



HAL
open science

Informatique des systèmes d'aide à la gestion de trafic sur voies rapides urbaines : démarche de réutilisation

Christian Pointelin, Patrick Gendre

► To cite this version:

Christian Pointelin, Patrick Gendre. Informatique des systèmes d'aide à la gestion de trafic sur voies rapides urbaines : démarche de réutilisation. [Rapport de recherche] Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU). 1999. hal-02163722

HAL Id: hal-02163722

<https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-02163722>

Submitted on 24 Jun 2019

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

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

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

Informatique des systèmes d'aide à la gestion de trafic sur voies rapides urbaines

Démarche de réutilisation

Rédacteurs ou coordonateurs
Christian POINTELIN (EURIWARE)
Patrick GENDRE (CERTU Département Systèmes)

Juillet 1999

NOTICE ANALYTIQUE

Organisme commanditaire : CERTU : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques 9, rue Juliette Récamier 69006 Lyon Tel : 04 72 74 58 00 Fax : 04 72 74 59 00			
Titre : Informatique des systèmes d'aide à la gestion de trafic sur voies rapides urbaines			
Sous-titre : Démarche de réutilisation		Langue : Français	
Organisme auteur EURIWARE	Rédacteurs ou coordonateurs Christian POINTELIN (EURIWARE) Patrick GENDRE (CERTU Département Systèmes)	Date d'achèvement Juillet 1999	
Résumé : Ce document constitue la synthèse des travaux réalisés de novembre 1998 à février 1999 pour le compte du CERTU sur la mise en œuvre d'une démarche de réutilisation dans le cadre des Systèmes d'Aide à la Gestion de Trafic (SAGT) sur les Voies Rapides Urbaines (VRU), dits de niveau 1 dans le Schéma Directeur d'Exploitation Routière (SDER). Ce document présente successivement : - un rappel du contexte : systèmes d'aide à la gestion de trafic sur les voies rapides urbaines étude demandée par le CERTU enjeux d'une démarche de réutilisation pour la DSCR - une analyse de la situation actuelle concernant les SAGT, - une description des axes d'amélioration, - un plan d'actions possibles pour mettre en œuvre ces améliorations. En annexe figurent une description générale des systèmes Marius, Coraly, et Sirius, puis une synthèse des fonctions d'un SAGT/1, et enfin la liste des documents qui ont été consultés pour cette étude, Ce document concerne les SAGT niveau 1 étant entendu que le plan d'actions proposées devra être en cohérence avec les autres actions menées sur les autres niveaux du SDER. Le public visé comprend tout d'abord les exploitants de SAGT/1 (déjà opérationnels ou en projet), et plus généralement les autres exploitants et fournisseurs de systèmes d'aide à la gestion de trafic.			
Mots clés : Systèmes d'aide à la gestion de trafic, informatique, logiciel, progiciel		Diffusion : Publique	
Nombre de pages : 52 pages	Prix : 50 FF (7,62 Euros)	Confidentialité : Non	Bibliographie : Oui

Le CERTU et les auteurs de ce document n'assument aucune responsabilité juridique ni ne s'engagent vis-à-vis de la complétude, de l'exactitude ou de l'utilité des informations présentées.

Les noms de marques, de produits, de procédés, de services, ou d'entreprises cités dans ce document sont déposés par leurs propriétaires respectifs. La référence faite à un nom de marque, de produit, de procédé, de service, ou d'entreprise ne signifie pas qu'il soit soutenu ou recommandé par le CERTU ou les auteurs de ce document.

Avant-propos :

Cette étude présente le point de vue d'un consultant extérieur sur les SAGT/1 mis en place dans les services de l'Équipement dans le cadre du SDER. Les résultats de cette étude ont été présentés à la DSCR, ainsi qu'au SETRA et au CERTU, et le CERTU a proposé un programme d'actions relatif l'informatique SAGT/1 pour 99 et 2000 qui prend en compte une bonne partie des recommandations formulées dans ce document, mais pas forcément toutes. Enfin, ces propositions restent pour la plupart à être reprises et consolidées avant d'être validées et de pouvoir être mises en pratique.

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION	5
A. SYSTÈME D'AIDE À LA GESTION DE TRAFIC (SAGT)	6
1. ENVIRONNEMENT D'UN SAGT	6
2. FONCTIONS D'UN SAGT	7
B. CONTEXTE DE L'ÉTUDE	8
1. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	8
2. PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE	8
3. DÉMARCHE DE L'ÉTUDE	8
C. LES ENJEUX	9
II. SYNTHÈSE DE LA SITUATION ACTUELLE	10
A. SAGT EN EXPLOITATION	10
1. SAGT	10
2. CYCLE DE VIE D'UN SAGT	11
B. SAGT EN COURS D'ÉTUDE	12
C. PERSPECTIVES	13
D. CONCLUSION	14
1. SAGT	14
2. CYCLE DE VIE D'UN SAGT	15
III. AXES D'AMÉLIORATION	17
A. CARACTÉRISATION DU SAGT	18
1. DÉMARCHE DE CARACTÉRISATION	18
2. NOYAU SAGT	20
B. AMÉLIORATION DES PROCESSUS	21
1. PROCESSUS SUPPORT	21
2. PROCESSUS ORGANISATIONNEL	21
IV. PLAN D' ACTIONS	22
A. FAVORISER LA COMMUNICATION SUR LES SAGT	22
B. GÉRER DES DOCUMENTS TYPES	23
C. CARACTÉRISER LE NOYAU D'UN SAGT	25
D. CRÉER UN PROJET « RÉUTILISATION SAGT »	27
V. PLANNING	28
VI. CONCLUSION	29

VII. ANNEXE 1 : MARIUS	30
A. CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DU SAGT	30
1. DÉCOUPAGE EN MODULES FONCTIONNELS	31
2. ORGANISATION DU LOGICIEL	31
3. ARCHITECTURE DU LOGICIEL	32
4. ARCHITECTURE DU MATÉRIEL	32
5. GÉOMARIUS	32
6. AUTRES SYSTÈMES	33
B. CARACTÉRISTIQUES DU PROCESSUS DE CONSTRUCTION	33
C. CARACTÉRISTIQUES DU PROCESSUS D'EXPLOITATION	34
D. ÉVOLUTIONS	34
E. RETOUR D'EXPÉRIENCE	34
F. RÉUTILISATION DE COMPOSANTS	34
VIII. ANNEXE 2 : CORALY	35
A. CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DU SAGT	35
1. CONTEXTE DU PROJET CORALY	35
2. PCG CORALY	36
3. PC D'EXPLOITATION DES VRU - PAIS DDE	41
B. CARACTÉRISTIQUES DU PROCESSUS DE CONSTRUCTION	43
C. CARACTÉRISTIQUES DU PROCESSUS D'EXPLOITATION	43
D. ÉVOLUTIONS	44
E. RETOUR D'EXPÉRIENCE	44
F. RÉUTILISATION DE COMPOSANTS	44
IX. ANNEXE 3 : SIRIUS	45
A. DESCRIPTION SOMMAIRE DU SAGT	45
1. ORGANISATION D'UN CES	46
2. ARCHITECTURE MATÉRIELLE	47
B. CARACTÉRISTIQUES DU PROCESSUS DE CONSTRUCTION	47
C. CARACTÉRISTIQUES DU PROCESSUS D'EXPLOITATION	47
D. ÉVOLUTIONS	47
E. RETOUR D'EXPÉRIENCE	48
X. ANNEXE 4 : SYNTHÈSE DES SAGT	49
A. FONCTIONS D'EXPLOITATION TEMPS RÉEL	50
B. FONCTIONS D'EXPLOITATION TEMPS DIFFÉRÉ	51
C. FONCTIONS DE MAINTENANCE :	51
XI. ANNEXE 5 : RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES UTILISÉES	52

I. INTRODUCTION

Afin d'exploiter la route au mieux, le ministère de l'Équipement a défini dans son Schéma Directeur pour l'Exploitation Routière (SDER) plusieurs niveaux dans le réseau routier national.

Le **niveau 1** correspond aux voiries des plus grandes agglomérations. Ce niveau a été subdivisé en deux sous niveaux. Le **niveau 1A** concerne les quatre villes millionnaires : Paris, Lille, Lyon, Marseille. Le **niveau 1B** regroupe les voies d'agglomérations soumises de façon récurrente à des problèmes de congestion, comme Toulouse, Bordeaux, Nantes, Strasbourg, etc. Ce niveau exige d'optimiser en permanence la gestion du réseau. D'où la nécessité d'avoir des structures d'exploitation susceptibles d'activer presque instantanément les mesures adaptées.

Le **niveau 2** rassemble les corridors autoroutiers dits stratégiques (Paris-Lille, Paris-Lyon-Marseille, etc...) ainsi que les liaisons frontalières italiennes et espagnoles. Ce niveau nécessite des organisations permanentes.

Le **niveau 3** aussi subdivisé en deux niveaux, regroupe les autoroutes concédées non classées en niveau 2 et les autoroutes non concédées soumises à une forte logique d'itinéraire (**niveau 3A**). Le **niveau 3B** rassemble les tronçons de route soumis à des perturbations temporaires ou saisonnières. L'organisation n'est pas permanente.

Le **niveau 4** correspond à tous les réseaux où le maintien de la viabilité reste la mission prépondérante.

Le secteur des déplacements urbains (niveau 1) est confronté à une crise de congestion importante et à une crise de capacité d'investissement nouveau. Aussi, il est apparu intéressant de distinguer pour un réseau d'agglomération quatre types de voies :

- les Voies Rapides Urbaines (VRU),
- les voies associées à ces voies rapides,
- les autres voies structurantes,
- les voies de desserte locale.

Cette distinction permet une hiérarchisation du réseau correspondant généralement pour le trafic soit à une fonction de grand transit et d'échange pour les deux premiers types, soit à une fonction d'échange au sein de l'agglomération pour le troisième type, soit enfin à une fonction de desserte de quartier.

Dans ce contexte, les voies rapides urbaines sont une composante forte du trafic en agglomération qui nécessite la mise en place d'une organisation dont les missions d'exploitation sont les suivantes :

- maintien de la viabilité,
- gestion du trafic,
- aide au déplacement.

Pour remplir les missions d'exploitation des VRU, le Système d'Aide à la Gestion de Trafic (SAGT¹) met en œuvre les techniques de la télématique - informatique et télécommunication. Il collecte des données pour reconstituer des informations relatives à la connaissance du trafic permettant de rendre compte de l'évolution de la circulation en temps réel. Ces informations sont mises à la disposition des exploitants en fonction des stratégies de présentation et de politiques d'exploitation.

Aujourd'hui, trois Systèmes d'Aide à la Gestion du Trafic (SAGT) sont opérationnels en agglomération : Sirius à Paris, Coraly à Lyon et Marius à Marseille. De nouveaux projets de SAGT sont en phase d'étude : Allegro à Lille, Erato à Toulouse, Aliénor à Bordeaux, Gutenberg à Strasbourg ; d'autres villes ont aussi entamé leur réflexion : Metz-Nancy, Nice (Diadem), Nantes, Rennes (Dor Breizh), Grenoble...

Pour des raisons historiques, les systèmes Sirius, Marius et Coraly ont été développés indépendamment. Cependant il apparaît en première analyse des SAGT de niveau 1 existants, que les applications informatiques des SAGT/1 ne sont pas monolithiques ; elles sont découpées en modules plus ou moins indépendants. Le découpage fonctionnel est comparable d'un système à l'autre et répond à des besoins voisins, même si chaque site a des contraintes spécifiques.

Par ailleurs ces systèmes continuent à évoluer, à s'enrichir de nouvelles fonctions, qui le plus souvent répondent à des préoccupations communes à tous les SAGT.

D'autre part pour les niveaux 4 et 3B, le projet ORCHESTRAL vise à mettre à disposition des CIGT des outils informatiques qui permettront notamment la gestion des événements présents, la mémorisation des événements passés, ainsi que certaines prévisions. Il est également envisagé d'adapter Orchestral à une utilisation dans les CIGT d'axe de niveau 3A (comme A20 ou A75).

A. Système d'aide à la gestion de trafic (SAGT)

1. Environnement d'un SAGT

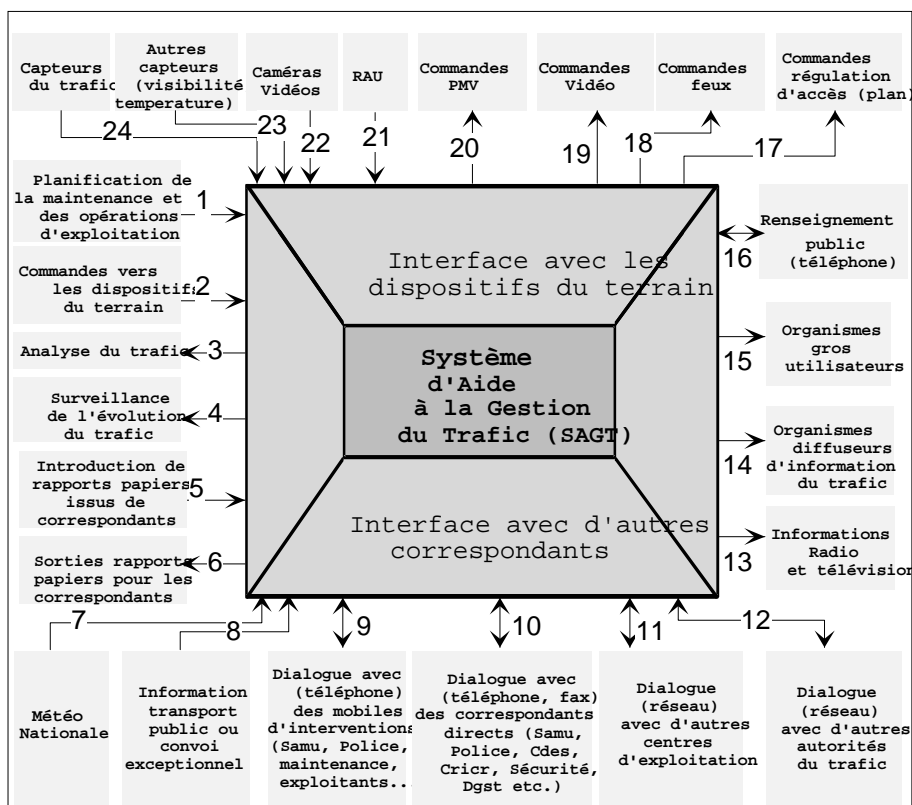
Le SAGT collecte des données pour reconstituer les informations relatives à la connaissance du trafic permettant de rendre compte de l'évolution de la circulation en temps réel. Ces informations sont mises à la disposition des exploitants en fonction des stratégies de présentation et des politiques d'exploitation.

Ces données et informations sont également stockées afin de permettre aux exploitants d'effectuer des analyses a posteriori.

Le SAGT peut agir directement sur les conditions de circulation : élaboration des commandes de feux, et diffusion de l'information relative aux conditions de circulation.

¹ Dans tout le document, SAGT signifiera SAGT de niveau 1 (au sens du SDER).

Le contexte d'un SAGT peut être schématisé de la façon suivante :



urce (guide SDER niveau 1 96).

2. Fonctions d'un SAGT

Les principales fonctions d'un SAGT sont les suivantes :

- ⇒ **recueil de données** qui concerne principalement l'acquisition des données terrain et leur traitement,
- ⇒ **surveillance du trafic** qui interprète ces données afin de présenter les états du trafic aux opérateurs,
- ⇒ **détection automatique de bouchon,**
- ⇒ **détection automatique d'incident,**
- ⇒ **régulation d'accès** qui vise globalement à maintenir la fluidité du trafic afin d'assurer un débit maximal,
- ⇒ **commande des équipements** terrains PMV, SDV, BRA, etc... ,
- ⇒ **analyse des données historiques** du trafic qui permet aux utilisateurs d'effectuer des analyses a posteriori, dans le temps et dans l'espace, des conditions de circulation,
- ⇒ **simulation** qui a pour objet de mieux appréhender des phénomènes complexes et d'évaluer l'impact sur les conditions de circulation de la modification de paramètres d'exploitation,
- ⇒ **diffusion des informations** qui a pour objet de diffuser les états de trafic, les événements et les informations relatives à l'état de la voirie,
- ⇒ **coordination entre centres d'exploitation** qui assure le dialogue avec les différents centres d'exploitation externes dont le réseau de voirie assure des échanges de trafic avec le réseau de niveau 1.

B. contexte de l'étude

1. Objectifs de l'étude

Puisque l'exploitation des VRU dépend pour l'essentiel d'un maître d'ouvrage unique (l'Équipement), il semble intéressant de doter les SAGT/1 d'outils techniques communs (en particulier d'applications informatiques) dans le but de réaliser des économies d'échelle et de développer une culture technique commune aux personnels des SAGT.

Compte tenu de l'expérience accumulée depuis quelques années, il est possible d'envisager l'opportunité d'une (ou plusieurs) éventuelle application nationale.

Une telle application doit s'inspirer de l'existant :

- les SAGT/1 opérationnels,
- les études en cours pour les autres SAGT,
- ORCHESTRAL.

La réflexion sur la stratégie informatique part du principe qu'il n'est clairement pas à l'ordre du jour de remplacer les applications déjà en place, ni même de remettre en question les projets en cours d'étude, et qu'il faut donc se situer à moyen terme et cibler en priorité les SAGT/1 qui n'ont pas encore démarré.

Compte tenu de la diversité des sites et de l'organisation actuelle, il n'est pas envisageable de chercher d'emblée à développer une application qui réponde complètement aux spécifications de tous les SAGT, et il est plus réaliste de penser que si des composants spécifiques sont développés au niveau national, ils devront non seulement être configurés pour chaque site, mais encore être intégrés avec des composants spécifiques à un site donné.

L'étude réalisée a eu pour but d'identifier quelles étaient les opportunités de réutilisation pour les SAGT/1 et de bâtir un programme de travail.

2. Périmètre de l'étude

Un système d'aide à la gestion de trafic est composé de sous-systèmes comme :

- le réseau vidéo,
- le Réseau d'Appel d'Urgence (RAU),
- le système informatique,
- le réseau radio,
- le réseau de transmission avec les équipements terrains,
- etc...

L'étude menée pour le CERTU a concerné uniquement le système informatique.

3. Démarche de l'étude

Plutôt que de se limiter à l'aspect réutilisation de logiciel comme initialement prévu, la démarche mise en œuvre a eu pour but de déterminer une stratégie de réutilisation sur l'ensemble du cycle de vie d'un SAGT soit :

- sa définition,
- sa conception,
- sa réalisation,
- son exploitation,
- sa maintenance,
- son évolution.

Cette démarche a consisté :

- à faire une analyse de la situation actuelle au niveau des SAGT opérationnels et en phase d'étude,
- à identifier les éléments de réutilisation tant d'un point de vue « produit SAGT » que d'un point de vue processus de construction et processus d'exploitation de ce produit,
- à identifier les axes possibles d'amélioration et les scénarios associés.

L'analyse de la situation actuelle a été faite sur la base d'interviews et de lecture de documentation. Les interviews ont concerné les SAGT opérationnels soit Marius, Coraly et Sirius, et des SAGT en phase d'étude comme Erato, Allegro et Aliénor.

Compte tenu des ressources limitées pour cette étude, l'analyse des SAGT existants s'est limitée à un survol.

C. Les enjeux

L'amélioration du service offert aux usagers passe par une meilleure organisation de l'exploitation du réseau et nécessite de se doter de moyens pour organiser les interventions sur les incidents, de coordonner les interventions programmées, de gérer les flux de trafic, de fournir les informations aux usagers, avant et pendant leur voyage, qui leur permettent de modifier leur comportement ou au moins de connaître la cause et la durée des perturbations qu'ils rencontrent. Cette amélioration nécessite notamment un partenariat avec les différents exploitants des voies associées à ces voies rapides (autoroutes, zone urbaine, etc...) afin de mettre en place une coordination entre l'exploitation des VRU et l'exploitation des autres voiries (autoroutes principalement).

L'évolution du trafic routier et la nécessité de partager l'information routière entre les différents partenaires imposent d'avoir une vision globale et cohérente du trafic routier afin de permettre une exploitation du réseau en relation avec les réseaux et les exploitants voisins.

Ces éléments montrent que le système d'aide à l'exploitation de VRU va prendre de plus en plus d'importance dans l'exploitation des réseaux routiers, ainsi que la nécessité d'interopérabilité entre les différents systèmes et en conséquence d'une certaine standardisation.

Si actuellement, le SAGT répond à un besoin local et partiel à l'exploitation d'un réseau routier donné, il doit aussi être considéré dans le futur comme un composant du système d'information de chaque DDE et comme un maillon d'un système d'exploitation routier plus global.

Il est par conséquent indispensable de passer d'une approche projet lié à un investissement (site par site) à une approche plus globale et transverse, afin de créer une dynamique visant à améliorer la qualité des solutions mises en place, d'améliorer les processus de réalisation et diminuer les coûts des solutions mises en œuvre.

II.SYNTHESE DE LA SITUATION ACTUELLE

A. SAGT en exploitation

Trois SAGT sont en exploitation actuellement : Sirius (Paris), Marius (Marseille) et Coraly (Lyon). Une description sommaire de ces trois systèmes est faite dans les annexes 1 à 3.

Le présent chapitre a pour but de faire une synthèse des SAGT en exploitation sous les angles suivants :

- « produit SAGT »,
- « cycle de vie ».

1. SAGT

Actuellement, il n'y a pas de notion de « produit SAGT ». Les trois SAGT mis en œuvre reposent sur des solutions différentes et propriétaires.

Ces solutions ont été réalisées et exploitées sans collaboration particulière entre les différents maîtres autres qu'à travers des échanges informels.

Les solutions mises en œuvre dans chacun des SAGT ne permettent pas d'envisager la réutilisation des logiciels pour d'autres SAGT.

Pour chacun des sites existants, la fonction de surveillance du réseau routier est faite à travers quatre sous-systèmes qui sont actuellement faiblement couplés soit :

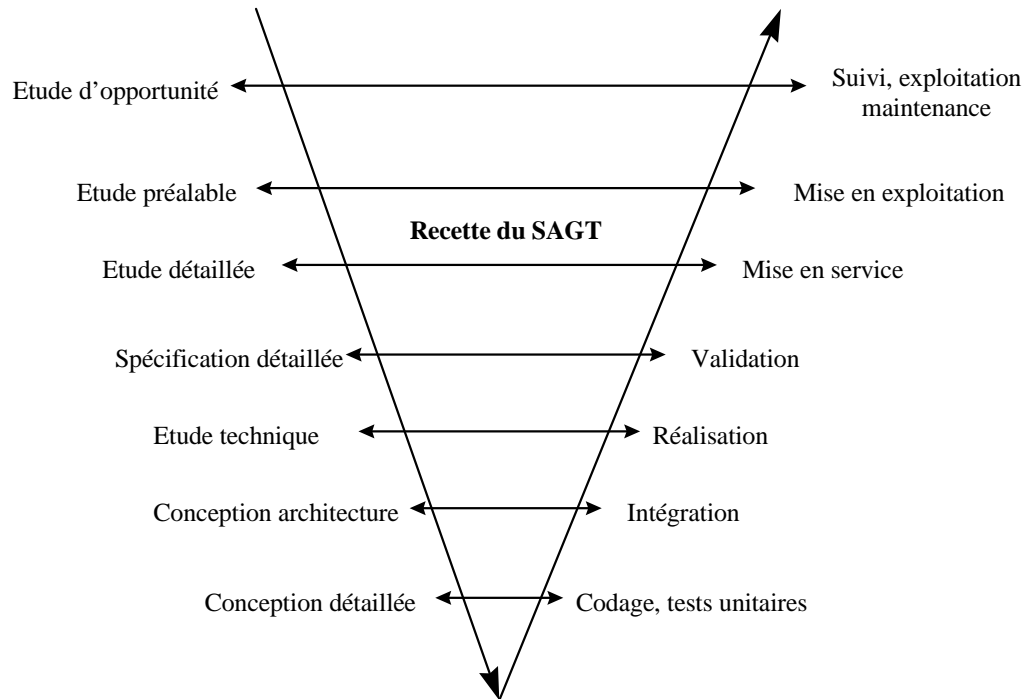
- le système Vidéo,
- le réseau d'appel d'urgence,
- le système informatique (SAGT),
- les systèmes Radio ou téléphone.

En dehors de la facilité d'utilisation pour l'opérateur, il ne semble pas qu'il y ait d'autres besoins nécessitant de coupler ses sous-systèmes.

Dans le cadre du projet CORALY, il a été mis en place une fonction de coordination avec les différentes sociétés d'autoroute en relation avec CORALY, fonction qui n'existe pas encore dans SIRIUS et MARIUS.

2. Cycle de vie d'un SAGT

Le schéma ci-dessous résume les étapes de la vie d'un projet dans lequel s'inscrit la mise en œuvre d'un SAGT. La phase préparatoire correspond aux études d'opportunité et préalables, la phase opérationnelle aux études détaillées.



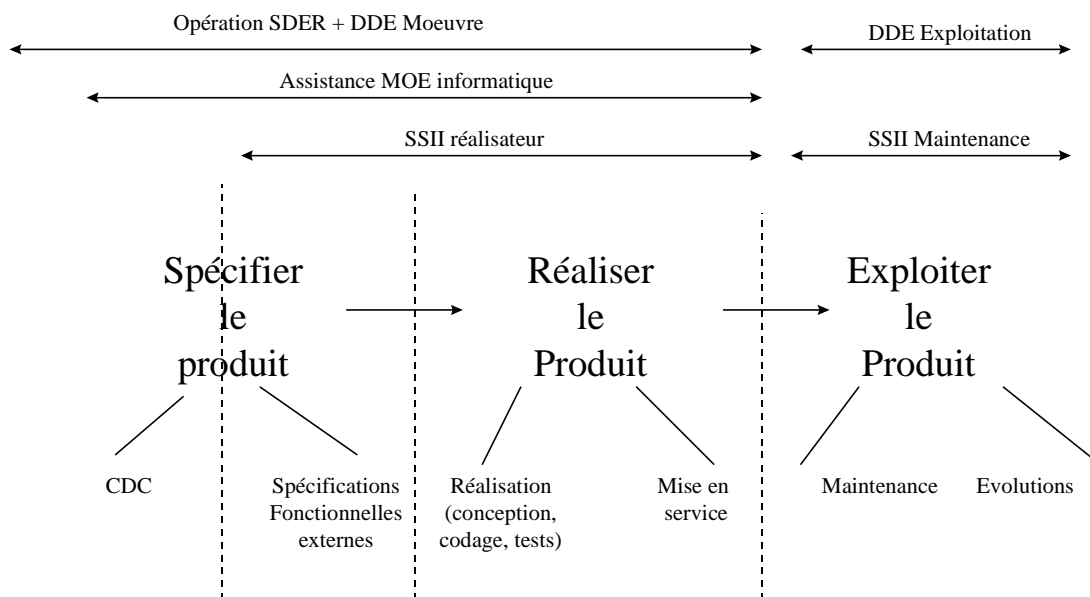
Les étapes « étude d'opportunité » et « étude préalable »² sont consacrées au projet global d'exploitation des voies rapides urbaines et n'abordent le système SAGT que partiellement. L'analyse proprement dite du SAGT se fait dans la phase d'élaboration du cahier des charges et cela d'une façon peu détaillée, ce qui pose alors des difficultés en phase de spécification pour le réalisateur.

La maîtrise d'ouvrage d'un projet SAGT est sous la responsabilité de la DSCR et les DDE sont les maîtres d'œuvre. Les DDE se font généralement assister en phase de définition des besoins et ensuite en phase de réalisation par une société extérieure. Cette assistance a pour but dans un premier temps de réaliser le cahier des charges du SAGT, et dans un deuxième temps de suivre la réalisation du système SAGT.

Une fois le SAGT mis en exploitation, la DDE en assure seule son exploitation, sa maintenance et son évolution, en faisant appel à des sociétés extérieures en tant que de besoin.

La réalisation du SAGT est confiée à une société de service en informatique qui jusqu'à présent en assure aussi la maintenance (CORALY, MARIUS, SIRIUS).

² Qui correspondent à des phases d'étude préliminaire ou d'avant-projet sommaire dans un dossier de projet CIGT du SDER.



Au niveau de la réalisation, l'analyse des trois projets SAGT existants fait apparaître les éléments suivants :

- le délai de réalisation d'un SAGT est très long : 2 à 4 ans,
- l'investissement est élevé : 10 à 30MF pour le système informatique (matériel et logiciels), environ 10% du projet global,
- les besoins liés à l'exploitation sont difficiles à exprimer dans la mesure où il n'y a pas d'expérience au préalable d'une part, et où d'autre part ils évoluent très vite,
- en dehors du SIER (SIRIUS), les DDE n'ont pas d'expérience dans la conduite de projet informatique,
- les responsables DDE du projet SAGT changent en cours du projet,
- les DDE partagent entre elles leur expérience d'exploitation des VRU, mais très peu leur expérience concernant la réalisation et l'exploitation du SAGT,
- les DDE ne s'appuient pas sur les services techniques centraux du ministère de l'Équipement.

Au niveau de l'exploitation, l'analyse des systèmes existants fait apparaître les éléments suivants :

- Les évolutions sont importantes et s'expliquent par le fait que l'exploitant a une meilleure connaissance de son réseau routier et de ses besoins. Cela se traduit souvent par la refonte de certaines fonctions déjà réalisées au niveau du SAGT.
- L'exploitation du système nécessite une réactivité en cas de panne du système d'une part et d'autre part la mise en place d'une structure pour en assurer sa maintenance et son paramétrage.
- Le coût d'exploitation est élevé, environ 20% du montant du projet par an (inclus les équipements terrains).
- Une fois le système en exploitation, chaque DDE est responsable de la vie du SAGT.

B. SAGT en cours d'étude

Actuellement, deux projets de SAGT en sont à la phase de rédaction du cahier des charges pour la réalisation du système informatique : ALLEGRO à Lille et ERATO à Toulouse. Les projets GUTENBERG à Strasbourg, et ALIENOR à Bordeaux, en sont à la rédaction de l'Avant-Projet Sommaire.

La démarche utilisée par les DDE maître d'œuvre de ces projets (DDE59 et DDE31) est la même que pour les projets déjà en service, c'est à dire que chacune de ces DDE mène son projet de façon autonome et construit sa solution indépendamment d'une démarche générale de réutilisation.

Comme pour les SAGT existants, l'accent a été mis principalement sur les besoins fonctionnels pour l'exploitation des VRU. Les autres aspects (besoins non fonctionnels, contraintes techniques, exigences pour la réalisation) n'ont été abordées que de façon superficielle, l'objectif des DDE étant d'approfondir ces aspects en phase de réalisation avec la société réalisatrice du SAGT.

Il faut également noter que le besoin de coordination avec les sociétés d'autoroute est une demande importante dans la mise en œuvre d'un SAGT.

C. Perspectives

Dans les dix années à venir, les villes suivantes vont être amenées à envisager la mise en exploitation d'un SAGT :

- Bordeaux (projet Aliénor),
- Strasbourg (projet Gutenberg),
- Rennes,
- Nantes,
- Grenoble,
- Toulon,
- Nice,
- Aix-en-Provence,
- Metz/Nancy.

Par rapport aux villes comme Paris, Lyon, Marseille, il est à noter que l'ampleur des projets à venir est de moindre taille, mais que les DDE concernées ont aussi moins de moyens pour assurer la réalisation de ces projets et par conséquent auront besoin de plus d'assistance.

D. Conclusion

1. SAGT

L'analyse des SAGT existants montre qu'il y a des fonctions communes à tous les sites telles que l'acquisition des données trafic, la visualisation du réseau routier, le pilotage des équipements de terrain, et des fonctions propres à chacun des sites (tunnels, couloir de la chimie, ...) qui impliquent des contraintes d'exploitation spécifiques.

D'autre part, en fonction du réseau routier et des types de trafic sur ce réseau, les stratégies d'exploitation des VRU peuvent être différentes suivant les villes.

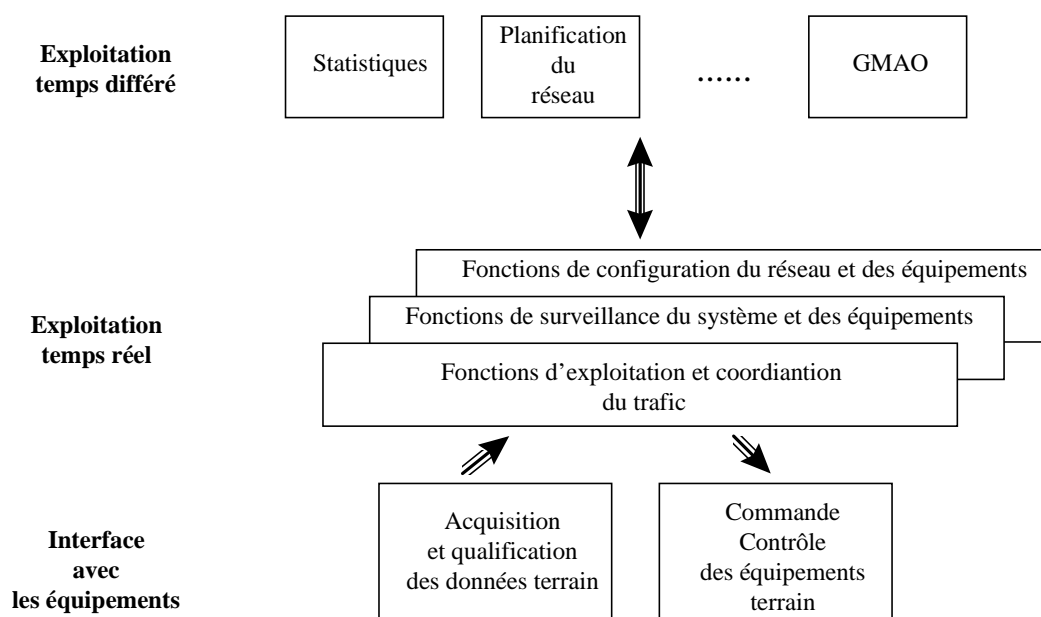
Toutes les fonctions de l'exploitation ne sont pas forcément informatisées. Par rapport aux missions liées à l'exploitation des VRU, et à notre analyse des 3 systèmes existants, on notera que le SAGT actuellement ne couvre qu'une faible partie de celles-ci soit :

Domaines	Missions	SAGT actuellement
Maintien de la viabilité		
	Surveillance générale du réseau	Pris en compte
	Intervention d'urgence	Non pris en compte
	Service hivernal	Non pris en compte
	Organisation des interventions prévisibles	Non pris en compte
	Maintenance des équipements	Non pris en compte
Gestion du trafic		
	Préparation de la gestion des flux de trafic	Non pris en compte
	Traitement en temps réel des flux de trafic	Pris en compte
Aide au déplacement		
	Information prévisionnelle sur les conditions de circulation	Non pris en compte
	Information en temps réel sur l'état de la circulation et des perturbations	Pris en compte

Cela laisse supposer qu'à l'avenir³, le SAGT devra soit intégrer ces fonctionnalités, soit être en mesure de s'interfacer avec les systèmes qui traiteront ces fonctionnalités.

³ Ce qui est d'ailleurs le cas à la DDE69, au SIER ou à la DDE13, pour des fonctions telles que la maintenance, ou l'analyse du trafic en temps différé.

En résultat de cette analyse, nous proposons une première hiérarchisation des fonctions d'un SAGT, de la façon suivante⁴ :



Il faut noter également l'existence d'une fonction qui devient de plus en plus importante dans les activités des CIGT/1, à savoir l'échange et la coordination avec les différents exploitants de réseaux routiers en relation avec les VRU. Tous les SAGT/1 ont tendance à développer une fonction de « dispatching », permettant de mettre en forme et d'aiguiller les informations d'exploitation vers tous les correspondants. Des interfaces avec les systèmes extérieurs permettront de communiquer avec ces correspondants : autres SAGT, opérateurs, le public. Cette fonction n'apparaît pas explicitement dans le tableau précédent car elle joue en fait plutôt un rôle transverse. On verra plus loin (IV.C et annexe 4) que malgré son importance, nous avons choisi de ne pas inclure cette fonction dans un 1^{er} « noyau » de fonctions de base d'un SAGT générique, pour plusieurs raisons : d'une part, cette fonction ne nous a pas semblé suffisamment stabilisée et semblable d'un site à l'autre, elle demande donc selon nous à être mieux comprise et consolidée ; d'autre part, cette fonction s'inscrit dans le cadre d'un projet d'exploitation plus global (de type « CIGT d'agglomération ») qui n'empêche pas et même présuppose que le réseau de VRU soit exploité : elle dépend de l'existence d'un 1^{er} niveau d'exploitation « local » et doit donc pouvoir être construite 'au-dessus' de ce 1^{er} niveau.

2. Cycle de vie d'un SAGT

Actuellement il n'existe pas de stratégie définie au niveau du ministère de l'Équipement qui permette d'orienter les réalisations, ni de structures qui permettent de capitaliser sur l'expérience acquise au cours des différentes mises en œuvre des SAGT.

En effet, lors de la réalisation d'un SAGT, la compétence est acquise soit par des sociétés extérieures dans le cadre de leur mission d'assistance ou de réalisation du SAGT, soit par les responsables des DDE, qui sont amenés à évoluer vers d'autres missions lorsqu'ils changent de poste.

Enfin, un projet SAGT ne doit pas être considéré comme pouvant être sous-traité complètement, une fois que des besoins ont été exprimés. En effet, de nombreuses décisions doivent être encore prises en cours de réalisation du projet, et ces décisions ne peuvent être prises que par la maîtrise d'œuvre DDE, voir par la maîtrise d'ouvrage DSCR.

⁴ Dans cette figure, GMAO signifie Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur.

D'autre part, le SAGT ne doit pas être vu comme uniquement un projet d'investissement à un instant donné, mais comme une composante du Système d'Information des DDE concernées, qui doit pouvoir évoluer en fonction des besoins des DDE.

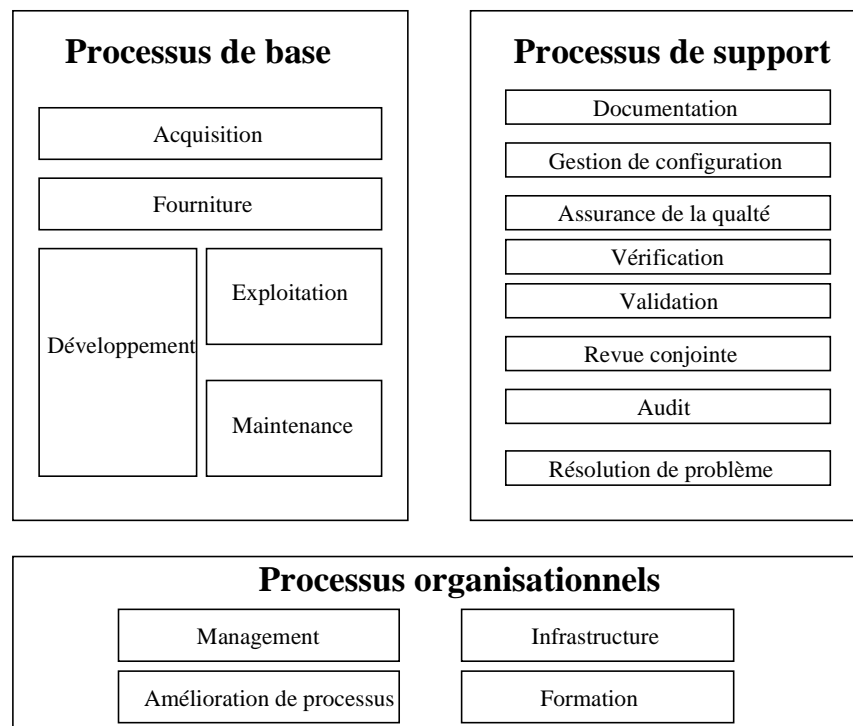
III. AXES D'AMÉLIORATION

A travers les trois SAGT mis en service (SIRIUS, MARIUS et CORALY), l'expérience acquise est très importante et permet d'avoir un bon retour d'expérience sur les besoins liés à l'exploitation des VRU. Cette expérience n'est pas à ce jour formalisée et reste locale à chacun de ces exploitants.

Sur la base de cette expérience et dans l'objectif d'apporter une aide aux DDE devant installer un SAGT, les améliorations sont à envisager suivant deux axes :

- l'un concerne la caractérisation du SAGT,
- l'autre concerne les processus qui permettent la mise en place et l'exploitation d'un SAGT.

Pour cela, nous nous appuyerons sur la norme ISO/CEI 12207 qui définit les différents processus mis en œuvre dans les projets informatiques. Ces processus sont classés suivant trois types : les processus de base, les processus de support et les processus organisationnels.



L'ensemble des activités liées à ces processus représente le cycle de vie du logiciel qui peut être basé sur différents modèles : en cascade, en V, par prototype, par extensions successives, incrémental, en spirale, par objets.

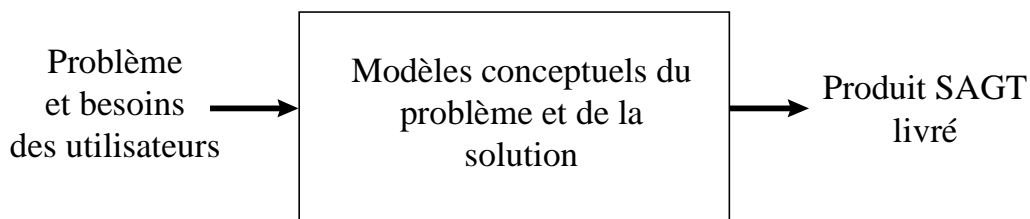
L'approche mise en œuvre à ce jour est surtout une approche de type « en V ».

A. Caractérisation du SAGT

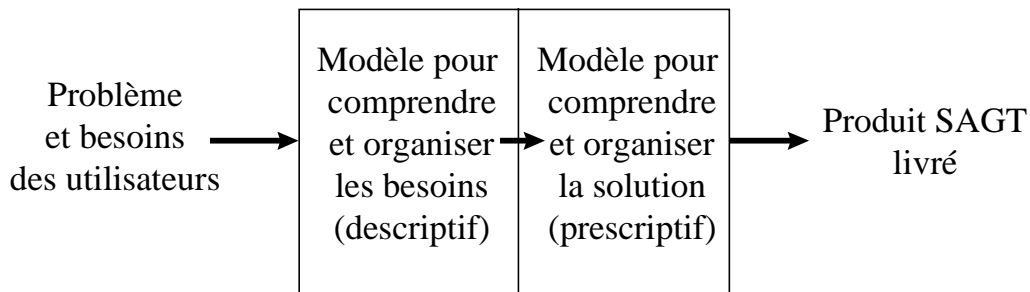
1. Démarche de caractérisation

Le SAGT ne doit pas être vu comme un logiciel qui manipule des données mais comme un outil de travail qui aide les utilisateurs dans l'accomplissement de leurs tâches. Il est par conséquent indispensable de réaliser une bonne analyse du système en préliminaire à tout processus de développement de logiciel. Cette analyse doit permettre de s'assurer que la solution mise en œuvre soit une véritable réponse au problème posé et que cette solution soit jugée complètement satisfaisante par les utilisateurs.

Le processus de développement logiciel d'un SAGT consiste à construire un produit qui réponde aux besoins des DDE pour l'exploitation des voies rapides urbaines. Cette réalisation nécessite une représentation du problème et des besoins exprimés par les utilisateurs et une représentation d'une solution à ce problème pour construire un produit SAGT. Ce processus de développement peut être illustré par le diagramme suivant :



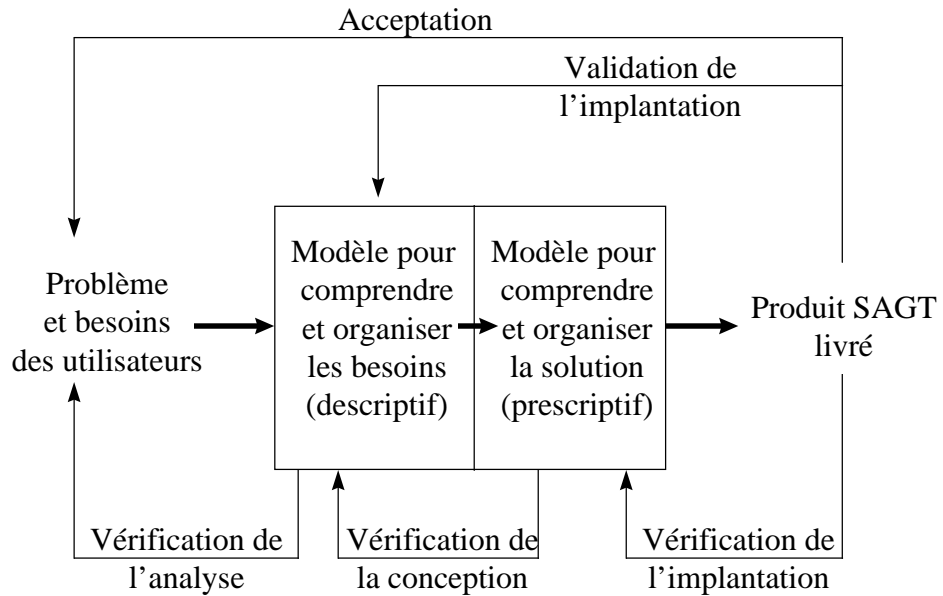
Pour réaliser un produit SAGT, il faut à la fois, *mais non simultanément*, proposer un modèle conceptuel du problème et un modèle conceptuel de la solution à ce problème. Le modèle conceptuel du problème correspond au résultat de la **phase d'analyse** et le modèle conceptuel de la solution correspond au résultat de la **phase de conception**.



Tel que représenté ci-dessus, le produit SAGT livré dépend du modèle de la solution qui en a été fait pour le produire, tout comme ce dernier dépend du modèle du problème qui a été établi pour représenter les besoins des utilisateurs. Il est donc évident que toute cette construction repose essentiellement sur la qualité et la fiabilité du modèle produit en première analyse pour décrire les besoins des utilisateurs (modèle descriptif). Ces deux modèles seront sujets à deux types de revues : la validation et la vérification.

La **vérification** vise à assurer la conformité du prototype construit à la spécification fournie, donc, au respect de la description des fonctionnalités et des contraintes d'opération exigées.

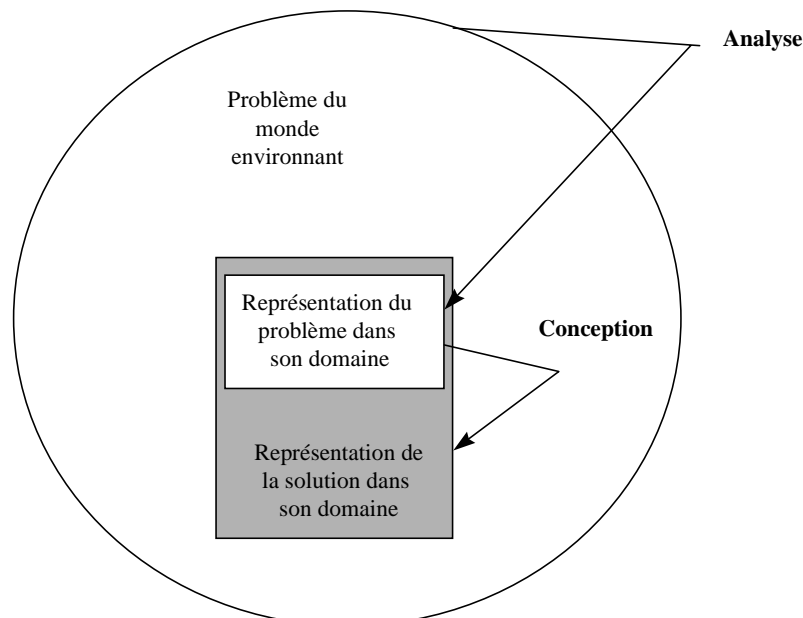
La **validation** vise à s'assurer que le produit livré satisfait aux exigences du client et des utilisateurs quant aux fonctionnalités requises et aux contraintes fixées.



Il est reconnu à ce jour que le plus difficile dans la construction de logiciels est la spécification, la conception et le test de ces modèles.

Avant de parler de réutilisation de logiciels, il apparaît donc indispensable de faire l'**analyse** du SAGT (processus qui transforme une perception du monde réel en une représentation) et la **conception** du SAGT (processus qui transforme la représentation issue de l'analyse en une représentation du prototype à construire).

Il est très important de noter que l'analyse se distingue de la conception en ce sens que la première fait une représentation du problème soumis par les utilisateurs, circonscrit le domaine du problème, tandis que la seconde, la conception, produit une représentation d'une solution à ce problème.



2. Noyau SAGT

Dans ce contexte, l'analyse du système SAGT doit permettre de préciser les points suivants :

- le concept de « noyau SAGT »,
- l'analyse détaillée du système SAGT,
- l'architecture du système SAGT.

a) Intérêt du concept de noyau SAGT

L'exploration du concept de noyau SAGT doit établir les justifications du projet, sa faisabilité, les risques qu'il comporte et sa rentabilité. Cette exploration doit également permettre une définition minimale des besoins, la formulation des objectifs poursuivis, l'identification et l'évaluation des solutions possibles et enfin l'ordonnement de ces solutions en fonction des principaux critères de décision retenus.

Dans le cadre de l'étude réalisée, nous pouvons dire à partir de l'analyse de l'existant et de la réunion réalisée à la DSCR le 5 février 1999 qu'un projet national « SAGT » est justifié dans la mesure où d'une part il existe potentiellement une dizaine de villes qui sont susceptibles d'en implanter un, et d'autre part que ces villes n'ont pas aujourd'hui les compétences pour réaliser cette implantation. Ce projet ne se justifie pas au niveau du SIER qui a ses propres équipes de maîtrise d'ouvrage et d'œuvre, ni au niveau des DDE69 (CORALY) et DDE13 (MARIUS) qui, à moindre niveau, ont aussi leur équipe en place et surtout un SAGT qu'elles ne remettent pas en cause à ce jour.

La faisabilité d'un tel projet est d'un point de vue technique démontrée à travers l'expérience des trois SAGT mis en service actuellement. Par contre, d'un point de vue organisationnel, cette faisabilité reste à démontrer. En effet, la réussite d'un tel projet nécessite la mise en place par la direction du ministère de l'équipement (DSCR) d'une organisation qui n'existe pas à ce jour.

Au niveau des risques, un premier risque est lié au délai de mise en place de l'organisation au sein du ministère de l'Équipement, qui peut n'être pas compatible avec le délai de démarrage des principaux projets de SAGT. En effet, les projets ERATO et ALLEGRO sont déjà bien engagés et ne pourront être intégrés à cette démarche « projet SAGT », et d'autres projets vont être engagés dans un horizon de deux ans (Strasbourg, Bordeaux). Toutefois, même si elle arrive un peu tard, une démarche de spécification et de développement générique garde un intérêt dans la durée, car il ne faut pas oublier que les opérations en cours seront conduites à évoluer dans les années à venir, comme le prouvent déjà Marius, Sirius et Coraly, et que le ministère de l'Équipement va se retrouver un jour avec un 'parc' de systèmes installés, dont il faudra gérer les évolutions et la maintenance (avec des grosses opérations de ré-écriture prévisibles à moyen terme) et que, sans un minimum de généricité, ces opérations se feront à nouveau au cas par cas sans économie d'échelle.

Un deuxième risque identifié est la mobilisation de compétences reconnues dans les SAGT.

Le principal objectif est de spécifier et concevoir le « noyau de base » d'un SAGT qui puisse être réutilisable au niveau de chacune des DDE qui souhaite mettre en place un SAGT.

D'un point de vue définition minimale des besoins, il est judicieux de se limiter aux besoins suivants :

- Acquisition des informations terrains,
- Visualisation de l'état courant du trafic,
- Saisie des événements liés aux trafic,
- Commande et surveillance des équipements terrains,
- Configuration du réseau et des équipement.

b) Analyse détaillée

L'analyse détaillée est la phase de description et de définition du problème sous tous ses angles et limites. Elle consiste à documenter les besoins des utilisateurs, à décrire le travail à exécuter avec le système et les fonctionnalités attendues et à valider les descriptions qui seront retenues sous la forme de spécifications et exigences.

c) Architecture

L'architecture suit l'analyse détaillée et a pour objectif de faire les choix technologiques préalables à la conception. En fonction des objectifs poursuivis, des besoins et des volumes d'activités à gérer, il s'agit de déterminer quels sont les matériels et les logiciels appropriés pour développer la solution et les moyens à mettre en place pour l'implanter.

B. Amélioration des processus

1. Processus support

Les processus de support regroupent les processus liés à la documentation, la gestion de configuration, l'assurance qualité, la vérification, la validation, la gestion des revues, l'audit et la résolution de problème.

Actuellement, chacun des projets SAGT réalisés a défini ses propres processus indépendamment des autres. Une amélioration consiste à définir des supports types pour chacun des processus listés ci-dessus, qui pourront être mis à disposition de chacune des DDE qui souhaite mettre en place un SAGT.

2. Processus organisationnel

Actuellement, dans les projets de CIGT de niveau 1, l'informatique et les logiciels applicatifs (i.e. le SAGT) ne sont pas encore reconnus au même titre que les autres aspects du CIGT⁵. Cela a pour principale conséquence que le SAGT ne fait pas toujours l'objet d'attention particulière lors des avant-projets sommaires, ni de support particulier pour sa définition et sa réalisation et a fortiori pour son exploitation et sa réutilisation.

Dans une perspective de réutilisation au niveau national, la principale amélioration est de créer un véritable projet de réutilisation pour les SAGT, reconnu et piloté au niveau de la DSCR (Cf. le plan d'action § 5). Sans un tel projet, toute action risque de ne pouvoir aboutir à un résultat significatif.

⁵ Il est à noter qu'au niveau d'un APS, il n'y a pas de sous-dossier « informatique », mais seulement un sous-dossier CIGT, qui comprend aussi le bâtiment, et l'aménagement de la salle opérationnelle.

IV. PLAN D' ACTIONS

Plusieurs étapes sont nécessaires pour passer de la mise en œuvre de SAGT telle qu'elle est faite à ce jour à une mise en œuvre basée sur la réutilisation de composants (logiciels ou autres). Ces étapes impliquent des changements au niveau des processus, des technologies et de la culture de l'organisation. C'est pourquoi il est nécessaire d'avoir une approche progressive dans les actions d'amélioration.

Le premier niveau d'actions pouvant être mis en œuvre (et le plus facile) est de créer et organiser une communication sur le thème des SAGT entre les différentes DDE, et avec les autres services concernés du ministère de l'Équipement.

Un deuxième niveau d'actions pouvant être mis en œuvre est d'élaborer et gérer des documents supports ou génériques qui pourront être mis à disposition de chacune des DDE qui souhaite mettre en place un SAGT.

Un troisième niveau d'actions pouvant être mis en œuvre est d'identifier un noyau de base SAGT et d'en réaliser son analyse et sa conception.

A. Favoriser la communication sur les SAGT

Cette communication a pour but de favoriser le partage de l'expérience acquise au niveau des SAGT entre les différentes DDE.

Actuellement, il existe un groupe de travail sur l'informatique des systèmes d'exploitation du trafic sur VRU. Ce groupe se réunit périodiquement et diffuse ses comptes-rendus aux différentes DDE.

Un autre moyen de partager l'information est de mettre à disposition des services de l'Équipement concernés par l'exploitation du trafic sur VRU la documentation existante sur ce thème.

Compte tenu de l'éloignement géographique des différents utilisateurs potentiels, la solution consisterait à regrouper l'ensemble de la documentation sur un serveur documentaire accessible à distance à partir d'un poste de type PC.

Dans ce cadre, chaque utilisateur pourrait publier sa documentation et consulter l'ensemble de la documentation SAGT.

La gestion et l'exploitation de ce service au sein du ministère de l'équipement reste à définir précisément.

Les différentes étapes pour la mise en place de ce service sont :

- Spécification du service
 - ⇒ moyen matériel,
 - ⇒ moyen logiciel,
 - ⇒ organisation du service,
- Mise en œuvre du service
 - ⇒ installer le service
 - ⇒ Informer les services au sein du ministère
 - ⇒ Renseigner la base documentaire (Sirius, Coraly, Marius),
- Exploitation du service

Le coût pour la mise en place d'une telle solution est de l'ordre de 100KF à 150KF (hors renseignement de la base documentaire).

Les principales difficultés pour la mise en place et l'exploitation de ce service sont les suivantes :

- Renseignement de la base documentaire qui nécessite un temps non négligeable pour recenser, qualifier et mettre à disposition la documentation sur le serveur (actuellement, il n'existe pas d'entité au sein du ministère de l'équipement pour réaliser ces tâches),
- Rapidité de l'accès au serveur documentaire qui peut être un frein à son utilisation si le service a des temps de réponse trop lents,
- Volonté des services de la DDE à coopérer de façon spontanée à la vie de ce service.

B. gérer des documents types

La maîtrise des documents se retrouve dans toutes les étapes du cycle de vie d'un produit. Le rôle de la documentation est essentiel, car c'est elle qui :

- matérialise l'avancement des travaux,
- constitue le moyen de communication privilégié entre les différents intervenants,
- fait partie de la fourniture du produit,
- est le support de base indispensable pour chacune des étapes du cycle de vie,
- constitue une partie de la mémoire de « l'entreprise ».

Il est par conséquent indispensable de la structurer pour pouvoir la faire vivre, la diffuser, l'exploiter et la sauvegarder.

La maîtrise des documents est la capacité à concevoir, rédiger, diffuser et retirer de la circulation si nécessaire, les documents adaptés à l'usage pour lequel ils sont prévus. Cette maîtrise doit couvrir toutes les étapes du cycle de vie du logiciel : analyse, conception, paramétrage, développement, recette, installation, exploitation et maintenance, sans oublier tous les documents relatifs au système qualité. De plus il faut ajouter :

- tous les documents d'organisation liés aux projets, tels que contrat, planning, organisation du projet, plan de développement, plan d'intégration, plan de validation, procédures d'acceptation,
- tous les documents de type exploitation tels que les manuels d'installation, d'utilisation, de maintenance,

Un projet informatique produit beaucoup de documents, donc beaucoup de papiers, a fortiori s'il est important et complexe. Le plan d'assurance qualité définit précisément l'objet de chaque type de documents ; chacun a un rôle (que les partenaires du projet doivent connaître), et son importance n'est pas forcément lié à son poids.

Les principaux documents pour un projet de développement logiciel sont les suivants :

Gestion du projet	
	Plan qualité Plan de développement Plan de gestion de configuration Plan de gestion documentaire Plan de formation Note d'organisation
Analyse du besoin	
	Cahier des charges fonctionnel Spécification technique de besoins
Spécifications du système	
	Étude d'ergonomie Spécification fonctionnelle Manuel d'utilisation Plan de validation Plan de qualification Cahier de recette
Conception du système	
	Dossier de conception générale Dossier de conception détaillée Plan d'intégration
Réalisation du système	
	Dossier de codage Dossier de tests unitaires
Intégration du système	
	Dossier de tests d'intégration
Validation du système	
	Dossier de tests de validation Cahier de recette Procès-verbal de recette de validation
Qualification du système	
	Dossier de qualification cahier de recette Procès-verbal de recette de qualification
Exploitation - Maintenance	
	Manuel d'exploitation Manuel de maintenance Fiches d'intervention

Dans le but de permettre une réutilisation au niveau de chaque projet SAGT, il serait judicieux d'élaborer des documents types pour un projet de mise en œuvre d'un SAGT. Un des avantages de cette approche est d'établir une standardisation dans la documentation et par conséquent une meilleure réutilisation.

Dans un premier temps, il s'agit d'établir la liste des documents devant être élaborés dans le cadre d'un projet SAGT et dans un deuxième temps de définir des documents types pour tout ou partie de cette liste.

Les documents types peuvent être composés :

- d'un sommaire type,
- d'un guide de rédaction pour chacun des chapitres,
- de chapitres pré-remplis,
- d'une partie générique et d'une partie spécifique.

La mise en place de cette action nécessite dans un premier temps une réflexion globale au sein du ministère de l'équipement afin de définir et valider les objectifs de cette gestion documentaire. Ensuite la réalisation de cette documentation type peut être envisagée dans le cadre de la réalisation d'un SAGT. Cela suppose l'intégration dans l'équipe projet de moyens qui permettent la mise en place d'une telle approche ainsi que le contrôle associé.

Dans les conditions ci-dessus, le coût de mise en œuvre de cette action peut être assez faible.

Les principales difficultés pour la mise en œuvre et la gestion de cette action sont les suivantes :

- identifier et dégager la ou les ressources compétentes pour mettre en œuvre l'action,
- identifier et dégager la ou les ressources compétentes pour participer aux projets SAGT en tant qu'assistance à la maîtrise d'œuvre,
- identifier et dégager la ou les ressources compétentes pour capitaliser le retour d'expérience dans ce domaine.

C. caractériser le noyau d'un SAGT

La réutilisation de modules préfabriqués est une technique qui permet d'améliorer la qualité, la réactivité d'un système.

Dans un contexte où les besoins évoluent rapidement ou sont difficiles à formaliser, il est préférable de construire un système incomplet mais évolutif, plutôt qu'un système définitif mais figé. Cette démarche a pour but d'atteindre les objectifs du projet *par itérations successives* et convergentes : itérations d'analyse, de conception, de développement, etc.

Dans le cadre d'un projet SAGT, nous avons vu précédemment qu'il existe des *invariants*, c'est à dire des fonctions qui ne bougeront pas ou peu dans le temps. Par conséquent, il est essentiel de commencer l'étude par ces fonctions ce qui permettra de rassembler plutôt que d'opposer, et ainsi construire une solution sur laquelle tout le monde doit pouvoir se retrouver et s'accorder.

En première analyse, les fonctions de base d'un SAGT sont :

- la communication avec les équipements de terrain,
- la surveillance en temps réel du trafic,
- la prise en compte des événements en temps réel liés au trafic,
- la surveillance des équipements de terrain,
- l'élaboration des actions liées au trafic,
- la configuration du réseau et des équipements.

Comme indiqué plus haut (II.D.1), la fonction de coordination entre exploitants dépend des partenariats locaux d'un projet de type 'CIGT d'agglomération', et présuppose de toutes façons que les VRU soient exploitées par les services de l'Équipement à un 1^{er} niveau. Par conséquent, nous avons choisi de ne pas l'inclure dans le noyau SAGT.

Les actions à mettre en œuvre doivent permettre dans l'ordre :

1. De valider les fonctions de base d'un SAGT au sein du ministère de l'équipement. En effet, cette première liste a été établie sur la base d'entretiens informels sur Sirius, Coraly et Marius et sur la lecture de documents.
2. D'analyser (cf. le chapitre précédent) ces fonctions.
3. De concevoir le système correspondant.
4. De réaliser le système.
5. D'exploiter et maintenir le système.

Il est entendu qu'il n'est pas nécessaire de réaliser l'ensemble des actions listées ci-dessus, ni conseillé dans la mesure où cela nécessiterait des efforts et une volonté de changement très importants.

Quel que soit le niveau de réutilisation visé, il est nécessaire de faire en premier l'analyse des fonctions de base et la conception de la solution associée (étape 1) pour ensuite (étape 2) soit mettre à disposition des DDE les documents obtenus pour qu'ils servent de base à la réalisation de leur SAGT (scénario 1), soit qu'ils servent de base à la réalisation d'un noyau SAGT (scénario 2).

Étape 1 : Analyse noyau SAGT	Étape 2 : Réalisation
<ul style="list-style-type: none"> • Spécification des besoins • Conception de la solution 	<p>Scénario 1 : réalisation SAGT par chaque DDE</p> <p>Scénario 2 : réalisation noyau SAGT</p> <p style="padding-left: 40px;">Scénario 2.1 : dans le cadre d'un projet SAGT</p> <p style="padding-left: 40px;">Scénario 2.2 : hors projet SAGT</p>

Dans le cas du scénario 1, chacune des DDE intègre les documents produits en étape 1 comme base de leur solution et ensuite réalise un retour d'expérience sur ces documents à la fin de la mise en place du SAGT. Cela suppose l'intégration dans l'équipe projet de la DDE concernée de compétences capables d'intégrer et contrôler cette démarche d'une part, et d'autre part une organisation au sein du ministère de l'Équipement qui gère ces documents afin de les mettre à disposition des DDE, et les compétences nécessaires à leur mise en œuvre. Dans ce contexte, cela signifie que chaque DDE réalise « son » noyau SAGT mais avec une spécification et une conception validées et approuvées ce qui limite considérablement le risque de non-adéquation du système mis en œuvre. Le gain attendu d'une telle approche peut être estimé entre 15 et 30% du coût de la réalisation du projet du noyau SAGT. En première approximation, l'on peut considérer que le noyau d'un SAGT représente entre 40 et 50% d'un projet SAGT. Cela signifie que le gain possible se situe entre 15 et 30% de ces 40 à 50%, ce qui représente - dans le cas d'un projet SAGT de 20MF - un gain possible entre 1,2 MF ($0,15 \times 0,4 \times 20MF$) et 3,0 MF ($0,3 \times 0,5 \times 20MF$).

Dans le cas du scénario 2, deux solutions sont possibles pour réaliser le noyau soit il est réalisé dans le cadre de la mise en place d'un SAGT (scénario 2.1) soit il est réalisé indépendamment (scénario 2.2). Quelle que soit la variante (2.1 ou 2.2), la mise en œuvre de ce scénario 2 nécessite la mise en place d'une organisation centralisée qui puisse supporter le développement et l'exploitation de ce produit. A ce jour, il ne nous semble pas opportun d'envisager cette solution, et par conséquent nous n'irons pas plus avant dans l'analyse de ce scénario.

Quelle que soit l'étape ci-dessus, la principale difficulté pour la mise en œuvre de ces actions est de mobiliser les compétences et les moyens au sein des services techniques du ministère de l'Équipement afin d'assurer une maîtrise d'œuvre nationale des SAGT (de niveau 1).

D. créer un projet « réutilisation SAGT »

Comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents, la prise de conscience au sein des services de l'Équipement de la nécessité d'améliorer la mise en œuvre des SAGT se situe au niveau d'individus qui à travers leur expérience ont compris le bien fondé d'une approche de type réutilisation. Cela s'est traduit principalement par la mise en place de groupes de travail, voir d'études qui visent à faire partager ce point de vue. D'une façon générale, ces actions sont menées en complément de leur mission principale, d'où des difficultés pour faire vivre ces actions et les faire partager à d'autres personnes.

L'action concernant la mise en place d'un serveur documentaire pour partager les documents sur les SAGT telle que décrite ci-dessus se situe dans le même niveau d'action et permet de compléter l'effort pour faire partager l'expérience sur ce domaine.

Cependant, dans la mesure où ces actions ne reposent que sur la bonne volonté d'individus relativement isolés, leurs portées restent très limitées, et leurs durées de vie sont liées à la motivation ou à la présence de ces individus dans les services ad hoc.

Si ces actions ont permis de défricher « le terrain », Il est indispensable et nécessaire pour aller plus loin et plus rapidement de formaliser et structurer cette démarche pour qu'elle devienne une approche reconnue et suivie par les services centraux du ministère de l'Équipement.

Une solution consiste à créer un projet « réutilisation SAGT » avec dans un premier temps un chef de projet qui aura pour mission de définir et formaliser les objectifs attendus, de définir un plan et un planning d'actions ainsi que les moyens et les coûts associés.

V.PLANNING

A ce jour, le planning prévisionnel de mise en œuvre des différents SAGT est le suivant :

- Court terme (horizon 3 ans)
 - ⇒ Erato (2000 - 2001),
 - ⇒ Allegro (2000 - 2005)

- Moyen terme (horizon 5 à 10 ans)
 - ⇒ Aliénor (2001 - 2005),
 - ⇒ Gutenberg (2001 - 2005),
 - ⇒ Rennes,
 - ⇒ Nantes (2003 - 2005),
 - ⇒ Grenoble,
 - ⇒ Toulon,
 - ⇒ Nice,
 - ⇒ Metz/Nancy.

Les deux projets Erato et Allegro sont déjà bien engagés (les cahiers des charges sont en cours de rédaction) et ne peuvent servir de « projet prototype » pour la mise en application des actions identifiées ci-dessus. Cela signifie que le projet suivant est soit le projet Aliénor, soit le projet Gutenberg, dont la réalisation informatique devrait démarrer en 2001.

Par conséquent, cela laisse environ deux ans pour :

- mettre une structure projet « réutilisation SAGT » en place,
- faire l'analyse d'un noyau SAGT.

Dans la mesure où il faut compter environ une année pour réaliser et valider l'analyse du « noyau SAGT », cela suppose que la mise en place d'une structure projet se fasse en 1999. En outre, il semble utopique de réaliser une analyse SAGT sans l'appui d'une part de la DSCR, et d'autre part des exploitants des SAGT existants.

VI. CONCLUSION

La réutilisation est un concept qui permet aux organisations d'adapter et d'utiliser des éléments existant dans la mise en œuvre de solutions notamment informatiques. Utilisé de manière efficace, ce concept permet d'améliorer la qualité des solutions, la productivité des ressources, de faciliter les évolutions et de diminuer les coûts des solutions. Malgré ces bénéfices potentiels, la réutilisation n'est pas encore très utilisée dans les organisations.

Cela est principalement dû au fait que réutiliser de façon efficace nécessite des efforts et une volonté de changement très importants.

Plusieurs étapes sont nécessaires pour mettre en œuvre une politique de réutilisation. Ces étapes impliquent des changements au niveau des processus, des technologies et de la culture de l'organisation. C'est pourquoi cela doit être fait de façon progressive.

Dans le cadre du développement des Systèmes d'Aide à la Gestion de Trafic (SAGT⁶), les axes d'amélioration qui permettront la mise en œuvre d'une politique de réutilisation sont les suivants :

- ↪ Améliorer la maîtrise des projets SAGT,
- ↪ Améliorer la communication sur les SAGT,
- ↪ « Standardiser » les SAGT mis en service.

L'amélioration de la maîtrise des projets SAGT nécessite que le ministère de l'équipement affiche officiellement sa volonté d'évoluer vers une standardisation des SAGT et se dote des moyens qui lui permettront de mettre en œuvre cette volonté. Cela peut se faire dans un premier temps par la nomination d'un chef de projet qui aura pour mission de définir et formaliser :

- ↪ les objectifs attendus,
- ↪ un plan d'actions à court terme,
- ↪ les moyens et les coûts associés.

La communication sur les SAGT doit permettre d'établir un dialogue commun entre les différentes DDE et favoriser le partage d'expérience. Dans la mesure où les DDE concernées sont éloignées géographiquement, il est nécessaire de favoriser les échanges à travers des serveurs informatiques, notamment un serveur documentaire permettant de partager la documentation existante sur les différents SAGT.

La standardisation des SAGT doit également favoriser le dialogue entre les différents exploitants, permettre une meilleure maintenabilité et évolutivité de ces systèmes ainsi qu'une diminution des délais de mise en œuvre et des coûts associés. Cela doit également permettre une meilleure intégration avec les systèmes de gestion de trafic mis en œuvre dans les autres niveaux du SDER (3 et 4).

Les résultats de cette étude ont été présentés la DSCR, ainsi qu'au SETRA et au CERTU, et le CERTU est en train de développer un programme d'action relatif l'informatique SAGT/1 pour 99 et 2000 qui prend en compte une bonne partie des recommandations formulées dans ce document.

⁶ Rappel : dans tout le document, SAGT signifie SAGT de niveau 1 (au sens du SDER).

VII. ANNEXE 1 : MARIUS

A. Caractéristiques principales du SAGT

Le système Marius constitue un outil d'aide à l'exploitation des autoroutes non concédées des Bouches du Rhône.

Le système (matériels et logiciels) appartient à la DDE13, qui a la responsabilité de son maintien opérationnel, de ses extensions, de ses évolutions et du lot de rechange.

Le système est exploité simultanément par des opérateurs de la police nationale (24h sur 24), par des opérateurs de la DDE (5h-21h tous les jours) et par les mainteneurs habilités.

Le système gère environ 2 millions de données par heure, échangées avec environ 300 équipements répartis sur 150 kilomètres de chaussée (un seul sens) : recueils de données, caméras, postes d'appel d'urgence, caissons de signalisation variable, panneaux d'alerte, panneaux à messages variables, automates de tunnel, stations météo.

Les réseaux de terrain sont en cuivre (modems multipoints), sur fibre optique (réseau local industriel) ou téléphonique (RTC), tous aux standards NFP99302 (norme de protocole TEDI) et LCR version 1991 (ayant donné lieu en 1997 à la norme de langage applicatif NFP 99340).

Le système échange des données, de la phonie, de la vidéo, des fax et du Minitel avec d'autres systèmes, sur des média standards (FTP, SDH, ...).

Les principales fonctions assurées par le système sont les suivantes :

- ↪ Recueil et traitements des données de trafic
- ↪ Pilotage des systèmes d'information aux usagers
- ↪ Traitement des algorithmes de régulation de trafic
- ↪ Détection automatique des bouchons et gestion des heures perdues
- ↪ Export de données vers le module d'Intercommunication SIREDO (MI) qui joue le rôle de serveur d'événements et de données de trafic pour les abonnés au système
- ↪ Supervision du fonctionnement des automatismes des tunnels
- ↪ Gestion des transmissions sur les réseaux de terrain
- ↪ Gestion des informations délivrées par une ou plusieurs stations « météo »
- ↪ Commande/contrôle des caméras et matrices de commutation d'images
- ↪ Gestion des appels des usagers et du pilote informatique du réseau d'appel d'urgence (PI-RAU)
- ↪ Suivi des actions d'exploitation (acquiescement des alarmes, saisie des accidents, incidents, patrouilles, travaux...) et main courante associée
- ↪ Gestion des dysfonctionnements et journal de bord associé
- ↪ Serveur d'actions : appel automatique des garages de service par Minitel ; Envoi de fax aux abonnés figurant dans l'annuaire
- ↪ Télémaintenance de tous les équipements de terrain au standard SIREDO
- ↪ Archivage des données de trafic, des bilans, des événements, de la main courante, du journal de bord
- ↪ Éditions ou exports de l'ensemble des données gérées par le système

1. Découpage en modules fonctionnels

un module fonctionnel = un ensemble de logiciels participant à un même type de fonctionnalité.

Module fonctionnel	Description
COM	Regroupe les programmes de communication avec tous les équipements SIREDO en protocole TEDI
REG	Assure le traitement des données de trafic. Il pilote les panneaux d'affichage de tous types tant en mode manuel qu'en mode automatique. Il effectue le calcul des heures perdues et la détection automatique des bouchons
SEV	Assure l'interface avec le serveur d'événements (MI SIREDO)
SAC	Gère les communications avec les différents correspondants du PC. Appel automatique des garages de service par Minitel. Envoi automatique de Fax en cas d'événements spécifiques
TUN	Effectue la gestion technique centralisée des deux tunnels reliés au PC
VID	Effectue les opérations de pilotage, de cyclage et d'affectation des caméras du réseau des appels d'urgence
RAU	Gère l'interface avec le pilote informatique de RAU (PIRAU) qui gère l'ensemble des équipements du réseau des appels d'urgence
TRV	Effectue la gestion prévisionnelle des travaux ainsi que les informations aux usagers qui en découlent
IHM	Gère l'interface graphique entre les opérateurs du système et les autres modules fonctionnels. Gère également la mise en forme et l'édition de toutes les données du système
GBD	Prend en charge l'ensemble des opérations de maintenance des paramètres ainsi que l'archivage des données de trafic et des événements. Réalise l'interface entre les autres modules fonctionnels et le SGBD INFORMIX
METEO	Prend en charge l'ensemble des opérations de surveillance des stations météo reliées à MARIUS (une seule station pour l'instant)

2. Organisation du logiciel

Les différents modules du logiciel d'applications sont rendus indépendants les uns des autres par l'utilisation de convertisseurs entre d'une part, chaque type d'entrée et *la zone commune de transit* entre les différents modules et, d'autre part, entre la zone commune de transit et les différents type de sortie.

En d'autres termes, une entrée n'a pas d'effet direct sur une sortie.

Un message d'entrée (ME) (produit par un opérateur, un correspondant externe, ou un algorithme interne) est converti en un ou plusieurs *Messages de Transit* (MT).

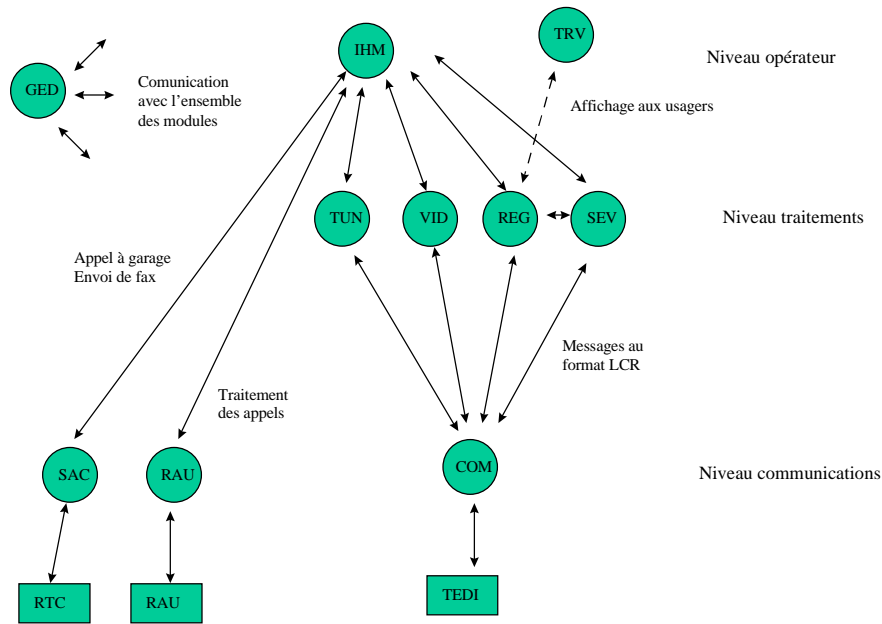
Un message de sortie (MS) à destination d'un écran, d'une imprimante, etc ...(tout module matériel ou logiciel) est le produit de la conversion d'un MT.

Un MT est un jeton événement possédant un format standard, qui peut voyager entre différents modules logiciels ou matériels. Une table des correspondances établit les liens entre toute entrée et sortie.

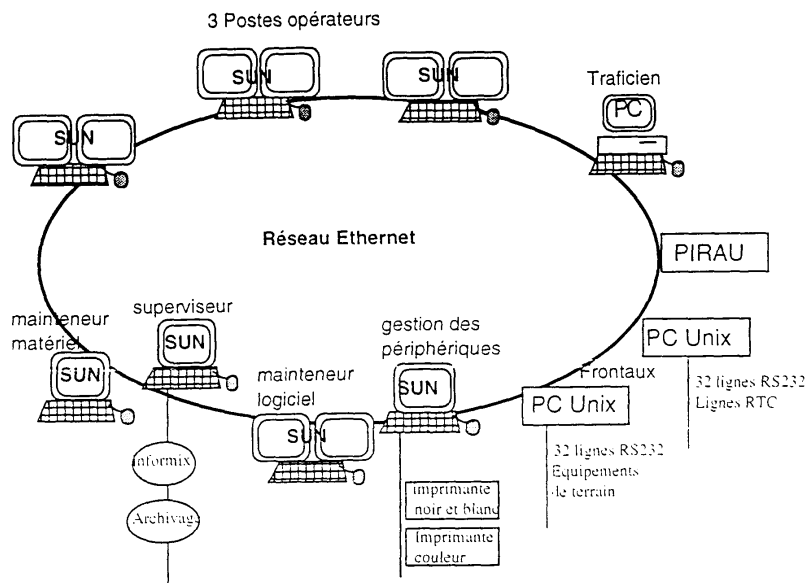
Les logiciels sont réalisés en langage C.

L'application est composé de 70 processus (Unix) différents.

3. Architecture du logiciel



4. Architecture du matériel



5. Géomarius

Le système GEOMARIUS est la base de données géographiques de la DDE tenue à jour par la DDE sur un SIG du marché (Geoconcept). Ce système permet à la DDE de gérer son référentiel (géographique et équipements) indépendamment du système en exploitation.

Une interface a été développée entre GEOMARIUS et MARIUS.

6. Autres systèmes

- Système Stradanet : Ce système permet des échanges d'informations et de données routières avec un ensemble de partenaires (sur réseau public).
Liaison avec Marius en cours de développement.
- Système Cortaix : Ce système permet des connexions « voix-données-images » avec des partenaires connectés sur le même réseau optique dédié.
Pas de liaison logique avec Marius
- Système de vidéo-conférence Ce système permet d'être en vidéo-conférence avec un bureau de la DDE équipé de façon identique.
Pas de liaison logique avec Marius
- Module d'intercommunication MI Ce système, alimenté par Marius, permet d'envoyer toutes les 6 minutes des données de trafic au réseau national des MI (réseau Transpac)
- Traitement externe des données trafic Ce système permet de traiter les données trafic
- Ligne de maintenance La ligne de maintenance est un circuit cuivre ou virtuel dédié à une session en point à point de Marius avec un des équipements de terrain qui disposent d'une liaison spéciale de maintenance.

B. Caractéristiques du processus de construction

Planning		
	Élaboration CCTP (début - fin)	1989
	Consultation (début - fin)	1991
	Début du projet	1993
	Mise en exploitation	1995
	Maintenance (début - fin)	1995 - 1998
Fournisseurs		
	Réalisateur	SILEC/SAGEM
Méthodes utilisées		
	Spécification	Merise, Entité - Relation
Documentation		
	CCTP91 et CCTP93	
	Document de spécifications DCG97	
	Document de conception (2 tomes)	
	Dossier de test	
	Manuel d'exploitation	
	Manuel de formation	
Coûts		
	Marius	environ 150MF
	Système informatique	environ 15MF

C. Caractéristiques du processus d'exploitation

- ↔ Exploitation de 5h à 21h par la DDE 7j/7
- ↔ Exploitation 24h/24 7j/7 par la police
- ↔ Système informatique maintenu par le réalisateur, SAGEM. Un appel d'offre est en cours pour le renouvellement du contrat de maintenance du système informatique.
- ↔ Coût de maintenance global annuel (incluant les équipements de terrain) : 5MF

D. Évolutions

- ↔ Gestion du référentiel à travers l'outil GEOMARIUS avec interface avec MARIUS (en cours de mise en service)
- ↔ Redéfinition de la main courante : structuration de l'information et traçabilité des actions
- ↔ Gestion des consignes (permanentes et occasionnelles) par classe d'utilisateurs
- ↔ Gestion des appels à garage : suivi des événements
- ↔ Outils d'évaluation fonctionnelle, trafic et système
- ↔ Interfaces avec les sociétés d'autoroutes ESCOTA, ASF (réseau Cortaix)
- ↔ Interface avec Orchestral

E. Retour d'expérience

- ↔ Importance de l'analyse de la valeur
- ↔ Fédération des exploitants
- ↔ Importance de l'implication des exploitants lors de la définition et la construction du système
- ↔ Réduire la complexité (pas de redondance au niveau du système informatique par exemple)
- ↔ Réduire le nombre de postes de travail (toutes les fonctionnalités doivent être accessibles à partir du même poste de travail)
- ↔ Importance capitale de l'ergonomie du poste de travail
- ↔ Exigences de performances avec les équipements de terrain et avec l'opérateur
- ↔ Importance de se doter d'outils d'évaluation du système permettant de valider son fonctionnement, vérifier sa non-régression lors d'évolutions ou correction, évaluer ses performances, etc...
- ↔ Importance de gérer un référentiel de façon indépendante du système en exploitation
- ↔ Écart fonctionnel important entre un SIG et le besoin de l'exploitant
- ↔ Formation du successeur pour la maintenance

F. Réutilisation de composants

- ↔ Faible (bien que Marius bénéficie d'une bonne configurabilité, que Géomarius s'appuie sur un progiciel du commerce, et que le frontal de transmissions soit conçu de manière générique)
- ↔ Problème de la propriété des logiciels, de la documentation

VIII. ANNEXE 2 : CORALY

A. Caractéristiques principales du SAGT

1. Contexte du projet CORALY

Le SAGT de la DDE69 se compose en fait de deux systèmes : le Poste de Coordination Général (PCG) CORALY, qui assure la coordination entre plusieurs exploitants autoroutiers (ASF, SAPR, BPNL, AREA, et DEE69), et le Poste Avancé d'Intervention et de Surveillance (PAIS) de la DDE, qui permet de gérer le trafic sur le réseau de VRU. Du point de vue géographique, la DDE héberge les deux systèmes dans un PC de Genas. Techniquement, les deux systèmes sont très proches, dans la mesure où le PAIS a été réalisé en tant que tranche du marché de réalisation du PCG. Dans la suite de ce paragraphe, nous décrirons le PCG puis le PAIS.

Les objectifs de CORALY sont :

- Améliorer le confort de conduite des usagers,
- Réduire les temps passés en congestion,
- Maîtriser l'interférence entre le trafic de transit et le trafic local,
- Limiter les conséquences des chantiers et des accidents pour les usagers,
- Renforcer la sécurité.

CORALY intervient lorsque le besoin de coordination se fait sentir en particulier :

- manipulation de SDV,
- gestion des conseils de guidage sur PMV,
- gestion des messages sur PMV si influence sur la répartition de trafic,
- gestion des contrôles d'accès si influence sur la répartition du trafic,
- gestion des messages radios 107.7 si influence sur la répartition du trafic.

L'exploitant a pour mission :

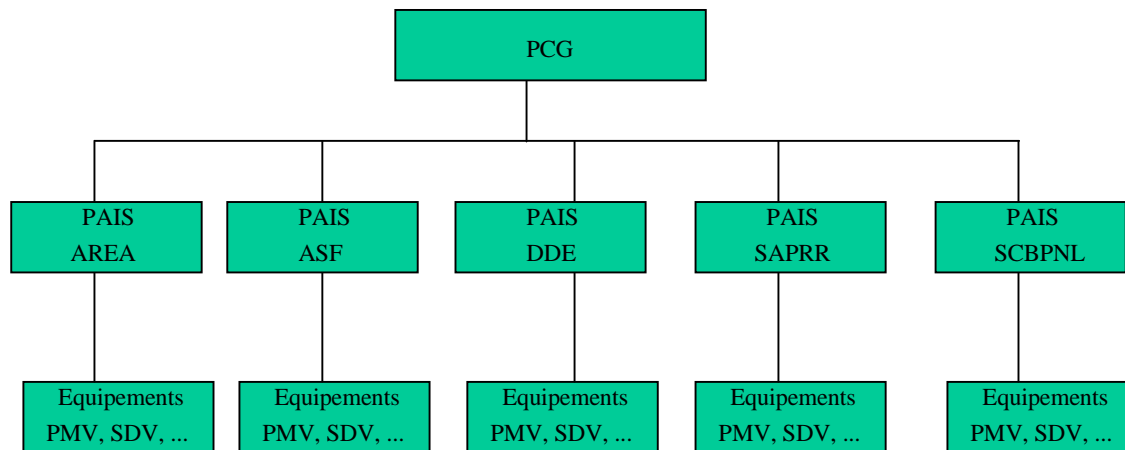
- balisage de sécurité,
- viabilité du réseau,
- appel des dépanneurs,
- relations avec les forces de police pour les interventions sur le terrain,
- entretien des équipements.

Le fonctionnement choisi pour CORALY repose sur une organisation où le PCG CORALY est en relation directe avec les différents exploitants (dont la DDE69). Les informations qui circulent entre le PCG et les exploitants sont bidirectionnelles.

Les informations techniques (données de comptage, états techniques des équipements, et caméras vidéo), ainsi que les données événementielles, sont remontées au niveau du PCG.

Celles-ci sont centralisées, traitées, afin qu'éventuellement des demandes d'actions sur les équipements dynamiques soient effectuées.

Les demandes d'actions sur les équipements des exploitants ne concernent que des actions de coordination, c'est à dire uniquement lorsque le besoin en terme de régulation sur l'ensemble du réseau se fait sentir.



D'autres intervenants sont concernés par les événements et par les mesures prises au niveau de CORALY : il s'agit notamment du CRICR. CORALY informe en permanence le CRICR des événements se produisant sur le réseau, ainsi que des mesures prises dans le cadre de ses prérogatives.

2. PCG CORALY

a) Objectifs

Le système informatique permet :

- le recueil et le traitement des données trafic,
- la coordination et la diffusion d'informations routières,
- la gestion, l'analyse et la prévision de trafic.

Il met à disposition de chacun de ses partenaires une vision homogène de la situation et des actions effectuées par l'ensemble des utilisateurs.

L'ensemble des vues issues de l'informatique CORALY se base sur les réalités du terrain par l'intermédiaire des comptages et états techniques relevés par chacun des exploitants et de la saisie des événements par l'ensemble des acteurs CORALY.

Ce système apporte également à ses utilisateurs un support à l'exercice de leurs fonctions, en termes de consignes, notamment liées à la situation du moment (grande configuration de trafic).

Pour l'ensemble des données à partager, ce système permet de gommer les problèmes liés à l'éclatement des sites :

- distances (dans la limite des performances demandées pour le temps de transfert des mises à jour de données),
- vocabulaire (entre les exploitants, et pour les termes les plus usuels),
- rapports humains (en offrant des outils simples d'utilisation et en s'intégrant aux outils existants pour ne pas créer de rejets).

Ce système est également constitué d'un ensemble d'outils permettant à ses utilisateurs de réaliser les actions qui leur incombent dans les limites de leurs responsabilités.

Ces outils permettent:

- de suivre le bon déroulement des actions engagées,
- de mesurer leur efficacité à court ou à long terme (dans le cadre de plans d'actions prédéterminés).

De plus, le système informatique CORALY permet d'apprendre à gérer ce type de trafic (transit et local sur réseau maillé). Pour cela, il est susceptible d'évoluer, d'être configuré de manière souple, et de fournir à ses propriétaires des outils pour évaluer ses performances dans la gestion du trafic.

Le système aide les utilisateurs à maintenir en cohérence les actions avec la situation dont il a connaissance.

b) Principales fonctionnalités

Gestion du référentiel

Cette fonction définit tout l'environnement de CORALY. Les principaux éléments sont : le réseau, ses équipements, les utilisateurs, les tours de service, le calendrier. C'est au travers de cette fonction, garante de la cohérence de l'ensemble, que se feront les modifications, les configurations, et l'accès au système.

Recueil de données

Cette fonction centralise toutes les données techniques CORALY, et hors CORALY. Ces données sont reçues telles qu'elles viennent des stations de comptage afin d'être traitées de manière homogène (marquage et redressement).

Mise en commun des événements

Cette fonction permet d'assurer un même niveau d'information à tous les partenaires de CORALY malgré leur éclatement géographique. Elle permet de saisir, traiter, diffuser, et archiver les événements. Tout événement survenant sur le réseau CORALY et ayant une interaction avec le trafic doit être saisi, ce qui lui donne une valeur de main courante.

Exploitation

Cette fonction permet de déterminer les actions ou plans d'action à mettre en œuvre par rapport aux alarmes et événements en cours. Ces événements peuvent être automatiquement générés en fonction des alarmes et comptages. Elle s'appuie sur deux grands modules : les consignes d'exploitation et les grandes configurations de trafic. Les consignes d'exploitation sont développées à partir de la politique d'exploitation CORALY. Elles correspondent à un cahier de consignes informatisé permettant, pour chaque situation, de déterminer les actions ou plans d'action à lancer, et de fournir une aide en ligne à l'opérateur. Les grandes configurations de trafic permettent, suivant l'état du trafic sur le réseau CORALY, de reconnaître une situation particulière et répétitive pour laquelle un ensemble de consignes spécifiques est établi.

Gestion des actions et commandes

Les actions correspondent à tout ce qui peut être effectué par un opérateur CORALY pour gérer le trafic. Plusieurs actions élémentaires peuvent être regroupées dans un plan d'action afin de traiter un événement. Lorsqu'un événement survient, le système propose à l'opérateur le plan d'action adapté à la situation, celui-ci peut alors le modifier avant de le rendre opérationnel. Les actions et plans d'action en cours sont suivis afin d'être mis à jour lors de l'évolution des événements, et afin d'éviter de rester en place après la fin de l'événement qui les a déclenchés (et de ne pas donner d'informations erronées à l'utilisateur).

Analyse et présentation des données

Cette fonction a pour but de donner à l'opérateur une vision synthétique et analytique des phénomènes du réseau CORALY au travers de différentes visualisations : Indicateurs, synoptiques, alarmes. Les données peuvent être des données en temps réel, temps différé, ou une superposition des deux. Les visualisations du réseau contiendront la totalité des équipements accessibles par différents niveaux de zoom.

c) Liste des fonctions PCG CORALY

Les fonctions du PCG sont les suivantes :

Exploiter

sélectionner un PAC initial
 choisir par événement fictif
 créer un PAC en ligne
 modifier le PAC initial
 sélectionner PAC réel
 prévisualiser un PAC réel
 résoudre les conflits
 gérer les actions du PAC réel
 impacter les actions sur alarmes techniques
 proposer une solution au conflit
 générer les messages trafic
 mettre à jour l'état des actions
 élaborer une alarme trafic
 élaborer une alarme technique
 gérer la liste des alarmes

modifier la GCT

Analyser

calculer volumes transportés
 calculer temps passés en circulation
 calculer indicateurs d'événement
 calculer indicateurs d'usagers bien informés et facteur de crédibilité
 calculer courbe par attribut

calculer courbe comparative
 calculer analyse instantanée
 calculer représentation spécifique
 calculer vue générale permanente
 positionner les événements sur les vues de synthèse et intermédiaires
 calculer vue intermédiaire dynamique
 calculer vue de détail des nœuds
 calculer fonds de plan linéaire
 calculer synoptique linéaire permanent
 positionner les événements sur le linéaire
 calculer vues spécifiques pour l'exploitation
 éditer rapports
 calculer la répartition par nœud

Traiter les données brutes

compléter les mesures de trafic
 vérifier les mesures trafic
 lisser les mesures marquées
 synthétiser les mesures temporelles
 élaborer l'indicateur de synthèse
 élaborer la photo des équipements
 détecter défauts techniques
 élaborer la photo des services

Gérer le référentiel

éditer les paramètres géographiques
 éditer les plans d'actions et consignes
 rejouer un événement
 éditer les paramètres trafic
 éditer les paramètres des alarmes trafic
 éditer les paramètres des équipements et des services
 éditer la structure du réseau
 éditer le calendrier et les utilisateurs
 éditer les paramètres d'analyse
 éditer les paramètres de communication
 éditer les paramètres événement
 appliquer les mises à jour référentiel

mettre à jour les éléments de configurations en ligne

Gérer les événements

créer événement PCG
 modifier événement en cours
 modifier événement prévu
 prise en compte événement

créer événement saturation
 demander une fusion
 détecter une fusion
 valider une fusion
 découpage
 créer événement PCPAIS
 modifier événement PCPAIS
 détecter événement passerelle
 traiter les événements en alerte
 traiter les échéances
 détecter une perturbation
 créer une perturbation
 générer les listes événements
 terminer les événements

Gérer les communications

acquérir un événement exploitant
 gérer période acquisition mesures brutes PCE
 lire les mesures trafic
 acquérir états équipements PCE
 émettre une action PCE
 gérer période acquittement action PCE
 acquérir acquittement action PCE
 créer événement TIGRE
 gérer protocole NDC
 transférer les messages NDC
 recevoir les messages NDC
 créer un fax
 consulter un fax
 émettre un fax
 recevoir un fax
 fournir au SNRD les mesures CORALY
 gérer la période acquisition SNRD
 acquérir les mesures SNRD
 interfacier le SIC
 interfacier la matrice VIDEO
 émettre une action PMV RNRD
 gérer période acquittement PMV RNRD
 acquérir acquittement action PMV RNRD
 acquérir les états PMV RNRD
 interfacier le RTP
 synchroniser heure

Fonctions techniques

Arrêt et redémarrage d'une machine du SIC
 Gestion du mode dégradé
 Administration du SIC

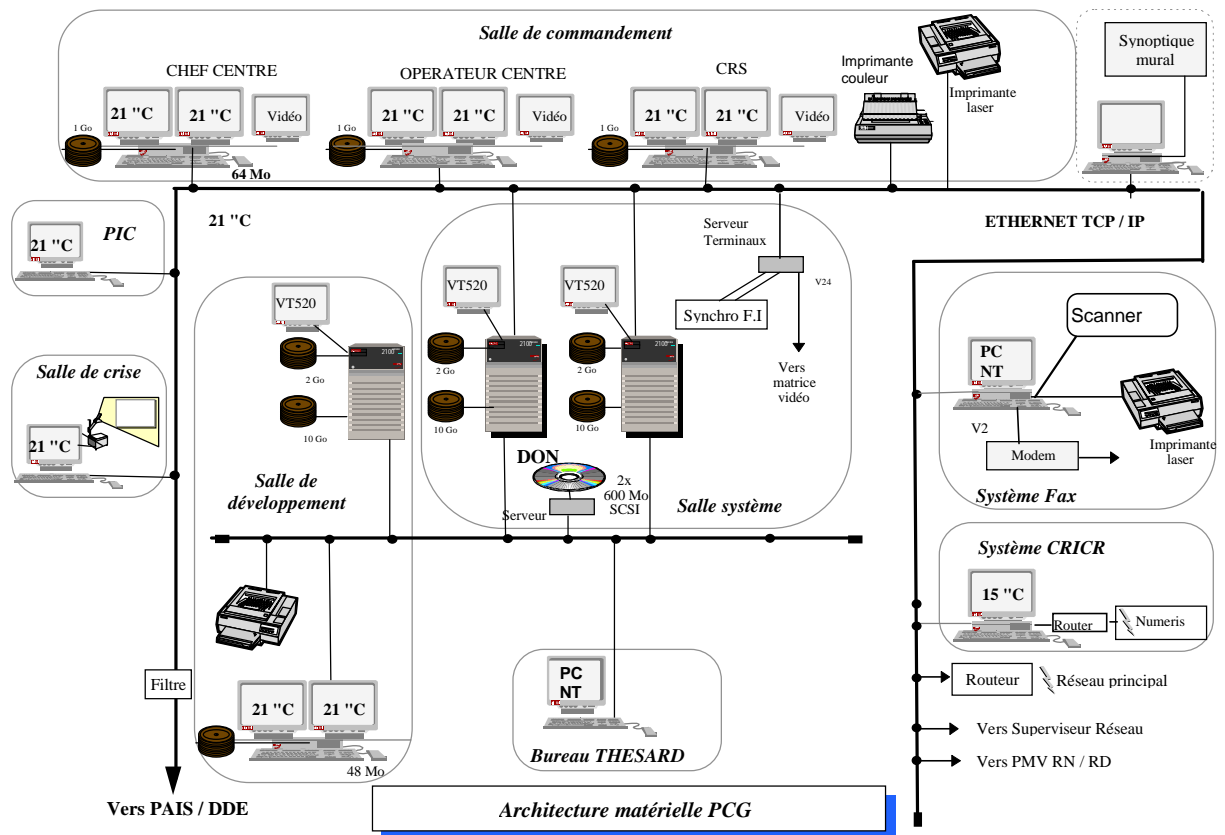
Interface externe

Interface TIGRE
 Interface SNRD
 Interface Matrice Vidéo
 Interface Passerelle
 Interface Superviseur RTP
 Interface PMV RN/RD

Gérer les archives

archiver et purger les données CORALY
 sauvegarder les données du référentiel CORALY
 exporter les données dynamiques CORALY
 restaurer les données dynamiques CORALY
 restaurer le référentiel CORALY

d) Architecture du matériel PCG CORALY



- Les postes Opérateurs

Les fonctions d'interface homme machine sont les seules fonctions traitées par ces stations.

- Les serveurs

Les deux serveurs ont une configuration matérielle autorisant un fonctionnement redondant des deux serveurs, afin de garantir une reprise à chaud dans un délai minimal.

- Le système de synchronisation

Le système de synchronisation retenu est basé sur une horloge mère synchronisée sur la fréquence TDF ou DCF, l'heure obtenue est distribuée à chacun des serveurs centraux via le serveur de terminaux.

L'heure est ensuite diffusée par le serveur principal à travers les réseaux locaux PCG et PAIS par les mécanismes UNIX de type NTP (Network Time Protocol).

- Les unités de stockage

L'ensemble des données nécessaires à la gestion de CORALY nécessite des unités de stockage externes dont la modularité et l'évolutivité sont des points clef.

- Le système d'archivage inviolable

Pour les données sensibles pouvant servir de preuve juridique le système d'archivage doit répondre aux impératifs suivants:

- intégrité non contestable de l'information,
- pérennité de l'information sur une longue période (5 ans),
- accès transparent par l'un ou l'autre des serveurs centraux sans intervention manuelle, afin de garantir une chronologie sur le même média, y compris en cas de basculement sur le serveur secours.

Le système d'archivage est constitué d'un serveur dédié.

- Le poste du thésard.

Ce poste permet au Thésard la collecte de données en ligne nécessaire à ses analyses.

- Le serveur de fax

Le système est constitué d'un serveur dédié connecté au réseau local PCG comprenant:

- un PC sous NT,
- d'un modem-fax connecté par liaison série RS232 au PC,
- de périphérique tels que imprimante laser A4 et scanner.

Un progiciel installé sur ce serveur assure la fonction d'émission/réception de fax

- soit en mode local à partir du PC,
- soit en mode réseau à partir de l'un des 3 postes de la salle de commandement.

- Le serveur CRICR

Il s'agit d'un serveur dédié permettant un accès par une liaison RNIS au réseau du CRICR.

Les logiciels de communication installés sur cette station de travail assurent les fonctions suivantes:

- émulation TIGRE,
- émulation SNRD.

3. PC d'Exploitation des VRU - PAIS DDE

a) Objectifs

Le PAIS DDE a pour objectifs :

- ↳ de surveiller le réseau (minimiser le délai de connaissance des événements) :
- ↳ Caméra vidéo,
- ↳ Détection Automatique d'Incident (DAI),
- ↳ Station de comptage,
- ↳ Réseau d'Appel d'Urgence (RAU),
- ↳ Patrouille, CRS,
- ↳ ...
- ↳ d'intervenir sur événement :
- ↳ Envoyer les patrouilles de sécurité, CRS
- ↳ ...
- ↳ d'informer les usagers dans un objectif de sécurité :
- ↳ PMV,
- ↳ Panneaux diagrammatiques,
- ↳
- ↳ d'informer sur les événements
- ↳ de prendre en compte les contraintes d'environnement (couloir de la chimie)

L'architecture du PC PAIS utilise les constituants matériels, stations de travail, unités de stockage, imprimantes, retenus au PCG afin d'offrir l'architecture la plus homogène possible.

Le PAIS DDE s'interface avec les équipements de terrain à travers un frontal de communication. Ce frontal possède un poste de conduite et permet également l'historisation des données de comptage (base de données Oracle).

b) Fonctions

Les fonctions du PCE DDE sont les suivantes :

Exploiter PCE DDE

Gérer un Plan d'Action réel (PAC)
Lancer un PAC réel
Prévisualiser un PAC réel
Gérer les actions des PAC réels
Élaborer une alarme trafic
Élaborer une alarme technique
Gérer la liste des alarmes
Modifier la GCT
Envoyer une commande hors PAC
Traiter les actions CORALY

Gérer le référentiel

Éditer les paramètres géographiques
Éditer plans d'actions et consignes
Éditer les paramètres trafic
Éditer les paramètres des alarmes trafic
Éditer les paramètres des équipements
Éditer la structure du réseau
Éditer calendrier et utilisateurs
Éditer les paramètres d'analyse
Éditer les paramètres de communication
Éditer les paramètres événements
Éditer les paramètres produits chimiques
Appliquer les mises à jour référentiel
Mettre à jour la configuration en ligne

Analyser PCE DDE

Calculer le volume transporté
Calculer temps passés en circulation
Calculer indicateurs d'événements
Calculer indicateurs d'usagers bien informés et facteur de crédibilité
Calculer courbe par attributs
Calculer courbe comparative
Calculer analyse instantanée
Calculer éléments permanents des vues
Calculer les éléments dynamiques des vues
Calculer les éléments spécifiques au mode prévisualisation
Calculer la répartition par noeud
Éditer rapports
Extraire des données
Gérer la main courante

Gérer les événements

Créer événements
Modifier événement en cours
Modifier événement prévu
Prise en compte événement
Créer événement bouchon
Suivre automatiquement les bouchons
Créer événement RAU
Traiter les événements en alerte
Traiter les échéances
Détecter une perturbation
Créer une perturbation
Générer les listes d'événements
Terminer les événements

Traiter les données brutes

Invalider un PME
Synthétiser les mesures trafic à cadencement rapide
Vérifier les mesures trafic
Compléter les mesures trafic
Lisser les mesures marquées
Activer mesures trafic disponibles
Élaborer l'indicateur de synthèse
Élaborer l'indicateur de tendance de l'indicateur de synthèse
Élaborer photo des équipements
Détecter défauts techniques

Gérer les communications

Envoyer un événement CORALY
Acquérir un événement CORALY
Envoyer un acquittement CORALY
Envoyer mesures CORALY

Envoyer Etat_Equipement CORALY
Acquérir une GCT CORALY
Gérer une période acquisition mesures brutes PCE
Lire les mesures trafic PCE
Acquérir états équipements PCE
Émettre une action PCE

Gérer période acquittement action
Acquérir acquittement action PCE
Contrôler acquisition acquittement action PCE
Créer un fax
Consulter un fax
Émettre un fax
Recevoir un fax
Surveiller le SIPD
Piloter la matrice vidéo
Synchroniser heure
Piloter le frontal synoptique

Gérer les archives

Stocker les données
Archiver les données
Restaurer les données

Fonctions techniques

Lancer des machines
Arrêt démarrage d'une machine

Modes dégradés
- perte de liaison PCG-PAIS DDE
- perte de liaison serveur/sous-système du SI PAIS DDE
- serveur secours inactif
- perte de liaison PCE - Frontal
- Serveur informatique principal hors service

B. Caractéristiques du processus de construction

Planning		
	Consultation (début - fin)	92 (1 an)
	Début du projet	1993
	Mise en exploitation	1998
Fournisseurs		
	Réalisateur	SPIE-TRINDEL/CISI
	Assistance à maîtrise d'œuvre	CAP + HGM
Méthodes utilisées		
	Spécification	SA-RT, entité-relation
	Conception	Hood (?)
Documentation		
	CCTP	
	Documents Qualité Plan d'assurance qualité Plan qualité projet Plan de développement Plan de gestion de configuration	
	Dossier d'étude • Dossier de spécification externe • Maquettage IHM • Dossier de conception préliminaire • Dossier de conception détaillée • Dossier de réalisation	
	Dossier de tests et de qualification • Plan de tests et de qualification • Plan de tests unitaires • Plan de test intégration • Plan de validation et de qualification • Compte-rendu des tests de qualification	
	Dossier utilisateurs et exploitation • Manuels utilisateur • Manuel exploitation • Manuel de maintenance informatique • Plan d'installation et de raccordement • Documentation fournisseurs	
	Dossier de formation • Plan de formation • Support de cours	
Coûts		
	CORALY	environ 300MF
	Système informatique	environ 30MF

C. Caractéristiques du processus d'exploitation

- ↪ Exploitation 24h/24 par la DDE 7j/7 (PCG + PAIS DDE)
- ↪ Système informatique actuellement sous garantie.
- ↪ Coût de maintenance global annuel (incluant les équipements de terrain) : N.C.

D. Évolutions

- ↪ Gestion des chantiers,
- ↪ Interface RAU (centralisation des appels),
- ↪ Liens avec la communauté urbaine
- ↪ Prise en compte du trafic local
- ↪ Rénovation du frontal de communication
- ↪ Interface avec la maintenance (GMAO)

E. retour d'expérience

- ↪ Importance de l'implication des exploitants lors de la définition et la construction du système,
- ↪ L'exploitation au niveau du PCG n'est pas la même qu'au niveau du PAIS,
- ↪ Développement d'un outil de test des équipements dynamiques,
- ↪ Utilisation de la norme TEDI-LCR avec des adaptations.

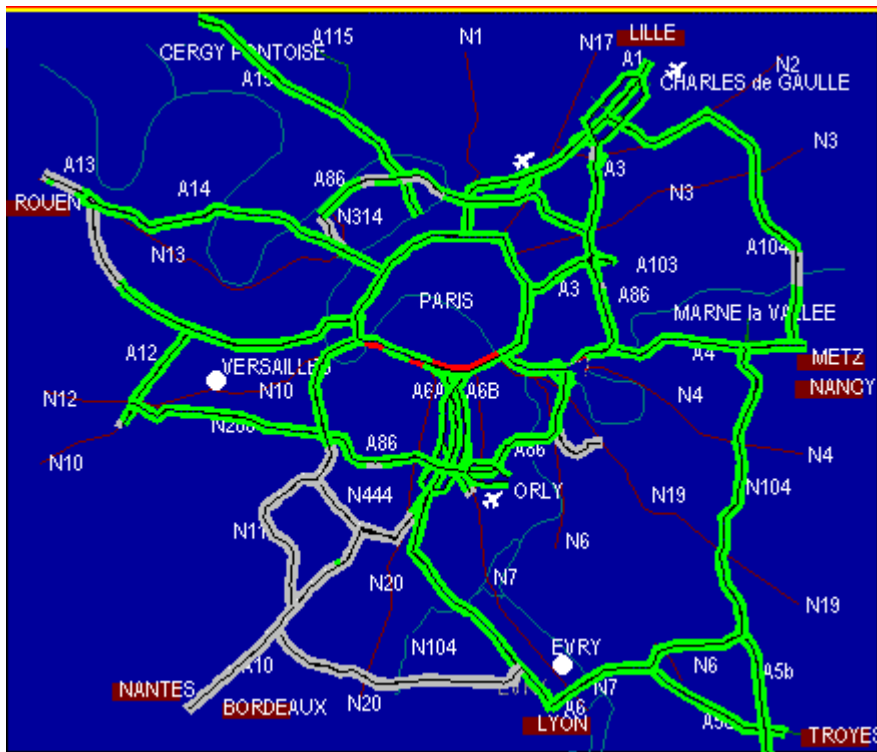
F. réutilisation de composants

- ↪ très faible

IX. ANNEXE 3 : SIRIUS

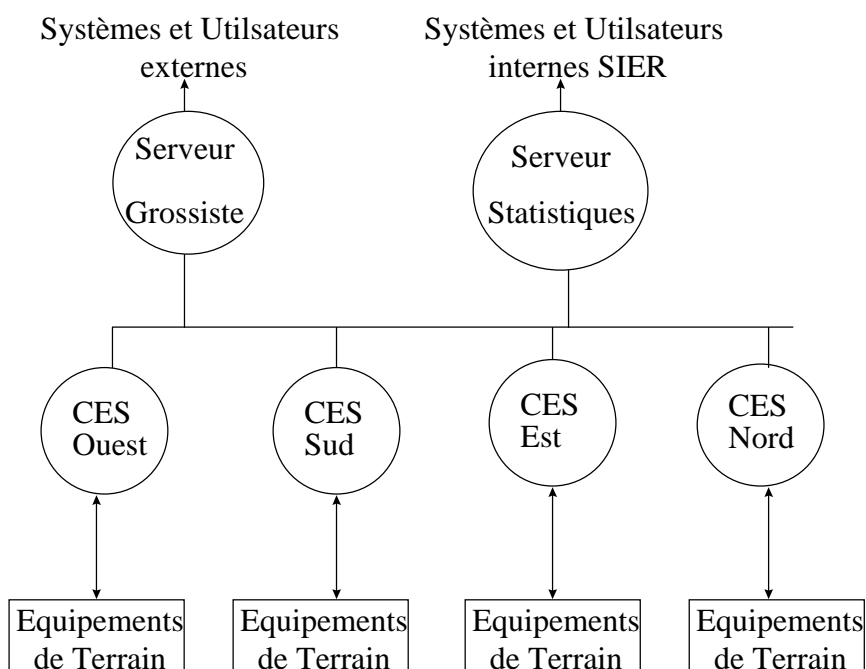
A. Description sommaire du SAGT

Le système Sirius constitue un outil d'aide à l'exploitation des voies rapides en Ile de France.



Il est composé de quatre Centres d'Exploitation de Secteur (CES) interconnectés :

- ↔ CES Nord
- ↔ CES Est
- ↔ CES Sud
- ↔ CES Ouest



Le système (matériels et logiciels) appartient au Service Interdépartemental d'Exploitation des Routes (SIER), qui a la responsabilité de son maintien opérationnel, de ses extensions, de ses évolutions et de sa maintenance.

Le système est exploité simultanément par des opérateurs de la police nationale (24h sur 24), par des opérateurs du SIER (24h sur 24) et par les mainteneurs habilités.

Les principales fonctions assurées par le système sont les suivantes :

- ↪ Recueil automatique des données (RAD)
- ↪ Reconstitution des données (DACCORD)
- ↪ Contrôle des données à des fins techniques (CORA)
- ↪ Détection automatique d'incident (DAI)
- ↪ Détection automatique de bouchon (DAB)
- ↪ Calcul des temps de parcours
- ↪ Traitements par l'opérateur :
- ↪ Validation des alarmes et incidents,
- ↪ Saisie des informations non détectées,
- ↪ Saisie des informations temps différé (balisage travaux, etc....)
- ↪ Calcul automatique des messages et diffusion de l'information par les PMV
- ↪ Représentation graphique du trafic (SYTA 2)
- ↪ Analyse, évaluation, statistiques (AES)
- ↪ Export de l'information :
- ↪ CRICR (TIGRE)
- ↪ Minitel
- ↪ Ville de PARIS
- ↪ Serveur Internet (SYTADIN)
- ↪ Échange d'informations
- ↪ sociétés concessionnaires
- ↪ Surveillance Vidéo

D'autre part, chaque SAGT peut avoir des fonctionnalités qui lui sont propres telles que :

- ↪ Surveillance de tunnel
- ↪ etc..

Il est à noter que le réseau d'appel d'urgence est sous la responsabilité de la police. Le SIER exploite le fichier des appels d'urgence à des fins statistiques (pour la sécurité par exemple).

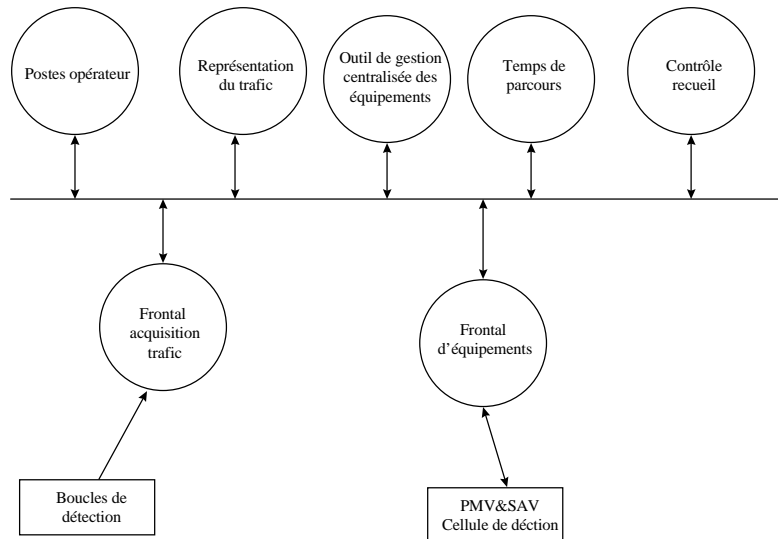
Le réseau de surveillance vidéo n'a pas de liaison avec le système Sirius.

La gestion des appels à garage est réalisée par la police.

1. Organisation d'un CES

SIRIUS a été conçu dans un premier temps comme un système monolithique pour ensuite évoluer vers un système où les fonctions sont séparées. D'autre part, l'architecture technique au niveau des réseaux de transmissions a évolué.

D'une manière générale, la structure d'un CES est la suivante :



Les échanges d'information entre les différents CES dans un premier temps passaient par le serveur grossiste et à ce jour se font directement entre les CES.

Chaque frontal d'acquisition des données trafic (débit, vitesse, taux d'occupation) acquiert environ 2000 capteurs toutes les 20 secondes (1 point de mesure tous les 500m). Ces données sont stockées dans un fichier 20 secondes tournant sur une période de 15 minutes

2. Architecture matérielle

Dans un premier temps, l'architecture reposait sur des machines HP sous UNIX pour former un système très monolithique.

Depuis quelques années, le SIER a choisi de mettre en œuvre une stratégie visant à utiliser le plus possible des matériels de type « bureautique » en réseau. Les équipements sont donc des « PC » sous Unix SCO ou NT avec utilisation de bases de données Oracle.

B. Caractéristiques du processus de construction

- ↪ Complexité des spécifications d'où complexité de leur recette (2 à 3 ans de mise au point)
- ↪ Architecture monolithique ne permettant pas les évolutions
- ↪ Utilisation d'une solution logicielle (système expert) pour l'affichage des PMV qui n'est plus maintenue à ce jour
- ↪ Réseau de transmission + énergie représente environ 60% du montant des investissements

C. Caractéristiques du processus d'exploitation

- ↪ Difficulté à faire de la télémaintenance avec NT
- ↪ Il y a en moyenne 40% des équipements qui sont indisponibles => maintenir le recueil de données sur les zones stratégiques
- ↪ Coûts de maintenance élevés
- ↪ Le besoin fonctionnel évolue rapidement => la durée des projets doit être courte et l'architecture doit être modulaire pour évoluer plus facilement
- ↪ Les stratégies d'exploitation évoluent
- ↪ Gestion des configurations très difficile (4 référentiels : exploitation, temps de parcours, Sytadin, échange avec l'extérieur)
- ↪ Pas de vision technique ni d'architecture globales mais mise en place d'un schéma directeur informatique en cours

D. Évolutions

- ↪ Gestion de la configuration (référentiel technique et géographique) + déploiement

- ↔ Contrôle des données trafic (maintenance, exploitation, statistiques)
- ↔ Intégration des données sur des périodes différentes => développement d'un serveur
- ↔ Reconstitution des données manquantes
- ↔ Prévission de comportement : temps de parcours à 15' (expérimental)
- ↔ Gérer des alertes maintenance
- ↔ DAI vidéo ou radar : meilleurs résultats mais pas le même coût par rapport à la DAI par boucles
- ↔ Rapprocher l'opérateur de son métier d'exploitant et le détacher du « média d'information » (pas de pilotage des points de service par exemple)
- ↔ Redéveloppement des noyaux des serveurs (2003 - 2004)
- ↔ Abandon première génération de systèmes d'acquisition des données trafic (multiplexeur/démultiplexeur)
- ↔ Intégration de Sirius Ouest
- ↔ Exploitation sur la base de zone géographique et non sur la base du découpage physique des serveurs d'acquisition des données trafic

E. Retour d'expérience

Construction modulaire du système indispensable

- ↔ Évolution rapide des besoins

X.ANNEXE 4 : SYNTHÈSE DES SAGT

A ce jour, un SAGT est composé de quatre systèmes faiblement couplés :

- ↪ un système vidéo,
- ↪ un réseau d'appels d'urgence,
- ↪ un système informatique,
- ↪ un système Radio/téléphone.

Les principales fonctions réalisées par le système informatique sont :

↪ **Fonctions d'exploitation temps réel :**

- Acquisition et qualification des données terrain,
- Analyse des données temps réel (DAB, temps de parcours,)
- Visualisation dynamique de l'état courant du réseau routier,
- Prise en compte des événements
- Gestion des actions d'exploitation (stratégie d'affichage, ...),
- Commande/contrôle des équipements terrain,

↪ **Fonctions d'exploitation temps différé :**

- Configuration du réseau :
 - ◇ pour la visualisation dynamique,
 - ◇ pour la détection automatique de bouchon,
 - ◇ pour le calcul des temps de parcours,
 - ◇ pour les stratégies d'affichage,
 - ◇ pour l'acquisition des données de terrain,
 - ◇,
- Analyser les données

↪ **Fonctions de surveillance des équipements :**

- terrain,
- informatique et réseaux,
 - ◇

↪ **Fonctions de coordination :**

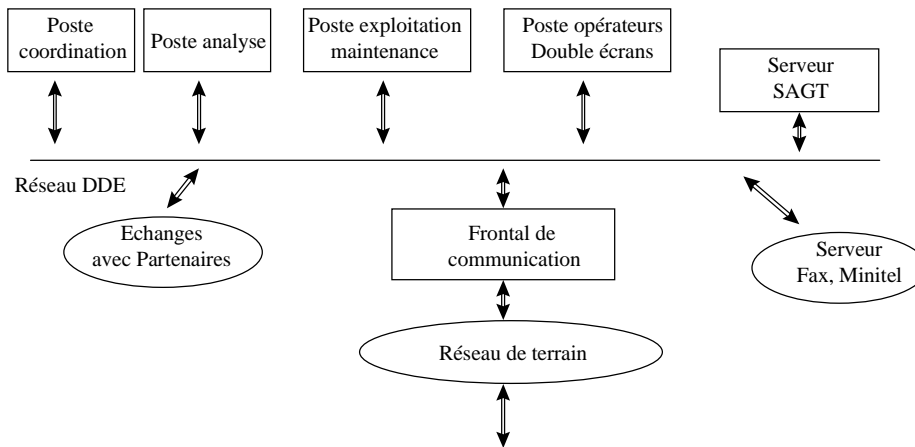
- avec les autres exploitants des réseaux associés aux VRU,
- avec les autres partenaires (garage, DDE, ...),

↪ **Fonctions d'échange d'information :**

- CRICR,
- CIGT,
- autres ...

Les différents utilisateurs du SAGT sont les opérateurs d'exploitation, la maintenance et l'étude trafic.

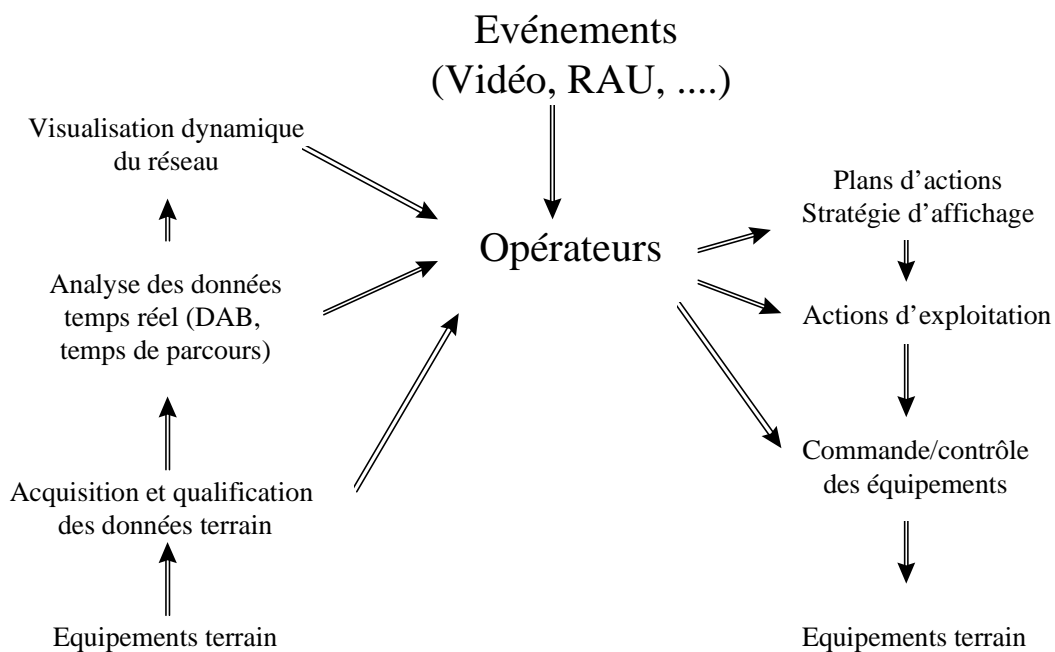
L'architecture type d'un SAGT est la suivante :



A. Fonctions d'exploitation temps réel

Ces fonctions permettent à l'opérateur :

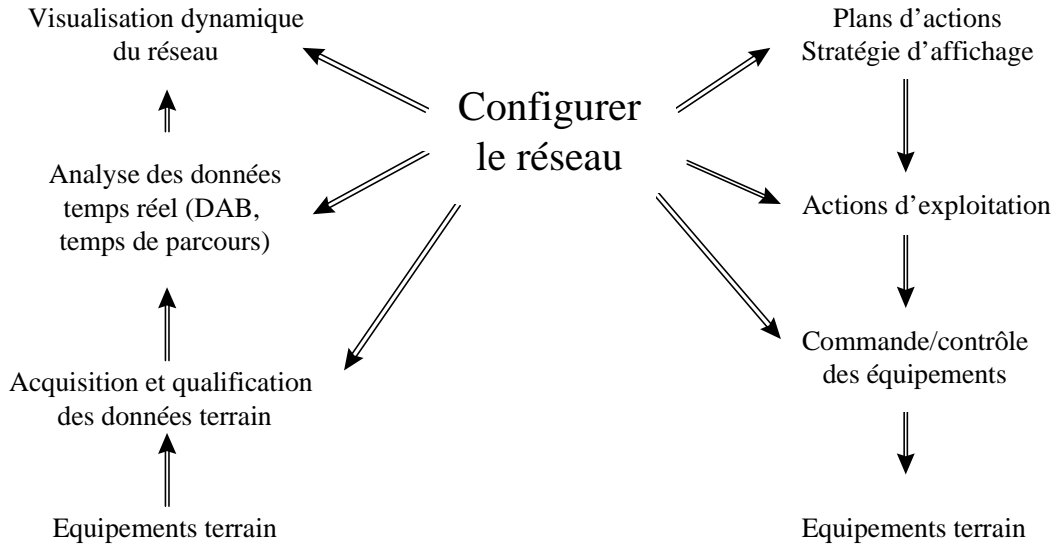
- ↳ d'avoir une vision globale et détaillée de l'état courant du réseau routier,
- ↳ d'agir sur les équipements de terrain en fonction des événements identifiés (affichage de messages sur les PMV, etc.....).



B. Fonctions d'exploitation temps différé

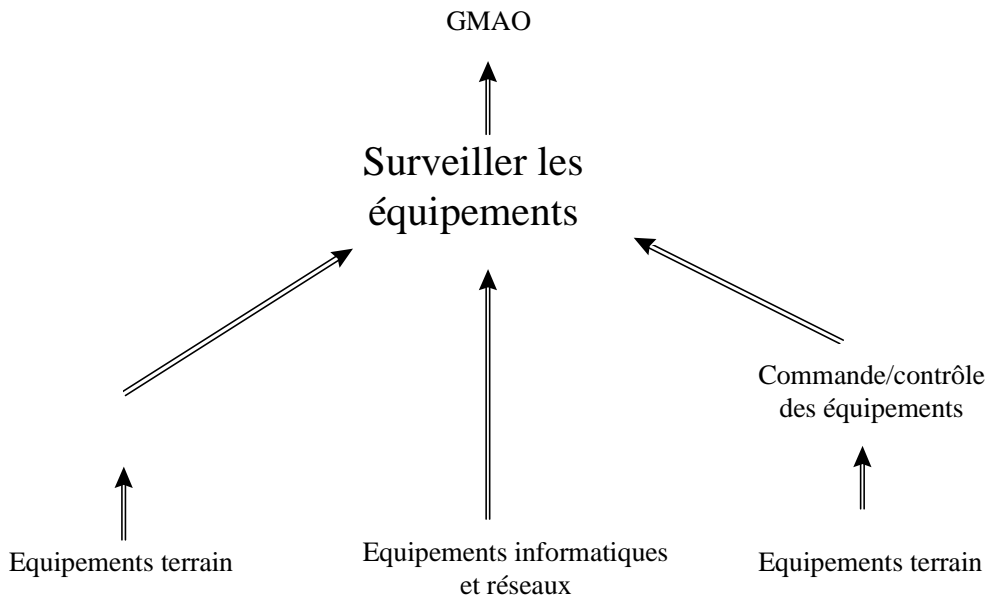
Ces fonctions permettent aux exploitants d'une part de configurer leur réseau routier et leur équipements, et d'autre part d'analyser a posteriori les données enregistrées.

La fonction de configuration est une fonction très importante dans la vie d'un SAGT et est amenée à évoluer de façon fréquente. Elle constitue le référentiel sur lequel l'ensemble des autres fonctions vont s'appuyer.



C. Fonctions de maintenance :

Ces fonctions ont pour but de permettre aux exploitants de connaître l'état courant de l'ensemble des équipements (terrain, informatique, réseau, etc...).



XI. ANNEXE 5 : REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES UTILISEES

Définition d'outils pour les CIGT : rapport d'opportunité	SETRA (1995)
Guide méthodologique schéma directeur d'exploitation de la route - réseaux de niveau 1	CERTU (1996)
Synthèse sur le recueil et l'échange de données routières	SETRA (1996)
Projet Orchestral : étude détaillée	SETRA (1997)
Schéma directeur du système d'information	SIER (1998)
Processus du cycle de vie du logiciel	ISO/CEI 12207
Évaluation des produits logiciels	ISO/CEI 9126
Software Process Improvement and Capability determination	SPICE/ISO 15504
Système d'information documentaire en ingénierie informatique	Z67-100-3
Analyse de la valeur (recommandations pour la mise en oeuvre)	X 50-153
Analyse de la valeur, Analyse fonctionnelle	NF X 50-151
Analyse de la valeur Caractéristiques fondamentales	NF X 50-152
Recommandation de plan qualité logiciel	Z67-130
Software Reuse, I. Jacobson et. al.	Addison Wesley (1997)
Qualité et ingénierie du logiciel	AFNOR 1996