A noter que la lecture de la valeur de la mise au point permet une télémétrie approximative. Il est ainsi possible de connaître approximativement, d'après le réglage, la distance de la caméra à la cible sur laquelle la mise au point est faite.

- Lecture d'un ou plusieurs états

La commande KA cible la demande d'une position ou d'un état de fonctionnement. Le PIC fournira la réponse en précisant l'état réel et l'état commandé. Le décalage entre la valeur commandée et la valeur réelle est une information utile à la maintenance.

- Contrôle général

Certaines commandes d'exploitation provoquent, en réponse, un caractère appelé Status Temps Réel (stR0) dont la nature renseigne de façon synthétique sur le type de dysfonctionnement éventuel.
La commande ST permet de connaître plus précisément les défauts signalés par le status temps réel.
La commande TRACE permet de disposer d'un historique des dernières commandes ou des derniers défauts.
Il est possible d'inhiber les réponses à certaines commandes (paramètre générique R)

3.2.2.4 Fonctions complémentaires

Les équipements auxiliaires tels que le lave-glace, l'essuie-glace, un projecteur ou autre équipement à commande simple sont actionnables par la commande KV. Cette commande permet en particulier une activation intermittente.
La commande KV permet aussi de gérer la marche/arrêt/veille (utile pour les caméras à tube) de la caméra ou sa réinitialisation (utile pour les caméras intelligentes)
La commande KV permet de commander la substitution du signal vidéo par un signal de mire ou de grille
Le contrôle de certains états extérieurs, tels que l'ouverture d'une porte, une coupure EDF, un défaut de batterie, est possible avec l'aide du STATUS.

3.2.3 Architecture matérielle

La caméra mobile est montée sur une tourelle qui permet un mouvement horizontal (azimut) de 180° et vertical (site) de 120°. Les mouvements sont provoqués par 2 moteurs à 2 sens de marche, chaque moteur piloté par un dispositif de réglage de vitesse (hacheur à rapport cyclique variable) assurant 4 vitesses. Chaque mouvement est mesuré par un potentiomètre qui délivre une tension proportionnelle à l'angle par rapport à une origine donnée. En outre, 2 capteurs de fin de course assurent chacun la sécurité des mouvements horizontal et vertical.
Il existe donc 4 capteurs tout-ou-rien (TOR), 2 moteurs qui pilotent la tourelle et 2 capteurs potentiométriques pour la mesure des angles.
Le pilotage des moteurs est assuré par le port A d'un PI/T 68230 présent sur le M-Module M11, par l'intermédiaire d'interfaces de puissance.
Les potentiomètres sont mécaniquement liés aux axes de rotation azimut et site, et délivrent chacun une tension continue. Les 2 tensions sont numérisées par un convertisseur analogique / numérique CAN présent sur le M-Module M34.

Capteurs

Les données numériques sont :

- Détection de fin de course de la caméra mobile : Haut, Bas, Gauche, Droite.

Les données analogiques sont :

- Tension 0-10 V issue du capteur de position Site
- Tension 0-10 V issue du capteur de position Azimut

Actionneurs

Les données à fournir aux actionneurs sont :

- Tension de pilotage du moteur à courant continu de rotation azimut (rotation dans un plan horizontal, axe de rotation vertical)
- Tension de pilotage du moteur à courant continu de rotation site (rotation dans un plan vertical, axe de rotation horizontal)

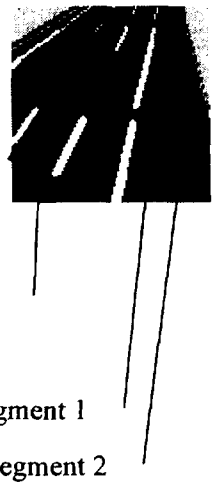
3.3 Caméra Fixe (CF)

C'est un ensemble constitué d'une caméra CCD pointant sur la zone à surveiller et d'un calculateur associé.
Ce système permet de :

- réaliser les traitements nécessaires à la Détection Automatique d'Incidents (DAI),
- définir une zone dans l'écran pour traitements particuliers (masque vidéo),
- configurer les signaux vidéo (exportation, codage, compactage, ...),
- piloter les fonctions zoom et mise au point,

La DAI permet de détecter sur une image certains défauts comme :

- la présence d'un objet (piéton, véhicule, ...) sur la Bande d'Arrêt d'Urgence (BAU)
- des véhicules à l'arrêt ou circulant à basse vitesse (bouchons, accidents)
- des problèmes d'éclairage (sur-éclairage ou sous-éclairage)



Détection de défauts sur la BAU :
Le principe choisi consiste à analyser des zones rectangulaires ou des segments dans l'image. Les zones et les segments sont à configurer à l'installation du système.
Pour chaque segment, le technicien doit préciser sa position par deux points.
Pour chaque zone, le technicien doit préciser deux points pour identifier son axe et une valeur pour caractériser sa largeur.
Il doit également définir des valeurs de référence de luminosité moyenne et de distribution (écart-type) pour chaque segment et pour chaque zone.
Le technicien peut configurer dans une image jusqu'à 20 segments et 4 zones.
La DAI fonctionne avec trois niveaux d'alarme :

0 : pas d'alarme
1 : un objet a été détecté
2 : un objet a été à nouveau détecté après une première détection (présence de l'objet confirmée)

L'algorithme de la méthode qui réalisera la DAI est donné ci-dessous.
Il est volontairement limité à l'étude de la BAU.

```
Début
    Niveau d'alarme ← 0
    Tant Que VRAI
    Faire                    // début du cycle
        Acquérir une nouvelle image
                                    // Vérification de la BAU
        Pour tous les segments et toutes les zones de surveillance de la BAU
            Vérifier la moyenne des pixels (calcul de la moyenne et comparaison à une valeur de référence)
            Vérifier l'écart-type des pixels (calcul de l'écart-type et comparaison à une valeur de référence)
            Si la vérification révèle la présence d'un objet
            Alors Si Niveau d'alarme = 1
                Alors Niveau d'alarme ← 2
                    Envoyer une alarme vers le Poste de Commande
                FinSi
                Si Niveau d'alarme = 0
                Alors Niveau d'alarme ← 1
                FinSi
            FinSi
        Fin pour
    Fin Tant Que        // fin du cycle
Fin
```

Formules de calcul :

Variance d'un ensemble de n points : $V(X) = \frac{1}{n} * \left[\sum_{i=1}^{i=n} x_i^2 \right] - moyenne^2$

Ecart-type : $\sigma(X) = \sqrt{V(X)}$

4 SOUS-SYSTEME PC (Poste Central)

Les opérateurs, situés au poste central, reçoivent les alarmes et peuvent consulter les états de fonctionnement en cours de tous les équipements.
Des actions manuelles à la demande des opérateurs peuvent être lancées (accélération de la ventilation, ...).
Il leur est également possible d'analyser en permanence les images provenant des différentes caméras, sur un mur d'images vidéo. Il est possible de paramétrer la visualisation, par exemple par basculement cyclique de plusieurs caméras sur un même écran.
L'opérateur gère lui-même la priorité entre les événements (incidents, accidents, pannes d'équipement, problèmes de circulation). Le système GTC garde cependant le plus haut niveau de priorité pour le traitement des alarmes.
Dans ces conditions, les incidents survenant dans les tunnels sont connus des opérateurs du poste central dans les secondes qui suivent leur détection.

4.1 Fonctionnalités de la télésupervision du tunnel

La télésupervision doit prendre en compte les fonctions suivantes:

- Connaissance de l'état en cours de chaque équipement
- Forçage d'un fonctionnement
- Réception des alarmes (de défaut ou d'exploitation)
- Enregistrement d'historiques des alarmes, des changements de régime et des télécommandes

4.1.1 au niveau de l'interface Homme/machine

La donnée est représentée sur un synoptique, elle a une position sur l'écran. Elle se rapporte à un type d'objet graphique et à un type d'animation (y compris les alarmes). Chaque occurrence de défaut est signalée de façon prioritaire, claire et compréhensible pour un opérateur : nature du défaut, conséquence du défaut, actions à engager vis à vis des usagers, des secours et des agents de maintenance.

4.1.2 au niveau des transmissions

Le poste PC est raccordé au système GTC par une liaison spécifique permanente. En cas de défaillance de cette liaison, une liaison de secours utilise le réseau téléphonique public en utilisant le Langage de Commande Routier (LCR). Cette liaison de secours établit une connexion permanente en attendant le rétablissement de la liaison principale.

4.2 Etat courant des équipements

L'état courant des équipements peut être connu à la demande, en distinguant les états suivants :

- Equipement en alarme (majeure ou mineure)
- Equipement commandé en mode automatique ou manuel
- Indication du régime en cours.

Les opérateurs et les agents de maintenance n'ont pas à être avertis que l'éclairage passe du régime « soleil » au régime « nuit », qui est un banal automatisme local. Le passage d'un régime de ventilation « nul » à un régime de ventilation « moyen » peut être une indication d'un problème. Néanmoins, les alarmes de défaut ou d'exploitation peuvent être considérées comme suffisantes pour avertir l'opérateur d'un problème mineur ou majeur dans le tunnel. Il est donc inutile d'avertir systématiquement le PC lors des changements de régime.
La synthèse sur les régimes des différents équipements permet de vérifier rapidement que :

- Le régime d'éclairage de chaque section est cohérent avec la luminosité extérieure
- Le régime des ventilateurs est cohérent avec le taux de CO et que l'air circule à la bonne vitesse dans le bon sens.
- La position des trappes est cohérente avec la présence de fumée.

En particulier, le suivi en temps réel des variations d'un signal analogique ou numérique disponible au niveau de la GTC est possible. Cette dernière fonction oblige d'utiliser une procédure d'échanges répétitifs.

4.3 Forcage d'un fonctionnement

En cas de problème important ou pour des raisons de maintenance, il est possible de piloter en mode manuel des équipements depuis le poste central, afin de changer leur régime de fonctionnement.

4.4 Alarmes

Le dépassement d'un seuil sur les mesures de monoxyde de carbone, de fumée, ou de luminosité, sont, autant que les appels d'urgence et la détection de bouchon ou d'incident, des événements qui doivent être portés à la connaissance immédiate des opérateurs du poste central.
Le système gère des caméras fixes dans le tube et une mobile à l'extérieur. Les caméras fixes grâce au mécanisme de DAI, peuvent générer des alarmes « incident en tunnel » transmises au PC. Ces alarmes peuvent concerner la présence d'un objet sur la bande d'arrêt d'urgence, un véhicule à l'arrêt ou circulant à basse vitesse ou des problèmes d'éclairage.
Une alarme « incident en tunnel » donnera lieu à l'affichage de l'image sur l'interface homme/machine du PC, en même temps que le synoptique des états et régime du tube considéré.

Il peut arriver que des fausses alarmes surviennent isolément ou en rafales ou avec une fréquence insupportable. Une procédure de filtrage intervient alors pour ne pas altérer la lisibilité des informations.

Exemple de message d'alarme reçue par le PC :

De: L2 – Tunnel St Barnabé
Envoyé: jeudi 21 décembre 2000 18:27
À: CIGT13
CC: Mainteneur Equipements
Objet: Alarme mineure: Détection intrus
Etat actuel: Porte ouverte
Description de l'alarme: Idem objet
Risque possible: Un piéton circule au milieu du tunnel
Action à engager: Envoyer une patrouille et surveiller par vidéo.

4.5 Historiques

Les historiques sont lus sur requête de l'opérateur qui précise l'historique souhaité : la nature des incidents, la date et l'heure de début et de fin, le (ou les) lieu(x).
Le format de l'historique est à raison d'une ligne horodatée par élément

4.5.1 Historique des alarmes

La consultation du journal des alarmes est exceptionnelle. Le filtrage des alarmes répétées à intervalle court mis en place (voir ci-dessus) permet de limiter la taille du journal et facilite les recherches.

4.5.2 Historique des changements de régime

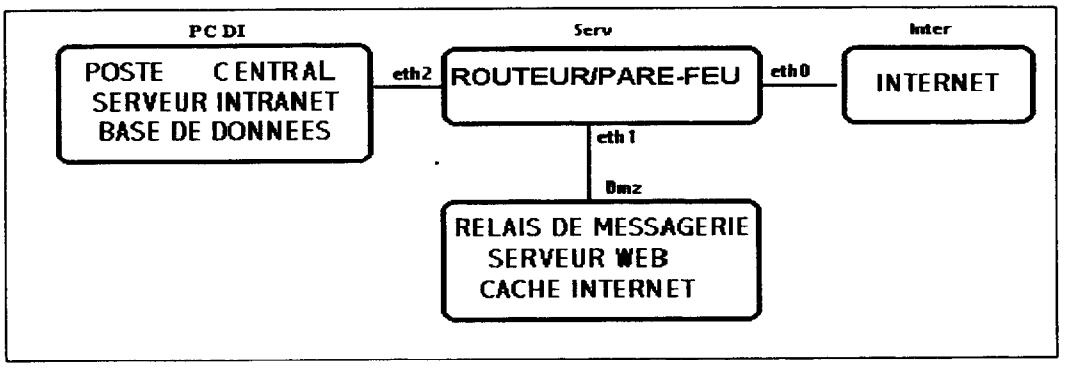
Tous les changements de régime sont enregistrés accompagnés des données à l'origine du changement, y compris les télécommandes.

4.5.3 Historique des télécommandes du PC

L'historique des télécommandes contient l'équipement concerné, l'action demandée, l'opérateur à l'origine de cette demande et le compte-rendu d'exécution renvoyé par l'automate.

5 SOUS-SYSTEME GED (Gestion et Exploitation des Données)

5.1 Environnement du Routeur/Pare-feu



Pour raison de simplification, nous conviendrons d'appeler Inter la zone Internet, Serv le Routeur/Pare-feu, PC la zone du poste central, Dmz la zone du serveur Web.

Serv :
Ce routeur réalise la connexion, ainsi que le contrôle d'accès de services en aiguillant les flux réseau suivant les zones, Inter via l'interface eth0, Dmz via l'interface eth1, ou PC via l'interface eth2.

Dmz :
Cette zone comprend l'ensemble des services accessibles depuis Internet et il est configuré avec un niveau de sécurité maximum. Il est constitué entre autres choses d'un serveur Web, d'un serveur de messagerie servant de relais, d'un cache/proxy (Squid)....

PC + DI :
Cette zone comprend l'ensemble des stations du poste central (PC), un serveur intranet et les serveurs bases de données (DI). Il est impossible d'y accéder depuis l'Internet. Les stations de cette zone pourront par contre accéder à l'Internet, en fonction des règles implantées sur le routeur/pare-feu (Serv).

5.2 Base de données

5.2.1 Ecriture/lecture de la configuration des données

De nombreuses données sont inscrites dans la base de données centralisée GéoMarius qui est l'unique point d'archivage des données applicatives de Marius.

La table des données d'un tube comprend, entre autres, les informations suivantes :

- Type : capteur, actionneur
- Positionnement dans le tube
- Date et heure
- Valeur relevée

Des informations sur le trafic routier sont relevées par les **stations UMT** grâce à des capteurs noyés dans le revêtement de la chaussée. Chaque station UMT étant positionnée en un point de mesure Pi, elle relève pour chaque véhicule les informations suivantes :

- Type (VL, PL, moto, bus, ...)
- Date et heure de passage
- Vitesse
- Longueur
- Poids
- Nombre d'essieux

A partir de ces relevés, les stations UMT calculent différentes valeurs qui seront enregistrées dans la base de données centralisée :

- Nombre de véhicules par heure
- Pourcentage de véhicules non PL
- Vitesse moyenne d'un flux (tous les véhicules d'un même type circulant sur l'ensemble des voies)
- Poids moyen d'un véhicule

Ces informations sont mémorisées dans des tables de la base de données GéoMarius suivant une cadence paramétrable (une minute, une heure, ou plus).

Extrait d'une table d'un point de contrôle Pi (Vitesse en km/h)

Type_Trafic	Vit_VL	Vit_PL	Vit_Moto	Nb_VL	Nb_PL	Nb_Moto	.....
Normal	60.2	.....	.....	.....	52	.....	.....
Fluide	75	.....	.....	.....	15	.....	.....
Intense	40.3				98		

Ces informations peuvent être exploitées pour

- Etablir la carte du trafic sur le réseau routier afin d'informer l'usager.
- Calculer un temps moyen sur un parcours
- Identifier un poids lourd en surcharge en liaison avec une caméra
- .....

5.2.2 Ecriture/lecture de la configuration des alarmes

Chaque alarme de fonctionnement ou d'exploitation est décrite dans une table de référence (Géomarius)

- identifiant de l'alarme
- nature
- description
- conséquence
- action à engager

5.3 Diffusion

La diffusion de l'information se fait vers :

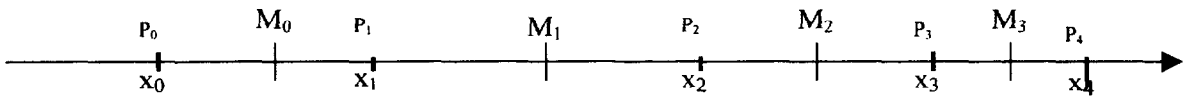
- ***les services d'intervention***
- ***les institutionnels***
- ***les archives***

Par ailleurs, le sous-système GED permet l'envoi d'un message Internet de description de l'incident avec cartographie de l'incident. Il est possible d'ajouter (automatiquement) dans ce message:

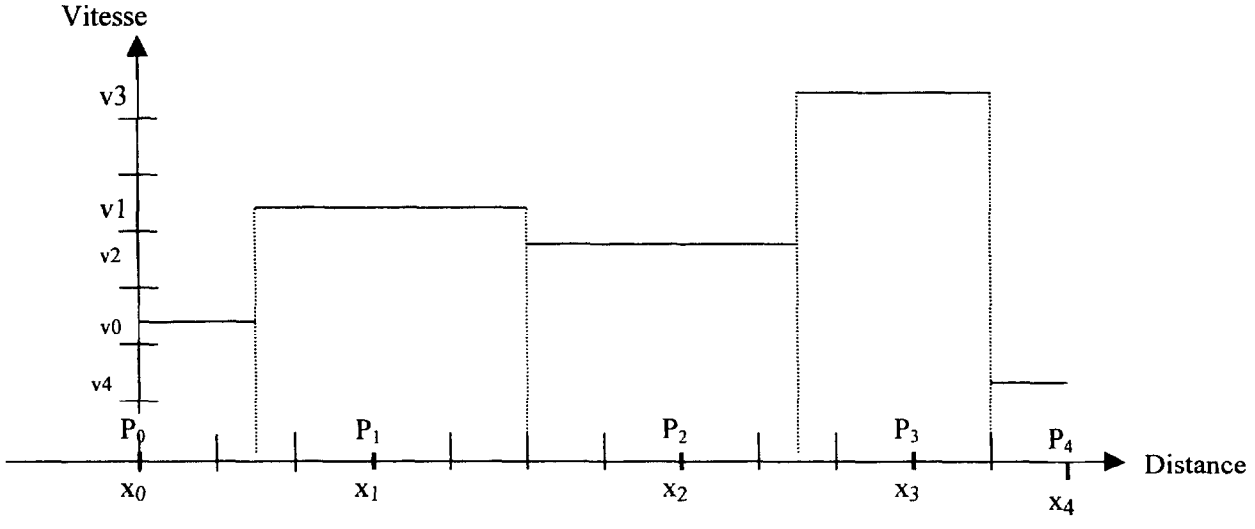
- une copie du synoptique de l'état du tunnel
- une ou plusieurs photos issues des caméras concernées

5.4 Temps de parcours

Sur un trajet AB sont disposés un certain nombre de points de mesure P_i (station UMT) . Chaque point est repéré par son abscisse X_i.
On considèrera M_i comme étant le point milieu entre les points de mesure P_i et P_{i+1}



On considère que la vitesse moyenne du flux est la même sur les demi-tronçons qui précèdent et suivent chaque point de contrôle (Ex : vitesse V_1 sur M_0P_1 et P_1M_1).



La formule qui donne le temps d'un trajet (en heure) en fonction des abcisses x_i exprimées en Kilomètres et des vitesses v_i exprimées en Kilomètres/heure est :

$$t_{heure} = \frac{1}{2} * \sum_{i=départ}^{i=fin} (x_{i+1} - x_i) * (\frac{1}{v_{i+1}} + \frac{1}{v_i})$$

départ = Numéro du premier point de mesure
fin = numéro de l'avant-dernier point de mesure

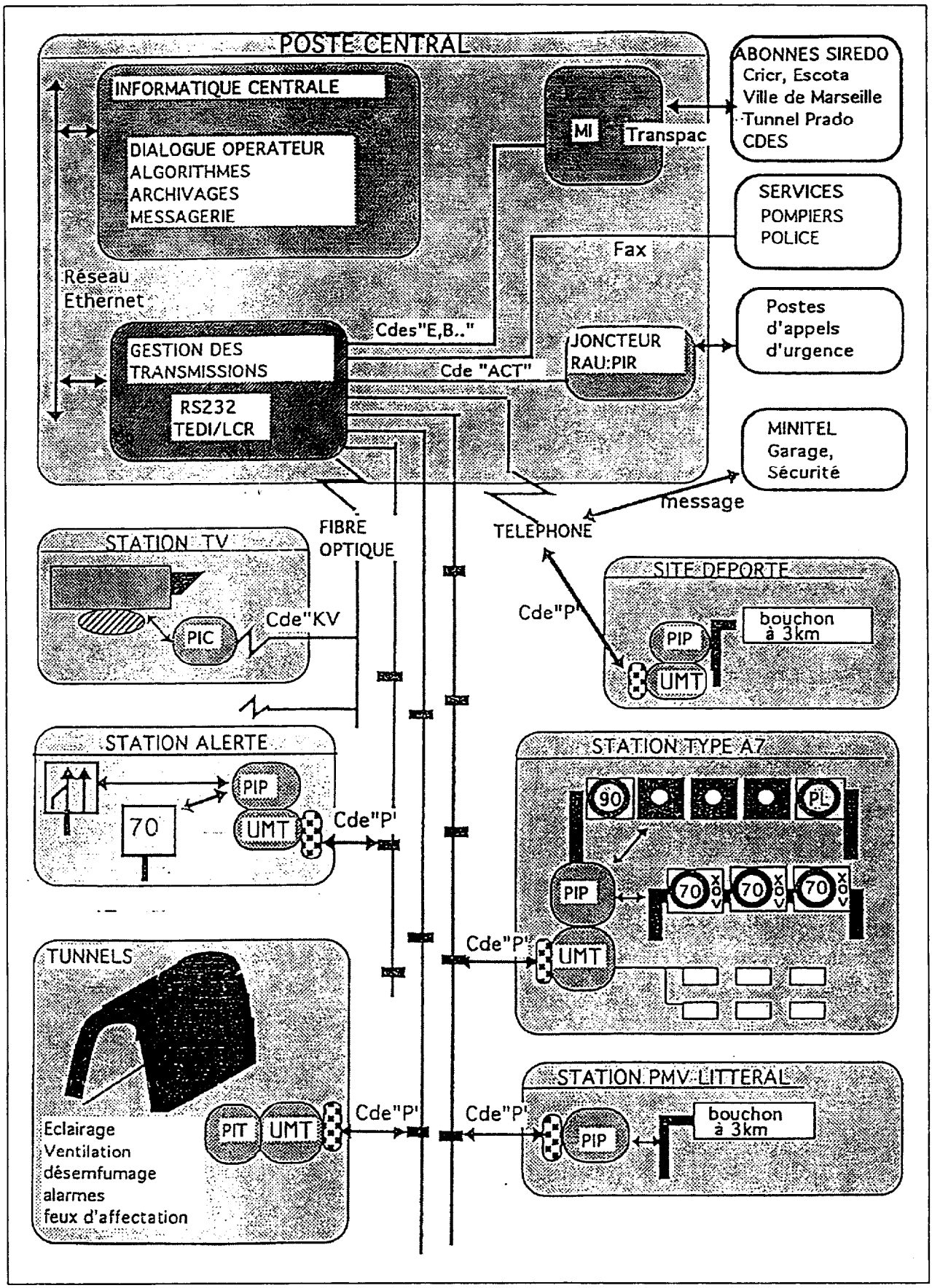
6 GLOSSAIRE

SIGLE	Signification
AZIMUT	Angle horizontal par rapport à une origine arbitraire prise pour zéro
BAU	Bande d'arrêt d'urgence
CAMERA	Désigne l'ensemble des équipements de terrain nécessaires à la présentation d'un signal vidéo sur un support de transmission (organe de prise de vue, objectif, tourelle...). Exceptionnellement, le mot "Caméra" peut prendre son sens strict d'organe de prise de vue vidéo.
CCIR	Standard vidéo pour l'Europe
CF	Caméra Fixe : utilisée pour réaliser des détections d'incidents sur les voies et la bande d'arrêt d'urgence par analyse des images
CM	Caméra Mobile : utilisée pour une surveillance humaine par un opérateur qui peut la déplacer
DAI	Détection Automatique d'Incidents
GED	Gestion et Exploitation des Données
GTC	Gestion Technique Centralisée
LCR	Langage de Commande Routier
MI	Module d'Intercommunication
PC	Poste Central
PI	Pour désigner un Pilote Informatique d'un équipement quelconque.
PIC	Pilote Informatique de Caméra vidéo: organe local de pilotage d'une caméra, transformant des commandes du Langage de Commande Routier en signaux électriques de positionnement ou de réglage
PIL	Pilote Informatique Local
PIP	Pilote Informatique de Panneau
PL	Véhicule de type Poids Lourd
PMV	Panneau à Messages Variables : équipement de signalisation visuelle sous forme de panneaux à messages textuels, de signaux clignotants, ...
RDD	Recueil Des Données
SAGT	Système d'Aide à la Gestion du Traffic
SITE	Angle de la caméra avec le plan horizontal donc élévation verticale
TUBE	Permet la circulation d'un flux de véhicules dans un sens sur une ou plusieurs voies.
TUNNEL	Ensemble de deux tubes, chacun d'eux permettant la circulation dans un sens
UMT	Unité de Mesure et de Traitement
VL	Véhicule Léger

7 BIBLIOGRAPHIE

- Le Langage C++ Auteur : Bjarne STROUSTRUP Edition : Pearson Education
- Guide de l'utilisateur UML Auteur : Grady BOOCH Edition : Eyrolles
- Modélisation Objet avec UML Auteur : P.A MULLER Edition : Eyrolles
- MiniHowto sur les Sous-Réseaux IP dans /usr/..... des distributions de LINUX

ANNEXE 1 : ARCHITECTURE MARIUS



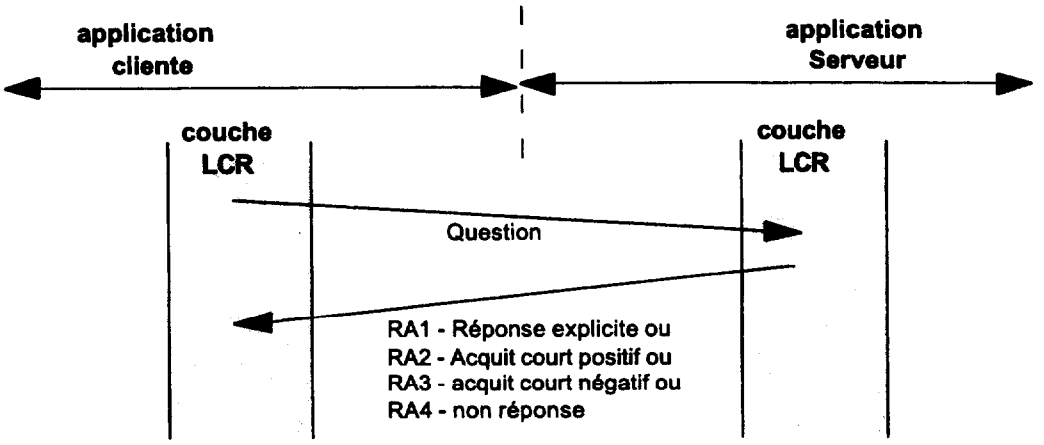
ANNEXE 2 : LANGAGE LCR

1 : Présentation

Les systèmes modernes d'aide à l'exploitation de la route reposent sur la commande à distance, à partir d'un poste central, de divers et nombreux équipements dynamiques. Le présent document traite de l'interfaçage des caméras de vidéosurveillance et de tous les éléments afférents nécessaires au pilotage d'équipements de provenance diverses, garantissant ainsi leur interchangeabilité.

2 : Contexte d'utilisation

Ce langage permet des échanges entre 2 applicatifs distants selon le modèle "client-serveur". Dans le contexte du modèle OSI, le LCR est un protocole situé en couches hautes 6 et 7, couches "Applicatif" et "langage" . Les échanges en LCR peuvent utiliser les services de couche inférieures quelconques.



Le fonctionnement et la structuration du LCR peuvent être résumés ainsi :
Une application "Client" génère une Question vers une application "Serveur"
L'application "Serveur" retourne une Réponse à l' application "Client".
En réponse à une question LCR de l'applicatif client, l'applicatif serveur a 4 possibilités:
RA1 - Une réponse explicite, de longueur quelconque et définie par la norme 99-340.
RA2 - Un acquit court positif constitué du seul caractère "!"
RA3 - Un acquit court négatif constitué du seul caractère "?"
RA4 - rien du tout si le serveur ne comprend pas, ou est inhibé (paramètre R=N)

3 : Commande du langage

3.1 Structure du langage

Les instructions sont exprimées pour l'application maître sous forme de **Message-Question (Q).**
L'application esclave acquitte la requête sous la forme d'un **Message-Réponse (R).**
Un échange correct se compose toujours d'un paire de message **Q** et **R.**
Le message question commence toujours par un caractère majuscule.
La question est constituée de :

CMD : obligatoire en première position
Exemple **B** pour les bilans.

Scmd : paramètre ayant valeur de sous commande. Par exemple : il existe pour la commande de Status **ST** une sous commande **STV** dans laquelle **V** correspond au paramètre **Scmd.**

ParCmd : accolé à **CMD** .
Exemple **H** pour les séquencements horaires.

BlocPar : Il s'agit du bloc de paramètres qui peut comporter : une étiquette, l'opérateur d'affectation " = " et un ou plusieurs arguments. Par exemple : Q=12 U=QT.
Des séparateurs sont utilisés dans les **messages-Question.** Un ou plusieurs espaces consécutifs sont autorisés ainsi que la virgule. Le mixage n'est pas autorisé. Plusieurs virgules consécutives servent à sauter un ou plusieurs BlocPar d'une commande. Dans ce cas, les **BlocPar** sautés sont forcés à leur valeur par défaut.

Exemple : **AI 2 360** (Acquisition immédiate du capteur 2 durant 360 secondes).
AI,,360 (Acquisition immédiate de tous les capteurs durant 360 secondes).

3.2 Caractères utilisés

Le jeu de caractères utilisé par le langage de commande routier appartient au jeu de référence de 128 caractères codés sur 7 éléments binaires. Seulement 112 caractères sont utilisés :

de 20 (H) à 7E (H) " SP " à " ~ "
+ 07 (H) à 0F (H) " BEL " à " SI "
+ 18 (H) à 1F (H) " CAN " à " IS1 "

3.3 Comportement de l'applicatif esclave.

Lorsque l'applicatif esclave reçoit un message ne comportant pas de mot clé "CMD" ou "CMDParCmd" n'appartenant pas à son propre répertoire, il ne répond pas.
Lorsque l'applicatif esclave reçoit un message comportant un mot clé "CMD" ou "CMDParCmd" appartenant à son propre répertoire, il répond.
L'instant auquel l'esclave doit répondre est précisé dans les normes d'application pour chaque produit.
Lorsque l'applicatif esclave reçoit un message comportant un mot clé "CMD" ou "CMDParCmd" appartenant à son propre répertoire, mais dont au moins un des paramètres est, soit hors répertoire, soit avec une syntaxe erronée, soit avec des valeurs d'argument qui engendrent une action impossible, il émet un acquit court négatif.
Lorsque l'applicatif reçoit un message comportant une syntaxe acceptable, mais que l'action demandée est impossible à réaliser pour toute autre raison, il émet un acquit court négatif.

3.4 Paramètres génériques.

R et ID sont des paramètres génériques qui ont les caractéristiques suivantes :

- Leur position dans la ligne de commande est quelconque.
- Ils ne sont jamais retournés dans la réponse.

R=r
Ce paramètre est utilisé uniquement dans les Message-Question en écriture.
Il permet d'inhiber la réponse de l'équipement esclave.

r autorisation de Réponse:
O oui - réponse LCR requise (valeur par défaut)
N non - réponse LCR interdite

ID=[idf/]pwd
Ce paramètre autorise :
L'écriture et la modification pour toutes les commandes protégées nécessitant l'introduction d'un mot de passe.

idf Identifiant codé localisant l'appelant
pwd Mot de passe autorisant l'accès chez l'appelé