mise à jour des données statiques Données statiques	Le système communique avec le fournisseur de données géographiques afin de mettre à jour la base de données géographique (géométrie et attributs) Le système enregistre les données mises à jour dans une base de données spatio-temporelle
2	Mettre à jour le nombre de places libres Mettre à jour l'offre de stationnement	Offre stationnement Stationnement	Le système communique avec les différents parkings afin de connaître le nombre de places de parc libres Le système analyse l'offre globale en places de stationnement
2	Faire des mesures de trafic	Mesures de trafic	Le système collectionne les données brutes de trafic par l'intermédiaire de différents capteurs (fixes ou FCD)
2	Faire des mesures de pollution	Mesures de pollution	Le système mesure la pollution à travers des capteurs ou en communiquant avec un service externe
2	Obtenir données météo	Mesures météo	Le système obtient des mesures météo en faisant des mesures ou en communiquant avec un service météo
2	Mesurer visibilité et luminosité	Mesures météo	Le système mesure la visibilité et la luminosité par l'intermédiaire de différents capteurs
2	Mettre à jour la disponibilité	Mise à jour Infrastructure	Le système communique avec les services de l'entretien afin de connaître la disponibilité des infrastructures
2	Accéder aux données	Infos TP	Le système communique avec les services de transport public afin de récupérer les horaires actuels et les perturbations
2	Enregistrer données	Transports publics	Le système enregistre toutes les informations de transport public dans une base de données spatio-temporelle
3	Mesurer caractéristiques Détecter transport de matière dangereuse (TMD)	Analyse véhicule	Le système mesure les caractéristiques des véhicules, comme poids, longueur ou vitesse et détecte les transports de matière dangereuse.
4	Contrôler la plausibilité Comparer mesures à des seuils Générer Alarmes	Nœud	Le système contrôle la plausibilité des données relevées afin de minimiser le risque de mauvaises interprétations, compare les mesures à des seuils prédéfinis et génère des alarmes le cas échéant
5	Identifier Suivre itinéraire	Transport de matière dangereuse	Le système identifie et suit l'itinéraire des transports de matière dangereuse
6	Agréger données	Nœud Réseau routier	Le système agrège les données sur un espace et une période prédéfinie
7	Enregistrer données	Stationnement Trafic Météo Pollution Véhicule Itinéraire TMD Alarmes	Le système enregistre toutes les mesures brutes dans une base de données spatio-temporelle

6.5.2.3 Diagramme des classes

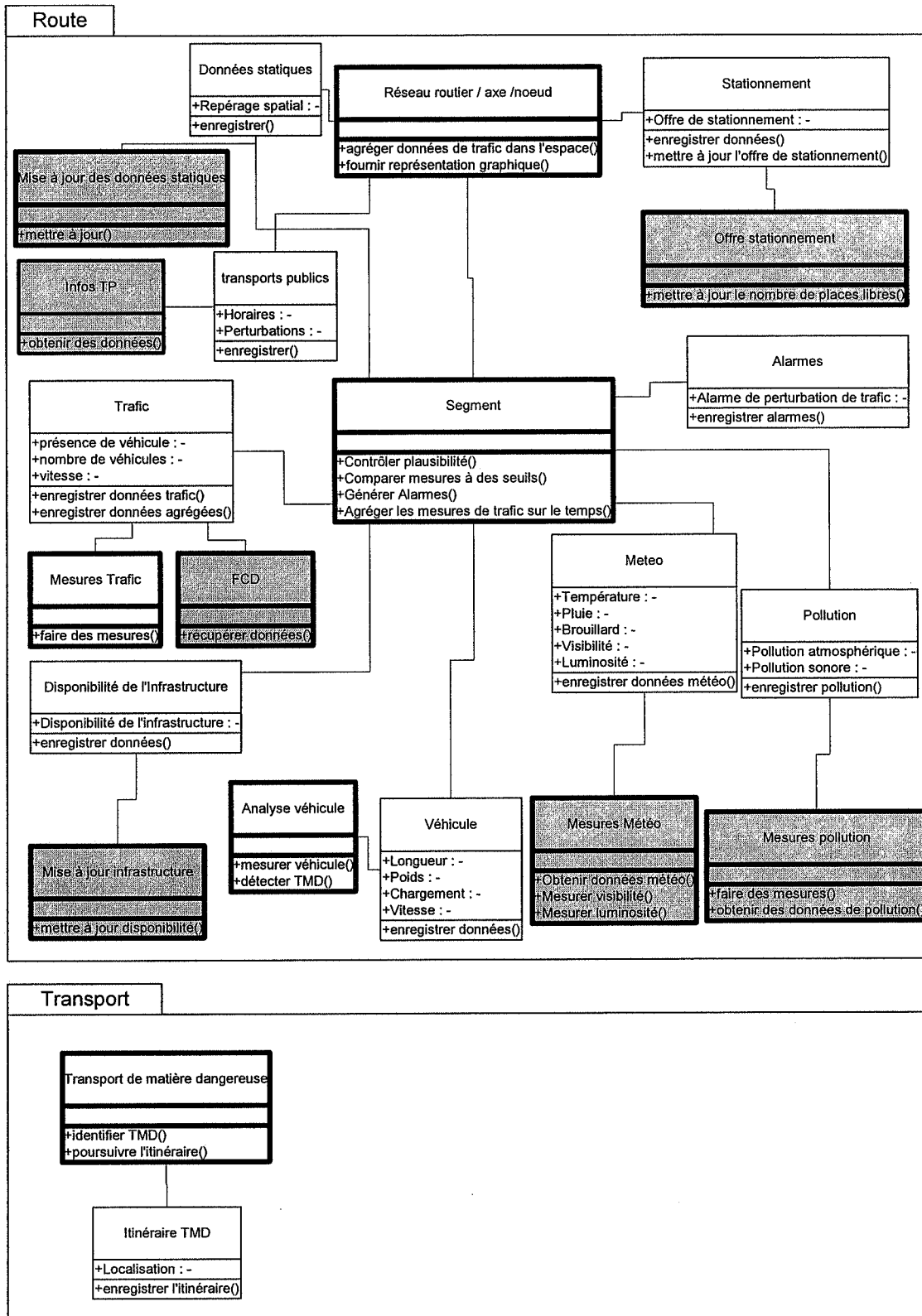


Figure 6-3 : Diagramme des classes pour le cas d'utilisation TM1 "Surveiller les conditions et les impacts du trafic"

6.5.3 TM2: Evaluer la performance

6.5.3.1 Description

Nom du cas d'utilisation	Evaluer la performance	
Définition	Il s'agit de rassembler toutes les données pertinentes sur le trafic sur le réseau routier et de les évaluer afin de développer une série d'indicateurs utilisés pour calculer des stratégies de régulation de trafic (temps de parcours, état de saturation, capacité restante etc.). Les mesures ont une forte connotation spatiale et les données concernant les réseaux et leurs interconnexions sont fournies par le fournisseur d'informations géographiques.	
Déclenché par	L'évaluation de la performance est déclenchée par la régulation de trafic	
Acteurs	Fournisseur de données géographiques	Fournit le dernier état statique du réseau routier (topologie)
	FCD	Service de Floating car Data qui fournit les itinéraires et les temps de parcours des voitures flottantes
	Planification des systèmes de transport	Accède les données historiques de performance afin de planifier l'évolution du réseau routier
	Fournisseur de données sur la demande	Fournit des matrices Origine-Destination actuelles
Activités ⁹	<ol style="list-style-type: none"> 1) Le système consulte et met à jour les données géographiques sur les réseaux. 2) Le système procède au cas d'utilisation "surveiller les conditions et les impacts du trafic" 3) Le système récupère les données à analyser <ul style="list-style-type: none"> - Trafic - Stationnement - régulation en place - Parcours liés aux véhicules flottants 4) Le système calcule les différents paramètres de performance à partir des données brutes en tenant compte des règles d'agrégation entre mesures locales et FCD. 5) Le système établit une matrice Origines/Destinations à partir des données de trafic et des données des véhicules flottants et de certaines statistiques de voyage en communiquant avec l'acteur « fournisseur de données sur la demande ». 6) Le système analyse ces données et évalue la performance (efficacité, effectivité, délais, accidents, nombre de passagers transportés etc.) et les niveaux de service. 7) Le système juge l'efficacité d'une régulation mise en place. 8) Le système enregistre les données résultant de l'analyse de la performance (performance, itinéraire origine – destination) dans une base de données spatio-temporelle. <p>Pré-conditions: On dispose de toutes les données brutes nécessaires</p> <p>Post-conditions: On dispose d'une évaluation des performances du réseau en question</p>	

⁹ Le scénario présenté est surtout valable pour la gestion de réseau ou la gestion d'axe. Pour la régulation de trafic sur un nœud, on pourrait prévoir un scénario restreint

6.5.3.2 Tableau des opérations

Référence aux activités	Opération	Classe	Description
1	Mettre à jour les données topologiques	Mise à jour données statiques	Le système communique avec le fournisseur de données géographiques afin de mettre à jour les données topologiques
1	Enregistrer les données topologiques	Données statiques	Le système enregistre les données mises à jour dans une base de données spatio-temporelle
3	Accéder aux données	Trafic	Le système accède à la base de données spatio-temporelle afin de récupérer les données agrégées sur le trafic
3	Accéder aux données	Stationnement	Le système accède à la base de données spatio-temporelle afin de récupérer les données sur le stationnement
3	Accéder aux données	Régulation	Le système accède à la base de données spatio-temporelle afin de récupérer les données sur la régulation en place
3	Récupérer parcours	FCD	Le système communique avec un fournisseur de service qui met à disposition les parcours des véhicules flottants
3	Enregistrer parcours FCD	Parcours FCD	Le système enregistre les parcours FCD dans une base de données spatio-temporelle
4	Calculer paramètres de performance	Calcul performance	Le système calcule les différents paramètres de performance à partir des données brutes
5	Etablir matrice O-D	Calcul O-D	Le système calcule des matrices O-D à partir des données de trafic et l'identification des véhicules ainsi qu'à partir des parcours des véhicules flottants en communiquant avec le fournisseur de données sur la demande
5	Enregistrer matrice O-D	Matrice O-D	Le système enregistre les matrices Origine-Destination dans une base de données spatio-temporelle
6	Évaluer performance	Calcul performance	Le système analyse ces données et évalue la performance (efficacité, effectivité, délais, accidents, nombre de passagers transportés) et les niveaux de service
7	Juger l'efficacité de la régulation	Calcul performance	Le système analyse l'efficacité de la régulation mise en place
8	Enregistrer les données de performance	Performance	Le système enregistre les données de performance dans une base de données spatio-temporelle

6.5.3.3 Diagramme des classes

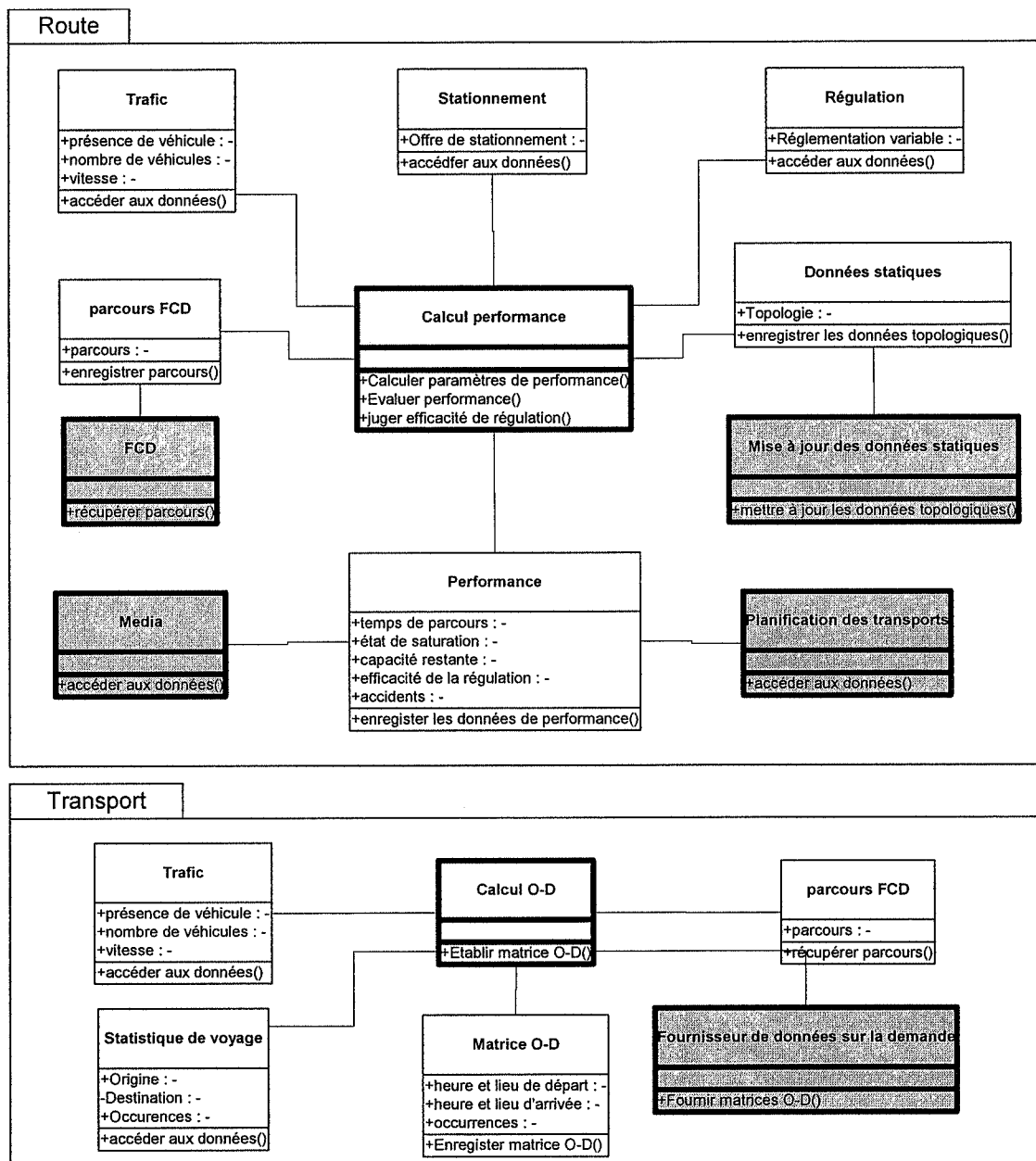


Figure 6-4 : Diagramme des classes pour le cas d'utilisation TM2 "Evaluer la performance"

6.5.4 TM3: Faire des prévisions de la performance

6.5.4.1 Description

Nom du cas d'utilisation	Faire des prévisions de la performance	
Définition	Il s'agit de traiter les données d'autres cas d'utilisation afin d'établir des prévisions de la performance du réseau pour permettre une bonne régulation du trafic.	
Déclenché par	La prédiction de performance est déclenchée par la régulation de trafic	
Acteurs	Météo	Acteur externe qui fournit les prévisions météorologiques pour alimenter le modèle de prévision de performance
	Gestion de la demande	Acteur externe qui peut accéder aux données prévisionnelles pour adapter la stratégie de gestion de la demande
	Fournisseur de données sur la demande	Fournit les matrices Origine-Destination actuelles
Activités ¹⁰	<p>1. Le système procède au cas d'utilisation "évaluer la performance"</p> <p>2. Le système récupère les données suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incidents actuels et prédits, événements prévus. - Historique des matrices origine-destination, des plans de gestion, de la performance et du trafic. - Météo actuelle et prédite - Pollution - Stationnement <p>3. Le système calcule les pronostics de trafic à court, moyen et long terme et des pronostics de performance à l'aide d'un modèle de simulation:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Charges de trafic futures - Matrices Origine-Destination - Performance prévisible du réseau de transport routier - Impacts prévisibles du trafic (pollution, nuisance sonore). - Conditions météorologiques prévisibles (brouillard, gel). - Besoins en places de stationnement - Niveaux de service <p>4. Le système enregistre les performances prédites dans une base de données spatio-temporelle.</p> <p>Pré-conditions: On dispose des données nécessaires (météo, trafic, incidents etc.) et d'un modèle de simulation.</p> <p>Post-conditions: On arrive à prédire la performance du réseau à court, moyen et long terme.</p>	

¹⁰ Le scénario présenté est surtout valable pour la gestion de réseau ou la gestion d'axe. Pour la régulation de trafic sur un nœud, on pourrait prévoir un scénario restreint

6.5.4.2 Tableau des opérations

Référence aux activités	Opération	Classe	Description
2	Accéder aux données	Incidents	Le système accède à la base de données afin de récupérer les données sur les incidents actuels et prédits
2	Accéder aux données	Matrice O-D	Le système accède à la base de données afin de récupérer l'historique des matrices origine-destination
2	Accéder aux données	Régulation	Le système accède à la base de données afin de récupérer l'historique et l'état actuel des régulations (tout comme la régulation prévue pour la simulation)
2	Accéder aux données	Performance	Le système accède à la base de données afin de récupérer l'historique des performances du réseau
2	Accéder aux données	Trafic	Le système accède à la base de données afin de récupérer l'historique et l'état actuel des mesures de trafic sur le réseau
2	Accéder aux données	Mesures météo	Le système accède à la base de données afin de récupérer les données météorologiques actuelles
2	Récupérer données de prédiction	Météo	Le système communique avec un acteur externe qui fournit des prévisions des données météorologiques
2	Accéder aux données	Pollution	Le système accède à la base de données afin de connaître l'état de pollution actuel
2	Accéder aux données	Stationnement	Le système récupère l'historique et l'état actuel de l'occupation des parkings
3	Faire des calculs de prévision	Calculs performance	Le système calcule les données prévisibles de performance à l'aide d'un modèle de prévision (et ceci à court, moyen et long terme), tout comme les matrices Origine-Destination, les impacts et les conditions météo prédites
3	Calculer prévisions O-D	Calcul O-D	Le système calcule les données prévisionnelles des matrices Origine-Destination
4	Enregistrer données prévisionnelles	Trafic	Le système enregistre les charges de trafic futures
4	Enregistrer données prévisionnelles	Matrices O-D	Le système enregistre les données prévisionnelles des matrices Origine-Destination
4	Enregistrer données prévisionnelles	Performance	Le système met à jour les données prévisionnelles de performance
4	Enregistrer données prévisionnelles	Météo Pollution	Le système met à jour les données prévisionnelles des conditions externes
4	Enregistrer données prévisionnelles	Stationnement	Le système met à jour les données prévisionnelles des besoins en place de stationnement

6.5.4.3 Diagramme des classes

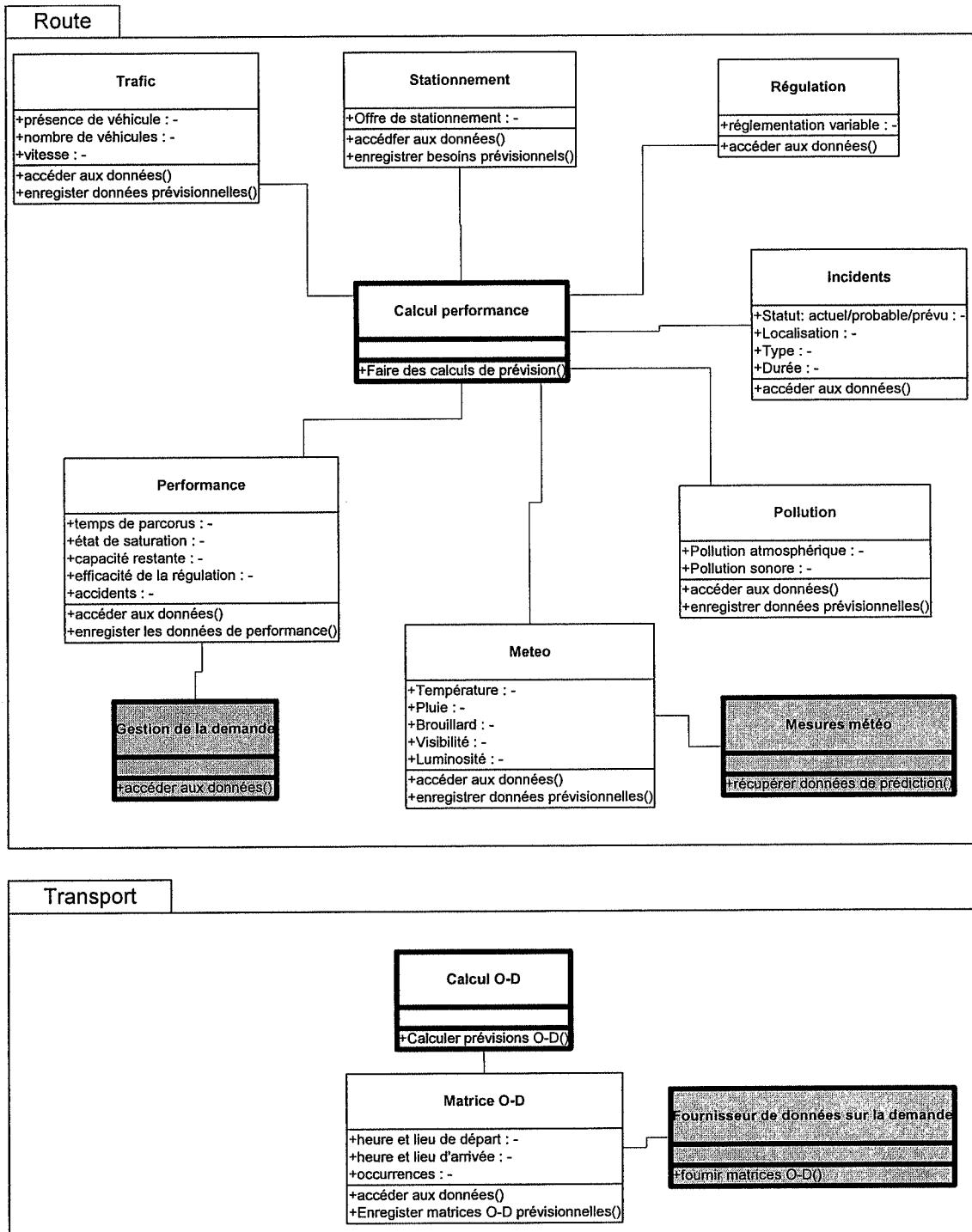


Figure 6-5 : Diagramme des classes pour le cas d'utilisation TM3 "Faire des prévisions de la performance"

6.5.5 TM4: Réguler le trafic

6.5.5.1 Description

Nom du cas d'utilisation	Réguler le trafic	
Définition	Il s'agit d'une interaction avec le trafic (signaux et panneaux) pour communiquer des informations de régulation et de guidage aux voyageurs. La stratégie de régulation dépend de la performance actuelle du réseau ainsi que des plans de gestion de trafic. Cette stratégie peut être primée par un autre cas d'utilisation (notamment la gestion des incidents) ou par l'opérateur s'il le juge nécessaire. Le cas d'utilisation est valable à toutes les échelles et peut concerner un axe, un réseau routier (entier, urbain, interurbain) ou bien un nœud spécifique.	
Déclenché par	Ce cas d'utilisation est déclenché par la gestion des incidents qui détecte une perturbation	
Acteurs	Gestionnaire du réseau	Met en œuvre la stratégie de régulation (par exemple: fermeture d'une voie par la police cantonale)
	Voyageur	Reçoit les conseils et les mesures de régulation
	Politique des transports	Influence les choix de régulation (p.ex. délestage par les transports publics)
	Plans de gestion	Plans de gestion du trafic définis pour toute une série de scénarios de trafic.
	Maintenance de l'infrastructure	La maintenance de l'infrastructure peut coordonner ses interventions avec la régulation du trafic.
	Media	Les médias transmettent des conseils et des mesures de régulation aux voyageurs/conducteurs.
Activités ¹¹	<p>Pour chaque période de régulation:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Le système procède au cas d'utilisation "évaluer la performance" 2) Le système récupère: <ul style="list-style-type: none"> - la performance du réseau actuelle - les événements/incidents actuels ou prévus (manifestations culturelles, travaux, migrations interrégionales) - la stratégie politique des transports - les plans de gestion du trafic (TMP) recommandés par le système pour une telle situation 3) Le système procède au cas d'utilisation "faire des prévisions de la performance". Il peut simuler plusieurs scénarios de régulation et propose le plan de gestion qui fournit la performance optimale (pronostic d'efficacité) <p>Le plan de gestion peut être composé des éléments suivants:</p> <ul style="list-style-type: none"> - des mesures de régulation du trafic par voies - des mesures de régulation du trafic au niveau d'un carrefour - des mesures de régulation aux entrées/sorties du réseau - des mesures de régulation de la vitesse, de fermeture, de trafic directionnel - des mesures d'information sur les dangers, sur les déviations possibles - des conseils de délestage - des recommandations de vitesses limitées <p>Ces mesures peuvent être appliquées à tous les usagers de la route ou à certaines classes d'usagers (piétons, poids lourds, véhicules).</p> <p>L'application des mesures peut être échelonnée dans le temps, par exemple régulation des feux par ondes vertes.</p> 4) L'opérateur adapte le plan de gestion du trafic proposé par le système selon ses besoins. 5) L'opérateur valide le plan de gestion du trafic adapté. 6) L'opérateur met à jour la stratégie de gestion d'incidents si nécessaire. 7) Le système peut demander la mise en place de courses spéciales des transports publics. <p>Le système transmet les informations relevantes à l'utilisateur des secteurs concernés directement et indirectement (secteurs voisins)..</p> <p>Le système fait mettre en place cette régulation par les autorités locales qui doivent confirmer la</p>	

¹¹ Le scénario présenté est surtout valable pour la gestion de réseau ou la gestion d'axe. Pour la régulation de trafic sur un nœud, on pourrait prévoir un scénario restreint. La régulation des nœuds peut notamment fonctionner de manière automatisée sans besoin de coordination par les niveaux supérieur

<p>mise en place.</p> <p>Le système enregistre le plan de régulation mis en place dans une base de données spatio-temporelle.</p> <p>Le système transmet les données de régulation pertinentes aux fournisseurs d'information sur le trafic (qui pourra p.ex. alimenter des bases de données embarquées).</p> <p>Pour des intervalles plus petits (actions locales):</p> <ol style="list-style-type: none">I. Les piétons ou des véhicules spéciaux transmettent une demande de priorité au système.II. Le système donne la priorité aux véhicules spéciaux en prenant en compte l'ensemble des demandes au nœud concerné. <p>Pré-conditions: L'ensemble des composants est fonctionnel. Des plans de gestion (TMP) pour de nombreux scénarios sont définis.</p> <p>Post-conditions: Le plan de gestion adapté aux conditions actuelles est mis en place.</p>
--

6.5.5.2 Tableau des opérations

Référence aux activités	Opération	Classe	Description
2	Accéder aux données	Performance du réseau	Le système accède les données de performance actuelle et prédite
2	Accéder aux données	Incidents	Le système accède les données sur les événements actuels et prédits
2	Accéder aux données	Stratégie politique	Le système accède à la stratégie politique en matière de transports
2	Accéder aux données	TMP	Le système récupère les plans de gestion de trafic définis dans une étape antérieure
3	Choisir plusieurs plans de gestion	Réguler	Le système propose plusieurs plans de gestion afin de simuler la performance et de déterminer celui qui offre la meilleure performance
3	Enregistrer choix de plan de gestion	Régulation	Le système enregistre le choix de plans de gestion
3	Simuler performance	Réguler	Le système fait les simulations de performance en faisant appel à TM3
3	Récupérer performance	Performance	Le système récupère les performances simulées pour les différents plans de gestion
3	Choisir plan de gestion	Réguler	Le système choisit le plan de gestion qui promet la meilleure performance.
4 - 5	Adapter plan de gestion Valider plan de gestion	Interface opérateur	L'opérateur adapte le plan de gestion de trafic selon ses besoins et le valide
6	Mettre à jour	Stratégie de gestion d'incidents	L'opérateur met à jour la stratégie de gestion d'incidents si nécessaire
7	Planifier des courses spéciales	Planification TP	Le système peut demander la mise en place de courses spéciales des transports publics
8	Transmettre les informations aux voyageurs	Signalisation	Le système transmet les informations pertinentes à l'usager des secteurs concernés directement et indirectement
9	Mise en place des mesures Faire confirmer la mise en place	Segment	Le système fait mettre en place les mesures de régulation par les autorités locales (p.ex. police cantonale)
10	Enregistrer	Régulation	Le système enregistre le plan de régulation mis en place dans une base de données spatio-temporelle
11	Transmission des données à l'info trafic	Réguler	Le système transmet les données de régulation importantes aux fournisseurs d'information de trafic
I	Faire demande de priorité	Véhicule spécial Piéton	Le véhicule spécial émet une demande de priorité
I	Recevoir demande de priorité	Priorités	Le système reçoit une demande de priorité à un nœud.
II	Donner priorité	Priorités	Le système donne priorité aux véhicules spéciaux

6.5.5.3 Diagramme des classes

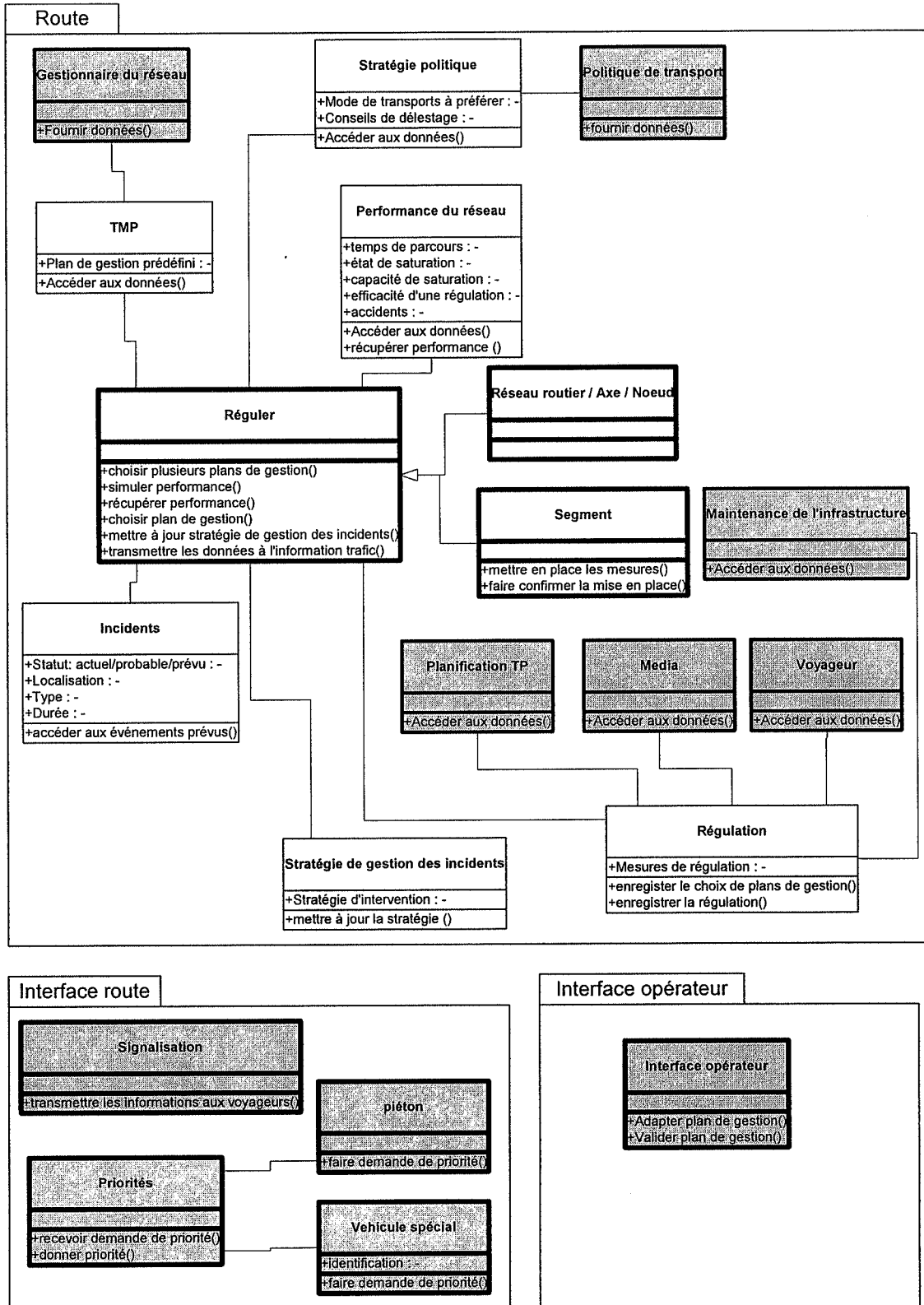


Figure 6-6 : Diagramme des classes pour le cas d'utilisation TM4 "Réguler le trafic"

6.5.6 TM5: Gérer les incidents

6.5.6.1 Description

Nom du cas d'utilisation	Gérer les incidents	
Définition	Il s'agit de détecter les incidents sur la base des observations du trafic. Les données entrantes peuvent venir de sources très diverses. Les incidents sont triés selon les catégories possibles, prédit ou actuel. Ces données permettent de définir une stratégie de régulation et d'intervention pour chaque incident.	
Déclenché par	La gestion des incidents est déclenchée par la survenance d'un incident	
Acteurs	Maintenance de l'infrastructure	Fournit les données sur les chantiers planifiés
	Appel d'urgence	Acteur externe qui peut fournir des données sur un incident
	Media	Transmettent les informations aux utilisateurs
	Promoteurs d'événements	Fournissent les données sur les manifestations prévues ayant un impact sur le trafic
	Services d'intervention	Sont coordonnées par la gestion des incidents afin d'atteindre le plus rapidement possible le lieu de l'incident
Activités	<p>L'opérateur définit les stratégies de réponse à des incidents</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Le système procède au cas d'utilisation "surveiller les conditions et les impacts du trafic". 2. Le système analyse les données de trafic et les alarmes. 3. Le système reçoit les appels d'urgence pouvant provenir d'une multitude de sources. Il les filtre et essaye de les localiser. 4. Le système reçoit les informations de perturbations ou d'incidents futurs (promoteurs d'événements, service d'entretien) 5. Il contrôle la plausibilité de ces informations (afin de minimiser le nombre de fausses alarmes), identifie l'incident, saisit ses caractéristiques et le classe. 6. Le système propose au moins une solution de traitement de l'incident ainsi qu'une stratégie de gestion de trafic (en procédant au cas d'utilisation "réguler le trafic") qui peut être appliquée automatiquement dans une première étape. 7. L'opérateur consulte les stratégies de réponse et de gestion du trafic et détermine la réponse la plus adéquate à l'incident. 8. L'opérateur adapte le plan de gestion de trafic mis en place en prenant en compte l'incident et la réponse. 9. Lorsque des matières dangereuses sont impliquées, l'opérateur vérifie le danger et avertit les services de sécurité et la police. 10. Le système coordonne les services d'intervention (gestion des véhicules d'urgence etc., gestion des priorités pour ces véhicules, ondes vertes). 11. Le système procède au cas d'utilisation "réguler le trafic" pour mettre en place le plan de gestion, si nécessaire. 12. Le système procède au cas d'utilisation "surveiller les conditions et impacts du trafic" pour surveiller les conséquences d'un incident. 13. Le système stocke toutes les informations relatives à un incident dans une base de données spatio-temporelle et tient à jour une base de données spatio-temporelle sur les événements/incidents prévus. 14. Le système transmet des informations sur les incidents aux centres d'information sur le trafic. <p>Pour des intervalles plus irréguliers:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Le système accède à la base de données sur les incidents. II. Le système fait des statistiques sur les incidents. <p>Pré-conditions: Toutes les composantes utiles à la détection d'incidents fonctionnent.</p> <p>Post-conditions: Le système arrive à répondre de la meilleure manière possible à un incident et à gérer le trafic en même temps.</p>	

6.5.6.2 Tableau des opérations

Référence aux activités	Opération	Classe	Description
2	Accéder aux données	Trafic Alarmes	Le système accède en temps réel aux données de trafic et aux alarmes
2	Analyser mesures de trafic	Gestion des incidents	Le système surveille et analyse les mesures de trafic
2	Aviser opérateur	Gestion des incidents	Le système avise l'opérateur suite à l'analyse des mesures de trafic, en cas de problèmes
3	Recevoir appel Filtrer les appels Localiser les appels	Réception appels d'urgence	Le système reçoit les appels d'urgence, les filtre et essaye de les localiser
3	Enregistrer données	Appels urgence	Le système enregistre les appels d'urgence
4	Recevoir données sur les incidents prévus	Incidents futurs	Le système reçoit les données sur des événements prévus de la part des promoteurs d'événement et des services de maintenance
4	Enregistrer données sur les incidents prévus	Incidents	Le système enregistre les données sur les incidents futurs dans une base de données spatio-temporelle
5	Contrôler plausibilité Identifier incident Spécifier caractéristiques	Gestion des incidents	Le système contrôle la plausibilité des informations concernant les incidents afin de minimiser le nombre de fausses alarmes, identifie l'incident et spécifie ses caractéristiques
6	Proposer stratégie d'intervention	Gestion des incidents	Le système propose une stratégie de traitement de l'incident
6	Enregistrer stratégie d'intervention	Stratégie de gestion des incidents	Le système enregistre la stratégie de traitement de l'incident
6	Proposer stratégie de régulation	Gestion des incidents	Le système propose une stratégie de régulation suite à l'accident
6	Enregistrer stratégie de régulation	Régulation	Le système enregistre la stratégie de régulation suite à l'accident
6	Mettre en place stratégie de régulation	Gestion des incidents	Le système met en œuvre la stratégie de régulation automatiquement si nécessaire
7	Consulter stratégies	Interface opérateur	L'opérateur consulte les stratégies proposées par le système
8	Adapter stratégies	Interface opérateur	L'opérateur adapte les stratégies proposées
9	Accéder parcours	Itinéraire transport de matière dangereuse	Le système accède aux données sur les transports de matière dangereuse
9	Analyser parcours transports de matière dangereuse Avertir autorités	Gestion des incidents	Le système analyse s'ils sont concernés par l'incident. Le cas échéant, les services d'intervention sont avertis
10	Coordonner services d'intervention	Coordination des services d'urgence Itinéraire des véhicules d'urgence	Le système coordonne les services d'intervention
13	Stocker informations	Incidents	Le système stocke toutes les informations relatives à un incident (actuel ou prédit) dans une base de données spatio-temporelle
14	Transférer informations à l'info trafic	Gestion des incidents	Le système transmet les informations sur les incidents aux centres d'informations sur le trafic
1	Accéder aux données	Incidents	Le système accède à la base de données sur les incidents

Référence aux activités	Opération	Classe	Description
II	Faire statistiques	Gestion des incidents	Le système fait des statistiques sur les incidents
II	Enregistrer statistiques	Incidents	Le système enregistre les statistiques

6.5.6.3 Diagramme des classes

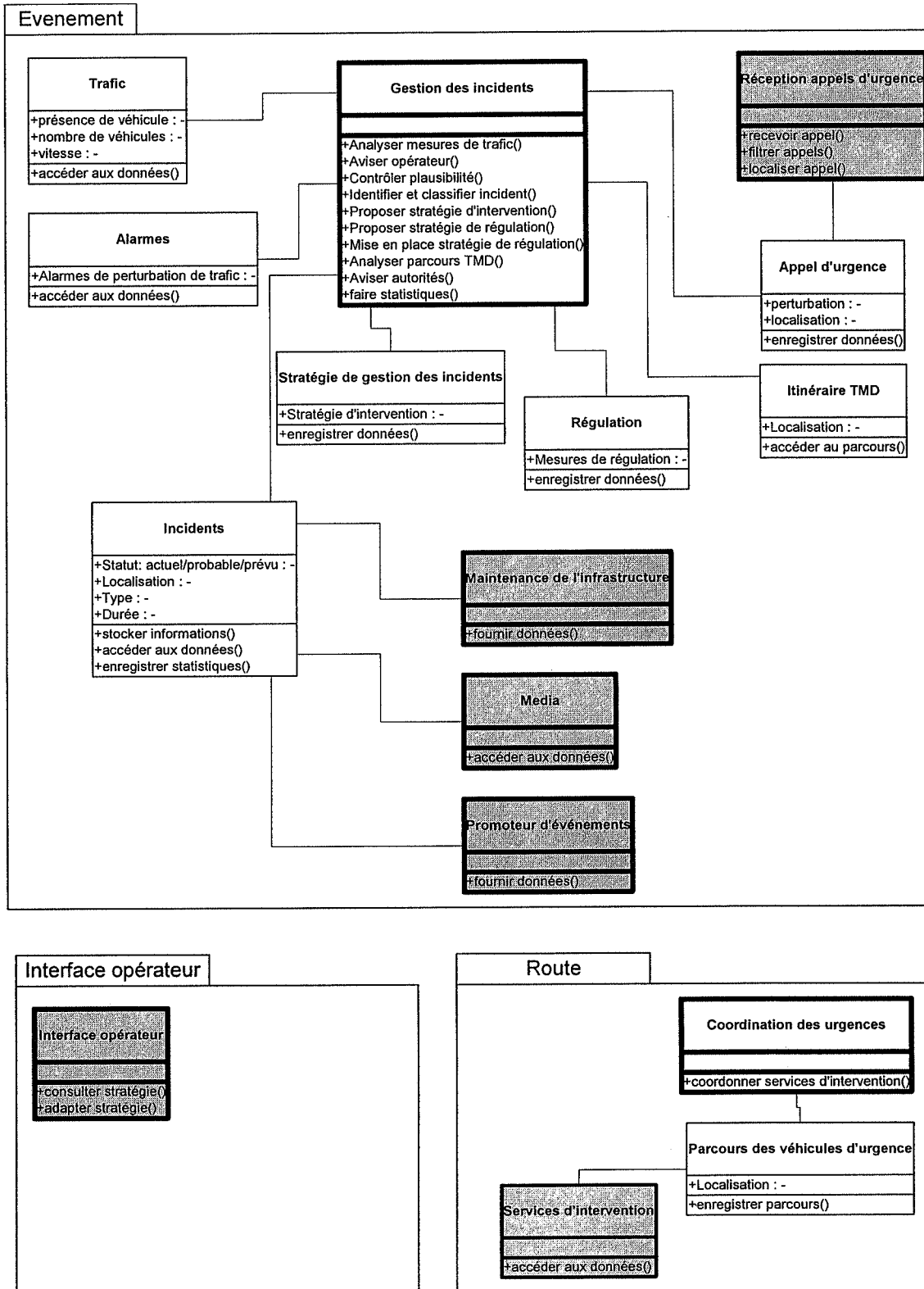


Figure 6-7 : Diagramme des classes pour le cas d'utilisation TM5 "Gérer les incidents"

6.5.7 TM6: Contrôler le trafic et les transports

6.5.7.1 Description:

Nom du cas d'utilisation	Contrôler le trafic et les transports	
Définition	Il s'agit de contrôler le trafic et les transports de manière automatique afin de détecter les contraventions, surtout les excès de vitesse et le franchissement de feux. Ceci pour diminuer le nombre d'infractions et d'augmenter la sécurité du trafic. Ce cas d'utilisation comprend cependant toutes les activités de l'enforcement, tel que par exemple le contrôle du paiement des taxes ou autres.	
Déclenché par	Le cas d'utilisation est déclenché par l'utilisateur qui veut contrôler le trafic	
Acteurs		
	Police (application de la loi)	Applique la loi (traite les contraventions)
Activités ¹²	<ol style="list-style-type: none"> 1) Le système accède à la base de données statiques afin de connaître la régulation du trafic (vitesses maximales etc.) 2) Le système récupère <ul style="list-style-type: none"> - la régulation actuelle (vitesse maximale variable, état des feux d'un carrefour etc.) - les données de trafic collectionnées par des capteurs spéciaux (présence de véhicule, vitesse, ...) 3) Le système détecte les infractions (vitesses excessives, franchissement de feux, respect des priorités, chargement excessif, temps ou heures de circulation illégales des PL) 4) Le système identifie le véhicule concerné 5) Le système enregistre les preuves 6) Le système transmet le constat et les preuves à l'autorité en charge <p>Pré-conditions: Les limitations de vitesse sont connues sur les tronçons concernés par les contrôles</p> <p>Post-conditions: Le système connaît les infractions</p>	

Ce scénario ne décrit que les cas actuels tels que les vitesses excessives ou le franchissement des feux. A moyen terme, on peut cependant imaginer des scénarios plus complexes, qui intégreraient des contrôles des papiers, de paiement de taxe etc.

6.5.7.2 Tableau des opérations:

Référence aux activités	Opération	Classe	Description
1	Accéder aux données	Données statiques	Le système accède à la base de données statiques afin de connaître la régulation du trafic
2	Accéder aux données	Régulation	Le système récupère la régulation actuelle, afin de connaître les vitesses maximales variables
2	Faire des mesures	Mesures trafic	Le système fait des mesures de trafic
2	Accéder aux données	Trafic	Le système accède à ces mesures de trafic
3	Détecter infractions	Contrôle du trafic	Le système détecte automatiquement les infractions.
4	Identifier véhicule	Mesures véhicule	Le système identifie le véhicule auteur de l'infraction
4	Enregistrer identification	Véhicule fautif	Le système enregistre l'identification du véhicule
5	Enregistrer preuves	Infraction	Le système enregistre les preuves
5	Générer constat	Infraction	Le système génère un constat
5	Enregistrer constat	Constat	Le système enregistre le constat
6	Transmettre constat et preuves	Infraction	Le système transmet le constat et les preuves enregistrées aux autorités en charge

6.5.7.3 Diagramme des classes

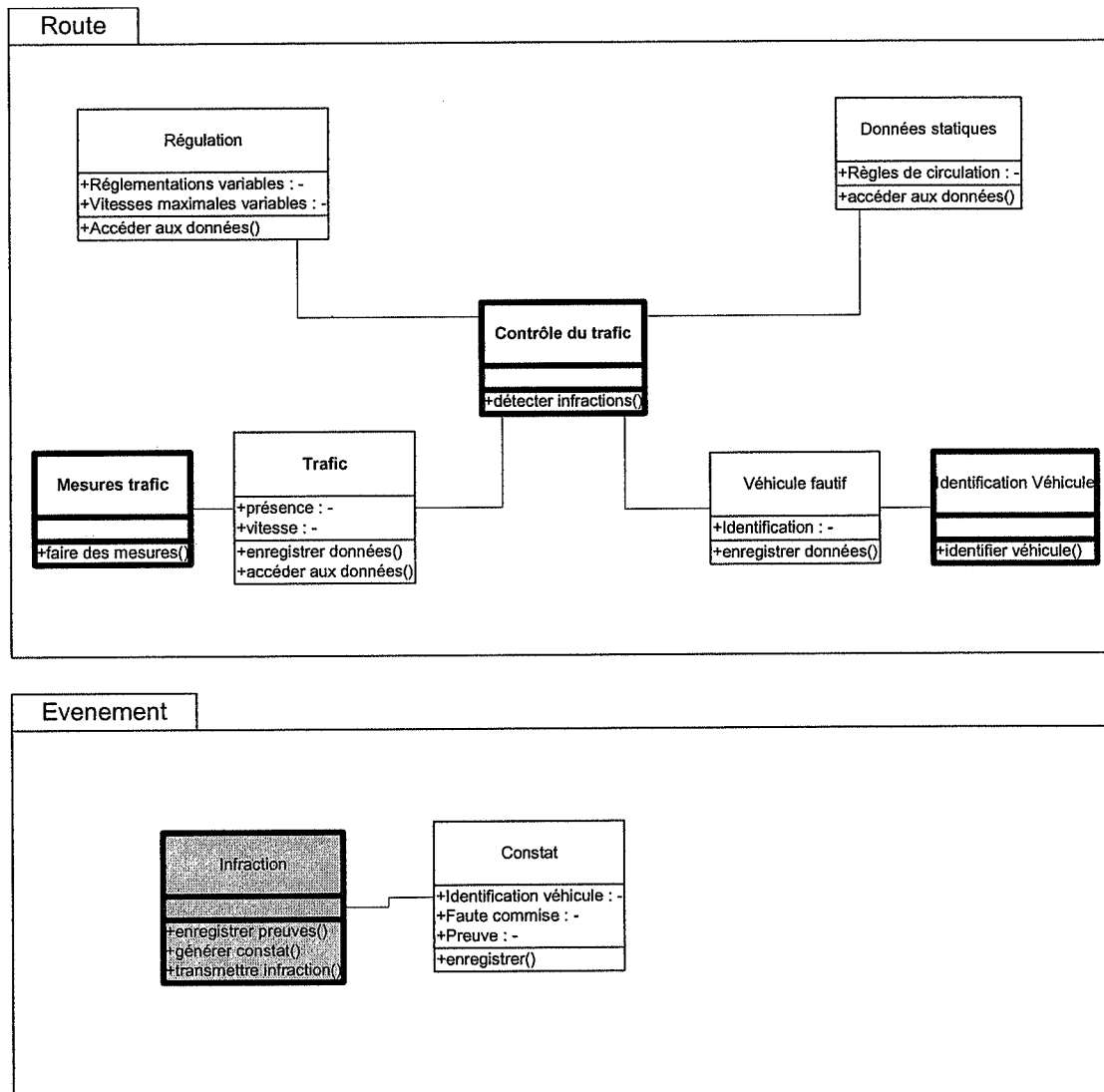


Figure 6-8 : Diagramme des classes pour le cas d'utilisation TM6 "Contrôler le trafic et les transports"

6.6 Cas d'utilisation de TI "Information du voyageur"

6.6.1 Diagramme des cas d'utilisation de TI "Information au voyageur"

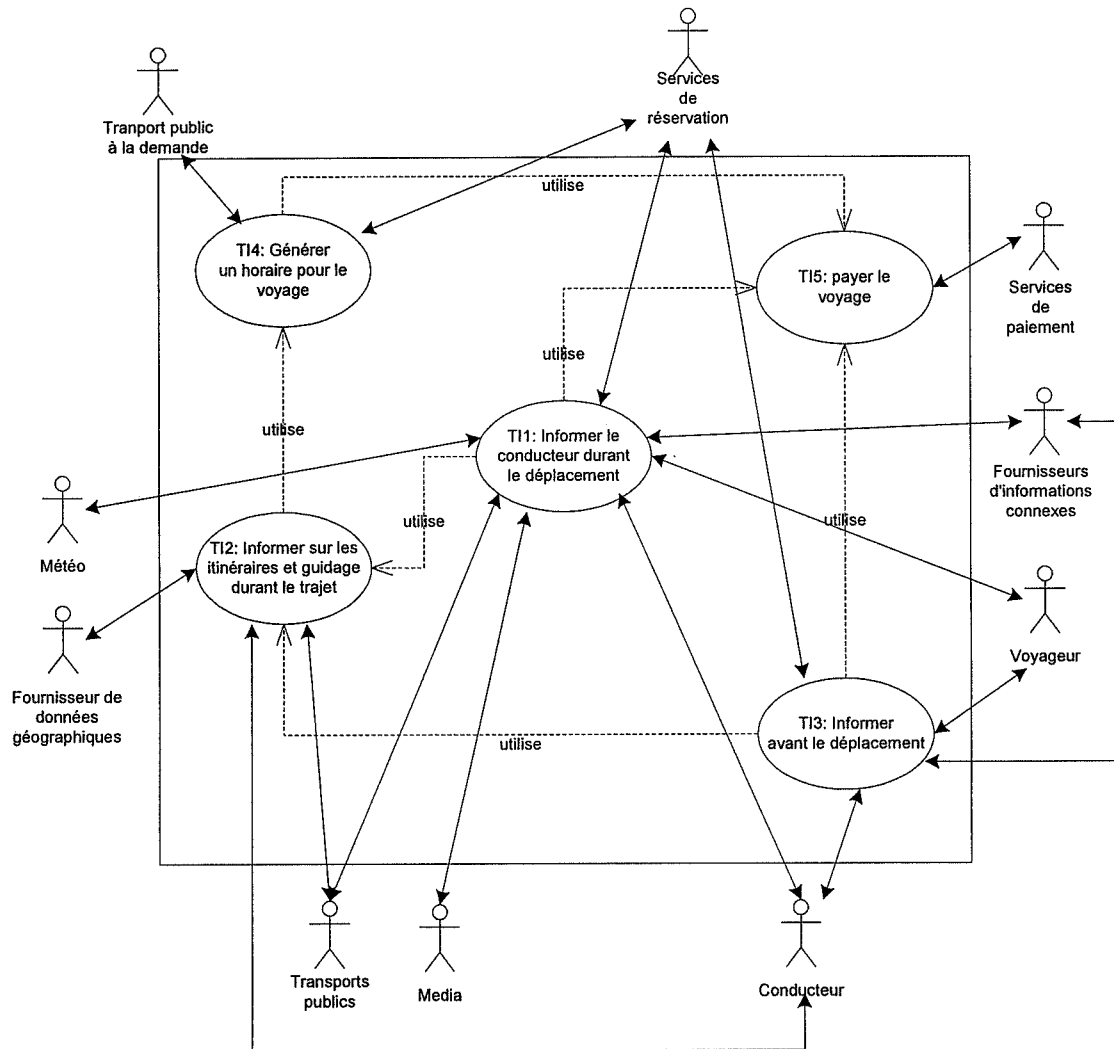


Figure 6-9 : Diagramme de cas d'utilisation pour "Information au voyageur"¹³

¹³ Ce diagramme de cas d'utilisation est inspiré de ISO/TR 14813-2:2000

6.6.2 T11: Informer le conducteur durant le déplacement

6.6.2.1 Description

Nom du cas d'utilisation	Informer le conducteur durant le déplacement	
Définition	Il s'agit d'informer le voyageur en lui fournissant les données de trafic et la météo actuelles, du guidage en route ainsi que des informations touristiques. Ceci doit permettre au voyageur de faire des réservations et des paiements anticipés.	
Déclenché par	Ce cas d'utilisation est déclenché par le voyageur/conducteur qui se trouve en mouvement	
Acteurs	Fournisseur d'information connexe	Fournisseur de service qui fournit des informations connexes (restauration, tourisme) concernant la région d'intérêt du voyageur/conducteur
	Voyageur	Personne voyageant par transports publics et qui peut recevoir des informations par l'intermédiaire d'affichages variables ou sur un terminal portable
	Conducteur	Conducteur de voiture qui peut recevoir de l'information à l'intérieur de sa voiture
	Media	Acteur externe qui transmet les informations au conducteur/voyageur
	Transports publics	Fournit les horaires actuels et les dérangements éventuels des transports publics
	Service de réservation	Permet de faire des réservations pour des services connexes
	Météo	Fournit les informations météorologiques actuelles
Activités	<ol style="list-style-type: none"> Le système récupère les données suivantes <ul style="list-style-type: none"> les données de trafic et de performance actuelle et prédite les données météo les données de régulation de trafic les disponibilités de stationnement les informations sur les incidents et les événements les conseils donnés par la régulation du trafic les données sur les transports publics les informations connexes Le système génère des messages d'information (sur le trafic, la météo, la régulation du trafic, des conseils de changement du mode de transport). L'opérateur consulte ces messages d'information et les transmet à l'utilisateur (PMV, SV, radio etc.), si nécessaire. Le système transmet les données relevantes (trafic, performances, météo, régulation, incidents etc.) aux systèmes embarqués. Au souhait de l'utilisateur, le système peut fournir des informations connexes (hôtellerie, tourisme) et permettre de faire des réservations. Une action de paiement électronique est entreprise si nécessaire en faisant appel au cas d'utilisation T15 "payer le voyage". Si l'utilisateur est en situation d'urgence ou de panne, toute information utile doit être fournie gratuitement. Tout au long du voyage, le conducteur est guidé par l'intermédiaire du cas d'utilisation T12: "informer sur les déplacements et guidage durant le trajet". <p>Pré-conditions: Toutes les données nécessaires pour information du voyageur sont connues. Une multitude de scénarios sont définis pour la génération de messages d'information.</p> <p>Post-conditions: Le conducteur est au courant de la situation actuelle.</p>	

6.6.2.2 Tableau des opérations

Référence aux activités	Opération	Classe	Description
1	Accéder aux données	Trafic	Le système accède aux données actuelles de trafic
1	Accéder aux données	Performance	Le système accède aux données actuelles et prédites de performance
1	Accéder aux données	Météo	Le système accède aux données actuelles et prédites de météo
1	Accéder aux données	Régulation	Le système accède aux données de la régulation actuelle, y compris les conseils de délestage etc
1	Accéder aux données	Stationnement	Le système accède aux disponibilités de stationnement actuelles
1	Accéder aux données	Incidents	Le système accède aux données actuelles et prédites sur les incidents
1	Récupérer infos	Interface TP	Le système communique avec les acteurs du transport public afin de récupérer les informations actuelles les concernant
1	Enregistrer données	Transports publics	Le système enregistre les infos récupérées des transports publics dans une base de données spatio-temporelle
1	Récupérer les informations connexes d'intérêt	Gestion des informations connexes	Le système communique avec les fournisseurs d'informations connexes (e.g. les pages jaunes) afin de récupérer des informations connexes
1	Enregistrer données	Informations connexes	Le système enregistre les informations connexes pertinentes dans une base de données
2	Générer des messages	Gestion des informations	Le système génère des informations en analysant toutes ces données
2	Enregistrer messages	Informations	Le système enregistre les messages d'information
2	Transmettre les messages à l'utilisateur	Signalisation Media	Le système transmet les informations à l'utilisateur (par l'intermédiaire des médias et de la signalisation)
3	Transmettre les données aux systèmes embarqués	Interface véhicule	Le système transmet les données pertinentes aux systèmes embarqués des véhicules.
4	Fournir des informations connexes	Interface véhicule	Le système transmet des informations connexes à l'utilisateur, si celui-ci le désire.
4	Faire réservation	Gestion des informations connexes	Le système communique avec les différents acteurs de réservation afin de négocier une réservation en question
4	Enregistrer réservation	Réservations	
4	Vérifier cas d'urgence	Demander Paiements	Le système vérifie si l'utilisateur se trouve en situation d'urgence
5	Enregistrer demande de paiement	paiement	Si non, le système enregistre une demande de paiement
6	Récupérer conseils	Conseils Guidage	Le système récupère les conseils de guidage qui sont générés sous TI2
6	Guider	Guider	Le système sort les conseils de guidage tout au long du trajet

6.6.2.3 Diagramme des classes

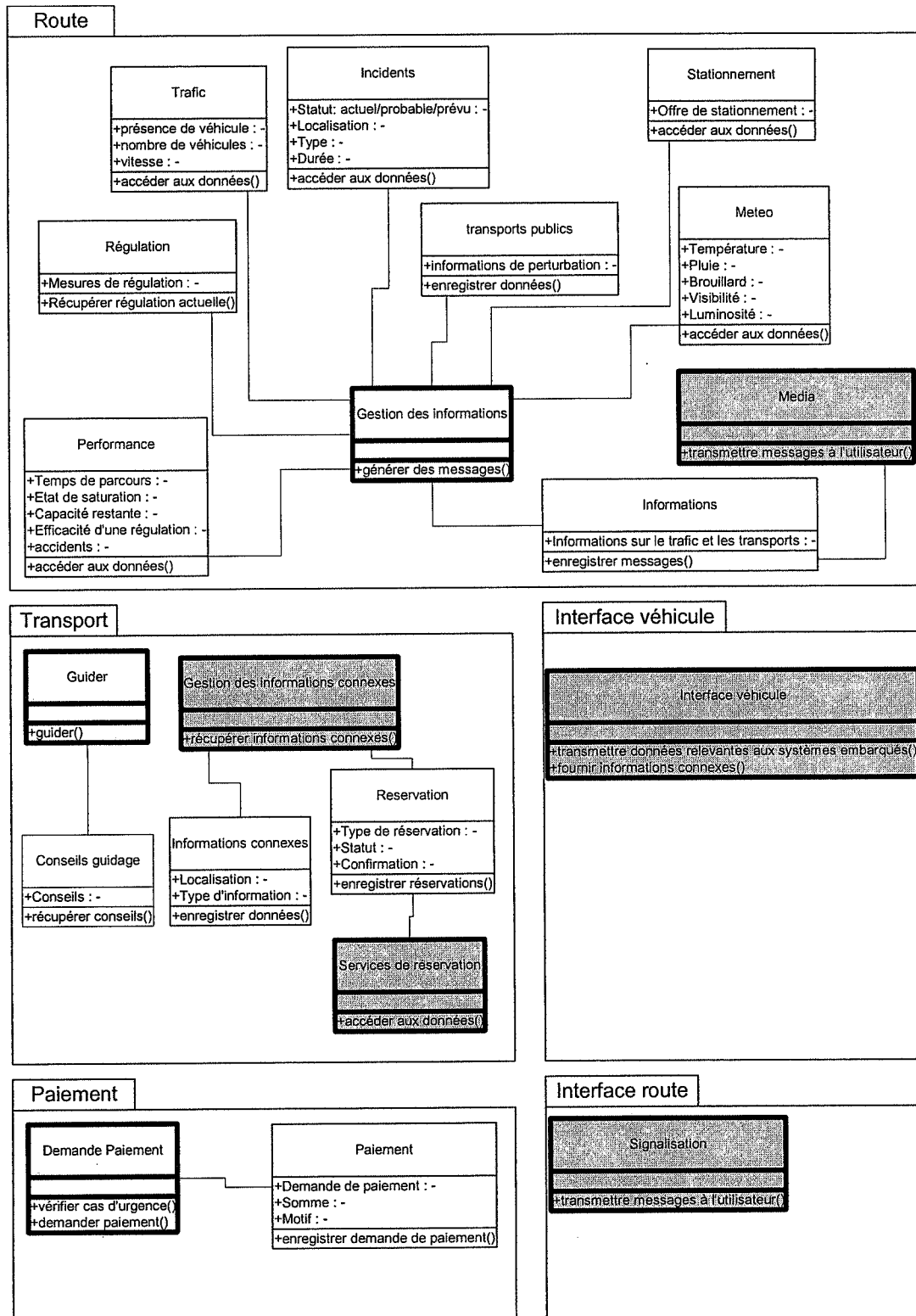


Figure 6-10: Diagramme des classes pour T11 "Informing the driver during the trip"

6.6.3 TI2: Informer sur les itinéraires et guidage durant le trajet

6.6.3.1 Description

Nom du cas d'utilisation	Informer sur les itinéraires et guidage durant le trajet	
Définition	Il s'agit de fournir des conseils de guidage et de navigation aux voyageurs et permettre des calculs d'itinéraires. Il y a une forte connotation spatiale à ces activités et les données sur les réseaux et leur géométrie sont fournies par un fournisseur de données géographiques.	
Déclenché par	Ce cas d'utilisation est déclenché par l'utilisateur qui veut calculer son itinéraire ou être guidé. Ceci peut être le cas avant le déplacement (TI3) ou pendant (TI1).	
Acteurs	Fournisseur de données géographiques	Fournit le dernier état statique du réseau routier
	Conducteur	Définir les paramètres du voyage et reçoit les conseils de guidage
	Transports publics	Fournit les horaires actuels et les dérangements éventuels des transports publics
Activités	<ol style="list-style-type: none"> 1) Le système consulte et met à jour ses données géographiques. 2) Le système (embarqué ou non) récupère les données suivantes: <ul style="list-style-type: none"> - les performances du réseau actuelles et prédites - les disponibilités de stationnement - les informations de trafic - les informations sur les incidents et les événements - les données sur le transport public - les données de régulation de trafic (conseils de délestage, vitesses conseillées, etc.) 3) L'utilisateur entre sa destination et définit ses critères pour le calcul d'itinéraire 4) Le système calcule le meilleur itinéraire en intégrant les données statiques et les données temps réel récupérées auparavant, tout en respectant les critères de choix définis par l'utilisateur. 5) Le système génère l'horaire de parcours en faisant appel au cas d'utilisation TI4 "générer un horaire pour le voyage" ainsi que les conseils de guidage 6) En cas d'occurrence de problèmes, un nouvel itinéraire est calculé <p>Pré-conditions: Toutes les informations nécessaires au guidage dynamique sont disponibles.</p> <p>Post-conditions: Le conducteur est guidé tout au long du trajet.</p>	

6.6.3.2 Tableau des opérations

Référence aux activités	Opération	Classe	Description
1	Mettre à jour les données statiques	Mise à jour données statiques	Le système communique avec le fournisseur de données géographiques afin de mettre à jour la base de données spatiale
1	Enregistrer données statiques	Données statiques	Le système enregistre les données statiques
2	Accéder aux données	Performance	Le système récupère les données de performance actuelle et prédite
2	Accéder aux données	Stationnement	Le système récupère les données sur la disponibilité actuelle de stationnement
2	Accéder aux données	Informations	Le système récupère les messages d'informations sur le trafic
2	Accéder aux données	Incidents	Le système récupère les informations sur les incidents actuels et prévus
2	Récupérer données	Interface TP	Le système récupère les données sur les transports publics
2	Enregistrer données	Transports publics	Le système enregistre les données sur les transports publics
2	Accéder aux données	Régulation	Le système récupère les informations sur la régulation actuelle
3	Récupérer paramètres	Interface utilisateur	Le système récupère les paramètres du voyage désiré par l'utilisateur
4	Calculer itinéraire	Calcul itinéraire	Le système calcule le meilleur itinéraire en intégrant les données statiques et les données temps réel
5	Enregistrer itinéraire	itinéraire	Le système enregistre l'itinéraire afin de permettre le calcul de l'horaire du voyage
5	Générer conseils	Calcul itinéraire	Le système génère les conseils de guidage
5	Enregistrer conseils	Conseils de guidage	Le système enregistre les conseils de guidage
6	Recalculer itinéraire	Itinéraire	Le système recalcule un nouvel itinéraire en cas d'occurrence de problèmes

6.6.3.3 Diagramme des classes

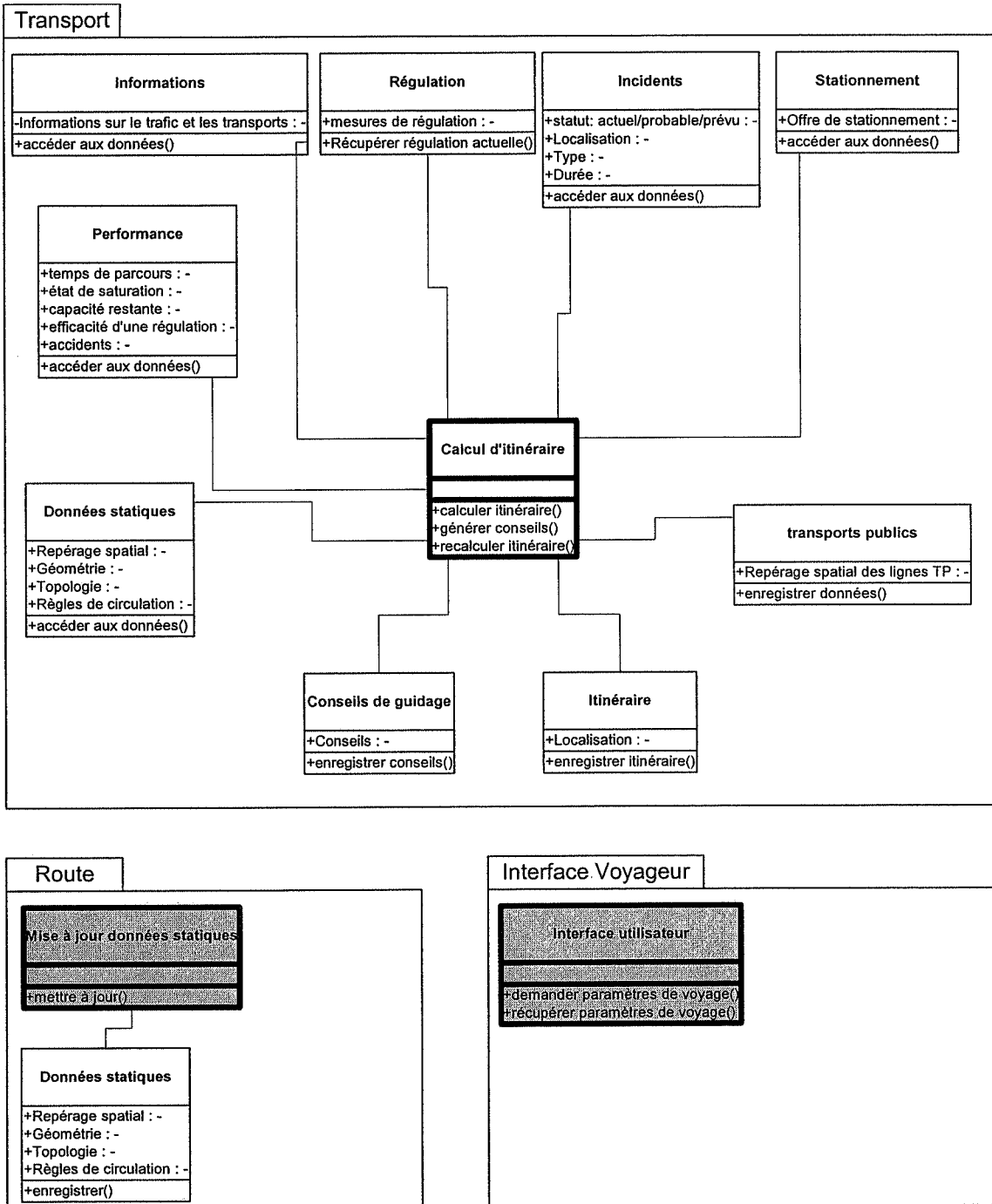


Figure 6-11: Diagramme des classes pour T12 "Informé sur les itinéraires et navigation durant le trajet"

6.6.4 TI3: Informer avant le déplacement

6.6.4.1 Description

Nom du cas d'utilisation	Informer avant le déplacement	
Définition	Il s'agit de produire un itinéraire, éventuellement multimodal, suite à une demande du voyageur et permettre des paiements anticipés. L'itinéraire est calculé grâce aux fonctionnalités offertes par le cas d'utilisation "informer sur les itinéraires et guidage durant le trajet".	
Déclenché par	Ce cas d'utilisation est déclenché suite à une demande d'informations du voyageur / conducteur	
Acteurs	Fournisseur d'information connexe	Fournisseur de service qui fournit des informations connexes (restauration, tourisme) concernant la région d'intérêt du voyageur/conducteur
	Services de réservation	Permet de faire des réservations pour des services connexes
	Voyageur	Peut spécifier les paramètres de son voyage désiré
	Conducteur	Peut spécifier les paramètres de son voyage désiré
Activités	<ol style="list-style-type: none"> 1) L'utilisateur saisit les paramètres de son déplacement: lieu de départ, date et heure du départ, lieu d'arrivée, étapes, critères pour le calcul d'itinéraire 2) Le système calcule le meilleur itinéraire en intégrant les données statiques et les données temps réel récupérées auparavant, tout en respectant les critères de choix définis auparavant. A cette fin, il fait appel au cas d'utilisation T12: "Informer sur les itinéraires et guidage durant le trajet" 3) Le système fournit l'itinéraire ainsi que l'horaire et le prix du voyage à l'utilisateur 4) Au souhait de l'utilisateur, le système récupère et fournit des informations connexes (hôtellerie, tourisme) et permet de faire des réservations. 5) Une action de paiement électronique est entreprise si nécessaire en faisant appel au cas d'utilisation T15 "payer le voyage".. 6) Le système met à jour les statistiques de voyage <p>Pré-conditions: Toutes les informations nécessaires au calcul d'itinéraire sont disponibles</p> <p>Post-conditions: Le voyageur connaît son itinéraire optimal avant de partir</p>	

6.6.4.2 Tableau des opérations

Référence aux activités	Opération	Classe	Description
1	Récupérer paramètres	Interface utilisateur	Le système récupère les paramètres de voyage entrés par l'utilisateur
1	Enregistrer paramètres	Interface utilisateur	Le système enregistre ces paramètres pour permettre le calcul d'itinéraire
2	Lancer calcul	Information avant voyage	Le système lance le calcul d'itinéraire par le biais de TM2
3	Récupérer itinéraire	Itinéraire	Le système récupère l'itinéraire calculé
3	Récupérer horaire	Horaire	Le système récupère l'horaire de déplacement calculé
3	Transmettre l'itinéraire à l'utilisateur	Interface utilisateur	Le système transmet les informations concernant les itinéraires, les prix, les paiements et les réservations à l'utilisateur
4	Récupérer informations connexes	Gestion Informations connexes	Le système communique avec les fournisseurs d'informations connexes (e.g. les pages jaunes) afin de récupérer des informations connexes
4	Enregistrer informations connexes	Informations connexes	Le système enregistre les informations connexes
4	Transmettre les informations connexes	Interface utilisateur	Le système transmet les informations connexes à l'utilisateur
4	Faire réservation	Gestion informations connexes	Le système communique avec les différents acteurs de réservation afin de négocier une réservation en question
4	Enregistrer réservation	Réservation	Le système enregistre les réservations
5	Vérifier cas d'urgence	Demande de paiements	Le système vérifie si l'utilisateur se trouve en situation d'urgence
5	Demander paiements	Demande de paiements	Sinon, le système enregistre une demande de paiement
5	Enregistrer demande de paiement	Paiement	Le système enregistre la demande de paiement
6	Mettre à jour	Statistique de voyage	Le système met à jour les statistiques de voyage

6.6.4.3 Diagramme des classes

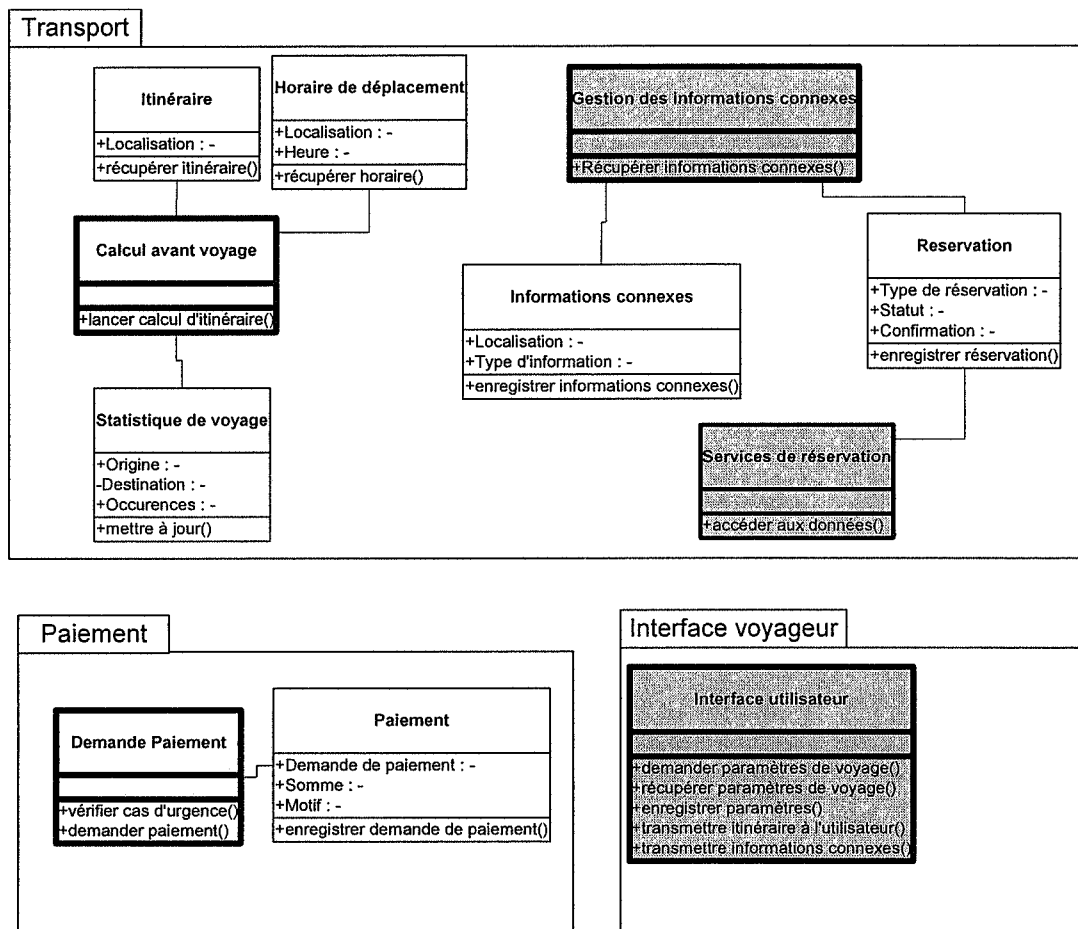


Figure 6-12: Diagrammes de classes pour TI3 "Informer avant le déplacement"

6.6.5 TI4: Générer un horaire pour le voyage

6.6.5.1 Description

Nom du cas d'utilisation	Générer un horaire pour le voyage	
Définition	Il s'agit de générer un horaire pour le voyage en combinant les données provenant de différentes sources. En même temps, il est possible de faire des réservations de billets/places pour des transports publics ou des parkings.	
Déclenché par	Ce cas d'utilisation est déclenché lors du calcul d'un itinéraire sous TI2 "informer sur les itinéraires et guidage durant le trajet"	
Acteurs	Transports publics à la demande	Cet acteur permet d'offrir des courses de transport public en s'adaptant à la demande générée par ce cas d'utilisation
	Services de réservation	Cet acteur effectue et enregistre les demandes de réservation faites par ce cas d'utilisation
Activités	<p>1) Le système récupère:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les données sur l'itinéraire calculé - Les données sur les transports publics - Les disponibilités de stationnement <p>2) Le système génère l'horaire en combinant les données des différentes sources</p> <p>3) Le système permet de faire des réservations pour les parkings, les transports publics, le covoiturage etc.</p> <p>4) Le système permet de faire le paiement pour ces réservations en faisant appel au cas d'utilisation TI5 "payer le voyage".</p> <p>Pré-conditions: Un itinéraire a été calculé auparavant Les données sur les transports publics sont disponibles</p> <p>Post-conditions: L'horaire du voyage est connu et toutes les réservations nécessaires sont faites</p>	

6.6.5.2 Tableau des opérations

Référence aux activités	Opération	Classe	Description
1	Accéder aux données	Itinéraire	Le système récupère les données concernant l'itinéraire calculé sous TI2
1	Récupérer horaires	Interface TP	Le système récupère les horaires actuels des transports publics
1	Accéder aux données	Transports publics	Le système enregistre les horaires actuels
1	Accéder aux données	Stationnement	Le système récupère les données concernant la disponibilité des places de parc
2	Générer horaire	Calcul horaire	Le système génère l'horaire du voyage en combinant différentes sources de données
2	Enregistrer Horaire	Horaire	Le système enregistre l'horaire calculé
3	Faire réservation	Négociateur réservation	Le système communique avec les différents acteurs de réservation afin de négocier une réservation pour l'itinéraire en question
3	Enregistrer réservation	Réservations	Le système enregistre la réservation
3	Demander paiement	Demande paiement	Le système demande le paiement pour les différentes réservations
4	Enregistrer demande de paiement	Paiements	Le système enregistre les demandes de paiement

6.6.5.3 Diagramme des classes

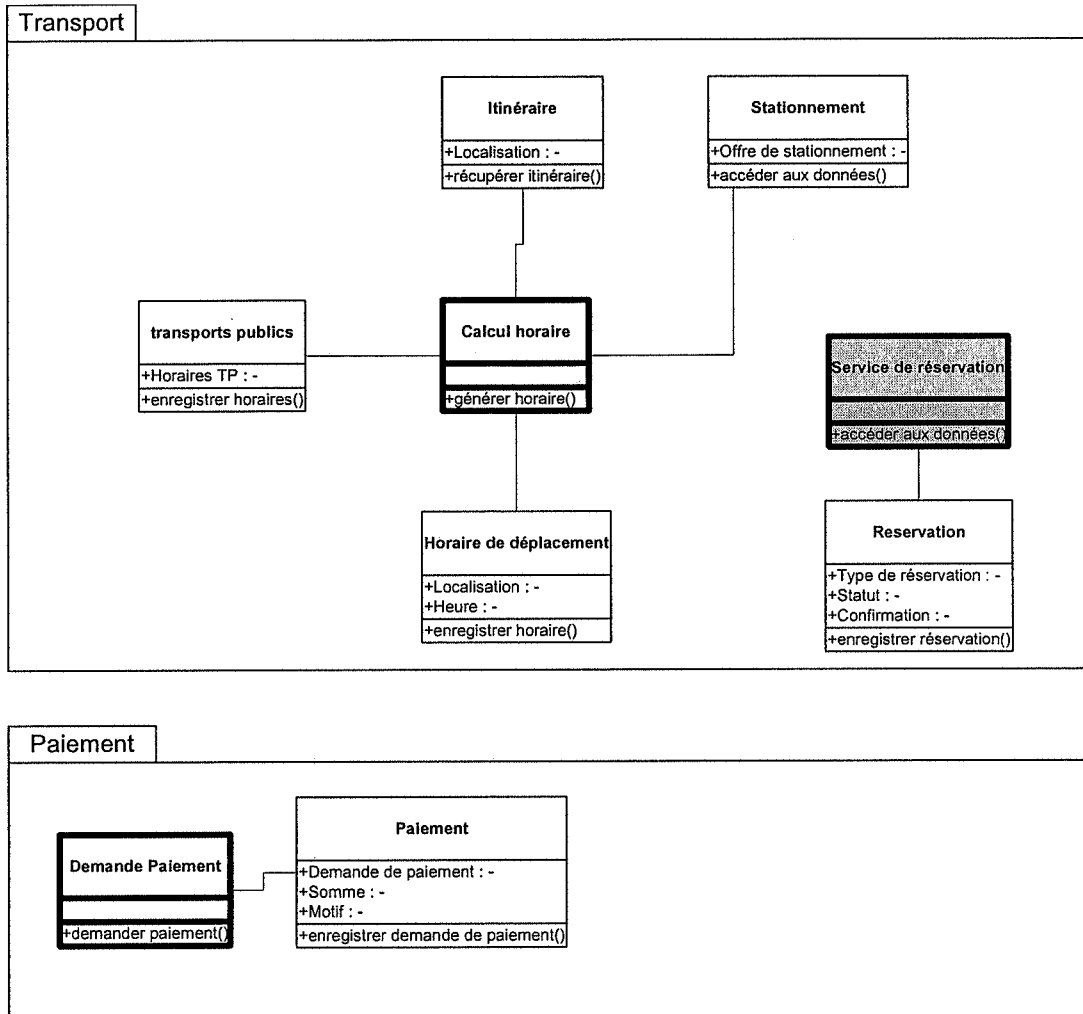


Figure 6-13: Diagramme des classes pour T14 "générer un horaire de déplacement"

6.6.6 TI5: Payer le voyage

6.6.6.1 Description

Nom du cas d'utilisation	Payer le voyage	
Définition	Il s'agit de permettre au voyageur de payer des éléments de son voyage à l'avance, qu'il s'agisse de péages, de billets ou réservations pour les transports publics de places de parcage ou de services connexes.	
Déclenché par	Ce cas d'utilisation est déclenché par un autre cas d'utilisation qui nécessite un paiement	
Acteurs	Service de paiement	Acteur qui permet de payer un service à l'avance
Activités	<ol style="list-style-type: none"> 1) Le système récupère les données de paiement générées par les autres cas d'utilisations. 2) Le système permet à l'utilisateur de confirmer ce paiement 3) L'utilisateur choisit le mode de paiement 4) Le système fait les transactions nécessaires 5) Le système génère une confirmation de paiement et la transmet à l'utilisateur <p>Pré-conditions: Une action de paiement a été générée par un autre cas d'utilisation</p> <p>Post-conditions: Les paiements nécessaires sont réglés</p>	

6.6.6.2 Tableau des opérations

Référence aux activités	Opération	Classe	Description
1	Récupérer demandes de paiement	Paielement	Le système récupère les demandes de paiement générées par les autres cas d'utilisation
2	Demander confirmation	Interface utilisateur	Le système demande à l'utilisateur de confirmer ce paiement
3	Récupérer choix	Interface utilisateur	Le système récupère le choix du mode de paiement
4	Faire transactions	Payer	Le système fait les transactions nécessaires
5	Générer confirmation	Payer	Le système génère une confirmation de paiement
5	Enregistrer confirmation	Paielement	Le système enregistre le paiement avec sa confirmation
5	Transmettre confirmation	Interface utilisateur	Le système transmet la confirmation de paiement à l'utilisateur

6.6.6.3 Diagramme des classes

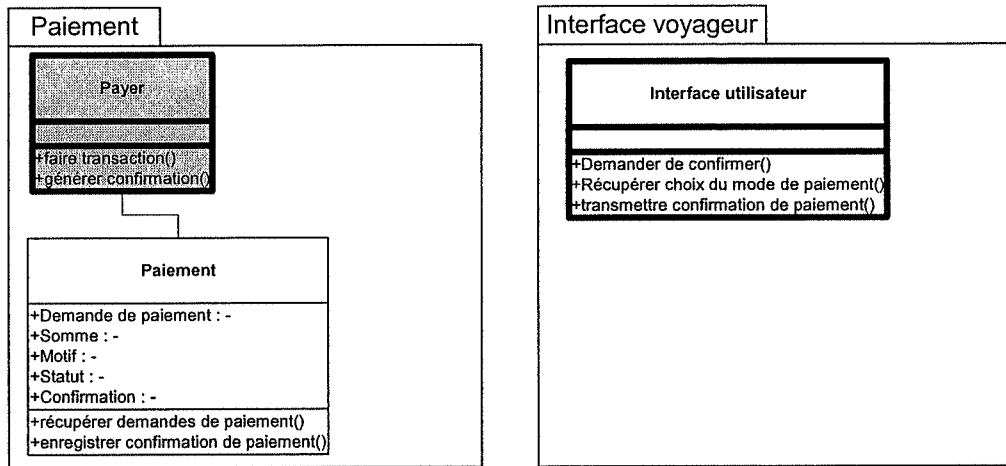


Figure 6-14: Diagramme des classes pour T15 "payer le voyage"

6.7 Consolidation des diagrammes de classe

Une représentation consolidée des classes par package ainsi qu'une description détaillée des classes peut être vue à l'annexe A.

6.8 Echange de données : Classes d'information intervenant dans plusieurs Cas d'utilisation

Afin de savoir quelles sont les classes d'information qui sont utilisées dans plusieurs cas d'utilisation et nécessitent donc des échanges de données, on peut voir le tableau suivant :

	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM6	TI1	TI2	TI3	TI4	TI5
Alarmes	X				X						
Appels d'urgence					X						
Conseils guidage							X	X			
Constat						X					
Données statiques	X	X				X		X			
Horaire de déplacement									X	X	
Incidents			X	X	X		X	X	X		
Informations							X	X			
Informations connexes							X		X		
Disponibilité de l'Infrastructure	X										
Itinéraire							X	X	X	X	
Itinéraire transports de matière dangereuse	X				X						
Matrice O-D		X	X								
Météo	X		X				X				
Paiement							X	X	X	X	X
Parcours des véhicules d'urgence					X						
Parcours FCD		X									

	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM6	TI1	TI2	TI3	TI4	TI5
Performance		X	X	X			X	X			
Pollution	X		X								
Régulation		X	X	X	X	X	X	X			
Réservation							X		X	X	
Stationnement	X	X	X					X		X	
Statistique de voyage		X							X		
Stratégie de gestion des incidents				X	X						
Stratégie politique				X							
TMP				X							
Trafic	X	X	X		X	X	X				
Transports publics	X						X	X		X	
Véhicule	X										
Véhicule fautif						X					

7 ARCHITECTURE PHYSIQUE

7.1 Les systèmes

7.1.1 Objectifs

Les objectifs principaux de la définition de l'architecture physique du système sont de :

- décrire la manière dont peuvent être modélisés physiquement (en terme de matériels et d'applications) les systèmes qui permettront de réaliser les fonctionnalités requises, telles que définies dans l'architecture conceptuelle.
- définir de manière adéquate les interfaces entre systèmes au niveau physique.
- recenser les flux physiques d'échanges de données et d'informations entre les éléments qui constituent les systèmes.
- L'objectif final de l'architecture physique est de créer ou identifier les entités physiques nécessaires à fournir les services attendus par les différents utilisateurs et appréhender les besoins d'interopérabilité et de normalisation.

La description est faite selon les propositions du projet français ACTIF.

7.1.2 Définition des systèmes

7.1.2.1 Généralités

La définition des systèmes se réfère simplement au modèle Américain repris par KAREN et ACTIF. Les systèmes de l'architecture physique sont simplement issus de la réalité (le véhicule, les routes, les centres de gestion, le voyageur etc.).

Ils rassemblent les éléments de l'architecture conceptuelle (classes, stocks de données et flux entre ces éléments) sur la base de la localisation des traitements. Cette localisation tient compte uniquement des besoins des utilisateurs : pour les sous-systèmes embarqués par exemple, on regroupera les fonctions qui sont nécessaires à la conduite ou à l'activité du conducteur. Ils ont donc un caractère générique qui les distinguent des systèmes techniques réels.

Les Systèmes Physiques peuvent être groupés en catégories qui partagent des caractéristiques institutionnelles, fonctionnelles basiques ou de déploiement.

Les catégories de Systèmes sont :

- Systèmes de type Centre,
- Systèmes de type Infrastructure,
- Systèmes de type Véhicule,
- Systèmes de type Voyageur.

Systèmes de type Centre

Ils fournissent les fonctions de gestion d'administration et de support pour le système de transport. Chaque Système de type Centre communique avec d'autres centres pour permettre la coordination entre les modes de transport et à travers les juridictions d'une même région. Les Systèmes de type Centre communiquent aussi avec les Systèmes Véhicule et d'Infrastructure pour collecter de l'information, fournir de l'information et contrôler les éléments qu'ils coordonnent.

Systèmes de type Infrastructure

Ils fournissent une interface directe avec la route, les voies ferrées ou les autres réseaux de transport, les véhicules en déplacement sur le réseau et les voyageurs des Transports Publics. Chaque Système d'Infrastructure inclut des fonctions qui requièrent une répartition sur l'infrastructure pour assurer la surveillance directe, la fourniture d'information et pour contrôler l'exécution des plans. Tous les Systèmes d'Infrastructure s'interfacent avec un ou plusieurs des Systèmes de Centre qui administrent les opérations globales des Systèmes d'Infrastructure. Ceux-ci incluent généralement des interfaces utilisateur directes avec les conducteurs et les passagers de Transports Publics, ainsi que des interfaces courte-portée avec les Systèmes Véhicules pour assurer des opérations.

Systèmes de type Véhicules

Ils sont tous embarqués à bord de véhicules et partagent de nombreuses fonctions d'information au conducteur, de navigation, ou de systèmes avancés de sécurité. Les Systèmes Véhicules communiquent avec les Systèmes d'Infrastructure et de Centre pour fournir des informations au conducteur. Par extension, la description du Système Véhicule Personnel inclut des fonctions d'Information Voyageur et de Sécurité qui sont applicables à d'autres Systèmes Véhicule.

Systèmes de type Voyageur

Ils incluent l'équipement qui en général appartient et est manipulé par le voyageur. Bien que cet équipement soit souvent à usage générique et pour une variété d'utilisations différentes, c'est l'aspect 'accès à l'information voyageur' qui est intéressant ici. Les équipements spécifiques inclus dans cette catégorie de Systèmes sont les ordinateurs portables, les téléphones, les assistants numériques, les postes de télévision et tout autre produit grand public capable de communiquer, qui peut servir à fournir de l'information au voyageur.

Diagramme ACTIF des catégories de Systèmes issu du modèle Américain

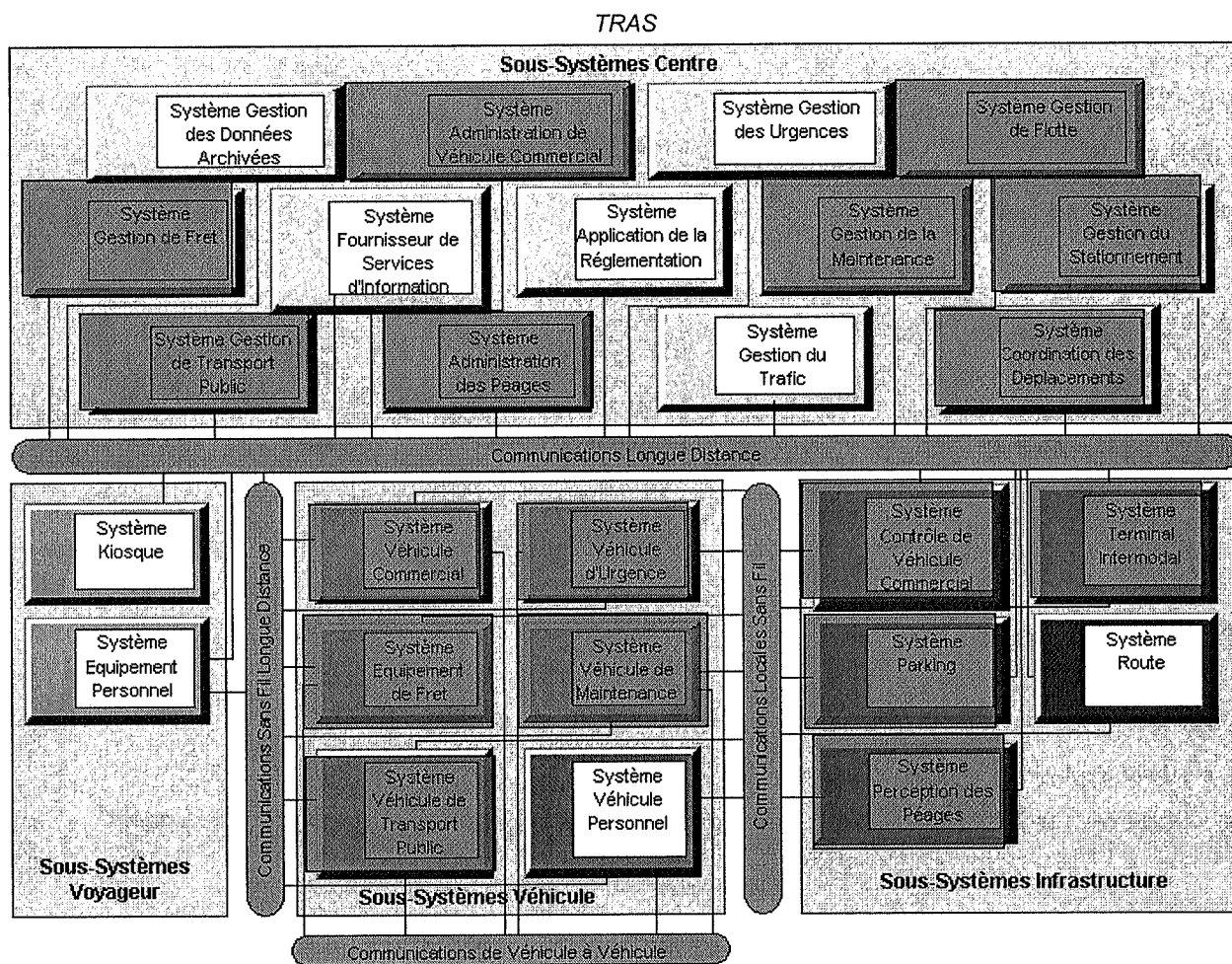


Figure 7-1: Les différents systèmes d'ACTIF et leur utilisation dans

Les Systèmes ne faisant pas partie de l'étude TRAS sont grisés.

7.1.2.2 Les systèmes physiques de TRAS

Des Systèmes Physiques présentés ci dessus, seuls les suivants seront présentés spécifiquement dans le projet TRAS.

Cette sélection se réfère aux domaines d'étude jugés prioritaires, et il s'agit de :

- Système de gestion du trafic
- Système fournisseur de services d'information
- Système gestion des urgences
- Système application de la réglementation
- Système gestion des données archivées
- Système route
- Système kiosque
- Système équipement personnel
- Système véhicule personnel

7.1.3 Description des systèmes

La structure de présentation est la suivante pour chaque Système Physique :

- **Description** : la description du Système Physique;
- **Classes (opérations et attributs)** : Classes d'information, de contrôle et d'interface de l'architecture conceptuelle associées au Système Physique. En plus du lien avec l'architecture conceptuelle TRAS une correspondance avec les fonctions d'actif est faite.

7.1.3.1 Système de gestion du trafic

Description

Le Système Gestion du Trafic opère depuis un centre de gestion du trafic ou d'un autre lieu fixe. Ce Système supervise et gère les flux de trafic.

Il gère les données de circulation ainsi que les données relatives à l'environnement. Il supervise les accès aux tunnels et aux ponts pour les véhicules et les voyageurs utilisant d'autres modes de transport ainsi que l'occupation des véhicules sur les aires de service. Il collectionne les données brutes de trafic par l'intermédiaire de différents capteurs (fixes ou FCD).

Il offre des systèmes de gestion du trafic, pour la régulation des vitesses et des voies, par exemple.

Il devra évaluer les incidents détectés par les autres Systèmes ou Acteurs externes et déterminer les actions nécessaires. La stratégie d'intervention devra comprendre un réexamen de la stratégie de gestion du trafic en cours, l'émission de commandes vers les Systèmes Infrastructure, la notification de l'incident au Système Gestion des Urgences et l'information des autres Systèmes Centre.

Il devra détecter toute violation des commandes de régulation du trafic et en informer le Système Application de la Réglementation.

Classes associées au système :

Classes TRAS		Référence aux activités de scénario TRAS	Fonctions ACTIF ¹⁴
Classes de contrôle	Analyse véhicule	TM 1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gérer les données statiques sur le trafic ▪ Gérer les données du trafic ▪ Fournir une régulation de la vitesse du trafic, une gestion des voies de circulation ▪ Gérer les données sur les conditions météo ▪ Gérer les données sur les conditions ambiantes ▪ Fournir des outils de gestion programmée du trafic ▪ Fournir des prévisions de trafic et des stratégies ▪ Gérer les données statiques sur le trafic ▪ Fournir des états d'occupation des aires de services, superviser l'occupation des aires de services ▪ Fournir une gestion du trafic ▪ Gérer les données du trafic ▪ Identifier et classifier les incidents, Gérer les données sur les incidents ▪ Fournir à l'opérateur les moyens de gestion de trafic, Fournir à l'opérateur une interface gestion des incidents, des ponts et tunnels, des conditions ambiantes
	Calcul performance	TM 3	
	Identification du véhicule	TM 4	
	Mesures trafic	TM 5	
	Segment	TM 6	
	Réguler		
	Réseau routier/Axe/Nœud		
	Calcul O-D		
	Transport de matière dangereuse		
	Gestion des incidents		
	Infraction		
	Classes d'interface	FCD	
Infos TP			
Mesures Météo			
Mesures pollution			
Mise à jour données statiques			
Mise à jour infrastructure			
Offre Stationnement			
Interface véhicule			
Interface opérateur			
Media			
Planification des transports			
Fournisseur de données sur la demande			
Gestion de la demande			
Politique des transports			
Gestionnaire du réseau			
Planification TP			
Media			
Voyageur			
Maintenance Infrastructure			
Promoteur d'événements			
Services de réservation			

¹⁴ Selon la démarche décrite au chapitre 3, on énumère ici les activités des scénarios de l'architecture conceptuelle réalisées dans le système en question. Pour des questions de contrôle, nous avons également énuméré les fonctions réalisés dans chaque système selon l'architecture proposée par le projet français ACTIF.

Classes d'information	<p>Alarmes¹⁵ Constat Données statiques Incidents Disponibilité de l'infrastructure Itinéraire transports de matière dangereuse Matrice O-D Météo Parcours FCD Performance Pollution Régulation Stationnement Statistique de voyage Stratégie de gestion des incidents Stratégie politique TMP Trafic Véhicule Véhicule fautif Transports publics</p>		
-----------------------	--	--	--

¹⁵ Les classes en gras sont gérées dans le système physique décrit ici, les autres classes sont gérées dans un autre système et uniquement utilisées dans le système physique décrit ici.

7.1.3.2 Système fournisseur de services d'information

Description

Le Système Fournisseur de Services d'Information peut jouer plusieurs rôles différents dans un STI intégré.

1. Il assure une fonction générale d'infocentre, recueillant les informations auprès des opérateurs de systèmes de transport et les ré-acheminant vers d'autres opérateurs dans la région et vers d'autres fournisseurs de services d'information . Le Fournisseur de Services d'Information sert alors de pont entre les différents systèmes de transport qui produisent ces informations et les autres fournisseurs de services d'information et leurs abonnés, qui utilisent ces informations.

2. Il fournit des informations aux abonnés et au grand public. Ces informations se composent d'informations de base, d'informations sur les conditions de circulation en temps réel et sur les horaires des transports publics, de " pages jaunes ", d' informations intramodales et d'informations sur le stationnement, de conseils de sensibilisation et d'informations sur les événements prévus. Le Système permet également de fournir aux voyageurs des indications spécifiques en réponse à leurs demandes (origine et destination), en générant des itinéraires et en leur communiquant les calculs d'itinéraires.

3. Il permet également de planifier des itinéraires spécifiques pour les flottes de véhicules.

Dans ce cas, la fonction Fournisseur de services d'information peut alors être dédiée au système d'affectation, ou même y être intégrée. Les réalisations avancées offrent également des services de réservation.

Ces informations sont mises à la disposition des voyageurs par le Sous -système Equipement Personnel, le Système Kiosque et divers Systèmes Véhicules via les liaisons disponibles. Le Système supporte la fourniture d'informations uni-directionnelle (diffusion), de base, et bi-directionnelle, personnalisée. Le Système permet à une infrastructure informationnelle de mettre prestataires et consommateurs en relation, et de recueillir les informations permettant d'aider à planifier les améliorations de service et à maintenir les opérations.

Classes associées au système :

Classes TRAS		Référence aux activités de scénario TRAS	Fonctions ACTIF
Classes de contrôle	Gestion des informations	TI 1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Définir les Préférences Générales de Voyage (PGV) du voyageur, Fournir une Interface Opérateur/Stock de données PGV ▪ Définir les Préférences Particulières de Voyage du voyageur, Définir les Critères Essentiels, Fournir une interface de gestion des fichiers de déplacement ▪ Sélectionner et Définir les Réservations ▪ Planifier des Déplacements Multimodaux ▪ Proposer des alternatives au déplacement, Produire un Itinéraire et un Fichier Déplacement, Suivre le voyageur et activer le plan de déplacement, Informer et Conseiller l'Utilisateur de l'Information, Fournir une Interface de Gestion de Fichiers Déplacements, Informer et conseiller l'utilisateur de l'information ▪ Effectuer des Paiements ▪ Proposer des Informations connexes au déplacement, Gérer les données d'assistance au voyage ▪ Evaluer les Perturbations, Evaluer le Déplacement ▪ Gérer les données sur les horaires ▪ Suivre le voyageur et activer le plan de déplacement, Gérer les données d'assistance au voyage
	Calcul avant voyage	TI 2	
	Calcul d'itinéraire	TI 3	
Classes d'interface	Calcul horaire	TI 4	
	Négociation Réservation	TI 5	
	Demande Paiement	TM1	
Classes d'information	Payer		
	Media		
	Infos TP		
Classes d'interface	Gestion des informations connexes		
	Mise à jour données statiques		
	Media		
Classes d'information	Voyageur		
	Services de réservation		
	Interface opérateur		
Classes d'information	Interface utilisateur		
	Conseils guidage		
	Données statiques		
Classes d'information	Horaires de déplacement		
	Incidents		
	Informations		
Classes d'information	Informations connexes		
	Infrastructure		
	Itinéraire		
Classes d'information	Météo		
	Paiement		
	Performance		
Classes d'information	Régulation		
	Réservation		
	Stationnement		
Classes d'information	Statistique de voyage		
	Trafic		
	Transports publics		

7.1.3.3 Système gestion des urgences

Description

Le Système Gestion des Urgences coordonne les différents centres de secours chargés de la sécurité publique, à savoir la police, les pompiers et les détachements spéciaux pour les opérations de recherche et de sauvetage. Le Système suit et gère les flottes de véhicule d'urgence grâce aux techniques de localisation automatique des véhicules et de communication bi-directionnelle avec les flottes de véhicules. Il utilise les informations routières en temps réel afin de sélectionner les véhicule(s) et itinéraires d'urgence qui offriront la réponse la plus appropriée au problème.

Classes associées au système :

Classes TRAS		Référence aux activités de scénario TRAS	Fonctions ACTIF
Classes de contrôle	Coordination des urgences	TM1 TM5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acquérir les appels d'urgence des systèmes fixes ▪ Identifier et Classer les Urgences ▪ Gérer les Informations Incidents et Urgences ▪ Planifier les Interventions d'urgence ▪ Traiter les comptes rendus d'avancement des urgences ▪ Fournir une supervision des urgences à l'opérateur ▪ Accéder aux données et les maintenir pour les Urgences ▪ Identifier les transports de matières dangereuses et suivre leur itinéraire
Classes d'interface	Réception appels d'urgence Interface opérateur Services d'intervention		
Classes d'information	Appels d'urgence Données statiques Incidents Informations Infrastructure Itinéraire transports de matière dangereuse Météo Parcours des véhicules d'urgence Pollution Régulation Stratégie de gestion des incidents Trafic Compte rendu d'avancement d'urgence		

7.1.3.4 Système application de la réglementation

Description

Le Système Application de la Réglementation fournit une assistance aux autorités chargées de l'application de la réglementation pour la détection des infractions et leur poursuite. La réglementation en vigueur inclut les règles de circulation, la réglementation sur les transports ainsi que la réglementation sociale.

Le Système reçoit des autres domaines les mesures effectuées et les cas de fraude suspects et effectue les vérifications nécessaires. Si une infraction est détectée au moyen d'un équipement certifié, le Système peut continuer à apporter son assistance aux autorités en générant un fichier de poursuite judiciaire. Dans d'autres cas, il peut les avertir en vue d'un contrôle ultérieur, et générer un message d'avertissement à l'intention des conducteurs (via un système d'affichage ou de systèmes embarqués).

Classes associées au système :

Classes TRAS		Référence aux activités de scénario TRAS	Fonctions ACTIF
Classes de contrôle	Contrôle du trafic Identification du véhicule,	TM 6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acquérir les mesures ▪ Analyser l'Image, Identifier le Contrevenant, Trier les Notifications de Fraude ▪ Créer un Fichier des Poursuites ▪ Archiver les Fraudes ▪ Gérer la Réglementation ▪ Gérer les Enregistrements des Utilisateurs
Classes d'interface	Infraction		
Classes d'information	Constat, Données statiques, Régulation, Véhicule fautif		

7.1.3.5 Système gestion des données archivées

Description

Le Système Gestion des Données Archivées recueille, archive, gère et distribue les données générées à partir de sources STI, et ce pour l'administration des transports, l'évaluation de la politique, la sécurité, la planification, le suivi des performances, l'évaluation des programmes, d'exploitation et les applications de recherche. Ces données sont formatées et reçoivent des attributs définissant leur source, les conditions dans lesquelles elles ont été recueillies, les transformations qu'elles ont subies, et toute autre information (méta données, par exemple) nécessaire à leur bonne interprétation. Le Système peut agréger des données générées par STI avec des données de source non STI et avec d'autres archives afin de générer des informations utilisant des données de domaines fonctionnels, modes et juridictions multiples. Le Système prépare les données qui peuvent servir de données d'entrée pour les systèmes régionaux et locaux de reporting de données.

Le Système peut être implémenté de nombreuses façons. Il peut être installé dans un centre opérationnel et permettre d'accéder, de façon ciblée, à des données archivées d'une autorité particulière ; il peut aussi être exploité comme un centre distinct recueillant des données auprès d'autorités et de sources multiples et fournir un service général d'infocentre pour une région.

Classes associées au système :

Classes TRAS		Référence aux activités de scénario TRAS	Fonctions ACTIF
Classes de contrôle		TI 1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rechercher une archive, ▪ Traiter une archive ▪ Gérer l'accès aux archives.
		TM 1	
		TM 2	
Classes d'interface		TM 3	
		TM 4	

Classes d'information	Données statiques Incidents Informations Infrastructure Itinéraire transports de matière dangereuse Matrice O-D Météo Parcours FCD Performance Pollution Régulation Stratégie de gestion des incidents Stratégie politique TMP Trafic Transports publics	TM 5	
-----------------------	---	-------------	--

7.1.3.6 Système route

Description

Ce système comprend les équipements installés sur et le long des routes qui gèrent et régulent le trafic. Ce sont les stations radio sur les autoroutes, les panneaux à message dynamique, les bornes de téléphone cellulaire, les caméras en circuit fermé et les systèmes de traitement des images vidéo pour la détection et le contrôle des incidents, les détecteurs de véhicules, les feux de circulation, les systèmes d'alerte aux passages à niveau et les systèmes de dosage de rampe.

Il offre une aide pour le déploiement intelligent des zones de travaux, grâce à des systèmes de supervision et de régulation portables, et permet à un système de bord de route (un capteur et un processeur local, par exemple) de contrôler les données de sortie d'un autre système de bord de route (un panneau à message dynamique, par exemple). Il permet également de surveiller les émissions dans l'atmosphère et l'environnement via des capteurs météorologiques, des capteurs de gel de la chaussée, des capteurs de brouillard, etc. Le Système offre aussi, en support aux Systèmes Gestion du Trafic et Centre, des fonctions de gestion du sens de circulation des voies, de priorité des transports publics et d'ondes vertes pour les véhicules d'urgence.

Dans des réalisations avancées, il offre des systèmes automatiques de sécurité pour les véhicules et contrôle la sécurité aux accès et sortie d'un système d'autoroute automatique, en supervisant les véhicules reliés à ce système et en communiquant avec eux. Il comprend également des fonctions destinées à empêcher les collisions aux intersections qui consistent à déterminer la probabilité d'une collision à une intersection, à envoyer des alarmes et/ou à déclencher des actions de contrôle appropriées aux véhicules approchant de l'intersection. Il supporte des systèmes avancés de détection qui inciteront les piétons et les cyclistes à faire des choix qui, utilisant mieux le réseau de transport, facilitent leur progression.

Classes associées au système :

Classes TRAS		Référence aux activités de scénario TRAS	Fonctions ACTIF
Classes de contrôle	Mesures trafic Mise à jour infrastructure Segment	TM 1 TM 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recueillir les Données de Trafic, Recueillir les données des véhicules traceurs, Effectuer des Mesures Homologuées ▪ Fournir les commandes de sortie ▪ Evaluer l'état d'un pont, Evaluer l'état d'un tunnel Superviser l'état de l'infrastructure et des équipements ▪ Détecter les incidents ▪ Superviser les conditions météo ▪ Contrôler la pollution atmosphérique, Contrôler les nuisances sonores ▪ Evaluer l'état d'un pont, Evaluer l'état d'un tunnel, Sortie Informations sur un pont, Sortie Informations sur un tunnel, Superviser l'état de l'infrastructure et des équipements, Fournir un support à partir de l'infrastructure, Fournir un support d'infra. pour le maintien dans la voie ▪ Recevoir et Fournir des commandes de priorités ▪ Fournir les commandes de sortie
	Mesures Météo Mesures pollution Mise à jour infrastructure Piéton Priorités Signalisation Véhicule spécial	TM 4 TM 5	
Classes d'information	Alarmes Disponibilité de l'infrastructure Météo Pollution Régulation Trafic		

7.1.3.7 Système kiosque

Description

Le système permet d'accéder aux informations voyageurs dans les stations et arrêts des transports publics, sur des sites situés sur les itinéraires et sur les principaux lieux impliquant des déplacements tels que lieux de grandes manifestations, hôtels, complexes de bureaux, parcs d'attraction et théâtres. Ces points d'accès peuvent être des kiosques et des systèmes d'affichage offrant différents niveaux d'interaction et d'accès à l'information. Aux arrêts des transports publics, ce peuvent être de simples panneaux affichant des informations horaires et des signaux avertissant les voyageurs de l'arrivée imminente d'un véhicule. On peut ajouter à ces informations de base des informations multi-modales relatives aux conditions de circulation et aux horaires des transports publics, ainsi que les pages jaunes, pour faciliter le choix du mode de transport et de l'itinéraire sur les principaux lieux impliquant des déplacements. Le Système permet également de planifier des itinéraires personnalisés et d'accéder à des informations de guidage d'itinéraire, en fonction des critères fournis par les voyageurs. Il offre aussi une fonction de sécurité publique grâce à des caméras à circuit fermé et à d'autres équipements de surveillance et de notification des urgences dans ces espaces publics. Il peut également, à la demande de l'autorité de déploiement; assurer la maintenance des cartes de transport et offrir d'autres caractéristiques permettant d'accroître le service aux voyageurs.

(Pas de modélisation ACTIF)

Classes associées au système :

Classes TRAS		Référence aux activités de scénario TRAS
Classes de contrôle		TI 3
Classes d'interface	Interface utilisateur	
Classes d'information	Conseils guidage Horaire Informations connexes Itinéraire Paiement Réservation Statistique de voyage	

7.1.3.8 Système équipement personnel

Description

Ce Système permet aux voyageurs de recevoir des informations formatées sur la circulation, chez eux, sur leur lieu de travail, sur les principaux sites impliquant des déplacements, au moyen de multiples supports électroniques. Il permet également aux usagers d'obtenir des informations de base sur les itinéraires et de choisir le mode de transport qui leur permettra d'éviter les encombrements ; d'autres fonctionnalités plus avancées permettent aux usagers de définir les paramètres spécifiques à leurs propres besoins et de recevoir les informations correspondantes. Le Système permet de recevoir, à partir des infrastructures, dans des lieux fixes comme chez soi ou sur le lieu de travail, et également sur des systèmes portables ou dans le véhicule lui-même, des calculs d'itinéraire ; il permet aussi d'exécuter un processus de calcul d'itinéraire sur un lieu mobile d'accès à l'information.

(Pas de modélisation ACTIF)

Classes associées au système :

Classes TRAS		Référence aux activités de scénario TRAS
Classes de contrôle		TI 3
Classes d'interface	Interface utilisateur	
Classes d'information	Conseils guidage Horaire Informations connexes Itinéraire Paielement Réservation Statistique de voyage	

7.1.3.9 Système véhicule personnel

Description

Il s'agit d'un système embarqué assurant des fonctions d'acquisition, traitement, stockage et communication permettant d'effectuer un déplacement optimisé et sûr avec un véhicule individuel.

Des options de communication à la fois uni-directionnelle et bi-directionnelle offrent toute une gamme de services allant de services de diffusion d'informations à faible coût à des services avancés d'informations personnalisées, payants. Des capteurs avancés, des processeurs et des interfaces conducteurs avancés permettent de compléter les services d'information aux conducteurs; ainsi, ceux-ci peuvent sélectionner leur itinéraire et effectuer un déplacement optimisé et plus sûr.

Classes associées au système :

Classes TRAS		Référence aux activités de scénario TRAS	Fonctions ACTIF
Classes de contrôle	Calcul avant voyage	TI 2 TI 3 TI 4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contrôler la distance de visibilité ▪ Fournir des moyens pour changer de voie ▪ Surveiller l'état du véhicule ▪ Fournir des moyens d'interaction Conducteur-Véhicule ▪ Fournir des moyens de communication Véhicule-Infrastructure ▪ Fournir des moyens de localisation de véhicule ▪ Fournir une Architecture Télématique embarquée ▪ Fournir des informations avant le déplacement ▪ Fournir un guidage dynamique ▪ Fournir des informations sur les déplacements ▪ Fournir une Assistance sur la route ▪ Fournir la réglementation routière ▪ Fournir une Détection des infractions à la réglementation ▪ Fournir les Transactions Financières Electroniques
	Calcul d'itinéraire		
	Calcul horaire		
Classes d'interface	Guider		
Classes d'information	Interface véhicule		
	Conseils guidage		
	Horaires		
	Informations connexes		
	Itinéraire,		

7.1.4 Flux de données : Classes d'information utilisées dans plusieurs systèmes

Afin de pouvoir facilement voir les interfaces entre systèmes, on peut voir dans le tableau suivant les classes d'information qui sont utilisées dans plusieurs systèmes. En outre, on fixe dans quel système elles sont gérées.

U	Cette classe est utilisée dans le centre correspondant
+	Cette classe est utilisée dans le centre correspondant, selon le modèle ACTIF. Il faudrait vérifier si c'est le cas en Suisse.
G	Cette classe d'information est gérée dans le centre correspondant

	Système de gestion des données archivées	Système gestion des urgences	Système Fournisseur de services d'information	Système Application de la réglementation	Système Gestion de Trafic	Système Kiosque	Système Equipement personnel	Système véhicule personnel	Système route
Alarmes					G				X
Appels d'urgence		G							
Conseils guidage			G			X	X	G	
Constat				G	+				
Données statiques	X	X	X	X	G				
Horaire de déplacement			G			X	X	X	

	Système de gestion des données archivées	Système gestion des urgences	Système Fournisseur de services d'information	Système Application de la réglementation	Système Gestion de Trafic	Système Kiosque	Système Equipement personnel	Système véhicule personnel	Système route
Incidents	X	X	X		G				
Informations	X	X	G						
Informations connexes			G			X	X	X	
Disponibilité de l'Infrastructure	U	U	U		G				U
Itinéraire			G			U	U	U	
Itinéraire transports de matière dangereuse	U	U			G				
Matrice O-D	U				G				
Météo	U	U	U		G				U
Paiement			G			U	U		
Parcours des véhicules d'urgence		G							
Parcours FCD	U				G				
Performance	U		U		G				
Pollution	U	U			G				U

	Système de gestion des données archivées	Système gestion des urgences	Système Fournisseur de services d'information	Système Application de la réglementation	Système Gestion de Trafic	Système Kiosque	Système Equipement personnel	Système véhicule personnel	Système route
Régulation	U	U	U	U	G				?
Réservation			G			U	U		
Stationnement	U		U		G				
Statistique de voyage			U		G	U	U		
Stratégie de gestion des incidents	U	U			G				
Stratégie politique	U				G				
TMP	U				G				
Trafic	U	U	U		G				U
Transports publics	U		G		U				
Véhicule					G				
Véhicule fautif				G	+				

7.1.5 Exemple de répartition des systèmes physiques de TRAS selon des couches organisationnelles

Ce chapitre présente un exemple concret de la manière dont peut s'appliquer la répartition des système dans un cadre organisationnel défini. Cette répartition tient compte des exemples de services abordés dans le rapport relatif à l'analyse des besoins et la définition des services.

	Champ de contrôle	Objectifs	Exemples de services	Exemples de systèmes
5	Réseau International	Informations internationales	Information sur le trafic	Fournisseur de services d'information
4	Réseau National	Efficacité du réseau	Gestion de réseau Data Warehouse	Gestion du trafic Gestion des données archivées Fournisseur de services d'information
3	Réseau Régional ou Cantonal	Efficacité du réseau Fluidité du trafic Gestion d'incident Sécurité du trafic	Gestion de réseau Gestion d'axes Régulation du trafic Gestion d'incidents Surveillance continue du trafic Information sur les déplacements Information aux conducteurs Contrôle automatique du trafic Gestion des appels d'urgences Gestion des appels en cas de panne	Gestion du trafic Fournisseur de services d'information Gestion des urgences Application de la réglementation Gestion des données archivées
2	Axe, Tunnel	Fluidité du trafic Gestion d'incident Sécurité du trafic	Gestion d'axe Régulation du trafic Gestion d'incidents Gestion des appels d'urgences Gestion des appels en cas de panne Surveillance continue du trafic	Gestion du trafic Gestion des urgences Gestion des données archivées
1	Terrain	Lien physique avec la route, le trafic et les voyageurs	Acquisition et transmission de données	Route, Kiosque, Équipement personnel, Véhicule

Nota : Les échanges de données entre systèmes et leur fréquences doivent être définis en fonction de l'organisation hiérarchique ainsi que des rôles affectés aux différents champs de contrôle.

7.2 Communication

7.2.1 Objectifs

L'architecture de communication est décrite selon les principes du projet Européen KAREN (Keystone Architecture Required for European Networks)

L'architecture de communication consiste à décrire les mécanismes qui permettent ou permettront d'échanger les données et informations entre systèmes ou sous-systèmes sur la base de procédures communes (les formats et codifications des données étant établis dans les standards d'échanges).

Cette architecture a besoin d'être à la fois ouverte, évolutive et tenir compte des contraintes de l'existant et des moyens disponibles.

Dans le but d'assurer les échanges entre systèmes, les interfaces doivent être définies et basées sur des standards ou standard de facto.

La définition de ces moyens de communication doit effectivement tenir compte des aspects coûts, fiabilité et performances et perspectives d'évolution.

Ainsi chaque interface sera qualifiée en fonction des caractéristiques tel que :

le support physique de communication (cuivre, fibre optique, radioélectrique hertzien ou satellite, etc.)

le type de réseau (réseau téléphonique commuté, RNIS, X25, HDSL, ADSL, GSM, DAB, ATM, Ethernet, Internet, etc.)

- les équipements terminaux de transmission nécessaires
- le mode et la fréquence des échanges (temps réel, temps différé, broadcast, mode interactif, etc.)
- le type de données (voix, données informatiques, vidéo)
- le volume des données échangées
- les temps de transfert de données
- la sécurité d'échanges des données
- les protocoles de communication et d'échanges de données (DATEX, RDS-TMC Alert C, TCP_IP, WAP, TPEG, etc)

7.2.2 Méthodologie

Définition

L'architecture de communication définit et décrit les moyens qui servent de support d'échanges d'information entre systèmes.

Cet échange d'informations étant effectuée à travers les flux physiques de l'architecture physique.

La description et la définition se traduisent d'une part par les moyens adéquats de transmission de données d'un point à l'autre en terme de coût, délai et consistance, d'autre part par le fait que les informations échangées s'interprètent sans faute entre émission et réception.

Ceci se traduira par un chapitre traitant des liens de communication entre les principaux interfaces des systèmes et un autre visant à énoncer les protocoles standards ou standards de facto.

Méthodologie

Techniquement les moyens de transmission concernent les 4 premières couches du modèle OSI : les couches physique, de liaison, de réseau et de transport.

Comme évoqué initialement, l'architecture de communication doit rester le plus indépendant possible de la technologie. C'est ainsi que le sujet sera abordé de manière assez générique. Seul les flux physiques des systèmes les plus représentatifs seront traités pour caractériser l'architecture de communication.

La description de ces besoins types de télécommunication, est un pas important pour une architecture de communication. En effet les technologies de télécommunication évoluent si rapidement qu'il n'est pas possible d'établir une architecture de communication orientée technologie valable à long terme.

Au préalable une hiérarchie des liens de communication entre sous-systèmes est présentée pour clarifier la typologie des réseaux.

Standards

Les standards de télécommunication qui sont utilisés en télématique routière existent depuis un certain temps et ont évolués en fonction de différents besoins et contraintes de domaines variés.

Ainsi la télématique routière ne peut raisonnablement pas développer ses propres standards de télécommunication, excepté lorsqu'il utilise son propre réseau de communication. Au cas où il serait envisagé d'utiliser des réseaux publics, existants ou partagés il faut utiliser les standards imposés par ces réseaux.

Le Modèle OSI

Les 7 couches du modèle de référence OSI sont les suivantes :

Couche Application 7	Programmes et applications, accès au système	Mailer, Web Browser, etc.					
Couche Présentation 6	Représentation des informations	Conversion ASN.1 ASCII ...					
Couche Session 5	Gestion du dialogue	Netware IP/IPX - NetBios - DEC - TCP/IP					
Couche Transport 4	Connexion de bout en bout	NWIP, PCLAN, LanManager, DECNET, PC/TCP					
Couche Réseau 3	Établissement de la connexion	ISO 8802.1 (IEEE 802.1)					
		ISO 8802.2 (IEEE 802.2)					
Couche Liaison de Données 2	Logical Link Control Medium Access Control, Moyens de connexion	ISO 8802.3 IEEE 802.3 CSMA/C D	ISO 8802.4 IEEE 802.4 TOKEN BUS	ISO 8802.5 IEEE802.5 TOKEN RING	- IEEE 802.6 DQDB	ISO 9314 ANSI X3T9.5 FDDI	SDH
Couche Physique 1	Support de la transmission	ISO 10022				WDM	

Les différentes couches sont décrites ci-dessous :

- Les **couches basses** (1-4) sont relatives au transfert de l'information ;
- Les **couches hautes** (5-7) sont relatives au traitement réparti de l'information ;

1. Couche Physique : Elle regroupe les entités permettant l'interface avec le support physique (fibre optique, ligne en cuivre, air, etc....) aussi bien mécanique, qu'électrique ou procédural;

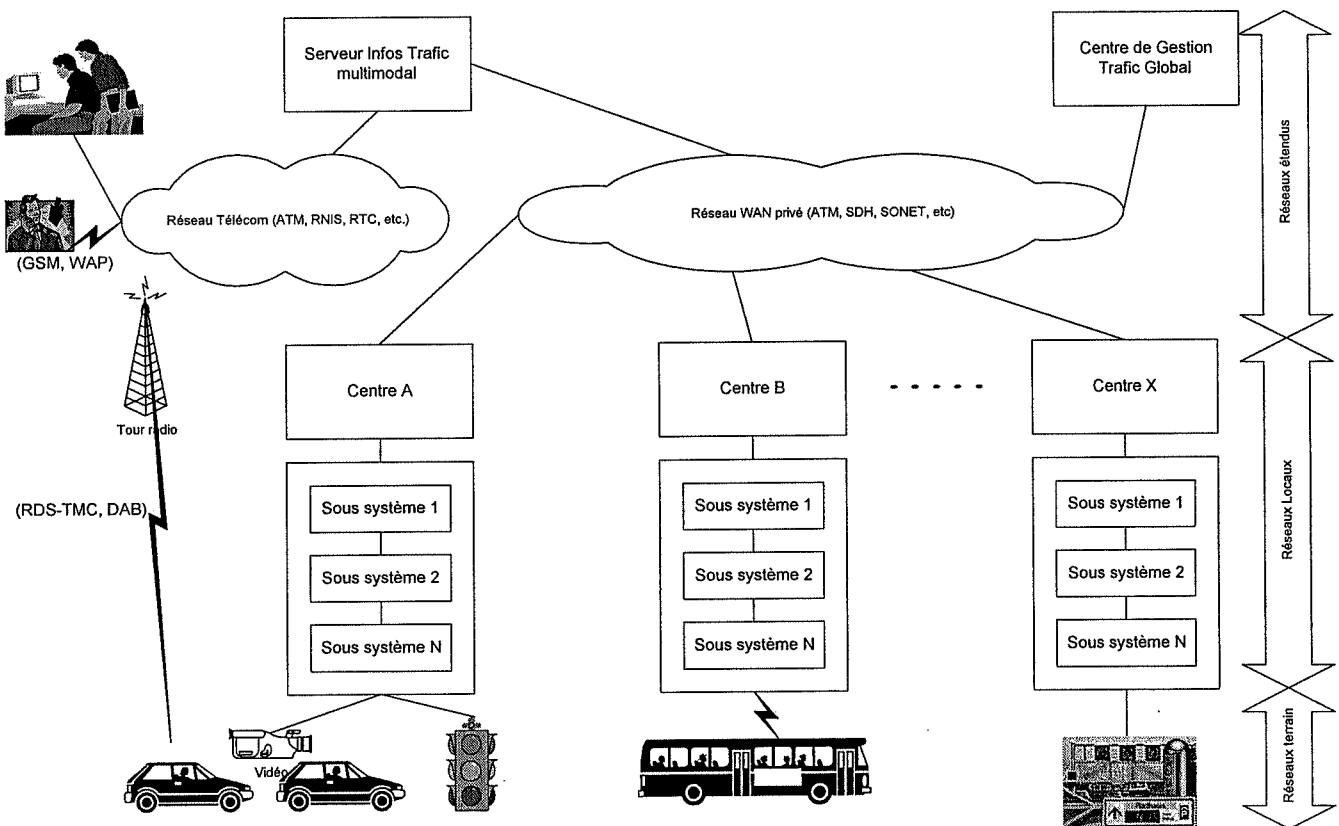
2. Couche Liaison de Données : Elle s'occupe de la gestion de la liaison et plus particulièrement du contrôle d'erreurs ou du contrôle de flux ;

- 3. Couche Réseau :** Le routage, la prévention et résolution de la congestion et l'accès a réseau sont les fonctions mises en œuvre au niveau de cette couche ;
- 4. Couche Transport :** Si la couche réseau rend le service de transfert d'informations de terminal réseau à terminal réseau, la couche transport contrôle le transfert de bout en bout (d'utilisateur final à utilisateur final)
- 5. Couche Session :** La session de transfert d'informations peut subir divers incidents. Un service de reprise sur incidents peut être nécessaire. D'autre part, des outils nécessaires à la gestion du dialogue peuvent être utilisés ;
- 6. Couche Présentation :** Il ne suffit pas de transférer les données. Il faut aussi les interpréter en vue d'une bonne coopération. La syntaxe des données échangées entre entités applicatives est définie à ce niveau ;
- 7. Couche Application :** Elle comprend les programmes d'applications ainsi que des fonctions applicatives génériques permettant le développement d'applications distribuées.

7.2.3 Classification des réseaux

Les réseaux de communication qui relient les différents systèmes peuvent être classés en

- Réseaux de communication câblé longues ou courtes distances
- Réseaux de communication sans fil longues distances
- Réseaux de communication sans fil courtes distances



7.2.4 Technologies de communication actuelles utilisées dans le domaine de la télématique des transports

Ce chapitre décrit les différentes technologies actuellement utilisées ou qui sont l'objet de projets en développement.

7.2.4.1 Réseaux fixes

7.2.4.1.1 Téléphonique

Le réseau téléphonique commuté est conçu pour mettre en relation 2 abonnés de communications vocales. Pour cela les signaux électriques sont transmis à travers des lignes câblées (paires torsadées cuivre) entre les 2 abonnés. L'échange d'informations nécessaire à l'établissement, au maintien et à la rupture de la relation est effectuée par la signalisation.

Suivant les supports, on met en œuvre des techniques de multiplexage:

Multiplexage par Répartition de Temps (MIC et multiplex PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy) en transmission numérique pour une connexité numérique :

- 2 Mb/s : 30 voies téléphoniques.
- 8 Mb/s : 120 voies téléphoniques.
- 34 Mb/s : 480 voies téléphoniques.
- 140 Mb/s : 1920 voies téléphoniques.
- 565 Mb/s : 7680 voies téléphoniques.

On privilégie maintenant la fibre optique (comme autoroute de l'information) comme support de transmission avec utilisation de multiplex SDH (Synchronous Digital Hierarchy).

Les liaisons analogiques ont été de plus en plus remplacées par des liaisons digitales (commutation RNIS).

Avec le RNIS, voix et données sont transmis à travers des canaux de type B à 64 Kbps (2x) et un canal D à 16 Kbps soit au total 144Kbps

Une version à 30 canaux B et 1 canal D de 64 Kbps existe, soit un total de 1984 Kbps.

Le RNIS permet à contrario des lignes téléphoniques analogiques conventionnelles de transmettre simultanément la voix, les données et la vidéo compressée à travers une interface modem RNIS unique.

7.2.4.1.2 xDSL

Depuis l'avènement des technologies xDSL (Digital Subscriber Line), la paire torsadée en cuivre a retrouvé un intérêt grandissant parmi les grandes entreprises de télécommunication.

- Les différentes technologies xDSL ont une caractéristique commune, elles permettent de faire passer des flux importants de données sur de simples lignes téléphoniques torsadées.
- Les technologies xDSL permettent des débits de l'ordre de plusieurs Mb/s sans bouleverser l'infrastructure existante.
- Ces technologies utilisent les structures existantes sans nécessiter un investissement astronomique.
- Une paire de cuivre offre une bande passante de quelques MHz ou seulement 4 kHz sont utilisés pour la transmission de la voix.
- Les technologies xDSL exploitent cette bande passante supplémentaire pour créer ainsi deux voies de communication.
- La technologie ADSL met en place un débit dissymétrique plus important sur la voie descendante (VD) que sur la voie montante (VM). Cette dissymétrie est adaptée aux exigences de l'accès à Internet.

Le terme xDSL s'apparente à différentes variations de DSL, soit ADSL, HDSL, SDSL, VDSL et RADSL.

ADSL (Asymmetric DSL) : cette technologie permet de numériser la partie terminale de la boucle locale d'abonné et de faire supporter simultanément sur une paire de fils de cuivre le service téléphonique de base et des flux de données numériques à très haut débit. La technologie ADSL met en place un débit dissymétrique plus important sur la voie descendante (VD) que sur la voie montante (VM). Cette dissymétrie est adaptée aux exigences de l'accès à Internet.

- La technique de transmission asymétrique offre deux canaux destinés aux données, avec un débit maximal (de 8Mb/s dans le sens réseau/abonné et de 640 kbps dans le sens inverse) variable selon le code en ligne utilisé et la distance de raccordement.
- ADSL libère un peu de bande passante pour conserver le canal téléphonique de 4 kHz .
- ADSL se trouve être adapté au multimédia par Internet, le flux descendant (ou canal de diffusion) étant beaucoup plus important que le flux montant (ou canal d'interactivité).
- ADSL préservant le canal de voix, il est donc possible de téléphoner tout en "surfant sur le web".
- HDSL (High bit rate DSL) : technique de transmission full duplex destinée à optimiser l'utilisation du réseau de distribution en cuivre en offrant des équivalents à l'accès primaire RNIS de types T1 (1544 kbps) et E1 (2048 kbps) à au plus 3.6 km.
- SDSL (Symetric DSL ou Single line DSL) : version mono ligne de HDSL, mais plus limitée en distance (<3 km). SDSL est tout à fait adapté à la visioconférence, aux travaux en groupe sur réseaux LAN interconnectés et est une solution pour le remplacement des T1/E1.
- VDSL (Very High bit-rate DSL) : désignation commune à toutes les déclinaisons DSL à très large bande offrant un débit réseau vers abonné de 13 Mbps à 51 Mbps (300 m) selon une distance de raccordement inversement proportionnelle à ces calibres. Pour une boucle locale de 1km, le débit est limité à 26 Mbps.
- RADSL (Rate Adaptative DSL) : extension de la variante ADSL, capable d'adapter le débit du modem à des vitesses de repli lorsque la qualité de transmission de la ligne se détériore.

7.2.4.1.3 X25

Protocole de commutation de paquets en mode connexion, très utilisé dans les années 80 sur les grands réseaux de transport de données, sur les cinq continents. Il se différencie des protocoles TCP/IP par la création d'un circuit virtuel qui assigne une route déterminée à l'ensemble des paquets composant un message.

Le protocole X 25 résulte de l'expérience accumulée sur les réseaux à commutation de paquets. Il contient les 3 premières couches du modèle OSI.

Le niveau 1 physique provient principalement de la norme X21, la couche liaison niveau 2, est constitué d'un sous ensemble de la norme HDLC (LAP-B), le niveau 3 est X 25 PLP, définit les types de paquets et leur format. Le protocole X25 utilise le mode avec connexion, la connexion est représentée par le circuit virtuel.

Il permet des communications de données sécurisées entre ETTD (Equipement Terminal de Traitement de Donnée).

Il n'est pas commode pour la téléphonie, à cause des délais de connexions.

Un ETTD X25 peut cependant communiquer simultanément avec plusieurs ETCD (Equipement de Transmission de Circuit de Données).

Les vitesses de transmission allant de 56 Kpbs à 19,2 Kbps.

7.2.4.1.4 Frame relay

Frame relay est un protocole de réseau WAN qui opère au niveau des couches physique et de liaison du modèle OSI. Comme X25, il est basé sur la technologie à commutation de paquets.

Le Frame Relay est une technique d'accès à un réseau partagé permettant des débits élevés. Entre chaque couple de sites communicants est établi une liaison logique: circuit virtuel permanent. Cette technologie, basée sur des circuits virtuels, optimise la gestion de vos ressources réseau et autorise une parfaite cohabitation entre des protocoles hétérogènes.

Le Frame Relay est un service de télécommunications conçu pour supporter à moindre coût des transmissions entre des réseaux locaux distants et entre des points terminaux d'un réseau étendu. Le Frame relay formate les données dans une unité de taille variable appelé Frame en anglais (d'où l'appellation du service). Il peut être considéré comme une évolution technologique du protocole de commutation de paquets X.25 qui avait été conçu pour de la transmission analogique sur des liaisons de fiabilité moyenne. Le Frame Relay tire profit du très faible taux d'erreur de transmissions dans les réseaux numériques et élimine tous les contrôles d'erreurs qui étaient effectués par X.25 dans les commutateurs intermédiaires et qui avaient une incidence négative sur les vitesses de transmission. En laissant le soin de la correction d'erreurs et la retransmission aux points terminaux, le Frame Relay permet d'atteindre des débits importants

Frame Relay offre des services VPN à travers des circuits virtuels permanents à des débits de 64Kbps à 2 Mbps.

7.2.4.1.5 Internet

Les services Internet sont disponibles à travers des fournisseurs de services Internet. Ceci permet à des PC de bureautique ou PC domestique d'accéder aux sites Internet. Ces sites sont utilisés pour présenter une diversité d'informations plus ou moins détaillées. Ces sites offrent une interactivité qui permet d'accéder à des informations, des données ou des transactions spécifiques. Le contenu de ces informations est de différentes formes : vidéo, son et données.

Pour les applications liées au trafic, ces informations couvrent des informations, données et visualisations de trafic en temps réel. Elles concernent actuellement différents modes de transport, public, routier, ferroviaire, ou aérien.

Les informations sont présentées sous diverses formes : graphiques, cartographiques, textuelles, ou images fixes et vidéo.

Ces services étendus à travers le téléphone mobile, permettent d'obtenir des informations avancées de trafic et de voyage avant de quitter le domicile ou le lieu de travail, et pendant le voyage selon les équipements disponibles.

La diversité des services offerts ne peut être décrite de manière exhaustive dans ce cadre.

7.2.4.1.6 ATM

ATM est une technologie avancée de commutation rapide de paquets cherchant à lier les avantages de la commutation de paquets et de la commutation de circuits en décomposant les données d'entrée en paquets de longueur fixe (cellules) et en affectant dynamiquement la bande passante à ces paquets.

Cette technique de commutation logique (les cellules sont dirigées en fonction d'adresses contenues dans leur entête) permet la transmission sur une même infrastructure de réseaux des données, de la voix, et de l'image en permettant d'optimiser des canaux large bande de débits très importants.

L'entête d'une cellule comprend d'une part l'identificateur de la connexion élémentaire à laquelle appartient la cellule, s'appelle circuit virtuel (VC), d'autre part celui du groupe de VC auquel appartient cette connexion, appelé conduit virtuel (VP).

Cette technologie peut être appliquée sur des lignes câblées, sur des réseaux SDH¹⁶ ou WDM¹⁷.

À l'établissement de la connexion, l'utilisateur sélectionne le type de connexion adaptée. En fonction de la qualité de service requise pour la transmission plusieurs services sont disponibles, en particulier le taux de bande passante.

¹⁶ SDH (Synchronous Data Hierarchy): protocole à haut débit de couches basses de réseaux permettant le transport à haut débit d'autres protocoles.

¹⁷ WDM (Wavelength Digital Multiplexing): protocole à très haut débit de couches basses de réseaux permettant le transport de multiples longueurs d'ondes sur une fibre optique au lieu du traditionnel simple longueur d'ondes. Il permet le transport à très haut débit d'autres protocoles.

L'ATM convient au transfert de tout type d'informations. Les services à contrainte de temps réel nécessitent en effet des cellules courtes afin de limiter à la fois les variations de temps de transfert à travers le réseau résultant du multiplexage avec d'autres types d'informations, et le retard dû au temps de remplissage des cellules qui ne doit pas excéder quelques millisecondes dans le cas de la voix. Les services de données quant à eux, ont pour exigence essentielle la minimisation du taux de surdébit dû à l'entête des cellules. Avec son support de QoS, l'ATM est par excellence un bon vecteur de services multimédia, en particulier de la vidéo à différents débits.

Les organes de standardisation (ITU-T, IETF, ATM Forum) proposent des moyens de routage variables tels que PNNI, ou IP over ATM, MPLS, ou Classical IP over ATM.

ATM est largement utilisé comme réseau backbone, même si Fast Ethernet et Gigabit Ethernet sont des options alternatives de réseaux à haut débit.

ATM reste l'un des réseaux à haut débit intéressant lorsque des exigences de QoS et de bande passante sont nécessaires.

Du fait de sa capacité de traitement des cellules à haute vitesse, cette technologie a été la plate-forme de choix des réseaux avancés de première génération. Elle a quelques inconvénients, pour les raisons suivantes :

- Elle est plus coûteuse que les technologies actuelles, à cause d'un marché de composants plus réduit et du fait que son environnement orienté connexions (contrairement à IP et Ethernet, par exemple) rend plus complexe le soutien des nombreux protocoles du domaine des données et des réseaux locaux virtuels (VLAN).
- Le choix des plates-formes de réseau ATM à haute vitesse est plus restreint et celles qui existent sont limitées à 2,5 Gbit/s (OC-48), soit quatre fois moins que les interfaces Gigabit Ethernet.
- Enfin, les récents progrès de la microélectronique ont permis la fabrication de puces capables de traiter les paquets d'informations à la vitesse très élevée des liens actuels, rendant obsolète l'avantage des cellules ATM de longueur fixe.

7.2.4.1.7 SONET

Le réseau optique synchrone (Synchronous Optical NETwork) est un système de transmission mis en oeuvre au niveau de la couche physique. Les systèmes SONET sont constitués de brasseurs (sorte de commutateurs de trames), de multiplexeurs, d'éléments d'insertion/extraction et de "répéteurs" intermédiaires qui régénèrent les signaux.

Huit niveaux de multiplex SONET furent alors normalisés et désignés par l'abréviation STS (Synchronous Transport Signal). Lorsque le support de transmission est une fibre optique, il y a correspondance bit-à-bit entre les canaux électriques STS et les canaux optiques, ces derniers étant mesurés par l'acronyme OC (Optical Carrier). Depuis lors, la capacité des canaux optiques a continué de croître, ce qui nous donne le tableau suivant:

Affluent électrique	Canal optique	Débit (Mbit/s)
STS-1	OC-1	51,84
STS-3	OC-3	155,52
STS-9	OC-9	466,56
STS-12	OC-12	622,08
STS-18	OC-18	933,12
STS-24	OC-24	1244,16
STS-36	OC-36	1866,24
STS-48	OC-48	2488,32
	OC-96	4976,64
	OC-192	9953,28

Les opérateurs de réseaux utilisèrent cette technologie afin de transporter le trafic IP sur les réseaux de fibres optiques. Ils eurent alors recours à la superposition des technologies « IP sur ATM sur SONET » correspondant aux couches Réseau (3), Liaison de données (2) et Physique (1) du modèle ISO.

Cette technologie a fait sa marque dans le monde des télécommunications principalement en raison de la robustesse intrinsèque que lui procure sa topologie en anneau et de sa capacité à rétablir la communication sur le lien de réserve en moins de 60 millisecondes, lors des pannes du lien principal. SONET a aussi été une technologie d'avant-garde dans les capacités élevées, atteignant couramment OC-192 (9,95 Gbit/s) et bientôt OC-768 (39,8 Gbit/s). La stabilité de la norme SONET était aussi un facteur d'adoption, même si de légères différences d'implantation ont à toutes fins pratiques empêché la mise en réseau d'équipements SONET d'équipementiers différents.

Les avantages mêmes de SONET expliquent les limitations intrinsèques de ses implantations initiales. Sa robustesse intrinsèque est acquise au prix d'une surcapacité onéreuse puisqu'une moitié de l'infrastructure SONET n'est utilisée qu'en cas de panne de la moitié normalement active, c'est à dire typiquement 5 minutes par année. La structure typique en anneau avec multiplexeurs ADM (Add-Drop Multiplexing) nécessite, quant à elle, une mise à niveau de tous les multiplexeurs SONET de l'anneau lorsqu'un segment de celui-ci atteint sa limite de capacité. Ce surdimensionnement entraînait des coûts élevés que l'industrie a cherché à éviter par d'autres technologies.

SONET de nouvelle génération

Face à la percée des protocoles IP et Ethernet, les équipementiers ont développé des plates-formes SONET dites de nouvelle génération, qui offrent des caractéristiques améliorées, et notamment :

- un format plus compact, moins énergivore et financièrement plus attrayant;

- le partage d'un même canal virtuel tout le long d'un anneau entre plusieurs ports du même protocole sur des nœuds distincts, dans un mode de multiplexage statistique qui permet de réduire l'inefficacité du transport Ethernet sur SONET;
- l'inclusion de fonctions de brassage entre les divers tributaires de la charge utile;
- l'intégration des capacités DWDM à même le multiplexeur SONET.

Par ailleurs les capacités de recouvrement de panne et de robustesse qui étaient l'apanage de SONET ont trouvé des approches sensiblement équivalentes au niveau 3 du modèle ISO. Notamment le « trunking IP » ou l'agrégation de ports qui consiste à considérer plusieurs routes physiques différentes comme une seule route pour le transport du trafic IP entre deux mêmes points du réseau.

7.2.4.1.8 SDH

Le réseau SDH (Synchronous Digital Hierarchy) est un système de transmission à hiérarchie numérique synchrone permettant de transporter des frames de 155Mbps STM-1, 622Mbps STM-4 et 2488Mbps STM-16 jusqu'à 4976Mbps STM-256. Il garantit une protection optimale des liaisons.

La facilité de gestion des réseaux, la disponibilité élevée, la flexibilité et l'évolutivité ainsi que la compatibilité multifournisseur, font de SDH comme de SONET un des supports de transport de différents protocoles de couches supérieures du type ATM ou IP.

7.2.4.2 Réseaux sans fils

7.2.4.2.1 GSM

Le GSM (Global System for Mobile Communication) est un système de communication mobile basé sur des réseaux cellulaires. Il offre à 2 interlocuteurs les moyens de communication mobile pour voix et données.

Un aspect important dans le développement de cette technique est d'assurer l'interopérabilité.

A travers cela, les utilisateurs ont à disposition le service de « roaming international ».

Le standard GSM permet des transmissions de données à des débits de 300 à 9600bps et pouvant atteindre exceptionnellement 14400bps.

Gammes de fréquence

Les fréquences GSM en Europe sont:

uplink: 890 – 915 MHz	downlink: 935 – 960 MHz
1710 – 1785 MHz	1805 – 1880 MHz

Aux USA le service de téléphonie mobile fonctionne dans la gamme de fréquence de 1900MHz

SMS

Le SMS (Short Message Service) peut être utilisé pour la diffusion de messages. Ce service est parfaitement adapté à la transmission d'informations trafic à plusieurs destinataires.

GPRS

GPRS (General Packet Radio Service) est une évolution du standard GSM.

Il est basé sur un protocole de commutation de paquets. L'envoi d'un message électronique par le biais du GPRS entraîne sa division en " paquets " d'informations. Chaque paquet s'achemine vers le lieu de destination en empruntant l'itinéraire le plus rapide. Autrement dit, les paquets d'un même message électronique peuvent être acheminés séparément en empruntant des réseaux différents de manière à éviter les itinéraires encombrés. Une fois à destination, les différents paquets sont à nouveau assemblés pour reconstituer le message.

Il permet un accès plus large et plus rapide à de nombreux services multimédias, accessibles en WEB ou en WAP, depuis un mobile ou un assistant numérique personnel.

Le GPRS permettra de multiplier par 3 la vitesse de connexion au WAP. Le GPRS permet la transmission d'un volume de données plus important.

Le standard GPRS permet des transmissions de données à des débits de 56 à 114Kbps

L'avantage est qu'il est possible de profiter pleinement de tous les services du WAP (météo, bourse, trafic, emploi, jeux, etc).

7.2.4.2.2 UMTS

UMTS (Universal Mobile Telephone System) est la désignation du protocole de la troisième génération de téléphones portables qui viendra à l'avenir se substituer à la norme GSM en Europe. L'un des objectifs de cette nouvelle norme est l'unification des différentes normes mondiales utilisées actuellement. Elle permettra également des vitesses de connexion variables, entre 2 Mbps en réception et 384 Kbps en émission.

Avec l'UMTS, les services multimédias se renforcent, avec notamment l'introduction d'une architecture pour le stockage et la gestion des messages multimédias : le MMS (Multimédia Messaging System).

C'est la version multimédia des messages textuels SMS.

Cette technologie de 3ème génération permet d'envoyer et de recevoir grâce à un téléphone mobile des données voix, audio et vidéo.

7.2.4.2.3 DECT

Digital European Cordless Telephone. Norme européenne de téléphone sans fil, sur la bande 1880-1900 MHz. numérique et utilisant la compression, elle est de meilleure qualité que le système analogique précédent, et assure en plus la confidentialité des communications car les canaux ne se recouvrent plus.

Il permet des communications voix-données entre 250m et 400m à 128 kbit/s.

7.2.4.2.4 TETRA

Terrestrial Trunked RAdio.

Norme ouverte de radiocommunications numériques à commutation automatique de l'Institut européen des normes de télécommunications (ETSI).

Le réseau radio professionnel numérique TETRA offre des avancées technologiques très intéressantes telles que: communication en full-duplex, semi-duplex, transmission voix et données, transmission de données à haut débit, confidentialité et cryptophonie, concept réseau cellulaire comme le GSM très adapté au milieu urbain.

TETRA est un système cellulaire numérique de radiocommunications à ressources partagées, destiné à la transmission de la voix et des données.

Les systèmes numériques de radiocommunications à ressource partagées sont des systèmes modernes destinés à des applications privées et publiques de radiocommunication à usage professionnel et à des applications radio de sécurité

Au contraire des anciens systèmes analogiques conventionnels à canal fixe (à chaque service et chaque utilisateur était attaché en tout temps un canal particulier), les systèmes de radiocommunications à ressources partagées impliquent que les fréquences sont attribuées aux différents utilisateurs et services de façon flexible.

En Europe, les gammes de fréquences suivantes sont généralement à disposition pour la radiocommunication numérique à ressources partagées:

- 410 - 430 MHz;
- 870 - 876 MHz couplée avec 915 - 921 MHz;
- 450 - 470 MHz;
- 385 - 390 MHz couplée avec 395 - 399,9 MHz.

En Suisse, seule la gamme des 410 - 430 MHz entre en compte aujourd'hui pour l'introduction de systèmes TETRA plus importants sur le plan régional ou national, puisque soit toutes les autres gammes sont largement occupées par d'autres applications (450 - 470 MHz), soit il n'y a pas d'appareil à disposition à l'heure actuelle (870 - 876 MHz couplée avec 915 - 921 MHz). Par ailleurs, la gamme de fréquences 385 - 390 MHz couplée avec 395 - 399,9 MHz ne peut pas être utilisée en Suisse pour des applications civiles.

Les services TETRA de transmission de données sont :

- Circuit mode data 7,2/14,4/21,6/28,8 kbps
- Circuit mode protected data 4,8/9,6/14,4/19,2 kbps
- Circuit mode heavily protected data 2,4/4,8/7,2/9,6 kbps
- Connection oriented packet data
- Connectionless packet data

7.2.4.3 Réseaux satellites

7.2.4.3.1 GNSS-1 et 2 (GALILEO)

Le vocable GNSS (Global Navigation Satellite System ou Système de Navigation Global par Satellites), est un terme générique désignant tout système global de positionnement par satellites. Ainsi le GPS, le GLONASS et le futur GALILEO sont des " GNSS ".

Une interprétation plus restrictive de ce concept existe aussi, dans laquelle un GNSS est un système global de positionnement par satellites satisfaisant des critères techniques et institutionnels supplémentaires :

- Techniquement, il doit satisfaire des performances de précision, disponibilité et intégrité compatibles avec des utilisations où la sécurité de la vie est critique (transport aérien de passagers, ferroviaire ou maritime, par exemple).
- Institutionnellement, il doit être sous contrôle civil international, et permettre une garantie et une responsabilité de bon fonctionnement.

Aucun système existant à ce jour ne peut satisfaire ces critères, et c'est pourquoi des compléments à ces systèmes sont mis en place, et de nouveaux systèmes (tel GALILEO) sont proposés.

GNSS-1

L'évolution vers un GNSS répondant à ces besoins plus stricts est prévue en 2 phases. La première (GNSS-1) est une étape de transition utilisant les constellations existantes GPS et GLONASS. Cette phase consiste en une augmentation des signaux de navigation fournis par ces deux systèmes, afin d'atteindre de meilleures performances de précision, disponibilité et d'intégrité. Trois augmentations de ce type sont actuellement prévues : EGNOS en Europe, WAAS en Amérique du Nord et MSAS au Japon.

GNSS-2

La deuxième étape de cette évolution (GNSS-2) implique le déploiement de nouveaux satellites, soit dans le cadre de la modernisation des systèmes existants (GPS III), soit dans celui de la création d'un nouveau système indépendant (GALILEO). Ces nouvelles constellations sont étudiées dès l'origine pour combler les insuffisances techniques des systèmes actuels, et au moins en ce qui concerne GALILEO, pour répondre aux contraintes légales et institutionnelles d'un GNSS " idéal ".

GALILEO offrira un service fiable à valeur ajoutée composé d'une part de la possibilité d'assurer un positionnement et, d'autre part de transmettre celui-ci qui pourra être contractualisé pour assurer ou recevoir de services multiples. Les experts ont en particulier identifié la possibilité d'assurer une mission de recherche et de sauvetage à partir de GALILEO. D'autres applications, parmi la centaine d'ores et déjà identifiées et analysées dont certaines critiques pour la sécurité des transports, sont examinées (positionnement d'avions, de bateaux ou de trains). D'autres revenus à l'étude, sont possibles comme par exemple l'embarquement d'autres émetteurs de signaux publics ou privés.

Au niveau du péage routier, le paramètre essentiel pour le développement du péage routier est la garantie de service ; il est impossible en effet d'attirer des investissements de ce type, si le prestataire ne dispose pas d'un accès contractuellement garanti.

Au niveau des appels d'urgence, GALILEO offrira la possibilité d'activer des urgences par des téléphones mobiles intégrant dans leur fonction la capacité de localiser les usagers et de communiquer ensuite leur position à la police ou aux services d'urgence (pompiers, ambulances, hôpitaux). Ce type d'information est critique et doit donc reposer sur une infrastructure certifiée garantissant un temps de réponse très court. Cette capacité de GALILEO augmentera la confiance de l'utilisateur dans ce type de service et contribuera donc à promouvoir la croissance rapide de telles applications.

7.2.4.3.2 VSAT

Le "VSAT" : "Very Small Aperture Terminal", est un "terminal à très petite ouverture" pour réseaux de communications par satellite.

Ces microterminaux sont typiquement des stations terriennes équipées d'antennes de 1 à 2 m de diamètre, et de coût suffisamment faible pour permettre à des entreprises de taille moyenne de se doter de réseaux privés de télécommunications par satellite.

Pas de numéros à composer, pas de délai d'attente, et à peu près tous les types de transmissions imaginables : données, voix, télécopie, vidéo, TV, radio et ... cela va de soi... accès permanent à l'Internet à haut débit. Les communications point à multipoint sont d'une efficacité remarquable.

7.2.4.3.3 GLOBALSTAR

Le système Globalstar est un réseau de communication mobile par satellites évoluant en orbite basse.

Il est conçu pour fournir des services de téléphonie personnelle (voix, données, fax, messagerie, localisation type GPS) à des utilisateurs répartis dans le monde entier.

Disponible depuis le début de l'année 2000 dans un nombre limité de pays la constellation Globalstar propose à partir de 48 satellites défilant en orbite basse à 1 400 km des services en phonie et prochainement en fax et données à 9 600 bit/s.

7.2.4.3.4 IRIDIUM

Le système IRIDIUM est un réseau de communications mobiles par satellite conçu pour permettre tous types de transmissions par téléphone (téléphonie, radio-messagerie, transmission de données), quelle que soit la localisation de l'utilisateur sur terre comme sur mer.

Les abonnés peuvent utiliser leur portable Iridium pour communiquer avec tout autre téléphone dans le monde. Ces communications sont assurées grâce au secteur spatial d'Iridium qui comprend une constellation de 66 satellites en orbite à 780 kilomètres au-dessus de la terre (420 miles nautiques). A la différence des satellites de télécommunications géostationnaires situés, eux, à 36 000 kilomètres d'altitude (22300 miles nautiques), les satellites Iridium, grâce à leur orbite basse, couvrent la terre au moyen de faisceaux plus étroits, ce qui assure des liaisons claires (sans temps de propagation de la voix) avec des signaux puissants. L'antenne de réception est de taille suffisamment réduite pour être intégrée à un

téléphone portable. Les satellites Iridium, petits et légers sont interconnectés électroniquement pour assurer en permanence une couverture mondiale.

7.2.5 Liens de communication et interfaces physiques

7.2.5.1 Introduction

Ce chapitre présente les concepts de liens de communication et interface physique utilisés à travers le document.

7.2.5.2 Définitions

Lien de communication

Un lien de communication est le moyen de communication qui supporte physiquement le flux physique de données. Il assure le transfert de données entre systèmes ou entre sous-système et acteur externe.

Interfaces physiques

Les interfaces physiques sont les éléments du système à travers lesquels les liens de communications sont établis. Elles existent entre 2 systèmes ou entre sous-système et acteur externe.

7.2.5.3 Communications type entre sous-systèmes

7.2.5.3.1 Introduction

Cette section traite de l'analyse des besoins en télécommunication du système de gestion de trafic décrit plus haut.

Dans chacune de ses parties, les besoins ou contraintes de communication sont exposés ainsi que des recommandations qui en découlent.

Les besoins en bande passante de communication se résument dans le tableau ci-dessous :

Types d'information	Bande passante	Remarques
Données	10 à 30 Kbps	
Voix	6 à 64 Kbps	Selon les types de codages et de compression G.711, G.723.1, G.726, G.728, G.729(A)
Vidéo	2 à 60 Mbps	Selon les types de codages et de compression CCIR 723, H.261, MJPEG, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4

Seuls quelques cas de figures jugés pertinents dans le cadre du projet TRAS sont exposés.

7.2.5.3.2 Liens de communications

Système de Gestion du Trafic ↔ Route

Le système de gestion de trafic est un centre relié à des installations du système route (mesures, détection, contrôle, etc.) installés dans des armoires ou des locaux techniques

Les liens de communication sont répartis sur toute l'étendue géographique gérée par le centre.

Les commandes ou interrogations émises du centre vers les armoires et réciproquement, les remontées de données des armoires effectuées dans des ordres de grandeur de quelques secondes à la minute nécessitent des vitesses de transmission de quelques kbits/s (faible bande passante), ces liens sont généralement en temps réel.

Les données échangées nécessitent une certaine sécurité de transmission.

N.B : Pour des remontées d'images vidéo, la bande passante nécessaire est beaucoup plus importante (quelques Mbits/s).

Recommandations

Technologie	Avantages	Inconvénients	Conclusion et remarques
Réseaux sans fil			
Sans fil mobile GSM	Coûts d'infrastructure réduit pour l'opérateur Télécom.	Pas adapté pour des liens permanents. Réseau quelquefois saturé. Liens fragiles	Non recommandé
Sans fil mobile DECT	Coûts d'infrastructure réduit pour l'opérateur Télécom.	Pas adapté pour des liens permanents. Pas adapté aux longues distances. Liens fragiles	Non recommandé
Sans fil mobile TETRA	Coûts d'infrastructure réduit pour l'opérateur Télécom.	Pas adapté pour des liens permanents. Liens fragiles	Non recommandé
Réseaux câblés			
Câblé (RTC-RNIS)		Pas adapté à des liaisons permanentes	Pas recommandé où des liaisons permanentes meilleur marché sont disponibles
Câblé (xDSL,)			
Câblé Permanent X25	Robuste Permanent Disponible dans plusieurs pays		Technologie vieillissante mais utilisée dans certains pays spécialement sur le canal D de RNIS
Câblé Permanent Frame Relay	Large bande passante (jusqu'à 2 Mb par lien)	Pas aussi fiable que X.25 Déploiement d'infrastructure.	Peut être utilisé en cas de vidéo
Câblé Permanent ATM, SDH, GigabitEthernet	Très Large bande Possibilité de gestion de qualité de services (QoS) pour la priorité des services (vidéo, voix et données)	Déploiement d'infrastructure complexe.	Recommandé en Suisse par rapport à la disponibilité de liaisons de fibres optiques déployées le long des autoroutes. À utiliser en cas de transmission vidéo

Système de Gestion du Trafic ↔ Système de gestion des urgences

Recommandations

Technologie	Avantages	Inconvénients	Conclusion et remarques
Réseaux sans fil			
Sans fil, mobile et broadcast (DECT, TETRA, GSM, Satellite, DAB)	Aucun	Non conçu pour ce genre d'application	Non recommandé
Broadcasting (DAB, Satellite)	Aucun	Non conçu pour application symétrique bi-directionnelle	Non recommandé
Satellite bidirectionnelle (VSAT)	Aucun	Antennes et amplificateurs (en particulier au centre)	Non recommandé. Excepté si déjà utilisé avec d'autres acteurs (Fournisseur de services externe, système multimodal).
Réseaux câblés			
Internet	Peu coûteux Pas de qualité de service	Utilise le réseau public	Non recommandé. Non compatible avec les contraintes de sécurité (sauf en mode VPN).
Réseaux (RTC, RNIS)	Installation facile. Peu coûteux. Privé.	Délai d'établissement des connexions.	Pas vraiment adapté.
Ligne louée	Privé	Ne peut être partagé avec d'autres acteurs.	Recommandé
Réseau privé (X.25).	Bande passante adéquate. Sécurisé	Aucun	Technologie vieillissante mais utilisée dans certains pays. Peut être partagé avec d'autres acteurs (Fournisseur de services externe)
Réseau câblé privé, large bande (Frame relay, ATM, GigabitEthernet)	Sécurisé	Coût excessif pour la bande passante utilisée	Recommandé si bande passante nécessaire pour d'autres fonctions.

Systeme de Gestion du Trafic ↔ Fournisseur de services externesRecommandations

Technologie	Avantages	Inconvénients	Conclusion et remarques
Réseaux sans fil			
Sans fil mobile (DECT, TETRA, GSM,...)		Pas permanent Coûteux	Non recommandé
Broadcasting (Satellite, DAB,...)		Pas de canal retour Pas besoin de large bande passante	Non recommandé
Réseaux câblés			
Ligne louée	Privé	Coûteux Pas besoin d'autant de bande passante	Non recommandé
satellite Bi-directionnel (VSAT)	Pas d'infrastructure	Antennes et amplificateur (en particulier au centre)	Recommandé si plusieurs fournisseurs utilisent cette technologie.
Internet	Pas coûteux	Utilise le réseau public Pas de qualité de service	Non recommandé excepté si recherche de coûts minimums.
Local Area Networks			Recommandé si centre et fournisseurs sont au même endroit
Dial-up connections	Installation facile	Peut être coûteux	Intéressant dans les pays où les télécoms sont bon marché
Réseau câblé privé	Bande passante adaptée. Sécurité		Recommandé

Système de Gestion du Trafic ↔ Système routier associé ou multimodalRecommandations

Technologie	Avantages	Inconvénients	Conclusion et remarques
Réseaux sans fil			
Sans fil, mobile et broadcasting (DECT, TETRA, GSM, Satellite, DAB)	Pas besoin d'infrastructure.	Non conçu pour ce type d'application	Non recommandé
satellite Bi-directionnel (VSAT)	Pas besoin d'infrastructure.	Antennes et amplificateur (en particulier au centre)	Non recommandé. Excepté si déjà utilisé avec d'autres acteurs
Réseaux câblés			
Internet	Pas coûteux	Utilise le réseau public Pas de qualité de service	Non recommandé Pas compatible avec les contraintes de sécurité (sauf en mode VPN)..
Dial-up connections (RTC, RNIS)	Installation facile Peu coûteux dans certains pays.	Peut être coûteux pour des flux de données continus. Le mode batch peut accroître les délais de process.	Peut être recommandé
Ligne louée	Privé	Non partageable avec d'autres acteurs	Recommandé (dépend du besoin en bande passante).
Réseau câblé privé Faible bande passante (X.25).	Bande passante adaptée Sécurisé	Aucun.	Peut être recommandé. Peut être partagé avec d'autres acteurs
Réseau câblé privé Large bande passante (Frame relay, ATM)	Sécurisé	Coûts excessifs pour la faible bande passante nécessaire.	Recommandé en Suisse par rapport à la disponibilité de liaisons de fibres optiques

Systeme de Gestion du Trafic ↔ Systeme Application de la réglementationRecommandations

Technologie	Avantages	Inconvénients	Conclusion et remarques
Réseaux sans fil			
Sans fil, mobile et broadcasting (DECT, TETRA, GSM, Satellite, DAB)	Pas besoin d'infrastructure.	Non conçu pour ce type d'application	Non recommandé
Technologie de Broadcasting (DAB, Satellite)	Pas besoin d'infrastructure.	Non conçu pour ce type d'application	Non recommandé. Excepté si déjà utilisé avec d'autres acteurs
satellite Bi-directionnel (VSAT)	Pas besoin d'infrastructure.	Antennes et amplificateur (en particulier au centre)	Non recommandé. Excepté si déjà utilisé avec d'autres acteurs
Réseaux câblés			
Internet	Pas coûteux	Utilise le réseau public Pas de qualité de service	Non recommandé Pas compatible avec les contraintes de sécurité (sauf en mode VPN).
Local Area Networks	Pas coûteux	Pas de qualité de service (QoS)	Peut être utilisé dans des cas rares: quand les 2 systèmes sont au même endroit.
Sans fil terrestre, Wireless (LMDS, MMDS,...)	Pas besoin d'infrastructure.	Equipement terminal spécifique requis	Peut être recommandé s'il y a besoin d'une bande large et que les distances ne sont pas trop élevées.
Dial-up connections (RTC, RNIS)	Installation facile Peu coûteux dans certains pays.	Peut être coûteux pour des flux de données continus. Le mode batch peut accroître les délais de process.	Peut être recommandé
Ligne louée	Privé	Non partageable avec d'autres acteurs	Recommandé (dépend du besoin en bande passante).
Réseau câblé privé (X25, Frame relay, ATM)	Bande passante adapté et géré par l'opérateur Télécom Sécurisé	Non partageable avec d'autres acteurs	Peut être recommandé. Peut être partagé avec d'autres acteurs

Système de Gestion du Trafic ↔ Système Véhicule personnel

Recommandations

Ce type de lien est naturellement sans fil.

La quantité de données échangées reste limitée et ne nécessite donc pas une large bande passante.

La contrainte majeure de communication entre ces systèmes est liée au temps de réponse.

La seconde contrainte est liée à la sécurité.

Le centre de contrôle doit s'assurer que le message parvient au véhicule concerné en temps réel en cas d'urgence.

La troisième contrainte est liée à l'authentification des messages échangés.

Une quatrième contrainte concerne la gestion de priorité. La liaison sans fil doit être capable d'interrompre tout message non urgent ou d'accepter tout message important généré par le dispositif d'urgence.

Systeme Route ↔ Systeme Véhicule personnelRecommandations

Technologie	Avantages	Inconvénients	Conclusion et remarques
Technologie câblée			Sans objet, seulement technologie sans fil
Réseaux sans fil			
Communication Par Satellite		Nécessite des antennes spécifiques. Complexe. Non adapté au domaine urbain.	Non recommandé
Wireless, (GSM ou DECT) mobile	Disponibilité	Durée d'établissement de la communication. Possibilité de saturation du réseau.	Non recommandé
Wireless, mobile, PMR (TETRA)	Communications instantanées, appels prioritaires possibles. Réseau privé		
Système radio courte portée	Adapté	Pas de standard	Recommandée, mais nécessité de standardisation. Une possibilité est d'adapter les solutions existantes comme le DSRC

7.2.6 Recommandations générales

Notre étude préconise une standardisation des échanges réciproques d'information selon un mode de transmission de type DATEX. Pour les Centres, nous préconisons de même de définir, au niveau national, un format de type DATEX. Ce qui faciliterait notamment l'implémentation de passerelles similaires.

Au niveau des liaisons vers les équipements de terrains, afin de garantir une ouverture du marché, il conviendrait de se baser sur les standards nationaux existants dans l'attente d'une mise en place d'une norme internationale éprouvée.

En terme de protocoles de transmission, Ethernet TCP-IP et ATM (notamment pour les transmissions de voix données et vidéo) sont ceux qui sont à ce jour les plus répandus. A ce titre nous recommandons dans la mesure du possible d'utiliser ces protocoles.

Les supports physiques de communication (fibre optique, câble coaxial, cuivre, radio, etc.) sont utilisables en fonction des besoins en bande passante et des contraintes de transmission.

En Suisse le déploiement des réseaux à fibres optiques le long des autoroutes et au sein des agglomérations ou villes, méritent d'être exploités de manière optimale pour le transfert des données, voix et images vidéo à l'aide des technologies avancées.

En terme de technologie de réseaux, il apparaît les alternatives suivantes pour la transmission multimédia sur fibre optique : ATM over SONET/SDH ou IP over SONET ou Gigabit Ethernet.

- ATM offre l'avantage de garantie de QoS pour les différentes informations à transmettre, elle est cependant limitée à 2,5Gbps au niveau des Backbone actuels. Cette technologie comme évoquée dans un précédent chapitre semble connaître des difficultés de développements futurs notamment par rapport son inadaptation aux cellules IP et à son aspect coûteux.
- Les solutions IP offre avec MPLS (Multiprotocol Label Switching) une sécurisation, une homogénéité et des options plus économiques. En plus le développement actuel permet d'atteindre des débits allant jusqu'à 10Gbps au niveau des Backbone. Ce type de solution est aussi ouverte au développement futur de IPv6, VoIP, etc..

8 EXEMPLE D'IMPLEMENTATION POUR TMP-CH

Ce chapitre montre comment décrire un service de la télématique routière en s'appuyant sur l'architecture de système. Le service choisi est TMP-CH (Trafic Management Plans pour la Suisse). Le but est d'illustrer comment utiliser TRAS pour une telle description et de montrer quels sont les bénéfices d'une telle description.

8.1 Description du service TMP-CH

Le texte suivant a été tiré en très grande partie du rapport TMP-CH – Etude-pilote pour la Suisse occidentale, Rapport de phase I, Version 1.

8.1.1 Introduction

Les centrales de régulation du trafic sont actuellement rattachées au découpage des cantons. La plupart des prises de décision se font actuellement au niveau cantonal.

Pour les situations particulières où des décisions doivent être prises au niveau inter cantonal, des dispositions de coordination particulières sont mises en place entre les centrales cantonales respectives.

Avec la mise en service récente de l'autoroute A1 entre Yverdon et Payerne sur territoire fribourgeois et vaudois, puis celle de l'autoroute A5 sur territoire neuchâtelois et vaudois (planifiée par étape entre 2002 et 2006), les besoins au niveau des prises de décision inter cantonales prennent encore plus d'importance.

Il est impératif de prévoir une systématique à appliquer pour assurer une gestion rationnelle des événements nécessitant une prise de décision inter cantonale.

8.1.2 Objectifs

L'objectif de l'étude TMP-CH vise à mettre en place une centrale pilote qui gèrera les événements inter cantonaux. Pour répondre à ce besoin, la centrale pilote devra assurer en temps réel pendant la période de test les fonctions suivantes:

- Connaissance des conditions de trafic;
- Suivi des événements sur le réseau autoroutier;
- Analyse des événements (durée, charge de trafic sur le réseau autoroutier);
- Mise en place d'un TMP (Trafic Management Plan);
- Gestion du TMP pendant la durée de l'événement;
- Suppression du TMP à la fin de l'événement.

Lorsqu'un TMP est actif, il se peut que d'autres événements nécessitant la mise en place d'un TMP se produisent. Une nouvelle analyse sera alors effectuée.

Chaque application d'un ou plusieurs TMP sera suivi d'une évaluation.

A terme, cette étude pilote représentera une référence pour la mise en service d'une centrale pilote pour toute la Suisse.

8.1.3 Description des TMP

Dans cette étude, un TMP est un plan d'action qui a pour but de fixer les règles de gestion du trafic longue distance. Pour chaque TMP, il y a plusieurs scénarios possibles dépendant de la durée de l'événement et de l'état du réseau autoroutier. Le choix d'un scénario déterminera le type de mesure à mettre en œuvre.

8.1.4 Description des fiches de mesures

Les fiches de mesures décrivent pas à pas la procédure de mise en place des mesures. Il y a une fiche de mesures par TMP. Pour chaque TMP, la fiche de mesure est subdivisée en plusieurs parties qui décrivent les points ci-dessous:

- Description de la fiche de main courante avec les champs à saisir;
- L'affichage du message d'information avec le n° du PMV correspondant;
- Des renseignements sur la prise en charge des déviations locales au niveau cantonal;
- L'affichage du message de déviation avec le n° du PMV correspondant est décrit pour chaque déviation envisageable. Deux déviations peuvent solliciter l'affichage du message sur le même PMV. Dans ce cas, il faut choisir l'une ou l'autre des déviations. Ceci est également spécifier dans la fiche de mesure.

8.1.5 Concept de la centrale pilote

Pendant la période de l'EXPO.02, une Centrale d'Engagement et de Coordination CEC permettra de gérer le trafic engendrer par cette manifestation. Cette centrale se situera à Colombier et regroupera VIASUISSE et les cantons (VD, FR, NE, BE, SO). L'objectif est d'intégrer la centrale pilote dans cette structure existante.

Il y aura une centrale pilote au CEC à Colombier. Etant donné que cette centrale pilote ne sera pas occupée à 100%, une deuxième centrale qui sera une copie conforme à la première sera nécessaire, afin de couvrir tous les événements. Cette deuxième centrale se situera au bureau ROBERT-GRANDPIERRE ET RAPP SA à Lausanne où il est possible d'assurer une permanence. Ces deux centrales pilotes fonctionneront en alternance.

8.1.5.1 Contenu de communication

Les **valeurs mesurées par les postes de comptages** sur site permettront de connaître les charges de trafic en temps réel.

Les **événements suisses** devront être connus.

La centrale pilote soumettra aux autres intervenant, en particulier au personnel de la centrale de l'EXPO.02, les **TMP-CH** qu'il serait possible de mettre en place ou de supprimer. La décision finale incombera au responsable de la centrale. La centrale pilote sera tenue au courant de l'évolution des **TMP-EXPO.02**.

8.1.6 Mise en place / Suppression des TMP

Les valeurs de comptage et les événements suisses seront visualisés avec des logiciels informatiques qui sont respectivement le site Internet des comptages de trafic en temps réel et le programme Trafic Info Center TIC développé par GEWI. Deux logiciels de macro simulation du trafic (DYNAMITE, POLYDROM) permettront de simuler l'évolution du trafic en tenant compte des charges de trafic et des perturbations (accidents, bouchons,..) sur le réseau autoroutier. Ces logiciels sont des outils d'aide à la décision. Ils permettront par exemple de simuler la mise en place d'un TMP, afin d'analyser les effets avant de l'activer sur site.

8.1.6.1 Gestion des événements

Chaque événement est alors analysé en temps réel selon la procédure suivante :

- L'événement est saisi grâce à une fiche main courante permettant de le caractériser (route, lieu, direction, perturbation provoquée, cause, durée prévue, ...).
- L'événement est ensuite associé à un TMP choisi dans une liste préétablie par type d'événement. Ce TMP indique l'ensemble des mesures envisageables, essentiellement les déviations pour contourner l'événement.
- L'exploitant de la centrale pilote doit alors exécuter une analyse comparative des mesures proposées par ce TMP et les conditions générales de trafic données par le tableau synoptique et la liste des déviations déjà en place sur le réseau. Cette analyse lui permet de juger de la pertinence de chaque mesure proposée vis-à-vis des conditions actuelles de trafic sur le réseau.
- Pour l'aider dans cette opération difficile, l'exploitant utilise des algorithmes d'aides à la décision et consulte les statistiques recensant les précédents événements avec les mesures exécutées et leurs conséquences sur le réseau.
- Sur la base des résultats de cette analyse, l'exploitant pourra établir la liste de mesures à appliquer à l'instant T (automatiquement, les actions à appliquer au niveau de chaque canton sont listées).

8.1.6.2 Contrôle des mesures

La centrale inter-cantonale pilote de gestion de trafic doit assurer un contrôle périodique des mesures actives en fonction de l'évolution des événements et des conditions de trafic sur le réseau.

Pour cela, il importe que :

- La connaissance des conditions de trafic sur le réseau soit le plus souvent actualisée;
- L'évolution des événements (début, modification et fin d'événement) soit bien saisie et prise en compte dans le processus de décision de la centrale (cf. § 3.2).

En effet, il est important que l'ensemble des mesures actives à un instant T génère bien les effets optimum par rapport à la situation du réseau à cet instant.

Ceci est une première proposition de gestion de la centrale, il est évident que les expériences qui seront acquises lors de son exploitation pourront conduire à une adaptation de cette procédure.

8.2 Démarche

Pour décrire un service en s'appuyant sur l'architecture de système, la démarche est la suivante :

- 1) Déterminer les services TRAS concernés
- 2) En déduire les cas d'utilisation TRAS
- 3) Choisir les activités de scénario de chaque cas d'utilisation qui sont nécessaires pour réaliser le service en question. Eventuellement rajouter des activités.
- 4) En déduire les classes utilisées. Eventuellement rajouter des classes.
- 5) En déduire les systèmes physiques nécessaires.

Suite à ces 5 étapes, on pourra facilement voir quelles sont les activités qu'on pourrait rajouter au service en question, quelles sont les classes avec lesquelles on doit assurer une interface et on pourra facilement établir les diagrammes tels que diagrammes de séquence, de collaboration et aussi diagrammes de flux à partir de ces données.

8.3 Architecture conceptuelle

Afin d'illustrer l'utilisation de TRAS pour décrire un service et de mettre en évidence quels sont les avantages que l'on peut en tirer, posons-nous la question suivante : Comment décrire le service TMP-CH à en s'appuyant sur l'architecture conceptuelle de TRAS?

8.3.1 Services TRAS concernés

On doit commencer par choisir les cas d'utilisation concernés. Ceux-ci peuvent se déduire aisément des services concernés.

TMP-CH, qui est surtout un service de **gestion de réseau**, intègre quelques éléments des services suivants :

- **Régulation de trafic** : TMP-CH intègre quelques éléments d'un service de régulation de trafic, comme par exemple la mise en place des déviations
- **Information du conducteur** : TMP-CH fournit des informations nécessaires aux services d'information sur le trafic.

8.3.2 Cas d'utilisation concernés

Selon le tableau qui fait la correspondance entre les services prioritaires de TRAS et les cas d'utilisation (voir figure 6-1), TMP-CH doit pouvoir être décrit à l'aide des cas d'utilisation TM1-TM4

Les cas d'utilisation de TRAS qui doivent être analysés en détail sont donc :

TM1 : surveiller les conditions et les impacts du trafic

TM2 : Evaluer la performance

TM3 : Faire des prévisions de performance

TM4 : Réguler le trafic

Dans la suite du chapitre, les activités des scénarios ainsi que les acteurs, pris de l'architecture conceptuelle, nécessaires pour la réalisation de TMP-CH, sont en clair alors que les activités et les acteurs non nécessaire sont grisés.

8.3.2.1 TM1

Nom du cas d'utilisation	Surveiller les conditions et les impacts du trafic	
Définition	<p>Il s'agit de récolter les données sur les conditions et les impacts du trafic. Elles sont traitées et enregistrées dans une base de données.</p> <p>Les données recueillies sont intégrées afin de former des données actuelles et historiques (à long terme). De nombreux cas d'utilisation accèdent ces données actuelles et historiques comme source de données de trafic. Le cas d'utilisation est valable à toutes les échelles et peut concerner un axe, un réseau routier (entier, urbain, interurbain) ou bien un nœud spécifique.</p>	
Déclenché par	Le système qui doit connaître les données de trafic et de ses impacts afin de pouvoir fonctionner, notamment pour évaluer la performance du réseau et pour détecter / analyser des incidents.	
Acteurs	Météo	Fournit les données actuelles de météo
	Parking	Transmet le nombre de places libres d'un parking en temps réel
	FCD	Service de Floating car Data qui fournit des mesures de trafic
	Fournisseur de données géographiques	Fournit le dernier état statique du réseau routier
	Maintenance de l'infrastructure	Fournit la disponibilité des infrastructures
	Pollution	Fournit les données actuelles de pollution
	Transports publics	Fournit les données actuelles sur les horaires des TP ainsi que les perturbations
Activités	<ol style="list-style-type: none"> Le système consulte et met à jour les données statiques du réseau routier contrôlé (données descriptives du réseau comme le nombre de voies, la largeur des voies et les données géographiques du réseau) ainsi que les règles de circulation (priorités, restrictions etc). Le système relève les données suivantes liées aux conditions et aux impacts du trafic: <ul style="list-style-type: none"> Disponibilité des places de stationnement Données brutes du trafic en temps réel (débit, taux d'occupation, vitesse, etc.) provenant de capteurs fixes ou FCD Données liées à la pollution (pollution atmosphérique, nuisance sonore etc.) Données liées aux conditions météorologiques (vent, brouillard, pluie, gel etc.) Données liées à la visibilité et la luminosité (dues aux conditions météorologiques ou dues à la pollution) Données liées à la disponibilité des infrastructures (neige, verglas, travaux de génie civil etc.) Horaires et perturbations des transports publics Le système relève les données spécifiques à des véhicules à des fins statistiques (longueur, poids, chargement). Il peut détecter les transports de matière dangereuse. Le système contrôle la plausibilité des données relevées, et les compare à des valeurs de référence pour détecter les perturbations. Le cas échéant, il génère des alarmes. Le système poursuit l'itinéraire les transports de matière dangereuse Le système agrège les données de trafic sur un espace et sur une période prédéfinie. Le système enregistre les données relevées dans une base de données spatio-temporelle. Le système consulte les données agrégées du trafic et les données liées aux transportant de la matière dangereuse. <p>Pré-conditions: Les données statiques du réseau surveillé sont connues. Les valeurs de référence pour la détecter de perturbations sont fixées. Les règles d'agrégation des données sont définies.</p> <p>Post-conditions: Le système connaît l'état actuel des conditions et des impacts du trafic.</p>	

8.3.2.2 TM2

Nom du cas d'utilisation	Evaluer la performance	
Définition	Il s'agit de rassembler toutes les données pertinentes sur le trafic sur le réseau routier et de les évaluer afin de développer une série d'attributs utilisés pour calculer des stratégies de régulation de trafic (temps de parcours, état de saturation, capacité restante etc.. Les mesures ont une forte connotation spatiale et les données concernant les réseaux et leurs interconnexions sont fournies par le fournisseur d'informations géographiques.	
Déclenché par	L'évaluation de la performance est déclenchée par la régulation de trafic	
Acteurs	Fournisseur de données géographiques	Fournit le dernier état statique du réseau routier (topologie)
	FCD	Service de Floating car Data qui fournit les itinéraires et les temps de parcours des voitures flottantes
	Planification des systèmes de transport	Accède les données historiques de performance afin de planifier l'évolution du réseau routier
	Fournisseur de matrices O-D	Fournit des matrices Origine-Destination actuelles
Description¹⁸ (Scénario normal)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Le système consulte et met à jour les données géographiques sur les réseaux. 2) Le système procède au cas d'utilisation "surveiller les conditions et les impacts du trafic" 3) Le système récupère les données à analyser <ul style="list-style-type: none"> • Trafic • Stationnement • régulation en place • Parcours liés aux véhicules flottants 4) Le système calcule les différents paramètres de performance à partir des données brutes en tenant compte des règles d'agrégation entre mesures locales et FCD. 5) Le système établit une matrice Origines/Destinations à partir des données de trafic et des données des véhicules flottants et de certaines statistiques de voyage en communiquant avec l'acteur « fournisseur de matrices O-D ». 6) Le système analyse ces données et évalue la performance (efficacité, effectivité, délais, accidents, nombre de passagers transportés etc.) et les niveaux de service. 7) Le système juge l'efficacité d'une régulation mise en place. 8) Le système enregistre les données résultant de l'analyse de la performance (performance, itinéraire origine – destination) dans une base de données spatio-temporelle. <p>Pré-conditions: On dispose de toutes les données brutes nécessaires</p> <p>Post-conditions: On dispose d'une évaluation des performances du réseau en question</p>	

¹⁸ Le scénario présenté est surtout valable pour la gestion de réseau ou la gestion d'axe. Pour la régulation de trafic sur un nœud, on pourrait prévoir un scénario restreint

8.3.2.3 TM3

Nom du cas d'utilisation	Faire des prévisions de la performance	
Définition	Il s'agit de traiter les données d'autres cas d'utilisation afin d'établir des prévisions de la performance du réseau pour permettre une bonne régulation du trafic.	
Déclenché par	La prédiction de performance est déclenchée par la régulation de trafic	
Acteurs	Météo	Acteur externe qui fournit les prévisions météorologiques pour alimenter le modèle de prévision de performance
	Gestion de la demande	Acteur externe qui peut accéder aux données prévisionnelles pour adapter la stratégie de gestion de la demande
	Fournisseur de matrices O-D	Fournit les matrices Origine-Destination actuelles
Activités	<p>1. Le système procède au cas d'utilisation "évaluer la performance"</p> <p>2. Le système récupère les données suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incidents actuels et prédits, événements prévus. • Historique des matrices origine-destination, des plans de gestion, de la performance et du trafic. • Météo actuelle et prédite • Pollution • Stationnement <p>3. Le système calcule les pronostics de performance à l'aide d'un modèle de simulation (et ceci à court, moyen et long terme):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Charges de trafic futures • Matrices Origine-Destination • Performance prévisible du réseau de transport routier • Impacts prévisibles du trafic (pollution, nuisance sonore). • Conditions météorologiques prévisibles (brouillard, gel). • Besoins en places de stationnement • Niveaux de service <p>4. Le système enregistre les performances prédites dans une base de données spatio-temporelle.</p> <p>Pré-conditions: On dispose des données nécessaires (météo, trafic, incidents etc) et d'un modèle de simulation.</p> <p>Post-conditions: On arrive à prédire la performance du réseau à court, moyen et long terme.</p>	

8.3.2.4 TM4

Nom du cas d'utilisation	Réguler le trafic	
Définition	Il s'agit d'une interaction avec le trafic (signaux et panneaux) pour communiquer des informations de régulation et de guidage aux voyageurs. La stratégie de régulation dépend de la performance actuelle du réseau ainsi que des plans de gestion de trafic. Cette stratégie peut être primée par un autre cas d'utilisation (notamment la gestion des incidents) ou par l'opérateur s'il le juge nécessaire. Le cas d'utilisation est valable à toutes les échelles et peut concerner un axe, un réseau routier (entier, urbain, interurbain) ou bien un nœud spécifique.	
Déclenché par	Ce cas d'utilisation est déclenché par la gestion des incidents qui détecte une perturbation	
Acteurs	Gestionnaire du réseau	Met en œuvre la stratégie de régulation (par exemple: fermeture d'une voie par la police cantonale)
	Voyageur	Reçoit les conseils et les mesures de régulation
	Politique des transports	Influence les choix de régulation (p.ex. délestage par les transports publics)
	Plans de gestion	Plans de gestion du trafic définis pour toute une série de scénarios de trafic.
	Maintenance de l'infrastructure	La maintenance de l'infrastructure peut coordonner ses interventions avec la régulation du trafic
	Media	Les médias transmettent des conseils et des mesures de régulation aux voyageurs/conducteurs.
Activités	<p>Pour chaque période de régulation:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Le système procède au cas d'utilisation "évaluer la performance" 2) Le système récupère: <ul style="list-style-type: none"> • la performance du réseau actuelle • les événements/incidents actuels ou prévus (manifestations culturelles, travaux, migrations interrégionales) • la stratégie politique des transports • les plans de gestion du trafic (TMP) recommandés par le système pour une telle situation 3) Le système procède au cas d'utilisation "faire des prévisions de la performance". Il peut simuler plusieurs scénarios de régulation et propose le plan de gestion qui fournit la performance optimale (pronostic d'efficacité) <p>Le plan de gestion peut être composé des éléments suivants:</p> <ul style="list-style-type: none"> • des mesures de régulation du trafic par voies • des mesures de régulation du trafic au niveau d'un carrefour • des mesures de régulation aux entrées/sorties du réseau • des mesures de régulation de la vitesse, de fermeture, de trafic directionnel • des mesures d'information sur les dangers, sur les déviations possibles • des conseils de délestage • des recommandations de vitesses limite <p>Ces mesures peuvent être appliquées à tous les usagers de la route ou à certaines classes d'usagers (piétons, poids lourds, véhicules).</p> <p>L'application des mesures peut être échelonnée dans le temps, par exemple régulation des feux par ondes vertes.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4) L'opérateur adapte le plan de gestion du trafic proposé par le système selon ses besoins. 5) L'opérateur valide le plan de gestion du trafic adapté. 6) L'opérateur met à jour la stratégie de gestion d'incidents si nécessaire. 7) Le système peut demander la mise en place de courses spéciales des transports publics. 8) Le système transmet les informations relevantes à l'utilisateur des secteurs concernés directement et indirectement (secteurs voisins). 9) Le système fait mettre en place cette régulation par les autorités locales qui doivent confirmer la mise en place. 10) Le système enregistre le plan de régulation mis en place dans une base de données spatio-temporelle. 11) Le système transmet les données de régulation relevantes aux fournisseurs d'information sur le trafic (qui pourra p.ex. alimenter des bases de données embarquées). <p>Pour des intervalles plus petits (actions locales):</p> <ol style="list-style-type: none"> III. Les piétons ou des véhicules spéciaux transmettent une demande de priorité au système. IV. Le système donne la priorité aux véhicules spéciaux en prenant en compte l'ensemble des demandes au nœud concerné. 	

Pré-conditions:

L'ensemble des composants est fonctionnel.

Des plans de gestion (TMP) pour de nombreux scénarios sont définis.

Post-conditions:

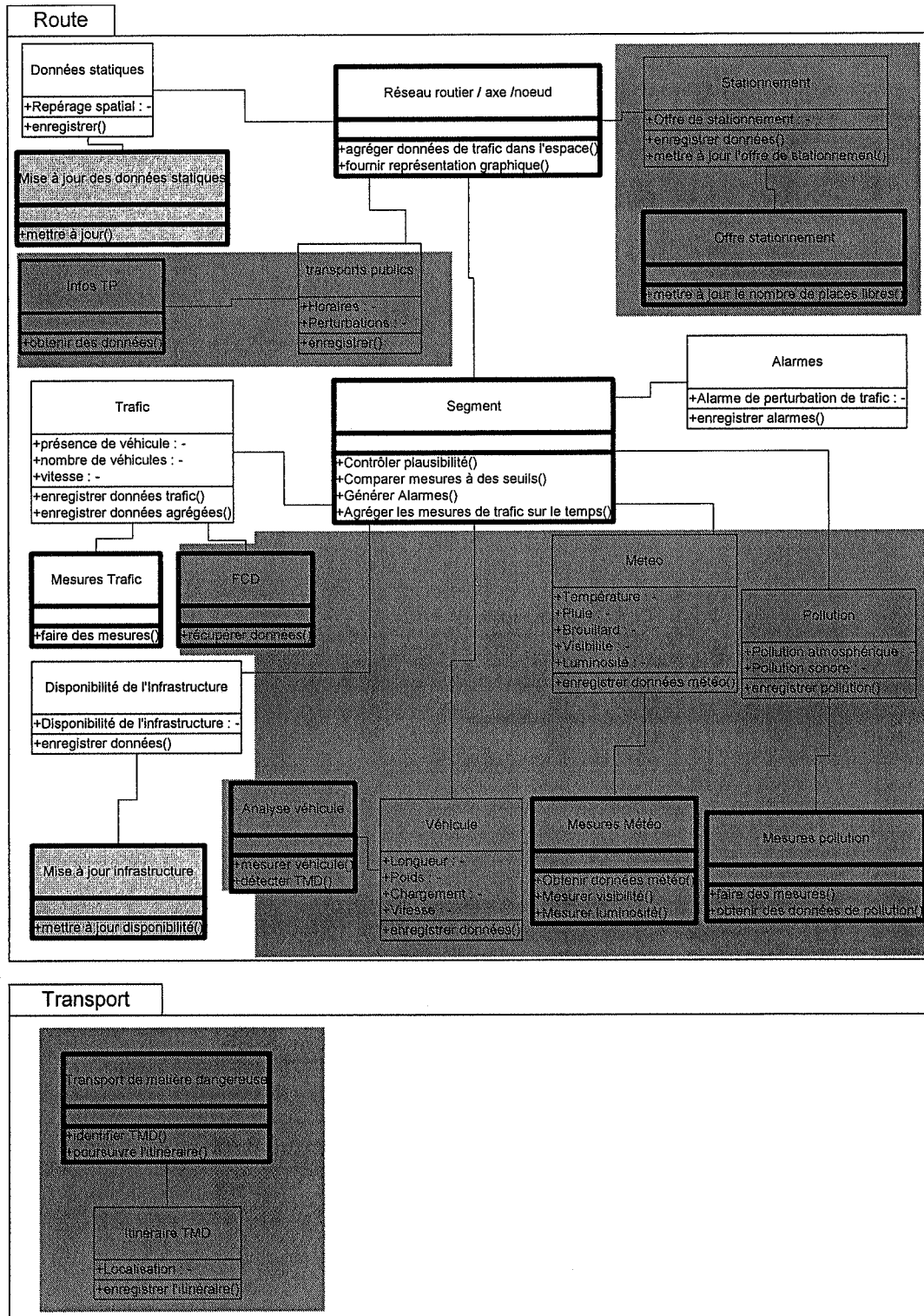
Le plan de gestion adapté aux conditions actuelles est mis en place.

8.3.3 Diagrammes de classes

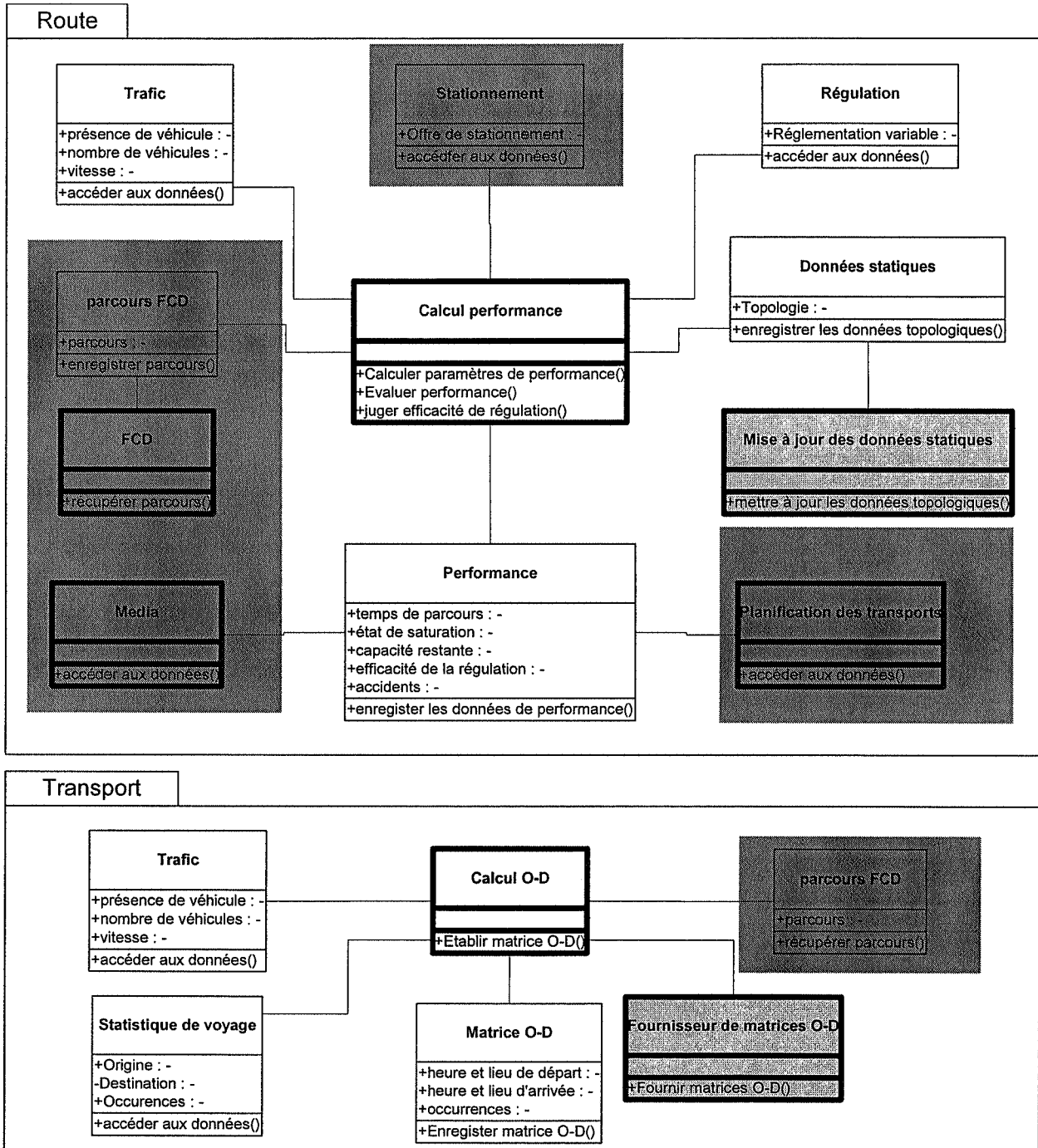
Dans ce chapitre, on trouve les diagrammes de classe de l'architecture conceptuelle de TRAS.

Toutes les classes qui ne sont pas grisées sont utilisées pour TMP-CH. Rappelons que les classes avec des bordures fines représentent des classes d'information, les classes avec des bordures en gras représentent des classes de contrôle et les classes avec un remplissage gris représentent des classes d'interface. Le lecteur peut se référer au chapitre «Architecture conceptuelle » s'il veut en savoir plus.

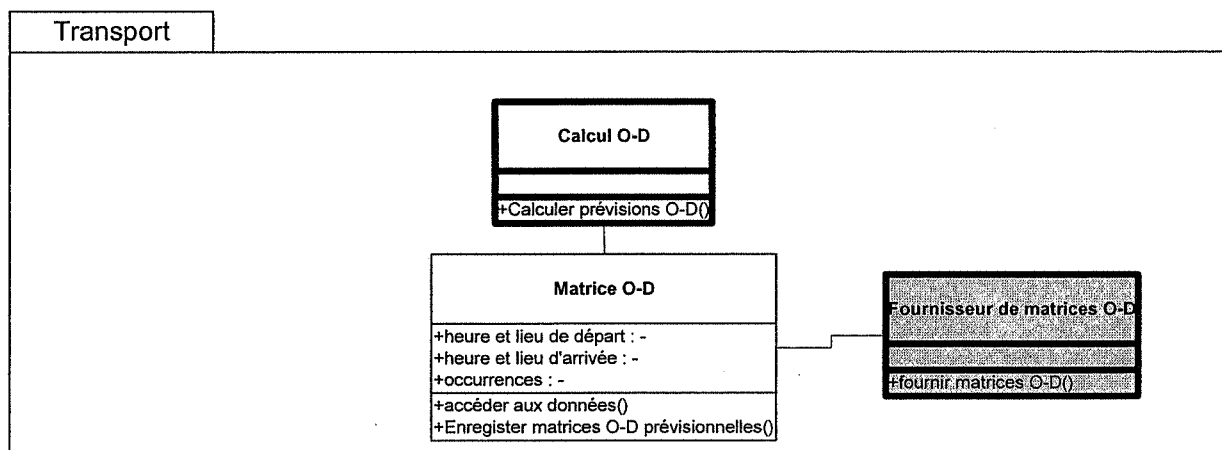
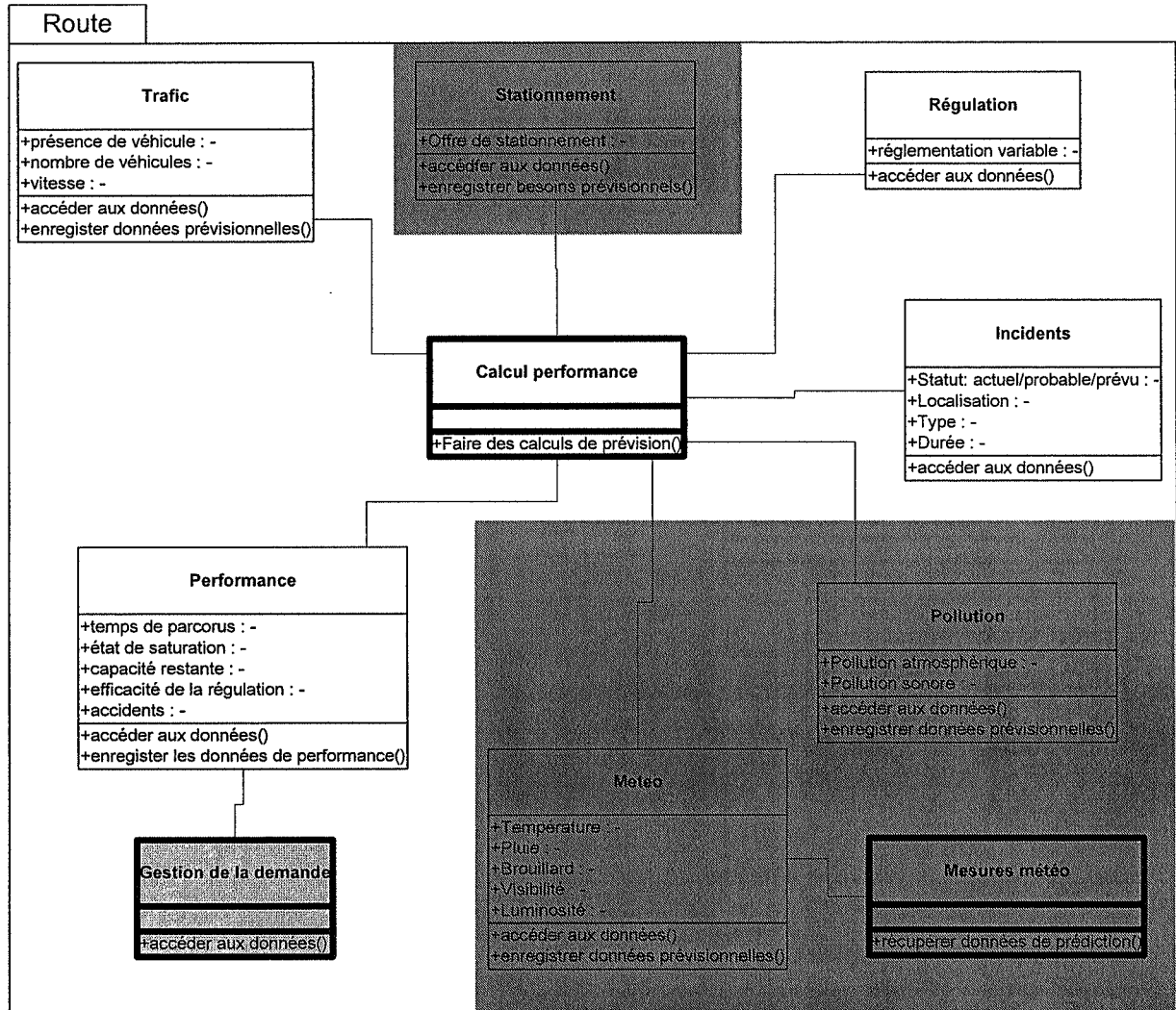
8.3.3.1 TM1



8.3.3.2 TM2



8.3.3.3 TM3



8.4 Architecture physique

Quels sont les systèmes physiques qui doivent être implémentés afin de pouvoir réaliser le service TMP-CH?

8.4.1 Systèmes concernés

8.4.1.1 Système gestion de trafic

Description

Le Système Gestion du Trafic opère depuis un centre de gestion du trafic ou d'un autre lieu fixe. Ce système supervise et gère les flux de trafic.

Il gère les données de circulation, ainsi que les données relatives à l'environnement. Il supervise les accès aux tunnels et aux ponts pour les véhicules et les voyageurs utilisant d'autres modes de transport ainsi que l'occupation des véhicules sur les aires de service. Il collectionne les données brutes de trafic par l'intermédiaire de différents capteurs (fixes ou FCD).

Il offre des systèmes de gestion du trafic, pour la régulation des vitesses et des voies, par exemple.

Il devra évaluer les incidents détectés par les autres Systèmes ou Acteurs externes et déterminer les actions nécessaires. La stratégie d'intervention devra comprendre un réexamen de la stratégie de gestion du trafic en cours, l'émission de commandes vers les Systèmes Infrastructure, la notification de l'incident au Système Gestion des Urgences et l'information des autres Systèmes Centre.

Classes associées au système :

	Classes TRAS	Référence aux activités de scénarios TRAS	Fonctions ACTIF
Classes de contrôle	Analyse véhicule, Calcul performance, Contrôle du trafic, Identification du véhicule, Mesures trafic, Segment, Réguler, Réseau routier/Axe/Nœud, Calcul O-D, Transport de matière dangereuse, Gestion des incidents, Infraction,	TM1 TM2 TM3 TM4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gérer les données statiques sur le trafic ▪ Gérer les données du trafic ▪ Fournir une régulation de la vitesse du trafic, une gestion des voies de circulation ▪ Gérer les données sur les conditions météo

Classes d'interface	FCD, Mesures Météo, Mesures pollution, Mise à jour données statiques, Mise à jour infrastructure, Offre Stationnement, Interface véhicule, Interface opérateur, Infos TP, Media, Planification des transports, Fournisseur de matrices O-D, Gestion de la demande, Politique des transports, Gestionnaire du réseau, Planification TP, Media, Voyageur, Maintenance Infrastructure, Réception appels d'urgence, Promoteur d'événements, Services d'intervention	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gérer les données sur les conditions ambiantes ▪ Fournir des outils de gestion programmée du trafic ▪ Fournir des prévisions de trafic et des stratégies ▪ Gérer les données statiques sur le trafic ▪ Fournir des états d'occupation des aires de services, superviser l'occupation des aires de services ▪ Fournir une gestion du trafic ▪ Détecter les infractions relatives au trafic ▪ Gérer les données du trafic ▪ Identifier et classifier les incidents, Gérer les données sur les incidents ▪ Fournir à l'opérateur les moyens de gestion de trafic, Fournir à l'opérateur un interface gestion des incidents, des ponts et tunnels, des conditions ambiantes
Classes d'information	Alarmes, Constat, Données statiques, Incidents, Infrastructure, Itinéraire transports de matière dangereuse, Matrice O-D, Météo, Parcours FCD, Performance, Pollution, Régulation, Stationnement, Statistique de voyage, Stratégie de gestion des incidents, Stratégie politique, TMP, Trafic, Véhicule, Véhicule fautif, Transports publics	

8.5 Implémentation

TMP-CH est implémenté à différents niveaux hiérarchiques. Comment est-ce fait ?

Soulignons encore une fois que ces aspects ne sont traités que lors de l'implémentation concrète d'un système et ne sont pas basés sur TRAS. A ce niveau, le maître d'ouvrage et son maître d'œuvre sont libres de choisir leur propre architecture. Il est recommandé de rester dans la monde objet et UML et de travailler avec des diagrammes de séquence et de collaboration.

8.6 Conclusion et Enseignements

8.6.1 Conclusions

Grâce à l'architecture de système TRAS, on peut identifier tout une série de points :

- Les plans de gestion eux-mêmes ne sont pas définis par le système télématique en lui-même, mais par un acteur externe. Il pourrait par exemple s'agir des services des routes cantonaux ou des polices cantonales. Ceci est laissé ouvert. Le système dispose cependant d'informations et d'outils qui peuvent être utiles pour les générer (telles que les données statiques et statistiques resp. les outils de simulation) et les acteurs externes peuvent avoir recours à ces données et outils lors de la définition.
- Les scénarios standards montrent très facilement quelles sont les activités supplémentaires qu'on pourrait envisager pour un service, resp. avec quelles activités d'autres services l'on doit assurer une coordination.

- Les diagrammes de classe font ressortir les liens avec d'autres services.
- Les systèmes physiques montrent quelle serait la combinaison optimale de services. On peut ainsi analyser quelles sont les classes qui existent déjà dans un système et peuvent éventuellement être réutilisées / interfacées avec le nouveau service.
- Pour chaque classe d'information non gérée dans le système lui-même mais utilisée pour le service en question, on doit prévoir une interface avec le maître de la classe.

8.6.2 Enseignements

On voit que TRAS est utile lors de l'implémentation d'un service pour assurer la complétude du service. En outre, lors de la rédaction de cahiers des charges, les maîtres d'ouvrage peuvent exiger la réalisation de services complets et ainsi assurer que la compatibilité avec d'autres services soit améliorée.

9 RECOMMANDATIONS

Le but de ce chapitre est de documenter les propositions concernant les activités à entreprendre à la suite du projet de recherche. Il s'agit notamment de la prise en compte des remarques et connaissances apparues à la fin du projet. Ce chapitre comporte également les propositions pour les activités de normalisation à venir.

9.1 Démarche

La mise en œuvre d'une architecture de système est un processus évolutif. Le projet de recherche TRAS apporte les éléments nécessaires pour élaborer une norme suisse d'architecture de système de la télématique routière. Il s'agit d'une première itération qu'il faudra régulièrement mettre à jour en fonction de l'évolution des services et des systèmes. A l'aide de projets de validation, l'architecture devra être adaptée et étendue pour pouvoir accueillir de nouveaux services. Dans certains domaines elle devra être affinée afin de pouvoir fixer un nombre suffisant de détails pour garantir l'interopérabilité des composantes.

Normalisation (Norme de base)

Pour la normalisation de l'architecture de système nous proposons de créer une structure de normes permettant de répondre au mieux aux besoins d'évolution. Il s'agit d'établir une norme de base générique qui reste valable à long terme soutenue par des normes spécifiques plus détaillées et pouvant facilement évoluer. Les résultats du projet TRAS servent surtout comme bases pour la norme de base. Pour les normes plus spécifiques il faudra intégrer des connaissances d'autres recherches et des expériences supplémentaires.

La norme de base doit fixer le "Quoi" de l'architecture de système de la télématique routière en Suisse. Elle contient les cas d'utilisation, les scénarios standard et les diagrammes de classes ainsi que les systèmes physiques génériques pour décrire le fonctionnement abstrait du système.

Normalisation (Normes spécifiques)

Des normes plus spécifiques pour chaque domaine pourront ensuite décrire plus en détail le fonctionnement des différents systèmes de la télématique en utilisant des diagrammes de séquence, des diagrammes de collaboration et en traitant en détail tous les aspects organisationnels d'un domaine.

Vérification de l'architecture dans la pratique

Il serait souhaitable de valider l'architecture de système avec des cas concrets tel que les services "NVLS" ou "VM-CH" afin de pouvoir intégrer dans la norme les expériences de ces projets.

D'autre part, il serait utile d'établir un guide d'utilisation de l'architecture. Ce guide devrait être réalisé par une équipe pluridisciplinaire comprenant des experts fournisseurs de services, des experts de l'industrie et des membres du projet TRAS.

9.2 Structure de la norme de base

La norme de base comprend la description globale de l'architecture. Elle est structurée de telle manière à donner un cadre pour intégrer des normes spécifiques donnant plus de détails. La proposition ci-dessous constitue une base pour les travaux de la EK 9.04.

A. Généralités

Domaine d'application

– Télématique des transports routiers

Objet

– Architecture de système, norme de base

But

- de définir un langage commun pour la réalisation économique de système partiels de la télématique routière
- Définir le cadre et une structure pour les services de la télématique routière.
- Garantir l'interopérabilité des services et des systèmes.
- Base pour pouvoir établir des cahiers de charge relatifs au déploiement des services et des systèmes.

Définitions

Télématique des transports

- service
- système

Architecture:

- Architecture de système
- Architecture conceptuelle
- Architecture organisationnelle
- Architecture physique

Niveaux de conception:

- sémantique
- conceptuel
- logique
- physique

termes UML:

- cas d'utilisation
- acteur
- Scénario normal
- Classe
- Objet

Références

- SN 640871
- SN 640872
- ISO TR 14813

B. Architecture de système pour la télématique des transports routiers

Rôle de l'architecture de système pour la mise en œuvre des services et des systèmes

Les différents niveaux d'interopérabilité:

- interopérabilité des services
- interopérabilité des systèmes
- interopérabilité des données

Démarche d'utilisation

C. Champ d'application de l'architecture de système

Services de la télématique des transports routiers concernés

- Gestion de réseau
- Gestion d'axe
- Régulation du trafic
- Gestion d'incidents
- Surveillance continue du trafic
- Information sur les déplacements
- Information sur le trafic
- Contrôle automatique du trafic
- Gestion des appels d'urgence

D. Architecture conceptuelle

Cas d'utilisation généraux:

- Management du trafic (TM)
- Information au voyageur (TI)

Management du trafic

- Cas d'utilisation "Surveiller les conditions et les impacts du trafic": définition, déclenché par, acteurs, scénario normal, description des classes.
- Cas d'utilisation "évaluer la performance": définition, déclenché par, acteurs, scénario normal, description des classes.
- Cas d'utilisation "faire des prédictions de performance": définition, déclenché par, acteurs, scénario normal, description des classes.
- Cas d'utilisation "réguler le trafic": définition, déclenché par, acteurs, scénario normal, description des classes.
- Cas d'utilisation "gérer les incidents": définition, déclenché par, acteurs, scénario normal, description des classes.
- Cas d'utilisation "contrôler le trafic" : définition, déclenché par, acteurs, scénario normal, description des classes.

Information au voyageur

- Cas d'utilisation "Informé le conducteur durant le déplacement": définition, déclenché par, acteurs, scénario normal, description des classes.
- Cas d'utilisation "Informé sur les itinéraires et guidage durant le trajet": définition, déclenché par, acteurs, scénario normal, description des classes.

- Cas d'utilisation "Informé avant le déplacement": définition, déclenché par, acteurs, scénario normal, description des classes.
- Cas d'utilisation "générer un horaire": définition, déclenché par, acteurs, scénario normal, description des classes.
- Cas d'utilisation "payer le voyage": définition, déclenché par, acteurs, scénario normal, description des classes.

E.

Architecture physique

Types de systèmes

- Systèmes de type "Centre"
- Systèmes de type "Véhicule"
- Systèmes de type "Infrastructure"

Description des sous-systèmes

Sous-système x:

- *Description, but*
- classes: fonctions et stocks de données,

Communication

- Liens de communication et interfaces physiques
- Types de liens de communication entre interfaces physiques: Données transférées, capacité des réseaux, aspects de sécurité et protection de données, disponibilité, protocoles
- Standards d'échanges de données et d'information

F. **Bibliographie**

G. **Annexe: Diagramme de classes**

9.3 Organisation

Commission d'accompagnement pour la mise en oeuvre

Le projet de recherche TRAS a permis de définir une architecture cadre pour la télématique routière en Suisse. Conformément aux travaux d'ACTIF en France, il faudra prévoir une commission permanente sous la responsabilité de l'OFROU qui assurera la mise à jour, la consolidation et la supervision de la mise en oeuvre de l'architecture système en Suisse.

L'objectif de cette commission est de fournir des directives pour la réalisation des systèmes télématiques et de vérifier la conformité des résultats par rapport à l'architecture. Elle doit intégrer d'une part des experts de la commission VSS EK9.04 et des responsables de l'OFROU. Elle doit disposer de budgets conséquents pour effectuer ces travaux.

Activités de normalisation dans l'environnement de TRAS

Comme les résultats du projet TRAS sont en très grande partie basées sur le rapport technique ISO TR 14813, une question importante est de connaître l'évolution de ces travaux. En effet, ISO TC 204 vient de prolonger la validité de ce rapport jusqu'en 2006. Il est probable que les contenus de ISO TR 14813 serviront de bases à des normes pour l'architecture.

D'autre part, il nous paraît important de suivre les travaux de normalisation en cours au niveau européen afin de pouvoir vérifier les conséquences par rapport à l'architecture suisse et de pouvoir s'adapter à d'éventuels changements au niveau international.

Ces tâches doivent également faire partie du cahier des charges de la commission d'accompagnement mentionnée ci-dessus.

9.4 Architecture, points en suspens

Au courant des derniers reviews, une série de points sont apparus qui sont à vérifier lors de la normalisation.

Remarques générales

- Les différents niveaux hiérarchiques de réseau et les échanges de données horizontaux et verticaux devraient être traités dans une des normes spécifiques. Il s'agit d'une application de l'architecture de système en tenant compte des niveaux d'organisation actuels. Il faudra notamment préciser qui définit les filtres lors d'un échange de données horizontal.
- Les noms des acteurs, tels qu'ils ont été repris et adaptés d'ISO TR 14813 ne présentent pas une nomenclature uniforme. Il faudrait uniformiser la nomenclature de façon à avoir à chaque fois le nom d'un acteur, physique ou moral, plutôt que le nom d'un service ou d'un système externe.
- Les noms des classes devraient également être uniformisés selon des règles de nomenclature plus strictes.
- Dans la norme de base, les liens entre l'architecture conceptuelle et physique devraient être complétés, pour chaque système, avec les activités de scénarios des cas d'utilisation de l'architecture conceptuelle.
- Dans une norme spécifique, des diagrammes de flux devraient faire partie de l'architecture physique, tel que définis dans ACTIF. Les flux devraient être déduits des classes utilisées dans plusieurs systèmes.

Remarques particulières

Domaine "Management de trafic":

- Les événements ne devraient pas être récoltés à travers le cas d'utilisation TM5 (gérer les incidents) mais à travers TM1 (surveiller les conditions et les impacts du trafic) avec une interface vers les promoteurs d'événements et la police. Il faudrait faire une séparation stricte entre événements et incidents.
- Pour TM1, il faudrait distinguer les événements et les données de masse.
- Afin de pouvoir réserver des courses en cas de perturbation de trafic, il faudrait avoir un lien entre TM4 et les services de réservation.
- La gestion des bouchons ne devrait pas être traitée sous TM5.
- Dans TM5 il faudrait séparer les incidents avec influence sur le trafic et ceux sans influence sur le trafic.
- Le suivi des transports de matière dangereuse devrait constituer un cas d'utilisation séparé.
- D'autre part, il a été proposé d'adapter le diagramme de cas d'utilisation du domaine management de trafic, de façon à souligner le fait que les cas d'utilisation TM1 à TM4 constituent le noyau du système et que les autres cas d'utilisation sont auxiliaires. Une proposition se trouve à la figure. Il faut alors vérifier les influences sur le scénario de TM5, pour le cas où il n'y aurait pas de relations „uses“

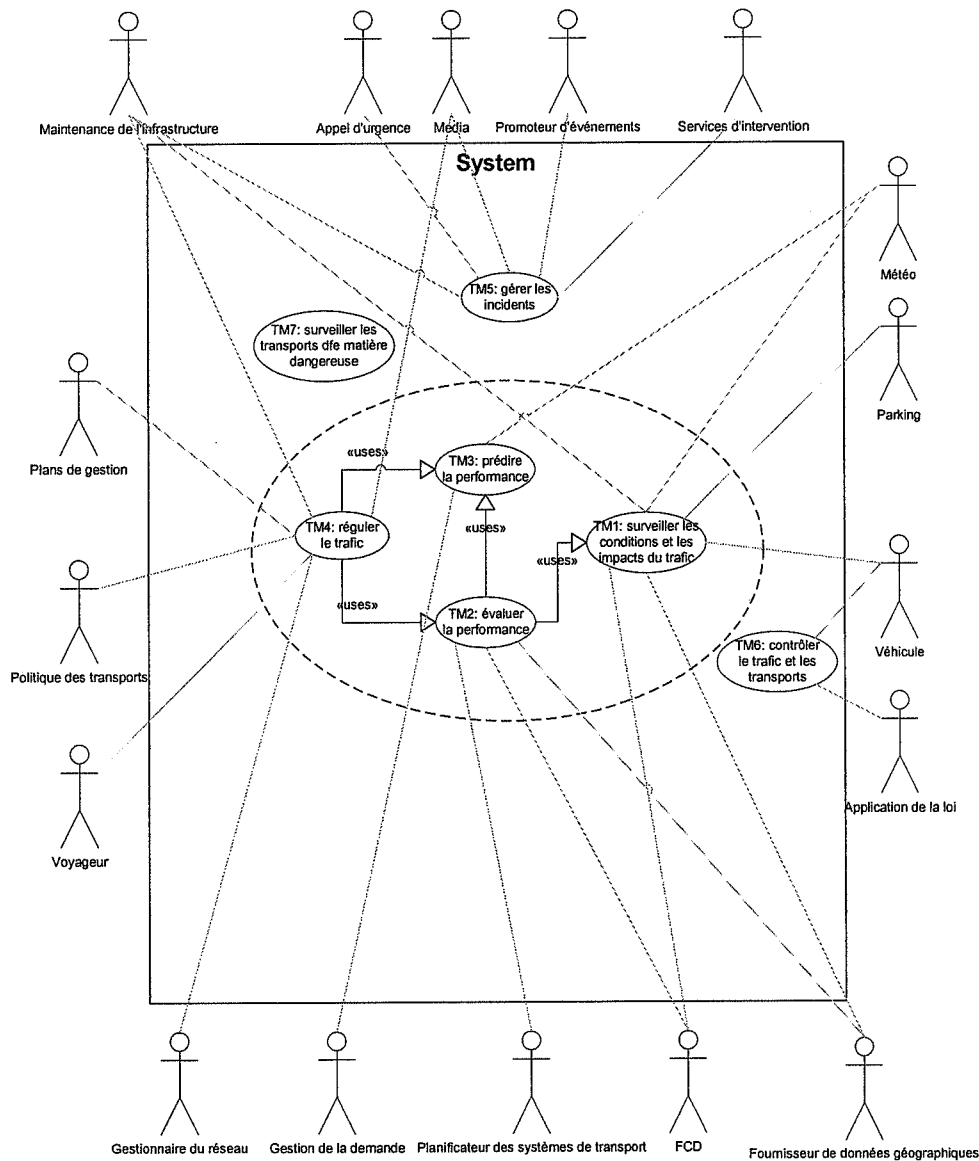


Figure 9-1: Nouveau schéma de cas d'utilisation proposé pour le domaine "Management du trafic"

Domaine "Information trafic et transports"

- Vérifier s'il ne faut pas également faire un cas d'utilisation pour "réserver" en analogie à "payer".
- Vérifier s'il ne faut pas modéliser "informer durant le déplacement" et "informer avant le voyage" comme un seul cas d'utilisation.
- Vérifier s'il est possible de regrouper TI2 et TI4 (calculer l'itinéraire et générer un horaire) dans un seul cas d'utilisation.
- Vérifier s'il est nécessaire de distinguer trafic individuel et trafic de marchandises, du fait que les processus décisionnels sont fondamentalement différents.

Améliorations possibles

- Diagrammes supplémentaires:

Pour des normes spécifiques il serait envisageable d'aller plus loin dans la description de l'architecture de système. ISO TR 14813 préconise, par exemple, de définir des diagrammes de séquence UML (illustration

graphique des scénarios normaux) et des diagrammes de collaboration (messages transmis entre classes de différents packages). Ces diagrammes constituent une alternative aux diagrammes de flux de l'architecture physique.

- Représentation différente des packages:

Afin de rendre les diagrammes de classe plus lisibles, il serait possible de s'éloigner de la représentation préconisée par ISO TR 14813 et proposer une représentation purement UML tel que présenté à la Figure 9-2.

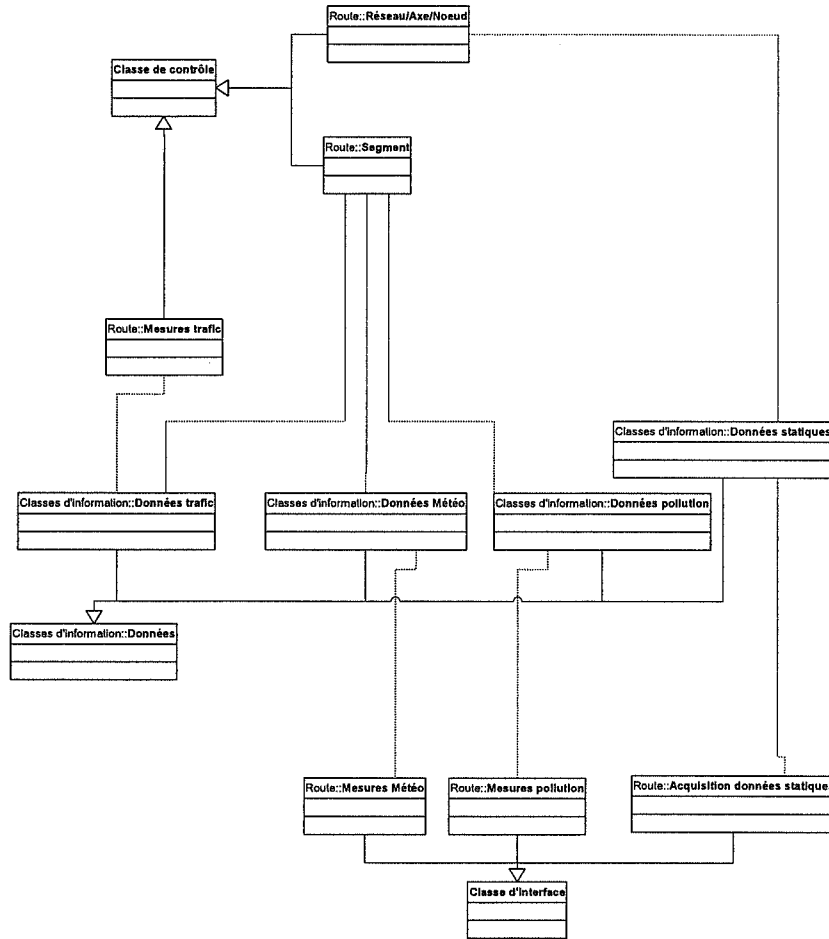


Figure 9-2: Proposition d'une autre présentation du diagramme de classe (partiel) de TM1

Dans l'architecture physique il serait possible de modéliser des nœuds et des composantes UML au lieu des systèmes physiques. Il en résulterait une plus grande cohérence avec la philosophie UML. Un tel exemple se trouve à la Figure 9-3.

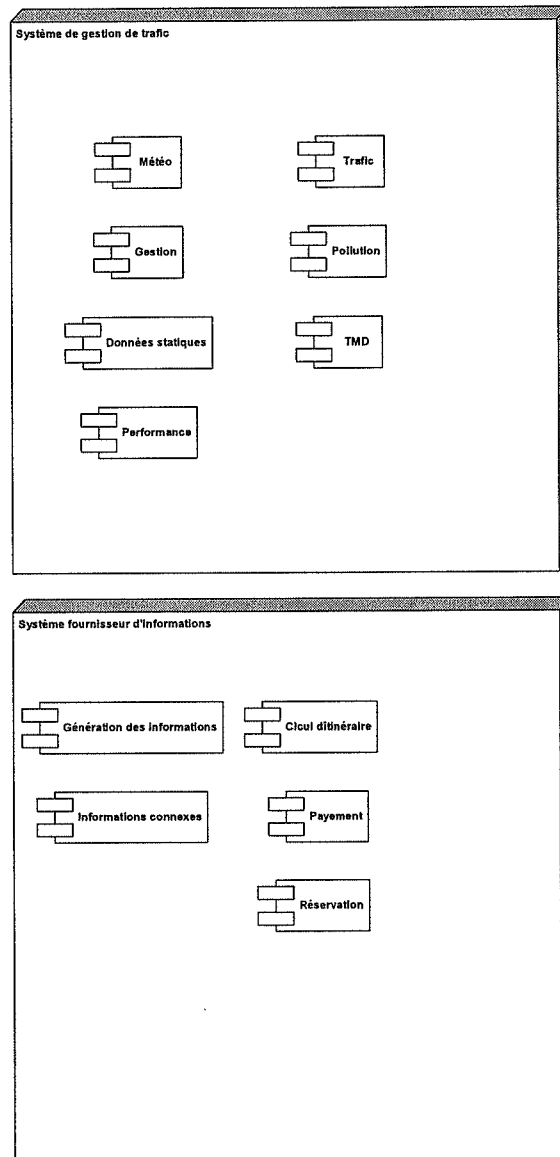


Figure 9-3: Exemple d'une modélisation physique avec des nœuds et de composantes UML

9.5 Support technologique

Outils CASE

La description de l'architecture du système est composée d'éléments qui ont des relations strictes entre eux. Afin de pouvoir assurer la cohérence globale et optimiser le travail de conception, les éléments de l'architecture devraient être repris avec des outils supportant la modélisation UML tels que ceux de Rational Rose par exemple.

ANNEXES

A. REFERENCES

ACTIF – Annexe 1 description des fonctions

ACTIF – Annexe 4 description des acteurs externes

ACTIF – Annexe 5 description des sous systèmes physiques

ACTIF – Document principal

ACTIF -- dossier de présentation du projet aux maîtres d'ouvrage.

ACTIF – Liste des besoins des utilisateurs français (version 3 – le 20 janvier 2000)

BASt - Bundesamt für Strassenwesen: Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechnerzentralen und unterzentralen

CONVERGE project, Deliverable DSA7.1 - Services and Functions: Where do we stand? (novembre 1996)

CORD (V2056) Deliverable D004 - Part 3 : Recommended definitions of Transport Telematics, functions and subfunctions" (décembre 1994)

DETEC - Télématique des transports routiers – Rapport explicatif (TTR-2010)

DETEC, 2000 Télématique des transports routiers (TTR-CH 2010) – Concept pour la Suisse en 2010, Département fédéral de l'Environnement, des Transports, de l'Energie et de la Communication, Version 21.08.2000

Eriksson, Axelsson – ITS Systems Architectures, from vision to reality.

Government of Japan, "Comprehensive Plan for ITS in Japan" (juillet 1996)

ISO/TC204/WG1. Transport Information and Control Systems - Architecture and terminology. TICS Fundamental services (mai 1996).

ISO/TC204/WG1/N300 (1997): Transport Information and Control Systems, TICS Reference Architecture, Tutorial.

ISO/TC204/WG1/N300 (1997): Transport Information and Control Systems, TICS Reference Architecture, Tutorial.

ISO/TC204/WG1/N310 (1997): Transport Information and Control Systems, TICS Reference Architecture, Part 1: Object-oriented Model.

ISO/TC204/WG1/N310 (1997): Transport Information and Control Systems, TICS Reference Architecture, Part 1: Object-oriented Model.

ISO/TR 14813-1 (1999): Transport information and control systems – Reference model architecture(s) for the TICS sector – Part 1: TICS fundamental services

ISO/TR 14813-2 (2000): Transport information and control systems – Reference model architecture(s) for the TICS sector – Part 2: Core TICS reference architecture

ISO/TR 14813-3 (2000): Transport information and control systems – Reference model architecture(s) for the TICS sector – Part 3: Example elaboration.

ISO/TR 14813-4 (2000): Transport information and control systems – Reference model architecture(s) for the TICS sector – Part 4: Reference model tutorial.

ISO/TR 14813-5 (2000): Transport information and control systems – Reference model architecture(s) for the TICS sector – Part 5: Requirements for architecture description in TICS standards.

ISO/TR 14813-6 (2000): Transport information and control systems – Reference model architecture(s) for the TICS sector – Part 6: Data presentation in ASN.1.

ITS Handbook 2000: Recommendations from the World Road Association (AIPCR/PIARC), ARTECH, Edition, London 2000.

Jacques Lapointe - L'approche systémique et la technologie de l'éducation, Université Laval.

Jesty P. H. – What is a System Architecture and why do I need one ?, European ITS Framework Architecture, 2000.

KAREN – Documentation CD_ROM European ITS Framework Architecture - Issue 1.0 August 2000

KAREN - Liste of European ITS User Needs (D2.02, août 2000)

KAREN (2000): European ITS Framework Architecture – Deployment approach and scenarios, D4.2 – issue 1.

La systémique, Daniel Durand, Que sais-je

Office Fédéral des Routes / Police Cantonale de Bâle Campagne : Systèmes de surveillance de vidéo de la circulation routière - Synthèse des résultats du projet européen de recherche VERA, (Video Enforcement for Road Authorities), Version finale 15.12.00, Rapport-N°. 001

PIARC Committee – ITS Handbook 2000, Recommendations from the World Road Association, Artech House Publishers 1999.

PNR41, Module E3 Banques de données routières aux instruments de la gestion de la mobilité (version 2.0)

Rapport de recherche FA SVI 98/2: Floating Car data in der Verkehrsplanung (Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG, Rosenthaler + Partner AG)

US Department of Transportation, ITS Architecture, *Mission definition* (juin 1996)

VSS SN 640 871 Télématique des transport routiers – Norme de base (édition provisoire, le 7 décembre 1999)

VSS SN 640 872 Télématique des transport routiers – Systématique de la terminologie (novembre 2000)

B. GLOSSAIRE¹⁹

Sources :

<http://www.caminao.com/glossaire.html>

<http://www.oose.de/glossar>

<http://www.neo-lao.com/download/pdf/methode%20uml.pdf>

UML pour l'analyse d'un système d'information

Acteur	Akteur
Rôle, qu'un objet externe au système peut prendre pour interagir avec un cas d'utilisation.	Ein Akteur ist die Rolle, die ein außerhalb des Systems agierendes Objekt einnehmen kann um sich an einem Anwendungsfall zu beteiligen.
Activité	Aktivität
Une activité est une étape d'un scénario.	Eine Aktivität ist ein einzelner Schritt in einem Ablauf.
Agrégation	Aggregation
Cas particulier d'association qui ajoute l'idée d'appartenance. Il s'agit d'une relation « tout / partie » entre l'agrégat et une partie.	Eine Aggregation ist eine spezielle Assoziation, bei der die beteiligten Klassen keine gleichwertige Beziehung führen, sondern eine Beziehung in der eine Klasse, die Vaterklasse oder Aggregat für seine aggregierte Klassen (Kinder) zuständig ist.
Association	Assoziation
Dépendance entre deux ou plusieurs classes permettant, dans une classe donnée, de faire référence à une autre classe.	Abhängigkeit zwischen zwei oder mehr Klassen, die es ermöglicht eine Klassen in einer anderen zu referenzieren.

¹⁹ Les définitions ne sont pas toujours à 100% équivalentes, comme elles viennent de sources différentes.

Attribut	Attribut
Type d'information élémentaire faisant partie de la structure d'une classe.	Elementarer Informationstyp, der Bestandteil der Struktur einer Klasse ist.
Cas d'utilisation	Anwendungsfall
Description du système étudié privilégiant le point de vue de l'utilisateur. Un cas d'utilisation décrit une quantité d'interactions cohérentes et orientées but entre les acteurs et les objets. Il est composé d'une séquence d'actions déclenchée par un acteur externe et qui produit un résultat identifiable.	Systembeschreibung, welche den Standpunkt des Benutzers bevorzugt. Ein Anwendungsfall beschreibt eine Menge konsistenter und zielgerichteter Interaktionen zwischen Akteuren und Objekten. Er besteht aus einer Folge von Operationen die von einem bestimmten Akteur initiiert werden und ein identifizierbares Resultat erzeugen.
Classe	Klasse
Une classe constitue la définition des attributs, des opérations et de la sémantique d'un ensemble d'objets. Tous les objets de la classe correspondent à cette définition.	Eine Klasse ist die Definition der Attribute, Operationen und der Semantik für eine Menge von Objekten. Alle Objekte einer Klasse entsprechen dieser Definition.
Composition	Komposition
Une forme d'agrégation qui exprime une forte propriété entre le tout et les parties, ainsi qu'une subordination entre l'existence des parties et du tout. Les parties, dont la multiplicité est non figée, peuvent être créées après le composite lui-même, mais une fois créées, elles vivent et meurent avec lui (c. -à-d elles partagent sa durée de vie).	Eine Komposition ist ein "besteht aus" Beziehung und beschreibt aus welche Teilen die Instanzen der Vaterklasse aufgebaut sein können. Die Komposition ist eine strenge Form der Aggregation, bei der die Teile vom Ganzen existenzabhängig sind.
Deploiement	Deployment
Mise en œuvre des composants dans leur environnement opérationnel.	Der Installationsprozess einer Komponente auf einem Applikations-Server wird Deployment genannt.
Diagramme de cas d'utilisation	Anwendungsfalldiagramm
Un diagramme qui montre les relations entre acteurs et cas d'utilisation dans un système.	Ein Diagramm, das die Beziehungen zwischen Akteuren und Anwendungsfällen zeigt.

Diagramme de classes	Klassendiagramm
Un diagramme qui montre un ensemble d'éléments de modélisation déclaratifs (statiques), comme les classes, les types, avec leurs contenus et relations.	Ein Klassendiagramm zeigt Klassen, Pakete und Beziehungen und weitere statische Modellelemente
Généralisation	Generalisierung
Une relation taxonomique entre un élément plus général et un élément plus spécifique. L'élément le plus spécifique est entièrement compatible avec l'élément le plus général et contient des informations supplémentaires.	Eine Generalisierung (bzw. Spezialisierung) ist eine taxonomische Beziehung zwischen einem allgemeinen und einem speziellen Element (bzw. umgekehrt), wobei das speziellere weitere Eigenschaften hinzufügt, die Semantik erweitert und sich kompatibel zum allgemeinen verhält.
Héritage	Vererbung
Mécanisme par lequel les spécifications d'une classe (attributs, opérations, ou méthodes) s'appliquent aux sous-classes.	Vererbung ist ein Programmiersprachenkonzept für die Umsetzung einer Relation zwischen einer Ober- und einer Unterklasse, wodurch Unterklassen die Eigenschaften ihrer Oberklassen mitbenutzen können.
Instanciation	Instantiierung
Mécanisme par lequel une classe crée une instance (un objet).	Instantiierung ist das Erzeugen eines Exemplars (Objekt) aus einer Klasse
Méthode	Methode
Implémentation d'une opération. Une opération peut être abstraite alors qu'une méthode ne peut pas.	Die Implementierung (body) einer Operation. Eine Operation kann abstrakt sein, eine Methode nicht.
Objet	Objekt

<p>Élément identifiable caractérisé par les états qu'il peut prendre et les opérations qu'il peut réaliser. En termes d'implémentation la notion d'objet couvre l'ensemble des éléments physiques identifiables par le système, ce qui peut inclure les classes. (cf. Instance)</p>	<p>Ein Objekt ist eine im laufenden System konkret vorhandene und agierende Einheit. Jedes Objekt ist Exemplar einer Klasse.</p>
<p>Opération</p>	<p>Operation</p>
<p>Service supporté par un type d'objet et implémenté par les classes. Les opérations sont implémentées par des méthodes (définies par les classes) et exécutées dans le contexte des objets.</p>	<p>Operationen sind publizierte Dienstleistungen, die ein Objekt ausführen kann. Operationen werden implementiert durch Methoden.</p>
<p>Package</p>	<p>Paket</p>
<p>Regroupement d'éléments logiques utilisés en cours de développement. Les paquetages peuvent correspondre à un découpage opérationnel ou ne répondre qu'aux besoins du processus de développement. Ils fournissent un espace d'adressage privé et peuvent être hiérarchisés.</p>	<p>Pakete sind Gruppen von Modellelementen. Innerhalb eines Pakets müssen die Namen der enthaltenen Elemente unterschiedlich sein. Das Paket ist also ein Namensraum. Jedes Modellelement eines UML Modells ist in genau einem Paket enthalten.</p>
<p>Post-condition</p>	<p>Nachbedingung</p>
<p>Condition supposée réalisée lorsqu'une action s'est déroulée normalement. Le respect de ces condition relève de l'objet qui implémente l'action.</p>	<p>Eine Nachbedingung beschreibt einen Zustand, der nach Abschluss einer Tätigkeit, Aktivität, Operation o.ä. gegeben sein muss.</p>
<p>Pré-condition</p>	<p>Vorbedingung</p>
<p>Condition supposée réalisée lors du déclenchement d'une action. Le respect de ces conditions relève de l'objet qui demande l'action.</p>	<p>Eine Vorbedingung beschreibt einen Zustand, der vor dem Ablauf einer Tätigkeit, Aktivität, Operation o.ä. gegeben sein muss.</p>
<p>Scénario</p>	<p>Szenario</p>
<p>Séquence d'actions qui réalise un cas d'usage et correspond donc à une variante.</p>	<p>Ein Szenario ist beispielhafter Ablaufpfad eines Anwendungsfalls.</p>
<p>Sous-système</p>	<p>Subsystem</p>

Regroupement de composants assurant un ensemble de services fonctionnellement homogènes.	Ein Subsystem ist eine spezielle Komponente, deren Zweck die Repräsentation einer architektonischen Einheit darstellt.
--	--

Spécialisation	Spezialisierung
Inverse de la généralisation. Permet de préciser une description pour couvrir des situations spécifiques. La spécialisation peut se faire par extension (ajout de nouvelles caractéristiques ou opérations) ou par restriction (définition d'un sous-ensemble).	Eine Spezialisierung ist eine taxonomische Beziehung zwischen einem allgemeinen und einem speziellen Element, wobei das speziellere weitere Eigenschaften hinzufügt, die Semantik erweitert und sich kompatibel zum allgemeinen verhält. Generalisierung und Spezialisierung sind Abstraktionsprinzipien zur hierarchischen Strukturierung der Modellsemantik unter einem diskriminierenden Aspekt.

C. ABBREVIATIONS

Abréviation	Anglais	Français
ACTIF		Architecture-Cadre pour les Transports Intelligents en France
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	
ATM	Asynchronous Transfert Mode	
CORBA	Common Object Request Broker Architecture Protocol	
DAB	Digital Audio Broadcasting	
DATEX	Data Exchange Protocol	
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications	
DETEC		Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication
DOT	US Department Of Transport	
DSRC	Dedicated Short Range Communications	
EFC	Electronic Fee Collection	
ERTICO	European Road Telematics Implementation Organisation	
FCD	Floating Car Data	
GPRS	General Packet Radio Service	
GSM	Global sytem for Mobile Communication	
ISO	International Standardisation Organisation	
ISO		
KAREN	Keystone Architecture Required for European Network	

LCR		Langage de Commande Routier Français
LMDS	Local Multipoint Distribution System (Wireless)	
LS		Ligne Spécialisée
MEGA		MERISE - GAMMA
MI		Module d'Intercommunication
MMDS	Multichannel Multipoint Distribution Service (Wireless)	
NMCS	National Motorway Communication System (UK)	
NTCIP	National Transportation Communications for ITS Protocol (USA)	
O-D		Origine-Destination
OFROU		Office Fédéral des ROUTes
PMV		Panneau à Message Variable
RNIS		Réseau Numérique à Intégration de Services
RPLP		Redevance sur le trafic des Poids Lourds liée aux Prestations
RTC		Réseau Téléphonique Commuté
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	
SNMP	Simple Network Management Protocol	
SONET	Synchronous Optical NETWORK	
STI		Système de Transport Intelligent
STMP	Simple Transportation Management Protocol	
TC	Technical Committee (ISO)	
TEDI		Protocole de Transmission Routier Français

TICS	Transport Information Control Systems	
TMD		Tranport de matière dangereuse
TMP-CH		Traffic Management Plan - Suisse
TP		Transports publics
TR	Technical Report (ISO)	
TRAS		Télématique routière, Architecture de Système
TTR		Télématique des transports routiers
UML	Unified Modelling Language	
VPN	Virtual Private Network	
VSAT	Very Small Aperture Terminals	
X25		Protocole de commutation de paquets en mode connexion
xDSL	X Digital Subscriber Line	

D. DEFINITION DES CLASSES

Ce chapitre regroupe les classes de contrôle et les classes d'interface par package. Les classes qui sont utilisées dans plusieurs cas d'utilisation sont représentées avec toutes leurs opérations. Les descriptions des classes de contrôle et d'interface sont reprises pour chaque package avec l'indication des cas d'utilisation dans lesquels ils interviennent.

Comme les classes d'informations peuvent être utilisées dans plusieurs packages différents, elles ne figurent pas sur les diagrammes de classes du présent chapitre. Elles sont pourtant regroupées alphabétiquement au chapitre D.10.

D.1 Route

D.1.1 Diagramme des classes

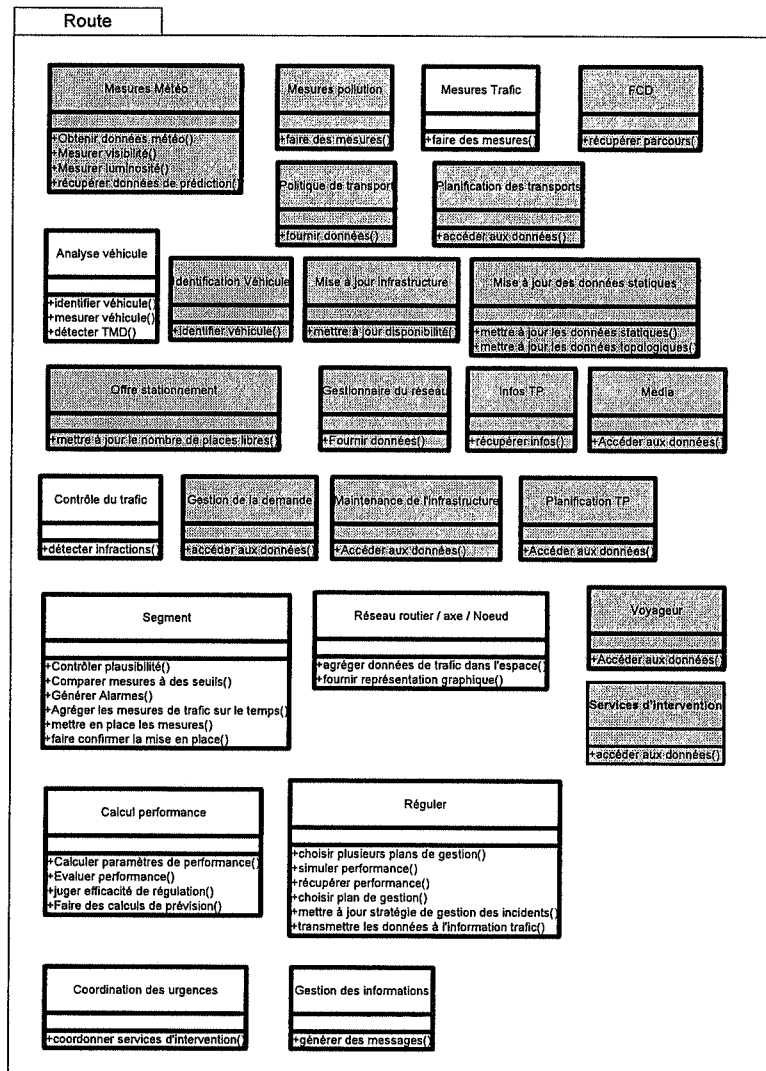


Figure 9-4: Diagramme des classes de contrôle et d'interface du package "Route "

D.1.2 Description des classes:

Nom de la classe	Description	Cas d'utilisation
Analyse véhicule	Cette classe de contrôle sert à relever les données spécifiques à des véhicules à des fins statistiques et détecter des transports de matière dangereuse	TM1
Calcul performance	Cette classe de contrôle sert à calculer des paramètres de performance (temps de parcours, état de saturation, capacité restante), actuelle ou prédite, et d'évaluer l'efficacité d'une régulation mise en place. A cette fin, elle analyse les mesures de trafic agrégées et les parcours des véhicules flottants récupérés par l'intermédiaire de la classe de contrôle FCD	TM2, TM3
Contrôle du trafic	Cette classe de contrôle sert à comparer des mesures de trafic aux régulations en cours et d'identifier les infractions	TM6
Coordination des urgences	Cette classe de contrôle sert à coordonner les parcours des urgences de manière à ce que les interventions puissent se faire de la manière la plus rapide et la plus sûre possible	TM5
FCD	Cette classe d'interface sert à récupérer les parcours de véhicules flottants. Ceci peut se faire en communiquant avec un fournisseur de service qui met à disposition de telles données	TM1, TM2, TM3
Gestion de la demande	Cette classe d'interface sert à communiquer avec l'acteur « Gestion de la demande ». l'acteur pourra notamment accéder aux pronostics de trafic et de performance.	TM3
Gestion des informations	Cette classe de contrôle sert à combiner les données de différentes sources, comme la gestion du trafic, la gestion des incidents ou encore les transports publics, afin de générer des messages d'information sur le trafic et les transports qui seront ensuite transmis aux usagers de la route par l'intermédiaire des classes d'interface signalisation et media	T11
Gestionnaire du réseau	Cette classe d'interface sert à communiquer avec l'acteur « Gestionnaire du réseau ». Cet acteur pourra notamment fournir les plans de gestion (TMP).	TM4
Identification du véhicule	Cette classe d'interface sert à identifier un véhicule (lecture de la plaque d'immatriculation) ayant commis une infraction	TM6
Infos TP	Cette classe d'interface sert à communiquer avec les services de transport public afin de récupérer d'éventuelles informations de perturbation de leur trafic	TM1
Maintenance de l'infrastructure	Cette classe d'interface sert à communiquer avec l'acteur « Maintenance de l'infrastructure ». Cet acteur pourra notamment coordonner ses interventions avec la régulation du trafic.	TM4
Media	Cette classe d'interface sert à communiquer avec l'acteur « Media ». Cet acteur pourra notamment accéder aux données de performance et de régulation afin de les transmettre aux voyageurs.	TM2, TM4
Mesures Météo	Cette classe d'interface sert à obtenir des mesures météorologiques. Ceci peut se faire par l'intermédiaire de capteurs locaux ou à travers un tiers et il peut s'agir de données actuelles ou prévisionnelles.	TM1, TM3

Nom de la classe	Description	Cas d'utilisation
Mesures pollution	Cette classe d'interface sert à faire des mesures de pollution. Il peut s'agir de pollution atmosphérique ou sonore. Ces mesures se font en règle générale par l'intermédiaire de capteurs locaux	TM1
Mesures trafic	Cette classe de contrôle sert à obtenir des mesures de trafic locales. Il s'agit de détecter la présence de véhicules et de mesurer leur vitesse localement. Ceci peut être à des fins de gestion de trafic ou de contrôle trafic, et peut se faire, a priori, par l'intermédiaire de capteurs locaux ou par des véhicules flottants. En cas de contrôle du trafic, des précautions spéciales sont nécessaires afin de pouvoir garantir la fiabilité des mesures et l'authenticité des preuves récoltées	TM1, TM6
Mise à jour données statiques	Cette classe d'interface sert à communiquer avec des fournisseurs de données géographiques et de mettre à jour la base de données géographiques du système	TM1, TM2, TI2
Mise à jour infrastructure	Cette classe d'interface sert à communiquer avec les services de l'entretien des routes afin de connaître la disponibilité des infrastructures.	TM1
Offre Stationnement	Cette classe d'interface sert à communiquer avec les différents offrants de places de parc afin de récupérer le nombre actuel de places libres par endroit	TM1
Planification des systèmes de transports	Cette classe d'interface sert à communiquer avec l'acteur « Planification de transports ». Cet acteur pourra notamment accéder aux données historiques de performance afin de planifier l'évolution du réseau routier.	TM2
Planification TP	Cette classe d'interface sert à communiquer avec l'acteur « Transports publics » afin de demander la mise en place de courses spéciales des transports publics.	TM4
Politique des transports	Cette classe d'interface sert à communiquer avec l'acteur « Politique des transports ». Cet acteur peut notamment fournir des données qui influencent les choix de régulation.	TM4
Réguler	Cette classe de contrôle sert à réguler le trafic. Elle interprète les mesures de performance, la politique de transport et les plans de gestion prédéfinies afin de proposer une régulation adaptée. Ceci peut se faire au niveau d'un nœud ou à un niveau supérieur comme un axe ou un réseau routier. S'il s'agit de la régulation d'un nœud, cette régulation se fait le plus souvent d'une manière automatique et autonome alors que les régulations sur un axe ou un réseau entier sont beaucoup plus complexes et nécessitent l'intervention d'un opérateur	TM4
Réseau routier/Axe/Nœud	Cette classe de contrôle sert à coordonner les différentes mesures à un niveau régional. Elle peut agréger les données de trafic dans l'espace et fournir une représentation graphique de l'état de saturation d'un axe ou d'un réseau et coordonner la mise en place de mesures de régulation sur un axe ou un réseau	TM1, TM4
Segment	Cette classe de contrôle coordonne les différentes mesures effectuées localement, sur un nœud. D'un côté, elle peut contrôler la plausibilité et agréger les données locales sur le temps et générer des alarmes en cas de perturbation de trafic. D'un autre côté elle peut mettre en œuvre et coordonner les mesures de régulation sur un nœud	TM1, TM4
Service d'intervention	Cette classe d'interface sert à communiquer avec l'acteur « service	TM5

Nom de la classe	Description	Cas d'utilisation
	d'intervention » afin de coordonner l'intervention des services d'intervention en cas d'incident.	
Voyageur	Cette classe d'interface sert à communiquer avec l'acteur « voyageur »	TM5

D.2 Transport

D.2.1 Diagramme des classes

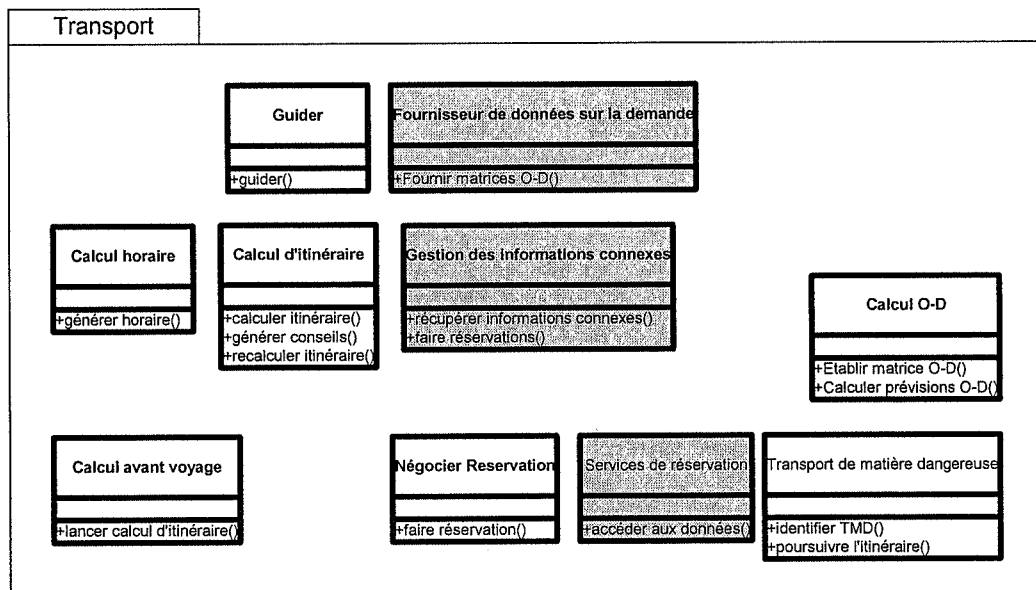


Figure 9-5: Diagramme des classes de contrôle et d'interface du package "Transport"

D.2.2 Description des classes:

Nom de la classe	Description	Cas d'utilisation
Calcul avant voyage	Cette classe de contrôle sert à coordonner les différentes actions pour permettre le calcul d'itinéraire avant le voyage, faire des réservations pour des trajets ou des services connexes et entreprendre les paiements nécessaires	T13
Calcul d'itinéraire	Cette classe de contrôle sert à calculer l'itinéraire le plus court / rapide / intéressant entre un point de départ et un point d'arrivée spécifié par le voyageur. Ceci peut se faire par l'intermédiaire des algorithmes de recherche opérationnelle, tel que par exemple l'algorithme de Dijkstra.	T12
Calcul horaire	Cette classe de contrôle sert à calculer l'optimal en connaissant l'itinéraire calculé auparavant avec les temps de parcours sur les différents tronçons et en les combinant avec les horaires des transports publics. Une fois l'horaire	T14

Nom de la classe	Description	Cas d'utilisation
	exact établi, elle peut coordonner les réservations de trajets et les paiements nécessaires	
Calcul O-D	Cette classe de contrôle sert à établir des matrices Origine - Destination. Il peut s'agir de matrices historiques, actuelles ou prévisionnelles. Les calculs peuvent se faire à partir des données de trafic agrégées ou bien à partir de parcours de véhicules flottants récupérés à travers la classe de contrôle FCD ou encore à partir de certaines statistiques de voyage	TM2, TM3
Fournisseur des données sur la demande	Cette classe d'interface sert à communiquer avec l'acteur « Fournisseur des données sur la demande » afin d'obtenir des données actuelles sur la demande pour générer des matrices O-D.	TM2, TM3
Gestion des informations connexes	Cette classe d'interface sert à communiquer avec des fournisseurs d'informations connexes afin de récupérer les informations pertinentes pour le requérant et de coordonner les réservations en cas d'intérêt	TI1, TI3
Guider	Cette classe de contrôle sert à accéder aux conseils de guidage générés par la classe de contrôle "Calcul Itinéraire" de TI2 et de présenter ces conseils au conducteur au fur et à mesure. Ceci peut se faire par l'intermédiaire d'une voix synthétique, de pictogrammes ou une combinaison des deux	TI1, TI3
Négociation Réserve	Cette classe de contrôle permet de communiquer avec des services de réservation de trajets afin de négocier une réservation	TI4
Service de réservation	Cette classe d'interface sert à communiquer avec l'acteur « Service de réservation ».	TI1
Transport de matière dangereuse	Cette classe de contrôle sert à identifier les transports de matière dangereuse et de poursuivre leur itinéraire, afin de pouvoir intervenir en cas d'incident	TM1

D.3 Véhicule

D.3.1 Diagramme des classes

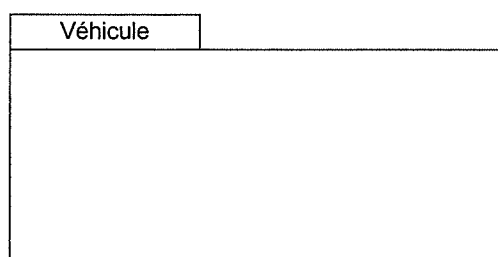


Figure 9-6: Diagramme des classes de contrôle et d'interface du package "Véhicule"

D.3.2 Description des classes:

Nom de la classe	Description	Cas d'utilisation

D.4 Paiement

D.4.1 Diagramme des classes

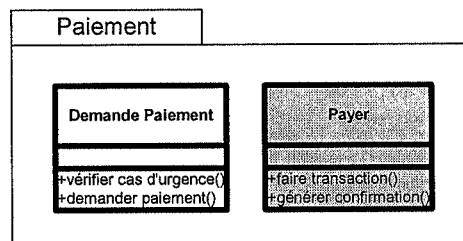


Figure 9-7: Diagramme des classes de contrôle du package "Paiement"

D.4.2 Description des classes:

Nom de la classe	Description	Cas d'utilisation
Demande Paiement	Cette classe de contrôle sert à enregistrer une demande de paiement pour un trajet ou un service connexe dans une base de données. Cette demande sera alors traitée par la classe de contrôle payer du cas d'utilisation TI5	TI1, TI3, TI4
Payer	Cette classe d'interface sert à traiter les différentes demandes de paiement générées par d'autres cas d'utilisation. A cette fin, elle communique avec des services de paiement pour régler ces paiements. Ceci se fait, en règle générale par l'intermédiaire d'un numéro de carte de crédit.	TI5

D.5 Evénement

D.5.1 Diagramme des classes

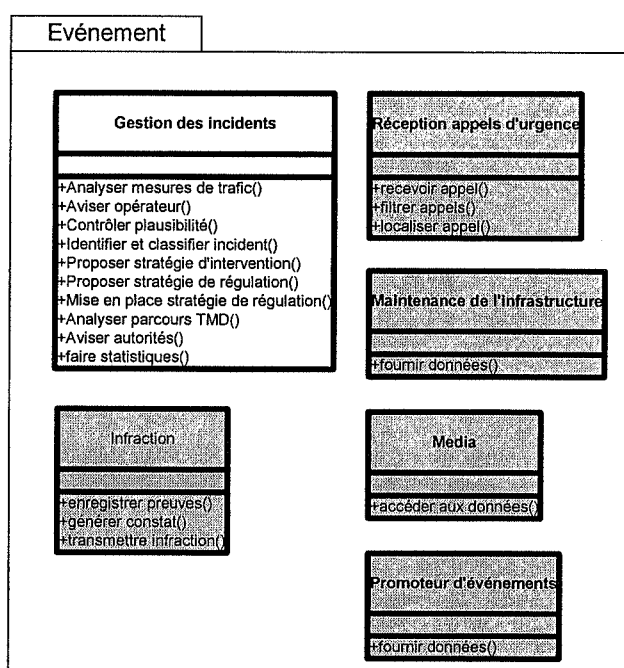


Figure 9-8: Diagramme des classes de contrôle et d'interface du package "Evénement"

D.5.2 Description des classes:

Nom de la classe	Description	Cas d'utilisation
Gestion des incidents	Cette classe de contrôle sert à coordonner toutes les mesures à prendre lors d'un incident. Ca va de la détection de l'incident jusqu'à la proposition de mesures d'intervention et de gestion de trafic	TM5
Infraction	Cette classe d'interface sert à générer un constat d'infraction en combinant l'identification du véhicule ayant commis l'infraction et les preuves du délit. Elle pourra transmettre ce constat d'infraction aux autorités en charge	TM6
Media	Cette classe d'interface sert à communiquer avec l'acteur « Media ». Cet acteur pourra notamment accéder aux données d'incident afin de pouvoir les transmettre aux voyageurs.	TM5
Promoteur d'événements	Cette classe d'interface sert à communiquer avec l'acteur « promoteur d'événements ». Cet acteur pourra notamment fournir des données sur les événements planifiés	TM5
Réception appels d'urgence	Cette classe d'interface sert à coordonner les appels d'urgence. Il s'agit de les recevoir, de les filtrer et de les localiser, afin de minimiser les cas de fausse alerte	TM5

D.6 Périphérique route

D.6.1 Diagramme des classes

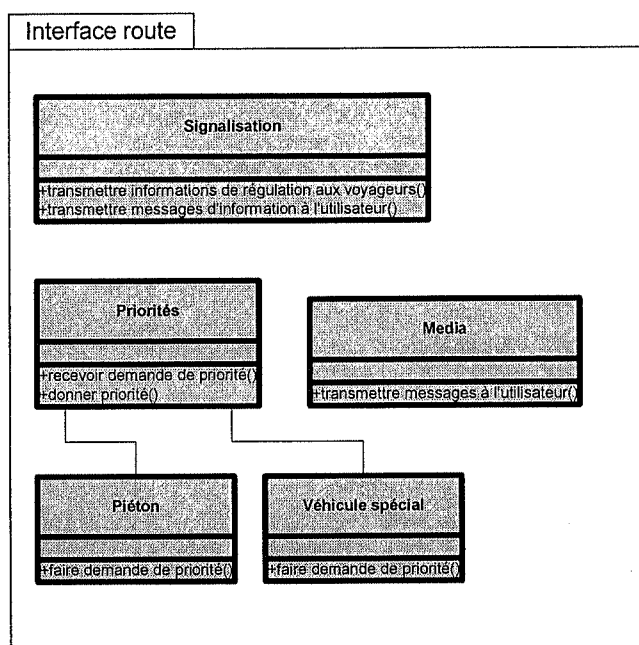


Figure 9-9: Diagramme des classes de contrôle et d'interface du package "Interface route"

D.6.2 Description des classes:

Nom de la classe	Description	Cas d'utilisation
Media	Cette classe d'interface sert à transmettre les informations sur le trafic et les transports aux utilisateurs. Ceci peut se faire par l'intermédiaire de la radio, de RDS-TMC, de DAB, GSM-SMS, UMTS etc	TI1
Piéton	Cette classe d'interface représente les piétons qui font des demandes de priorités au niveau d'un carrefour. Cette demande de priorité sera alors traitée par la classe d'interface priorités	TM4
Priorités	Cette classe de contrôle sert à traiter les demandes de priorités faites par des piétons ou des véhicules au niveau d'un carrefour. Elle peut donner cette priorité d'une manière autonome sans avoir recours aux niveaux de gestion supérieurs	TM4
Signalisation	Cette classe d'interface permet de communiquer des mesures de régulation ou des informations sur le trafic et les transports aux voyageurs / conducteurs par l'intermédiaire de panneaux à messages variables ou de signalisations variables	TM4, TI1
Véhicule spécial	Cette classe d'interface représente les véhicules spéciaux (TP urgences) qui font des demandes de priorités au niveau d'un carrefour. Cette demande de priorité sera alors traitée par la classe d'interface priorités	TM4

D.7 Interface véhicule

D.7.1 Diagramme des classes

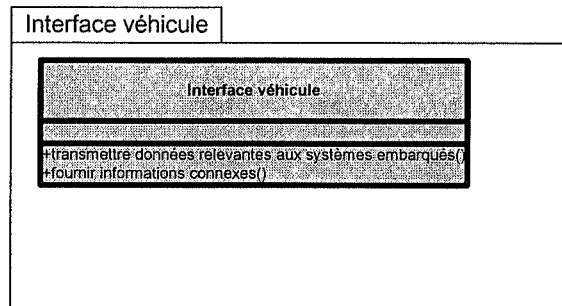


Figure 9-10: Diagramme des classes de contrôle et d'interface du package "Interface véhicule"

D.7.2 Description des classes:

Nom de la classe	Description	Cas d'utilisation
Interface véhicule	Cette classe d'interface sert à transmettre les informations pertinentes aux systèmes embarqués des véhicules équipés afin d'alimenter les systèmes de navigation dynamiques et autres systèmes avancés d'aide à la conduite	T11

D.8 Interface opérateur

D.8.1 Diagramme des classes

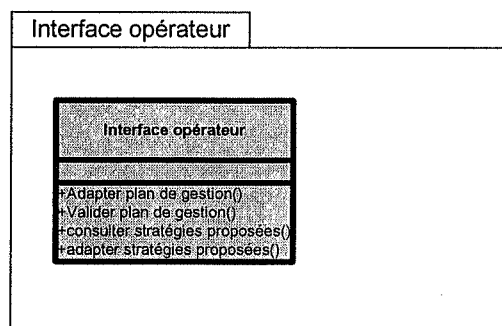


Figure 9-11: Diagramme des classes de contrôle et d'interface du package "Interface opérateur"

D.8.2 Description des classes:

Nom de la classe	Description	Cas d'utilisation
Interface opérateur	Cette classe d'interface permet la communication entre le système et l'opérateur. Elle permet à l'opérateur de consulter les mesures proposées par le système pour gérer le trafic ou les incidents et de les adapter le cas échéant.	TM4, TM5

D.9 Terminal voyageur

D.9.1 Diagramme des classes

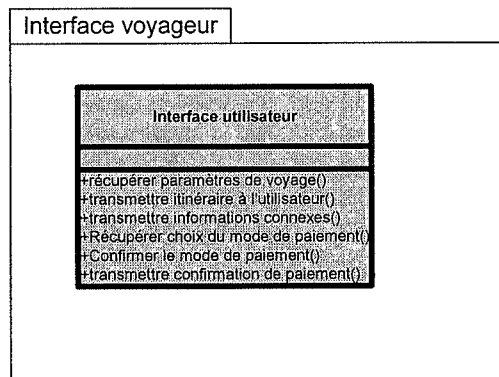


Figure 9-12: Diagramme des classes de contrôle et d'interface du package "Interface voyageur"

D.9.2 Description des classes:

Nom de la classe	Description	Cas d'utilisation
Interface utilisateur	Cette classe d'interface permet la communication entre le système et le voyageur. Elle permet notamment au voyageur de spécifier les paramètres de son voyage tels que le point de départ, le point d'arrivée, type d'itinéraire à calculer, d'un paiement ou d'une réservation	T11, T12, T13, T15

D.10 Description des classes d'information

Dans ce chapitre sont résumées toutes les classes d'information qui interviennent dans un ou plusieurs cas d'utilisation.

Nom de la classe	Description	Attributs
Alarmes	Cette classe d'information sert à gérer les données sur les alarmes de perturbation du trafic dans une base de données spatio-temporelle	L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire une alarme de perturbation du trafic. On doit pouvoir spécifier: la localisation et le type de dépassement, son moment d'apparition, sa cause probable etc.
Appels d'urgence	Cette classe d'information sert à gérer les données sur les appels d'urgence dans une base de données spatio-temporelle	L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire les appels d'urgence. On doit pouvoir spécifier: le contenu de l'appel, sa fiabilité, la localisation de l'incident, la localisation de l'appel etc.
Conseils guidage	Cette classe d'information sert à gérer les données sur les conseils de guidage du conducteur dans une base de données spatio-temporelle	L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire les conseils de guidage. On doit pouvoir spécifier: le type de conseil, le conseil lui-même, la localisation à laquelle il faudra sortir le conseil etc.
Constat	Cette classe d'information sert à gérer les données sur les constats d'infraction dans une base de données spatio-temporelle	L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire les constats d'infraction établis lors d'une infraction de trafic. On doit pouvoir spécifier: l'auteur de l'infraction, le type d'infraction, la gravité de l'infraction, la localisation de l'infraction, l'heure de l'infraction, les preuves enregistrées etc.
Disponibilité de l'infrastructure	Cette classe d'information sert à gérer les données sur la disponibilité des infrastructures dans une base de données spatio-temporelle	L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire la disponibilité des infrastructures. On doit pouvoir spécifier: la localisation, le type d'infrastructure, la disponibilité, la cause de non-disponibilité, la durée de la non-disponibilité etc.
Données statiques	Cette classe d'information sert à gérer les données statiques sur les réseaux de transports dans une base de données spatio-temporelle.	L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire un réseau routier avec tous les paramètres utiles aux services de la télématique routière. On doit pouvoir spécifier: le repérage spatial, la géométrie, la topologie, les règles de circulation etc Le projet français ACTIF dresse la liste, non limitative, suivante: - type de route - lieux de début et fin - longueur - nombre de voies/chaussées - largeur de voies/chaussées - restrictions d'utilisation des types de véhicule - restrictions de stationnement des véhicules

Nom de la classe	Description	Attributs
		<ul style="list-style-type: none"> - limitation de vitesse - liste des opérateurs et des services associés travaillant sur la zone - présence d'autres objets (tunnels/ponts) - carrefour : type, lieu - équipements installés - configuration (phases/durées/ tourne à gauche/droite en zone urbaine) - méthodes de gestion disponibles - mouvements de véhicules non disponibles - prochain carrefour amont - prochain carrefour aval - date de dernière mise à jour
Horaire	<p>Cette classe d'information sert à gérer les données sur les horaires calculés pour un itinéraire donné dans une base de données spatio-temporelle</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire l'horaire établi pour un itinéraire calculé auparavant.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: le lieu, l'heure, le mode de transport etc.</p>
Incidents	<p>Cette classe d'information sert à gérer les données sur les incidents - actuels, probables et prévus - dans une base de données spatio-temporelle</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire les incidents, qu'ils soient actuels, probables ou prévus.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: le statut d'un incident (actuel / probable /prévu), sa localisation, le début de l'incident, le type d'incident, la durée, les mesures à prendre etc.</p> <p>Le projet français ACTIF dresse la liste, non limitative, suivante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - date/heure de début - durée prévisible - lieu de l'incident - type d'incident - gravité de l'incident - nombre et types de véhicules - stratégie utilisée - véhicules de services d'urgence utilisés.
Informations	<p>Cette classe d'information sert à gérer les données sur les informations sur le trafic et les transports dans une base de données spatio-temporelle</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire les informations sur le trafic et les transports.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: le type de message, le contenu du message (type d'incident, localisation, instant début, durée, cause), le type de transmission vers l'utilisateur etc.</p>
Informations connexes	<p>Cette classe d'information sert à gérer les données sur les informations connexes récupérées dans une base de données spatio-temporelle</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire les informations connexes.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: le type d'information (hôtel, restaurant, garage etc.), la localisation de l'information, les prix pour une éventuelle réservation, les modalités pour une éventuelle réservation etc.</p>

Nom de la classe	Description	Attributs
		<p>Le projet français ACTIF dresse la liste, non limitative, suivante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identification du service - nature du service - opérateur fournisseur du service - compte associé (qui recevra le paiement) - lieu du service (où l'utilisateur pourra utiliser le service) - types de contrat possibles - catégories de personnes autorisées à utiliser ce service (c'est-à-dire à passer le contrat correspondant, quels que soient les droits d'accès définis par les organismes de régulation) - procédures d'application - modes de réservation - identification des tarifs (pointeur vers le stock tarifs) - règle de compensation, si plusieurs opérateurs fournissent le même service - liste des identifications de services regroupés pour la compensation
Itinéraire	<p>Cette classe d'information sert à gérer les données sur les itinéraires calculés dans une base de données spatio-temporelle</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire un itinéraire calculé.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: les endroits de passage, le mode de transport etc.</p>
Itinéraire transports de matière dangereuse	<p>Cette classe d'information sert à gérer les données sur les itinéraires des transports de matière dangereuse dans une base de données spatio-temporelle</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire l'itinéraire d'un transport de matière dangereuse.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: le type de matière dangereuse, la localisation spatio-temporelle du transport etc.</p>
Matrice O-D	<p>Cette classe d'information sert à gérer les données sur les matrices origine - destination dans une base de données spatio-temporelle. Il peut s'agir tout aussi bien de matrices calculées que de matrices prévisionnelles</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire les mouvements préférés des utilisateurs.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: le lieu de départ d'un mouvement, le lieu d'arrivée du mouvement, d'éventuelles étapes du mouvement ainsi que le nombre d'occurrences sur un certain intervalle de temps etc.</p>
Météo	<p>Cette classe d'information sert à gérer les données météorologiques dans une base de données spatio-temporelle</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire les conditions météorologiques régnant à un endroit spécifique.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: la localisation de la mesure, le temps de mesure, la température, l'humidité, la quantité de précipitations, la présence de brouillard, la direction du vent, la vitesse du vent, la visibilité générale, la luminosité etc.</p>
Paiement	<p>Cette classe d'information sert à</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire</p>

Nom de la classe	Description	Attributs
	<p>gérer les données sur les paiements, demandés par le système, dans une base de données spatio-temporelle</p>	<p>un paiement.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: le but du paiement, le statut du paiement (demandé, en cours, effectué et confirmé), le destinataire, le montant etc.</p> <p>Le projet français ACTIF dresse la liste, non limitative, suivante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - date d'utilisation du service - lieu d'utilisation du service - Identification service - autres données pertinentes utilisées pour caractériser l'utilisation du service (durée, etc...) - Identification contrat - Identification de l'utilisateur - Identification opérateur - date de paiement - mode de paiement - Identification du compte de l'utilisateur utilisé - compte opérateur utilisé - notification d'incident
<p>Parcours des véhicules d'urgence</p>	<p>Cette classe d'information sert à gérer les données sur les parcours des véhicules d'urgence dans une base de données spatio-temporelle</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire le parcours des véhicules d'urgence.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: la localisation temporaire d'un véhicule d'urgence etc.</p>
<p>Parcours FCD</p>	<p>Cette classe d'information sert à gérer les données sur les parcours de véhicules flottants dans une base de données spatio-temporelle</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire les parcours des véhicules flottants.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: la localisation temporaire d'un véhicule flottant, sa vitesse etc.</p>
<p>Performance du réseau</p>	<p>Cette classe d'information sert à gérer les données sur la performance d'un nœud / axe / réseau dans une base de données spatio-temporelle</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire la performance d'un nœud / axe / réseau.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: l'endroit / tronçon / réseau concerné, l'instant concerné, le temps de parcours, l'état d'occupation, la capacité restante etc.</p> <p>En plus on doit pouvoir juger et exprimer l'efficacité d'une mesure de régulation.</p>
<p>Pollution</p>	<p>Cette classe d'information sert à</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire</p>

Nom de la classe	Description	Attributs
	<p>gérer les données environnementales sur la pollution atmosphérique et sonore en relation avec le réseau routier dans une base de données spatio-temporelle</p>	<p>les conditions de pollution régnant à un endroit spécifique.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: la localisation de la mesure, le type de pollution, la quantité de polluant etc.</p>
Régulation	<p>Cette classe d'information sert à gérer les données sur les mesures de régulation du trafic dans une base de données spatio-temporelle</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire la régulation. Ceci peut concerner un nœud, un axe ou tout un réseau.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: les mesures de régulation, l'état actuel etc.</p> <p>Le projet français ACTIF dresse la liste, non limitative, suivante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - date/heure - identification de la stratégie - stratégie précédente - motifs d'utilisation - méthodes de contrôle - équipements concernés - carrefours concernés - synchronisation des feux de carrefour - rampes concernées
Réservation	<p>Cette classe d'information sert à gérer les données sur les réservations, demandées par le système, dans une base de données spatio-temporelle</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire une réservation.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: le type de réservation, la date de réservation, le statut de la réservation (en cours, effectué et confirmé) etc.</p>
Stationnement	<p>Cette classe d'information sert à gérer les données sur le nombre de places de parc libres dans une base de données spatio-temporelle</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire l'état du stationnement.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: la localisation d'une zone de parcage, le nombre de places total, le nombre de places libres etc.</p>
Statistique de voyage	<p>Cette classe d'information sert à gérer les données sur les statistiques de voyage dans une base de données spatio-temporelle</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire les statistiques de voyage issues des calculs d'itinéraire.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: le lieu de départ, le lieu d'arrivée, les lieux de passage, la période de la journée, de la semaine ou de l'année, le nombre d'occurrences etc.</p>
Stratégie de gestion des incidents	<p>Cette classe d'information sert à gérer les données sur les</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire la stratégie de gestion des incidents.</p>

Nom de la classe	Description	Attributs
	stratégies de gestion des incidents dans une base de données spatio-temporelle	<p>On doit pouvoir spécifier: le type d'incident sur lequel la stratégie s'applique, les mesures à prendre etc</p> <p>Le projet français ACTIF dresse la liste, non limitative, suivante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - identification des stratégies - lieux où la stratégie est appliquée - actions à mener.
Stratégie politique	Cette classe d'information sert à gérer les données sur les stratégies politiques de gestion du trafic dans une base de données spatio-temporelle	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire la stratégie politique en matière de trafic et de transport.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: les modes de transport à préférer etc.</p>
TMP	Cette classe d'information sert à gérer les données sur les plans de gestion du trafic prédéfinis dans une base de données spatio-temporelle	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire les plans de gestion du trafic prédéfinis.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: les conditions d'application d'un TMP, les mesures à prendre, la zone d'applicabilité etc.</p>
Trafic	Cette classe d'information sert à gérer les données sur le trafic dans une base de données spatio-temporelle	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire l'état du trafic à un endroit ou sur un tronçon spécifique.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: la localisation du trafic, l'instant de la mesure, le nombre de véhicules présents, leur débit, leur vitesse etc.</p> <p>Le projet français ACTIF dresse la liste, non limitative, suivante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - date/heure - lieu - flux - vitesse - intervalle entre deux véhicules - occupation - bouchon - comptage
Transports publics	Cette classe d'information sert à gérer les données sur les informations de perturbation, le repérage spatial des lignes de transport public et les horaires y relatifs dans une base de données spatio-temporelle	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire les lignes, les horaires et les infos concernant les transports publics.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: le repérage spatial des lignes de transport public, les horaires y relatifs et les informations concernant les perturbations des lignes etc.</p>

Nom de la classe	Description	Attributs
		<p>Le projet français ACTIF dresse la liste, non limitative, suivante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - géométrie du réseau routier - segments de route (sections), connections (ce qui est relié) - description du réseau ferré - description du réseau de tramways - emplacement des stations - indication des voies réservées aux autobus existantes - autorisation de tourner à gauche/droite aux carrefours - obstacles (par lien, indiquant les rétrécissements de routes/voies, ponts/tunnels), gabarits limités, ponts à tonnage restreint, etc. - carrefours contrôlés (avec présence d'indicateur de priorité aux autobus) - emplacements actuels des arrêts d'autobus : identité des liaisons routières, nom de l'arrêt, informations d'accès (escaliers, ascenseurs, rampes, portes étroites, toilettes pour handicapés, change pour bébés, salles d'attente, etc.), autres destinations locales desservies (site touristique, stade, lieux de travail, site de loisirs, etc.), - plates formes intermodales : identité des liaisons routières, nom du lieu, informations d'accès (escaliers, ascenseurs, rampes, portes étroites, toilettes pour handicapés, change pour bébés, salles d'attente, etc...), autres modes de transport (chemin de fer, ferry boat, etc.), autres destinations locales desservies (site touristique, stade, lieux de travail, site de loisirs, etc.) - autres informations
Véhicule	<p>Cette classe d'information sert à gérer les données sur les caractéristiques d'un véhicule dans une base de données spatio-temporelle. Ceci à des fins statistiques et d'identification</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire un véhicule détecté pour la gestion et le contrôle du trafic.</p> <p>On doit pouvoir spécifier: l'endroit de la détection du véhicule, sa longueur, son poids, son chargement, sa vitesse et son identification etc.</p>
Véhicule fautif	<p>Cette classe d'information sert à gérer les données sur l'identification des véhicules ayant commis une infraction</p>	<p>L'ensemble des attributs de cette classe doit permettre de décrire l'identification d'un véhicule fautif.</p> <p>On doit pouvoir spécifier la plaque minéralogique, le pays d'origine etc.</p>