

C.I.G.T.ALIENOR

**MARCHE PUBLIC DE TRAVAUX**

<p><b>CAHIER DES CLAUSES</b></p> <p><b>TECHNIQUES PARTICULIERES</b></p>
---

**( C.C.T.P. )**

<b>Maître de l'ouvrage</b>
----------------------------

ETAT - MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DU LOGEMENT ET DES TRANSPORTS
---

<b>Objet du marché</b>
------------------------

A630 / Échangeurs n° 12 et 13 / Coté intérieur <i>Régulation d'accès des bretelles d'entrée</i>
--

<b>Conception et réalisation d'un contrôleur d'accès</b>
--

<u>(Solution de base S2)</u>
------------------------------

Tous les montants figurant dans le présent document sont exprimés en Euros

# Sommaire

<b>0 - PRÉAMBULE</b>	<b>3</b>
0.1 - Nota bene important	3
0.2 - Convention de présentation du document	3
<b>1 - INDICATIONS GÉNÉRALES</b>	<b>4</b>
1.1 - Contexte	4
1.2 - Consistance des travaux	5
<b>2 - SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES</b>	<b>6</b>
2.1 - Définition	6
2.2 - Caractéristiques générales	6
2.3 - Principe de fonctionnement et fonctions du contrôleur	8
2.4 - Capacités - Caractéristiques physiques et mécaniques	17
<b>3 - CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES DU CONTRÔLEUR</b>	<b>18</b>
3.1 - Etats de fonctionnement d'un contrôleur	18
3.2 - Séquences de fonctionnement	19
3.3 - Mode test	26
3.4 - Logiciel d'émulation	26
<b>4 - LA SÉCURITÉ DU CONTRÔLEUR D'ACCÈS</b>	<b>27</b>
4.1 - Défauts majeurs et défauts mineurs	27
4.2 - Contrôle de conformité	27
4.3 - Différents types de défauts	27
<b>5 - CONSIDÉRATIONS PARTICULIÈRES</b>	<b>29</b>
5.1 - Communication avec le système de surveillance distant	29
5.2 - Structure du contrôleur et normes applicables	30

## 0 - PREAMBULE

### 0.1 - Nota bene important

Ce document ne s'applique qu'à la solution de base S2.

### 0.2 - Convention de présentation du document

Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP / S2) définit les spécifications techniques et fonctionnelles d'un **contrôleur d'accès** à réaliser dans le cadre d'une expérimentation de régulation d'accès sur la rocade A630, sur les bretelles d'entrée - coté intérieur - des échangeurs n°12 et 13.

La présentation du présent CCTP fait l'objet de la convention suivante :

- Toutes les stipulations **non encadrées** s'appliquent à la fois à la tranche ferme **et** à la tranche conditionnelle de la solution de base **S2**.

- Les stipulations **encadrées** concernent exclusivement les spécifications du **contrôleur d'accès** à développer en tranche conditionnelle, qui est un contrôleur d'accès **conforme au Langage de Commande Routier (LCR)**, tel que ce langage est défini dans la norme NF-P-99.340, et plus particulièrement, dans le fascicule « Langage de commande routier pour contrôle d'accès » joint au présent CCTP.

Ces stipulations, pour l'essentiel des **lignes de commande LCR**, ne sont fournies qu'à titre d'exemples.

# 1 - INDICATIONS GENERALES

## 1.1 - Contexte

L'aggravation des problèmes de circulation sur la rocade A630 a conduit à envisager la mise en œuvre, à titre expérimental, de dispositifs de **régulation sur les accès - coté intérieur - des échangeurs n° 12 et 13 de la rocade A630**.

Le principe de base de la **régulation d'accès** consiste à réguler le nombre de véhicules entrants sur une voie rapide, afin de réduire les conflits d'insertion. Cette technique permet de maintenir une **vitesse plus stable** sur cette voie rapide et d'**améliorer globalement la sécurité**.

La régulation d'accès se décline en **plusieurs stratégies** en fonction, entre autres, du nombre de véhicules autorisés, par cycle, à accéder à la voie rapide :

- ♦ soit, par peloton, quelques véhicules par cycle,
- ♦ soit, au « goutte à goutte », un seul véhicule par cycle.

C'est cette dernière stratégie qu'il est prévu de mettre en oeuvre sur la rocade A630, et plus particulièrement une **stratégie de régulation adaptative** développée par l'INRETS, « **Alinéa** ».

Le présent document définit les **spécifications techniques et fonctionnelles** d'un **contrôleur d'accès** qui aura pour fonction d'assurer la gestion, selon cette stratégie, des divers équipements mis en place ( capteurs, feux de signalisation, panneaux de signalisation et d'information...).

Ce document décrit notamment :

- les caractéristiques générales du contrôleur à développer,
- son principe de fonctionnement,
- ses fonctions,
- ses caractéristiques fonctionnelles et techniques,
- les éléments LCR correspondants.

## 1.2 - Consistance des travaux

### 1.2.1 - Prestations comprises dans le projet

#### Tranche ferme :

- Conception, réalisation et mise en œuvre d'un contrôleur d'accès conforme, au minimum, aux stipulations non encadrées, telles qu'elles sont définies dans le présent document,
- Fourniture des divers documents et plans de récolement relatifs aux différents matériels mis en oeuvre

#### Tranche conditionnelle :

- Conception, réalisation et mise en œuvre d'un contrôleur d'accès conforme à l'ensemble des stipulations, y compris celles encadrées, telles qu'elles sont définies dans le présent document,
- Fourniture des divers documents et plans de récolement relatifs aux différents matériels mis en oeuvre

### 1.2.2 - Prestations exclues du projet

Ne sont pas comprises dans le projet : la fourniture et la mise en place des équipements de terrain (capteurs, feux de signalisation, panneaux de signalisation et d'information...), qui feront l'objet d'une consultation séparée.

## 2 - SPECIFICATIONS GENERALES

### 2.1 - Définition

**Le contrôleur d'accès** à développer est un automate destiné à piloter et gérer le fonctionnement des équipements prévus pour la régulation d'accès des bretelles d'entrée - côté intérieur - des échangeurs n°12 et 13 de la rocade A630.

Il pilote l'allumage et l'extinction des équipements dynamiques (feux de signalisation, de présignalisation et de prescription...) selon des cycles de feux préétablis (plan de feux fixe) ou calculés localement avec la stratégie ALINEA implantée dans le contrôleur.

D'une manière générale, le contrôleur a un fonctionnement intermittent (il fonctionne essentiellement durant les heures de pointes ou en fonction des conditions de trafic).

### 2.2 - Caractéristiques générales

#### 2.2.1 - Type de fonctionnement

Le type de fonctionnement du contrôleur est : **décentralisé goutte à goutte**.

Pour ce type de fonctionnement :

- le contrôleur fonctionne en **autonomie locale sous la surveillance éventuelle d'un système distant**,
- le passage des véhicules au feu est : **un seul véhicule par cycle**.

#### 2.2.2 - Équipements dynamiques pilotés et gérés par le contrôleur d'accès

Les différents types d'équipements à piloter et à gérer par le contrôleur sont :

- signalisation tricolore avec signal lumineux tricolore de type R22j (jaune clignotant à la place du vert),
- présignalisation dynamique (signal A17),
- prescription dynamique de vitesse (signal B14),
- éventuel panneau d'information des usagers,
- détection de file d'attente par boucles magnétiques,
- capteurs liés au fonctionnement "goutte à goutte",
- capteurs de recueil de données sur voie rapide.

### 2.2.3 - Communication entre le système externe de commande / surveillance et le contrôleur

Le contrôleur doit pouvoir exporter systématiquement, via une liaison série, les alarmes sur le contrôleur et sur les équipements pilotés ou gérés immédiatement après leur apparition.

La communication entre le contrôleur d'accès et son système externe de commande / surveillance se fait selon le modèle Maître - Esclave via une liaison série. Le système externe envoie des commandes (**questions**) et le contrôleur renvoie des **réponses**.

La communication devra se faire avec le langage de commande routier (LCR) adapté au contrôleur d'accès.

Le protocole de transmission utilisé pour transporter le LCR est décrit par la norme NF-P-99-302.

### 2.2.4 - Traitement de file d'attente sur bretelle d'entrée

La régulation d'accès doit éviter la remontée excessive de file d'attente sur la bretelle d'entrée. Aussi, un mécanisme de traitement de file d'attente doit être implanté. Il consiste à détecter la remontée de file d'attente sur la bretelle d'entrée et à prendre des actions nécessaires pour la traiter. Pour plus de précisions sur le traitement de file d'attente, on se réfère à l'article 3.2.5 ci-après.

### 2.2.5 - Communication entre contrôleurs

Un contrôleur d'accès peut exporter, via des sorties fil à fil, son état de fonctionnement (en régulation ou hors régulation : 1 fil) et la couleur des feux (3 fils) : vers un autre contrôleur d'accès et vers un contrôleur de carrefour (mode bus, en fil à fil).

En mode décentralisé, un contrôleur d'accès peut importer, via des entrées fil à fil, l'état de fonctionnement (un fil) et la couleur des feux (3 fils) de celui en aval afin d'une éventuelle synchronisation entre eux.

### 2.2.6 - Aide à la maintenance

Le contrôleur intègre un afficheur permettant de visualiser localement l'état de son fonctionnement et le journal des alarmes.

## 2.3 - Principe de fonctionnement et fonctions du contrôleur

### 2.3.1 - Principe

Le contrôleur fonctionne en principe en autonomie locale complète (mode de fonctionnement décentralisé). C'est la position par défaut, après une réinitialisation EDF ou autre. Mais, il peut être télécommandé par un système externe de commande et de surveillance (mode de fonctionnement centralisé).

Le basculement du mode de fonctionnement passe par la commande LCR **PA**. Ainsi, la commande : **PA, AM=PIL, AF=PF/0** positionne le contrôleur en mode de fonctionnement centralisé, en attente de toute commande extérieure ; la commande : **PA, AM=PIL, AF=PF/1** positionne le contrôleur en mode de fonctionnement décentralisé.

Pour le mode de fonctionnement décentralisé, le contrôleur est piloté par un calendrier de fonctionnement ou en fonction des conditions de circulation sur voie rapide pour un fonctionnement intermittent. Le calendrier de fonctionnement est programmable localement via un terminal branché sur le connecteur sériel ou par un système de commande/surveillance distant.

Pour être évolutif, le contrôleur doit pouvoir intégrer plusieurs stratégies de régulation pour calculer les cycles de feux (stratégie adaptative ou plan de feux fixe).

Dans le cas présent, la stratégie adaptative de régulation ALINEA sera implantée.

Le schéma fonctionnel du contrôleur est le suivant :

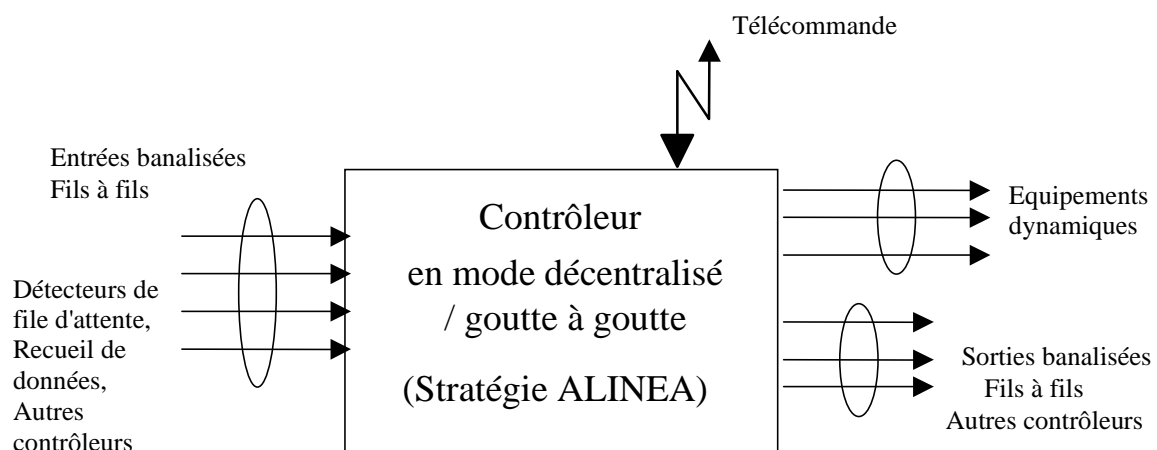


Figure 1 : Diagramme fonctionnel du contrôleur



### 2.3.2 - Caractéristiques

Les caractéristiques du contrôleur d'accès sont les suivantes :

#### Il est autonome :

Le contrôleur peut fonctionner sans être asservi à aucun système de commande / surveillance.

Il assure le recueil et le traitement des données, l'élaboration des cycles de feu selon une stratégie intégrée et le pilotage des équipements dynamiques. Le fonctionnement local des équipements dynamiques : allumage, extinction, changement de cycle de feu,... est consécutif à la commande de cycle de feux calculée par le contrôleur qui est également chargé d'élaborer la stratégie de régulation.

#### Il peut être télécommandé :

Le contrôleur doit pouvoir être télécommandé par un système de commande/surveillance distant via une liaison série

avec le langage de commande conforme au LCR

pour :

- la configuration statique
- la configuration de fonctionnement
- le paramétrage de la stratégie de régulation
- la programmation du calendrier de fonctionnement
- la mise à l'heure de l'horloge
- l'extinction du contrôleur

(les divers <b>CF...</b> , <b>ST</b> , <b>SET</b> et <b>SETU</b> ),
( <b>CFMP</b> macro),
( <b>CFAG</b> , <b>AG=ALI</b> ,...)
( <b>CFCMT</b> ),
( <b>DT</b> ou <b>DATE</b> )
( <b>PM</b> , <b>EXTNORM</b> )

Ces commandes

LCR

sont toujours possibles, quel que soit l'état de fonctionnement du contrôleur sous tension. L'interpréteur de commandes du contrôleur est toujours actif sur les ports de communication.

#### Il peut être télésurveillé :

Le contrôleur doit émettre systématiquement à un dispositif distant, et via une liaison série dédiée, les alarmes sur le contrôleur et sur les équipements pilotés, dès l'apparition de ces alarmes.

De plus, le fonctionnement du contrôleur doit pouvoir être surveillé par un système distant ou par un terminal branché directement sur le contrôleur. Il doit pouvoir recevoir des commandes

LCR

de renvoi d'état émises par un système et y répondre.

La commande "**P**" retourne le statut temps réel (cf. norme NF-P-99.340).  
Les commandes "**PE**" et "**PS**" retournent les états et positionnement en cours.  
Les commandes "**ST**" et "**ST, par**" retournent les anomalies ou erreurs détectées

**Il est capable de fournir des données de trafic :**

Le contrôleur doit pouvoir communiquer des données de trafic (sur voie rapide et sur l'accès) mesurées par les capteurs qu'il gère :

- soit au système distant suite à la commande

LCR
-----

de renvoi de données,

- soit au terminal branché directement sur le contrôleur.

**2.3.3 - Fonctions du contrôleur**

Le contrôleur d'accès intègre les fonctions suivantes :

- recueil de données sur voie rapide (débit et taux d'occupation) et sur la bretelle d'accès (débit et taux d'occupation),
- calcul des cycles de feux avec la stratégie adaptative ALINEA implantée dans le contrôleur.
- conversion des cycles de feux issus de la stratégie ALINEA en paramètres de référence du fonctionnement goutte à goutte,
- gestion d'une base de temps avec une horloge/calendrier autonome et secourue.

Le séquençage pour l'agrégation des mesures est maintenu par une horloge temps réel, calée sur une horloge-calendrier autonome de dérive nominale inférieure à  $10^{-5}$ . (  $\pm 1$  s par jour) à 20°C et pouvant gérer les seconde, minute, heure, jour, mois, année. Aux températures extrêmes de -20°C et de +70°C, la dérive ne doit pas dépasser  $10^{-4}$ .

Cette horloge autonome et secourue est mise à l'heure exclusivement par une commande émise par un système de commande

<b>DATE</b> (ou <b>DT</b> )
-----------------------------

et n'est pas perturbée par un arrêt des alimentations ou par le démontage et le stockage de la carte-mère.

- réception et exécution des commandes

LCR
-----

suivantes :

- commande de configuration statique	(Les divers <b>CF...</b> , <b>ST</b> , <b>SET</b> et <b>SETU</b> )
- commande de configuration de fonctionnement	( <b>CFMP</b> macro)
- commande de paramétrage de la stratégie de régulation	( <b>CFAG</b> , <b>AG=ALI</b> , ...),
- commande de mise à l'heure	( <b>DT</b> ou <b>DATE</b> )
- commande de programmation du calendrier de fonctionnement	( <b>CFCMT</b> )
- commande d'extinction	( <b>PM</b> , <b>EXTNORM</b> )
- commande de renvoi d'état	( <b>P</b> , <b>PE</b> , <b>PS</b> , <b>ST</b> )
- commande de renvoi des cycles de feux appliqués : durée de cycle, décalage, durée de jaune clignotant :	

<b>Q : PE, AM=F.*</b>
-----------------------

<b>R : AM=F.1 AF=2 CY=60 OF=5 JC=4</b>
--

<b>AM=F.2 AF=2 CY=60 OF=8 JC=3</b>
------------------------------------

- commande de renvoi des données de trafic agrégées : débit mesuré sur l'accès, nombre de véhicules ayant violé le feu rouge, débit et taux mesuré sur voie rapide, débit et taux mesuré par le capteur de détection de file d'attente :

**Affectation des mesurages à des couloirs :**

Commande LCR :

**CFC, 1=QT, V=QT, 5=QT/TT, A=QT/TT** (c.5 & c.A= voie rapide)

Le couloir fictif spécial c.V est ainsi défini pour compter les violations sur le capteur de fin de franchissement c.1 : son débit est incrémenté de 1 lorsque un front montant sur la boucle de fin de franchissement est détecté et que le feu est en phase de rouge établi.

**Définition de 3 canaux de mesure :**

CFV, 0=1, 1=V, 2=5/A

**Lecture des mesures (6 mn par exemple) par le PC :**

<b>Q:</b>	<b>AB, Q=1</b>	
<b>R:</b>	<b>DT=07/07/99 18:19</b>	(horodate du début des 6mn)
	<b>MNP33.A0*QTB=23</b>	(le débit 6m sur la bretelle)
	<b>MNP33.A1*QTB=4</b>	(le débit 6m de violation)
	<b>MNP33.A2*QTB=123</b>	(le débit 6m sur la voie rapide)
	<b>MNP33.A2*TTB=16</b>	(le taux 6m sur la voie rapide)

- pilotage des lignes de feu

(avec commandes : **PA, AM=F.y, AF=v**, à travers des macros)

et assure le traitement de sécurité (lampe rouge grillée : test en courant, mélange de couleurs : test en tension),

L'algorithme de traitement de sécurité est configuré par la commande LCR : **CFAL**. Lorsque la condition exprimée par **CFAL** survient, l'action correspondante est exécutée via **ST AL** . Par ex: exécution de la macro d'extinction de sécurité **PM EXTSECU**. Signalisation de l'erreur au PC via le @ et le Paramètres **ERI** du status **ST**.

- pilotage des lignes de présignalisation, de prescription

(commandes : **PA, AM=F.y, AF=v**, à travers des macros)

avec et sans traitement de sécurité et éventuels panneaux d'information,

L'algorithme de traitement de sécurité est configuré aussi par : **CFAL**.

- gère les files d'attente sur accès :

(L'Algorithme de gestion des files d'attente sur accès a pour adresse interne : **a.3**)

- mesure localement un taux d'occupation,
- force localement le feu au jaune clignotant permanent après la mesure d'un taux supérieur à seuil T01 durant un intervalle de temps T1,
- pendant le jaune clignotant permanent, si le taux d'occupation est inférieur au seuil T02 (T02<T01) pendant une période de confirmation T2 (paramétrable), le feu se prépare de nouveau à cycler en passant par une phase de jaune fixe de 5 secondes

suivie d'une phase de rouge minimale. Ensuite, le feu se met à  
cycler avec l'application du cycle courant.

- propose des fonctions de maintenance :
- gère un journal de bord des alarmes  

(commande LCR : <b>TRACE</b> ),
---------------------------------
- gère un mot d'état des alarmes en cours  

(Status temps réel @, en réponse à la commande " <b>P</b> " ou à la commande " <b>ACT</b> "),
---
- gère un afficheur local permettant d'afficher les alarmes en cours, et l'état de fonctionnement,
- renvoie systématique des alarmes, via une liaison série dédiée, à un dispositif de surveillance distant.

#### 2.3.4 - Recueil et traitement des données

Le recueil consiste à mesurer des données de trafic sur voie rapide et sur bretelles d'entrée afin d'alimenter la fonction de calcul des cycles de feux et le traitement de file d'attente sur bretelle d'entrée.

Les capteurs sont connectés directement sur le contrôleur via des entrées banalisées. A partir des signaux des détecteurs, le contrôleur élabore des données de trafic nécessaires au fonctionnement de la régulation d'accès.

Le recueil de données se compose de trois tâches essentielles :

- Acquisition et qualification des données brutes ;
- Elaboration des données élémentaires ;
- Agrégation et qualification des données.

##### 2.3.4.1 - Acquisition et qualification des données brutes

L'acquisition des données brutes consiste à compter, pour un intervalle d'acquisition, le nombre de véhicules passés par un capteur et la somme des temps pendant laquelle le capteur est occupé par des véhicules. L'intervalle d'acquisition est paramétrable. Par défaut, il est de 20 secondes

(CFPU, V=20).
---------------

La qualification des données brutes consiste à effectuer les contrôles de cohérence suivants :

Si le temps de passage d'un véhicule sur le capteur est inférieur à un minimum ou supérieur à un maximum établis en fonction de la longueur des capteurs, les données brutes du véhicule sont déclarées incohérentes.

Pour chaque intervalle d'acquisition, un taux de disponibilité des données brutes est établi. Il est égal au nombre de véhicules pour lesquels les données brutes sont cohérentes sur le nombre total de véhicules détectés pendant l'intervalle d'acquisition.

Si le taux de disponibilité est supérieur à un seuil paramétrable, les données brutes de l'intervalle sont qualifiées valides. Dans le cas contraire, elles sont déclarées invalides. Par défaut, le seuil de disponibilité est de 80%.

### 2.3.4.2 - Elaboration des données élémentaires

Elle consiste à élaborer, pour chaque intervalle d'acquisition et par capteur, le débit et le taux d'occupation à partir des données brutes valides.

### 2.3.4.3 - Agrégation et qualification des données

D'abord, l'agrégation des données consiste à agréger, dans le temps, des données élémentaires (par intervalle d'acquisition) de chaque capteur. Le contrôleur doit permettre deux types d'agrégation de données pour chaque point de mesure : données glissantes et données non glissantes à l'aide de deux paramètres : l'intervalle d'agrégation et la période d'agrégation. L'intervalle d'agrégation précise la fréquence de calcul. La période d'agrégation indique la durée sur laquelle l'agrégation est effectuée. L'intervalle d'agrégation et la période d'agrégation sont des multiples de l'intervalle d'acquisition.

Pour chaque période d'agrégation et par capteur, le débit agrégé et la somme des débits des intervalles d'acquisition correspondant; le taux d'occupation agrégé est la moyenne des taux d'occupation de tous les intervalles d'acquisition correspondant.

Ensuite, pour un point de mesure composé de plusieurs voies (section courante de voie rapide ou section à deux voies sur la bretelle d'entrée pour la détection de file d'attente), on calcule le débit et le taux d'occupation par période d'agrégation à partir des données agrégées des capteurs le composant : le débit agrégé est la somme des débits agrégés de toutes les voies, le taux d'occupation agrégé est la moyenne des taux d'occupation agrégés de toutes les voies.

Les données agrégées doivent être qualifiées avant leur utilisation pour le calcul des feux par la stratégie implantée dans le contrôleur.

La qualification des données agrégées est effectuée par l'intermédiaire de plusieurs tests permettant de vérifier la cohérence entre débit et taux d'occupation :

- surcomptage sur les débits,
- capteur bloqué à un niveau haut ou un niveau bas sur le taux d'occupation,
- combinaison débit-taux d'occupation incompatible,
  - $Q=0$  et  $TO=100\%$
  - $Q=0$  et  $TO \neq 0$
  - $Q \neq 0$  et  $TO=0$

#### 2.3.4.4- Stockage des données

A chaque instant, le contrôleur doit conserver au moins les données agrégées des 48 dernières heures sur la voie rapide et sur la bretelle d'entrée (y compris les données mesurées par le capteur de fin de franchissement), ainsi que les caractéristiques de feux calculées par ALINEA.

(pour des données agrégées en lmn **CFF V=120**)

A la demande d'un système externe ou d'un terminal branché sur le contrôleur et via une commande le contrôleur doit pouvoir exporter les données stockées.

A la demande d'un système externe ou d'un terminal branché sur le contrôleur et via une commande LCR, le contrôleur doit pouvoir exporter les données stockées.

(Commande : **Av ou Bv ou Mv**)

#### 2.3.5 - Mise en œuvre de la stratégie de régulation / calcul des cycles de feux

##### 2.3.5.1 - Stratégies de régulation à implanter

Dans le cadre de l'expérimentation, la stratégie adaptative ALINEA est implantée dans le contrôleur. Elle constitue la stratégie par défaut.

##### 2.3.5.2 - Calcul des paramètres avec la stratégie ALINEA

###### 2.3.5.2.1 - Stratégie ALINEA

Développée par l'INRETS et testée sur plusieurs sites, la stratégie ALINEA consiste à maintenir le débit à l'aval de l'accès à une valeur optimale par la mesure du taux d'occupation et le contrôle du débit de la bretelle d'entrée. La stratégie ALINEA obéit aux principes des "systèmes asservis du premier ordre" : ainsi, le débit calculé de l'accès ( $Q_r$ ) au pas de temps 'k' est réagi par la relation suivante :

$$Q_r(k) = Q_r(k-1) + \beta \cdot (T_{cr} - T_{av}(k)) \dots \dots \dots (1)$$

C'est à dire que le débit calculé au pas de temps 'k' :  $Q_r(k)$ , est fonction du débit mesuré au pas de temps précédent :  $Q_r(k-1)$  et de l'écart entre le taux d'occupation optimal  $T_{cr}$  (consigne) et le taux d'occupation aval mesuré  $T_{av}(k)$  à un coefficient de réglage (gain de la régulation).

Le taux d'occupation critique ( $T_{cr}$ ), le gain de la régulation et le nombre de véhicules entrés au pas de temps '0' sont des paramètres.

En pratique :

- le taux d'occupation critique est déterminé par analyse du diagramme fondamental ;
- le gain de la régulation est fixé par accès autour d'une valeur équivalente à 70 véhicules/h (ramenée à la durée du cycle) ;
- la valeur  $Q_r(0)$  est fixée à 900 véhicules/h puisque avant la mise en régulation la situation était considérée comme fluide.

La durée du pas de temps est aussi une constante paramétrable. Par défaut, elle est égale à 60 secondes.

### 2.3.5.2.2 - Mise en œuvre pour une régulation au goutte à goutte

La mise en œuvre d'une régulation au goutte à goutte nécessite de :

- calculer avec ALINEA (1) le nombre de véhicules autorisé à entrer sur autoroute pour chaque pas de temps,
- convertir le nombre de véhicules autorisé en paramètres de fonctionnement du goutte à goutte, à savoir :
  - nombre de cycles goutte à goutte de référence pour chaque pas de temps,
  - durée du cycle goutte à goutte de référence pour chaque pas de temps.

Pour chaque pas de temps de calcul et par bretelle d'entrée (dans le cas de la stratégie adaptative ALINEA), on calcule la durée du cycle goutte à goutte de référence par :

$$\begin{aligned} N_{bcyc\_gag}(k) &= Q_r(k) \\ D_{cyc\_gag}(k) &= D1/Q_r(k) \end{aligned}$$

Avec :

- $N_{bcyc\_gag}(k)$  : nombre de cycles goutte à goutte de référence pour le pas de temps  $k$
- $D_{cyc\_gag}(k)$  : durée du cycle goutte à goutte de référence pour le pas de temps  $k$  (en secondes / cycle goutte à goutte),
- $D1$  : durée du pas de temps (en secondes),
- $Q_r(k)$  : débit autorisé calculé pour le pas de temps  $k$  (en nombre de véhicules / pas de temps).

La durée du cycle goutte à goutte de référence ( $D_{cyc\_gag}(k)$ ) doit être comprise entre un seuil inférieur et un seuil supérieur [ $cy\_min$ ,  $cy\_max$ ].

Si  $D_{cyc\_gag}(k) < cy\_min$ ,  $D_{cyc\_gag}(k) = cy\_min$  ;

Si  $D_{cyc\_gag}(k) > cy\_max$ ,  $D_{cyc\_gag}(k) = cy\_max$ .

Ces seuils aux limites sont des constantes de fonctionnement paramétrables par accès.



## 2.4 - Capacités - Caractéristiques physiques et mécaniques

### 2.4.1 - Capacités

Le contrôleur doit pouvoir gérer au moins :

- un accès comportant une bretelle d'entrée,
- sur la bretelle :
  - un feu tricolore principal (ligne de puissance sécurisée) de signalisation de type R22j,
  - deux feux tricolores de rappel du même type,
  - une présignalisation du type A17 clignotant ou occultable,
  - un rappel de présignalisation du même type,
  - une prescription dynamique du type B14 (ou panneau à prisme),
  - un rappel de la prescription dynamique,
  - un panneau d'information dynamique,
  - deux capteurs de détection de remontée de file d'attente,
  - trois capteurs relatifs au fonctionnement goutte à goutte.
  - six capteurs de mesure de débit et taux d'occupation sur voie rapide.

Pour une régulation au goutte à goutte, le capteur de détection de fin de franchissement des véhicules au feu est utilisé pour compter le nombre de véhicules entrés par la bretelle et le nombre de véhicules ayant franchi le feu rouge.

### 2.4.2 - Caractéristiques physiques et mécaniques

Le contrôleur se présentera sous la forme d'une ou de plusieurs cartes électroniques au format MIL, permettant de connecter cette (ces) carte(s) sur un rack de type « SIREDO », ou fond de panier.

### 3 - CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES DU CONTRÔLEUR

Le contrôleur est composé de trois étages :

- un étage de stratégie permettant de :
  - recevoir et interpréter les éventuelles commandes émises par un système de commande / surveillance et d'y répondre,
  - gérer la priorité entre les commandes reçues d'un système externe et celles générées localement par le contrôleur,
  - déclencher la mise en œuvre d'une régulation,
  - mettre fin à une régulation,
  - calculer localement des cycles de feux à appliquer,
  - détecter et traiter la file d'attente sur bretelle d'entrée.
- un étage de commande gérant l'enchaînement des séquences de régulation, la surveillance du fonctionnement du contrôleur et des équipements pilotés.
- un étage de puissance permettant l'alimentation et la surveillance de différents signaux de signalisation, de présignalisation et de prescription...

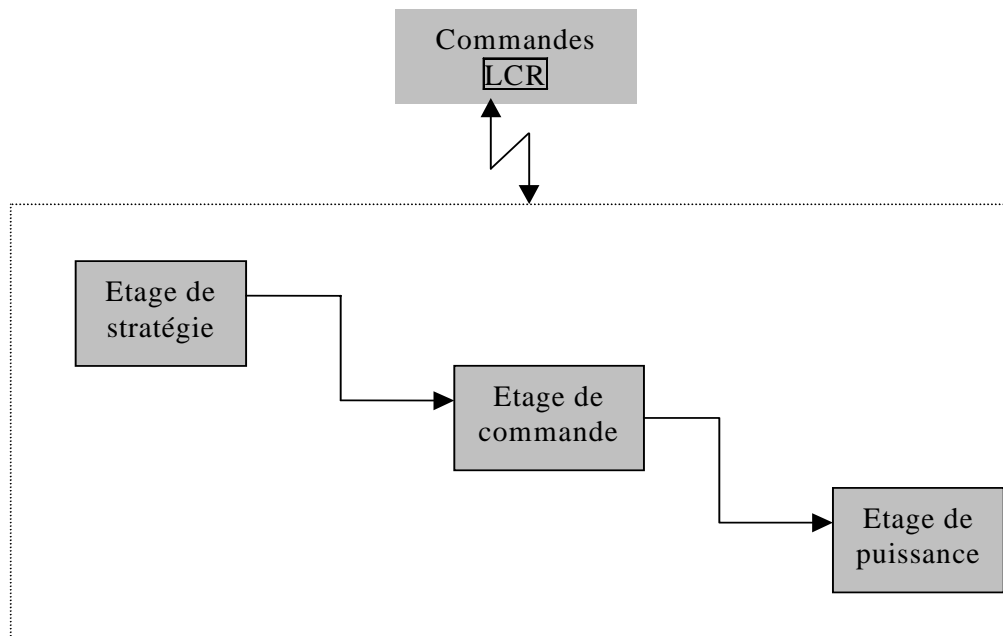


Figure 2 : Etages fonctionnels du contrôleur

#### 3.1 - Etats de fonctionnement d'un contrôleur

On distingue quatre états de fonctionnement d'un contrôleur :

- **1 - En Veille** : c'est l'état du contrôleur lorsque la régulation n'est pas active sur l'accès. Mais, le contrôleur est prêt pour mettre en place une régulation

Demande l'état par commande LCR "PE, AM=z.1 " Réponse du contrôleur : "AM=z.1 AF=PF/0".
--

L'étage de stratégie n'est pas actif, c'est à dire qu'il n'y a aucune commande produite localement par le contrôleur ; Le recueil de données fonctionne.

L'étage de commande est opérationnel : les fonctions de détection de remontée de file d'attente et de détection de défaut sont opérationnelles ainsi que la communication avec le système informatique distant ;  
L'étage de puissance n'est pas actif, c'est à dire que tous les signaux destinés aux usagers de la route sont éteints.

- **2 - En Service** : c'est l'état du contrôleur lorsque la régulation est active sur l'accès.

Demande l'état par commande LCR " <b>PE, AM=z.1</b> " Réponse du contrôleur : " <b>AM=z.1 AF=PF/1</b> ".
---

L'étage de stratégie est opérationnel.  
L'étage de commande est opérationnel.  
L'étage de puissance est en fonctionnement : les signaux de signalisation, de présignalisation et de prescription sont allumés.

- **3 - En Défaut** : c'est l'état du contrôleur sur lequel on détecte un défaut majeur.

Demande l'état par commande LCR " <b>P</b> " Réponse du contrôleur : " <b>H</b> (il y a une erreur majeure en cours)". <b>Ou</b> Demande l'état par commande LCR " <b>ST</b> " Réponse du contrôleur : " <b>STATUS ..... ERI=...</b> ".
---

L'étage de stratégie reste opérationnel.  
L'étage de commande reste opérationnel.  
L'étage de puissance ne fonctionne pas :

- soit que le traitement sécuritaire local a mis hors service l'étage de puissance,
  - soit que le traitement sécuritaire local interdit la mise en service suite à la détection d'un défaut majeur.
- **4 - Hors service** : c'est l'état dans lequel l'étage de commande ou l'étage de stratégie du contrôleur est en panne.

L'état correspondant à l'étage de commande hors service et l'étage de puissance en service doit être un état rendu impossible par conception de l'équipement : si l'étage de commande ne fonctionne pas, l'étage de puissance ne doit pas fonctionner.

Le contrôleur doit être pourvu d'un dispositif de sécurité du type chien de garde permettant d'éteindre les dispositifs de signalisation, de présignalisation, de prescription et d'information en cas de panne de l'étage de commande. Le chien de garde doit être matériel, et non-logiciel.

## 3.2 - Séquences de fonctionnement

Le contrôleur possède les séquences de fonctionnement suivantes :

- **Initialisation**

(Commande LCR : <b>PM, PF1</b> uniquement en mode lecture pour système de commande)
---

- **extinction de sécurité**

(Commande LCR : <b>PM, EXTSECU</b> uniquement en mode lecture pour système de commande)
---

- **extinction normale**

(Commande LCR : **PM, EXTNORM**)

- **contrôle**

(Commande LCR : **PM, REGUL** uniquement en mode lecture pour système de commande)

- **traitement local de file d'attente**

(Commande LCR : **PM, VIDAGE** uniquement en mode lecture pour système de commande)

Ces séquences sont des macros commandes LCR qui peuvent être lancées par des algorithmes internes ou une par un élément externe.

Pour un fonctionnement décentralisé, la régulation d'accès est déclenchée par l'un des trois modes prévus (calendrier seul, condition de trafic seule ou calendrier +condition de trafic).

La régulation commence par l'exécution de la macro-commande : **PF1**.

Au bout d'une période paramétrable (100 secondes par défaut), la séquence d'initialisation appelle la séquence de contrôle : **REGUL**

En cas de file d'attente détectée, la séquence de contrôle appelle la séquence : **VIDAGE**

quand les conditions de régulation reviennent, la séquence de contrôle **REGUL** est rétablie.

L'extinction normale est obtenue par l'exécution de la macro : **EXTNORM**

Cette macro d'extinction peut provenir, soit d'une télécommande de forçage, soit d'une condition de déroutement incorporée à la séquence **REGUL**.

L'extinction de sécurité est obtenue par l'exécution de la macro : **EXTSECU**

### 3.2.1 - La séquence d'initialisation

#### 3.2.1.1 - Déclenchement de la séquence

C'est la séquence de fonctionnement du contrôleur "**En Veille**" lorsqu'il doit déclencher une régulation.

Une régulation peut être déclenchée selon l'un des trois modes suivants:

- uniquement par calendrier de fonctionnement,

(paramètre de la commande LCR : **PA...DV=C**)

- par calendrier de fonctionnement et en fonction des conditions de trafic sur voie rapide (taux d'occupation dépasse un seuil paramétrable),

(paramètre de la commande LCR : **PA...DV=A**)

- uniquement en fonction des conditions de trafic sur voie rapide (taux d'occupation dépasse un seuil paramétrable)

(paramètre de la commande LCR : **PA...DV=T**)

Le calendrier de fonctionnement définit par type de jour (lundi, mardi, mercredi, jeudi, vendredi, jours ouvrables, samedi, dimanche par exemple), des plages de fonctionnement de la régulation d'accès

(via la commande LCR : **CFCMT**)

Pour le mode de déclenchement 'uniquement par calendrier de fonctionnement, la régulation est activée au début de chaque plage horaire.

Pour le mode de déclenchement 'par calendrier de fonctionnement et en fonction des conditions de circulation sur voie rapide, la régulation n'est activée qu'après la vérification des conditions suivantes :

- pendant une plage horaire de fonctionnement,
- le taux d'occupation sur voie rapide dépasse un seuil paramétrable pendant une durée paramétrable.

Pour le mode de déclenchement uniquement en fonction des conditions de trafic sur voie rapide, la régulation est activée si le taux d'occupation sur voie rapide dépasse un seuil paramétrable pendant une durée paramétrable quel que soit le moment de la journée.

**La régulation est désactivée selon les trois modes correspondant suivants :**

- Le calendrier précisant les horaires de fin de régulation.
- Les conditions de trafic sur voie rapide (taux d'occupation inférieur à un seuil paramétrable durant une période paramétrable) à l'intérieur d'une plage horaire ou à la fin de la plage horaire.
- Les conditions de trafic sur voie rapide (taux d'occupation inférieur à un seuil paramétrable durant une période paramétrable).

Cependant une période de régulation réelle ne peut pas durer moins de « **X** » minutes (par exemple 30 minutes) pour éviter des allumages et des extinctions successifs.

Une fois la séquence d'initialisation commencée, le contrôleur passe de l'état "**En Veille**" à l'état "**En Service**".

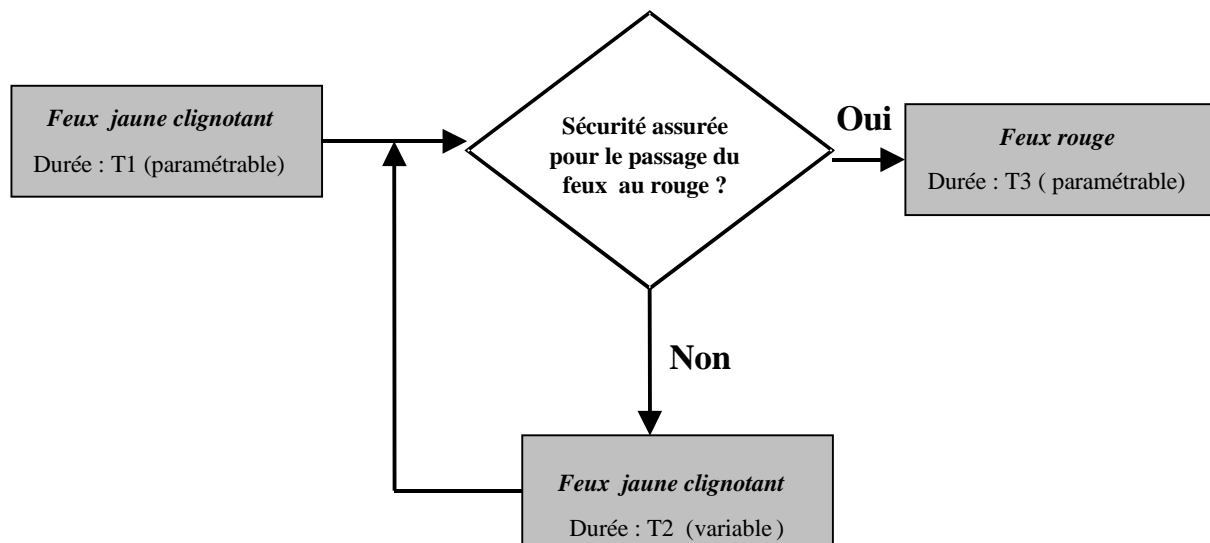
### 3.2.1.2 - Déroulement de la séquence

La séquence d'initialisation provoque l'allumage de tous les signaux de signalisation, de pré signalisation et de prescription ainsi que le panneau d'information s'il existe.

En ce qui concerne les feux de signalisation tricolores, cette séquence consiste en l'allumage :

- d'un Jaune Clignotant durant un **temps fixe T1 paramétrable** (par défaut T1=90 secondes),
- suivi d'un jaune fixe pendant 5 secondes,
- d'un rouge pendant une durée minimale **T2 paramétrable** (par défaut T2=5 secondes) suivi par le rouge du cycle de la séquence de régulation.

L'objectif de cette séquence est avant tout sécuritaire : le temps de Jaune Clignotant (**T1**) est défini de telle sorte qu'un véhicule entrant sur la rampe, alors que toute signalisation est éteinte, soit informé de la mise en œuvre imminente d'une régulation d'accès. Cette durée est donc paramétrable en fonction de la longueur de la rampe mais doit être toujours **supérieure ou égale à 90 secondes**. La durée, par défaut, est de 90 secondes.



**Figure 3 : Séquence d'initialisation**

Cette séquence est **non interruptible** lorsque aucun traitement d'exception ne l'interdit.

Toute autre commande de changement de cycle générée durant cette séquence est prise en compte mais ne sera active qu'à la fin de la séquence : c'est donc la dernière commande de changement de cycle qui sera exécutée à la fin de la séquence d'initialisation.

A l'issue de cette séquence le contrôleur peut entrer dans l'une des trois séquences suivantes par ordre de priorité :

- en séquence d'extinction de sécurité,
- en séquence d'extinction normale,
- en séquence de contrôle.

### 3.2.2 - La séquence d'extinction de sécurité

#### 3.2.2.1 - Déclenchement de la séquence

Un contrôleur entre dans cette séquence à la suite de la détection d'un ou plusieurs défauts majeurs survenus sur les dispositifs de la régulation d'accès (contrôleur ou équipements).

On utilise la commande LCR : **CFAL** pour définir les conditions de déclenchement de cette séquence et on utilise la commande **ST AL** pour définir les actions à exécuter (en l'occurrence la macro **EXTSECU**)

#### 3.2.2.2 - Déroulement de la séquence

La séquence d'extinction de sécurité provoque l'extinction immédiate de tous les signaux concernant la signalisation, la présignalisation, la prescription et l'information des usagers.

La séquence d'extinction de sécurité est **non interruptible**.

A l'issue de cette séquence, le contrôleur passe à l'état "**En Défaut**" ou "**Hors Service**" et reste dans cet état tant que subsiste l'alarme. Le retour au fonctionnement normal nécessite une intervention manuelle pour remédier le ou les défauts majeurs.

### 3.2.2.3 - Dispositifs de sécurité

La sécurité est assurée à deux niveaux :

- au niveau de l'étage de commande pour des défauts majeurs survenus aux équipements dynamiques pilotés ou gérés,
- au niveau global pour des défauts majeurs survenus à l'étage de commande par un dispositif de sécurité matériel et indépendant, du type chien de garde.

Un dispositif matériel doit être prévu pour assurer le retour au fonctionnement normal du contrôleur après une extinction de sécurité.

## **3.2.3 - La séquence d'extinction normale**

### 3.2.3.1 - Déclenchement de la séquence

Un contrôleur dont l'état est : **En Service** peut entrer dans cette séquence.

Le contrôleur entre dans cette séquence par ordre de priorité :

- suite à la réception d'une commande d'extinction émise par le système de surveillance,
- par l'un des trois modes de désactivation de la régulation correspondant aux trois modes de déclenchement de la régulation :
  - par calendrier précisant les horaires de fin de régulation,
  - par la fin d'une plage horaire de régulation ou par le fait que le taux d'occupation sur la voie rapide est inférieur à un seuil paramétrable pendant une durée paramétrable avant la fin d'une plage horaire de régulation,
  - par le fait que le taux d'occupation sur la voie rapide est inférieur à un seuil paramétrable pendant une durée paramétrable.

### 3.2.3.2 - Déroulement de la séquence

Cette séquence commence par une phase de Jaune Clignotant des feux de signalisation, phase paramétrable mais dont la durée ne peut être inférieure à **2 minutes**. Par défaut, cette séquence dure 2 minutes. Elle se termine par l'extinction de tous les signaux concernant la signalisation, la présignalisation et la prescription sont éteints.

La séquence d'extinction normale est **interruptionnelle** par une commande de changement de cycle qui provoque le passage immédiat du contrôleur à la séquence de contrôle.

A l'issue de cette séquence le contrôleur passe à l'état "**En Veille**".

### 3.2.4 - La séquence de contrôle

La séquence de contrôle est la séquence durant laquelle le contrôleur met en application les cycles de feux dont les caractéristiques sont précisées dans la dernière commande produite par l'étage de stratégie.

Cette séquence est caractérisée par le maintien en allumage des présignalisations, des prescriptions, des informations des usagers et par la mise en application des cycles de feux tricolores.

En fonctionnement normal, le contrôleur sort de cette séquence pour entrer, par ordre de priorité, soit dans :

- la séquence d'extinction normale,
- la séquence de traitement local de file d'attente.

#### 3.2.4.1 - Déclenchement de la séquence

La séquence de contrôle commence à la fin de la séquence d'initialisation ou reprend à la fin de la séquence de traitement local de file d'attente.

#### 3.2.4.2 - Déroulement de la séquence

Le contrôleur met en œuvre les cycles de feux : jaune clignotant-jaune fixe-rouge, cycles dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Un cycle goutte à goutte commence par le jaune clignotant. Il ne peut commencer :
  - qu'après la détection d'un véhicule par le capteur de présence et,
  - qu'à la fin du cycle précédent ou qu'à la fin de la séquence d'initialisation ou qu'à la fin de la séquence de traitement local de file d'attente.
- La durée du jaune clignotant ( $D_{JC}$ ) est égale au temps de franchissement de la ligne de feux par le véhicule détecté (jusqu'au moment où l'avant du véhicule atteint le capteur de franchissement).
- La durée du jaune fixe ( $D_{JF}$ ) est égale au temps de franchissement du capteur de franchissement par le véhicule (jusqu'au moment où l'avant du véhicule atteint le capteur de fin de franchissement).
- Une durée de rouge minimale ( $D_{R_{min}}$ ) doit être respectée à la fin de chaque jaune fixe afin de forcer un arrêt minimum par véhicule. Elle est paramétrable. Par défaut, elle est égale à 3 secondes.
- La durée réelle d'un cycle goutte à goutte ( $D_{r1\_gag}$ ) est :
  - Si au début de chaque cycle goutte à goutte, le nombre de cycles goutte à goutte réalisés est égal au nombre de cycles goutte à goutte de référence déroulés :
    - $D_{r1\_gag} = D_{cyc\_gag}$  (la durée du cycle de référence), quand  $D_{cyc\_gag} - D_{JC} - D_{JF} \geq D_{R_{min}}$ ,
    - $D_{r1\_gag} = D_{JC} + D_{JF} + D_{R_{min}}$ , quand  $D_{cyc\_gag} - D_{JC} - D_{JF} < D_{R_{min}}$ ,
  - Si au début de chaque cycle goutte à goutte, le nombre de cycles goutte à goutte réalisés est inférieur au nombre de cycles goutte à goutte de référence déroulés :
    - $D_{r1\_gag} = D_{JC} + D_{JF} + D_{R_{min}}$



- A la fin d'un cycle goutte à goutte, si aucun véhicule n'est détecté par le capteur de présence, le feu est maintenu au rouge.

### 3.2.5 - Séquence de traitement local de file d'attente

La séquence de traitement de file d'attente est une séquence directement liée à la séquence de contrôle. Au cours de la séquence de contrôle, si le taux d'occupation sur le capteur de détection de file d'attente dépasse un seuil TO1 (paramétrable) pendant une période T1 (paramétrable), le contrôleur entre dans la séquence de traitement de file d'attente. Pendant le traitement de file d'attente, on maintient l'allumage des signaux de prescription, de présignalisation et le panneau d'information et on maintient le feu de signalisation en jaune clignotant permanent pour assurer un débit maximal.

Cette séquence se déclenche en dehors de tout contrôle distant et est prioritaire sur toute commande de changement de cycle. La stratégie adaptative est ignorée pendant cette séquence et la durée de cycle calculée n'est plus prise en compte.

Pendant le jaune clignotant permanent, si le taux d'occupation du capteur de file d'attente est inférieur à un seuil TO2 paramétrable ( $TO2 < TO1$ ) pendant une période de confirmation T2 (paramétrable), on termine cette séquence. Le passage se fait d'abord par 5 secondes de jaune fixe. Ensuite, le feu passe au rouge pendant une durée minimale T2 paramétrable (comme en fin de la séquence d'initialisation) pour reprendre éventuellement la séquence de contrôle.

Une fois la séquence de traitement de file d'attente terminée, on passe à la séquence de contrôle en absence de commande d'extinction normale. A la fin de la période du rouge minimal, le cycle calculé par la stratégie ALINEA est de nouveau pris en compte et appliqué.

### 3.2.6 - Relations entre les séquences de fonctionnement

Le schéma de la figure 4 présenté en annexe montre l'enchaînement des séquences de fonctionnement du contrôleur.

En état "en veille" et au début du calendrier de fonctionnement, le contrôleur entre en état "en service" en passant par une séquence d'initialisation. En fonctionnement normal, à l'issue de cette séquence d'initialisation non interruptible, le contrôleur entre dans l'une des deux séquences suivantes par ordre de priorité :

- Séquence d'extinction normale,
- Séquence de contrôle.

La séquence de contrôle est suspendue suite au déclenchement de la séquence de traitement local de file d'attente. Elle continue à la fin de la séquence de traitement de file d'attente.

Le contrôleur peut sortir de la séquence de contrôle ou de la séquence de traitement de file d'attente soit :

- suite à la réception d'une commande d'extinction normale, commande générée par l'étage de commande ou émise par le système de surveillance externe ;
- pendant une durée paramétrable durant laquelle le contrôleur n'a généré aucun nouveau cycle de feux.

### 3.3 - Mode test

Le mode test est un mode de fonctionnement pour lequel :

- les dispositifs de présignalisations, de prescriptions et d'informations aux usagers sont allumés,
- le feu tricolore est forcé au jaune clignotant,
- commandes des feux en transparence (le contrôleur continue à dérouler les différentes séquences de fonctionnement) séquence par séquence et phase par phase pour des cycles de feux.

Ce mode permet de contrôler le fonctionnement du contrôleur ainsi que le déroulement des séquences. Le contrôleur peut ne pas effectuer les contrôles de conformité pour le mode de test.

### 3.4 - Logiciel d'émulation

Un terminal doit pouvoir communiquer avec le contrôleur. Il est branché sur un port de communication du contrôleur (port 1 ou port 3, cf. 6.1 - Communication avec le système de surveillance distant).

Un logiciel d'émulation avec une IHM (Interface Homme Machine) doit être fourni permettant notamment :

- la configuration du contrôleur,
- le test du contrôleur,
- la récupération des données de trafic mesurées et stockées dans le contrôleur,
- la récupération des caractéristiques de feux calculés par ALINEA,
- la fonction de maintenance.

Les commandes utilisées dans ce cadre peuvent être les commandes utilisées par un éventuel système de commande distant.

## 4 - LA SECURITE DU CONTROLEUR D'ACCES

### 4.1 - Défauts majeurs et défauts mineurs

Comme définis par la norme NF P 99-100 pour les contrôleurs de carrefour, les défauts sont répartis en deux classes :

- **défauts mineurs** pour lesquels on maintient le déroulement des couleurs sur les signaux. Limité à 9 au maximum simultanément, ces défauts disparaissent lorsque la cause disparaît,
- **défauts majeurs** pour lesquels la sécurité des usagers n'est plus assurée et font basculer obligatoirement le contrôleur à la séquence d'extinction de sécurité lorsqu'il est "En Service".

Le contrôleur doit disposer de mécanismes de sécurité lui permettant de détecter un défaut de fonctionnement, de signaler ce défaut, en précisant sa localisation et de lancer les actions locales adaptées.

Un défaut majeur entraîne une action immédiate d'extinction de sécurité ou d'extinction normale et le positionnement d'une alarme majeure enregistrée dans le journal de bord.

Suite à la détection d'un défaut majeur, le Contrôleur passe à l'état "En défaut" ou "Hors Service". Le retour au fonctionnement normal ne peut se faire qu'après une intervention manuelle de réenclenchement d'un disjoncteur.

### 4.2 - Contrôle de conformité

Les contrôles de conformité sont destinés à vérifier que l'état des feux est conforme à la commande et qu'une seule couleur par ligne de feux est allumée à un instant donné.

La conformité est contrôlée en courant sur le rouge principal, en tension ou en courant sur le rouge secondaire (feux de rappel), en tension sur le jaune clignotant et le jaune fixe.

La conformité est contrôlée en courant ou en tension sur les présignalisations, les prescriptions et les dispositifs d'informations des usagers.

### 4.3 - Différents types de défauts

Les défauts détectés sont de trois types :

- les défauts des équipements pilotés et gérés par le contrôleur :
  - défauts de signalisation,
  - défauts de présignalisation,
  - défauts de prescription,
  - défauts de panneau d'information,
  - défauts des capteurs spécifiques à la régulation au goutte à goutte,
  - défauts du dispositif de détection de file d'attente.
- les défauts de fonctionnement du contrôleur mettant en cause un organe interne ou externe nécessaire au fonctionnement,
- les défauts de communication.

#### 4.3.1 - Défauts des équipements pilotés et gérés par le contrôleur

Un mécanisme de test cyclique doit permettre de détecter les défauts de conformité notamment sur la signalisation principale. Les défauts de conformité sont considérés comme défauts majeurs.

Le "défaut de détection" de remontée de file d'attente et le défaut des capteurs spécifiques à la régulation au goutte à goutte (capteur de présence, capteur de franchissement, capteur de fin de franchissement) sont un défaut majeur que caractérise :

- soit un défaut boucle renvoyé par le détecteur,
- soit un défaut logique mis en évidence par un algorithme de détection d'invalidité de la mesure du capteur.

#### 4.3.2 - Défauts de fonctionnement

Le défaut de fonctionnement interne caractérise :

- la détection d'un dysfonctionnement d'un organe physique du contrôleur (dans la mesure ou celui-ci est capable de le détecter),
- la détection d'un dysfonctionnement ou d'un blocage d'un organe logique du contrôleur (dans la mesure ou celui-ci est capable de le détecter),
- l'incohérence des paramètres de fonctionnement mémorisés dans le contrôleur du fait d'une dégradation de la mémoire.

Lorsque le contrôleur est capable de détecter ce type de défaut, quelle que soit la séquence de service dans laquelle se trouve le contrôleur, celui-ci positionne une alarme interne qui sera enregistrée dans le journal de bord et passe, lorsqu'il est "en service" et que la fonction ne peut plus être assurée, dans une **séquence d'extinction de sécurité**. Le contrôleur passe alors à l'état "En Défaut". Si la fonction reste assurée (redondance de certains organes par exemple), l'alarme interne est signalée, mais le contrôleur continue son fonctionnement normal.

La détection d'un retour au fonctionnement normal du signal supprimera l'alarme interne.

Certains défauts de fonctionnement peuvent ne pas être signalés, ni donner lieu à un traitement local puisque c'est l'organe de commande qui est en cause. Ces défauts comme des défauts de communication : le contrôleur ne répond plus sont détectés par le système de surveillance distant. Un dispositif local de sécurité du contrôleur, indépendant de la logique de commande, doit mettre hors service l'étage de puissance ; le contrôleur est alors à l'état "Hors Service".

#### 4.3.3 - Défauts de communication

Le défaut "plus de dialogue valide" avec le système de surveillance distant caractérise pour le contrôleur :

- une rupture de liaison physique détectée par l'absence de signal électrique en provenance du système distant sur le (ou les) port de communication,
- une rupture de protocole : le système distant est présent physiquement mais présente des incohérences non gérées par une couche liaison.

## 5 - CONSIDERATIONS PARTICULIERES

### 5.1 - Communication avec le système de surveillance distant

#### A Nature des échanges

Le contrôleur doit émettre systématiquement, à un dispositif distant et via une liaison série dédiée, les alarmes sur le contrôleur et sur les équipements pilotés dès leur apparition.

Le contrôleur doit pouvoir être sous la surveillance du système de surveillance distant avec une liaison série par modem ou par réseau. Cette liaison permet les échanges périodiques ou à la demande de télésurveillance visant à interroger l'état de fonctionnement du contrôleur et les données de trafic.

#### B Point d'accès physique

Il y aura au moins 2 ports de communication asynchrones RS232.

Chacun des interfaces logiques est banalisé : quelle que soit l'activité du contrôleur et des autres ports, il est capable de recevoir simultanément une commande extérieure et de l'exécuter. De même, une commande doit être acceptée et exécutée, même si une autre commande est en cours d'exécution sur le même port.

Le port P1 est principalement utilisé pour les liaisons avec un PC. L'interface est un connecteur femelle 25 points (RS232-C, DTE) permettant le raccordement à un modem externe sur réseau téléphonique commuté (avec réponse et appel automatiques) ou sur ligne spécialisée.

Le port P2 est principalement utilisé pour signaler simultanément les alarmes à un dispositif de surveillance via un réseau RTC. L'interface est un connecteur femelle 25 points (RS232-C, DCE).

Eventuellement, un troisième port identique au port 1 pouvait être utilisé par un terminal de maintenance.

Les données sont transférées en mode asynchrone avec une vitesse de transfert paramétrable.

Les deux jonctions autorisent les échanges avec le système de commande / surveillance distant via deux circuits différents de communication ou la connexion du terminal (de maintenance).

Les commandes en provenance du système distant peuvent arriver indifféremment sur l'un ou l'autre port de communication : la réponse à une commande en provenance d'un port sera toujours émise sur le même port.

#### C Le niveau liaison

Par principe, le contrôleur d'accès est indépendant du réseau de transmission, aussi il n'assure pas la gestion de la transmission des données. Cette fonction est laissée à un équipement externe de transmission raccordé en point à point au contrôleur selon le protocole de niveau liaison TEDI.

## 5.2 - Structure du contrôleur et normes applicables

Les spécifications fonctionnelles présentées plus haut ne préjugent pas de la structure interne de l'équipement : elles présentent les caractéristiques minimales que doit posséder l'équipement pour assurer la fonction "contrôle d'accès".

Les mécanismes de sécurité décrits dans la norme NF P 99-100 concernant les contrôleurs de carrefour sont applicables en partie au contrôleur d'accès, aux restrictions suivantes près :

- le dispositif de contrôle d'accès a un fonctionnement intermittent : les feux peuvent être éteints ;
- en cas de défaut majeur, le Jaune Clignotant de Sécurité n'est pas nécessaire ;
- il n'y a pas de gestion des antagonismes et des rouges de dégagement ;
- les contrôles de conformité de l'état des lampes en courant et en tension sont applicables quelle que soit la couleur.

La norme NF P 99 105 décrivant les fonctionnalités obligatoires et minimales d'un contrôleur dédié à la régulation d'un carrefour et destiné à gérer les conflits entre flux de circulation antagonistes. Seule la partie concernant la gestion des bases de temps de la norme NF P 99 105 s'applique aux contrôleurs d'accès.

La norme précise les moyens assurant la gestion du temps dans un contrôleur, il s'agit :

- d'une horloge mère (asservie à la fréquence du secteur) et donnant la référence ;
- d'une base de temps locale (BTL) regroupant les compteurs nécessaires à la commande des feux, et synchronisée sur l'horloge mère mais asservie, le cas échéant, à la commande manuelle ;
- d'un calendrier synchronisé sur l'horloge mère donnant la date calendaire complète et l'heure avec une résolution d'une seconde, calendrier réglable à partir d'une date externe ;

La norme NF P 99 P 110 décrivant les caractéristiques fonctionnelles électriques des liaisons fil à fil entre les contrôleurs de carrefour et les organes externes (hors signaux lumineux) est applicable dans le cadre de l'équipement de régulation des accès :

- pour les entrées en provenance des détecteurs de remontée de file d'attente,
- pour les entrées en provenance des stations de recueil sur la voie rapide,
- pour les entrées en provenance des autres contrôleurs,
- pour la sortie de "coordination avec des systèmes tiers".

La norme NF-P-99-340 et "Langage de commande routier pour contrôleur d'accès - Note d'application pour NF-P-99-340" sont applicables pour tout ce qui concerne les commandes LCR.
---

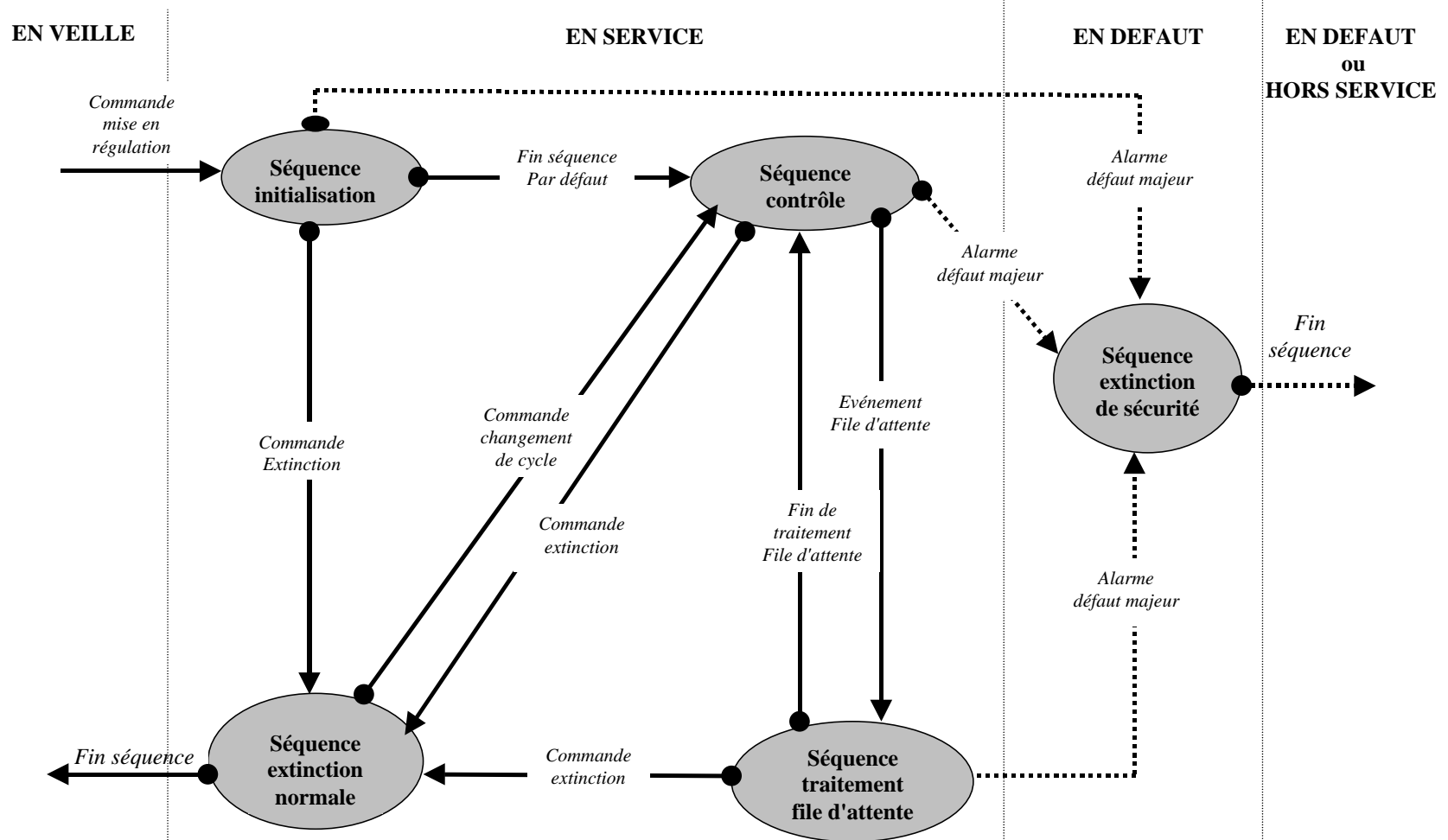


Figure 4 : Relations entre les séquences de fonctionnement du contrôleur

# Glossaire

**ALINEA** : stratégie de régulation développée par l'INRETS permettant de calculer le nombre de véhicules autorisé à entrer sur la voie rapide depuis un accès pour un intervalle de temps donné.

**Contrôleur d'accès** : automate destiné à piloter et gérer le fonctionnement des équipements nécessaires à la régulation d'un accès de voie rapide ou autoroutier comportant une bretelle.

**Conformité** : identité entre l'apparence des signaux présentés aux usagers et leur commande.

**Défaut majeur** : dysfonctionnement de certains éléments des équipements de la régulation d'accès (contrôleur et équipements pilotés et gérés par le contrôleur) qui provoque des désordres dans l'apparence ou la durée des signaux présentés aux usagers, susceptibles de les mettre en danger immédiat.

**Défaut mineur** : dysfonctionnement de certains éléments des équipements de la régulation d'accès (contrôleur et équipements pilotés et gérés par le contrôleur) qui provoque des désordres dans l'apparence ou la durée des signaux présentés aux usagers, non susceptibles de les mettre en danger immédiat.

**Régulation au goutte à goutte** : méthode d'admission de véhicules au feu pour laquelle le passage des véhicules se réduit à un seul véhicule par durée de jaune clignotant.

**Extinction** : mode de fonctionnement de l'ensemble des équipements dynamiques de régulation d'accès, dans laquelle tous les signaux sont éteints.

**LCR** : Langage de Commande Routier : un ensemble cohérent qui précise les formats, les procédures d'échanges et la signification fonctionnelle de pilotage des équipements dynamiques.

**Ligne de feu** : selon le contexte, ce terme peut avoir deux significations : pour le contrôleur, il s'agit d'un dispositif d'allumage des feux d'un signal ; pour la régulation d'accès en général, il signifie la ligne d'effet de la signalisation par feu.

**Mode décentralisé** : mode de fonctionnement d'un contrôleur d'accès dans lequel l'automate fonctionne en liaison permanente ou non avec un système distant, mais disposant de toutes les fonctionnalités lui assurant une autonomie locale.