

JEUMONT-SCHNEIDER  
CSEE  
INTERELEC

NT/85.LA.036

PAGE 1 11 1 1

SPECIFICATION TECHNIQUE DU

CONTROLE DE VITESSE EMBARQUE

(Version processeur code - RER LIGNE A )

EDITION  
1  
10G.30/01/86

Specification technique

I. LES PRINCIPES DE REALISATION

II. ANALYSE FONCTIONNELLE

III. DESCRIPTION DES ENTREES-SORTIES

IV. LES INVARIANTS SECURITAIRES

V. VISUALISATION EN CADINE

|                   |                               |
|-------------------|-------------------------------|
| JEUMONT-SCHNEIDER | NT/85.LA.036                  |
| CSEE              | Chapitre I : les principes de |
| INTERELEC         | realisation                   |
|                   | PAGE 1 31                     |

## CHAPITRE I

|               |                         |
|---------------|-------------------------|
| EDITION       | Specification technique |
| ICG.30/01/861 |                         |

## I. LES PRINCIPES DE REALISATION

- 1.1.-Decoupage du reseau
- 1.2.-Les principaux types de messages Sol-Trains
- 1.3.-Contenu des emission sur un troncon
- 1.4.-Principe des emissions sur un troncon
- 1.5.-Utilisation des messages securitaires
- 1.6.-Principes de la localisation et du controle
- 1.7.-Mesures de deplacement et de recalage
- 1.8.-Longueur du train
- 1.9.-Manoeuvres
- 1.10.-Controle de vitesse
- 1.11.-Synoptiques de raccordement des equipements

## I. LES PRINCIPES DE REALISATION

### 1.1. -Decoupage du reseau

Pour utiliser le SACEM, le reseau est decoupe en TRONCONS.

\* Les troncons sont des zones geographiques ou les messages de la transmission Sol-Trains sont identiques. Ces messages fournissent:

- la description des singularites de la voie,
- la description de la signalisation associee,
- des consignes d'exploitation.

\* Sur un meme troncon, la transmission peut utiliser un ou plusieurs canaux de transmission, les changements de canaux faisant l'objet d'une singularite.

- Pour le mode de transmission parallele, il est generalement necessaire d'adopter un canal different entre deux emetteurs compte tenu du recouvrement possible des portees.

- Pour le mode differentiel, l'absence de recouvrement ne necessite pas l'emploi de canaux differents pour 2 emetteurs adjacents. De meme, un changement de troncons en mode differentiel ne necessite pas de changement de canal, alors qu'il est indispensable en mode parallele.

\* La description du reseau est organisee a partir des troncons:

- description de la signalisation:

le nombre d'informations de signalisation emises sur un troncon est limite. C'est la principale contrainte de decoupage en troncons.

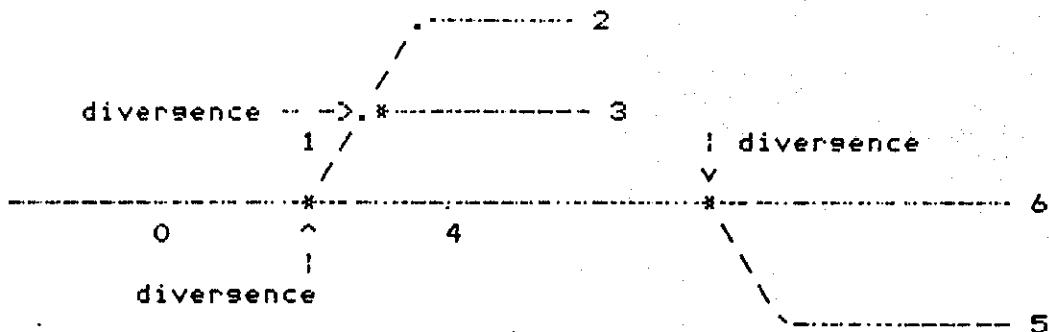
- description des singularites:

Chaque troncon est divise en SEGMENTS ( de 1 a 4 au maximum). Chacun des segments decrit l'ensemble des singularites d'une partie arborescente du troncon. Chaque segment comporte un seul debut.

La division en segment est soumise a une contrainte: la charge informationnelle des singularites du segment est limitee.

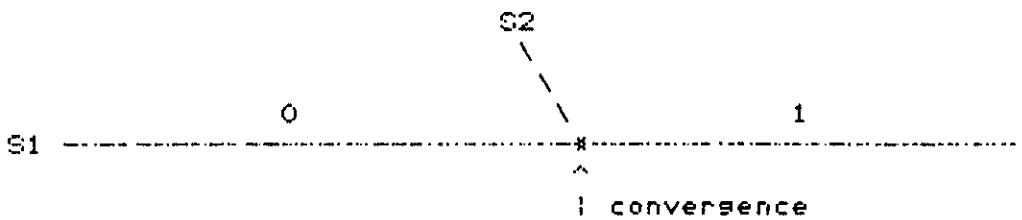
\* Les troncons et segments sont numerotes de maniere a pouvoir etre chaines entre eux. Les numeros de troncon de transmission sont definis sur 10 bits, (1024 possibilites). Les numeros des segments sont construits a partir du numero du troncon qu'ils decrivent, en ajoutant deux bits en poids faibles.

\* Un segment peut comporter plusieurs divergences en serie et/ou en parallele formant un arbre binaire constitue de 1 a 16 BRANCHES numerotees de 0 a 15 en partant de l'origine. Les numeros de branche sont obtenus en ajoutant aux numeros de segment auquel elles appartiennent 4 bits de poids faibles.

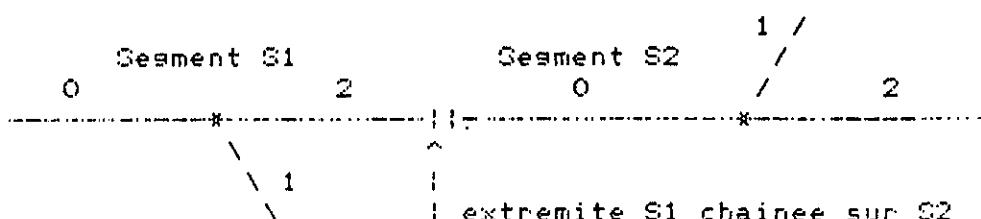


\* Les differentes branches d'un meme segment sont decrites suivant l'ordre ou elles apparaissent en partant du debut du segment. A chaque divergence on prend pour convention de decrir la branche deviee jusqu'a son extremite. Cette disposition est recursive. Sur la figure, les branches "deviees" sont les branches 1, 2, et 5.

\* Lorsqu'un segment S2 converge sur un segment S1 (singularite appelee convergence), on decrit une nouvelle branche de S1 afin d'assurer le chainage des deux segments.



Chaque extremite d'un segment peut etre chaine a l'origine d'un segment (branche 0) ou a l'origine d'une branche quelconque d'un segment.



## Segment S1

extremite S1 chaineé sur S2 branche 3



\* Lorsqu'une portion de reseau peut etre parcourue dans les deux sens, on dispose d'une description en segments par sens de circulation, la correspondance entre les deux sens se fait par l'indication d'un retournement (non utilise sur la ligne A).

\* Sur chaque segment, les particularites du reseau sont decrites par numero de branche croissant, et a l'interieur d'une branche par abscisses croissantes. On y distingue:

- l'en tete du segment,
- les caracteristiques d'exploitation,
- le profil de voie,
- la signalisation,
- les elements pour la localisation et les services.

## 1.2. Les Principaux types de messages Sol-Train.

On differencie plusieurs types de messages, selon la nature des informations qu'ils contiennent:

- les invariants securitaires, et non securitaires,
  - les modifications temporaires securitaires,
  - les variants securitaires, et non securitaires,
- sont les plus importants.

### \*Les invariants :

\* Les invariants securitaires donnent la description du reseau. Ils sont organises de la meme maniere que les segments: a chaque segment correspond un message d'invariant.

\* Les invariants non securitaires donnent la description des missions. La mission fait reference a la succession des segments a parcourir.

### \*Les modifications temporaires :

\* Les caracteristiques de vitesses limites fournies dans les invariants sont cependant modifiables par des messages independants appeles modifications temporaires. Cette precaution permet d'intervenir de facon simple sur la vitesse des trains lors de travaux. Les invariants ne sont donc pas exploitablez tous seuls, ils doivent etre confrontes periodiquement aux messages de modifications temporaires associes.

\* Les invariants sont susceptibles d'etre modifiees plus profondement, par exemple apres le deplacement d'un point singulier. Lorsque la nouvelle version des invariants est operationnelle, il faut garantir que le train n'utilise pas une version anterieure memorisee. Les messages de modifications temporaires contiennent egalement le numero de version des invariants a utiliser.

### \*Les variants:

\* Les variants securitaires donnent l'état de la signalisation et l'état des caracteristiques d'exploitation commutables. Ils sont regroupes en un message par troncon, et presentent toutes les informations necessaires a un train quelle que soit sa position sur le troncon. Le format des variants ne depend pas de la position des trains, ( la transmission est decantonnee ). La localisation du train et le controle de sa vitesse s'appuient sur le contenu des invariants pour decoder la signification des variants.

\* Les variants non securitaires contiennent principalement les ordres de depart invitant le train a quitter la station et les variants de reconfiguration donnant les points d'entree-sortie de GACEM.

### 1.3. Contenu des émissions sur un tronçon.

\* Les messages émis sur un tronçon concernent la description du tronçon lui-même ainsi qu'une description partielle des tronçons situés en aval de ses extrémités. Cette précaution est indispensable pour que la progression des trains se fasse sans perturbation. Elle a été appelée 'anticipation', car on envoie aux trains des informations relatives à une portion de voie qu'ils parcoureront peut être après être sortis du tronçon.

Pour les variants sécuritaires, un message unique rassemble les informations du tronçon et les informations anticipées. Il en est de même pour les variants non sécuritaires. En revanche, pour les invariants et les modifications temporaires, les informations anticipées de chaque tronçon aval sont transmises par des messages spécifiques.

### 1.4. Principe des émissions sur un tronçon

L'émission des messages s'effectue par éléments de transmission ininterrompables de longueur fixe.

Les messages émis sur un tronçon de transmission sont de deux types:

- les messages à temps de réponse court, de la longueur d'un élément de transmission: type 'A'. Ce sont exclusivement des messages de variants sécuritaires ou non sécuritaires.

- les messages peu critiques souvent de longueur supérieure à un élément de transmission (de 1 à 8): type 'B'.

Les messages de type 'A', peuvent interrompre l'émission d'un message de type 'B' en s'intercalant entre deux éléments du message long (type 'B'). Les messages type 'A' sont émis périodiquement et/ou immédiatement en cas de changements d'état. Afin d'éviter que les messages de type 'A' ne saturent la transmission, on limite à une sur deux la proportion d'éléments de type 'A' sur ceux de type 'B'. Ceci est réalisé en surveillant le ratio 'A'/'B' sur 16 messages successifs. Lorsque le ratio des éléments de type 'A' atteint 60% et jusqu'à ce qu'il retombe à 30% de l'ensemble des éléments émis, la limitation régulière à un sur deux est imposée.

Les messages de type 'B' constituent un ensemble de messages émis de façon périodique. Le cycle d'émission dépend de la quantité de messages à émettre.

Ce sont :

- les invariants sécuritaires (messages longs secu.)
- les modifications temporaires et indicatrices (messages longs secu.)
- les messages de zone d'initialisation (messages courts secu.)
- les messages de synchronisation de date (messages courts non secu.)
- les messages de sortie de zone SACEM (messages courts non secu.)
- les invariants de mission (messages longs non secu. non

|                   |                               |              |
|-------------------|-------------------------------|--------------|
| JEUMONT-SCHNEIDER |                               | NT/85.LA.036 |
| CSEE              | Chapitre I : les principes de |              |
| INTERELEC         | realisation                   | PAGE 1 101   |

utilises par KCV).

|               |                         |
|---------------|-------------------------|
| EDITION       | Specification technique |
| LOG.30/01/861 |                         |

### 1.5.-Utilisation des messages sécuritaires

#### Les variants

La durée de validité des variants est limitée dans le temps : en effet, des changements d'état de la signalisation pourraient intervenir sans que les variants interprétés à bord correspondent à ces nouveaux états (fermeture de carref, recul des trains, etc....). On fixe à 3 secondes la durée de validité des variants en dehors des zones de lacune de transmission. Au delà, on les force à l'état restrictif. Cette durée de validité permet dans la plupart des cas de perdre un message de variants sans être perturbé dans la progression.

Sur les lacunes de transmission le contrôle de validité est inhibé. Des la fin de la lacune, il reprend avec la durée de validité qu'il avait en entrée.

#### Les invariants et modifications temporaires

Chaque segment est doté d'un numéro de version que l'on rappelle régulièrement dans un "message de modification temporaires" (1 fois par cycle d'invariant transmis sur un tronçon). Ce message est soumis à un contrôle de durée pour résoudre le problème de modification temporaire ou de modification de version introduites pendant l'exploitation normale. Cela permet de même de résoudre le problème d'un équipement resté actif durant une interruption normale de l'exploitation, situation qui conduirait à utiliser des invariants ne correspondant pas aux variants transmis.

Cette durée de validité est fixée à 2 minutes y compris en cas de fonctionnement en marche à vue, et en cas de lacune. Ce principe de contrôle est également valable dans le cas de l'utilisation d'un fichier d'invariants embarqués.

## 1.6.-Les principes de la localisation et du controle

Dans ce chapitre, on decrit comment le KCV qui se trouve a bord du train peut se repérer dans le réseau. Le repérage est appelle localisation. On decrit également la façon dont le contrôle de vitesse prend en charge la progression du train.

La localisation d'un équipement embarqué peut être initialisée selon deux modes :

- franchissement d'une balise d'initialisation au vol,
- réception d'un message d'initialisation, le train étant à l'arrêt,

### 1.6.1.-Initialisation au vol par balise

La balise d'initialisation est un équipement fixe située en une position précise du réseau. Elle émet des fréquences fixes. C'est le mouvement du train dans un sens donne de circulation qui permet, par détection de déphasage, de lire un message cohérent. Ce principe garantit l'impossibilité d'une diaphonie, par contre il implique une phase de conduite manuelle. ?

Dans ce mode d'initialisation, on distingue les étapes suivantes :

- \* initialisation de la roue phonique. Elle est obtenue après un simple déplacement d'environ 0,25m.
- \* acquisition des informations fournies par une balise d'initialisation et étalonnage de la roue phonique.

Les informations contenues dans le message de balise sont les suivantes:

- le numéro du tronçon qui sera la transmission Sol-Train
- les numéros de segment et de branche où se trouve le train
- le canal de transmission continu utilisé sur ce segment

A partir du franchissement de la balise d'initialisation, le KCV actualise la distance qui sépare le train de la balise, à l'aide des informations de déplacement de la roue phonique.

\*localisation par rapport aux invariants.

Grâce aux informations de la balise le KCV se commute sur le canal de transmission continu; il sélectionne le message d'invariant qui décrit le segment et éventuellement ceux qui décrivent les segments suivants.

Dans les invariants, on trouve l'abscisse de la balise d'initialisation, qui ajoutée à la distance parcourue depuis le franchissement, donne la position exacte du train sur le segment.

Une vérification est cependant nécessaire pour valider la position trouvée. Il ne faut pas que le train ait franchi une aiguille entre le moment où il a lu la balise, et le moment où il a trouvé la balise dans les invariants, car pendant toute cette période il n'a pas pu surveiller la position de l'aiguille, et il ne connaît pas la branche qui a été empruntée.

On notera que ce mode d'initialisation impose qu'il n'y ait qu'une seule balise d'initialisation par branche de segment.

Lorsque la localisation est obtenue par cette méthode, le contrôle n'est pas immédiatement opérationnel: en effet, dans une exploitation permettant 'la penetration en canton occupé', il faut garantir qu'aucun train ne se trouve sur le même CdV, devant le train nouvellement initialisé. Le contrôle attend que le train soit suffisamment proche d'un signal permis (moins de la longueur du plus petit train de la ligne) pour prendre en charge la progression du train.

#### 1.6.2.-Initialisation à l'arrêt par message

Pour éviter d'avoir à effectuer un déplacement non contrôlé pour se localiser, sur certaines zones particulières, un échange d'informations entre le sol et le train permet une localisation et un contrôle provisoires. Cet échange se déroule sur un canal de transmission Sol-Train identique pour toutes les zones équipées pour ce type d'initialisation. Le message envoyé au train permet au KCV de connaître le canal de transmission et le numéro de branche sur laquelle se trouve le train, donc de sélectionner le message d'invariant décrivant le segment. Il permet également de connaître le numéro de tronçon et de segment, donc d'interpréter les variants.

Pour se localiser dans les invariants, la zone d'initialisation à l'arrêt est soumise à deux contraintes:

- elle est située en amont d'un signal dit d'initialisation, défini comme tel dans les invariants,
- elle est limitée en portée de façon sécuritaire ce qui limite l'incertitude sur la localisation du train par rapport à l'abscisse du signal. La localisation provisoire est valable sur une distance forfaitaire sur laquelle se trouve une balise d'initialisation permettant la localisation précise.

#### Description détaillée de la séquence d'initialisation:

- \* Le train à l'arrêt non initialisé commute son canal de réception sur le canal approprié. Il émet un message à destination des équipements Sol et reçoit en réponse un message sécuritaire d'initialisation. Ce message a le même

contenu que le message généré par une balise d'initialisation. Il permet donc à l'équipement embarqué de sélectionner le segment de localisation.

\* Pour que le contrôle soit directement opérationnel, il faut que le train soit à proximité d'un signal permis. La proximité du signal est garantie par une implantation appropriée de la zone d'initialisation. Le caractère permis du signal est donné dans les variants par l'information associée à la singularité de type point d'arrêt de zone d'initialisation.

NB1 - Ces dispositions impliquent qu'il ne peut y avoir qu'un seul point d'initialisation à l'arrêt par branche de segment.

\* La zone d'initialisation correspond à un canton de transmission doté d'une boucle de réception Train-Sol pouvant recevoir en sécurité (sans diaphonie) un message d'identification caractérisé par une datation. La boucle est disposée très près d'un signal dont l'état conditionne le départ effectif, cette précaution permet de respecter le critère de proximité nécessaire à l'initialisation du contrôle. Cette initialisation ne peut se faire que si le train s'oriente dans le sens protégé par le signal, car si le KCV écoute le message par une cabine arrière, le reste du train force le signal à l'aspect restrictif.



Le sol émet alors vers le train un message d'initialisation incluant la date du train que lui seul peut alors reconnaître, ce qui élimine les risques de diaphonie entre deux trains.

- Au sol, il est indispensable de s'assurer qu'il n'y a pas d'erreur d'adressage ou de diaphonie entre deux messages de synchronisation de date provenant de deux boucles différentes. Pour cela, on traitera chaque zone d'initialisation par un calculateur propre à celle-ci (il n'y aura donc aucun risque d'inversion entre deux entrées du calculateur).

NB2 - Il ne peut exister qu'un canton d'initialisation à l'arrêt par calculateur afin de supprimer les risques d'interversion entre deux messages Train-Sol.

- A bord, les messages d'initialisation sont contrôlés grâce au marquage de la date qui a été transmise au sol par l'intermédiaire de la boucle de réception. L'équipement KCV

ayant décodé un message d'initialisation est en mesure d'interpréter les invariants et les variants.

Le KCV autorise le départ en marche avant dès que le variant associé au signal est à l'état permis. Sur franchissement de la balise d'initialisation, l'équipement KCV peut se localiser dans les invariants, étalonner sa roue phonique et se placer en phase de fonctionnement nominal.

\* La balise d'initialisation qui permet l'étalonnage de la roue phonique et le calage précis dans les invariants est placée en aval du signal sur le cdv d'initialisation ou sur le cdv suivant.

NB3 - Si on tolère que la balise soit placée sur le cdv en aval du canton d'initialisation, il faut noter que:

-- que le train a bousculé, il n'est plus possible pour le KCV de contrôler l'état du signal, car le train a pu entrer sur le canton pour y lire la balise, et forcer lui-même le signal à l'état restrictif.

- si le canton suivant est sur une autre branche (qui peut elle-même être sur un autre segment), la balise n'a pas le même contenu que le message d'initialisation. Si d'autre part, la branche est sur un autre tronçon de transmission, il peut y avoir perte de transmission, car il est impossible de savoir à quel moment la commutation est nécessaire, le KCV n'est pas localisé donc ne connaît pas l'abscisse du train. Cette perte de message n'empêche pas l'initialisation de se dérouler correctement.

#### EXEMPLE 1

sens marche-->

|->feu d'autorisation de départ

| balise d'initialisation

| /  
| #####

|  
| boucle d'initialisation

Dans ce cas, message d'initialisation et balise ont le même contenu informationnel.

EXEMPLE 2

sens marche-->

```
    |<--Feu d'autorisation départ
    |
    |      balise d'initialisation
    |
    |      #####
    |
    |      boucle
    |      d'initialisation      ^
    |      |
    |      Changement de segment
```

Dans ce cas, message d'initialisation et balise n'ont pas le même  
contenu informationnel.

## 1.6.4.-Sortie SACEM

La sortie SACEM a été prévue dans deux cas précis:

- fin de zone équipée
- sortie provisoire pour éviter les perturbations que causerait une défaillance matérielle du SACEM sol détectée. Toute sortie SACEM ne peut s'effectuer que si toutes les conditions de sécurité requises sont réunies:
  - mode de conduite non PA
  - signal de sortie permisif
  - signal de sortie non annulé

La sortie de zone SACEM peut être déclarée de 2 manières différentes:

- par chainage nul des segments (le numéro du segment aval désigne à la valeur zéro). Dans ce cas, la sortie de zone SACEM est effectuée au franchissement du dernier signal connu si les conditions de sécurité requises sont toutes réunies.
- en indiquant dans le message de reconfiguration SACEM qui a le même format que les variants sécuritaires, les signaux à partir desquels le contrôle et la conduite automatique doivent cesser ou peuvent reprendre ou continuer. Cette disposition permet de franchir des zones en dérangement sans perturber la marche du train.

Dans tous les cas, le KCV signale à l'avance au conducteur que l'on sort de la zone SACEM par allumage d'un voyant de transition au franchissement du signal précédent le signal de sortie. La sécurité du contrôle de vitesse est toujours assurée en prenant comme point d'arrêt le signal suivant ou, à défaut, le dernier point géographique connu du réseau (extrémité de segment).

Signal précédent      Signal sortie

|   |   |                    |
|---|---|--------------------|
| 0 | 0 | Dernier point      |
| 1 | 1 | ou prochain signal |

Zone transition      Zone hors SACEM

NB1- Lorsque le signal de sortie SACEM est à l'état permisif, le contrôle n'est pas inhibé, il prend comme point but le signal suivant ou le dernier point connus; si ce point but est très proche du signal de sortie, un ralentissement sera imposé jusqu'au franchissement du signal de sortie. Cette précaution permet d'effectuer des sorties SACEM sur des signaux où les courbes de contrôle se chevauchent.

NB2- Une balise de sortie de zone équipée est nécessaire pour assurer la sortie de SACEM des trains non localisés et contrôlés en CMP.

NB3- Le retour à l'état normal du contrôle (entrée SACEM) s'effectue comme une initialisation.

### 1.7.-Mesures de deplacement et de recalage

Elles sont assurees par une roue phonique et un dispositif de captation de balises permettant le recalage en distance. Cet ensemble est complete par une information de "vitesse nulle" permettant de detecter le blocage complet de l'essieu entrainant la roue phonique.

L'information "vitesse nulle" est traitee fonctionnellement en redondance avec l'indication donnee par la roue phonique. L'anti-enrayage ou l'anti-patinage sont traitees par evaluation d'un majorant de l'acceleration par derivation de la mesure de vitesse.

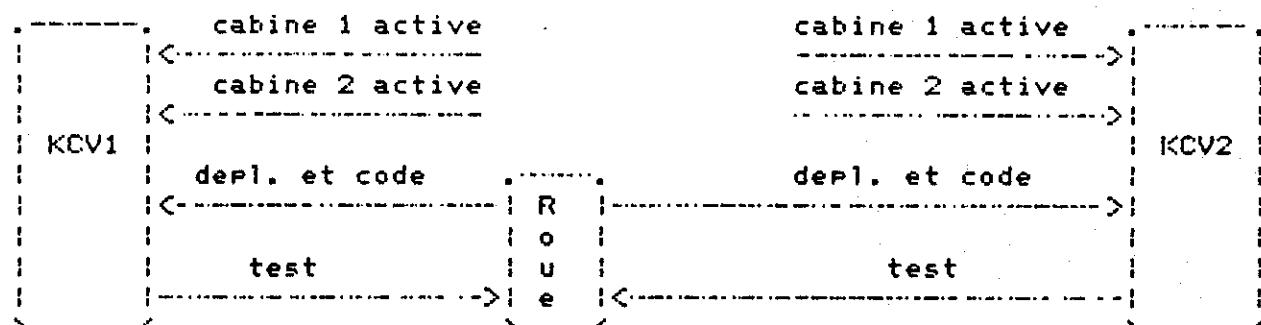
#### 1.7.1.-Sens de marche

Dans le cas d'un equipment KCV pour 2 cabines, on oriente le sens de marche en fonction de la cabine active:

cabine 1 / \ cabine 2

Marche avant = cabine 1 active et sens rotation positif  
ou bien cabine 2 active et sens rotation negatif

Dans le cas où l'on dispose d'un équipement KCV par cabine, on doit se ramener au cas précédent à l'aide du synoptique suivant:



### 1.7.2.-Etalonnage

À l'exclusion de l'initialisation à l'arrêt ou la précision sur le déplacement n'est pas de première criticité, il est indispensable de faire un étalonnage de la roue phonique avant tout contrôle de vitesse. En effet, le choix arbitraire et temporaire du diamètre maximal (hypothèse de la roue neuve) donne une imprécision de localisation très grande, ce qui est gênant sur les points suivants :

- changement de tronçon,
- respect des points buts,
- grandeurs des fenêtres de relocalisation,
- vérification du glissement,
- localisation sur canton libre (proximité d'un signal permisif),
- localisation du train au delà d'une aiguille qu'il n'a pas encore franchie

On étalonne donc la roue phonique durant la phase d'initialisation en comptant le nombre de dents pendant le franchissement de la balise d'initialisation.

Cette mesure s'effectue par lectures partielles entre lesquelles on vérifie une corrélation : la valeur du compteur de déplacement est enregistrée par un dispositif matériel à chaque octet d'information reçu de la balise.

### 1.7.3.-Relocalisation

Un dispositif de transmission ponctuelle doit permettre le recalage périodique de la localisation. Pour cela, on utilise des balises basées sur le même principe de fonctionnement que

celles utilisees pour l'initialisation. On les appelle balises de relocalisation. Les balises d'initialisation servent esalement au recalage des trains localises.

Le KCV controle la validite de la localisation en comparant la position calculee de la balise a sa position dans les invariants. Un etalonnage correct de la roue phonique doit donner une localisation anticipee (position calculee en aval de la position reelle) dans une fourchette integrant les erreurs de localisation :

- erreur d'etalonnage
- erreur due au glissement
- erreur de calage de la balise

Les configurations de localisation suivantes peuvent se presenter:

\*Balise lue avant sa position theorique : situation dangereuse et delocalisation,

\*Balise lue dans la fenetre de relocalisation : recalage de la localisation,

\*Balise non lue en fin de fenetre : On tolere la non prise en compte d'une balise de relocalisation dans la mesure ou l'on ne perd pas plus de 2 balises consecutives. On ne tolere pas la non lecture d'une balise d'initialisation utilisee pour le recalage.

#### 1.7.4.-Controle de franchissement des aiguilles

Apres franchissement d'une aiguille, on verifie que la position de l'aiguille prise en compte au moment du franchissement ne change pas pendant le parcours d'une longueur esale a 1 element de train. Cette disposition a pour but de se prémunir contre les changements d'état d'une aiguille juste en aval devant le train alors que la localisation aurait déjà détecté le franchissement de celle-ci à cause de l'erreur de localisation (on rappelle que l'on localise le train dans une position plus en aval que sa position réelle).

### 1.8.-Longueur du train

Pour mesurer la longueur du train, on dispose de 2 entrées sécuritaires intrinèques fournissant les informations suivantes:

Entrée1 Vraie = "1 élément",

Entrée2 Vraie = "2 éléments",

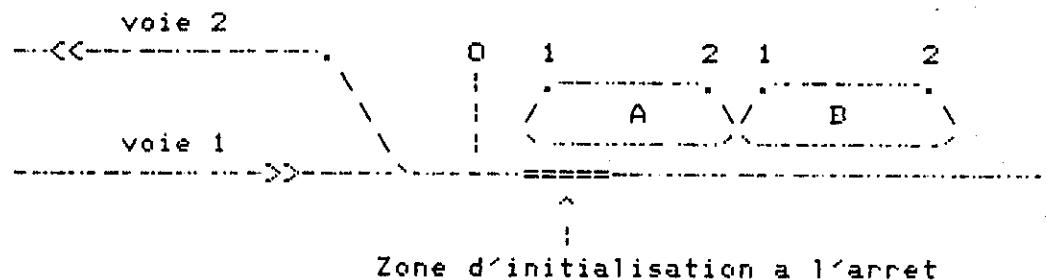
Sinon = "3 éléments",

La longueur du train est donc définie en sécurité polarisée vers une longueur maximum par défaut. (C'est à dire que tout défaut de mesure de longueur de train entraîne l'interprétation d'une longueur maximale).

### 1.9.-Manœuvres

Compte-tenu de l'absence de dispositif de retournement, les manœuvres possibles ne peuvent se faire que par une passivation de l'équipement actif suivie d'une initialisation à l'arrêt de l'équipement à réactiver.

L'exemple suivant illustre la manœuvre classique dans un tiroir:



Le train arrive à quai par la voie 1 avec l'élément "B" en tête, sa cabine 2 étant active.

Pour repartir dans l'autre sens par la voie 2, le conducteur désactive l'élément "B" en quittant la cabine 2, et réactive la cabine 1 de l'élément "A". La procédure d'initialisation à l'arrêt s'engage et le train pourra repartir en PA à l'ouverture du signal de sortie permettant d'emprunter la voie 2.

N.B. Il est nécessaire que la zone d'initialisation à l'arrêt soit à proximité du signal de départ afin de pouvoir partir en PA sans avoir à amener le train à proximité de celui-ci en conduite manuelle. Il est également nécessaire avant d'effectuer la manœuvre que le train se trouve à l'arrêt en un point tel que la cabine de queue se trouve sur la boucle d'initialisation. Si ce n'est pas le cas, il sera nécessaire de repartir en marche à vue jusqu'à la rencontre d'une balise d'initialisation.

### 1.10.-Contrôle de la vitesse

En fonctionnement nominal, le contrôle du déplacement du train garantit les trois grandeurs: énergie, vitesse et espace, lorsque le train n'a pas pénétré sur canton occupé. La conduite est alors totalement contrôlée (CMCC-PA). Deux possibilités sont alors offertes au conducteur:

la conduite manuelle contrôlée continuellement (CMCC), où le conducteur prend en main les commandes du train;

le pilotage automatique où le conducteur se décharge de ces mêmes commandes (PA)

Lorsque le train pénètre en canton occupé sur initiative du conducteur, le contrôle passe en mode 'marche à vue'. Dans ce cas, seule la vitesse est contrôlée, elle doit être inférieure à un plafond fixe à 30 km/h; pour revenir au contrôle complet, il faut que le train soit localisé en entrant sur un canton libre. En canton occupé, la transmission n'est pas garantie, une délocalisation risque de se produire lors d'un franchissement d'aisuille. La 'marche à vue' est alors maintenue bien que la voie soit libre. On parle alors de mode de conduite manuelle plafonnée (CMP).

#### 1.10.1.-Contrôle en vitesse plafonnée

Ce contrôle est celui nominal du mode de conduite en marche à vue (CMP). Il consiste à vérifier que la vitesse mesurée du train reste inférieure à un plafond tabulé à bord (30 km/h).

Ce contrôle nécessite une roue phonique initialisée et étalonnée.

#### 1.10.2.-Contrôle en énergie, vitesse et espace

Ce contrôle est caractéristique du mode de conduite CMCC-PA. Il demande que la roue phonique soit initialisée et étalonnée (vitesse et déplacement du train mesurables), que le train se soit localisé dans le réseau et ait pénétré sur canton libre. Le principe du calcul d'énergie retenu ne repose pas sur la connaissance de la mesure de la longueur du train en sécurité. Il consiste à prendre un profil de voie dit 'compensé' pour le calcul de l'énergie. Ce profil prend systématiquement la longueur réJORANTE pour le calcul de l'énergie du train.

Le contrôle en énergie dont la formulation est fournie en annexe de l'analyse fonctionnelle (cf. 2.4) garantit que l'énergie du train (cinétique et potentielle) peut être absorbée par le travail des forces de freinage pour respecter les contraintes de vitesse en aval du train (vitesses limites et point d'arrêt). On distingue les différents points d'arrêt possibles (subcantonnes, simple, complexe) et leur importance en fonction du fonctionnement ou non du pilotage automatique.

On se reportera a la description des invariants relatifs a ces differents points d'arret.

Le controle de vitesse garantit que la vitesse du train ne depasse pas la limite la plus restrictive sur toute la longueur du train. Il utilise pour cela la mesure de longueur du train definie en securite polarisee vers une longueur maximale par defaut. La prise en compte d'une valeur superieure a la longueur reelle du train entraine un controle de vitesse supplementaire par rapport a des tiv depasses, ce qui est contraire a de bonnes performances mais pas a la securite.

Le controle de vitesse garantit egalement que le train ne depasse pas la vitesse maximale autorisee pour son type de materiel.

Le controle de depassement verifie que le point d'arret vise n'a pas ete franchi.

#### 1.10.3.-Traitement de la survitesse

Lorsque l'un des controles detecte un defaut, l'etat survitesse est positionne et le freinage d'urgence est applique, ceci de maniere irreversible jusqu'a l'arret complet du train.

## 1.11.-Synoptiques de raccordement des équipements KCV

On fournit, en annexe à la fin du document, 2 synoptiques correspondant chacun à un cas de figure:

- KCV raccorde à 2 cabines : type MS 61
- KCV raccorde à 1 cabine : type MI 79

Les commandes issues de SACEM sont validées d'une part par le commutateur IKV ( inhibition du Contrôle SACEM ) présent dans chaque cabine, d'autre part par la clé C ( clé activant la cabine et définissant le mode de conduite). Les autres équipements actifs en même temps que SACEM viennent en ET avec les sorties. Les équipements fonctionnant "en parallèle" avec SACEM (actifs quand SACEM est inhibé) sont valides quand IKV est en position invalide.

{ IKV  
clé C

JEUMONT-SCHNEIDER  
CSEC  
INTERELEC

Chapitre II : Analyse  
fonctionnelle

NT/85.LA.036  
PAGE 1 11

## CHAPITRE II

## II. ANALYSE FONCTIONNELLE

2.1 Diagrammes SADT et graphes d'état.

2.2 Organisation Temps Réel.

## MODIFICATIONS INTRODUITES DEPUIS LA VERSION DU DEBUT AVRIL

modification du 22 avril 85: graphe 'Controler'

la station en mode 'Init Arret', est limitee temporellement a partir du moment ou le signal s'est ferme; au lieu d'etre conditionnee par le signal permissif et un non deplacement.

modification du 20 mai 85: graphe 'Controler'

la notion de proximite des signaux, et les diverses transitions non securitaires du graphe sont explicitees.

modification du 29 mai 85:

le chapitre 'localiser' est modifie pour tenir compte des Possibilites de mesure de deplacement.

modification 1er Juin 85:

les graphes sont modifies ou decomposes de maniere a ce qu'il y ait le moins possible d'echanges de donnees entre graphes. Les flux d'informations sont etablis dans un seul sens.

les diagrammes sont sont completes et detailles pour montrer l'articulation des differents graphes.

modification 7 Juin 85:

le graphe de Penalisation de la conduite, presentait un risque de libération lorsque le mode de controle passait a l'etat CML. On en profite pour definir clairement l'information survitesse: elle ne sera elaboree qu'en mode CMP et CMCC-PA; en CML, une information de controle operationnel permettra de savoir s'il y a suffisamment d'invariants decompaacts pour effectuer le controle proprement en passant en mode CMCC-PA.

modification du 14 Juin 85:

le controle de franchissement des points d'arrets restrictifs est traite en CMP, ce qui retire l'information non annule dans le graphe 'Controler' pour passer de CMP en CMCC-PA.

modification du 11 Juillet 85:

Le graphe 'Depart en PA' voit sa transition 4 - 0 remplacée par un contrôle d'arrêt complet temporisé au lieu d'une action FD, ce qui en aurait nécessité une deuxième pour passer ensuite à l'état 1.

modification du 12 septembre 85:

Dans le graphe de localisation, on distingue la balise d'initialisation franchie et la balise d'initialisation valide. On précise le critère de défaut recul.

Dans le graphe 'Séparer les modes de contrôle', la transition 'Hors Sacem' est validée par des conditions supplémentaires de sécurité afin de ne pas retourner en mode CML intempestivement, l'état 'Hors Sacem' étant fourni par un graphe non sécuritaire. On précise les critères 'Proximité Joint CdV' et 'Proximité Signal Ferme'.

## 2.1. - Diagrammes SADT et graphes d'état.

Les diagrammes SADT qui sont fournis expriment une analyse fonctionnelle d'un point de vue constructeur (AFC). On y intègre toutes les contraintes de réalisation de façon à aboutir à une décomposition modulaire du logiciel permettant de mettre en évidence :

- la structure du logiciel,
- la modularité,
- l'adaptabilité du logiciel à certaines modifications induites par l'exploitation.

Les différents niveaux de décomposition sont :

A-0 Assurer les traitements logiciels d'un équipement  
A0 Assurer les traitements logiciels d'un équipement

    A1 Traiter les messages Sol-Bord

        A11 Filtrer les messages

        A12 Traiter les messages contenant les informations variables

        A13 Traiter les messages d'invariants sécuritaires

    A2 Localiser le train

        A21 Évaluer le mouvement

        A22 Exploiter les balises

        A23 Situer le train dans les invariants

    A3 Contrôler le train

        A31 Contrôler la vitesse du train

        A32 Contrôler l'énergie du train

        A33 Contrôler l'espacement

        A34 Appliquer les contrôles

            A341 Traiter les entrées/sorties Gacem

            A342 Définir le mode de contrôle

            A343 Punir la conduite

            A344 Traiter les dépassements

    A4 Assurer les fonctions de service

        A41 Calculer les commandes train

            A411 Élaborer KCV actif

            A412 Élaborer le frein d'urgence

                A4121 Contrôler le départ du train en PA

                A4122 Contrôler le recul en station

                A4123 Contrôler la commutation CM-PA

                A4124 Commander le freinage d'urgence

                A4125 Commander le klaxon

            A413 Traiter l'inhibition du freinage de secours

            A414 Élaborer l'ordre de départ du train en station

            A415 Effectuer les sorties

        A42 Préparer la signalisation en cabine

            A421 Traiter les voyants d'entrée-sortie de zone contrôlée

            A422 Assurer la compatibilité signalisation latérale

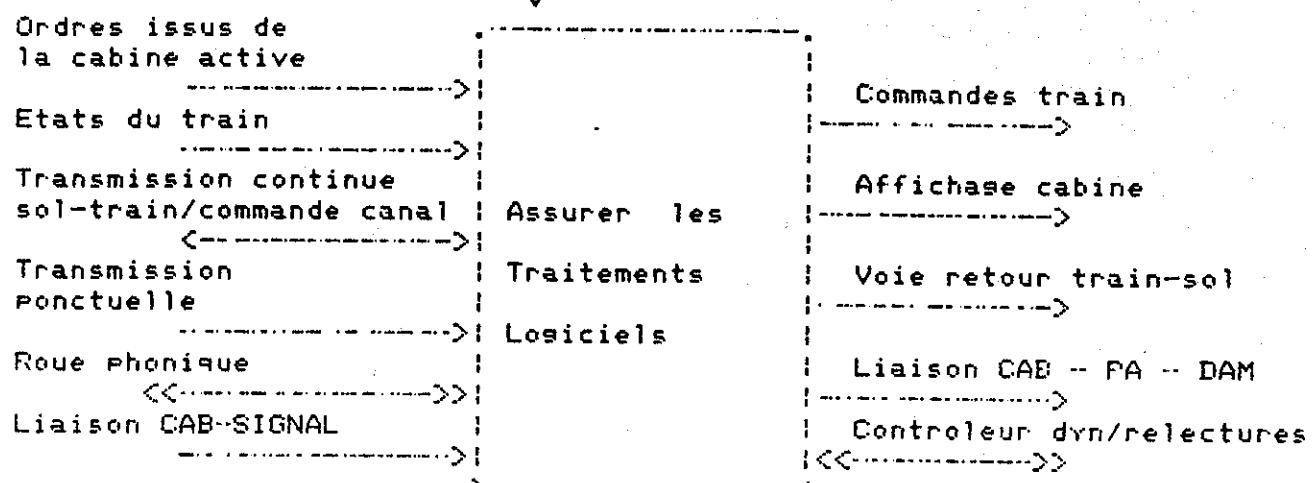
        A43 Élaborer le message CAD, PA, DAM

        A44 Élaborer le message voie retour train - sol (annulation)

A-0: Assurer les traitements Logiciels

Caracteristiques train.

V



AO : Assurer les traitements logiciels

caract. freinage & masse

C1

contexte localisation

variants

V V /invariants

/ & modifs.

Traiter

messages

Sol-Bord

1/

etalon

max

C1

E3

----->

/

----->

Messages

Sol-Bord

Message Init

----->

Roue

Cabines

Actives

phonique

E5<<-->>

Localiser

----->

le

----->

Train

E2

----->

2/

Balises (tout type)

----->

canal

E3

----->

/

freinage

masse

long.elem.

vit max

----->

C1

E4

----->

/

Contexte

----->

Localisation

----->

et Mouvement

----->

Controler

E2

----->

/

----->

le

----->

Train

E1

----->

/

----->

3/

Mode

----->

conduite

----->

& vigilance

----->

Contexte

----->

du Controle

E1

----->

/

----->

Commandes

Entrees

----->

/

----->

Train

FD et CabHS

----->

/

----->

& affich.

E1

----->

/

----->

Assurer

----->

S1-2

----->

/

----->

Fonctions

----->

/

----->

Services

----->

/

----->

Control

E1

----->

/

----->

4/

<<-->>

S5

----->

/

----->

liaison Cab

----->

/

----->

Signal

----->

/

----->

liaison CAD-PA-DAM

----->

/

----->

voie retour

### Glossaire des informations echangees et description des fonctions

#### A1 \*\* Traiter les messages Sol-Bord.

Ce module est charge de decoder, decompresser et, le cas echeant, d'effectuer des precalculs sur les donnees recues.

Il fournit:

- les variants securitaires, mis a l'etat restrictifs s'ils n'ont pas ete rafraichis depuis plus de 3 secondes. Il a besoin pour cela du numero de troncon courant que donne la localisation, lorsqu'elle est dans les etats prelocalise ou localise.
- les invariants securitaires sous forme decompressee avec des valeurs precalculees d'energie potentielle et cinetiques, sur les points de contrainte.
- les modifications temporaires decompressees, c'est a dire d'eventuelles reductions provisoires de vitesse, ainsi que la version des invariants utilisables. Le rafraichissement de ces donnees est controle dans le temps. Lorsqu'il y a defaut la version des invariants est mise a 0.
- les variants non securitaires de reconfiguration donnent en cas d'indisponibilite des dispositifs au sol, des points de sortie du mode controle.
- les informations d'initialisation a l'arret sont extraites du message securitaire d'initialisation.

#### A2 \*\* Localiser le train.

Ce module est charge de fournir diverses informations dont la validite est conditionnee:

1o\_ Par la valeur de l'etat de localisation ( localise, prelocalise, delocalise)

Les valeurs fournies sont les suivantes:

- un contexte de localisation destine au controle et aux fonctions de service: on y trouve principalement l'abscisse, la branche et le segment sur lequel se trouve la tete du train dans l'etat localise; dans l'etat prelocalise et delocalise, aucune de ces informations n'est exploitable

- le canal sur lequel les recepteurs doivent se mettre en ecoute est toujours disponible. A l'initialisation, il est charge avec la valeur qui permet l'initialisation a l'arret.

- les numeros de troncon qui permettent au module 'Traiter les messages Sol-Bord', de decoder les variants securitaires: information disponible dans les etats localise et prelocalise.

2o\_ Par la valeur du booleen Roue Valide:

- les informations de vitesse et de deplacement dont le detail est donne plus loin sont conditionnees par le positionnement de ce booleen, l'information d'immobilite complete appelee Arret Complet etant toujours disponible.

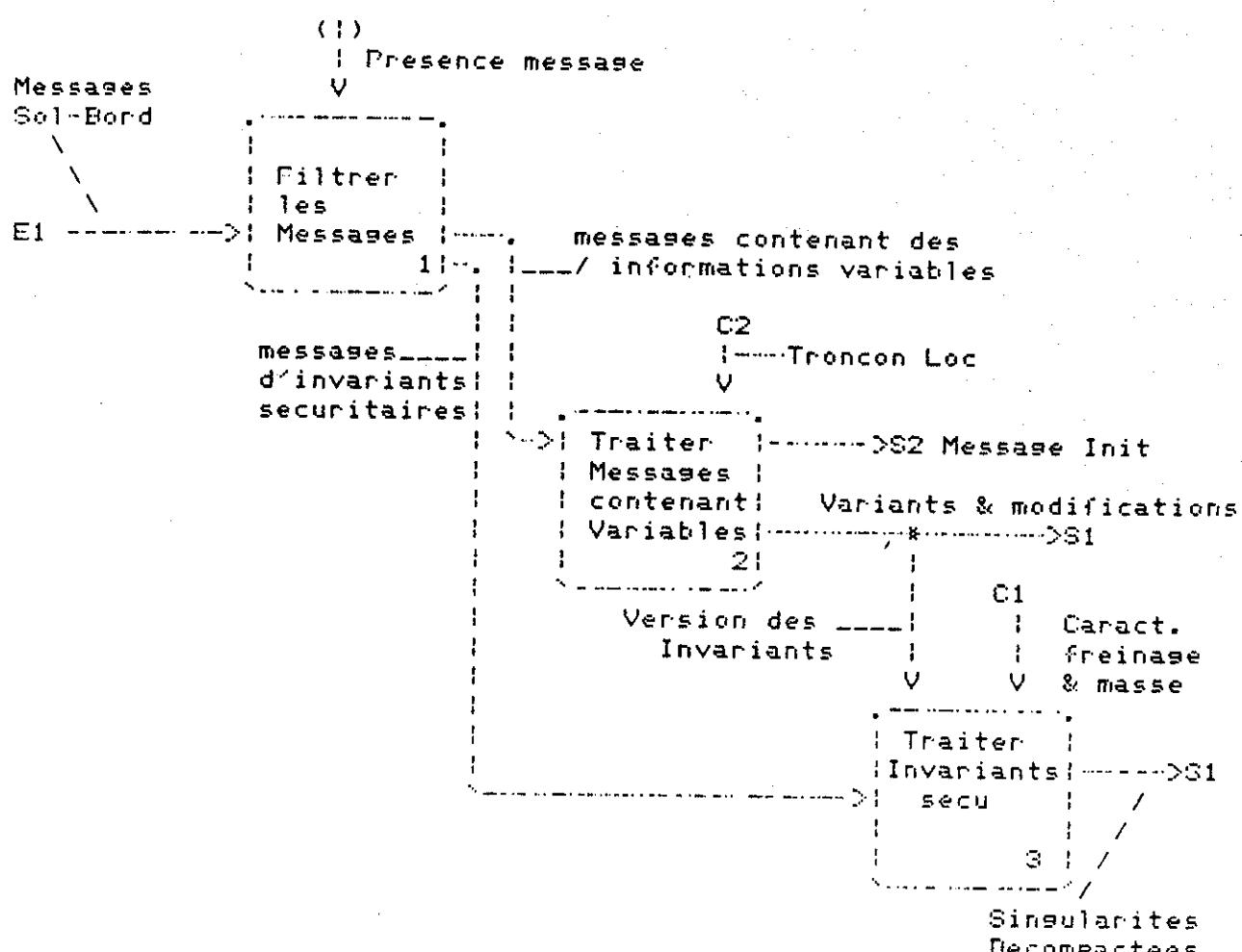
A3 \*\* Controler le train.

Ce module traite le controle de la progression du train, en fonction des informations qui sont mises a sa disposition par la localisation et le decompageage des messages. Il fournit principalement aux fonctions de service les entrees des zones de controle, le mode de controle en cours, l'etat de survitesse.

A4 \*\* Assurer les fonctions de service

Les sorties (freinage d'urgence, IFG, voyants visucab, Commutation CM-PA...) sont elaborees a partir des informations fournies par le controle et des entrees specialisees a cet effet (balise IFG, bouton FD, ordre regulation).

A1: Traiter les messages Sol-Bord



A11: Filtrer les messages.

Ce module est charge de servir les particularites de la transmission: formats elementaires, correction; il fournit en sortie des messages reconstitues dont on a distingue deux types:

- les messages qui vehiculent des informations variables dont il faut verifier le rafraichissement periodique; ( date, variants, modifications temporaires);
- les messages qui vehiculent des invariants.

A12: Traiter les messages de variables.

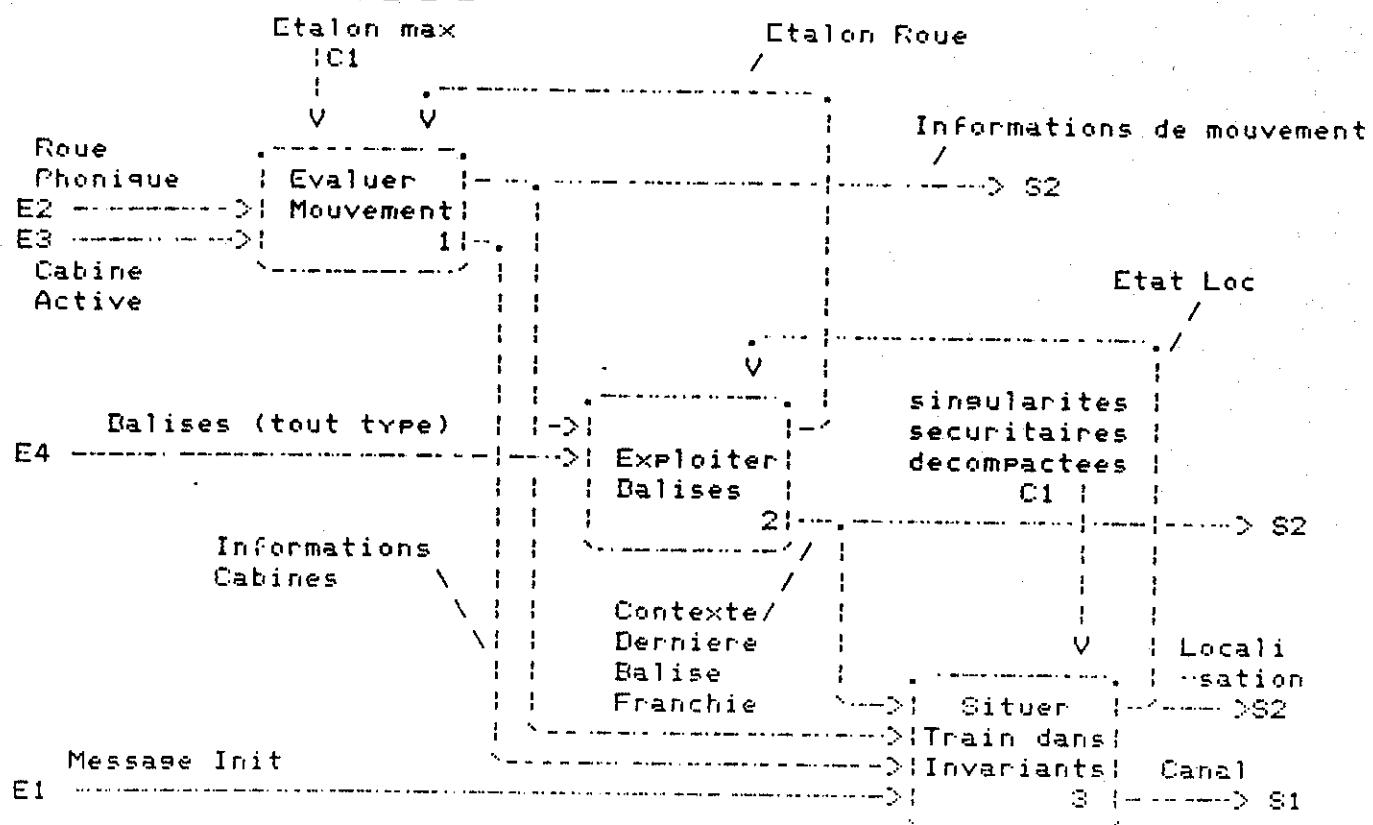
Ce module traite le rafraichissement des variants et des modifications temporaires, il verifie la dynamique de l'emetteur par l'intermediaire de la date de synchronisation, et met les informations a l'etat restrictif si un defaut est detecte.

Les messages d'initialisation obtenus apres un echange Bord-Gol, sont decompaques pour presenter le numero de troncon, de branche et de segment.

A13: Traiter Invariants Secu.

Ce module decompaques les messages d'invariants, et precalcule les energies potentielles et cinetiques aux points de contraintes et aux changements de repères.

A2: Localiser le train.



## Glossaire des informations echangees et description des fonctions

### A21 \*\* Evaluer Mouvement:

Ce module fournit tout d'abord les informations relatives a la cabine active, necessaires a la localisation:

- Existence d'une cabine active,
- Meme cabine active.

Le numero de la cabine effectivement active (cabine avant) permet d'évaluer le signe du deplacement.

Pour evaluer les deplacements, on dispose d'une roue phonique codee et d'une information non securitaire de vitesse nulle ( $v < 0.5$  m/s). Les informations de la roue sont traitees de maniere a fournir cinq informations de mouvement:

-- Arret Complet: booleen securitaire garantissant que depuis qu'il est positionne, le deplacement a ete inferieur a 1/3 de dent ( 1 cm). Cette information est toujours disponible quelque soit Roue Valide.

-- Roue Valide: information securitaire qui garantit le bon fonctionnement de la roue, et qui signale que les mesures de deplacement et de vitesse sont disponibles. Lorsqu'elle est positionnee, l'information garantit l'absence d'enrayage detectable.

-- Deplacement: information securitaire qui donne la mesure du deplacement qui s'est produit pendant le cycle de mesure (= cycle de controle). La valeur est signee, un deplacement positif signifie une progression en marche avant vue de la cabine active.

-- Vitesse Moyenne: grandeur securitaire donnant la valeur absolue de la vitesse moyenne pendant le cycle de mesure. (Les erreurs de mesure ne sont pas incluses dans la valeur).

-- Reference absolue et immediate de Positionnement: cette information est necessaire au module de traitement de la balise; elle est enregistree instantanement lorsqu'une information balise est recue, elle permet de determiner avec precision le point ou l'on a rencontre l'information de repere en abscisse de la balise, (ce qui est utilise pour le recalage de la localisation); elle permet egalement de definir un etalon precis de la dent roue phonique, car la distance parcourue entre deux receptions d'informations balise est fixee et relativement precise.

### A22 \*\* Exploiter Balises

Ce module fournit au module 'evaluer le mouvement':

- l'étalonnage de la roue: cette information sécuritaire est initialisée à une grandeur maximale tant que le train n'a pas lu une balise d'initialisation. Le franchissement de la balise d'initialisation permet d'effectuer l'étalonnage par mesure de la longueur totale de cette balise.

Il fournit au module 'Situer le train dans les invariants' les informations utiles au repérage; ce n'est possible que si le booleen Roue Valide est positionné. D'autre part les informations fournies diffèrent selon l'état de la localisation:

- le contenu de la balise:

\* les numéros de segment, tronçon et de branche sont nécessaires lors de l'initialisation de la localisation: états prélocalisé ou délocalisé.

\* la partie redondance d'une balise d'initialisation sert soit à valider celle-ci, soit à opérer un recalage lorsqu'elle sert de balise de recalage.

\* une information de balise disponible en lecture: lorsque la localisation est prélocalisée ou délocalisée, l'information n'est positionnée que si la balise est une balise d'initialisation.

- une information de distance parcourue depuis le franchissement du point de repérage de la balise.

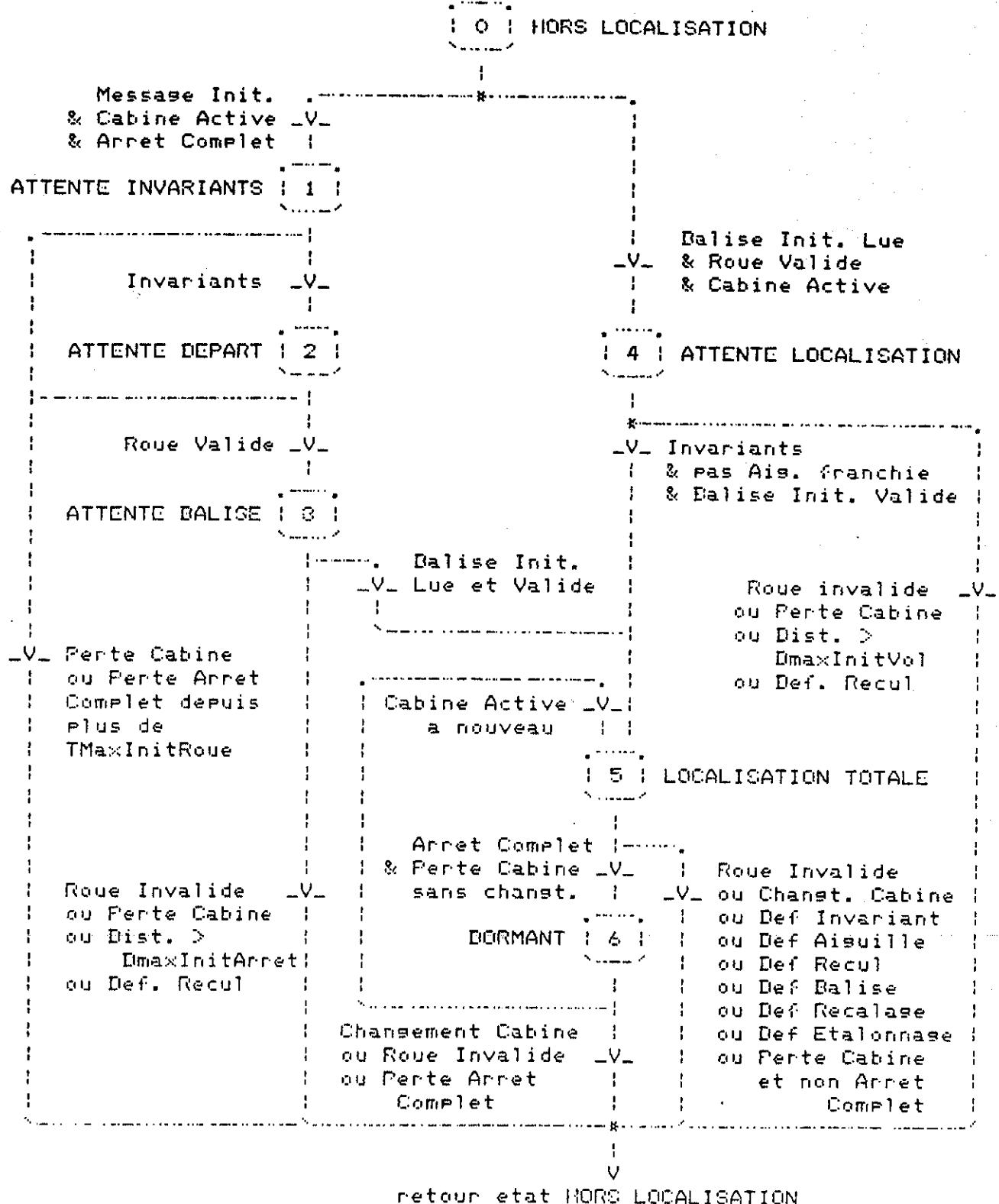
Ce module fournit le contenu des balises non sécuritaires:

- Balise IFS pour 'Assurer les fonctions de service',
- \*\* Balise Sortie SACEM pour 'Contrôler le train'

### A23 \*\* Situer le train dans les invariants.

C'est de ce module que les principales informations de la localisation sont issues: principalement l'état de localisation, l'abscisse, la branche de segment et le tronçon. Le module utilise les informations des modules roue et balise pour définir le contexte des invariants qui servira au contrôle.

A23: Situer le train dans les invariants.



Etats de localisation nécessaires au contrôle de vitesse

- Etat Delocalise : HORS LOCALISATION,  
ATTENTE INVARIANTS,  
ATTENTE LOCALISATION.
- Etat Prelocalise : ATTENTE DEPART,  
ATTENTE DALISE.
- Etat Localise : LOCALISATION TOTALE,  
DORMANT.

Etats de localisation nécessaires à la réception de la transmission

Aucun état n'est nécessaire à la transmission, lorsque le numéro de tronçon n'est pas connu, la localisation fournit le canal réservé à l'initialisation à l'arrêt ( Place HORS LOCALISATION); dans tous les autres cas, la localisation fournit le numéro de canal associé au segment parcouru.

Valeurs numériques des paramètres:

DmaxInitArret = 20 m ( distance maximale de la zone  
d'initialisation à l'arrêt  
jusqu'à la balise correspondante)

DmaxInitVol = 300m ( distance maximale de parcours après  
le franchissement d'une balise  
d'initialisation )

TmaxInitRoue = 1s ( durée maximale de perte d'arrêt  
complet avant l'initialisation  
de la roue)

Def Recul = si Recul supérieur à 5 mètres.

Def Dalise = 1 balise d'initialisation non lue.

Def Recalase = 2 balises de relocalisation  
consecutives non lues.

O: HORS LOCALISATION

Dans ce cas, le traitement a effectuer est le suivant:

Demander que la transmission se mette en ecoutre sur le canal  
des messages d'initialisation a l'arret.

SI une cabine est active ALORS

SI le train est en Arret Complet ALORS

SI on a recu un message d'initialisation ALORS

Memoriser le contenu du message d'initialisation

Memoriser la cabine active

Memoriser la position de la roue

Passer en 'Attente Invariant'

SINON

Envoyer un message d'identification vers le sol, pour  
permettre en retour une initialisation a l'arret

FINSI

SINON

SI on a lu une balise d'initialisation ALORS

Demander que la transmission se mette en ecoutre sur le canal  
indique dans la balise.

Controler et Memoriser le contenu du message de balise

Memoriser la cabine active

Calculer la valeur d'etalonnage de la roue phonique

Passer en 'Attente Localisation'

FINSI

FINSI

FINSI

On notera que pour lire une balise d'initialisation, il faut que  
la roue phonique soit initialisee avant le debut de la lecture de la  
balise. D'autre part la balise ne doit etre acceptee que si le train la  
lit dans le sens de marche avant (il s'agit d'eviter de lire une balise  
prevue pour le sens de parcours oppose).

La cabine active au moment de l'initialisation sert de reference  
de localisation. Toute perte ou changement ultérieur doit invalider  
l'initialisation en cours ou la localisation.

## 1: ATTENTE INVARIANTS

```
SI la même cabine est toujours active
ET le train est toujours en Arret Complet ALORS
    SI le segment d'initialisation est decompackte ALORS
        SI on trouve une balise d'init sur le segment ALORS
            Localiser Provisoirement le train sur la balise
            Initialiser la tempo depart
            Passer en 'Attente Depart'
        SINON
            SI le segment suivant est decompackte ALORS
                SI si on trouve une balise d'init sur ce segment ALORS
                    Localiser Provisoirement le train sur le signal init
                    Mettre la tempo depart a zero
                    Passer en 'Attente Depart'
                SINON
                    Passer en 'Hors Localisation'
                FINSI
            FINSI
        FINSI
    SINON Passer en 'Hors Localisation'
FINSI
```

Attention, le controle du train a besoin de l'état du signal de départ, le signal faisant obligatoirement partie du segment donné dans le message d'initialisation, son état est donc extrait des variants du tronçon associé par contre la balise d'initialisation peut se trouver sur un autre segment dans un autre tronçon. Dans ce cas, la localisation provisoire doit permettre de recevoir la transmission continue du tronçon où se trouve le signal de départ afin d'en connaître l'état.

2: ATTENTE DEPART

Comme pour l'état 1, on s'assure que le train ne bouge pas par rapport à sa position initiale et que la cabine de référence est toujours active. En cas de démarrage du train, on s'assure que le compteur de dents de la roue phonique devient valide à l'intérieur de la tolérance de déplacement (Perte Arret Complet Pendant TMaxInitRoue)

SI la même cabine est toujours active ALORS  
SI la roue est valide ALORS  
    Passer en 'Attente Balise'  
SINON SI Perte 'Arret Complet' depuis TMaxInitRoue ALORS  
    Passer en 'Hors Localisation'  
    FINSI  
    FINSI  
SINON Passer en 'Hors Localisation'  
    FINSI

3: ATTENTE BALISE

On contrôle la réception de la balise d'initialisation dans une fourchette de distance à partir de la position initiale. La grandeur d'étalonnage est déterminée. Ainsi la localisation du train dans les invariants est complète.

SI la même cabine est toujours active  
ET la roue valide  
ET absence de recul ALORS  
    SI on a reçu une balise d'initialisation ALORS  
        Transformer la localisation provisoire en localisation réelle  
        Passer en 'Localisé'  
    SINON SI la distance parcourue depuis l'initialisation  
        est supérieure à DmaxInitArret ALORS  
        Passer en 'Hors Localisation'  
        FINSI  
    FINSI  
SINON Passer en 'Hors Localisation'  
    FINSI

#### 4: ATTENTE LOCALISATION

• • • • •

SI la même cabine est toujours active  
ET la roue valide

SI le segment d'initialisation est decompackte ALORS

SI le train est en aval de la balise ALORS

Calculer la position du train

SI aucune aiguille n'a ete franchie depuis la  
lecture de la balise d'initialisation ALORS

Passer en 'Localise'

SINON Passer en 'Hors Localisation'

FINSI

SINON Passer en 'Hors Localisation'

FINI

SINON

SI une nouvelle balise d'initialisation est recue  
en marche avant ALORS

Demander que la transmission se mette en ecoutre sur le  
canal indique dans la balise

Memoriser le contenu du message de balise

Faire repartir la localisation a la nouvelle balise

SINON

SI la distance parcourue depuis le franchissement de la  
balise est superieure a DmaxInitVol ALORS

Passer en 'Hors Localisation'

SINON Actualiser la distance Parcourue depuis la balise

FINSI

FINSI

SINON Passer en 'Hors Localisation'

FINSI

Pour valider l'initialisation, il est important que le train soit en  
aval du debut du segment sur lequel se trouve la balise  
d'initialisation: en effet les parametres d'initialisation que l'on  
trouve dans le segment ne sont valables qu'a partir du debut du  
segment. Pour simplifier les algorithmes on impose que le train soit en  
aval de la balise.

5: LOCALISE

• • • •

C'est l'état de fonctionnement normal de la localisation:

SI la même cabine est toujours active ALORS

SI la roue est valide

ET absence de défauts d'informations décompactées,

de balise, de roue phonique, de recul, d'aisuille ALORS

donner la position exacte de la tête du train dans les invariants.

SINON Passer en 'Hors Localisation'

FINSI

SINON SI Arret Complet ALORS

Passer en 'Dormant'

SINON Passer en 'Hors Localisation'

FINSI

Le test sur la perte de cabine sert à filtrer les défauts fusitifs qui pourraient avoir lieu à l'arrêt, pour améliorer la disponibilité du SACEM.

6: DORMANT

• • • •

Ce cas est prévu pour éviter de se délocaliser suite à une perte fusitive de l'information cabine active due à la manipulation à l'arrêt du sélecteur de marche.

Cet état n'est acceptable que si l'autre cabine n'a pas été activée. En effet, lorsque l'autre cabine est activée, la localisation de la tête du train est totalement fausse. Malheureusement, on ne sait pas détecter en sécurité l'activation d'une cabine, on ne sait détecter en sécurité que sa désactivation. C'est pourquoi après un déplacement faible sans information de cabine en activité, on annule la localisation tout comme pour un changement de cabine détectée.

Dans cette place du graphe, on se limite donc à vérifier le déplacement à l'aide des informations roue phonique.

SI la même cabine est redevenue active ALORS

Passer en 'Localisé'

FINSI

SI une autre cabine est devenue active

OU non Arret Complet ALORS

Passer en 'Hors Localisation'

FINSI

A3: Contrôler le train

TIV, Vitesses temporaires  
& Variantes Sécuritaires des TIV commutables

C1:

| Vit.Max.Train  
| Longueur élément

Type et | | C2  
Longueur | | .  
Train | V V V

E2 -->| Contrôler | SurVitesse

| la | /

E1 -->| Vitesse |  
| | 1|  
| | /

Contexte localisation  
et Mouvement

Vitesses temporaires,  
TIV, Pentes, Pts Arrêt,  
Variantes Sécuritaires.

C1 |

| | Rapport Masse Tournantes  
| | IC2

Entrée | | .  
Non PA | V V V | Ctrl. opérat.  
| | / & SurEnergie

E3 -->| Contrôler | /

| l'Energie |

E1 -->| du train |  
| | 2 |.

Contexte | | / | Points arrêts  
Localisation | | Variants Secu  
et Mouvement | | | C1 | .

Distance | | |  
et Vitesse But | | |

Mode de Contrôle  
(pour éviter les  
traitements inutiles)

Singularités  
& variantes reconf.

C1 |

Visibilité | -->| Contrôler |

E3 -->| l'Espace |

E1 -->| ment | |

Contexte / | | 3 | /

Localisation | | |

et Mouvement | | |

Conduite  
Penalisée |

Dépassement | |

Reduction Point But | |

Penetration Forcée | |

V |

/

les | |

/

Controles | |

4 | |

E1 -->| Contrôles | |

Contexte / | | |

Localisation | | |

et Mouvement | | |

APPLIQUER | |

C1 | |

E3 -->| Visibilité | |

E1 -->| 4 | |

Defaut frein d'urgence | |

Informations importantes transitant en interne dans ce graphe:

- **SurVitesse:** est un boolean sécuritaire qui définit si la vitesse du train est trop élevée par rapport

- \* aux contraintes imposées par la portion de voie sous le train
- \* à la vitesse limite admissible par le train
- \* aux vitesses limites temporaires en cours sous le train

- **Ctrl. Operat.:** est un boolean fonctionnel qui garantit que le contrôle en énergie dispose de suffisamment d'informations en aval du train pour pouvoir s'exécuter correctement: invariants, modifications temporaires et variants.

- **SurEnergie:** est un boolean qui définit si l'énergie du train est compatible avec les singularités situées en aval.

Le contrôle d'énergie est simplifié de manière à ce qu'il ne tienne plus compte de la longueur du train pour le calcul du centre de gravité du train. Pour cela la valeur prépondérante de déclivité sous la longueur maximale du train est utilisée. Cela permet d'assimiler dans les calculs les trains à des masses ponctuelles localisées en leur tête.

Les singularités à considérer sont:

- les points d'arrêt,
- les restrictions de vitesse limite,
- les vitesses limites temporaires,
- les extrémités de segment en sortie de zone équipée.

Les paramètres à prendre en compte sont:

- les changements de déclivité,
- les changements d'adhérence,
- les caractéristiques de freinage

- **Distance But:** le contrôle d'énergie définit la distance qui sépare la tête du train du point de contrainte le plus restrictif.

- **Vitesse But:** le contrôle d'énergie note la vitesse associée au point but choisi par le contrôle en énergie. Lorsqu'il s'agit d'un point d'arrêt, cette vitesse est nulle et le point but est contrôlé en franchissement.

- **Dépassement:** est un boolean sécuritaire qui définit si un signal restrictif a été franchi.

- **Reduction Point But:** est un boolean sécuritaire qui signale que le point but s'est rapproché soudainement du train.

- **Penetration forcée:** est un boolean fonctionnel qui signale que le conducteur a franchi un signal restrictif sans visiler.

Dans le cas où les contrôles ne peuvent se faire (absence d'invariants...) ou dans le cas où ils sont neutralisés (en fonction du mode de conduite) ou dans le cas où le train est délocalisé, on ne positionne pas les booléens **SurVitesse** et **SurEnergie** si le train est arrêté (c'est-à-dire **Roue-Valide** et **VitesseMoyenne=0** ou **Arrêt Complet**)

on positionne dépassemement,  
on donne à la distance but la valeur nulle.

La distance but doit être correctement initialisée lorsque le  
contrôle en énergie a été inhibé afin d'éviter de signaler un  
dépassemement au cycle suivant.

A31: Contrôler la vitesse.

Ce module vérifie que la vitesse moyenne du train ne dépasse pas les vitesses imposées par:

- les TIV en visuel sous le train
- les vitesses limites temporaires en visuel sous le train
- la vitesse max autorisée pour le type de train.

L'activation est inutile dans les modes de contrôle suivants:  
CTRL-ARRET (on ne cherche qu'à valider l'arrêt du train)  
CML (on est en mode manuel libre, aucun contrôle n'est actif)

En CMP, on contrôle que la vitesse est inférieure à un plafond.

A32: Contrôler l'énergie du train.

Ce module n'est actif que si le train est localisé. Il concerne donc principalement le mode CMCC-PA, cependant comme il définit l'information Distance But utilisée au cycle suivant, les modes CMP, INIT-ARRET, CML sont aussi concernés pour les raisons suivantes:

En CMP, dès que le critère de proximité d'un joint est obtenu, il suffit de donner la distance séparant le joint de la tête du train comme distance but même si le signal est permis. La vitesse plafonnée étant basse, le franchissement n'aura pas lieu d'ici le cycle suivant. Si le critère de proximité n'est pas obtenu, une distance but nulle convient.

En CML, la transition vers CMCC-PA peut se faire à haute vitesse. Pour assurer la disponibilité du système, il est important d'effectuer le contrôle d'énergie pour être sûr de disposer de suffisamment d'informations décompactées. Une variable auxiliaire appelée Ctrl. Operat. est chargée de distinguer parmi les éventuelles survitesses celles qui sont dues à un manque de données pour éviter le passage en mode contrôle CMCC-PA.

En INIT-ARRET, le train est supposé localisé au pied du signal d'init. Il peut donc parfaitement faire un contrôle d'énergie et définir son point but.

Remarque: après un recalage en abscisse du à un franchissement de balise, la localisation peut ramener le train de l'aval du point d'arrêt vers l'amont de celui-ci. Il n'est pas prévu de reconsidérer le point d'arrêt, sachant que l'erreur de localisation est prévue dans les algorithmes de contrôle.

A33: Contrôler l'espacement.

Ce module est chargé de fournir trois informations concernant la surveillance des dépassements des points d'arrêt.

Dépassement: lorsque la distance but calculée au cycle précédent est inférieure au déplacement observé, il y a dépassement du point but. Si celui-ci est un point d'arrêt (point but de vitesse nulle), cela correspond à un dérangement.

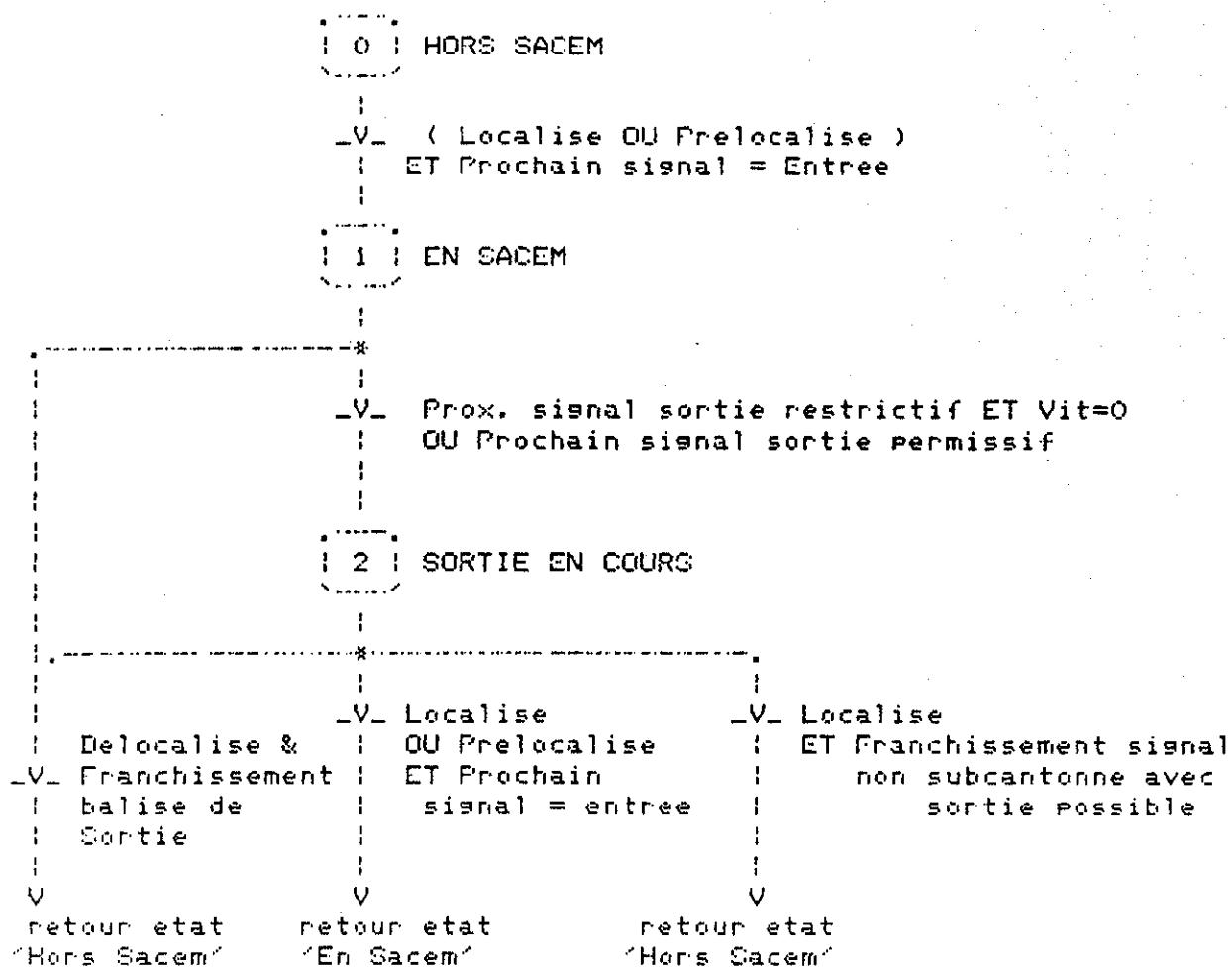
Reduction Point But: lorsque la distance but (fixée au cycle précédent) diminuée du déplacement observé est supérieure à la nouvelle distance but, on dit qu'il y a reduction point but. La reduction du point but disparaît lorsque la distance but augmente à nouveau. Ceci permet de distinguer les causes normales de dépassement (fermetures de signaux subites, arrêt de la transmission,...) des causes anormales (défaut de freinage).

Penetration forcée: lorsque le train est à proximité d'un signal fermé, la penetration en canton occupé est autorisée en conduite manuelle par appui sur le bouton vigilance, train arrête. Si cette information n'a pas été reçue avant la détection du dépassement, on dit qu'il y a penetration forcée. Cette information fonctionnelle sert au contrôle de franchissement des signaux en mode CMP.

#### AB4: Appliquer les Contrôles.

## Singularites securitaires Decompacees & Variants de Reconfiguration I C1

A341 Graphe 'Entree/Sortie SACEM'



Ce graphe fournit aux autres graphes en aval trois informations:

- En Sacem
- Hors Sacem
- Sortie en Cours.

Ce graphe est parcouru de façon non sécuritaire.

On remarquera que lorsque le train se délocalise il reste dans la même place, sauf s'il rencontre une balise de sortie qui lui permet de passer hors sacem. (la balise a été uniquement définie pour traiter ce cas)

NB1- On appelle 'Signal de sortie' un signal non annulé avec variant de reconfiguration à l'état vrai ou bien un signal non annulé suivi d'un chainage de segment nul.

NB2- Un signal de sortie qui présente l'aspect restrictif n'est pris en compte que lorsque le train est arrêté pour éviter de donner simultanément sur le Cab-Signal l'indication d'arrêt et le voyant de transition.

A342 Graphe 'Definir le mode de controle'

Le controle lui-même présente différents modes, on trouve ci-dessous:

- un descriptif de ces modes,
- un graphe qui décrit les conditions de passage d'un mode à l'autre,
- des précisions sur les diverses transitions.

**CTRL-ARRET:** C'est le mode de contrôle utilisé à la mise sous tension, mais également après des défauts importants: on y arrive alors soit par transition volontaire, soit par un reset du calculateur qui suit une chute du contrôleur dynamique. La seule action à mener dans cet état, c'est le freinage d'urgence si le train est en mouvement.

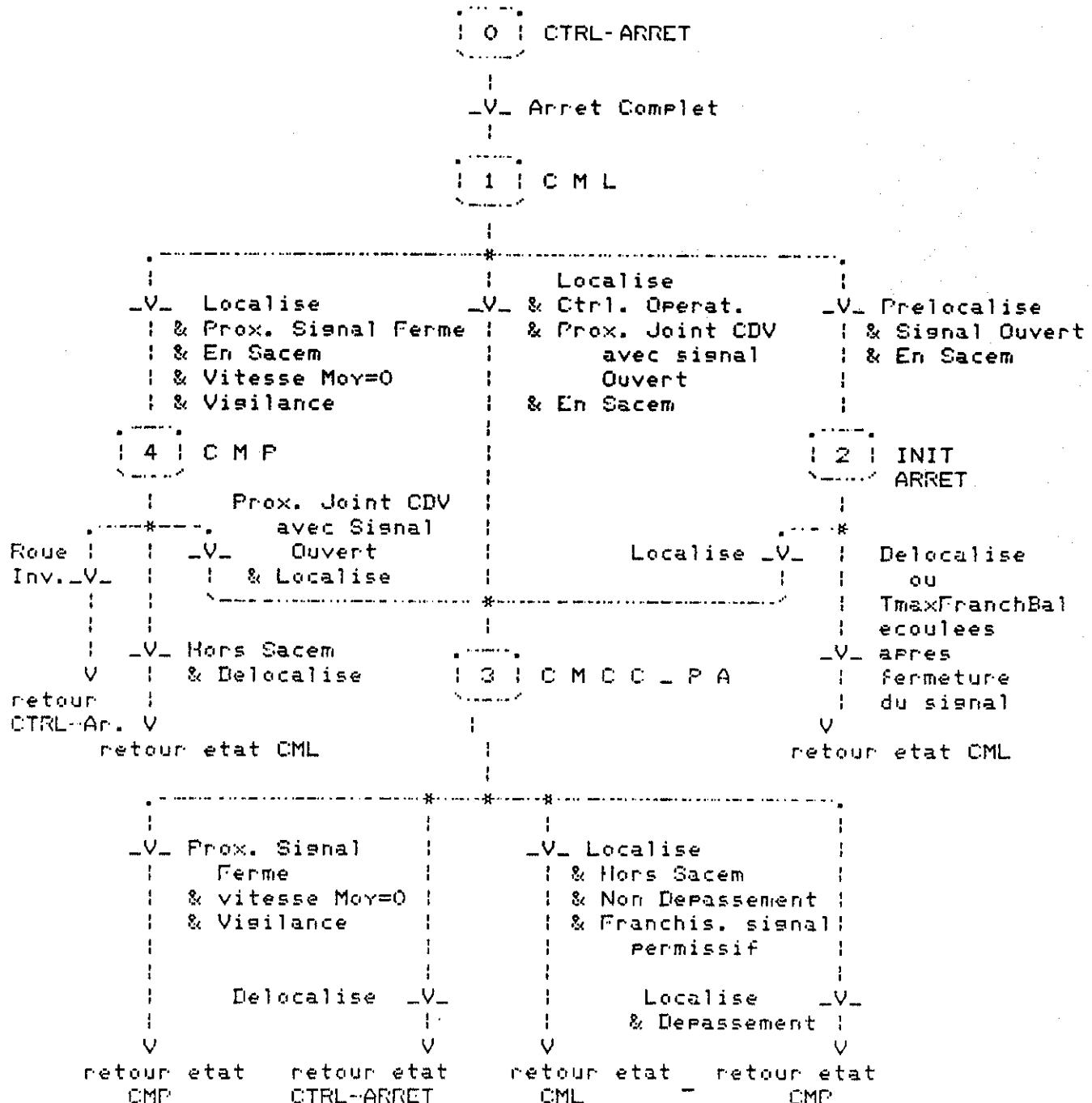
**CML:** Ce mode de contrôle laisse au conducteur l'entière responsabilité des mouvements qu'il commande. C'est un mode d'absence de contrôle.

**INIT-ARRET:** C'est un état intermédiaire où le mouvement du train est garanti de façon intrinsèque. Le train est situé à une distance proche d'un point d'arrêt ( prelocalisé ) qui doit être à l'état permis. On lui permet donc une progression forfaitaire pour trouver une balise d'initialisation, sachant qu'aucun train ne peut se trouver devant. Cela suppose que la distance qu'il peut parcourir est inférieure à la longueur du circuit de voie que le feu protège.

**CMDC-PA:** C'est le mode de contrôle qui est le plus performant, il effectue l'ensemble des vérifications: Vitesse, Energie, Espace.

**CMP:** C'est le mode de contrôle utilisé en penetration sur canton occupé, seul le contrôle en Vitesse Plafonnée est effectué.

Graphe "Gérer les modes de contrôle"



Etats du graphe nécessaires à la signalisation en cabine

Visucab actif dans les états INIT-ARRET, CMCC-PA, CMP  
Visucab inactif dans les états CTRL-ARRET, CML

Etats du graphe nécessaires à l'annulation de la signalisation

Annulation possible dans les états INIT-ARRET, CMCC-PA  
( Pour qu'elle soit effective , il faut en plus:  
non Defaut FU et Cab-Signal en service)  
Annulation impossible dans les autres états.

Le subcanton se comporte comme un signal ouvert lorsqu'il est libre,  
comme un signal annule lorsqu'il est occupé.

Etats du graphe nécessaires pour l'utilisation du Pilote automatique

PA possible à l'arrêt dans tous les états  
PA impossible en mouvement dans les états CTRL-ARRET, CMP, CML  
PA possible en mouvement dans les états INIT-ARRET, CMCC-PA  
( Pour qu'il soit possible, il faut en plus que les invariants  
l'autorisent et qu'aucun DEFAUT FU ne soit memorisé.)

Constante nécessaire au parcours du graphe

TmaxFranchBal = 10 secondes ( duree maximale de parcours libre  
en Init-Arret, tolere pour  
rencontrer la balise  
d'initialisation )

Proximite Joint CdV = 8 mètres.

Proximite Signal Ferme = 21 mètres.

Remarques sur le mode CMP:

- si la localisation est perdue avec la roue valide, le conducteur  
restera en marche à vue plafonnée à 30 km/h, jusqu'à ce que la  
localisation se reinitialise.

- on sort de CMP sur des subcantons libres car le subcantonnement  
du système RER ligne A se comporte comme un cantonnement classique. En  
cas de conduite avec le visu-CAB éteint, le conducteur pourra ne pas  
être prévenu immédiatement du retour en mode CMCC-PA; il continuera sa

JEUMONT-SCHNEIDER  
CSEE  
INTERELEC

Chapitre II : Analyse  
fonctionnelle

NT/85.LA.036  
PAGE 1 321

marche à 30 km/h jusqu'au prochain signal ouvert alors que le contrôle autorise une reprise de la marche normale.

EDITION  
006.30/01/86

Specification technique

Securite:

.....

- L'information 'Hors Sacem' est une information non securitaire, destinee a arreter le controle lorsque un derangement au sol empêche la progression en conduite controlee ou lorsque le train sort de la zone equipée. Pour lancer ou relancer le controle, il faut que l'information 'En Sacem' soit positionnee. Ces deux informations non securitaires sont fournies par le graphe 'E/S Sacem'.

- L'information 'proximite d'un joint' est necessaire dans le cas d'une exploitation qui autorise la penetration en canton occupe: lorsque un train penetre en canton occupe, le controle ne peut plus verifier l'espacement avec les trains en aval, il se limite a garantir le non depassement de la vitesse plafond. Pour que le controle redevienne performant, il faut que l'espacement soit correctement defini avec les trains en aval. Ceci est possible des que le train est suffisament proche d'un canton libre pour qu'aucun autre train ne se trouve entre le signal et lui-meme. On doit donc utiliser une proximite par rapport au joint du circuit de voie de l'ordre de la longueur du plus petit train circulant sur la ligne. Dans le cas de la ligne A, le plus petit train est un locotracteur qui mesure 10 metres de long. Si l'on tient compte de l'erreur maxi de localisation, la proximite se trouve reduite a 0 metres (voir ci-dessous).

Lorsque la proximite d'un joint est detectee, elle doit etre definie en securite, par contre l'oubli d'une detection de proximite empêche le controle de s'initialiser, ce qui n'est pas dangereux. En dehors du fait que le criterie est securitaire, il faut également connaitre la position du joint avec exactitude.

Ce criterie de proximite par rapport au joint d'un circuit de voie est utilise pour passer de CML ou CMP en CMCC-PA.

calcul de l'erreur de localisation:

En considerant qu'il y aura une balise tous les 500m, qu'il n'est pas tolere de manquer deux balises consecutives, que l'erreur d'etalonnage et de glissement est inferieure a 1%, l'erreur maximale de localisation au droit du signal se trouve limitee a 10 metres.

- toujours dans le même contexte d'exploitation, lorsque le train veut penetrer en canton occupe, le controle de vitesse doit recevoir une demande: dans le cas de la ligne A, la demande vient du conducteur par l'information non securitaire 'vigilance'. La demande est effectuée a l'arret a proximite du signal ferme.

Aucune des conditions n'a besoin d'etre traitee en securite car

\* si le signal est ouvert, le passage en CMP va etre plus restrictif que la marche autorisee;

\* si la proximite est mal definie, donc si le train est tres en amont du signal, la CMP va imposer une vitesse plus restrictive que la normale;

\* si l'arret n'est pas respecte, deux cas sont possibles: soit la vitesse est superieure a la vitesse plafond, et la CMP demandera le freinage d'urgence, soit la vitesse est inferieure a la vitesse plafond, ce qui est de toute facon considere comme non dangereux en CMP.

\* le seul element important dans le passage de CMCC-PA en CMP est la libération du controle de franchissement du joint associe au signal. Cette libération est commandee par une information de 'vigilance' non securitaire. En dessous de la vitesse plafond de la CMP, la surveillance du controle de franchissement n'est plus securitaire.

\* il faut examiner le criterie de proximite du signal utilise pour liberer le controle de franchissement: le conducteur est sense maintenir la demande pendant le franchissement du signal (reglementairement et fonctionnellement). Or il faut que la demande parvienne au controle avant que le controle estime le joint deja franchi, sinon un freinage d'urgence sera demande. On se trouve donc avec la contrainte suivante: l'erreur de localisation au droit d'un joint (majorant l'abscisse reelle) doit etre inferieure a la distance qui separe le joint du signal. Ceci impose une contrainte sur l'implantation des balises:

La distance separant le signal du joint donne une borne maximale absolue de l'erreur de localisation du train. Avec une imprecision relative de localisation de 1% sur la distance, la frequence des balises de recalage se deduit facilement compte tenu de la distance separant chaque signal de chaque joint (distance theoriquement esale a 21 metres).

- l'etat des signaux est souvent necessaire pour se deplacer dans le graphe.

\* transition CML vers CMCC-PA et CMP vers CMCC-PA:

l'information d'etat ouvert du signal n'a pas besoin d'etre traitee en securite car si on passe par erreur en CMCC-PA alors que le signal est ferme, le controle de vitesse va imposer la vitesse nulle.

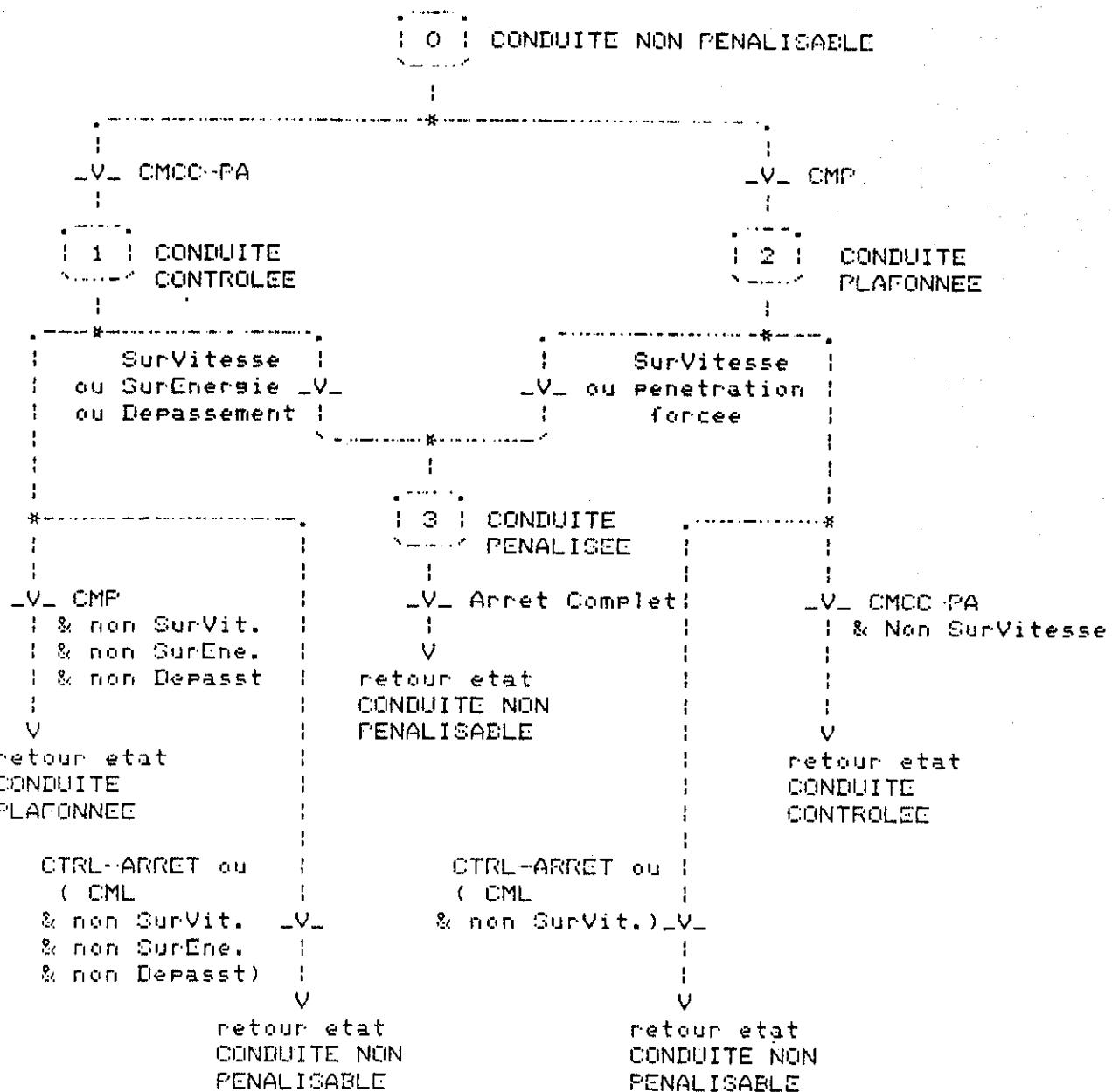
\* transitions CML vers CMP et CMCC-PA vers CMP:

l'information d'etat ferme du signal n'a pas besoin d'etre traitee en securite car si on passe par erreur en CMP, la vitesse est plafonnee a 30 km/h et le PA interdit.

\* transition CML vers INIT-ARRET:

l'information d'etat ouvert du signal au pied duquel le train s'initialise, doit etre traitee en securite car elle n'est pas verifiee par le traitement INIT-ARRET.

A343 Graphie "Penaliser la conduite"



A344 Graphe 'Detector Defaut Freinage'

0 FU CORRECT

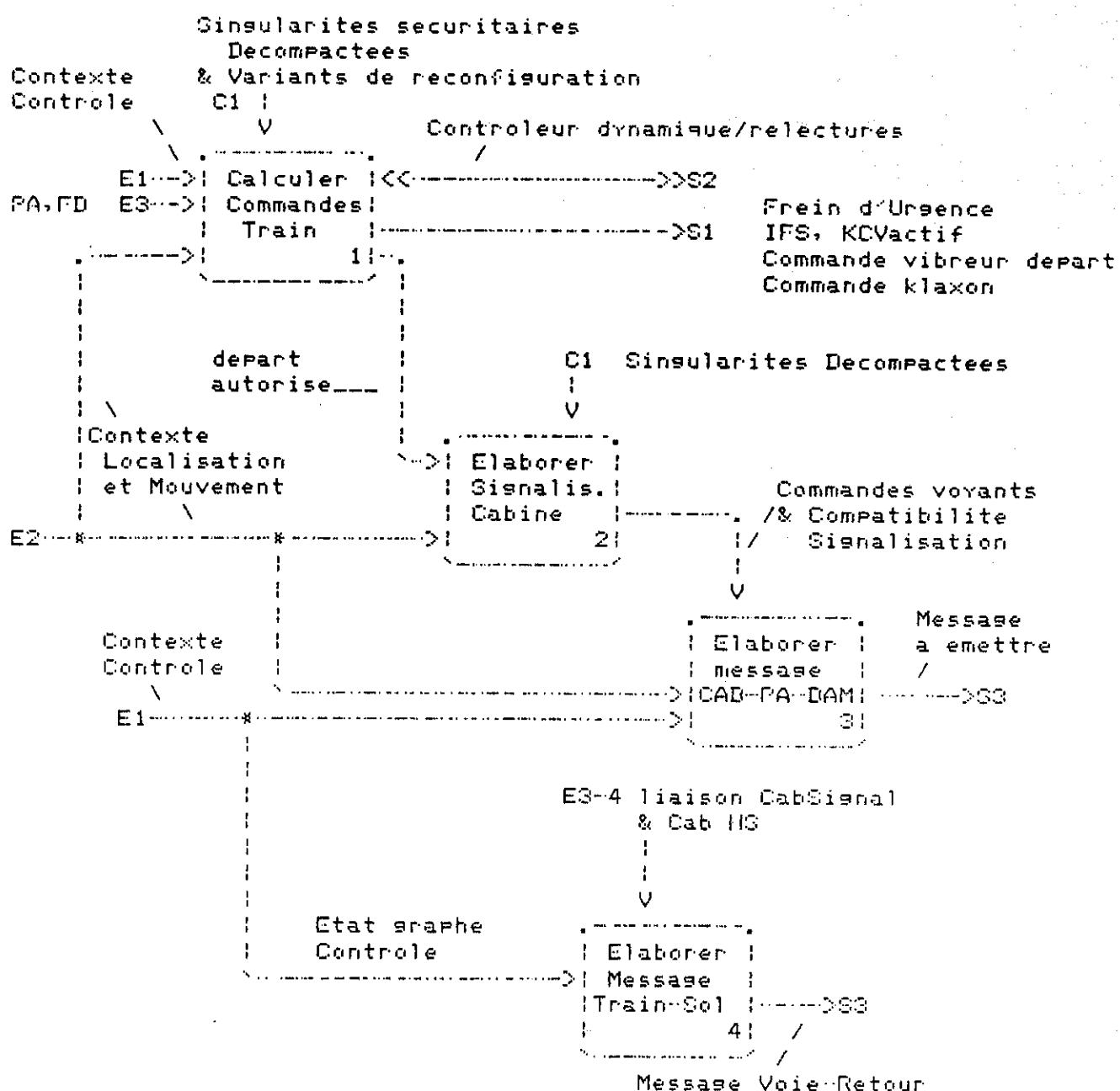
V\_ Depassement  
& non Reduction  
Point But

1 DEFAUT FU

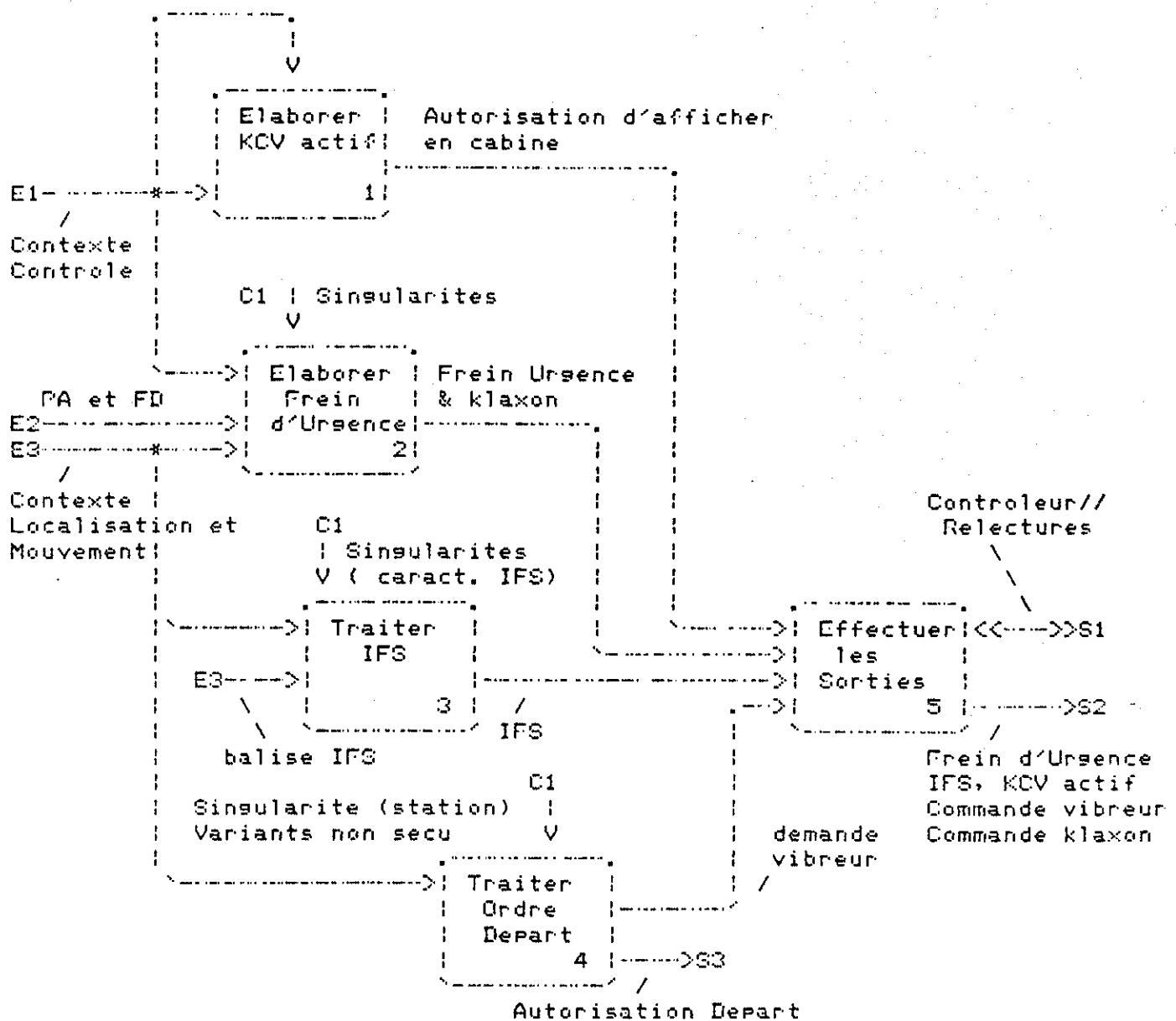
Ce graphe est charge de detecter les defauts eventuels du freinage d'urgence. Dans un tel cas il sera interdit de conduire en Pilote automatique.

La methode utilisee pour trouver ce defaut, n'est pas absolue. Ceci n'est possible qu'en CMCC-PA. Il s'agit de scruter les cas de depassements de Points d'arret: si un depassement a lieu alors que le Point d'arret etait parfaitement etabli avant que le train ne soit entre dans la zone de freinage, c'est qu'un defaut a lieu, sinon, s'il s'agit d'un Point d'arret soudain (variants non rafraichis et mis a l'etat restrictifs pas exemple), aucune conclusion n'est deduite.

#### A4 Assurer les fonctions de service



#### A41 Calculer les commandes train



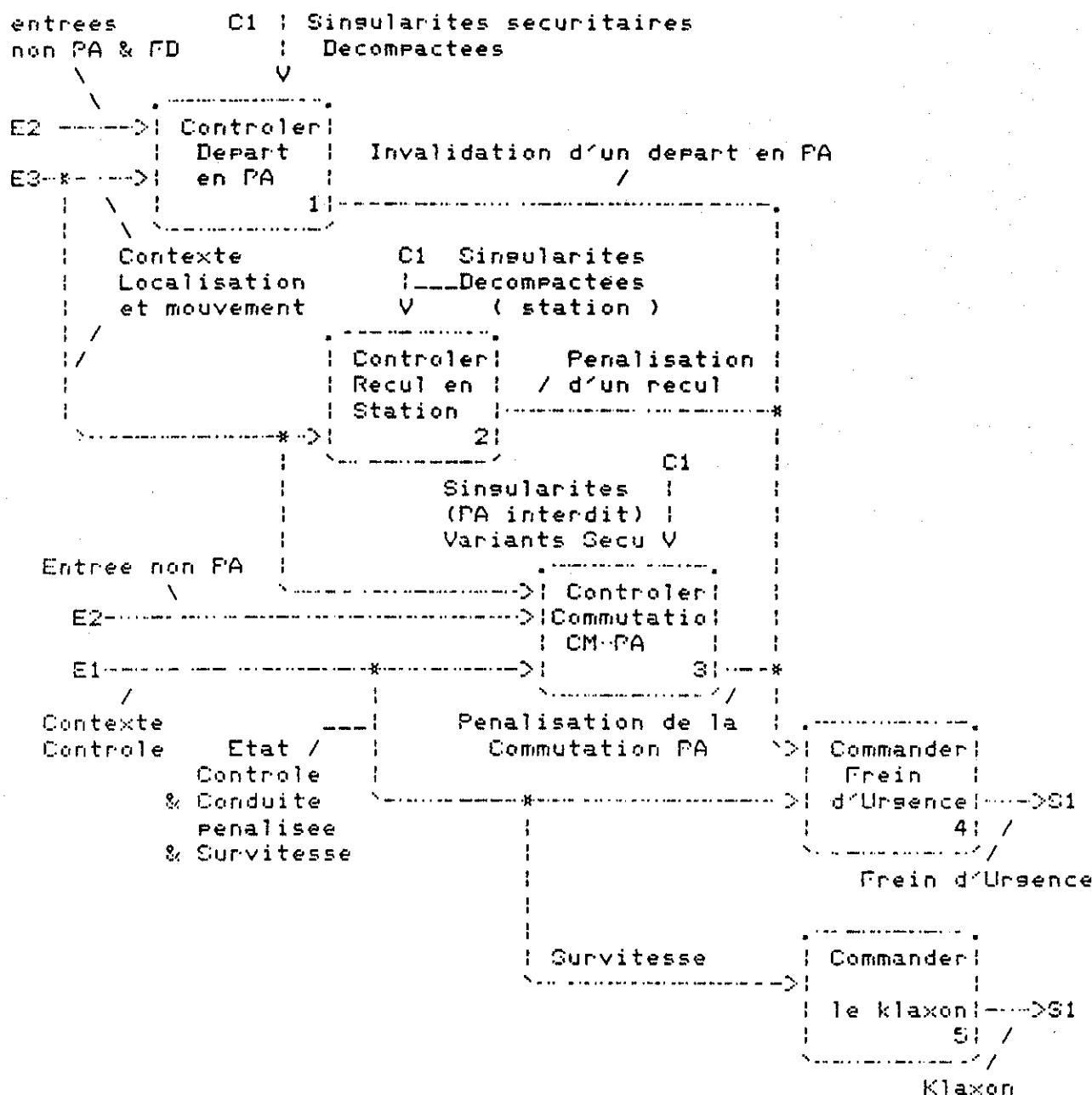
A411 Elaborer KCV actif.

L'état "KCV actif":

L'état "KCV actif" sert à rendre le Cab\_Signal opérationnel, il est positionné lorsque le graphe de la fonction "contrôler" est dans les états suivants: INIT\_ARRET, CMCC-PA, CMP.

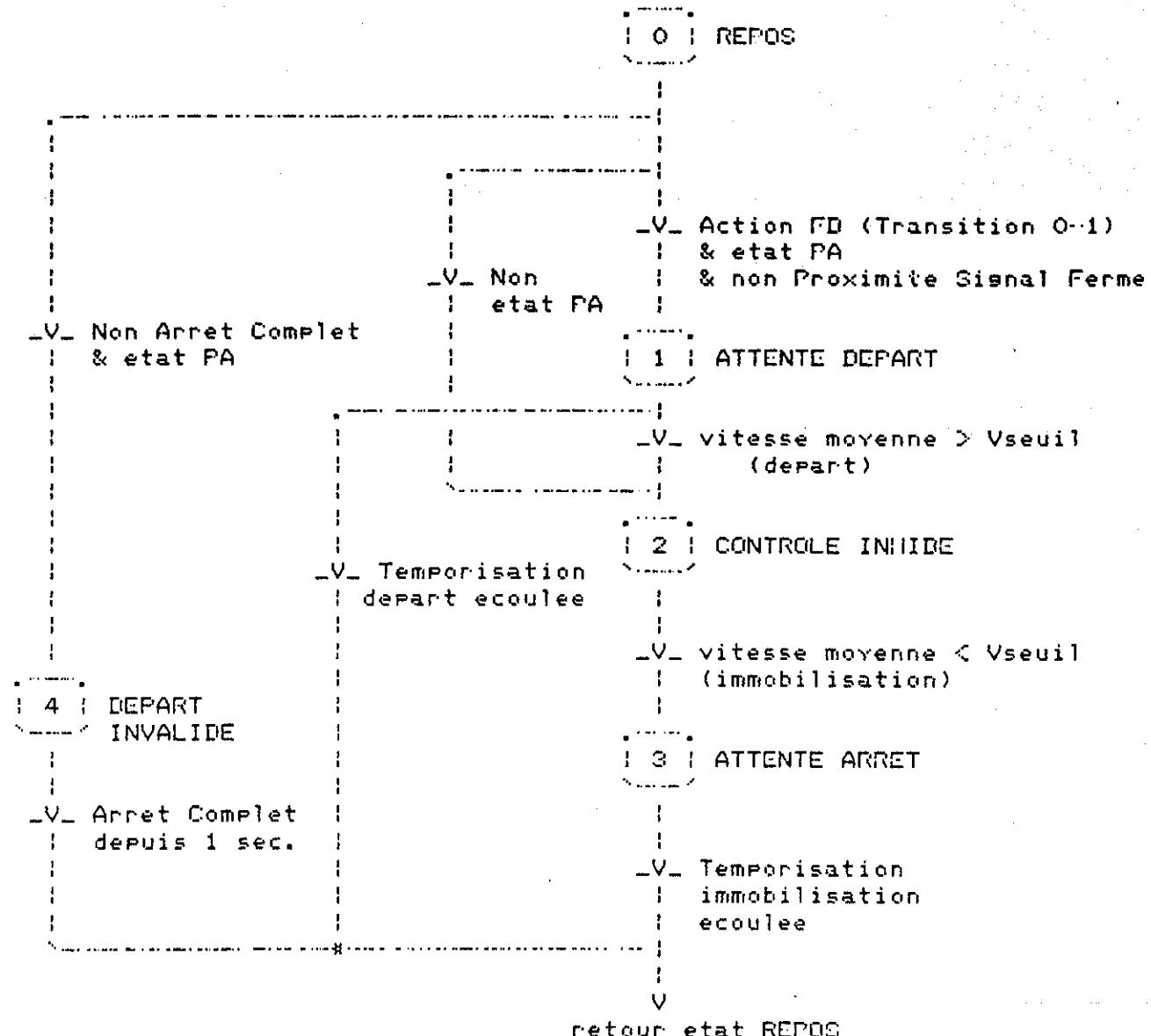
C'est une sortie sécuritaire qui contrôle l'alimentation du cab-signal pour éviter un affichage incohérent alors que le contrôle n'est pas en fonction (CTRL-ARRET, CML): le visucab est traité fonctionnellement, il est donc possible qu'un mauvais affichage advienne et qu'il incite le conducteur à une vitesse trop élevée; l'information KCVactif empêche que cette situation se produise alors que la conduite n'est pas contrôlée.

#### A412 Elaborer le frein d'urgence



A4121 Graphe 'Depart en PA'

Ce graphe assure le controle du demarrage du train en mode PA.



A4122 - Graphe 'Recul en station'

0 | REPOS

| Localise en station  
LV & Recul > 1 metre

Ce graphe permet de déclencher le frein d'urgence lorsque le train recule en station. On note cependant que dès que le train s'arrête, le frein d'urgence est relâché, cela peut entraîner plusieurs reculs successifs, après lesquels la localisation s'invalide, et le conducteur devient seul maître de la décision à adopter.

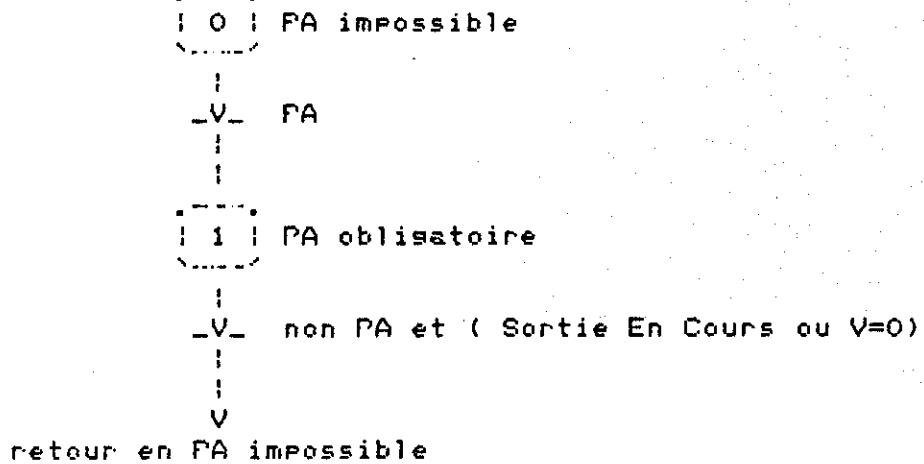
1 | RECUL EXCESSIF

LV Arret Complet

Ce graphe n'est pas exécuté en sécurité.

retour en état repos

A4123 Commutation CM-PA



Ce graphe est parcouru de façon sécuritaire, sauf pour les informations V=0 et SORTIE EN COURS

Lorsqu'on est en place 1 (PA obligatoire), le booleen 'Penalisation de la commutation CM-PA' est positionné dans les cas suivants:  
non PA  
ou CTRL-ARRET  
ou CML  
ou CMP  
ou DEFAULT FU  
ou PA interdit

A4124 - Commander le frein d'urgence

Dans tous les cas suivants, en absence d'ARRET COMPLET, on commande le frein d'urgence:

graphie 'Controler':  
etat CTRL-ARRET

graphie 'Penaliser la Conduite'  
etat CONDUITE-PENALISEE

boolean 'Penalisation de la commutation PA'  
issu du graphie 'Commutation CM-PA'.

graphie 'depart en PA':  
etat DEPART INVALIDE

graphie 'Recul en Station':  
etat RECUL EXCESSIF

A4125 Commander le klaxon

Dans tous les cas de survitesse, on commande le klaxon pendant 10 secondes.

A413 Traiter IFS      Inhibition du Frein de Secours

L'inhibition du frein de secours (non securitaire):  
L'IFS est delivree par KCV sous la forme d'une impulsion de 1 cycle  
processus de duree et suivant 2 possibilites:  
- au franchissement d'une balise d'IFS quel que soit l'état de la  
localisation du train,  
- au franchissement d'une singularité decrite dans les invariants, ce  
qui suppose la localisation valide.

A414 Traiter Ordre Depart

Elaborer l'ordre de départ du train en station:  
Il s'agit de 2 informations distinctes:

- l'information "départ autorisé" est fournie lorsque le train est à  
l'arrêt en station et qu'il reçoit un ordre de départ en mode souple ou  
impératif. Cette information est émise sur la liaison CAB-PA-DAM à  
destination du conducteur ou du PA suivant le mode de conduite. Cette

information est conservée jusqu'au prochain arrêt du train.

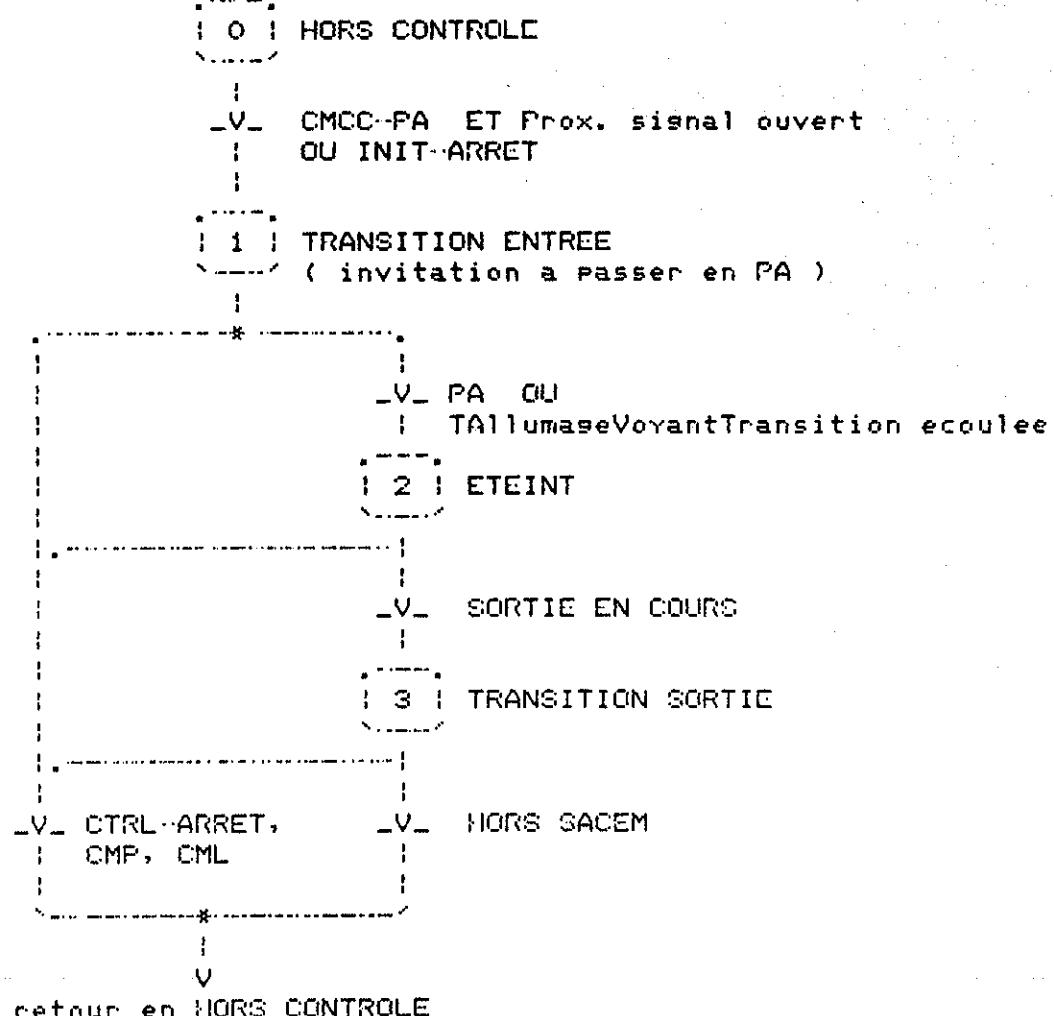
-l'actionnement des vibreurs lorsque le train est à l'arrêt en station et qu'il reçoit un ordre de départ en mode impératif. Cette fonction doit être assurée même sans le cab signal, c'est une sortie directe du processeur. Cette information est saillante présente pendant 1 cycle processus.

A42 Traiter Signalisation en cabine.

La signalisation en cabine (Cab-Signal) est active lorsque l'état 'KCV actif' est permis (vrai):

Le KCV prépare les informations nécessaires à l'affichage par le Cab-Signal. Le Cab-Signal interprète ensuite ces informations pour servir l'affichage.

A421 Graphe ' Voyant Entrée/ Sortie SACEM'



Ce graphe est parcouru de façon non sécuritaire.  
Constante TA11umageVoyantTransition = 10 secondes

#### A422 Compatibilite avec la signalisation laterale

A proximite de chaque signal non annule, il faut determiner si celui-ci presente un aspect de ralentissement afin que le Cab-Signal reste en harmonie avec la signalisation. Ceci est obtenu en regardant l'etat du signal aval ou du 2eme signal en aval (cas de l'aspect 'Avertissement Clignotant').

A43 Elaborer le message CAB, PA, DAM

Le message a destination du Cab-Signal, du PA et du DAM est elabore par chacune des taches (Entree, Localisation, Controle, Services). Son contenu est specifie dans le chapitre V.

A44 Elaborer le message voie retour Train-Gol

Le message emis sur la voie retour Train-Gol possede deux contenus informationnels possibles (Cf chapitre III) :

- A l'etat 'delocalise', un message non securitaire d'identification du train est envoye: il contient une date synchrone des cycles processus.

- A l'etat 'localise', un message securitaire 'train-sol' est envoye: il contient l'ordre d'annulation de la signalisation devant le train. Cet ordre est elabore suivant les modes de controle, l'etat du Cab-Signal et le defaut FU (cf A342). Il contient de plus le numero du train ainsi que sa mission. Ces deux dernieres informations ne sont pas securitaires.

## 2.2.-Organisation temps reel des taches

Trois niveaux de priorites sont geres pour activer les differentes taches a executer. Le choix des differentes taches a lancer, et la gestion des contextes sont assures par un sequenceur.

Au reset calculateur l'initialisation de toutes les taches est lancee, puis le sequenceur est active toutes les 2 ms; il sauvegarde alors le contexte de l'operation en cours, et actualise un compteur d'interruption. Le compteur s'incremente modulo le nombre d'interruptions fixe pour le cycle de controle.

Lorsque le contexte de l'operation en cours est rance, le sequenceur scrute une a une les taches immediates (niveau de priorite 1) pour les lancer si il y a lieu. Lorsque toutes les taches de niveau 1 ont ete lancees, trois situations peuvent se presenter:

- le compteur a la valeur qui correspond au lancement de la tache de controle (niveau de priorite 2): le contexte du controle est lance;
- le compteur presente une valeur differente, mais le controle n'est pas termine: restitution du contexte du controle en cours;
- le compteur presente une valeur differente, et le controle est termine: restitution du contexte de la tache de fond.

Toute tache de niveau 1 ne peut s'activer qu'a des instants multiples de 2 ms. Toute tache de niveau 2 ne peut s'activer qu'immédiatement apres la fin d'execution des taches de niveau 1. La tache de fond doit boucler sur elle même pour decider du travail qu'elle doit executer.

JEUMONT-SCHNEIDER

CGEE

INTERELEC

Chapitre III : Description des  
entrees sorties

NT/85.LA.036

PAGE

11

## CHAPITRE III

EDITION

ICG. 30/01/86

Specification technique

## III. DESCRIPTION DES ENTREES-SORTIES

- 3.1.-Les entrees tout ou rien (securitaires et non securitaires)
- 3.2.-Les entrees securitaires serie
- 3.3.-Les entrees particulières "roue phonique" et "type materiel"
- 3.4.-L'entree serie non securitaire
- 3.5.-Les sorties tout ou rien
- 3.6.-Les sorties securitaires serie
- 3.7.-La sortie non securitaire serie

## Bibliographie

|  |   |              |
|--|---|--------------|
| Prototype SACEM embarque module KCV                  | : | NT/84.40.103 |
| Notice descriptive CKD01 (contrroleur dyn)           | : | NT/83.40.074 |
| Notice descriptive CSS01 (sortie secu. tout ou rien) | : | NT/83.40.080 |
| Notice descriptive CCP01 (tout ou rien non secu.)    | : | NT/84.40.102 |
| Notice descriptive CES01 (entrees securitaires)      | : | NT/83.40.079 |
| Notice descriptive CTRO1 (tachymetrie)               | : | NT/84.40.096 |
| Notice descriptive CRB01 (balise Ponctuelle)         | : | NT/83.40.075 |
| Notice descriptive CERO1 (emission reception)        | : | NT/83.40.077 |
| Notice descriptice CCS01 (coupleur serie)            | : | NT/84.40.082 |

### III. DESCRIPTION DES ENTREES SORTIES

#### 3.1.-Les entrees tout ou rien (securitaires et non securitaires)

On les groupe en 2 catégories :

- les etats du train :

- \* cabine active (2 entrees securitaires)
- \* longueur du train (2 entrees securitaires)
- \* controle arret du train (non securitaire)

- les ordres issus de la cabine active

- \* mode de conduite (securitaire)
- \* bouton depart FD (rearmement du FU) (securitaire)
- \* vigilance Penetration canton occupe (non securitaire)
- \* non fermeture depart (non securitaire)

Remarque :

Pour etre complet, il convient de signaler une information tout ou rien transmise via la liaison serie cab-signal non securitaire :

- etat du cab-signal (en service ou hors service)

##### 3.1.1.-Cabine active

Qu'il s'agisse du cas d'un equipement KCV serant une cabine ou du cas d'un equipement serant 2' cabines, il est necessaire de disposer des deux informations securitaires "cabine 1 active" et "cabine 2 active" au niveau de chacun des equipements KCV pour connaitre le sens de marche (avant/recul) en fonction du sens de rotation des roues.

Ce sont des informations exclusives, elles sont conditionnees par la validation de KCV (interrupteur KCOVT). Une cabine est active quand le commutateur "cle C" est en position CM ou PA (cas du materiel MS61) ou a la prise de l'ose (cas du materiel MI84).

##### 3.1.2.-Basculeur(s) d'extremite

Ces informations designent l'extremite se trouvant en queue ou en tete du train (basculeur d'extremite ferme). Lorsqu'une cabine est active le basculeur correspondant doit etre ferme et donner une information positive.

Ces informations ne sont nécessaires que si l'on traite la télé-initialisation d'un équipement KCV par un autre équipement afin de distinguer un élément de queue d'un élément intermédiaire et de connaître la cabine se trouvant en extrémité de cet élément.

Dans le cadre de l'application présente de la ligne A, ces informations ne sont pas utilisées directement par les équipements KCV car la télé-initialisation n'est pas envisagée. Elles sont uniquement utilisées pour la mesure de la longueur du train.

Remarque sur la sécurité des basculeurs : l'hypothèse de sécurité repose d'une part sur le non chevauchement des deux contacts d'un même basculeur et d'autre part sur le fait qu'un mauvais fonctionnement d'un basculeur empêche l'établissement continu des lignes de train d'un élément à l'autre et supprime tout fonctionnement possible du train.

### 3.1.3.-Longueur du train

La transmission inter-équipement n'étant pas disponible (pas de télé-initialisation) et le nombre maximal d'éléments étant égal à 3, on utilise 2 entrées sécuritaires tout ou rien exclusives fournissant les informations :

- 1 élément
- 2 éléments
- 3 éléments fourni par l'absence des 2 précédentes.

(La mesure de la longueur du train est effectuée par cablage utilisant les basculeurs d'extrême et les informations de cabine active. La mesure de cette longueur est faite suivant des hypothèses de panne conduisant à majorer la mesure de cette longueur. Cette mesure sera donc utilisée pour l'élaboration du domaine de sécurité (CMC, FA) de la façon suivante:

Le respect des points d'arrêt et des limitations de vitesse en aval du train est assuré en prenant en compte le profil de pente penalisaient dit compensée qui permet de considérer le train comme une masse ponctuelle. Le profil compensé peut être déterminé de différentes manières : ici, on choisira de déterminer le profil compensé en décalant les augmentations de pente d'une longueur maximale de train (tout type de train confondu), alors que les réductions de pente ne seront pas décalées. Le respect des limitations de vitesse sous le train est assuré en prenant la mesure de la longueur du train.

\* Le changement de sens de marche (changement de cabine) ne peut pas être contrôlé en sécurité par KCV. Il ne peut se faire que par une phase de conduite manuelle libre suivie d'une re-initialisation de la localisation de SACEM.

\* L'autorisation d'ouverture des portes en station par KCV ne

peut assurer une disponibilite totale. En effet, un train court arrete en conduite manuelle en debut de station peut se voir interdire l'ouverture des portes si sa lonsueur est supposee maximale. Cette fonction n'est pas assuree sur la ligne A.

#### 3.1.4.-Contrôle arret du train

C'est une information non securitaire qui est vraie lorsque le train est a l'arret ou a tres faible vitesse (< 3km/h). Cette information est destinee a fournir une redondance avec la roue phonique a l'arret, permettant de detecter ainsi le blocage complet de l'essieu de celle-ci.

#### 3.1.5.-Commutation roue phonique

Ce sont deux informations issues de chacune des cabines actives et qui assurent la commutation de la roue phonique sur l'equipement KCV associe a la cabine active. Si les deux cabines sont inactives, la roue phonique reste commutee sur la dernière cabine desactivee. Cette disposition n'existe pas pour le materiel MS61 ou il existe 1 seul equipement KCV par roue phonique.

Dans le cadre de l'application ligne A, ces informations ne sont pas utilisees directement par le KCV.

#### 3.1.6.-Modes de conduite

Dans le cas general, on prevoit d'affecter une entree securitaire pour la selection de chaque mode de conduite par le conducteur:

- CML = conduite manuelle libre
- CMP = conduite manuelle plafonnee
- CMG = conduite manuelle de garage
- CMC = conduite manuelle controlee
- PA = pilotage automatique. Cet etat eventuellement est pris par defaut lorsque aucun autre mode de conduite n'est actif.

Dans le cadre de l'application "ligne A", un commutateur permet de distinguer le mode PA des autres modes de conduite (CML, CMP, CMC). La signification de l'entree tout ou rien est la suivante:

non PA = 1 : conduite manuelle (CML, CMP, CMC)

non PA = 0 : pilotage automatique

Le passage entre les differents modes de conduite manuelle est effectue automatiquement par la logique interne au KCV.

### 3.1.7.- Bouton depart "FD" ( rearmement FU)

Le bouton depart "FD" est la seule commande dont dispose le conducteur pour faire demarrer le train suite a un arrêt quel que soit l'origine de l'arrêt.

C'est une entree securitaire assurant, lorsqu'elle est présente, le retour a l'état non FU apres survitesse. Cette opération doit se faire a vitesse nulle. Lorsque l'équipement securitaire est en defaut, elle permet alors le rearmement du contrôleur dynamique.

L'information bouton depart "FD" est fournie par la fermeture d'un contact de relais note RVD. Ce contact est établi lorsque les portes sont fermées a l'expiration d'un délai apres appui sur le bouton de fermeture. L'information bouton depart "FD" est utilisée par la fonction "Contrôler le départ en PA" pour garantir que les portes sont effectivement fermées.

Cette information est associée a une information complémentaire non securitaire appellée "non fermeture départ" qui permet de filtrer les changements d'état intempestifs.

### 3.1.8.-Visialance Penetration sur canton occupe

C'est une entree non securitaire : une transition (0-1) détectée alors que le train est arrêté a proximité d'un signal fermé mais franchissable, permet au conducteur de penetrer sur canton occupé en conduite manuelle plafonnée. (passage en CMP). La transition permet de détecter le bouton coincé.

## 3.2.-Les entrees securitaires serie

Elles regroupent :

- la transmission continue sol-train
- la transmission ponctuelle sol-train (balise)

## 3.2.1.-La transmission continue sol-train

C'est une transmission par paquets elementaires de 80 bits utiles. Chaque paquet est envoyé precedé de 4 bits d'en tête servant à la synchronisation et dont la configuration ne peut pas se retrouver parmi la partie utile. Un paquet élémentaire constitue un élément informationnel de transmission permettant de créer divers types de messages. Afin de situer les différents messages de la transmission continue par rapport à l'ensemble des messages de SACEM, on dresse le tableau suivant en notant par "\*" les messages non concernés par la transmission continue sol-train.

|                 |   |
|-----------------|---|
| 00              | 0 message d'initialisation  |
| 1court --->     | 1 variants sol-train  |
| Securitaire --- | 1 2 * voie retour train-sol<br>1 3 ** variants inter-equipement sol-sol     |
| 1 --->          | 0 invariants de contrôle  |
| 1long --->      | 1 modifications temporaires et indice<br>1 2 * message inter-equipement KCV |
| 1 --->          | 0 synchro date  |
| 1court --->     | 1 ordre sortie SACEM  |
| Non securitaire | 1 2 ordre de départ<br>1 3 ordre de régulation                              |
| 1 --->          | 0 invariants de mission   |

(\*) : message KCV n'appartenant pas à la transmission sol-train.

(\*\*) : message ne concernant pas KCV ni la transmission sol-train.

## 3.2.1.1. Structure d'un element de 80 bits

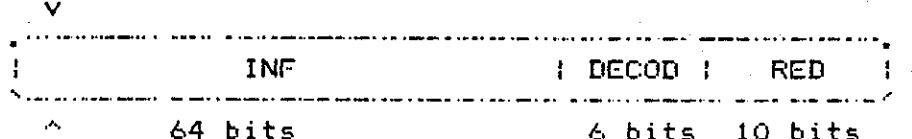
On distingue 3 parties :

- INF : partie information utile de 64 bits,
- DECOD : partie decodage de 6 bits,
- RED : partie redondance utilisee pour la correction eventuelle des 80 bits, (soit 10 bits).

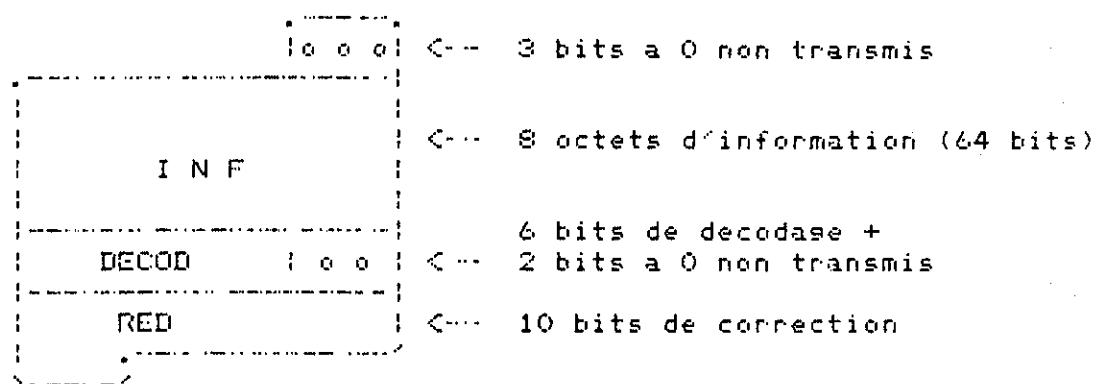
Chaque element de 80 bits complete par 5 bits nuls, constitue un mot de code C(85, 75).

\*\* Format de transmission :

1er bit  
transmis



Format reconstitue du mot du code en memoire:



Les 10 bits de redondance sont determinees a l'aide du polynome generateur suivant qui permet la correction d'un paquet de 4 bits.

$$G(x) = x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + 1$$

$$= 2651 \text{ (octal)}$$

Les 6 bits de DECOD contiennent les informations suivantes :

5 4 3 2 1 0

— 1 —

111 -

bits poids faibles date d'elaboration

— 1 —

00 : message count

01 : message lens (1st element)

10 : message long (element intermédiaire)

10 : message long (élément intermédiaire)

— 1 —

i : securitaire

O : non securitaire

Les bits de poids faibles de la date d'élaboration permettent de retrouver la date exacte servant au décodage du message complet si celui-ci est date. Dans le cas des messages longs, ceux-ci sont transmis sur plusieurs éléments.

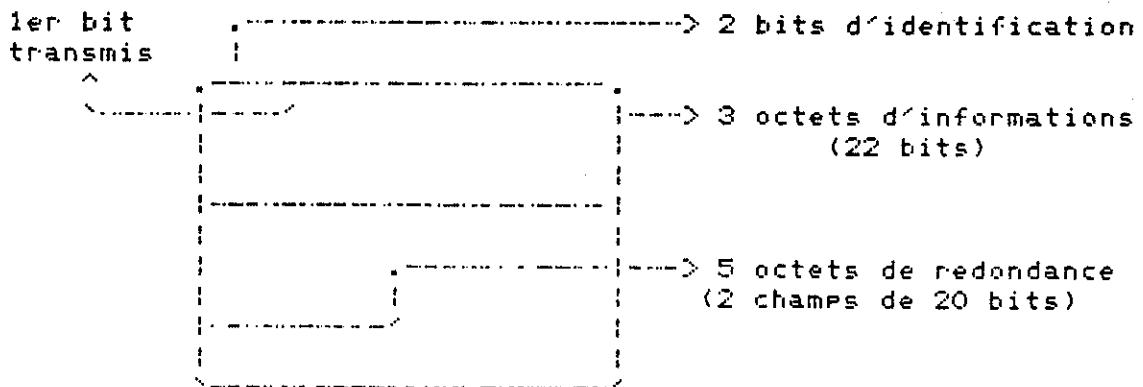
## 3.2.1.2.-Structure d'un message court securitaire

Un message court est constitue d'un seul element de 80 bits. Cette structure regroupe les messages de variants de controle et les messages d'initialisation. Dans INF, 2 bits permettent d'identifier le message court :

00 = message d'initialisation  
01 = variant sol-train  
10 = voie retour train-sol (pour memoire)  
11 = variant sol-sol (pour memoire)

INF contient en outre une partie informationnelle et une partie redondance qui est la somme de controle des informations une fois decompressées.

La structure de INF est donc la suivante



## a) Les variants sol-train :

Leur structure informationnelle est banalisee. Il n'existe qu'un seul message de variants (22bits) par troncon de transmission. Celui-ci est reopee periodiquement et a chaque changement d'état. L'utilisation des variants est faite par consultations des invariants de controle associes. Leur caractere securitaire necessite un marquage de l'information codee fonction de l'adresse et de la date d'elaboration.

Soient les definitions suivantes:

Var[i].c = code de chaque variant pour i=1 a 22,

Troncon.c = code du troncon des variants,

Date.c = code de la date d'elaboration du message de variant,

Teta = constante multiplicative,

alors la somme de controle (modulo la cle du code) du

JELUMONT-SCHNEIDER

CSEE

INTERELEC

Chapitre III : Description des  
entrees sorties

NT/85.LA.036

PAGE 1 111

message de 22 variants s'exprime par:

$$S = \sum_{i=1}^{i=22} \text{Var}[i].c * \text{Teta}^{24-i} + (\text{Troncon}.c * \text{Teta}) + \text{Date}.c$$

NB - Le numero de troncon est pris sur 16 bits, les 6 bits de poids faibles etant mis a 0.

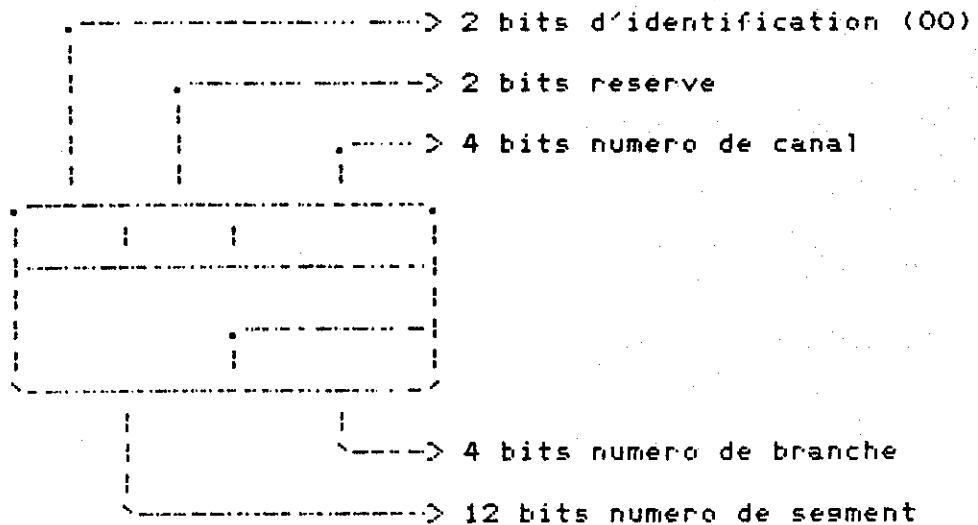
EDITION

ICG.00/01/86

Specification technique

## b) Les messages d'initialisation :

Le caractere securitaire de ces messages est assure a l'aide du marquage par le code de la date du dernier equipement embarque se trouvant sur la zone d'initialisation. Leur structure informationnelle est la suivante :



La partie controle est obtenue par la somme de controle des differentes informations une fois decompressees suivant le meme principe que les variants.

Soient les definitions suivantes:

TronconInit.c = code du numero de troncon (deduit du no segment),

SegmentInit.c = code du numero de segment,

BrancheInit.c = code du numero de branche,

CanalInit.c = code du numero du canal de transmission,

Date.c = code de la date propre de l'equipement embarque,

alors la somme de controle s'exprime par:

$$\begin{aligned}
 S = & ( \text{TronconInit.c} * \text{Teta} ) + ( \text{SegmentInit.c} * \text{Teta} )^4 \\
 & + ( \text{BrancheInit.c} * \text{Teta} )^2 + ( \text{CanalInit.c} * \text{Teta} ) + \text{Date.c}
 \end{aligned}
 \quad \begin{matrix} 4 & & 3 \\ & 2 & \\ & & \end{matrix}$$

## 3.2.1.3. Structure d'un message long securitaire

Un message long est constitue de 2 a 8 elements de 64 bits utiles, il represente un ensemble de 512 bits ou les elements nuls ne sont pas transmis. Les elements a 0 sont places en tete; on obtient alors le schema suivant:

|                       |   |   |
|-----------------------|---|---|
|                       | 0 | 0 |
|                       | 0 | 1 |
|                       | 0 | 2 |
| 1er<br>element-->     | 0 | 3 |
| transmis              |   | 4 |
|                       |   | 5 |
|                       |   | 6 |
| dernier<br>element--> |   | 7 |

Le 1er element non nul contient un bit a 0 en tete pour former des codes BCH en  $2^{n-1}$  bits. Les 3 bits suivants indiquent la nature du message long.

000 = invariants de controle

001 = modifications temporaires

[010 = message inter-equipement (pour memoire)]

011 a 111 = non utilises.

Le dernier element de 64 bits contient la signature de protection des informations decomprimees (48 bits) et la partie redondance du code cyclique C (511-492) de 19 bits (tronquee a 16 bits), permettant la detection immediate des erreurs de transmission afin d'eviter que celles-ci se propagent dans le processeur. Le code cyclique de protection est un code BCH C (511-492) dont les puissances successives des racines primitives du polynome generateur sont  $P = 0, 1, 3$ . Le polynome generateur vaut:

$$\begin{aligned}
 G(x) = & x^{19} + x^{18} + x^{16} + x^{15} + x^{13} \\
 & + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^6 \\
 & + x^4 + x^3 + x^1 + x^0 \\
 & + x^{-1} + x^{-4} + x^{-6} \\
 = & 3337133 \text{ (octal)}
 \end{aligned}$$

## a) Les messages d'invariants de contrôle : (cf chapitre 4)

Les invariants de contrôle ne font l'objet d'aucun marquage de datation de la partie redondance, leur validité étant assurée par l'indice inclus dans le calcul de la somme de contrôle assurant la protection globale.

Le calcul de la somme de contrôle est effectué à la génération des invariants compactes, c'est-à-dire hors temps réel. Cette somme de contrôle porte sur les informations décompactées déduites à partir des informations compactées. Parmi ces informations décompactées figurent des résultats de précalcul effectués à partir de caractéristiques types connues à l'avance par le programme de décompactage en embarqué et par le programme de génération de la somme de contrôle hors temps réel.

Soient les définitions suivantes:

Invar[i].c = code de chaque invariant décompacté de rang  $i$ , chacun de ceux-ci étant marqué par:

- le code du numéro de version,
- le code de la branche où ils apparaissent,
- le code du numéro d'ordre sur la branche,

Cinv = code de marquage constant propre aux invariants, la somme de contrôle s'exprime par:

$$S = \sum_{k=1}^{k=n} (S \cdot \text{Invar}[i].c * \text{Teta}_i) + \text{Cinv}$$

## b) Les messages de modifications temporaires : (cf chap. 4)

Chaque message est relatif à un tronçon de transmission; il donne pour les 4 segments du tronçon:

- une limitation de vitesse ou l'absence de limitation de vitesse,
- l'indice des invariants à prendre en compte.

Sur chaque tronçon, on transmet une fois par cycle d'émission des invariants:

- un message de ce type par tronçons de transmission anticipés,
- le message propre aux tronçons de transmission.

Chaque message de ce type fait l'objet d'un marquage de la partie redondance par le code de la date d'elaboration. Le marquage par le code du numero de troncon est inutile car celui-ci apparait dans la partie information.

Le calcul de la somme de controle se fait a partir des informations decompaetees.

Soient les definitions suivantes:

Modif[i,j].c = code de l'information de modification temporaire de rans i relative au segment j.

Date.c = code de la date d'elaboration,

La somme de controle des 8 informations de chacun des 4 segments qui composent un troncon s'exprime par:

$$S = \sum_{j=1}^{j=4} \sum_{i=1}^{i=8} \text{Modif}[i,j].c * \text{Teta}^{(41-8*j-i)} + \text{Date}.c$$

\*\* Structure du message : voir Chapitre IV cf 4.4.

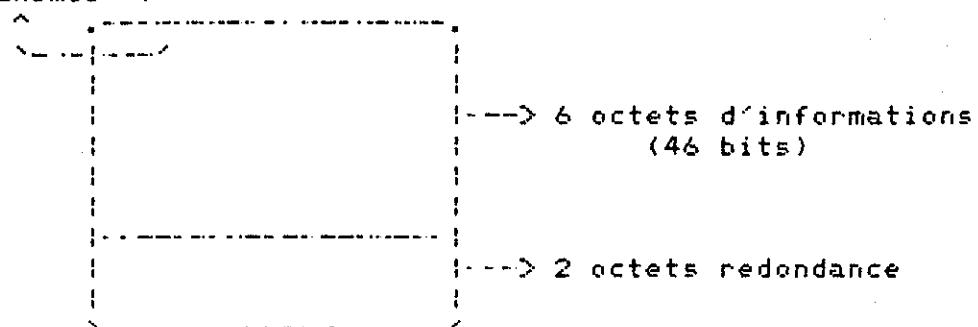
### 3.2.1.4. -Structure d'un message court non sécuritaire

Un message court non sécuritaire est constitué d'un seul élément de 80 bits. Cette structure regroupe les messages de synchro date, de sortie GACEM, les ordres de départ et de régulation. Dans INF, 2 bits permettent d'identifier le message court.

00 = synchro date  
01 = ordre sortie SACEM  
10 = ordre de depart  
11 = ordre de regulation

INF contient une partie informationnelle et une partie  
contrôle. La structure de INF est donc la suivante:

1er bit .----> 2 bits d'identification  
transmis |



Les 2 octets de redondance sont calcules a l'aide d'un code cyclique C (63-40) de 15 bits de redondance permettant la detection des erreurs de transmission. C'est un code BCH C(63-40) dont les puissances successives des racines primitives du polynome generateur sont  $P = 0, 1, 3, 21$ . Le polynome generateur vaut:

$$G(x) = \frac{15}{7}x^5 + \frac{13}{6}x^4 + \frac{12}{5}x^3 + \frac{11}{4}x^2 + \frac{10}{3}x + 1$$

Le contenu des 6 octets d'information dépend des 2 bits d'identification:

## a) Synchro date

|   |         |                          |
|---|---------|--------------------------|
| 1 | 0 0     |                          |
| 2 | reserve |                          |
| 3 |         |                          |
| 4 |         | Valeur Date transmission |
| 5 |         | sur 32 bits              |
| 6 |         |                          |

## b) Ordre sortie SACEM

|   |           |                            |
|---|-----------|----------------------------|
| 1 | 0 1       | Etats des 22 variants      |
| 2 |           | 0 = sortie                 |
| 3 |           | 1 = entree                 |
| 4 | reserve   |                            |
| 5 |           | Numero Troncon sur 10 bits |
| 6 | 1 reserve | (cadres en Poids Forts)    |

## c) Ordre de depart

|   |       |                                   |
|---|-------|-----------------------------------|
| 1 | 1 0 X | Code mission du train adresse     |
| 2 | X X X | (2 lettres codees sur 2 x 5 bits) |
| 3 |       | Numero du train adresse (1 a 99)  |
| 4 |       | 1er bit Pds Forts =               |
| 5 |       | depart en regulation souple       |
| 6 |       | 2eme bit Pds Forts =              |
|   |       | depart en regulation imperative   |

## d) Ordre de regulation

|   |       |                                   |
|---|-------|-----------------------------------|
| 1 | 1 1 X | Code mission du train adresse     |
| 2 | X X X | (2 lettres codees sur 2 x 5 bits) |
| 3 |       | Numero du train adresse (1 a 99)  |
| 4 |       |                                   |
| 5 |       | Ordre de regulation (3 octets)    |
| 6 |       |                                   |

JEUMONT-SCHNEIDER

NT/85.LA.036

CSEE

Chapitre III : Description des  
entrees sorties

INTERELEC

PAGE 1 181

Note:

La representation des caracteres sur 5 bits est assuree en retranchant la valeur 40H (hexadecimal) au code ASCII de chaque caractere. Ainsi, les lettres a, b, c, sont representees par les valeurs binaires 1, 2, 3, etc...

EDITION

Specification technique

09.01.1986

## 3.2.1.5.-Structure d'un message long non securitaire

=====  
Un message long non securitaire est constitue de 2 a 8 elements de 64 bits utiles, representant un ensemble de 512 bits ou les elements de 64 bits a zero ne sont pas transmis (cf 3.2.1.3. message long securitaire).

Le 1er element non nul contient un bit a 0 en tete pour former des codes BCH en  $2^{**n-1}$  bits. Les 3 bits suivants indiquent la nature du message long:

000 = invariants de mission (cf chapitre 4)  
001 a 111 non utilises

Le dernier element de 64 bits contient la partie redondance du code cyclique C(511-492) de 19 bits permettant la detection des erreurs de transmission. Ce codage est analogue a celui employe dans les messages longs securitaires mais la signature securitaire sur 40 bits n'existe pas; elle est remplacee par de l'information utile.

Les messages longs non securitaires ne sont pas traites par le KCV. Ils servent a la description des missions et des marches types a l'usage du PA.

## 3.2.2. La transmission ponctuelle sol-train

On distingue 3 types de balises :

- balise d'initialisation et d'etalonnage roue phonique
- balise de relocalisation
- balises non securitaires

## 3.2.2.1. Balise d'initialisation et d'etalonnage

Elle transmet :

- le numero de canal de la transmission continue sol-train,
- le numero de segment ou elle se trouve,
- le numero de branche sur le segment.

Il ne peut donc y avoir plus d'une balise d'initialisation par branche de localisation. Chaque balise d'initialisation est formee de 2 parties distinctes :

- une partie information (3 octets),
- une partie redondance (4 octets) donnant un code de validation du no de segment et de branche.



Chaque balise d'initialisation servant a l'etalonnage, celle-ci sont constituees de deux parties espacees d'une distance fixe de 17.4 metres (correspondant a une longueur de 29 octets de 0.6 metre) afin d'assurer une longueur d'etalonnage permettant d'obtenir une precision suffisante. La 1ere partie de la balise comprend 3 octets (c'est la partie information comprenant le no canal (1 octet) et le no segment-branche (2 octets)). La 2eme partie de la balise comprend la redondance tronquee a 32 bits (4 octets) en omettant les bits de poids forts. C'est le 1er octet de la 2eme partie de la balise d'initialisation qui sert de repere de calage. La 1ere partie d'une balise d'initialisation sert a initialiser la localisation en fonctionnel, celle-ci etant ensuite validee en securite a l'aide de la partie redondance.

Les balises d'initialisation servent a la relocalisation. En etat localise, seule la 2eme partie est utilisee et doit correspondre a la valeur memorisee dans les invariants. En cas de non validation (valeur de code discordante ou balise non vue), on perd la localisation.

-----> sens lecture balise

| info. |   |   |   | redondance |       |   |   |
|-------|---|---|---|------------|-------|---|---|
| ***** |   |   |   | *****      |       |   |   |
|       |   |   |   | 17.4 m     |       |   |   |
| V     | V | V | V |            | V     | V | V |
| debut | 1 | 2 | 3 |            | debut | 1 | 2 |
|       |   |   |   |            |       | 3 | 4 |
|       |   |   |   |            |       | V |   |

repere de calage

#### Schema physique d'une balise d'initialisation

##### 3.2.2.2.-Balise de relocalisation (ou de recalage)

Elles permettent le recalage de la localisation en confrontant la position du train à la lecture (roue phonique) et la position vraie de la balise donnée dans les invariants. On tolère de rater une balise de relocalisation.

Une valeur unique de 16 bits choisis dans une suite pseudo-aléatoire constitue le message commun à l'ensemble des balises de relocalisation.

1 1 1 0 0 . 0 1 0 0 . 0 1 1 1 . 0 1 0 1 | = 0475 (hexa)  
| = 142165 (octal)

Les balises de recalage sont constituées d'un seul bloc de 2 octets. C'est le 1er octet qui sert de repère de calage.

----> sens de lecture

| ***** |   |   |  |
|-------|---|---|--|
|       |   |   |  |
| V     | V | V |  |
| debut | 1 | 2 |  |
|       |   | V |  |

repere de calage

#### Schema physique d'une balise de relocalisation

##### 3.2.2.3.-Balises non sécuritaires

Les balises non sécuritaires sont constituées d'un seul bloc de 1 octet. Elles comprennent:

- les balises de recalage précis (code 23 decimal)
- les balises d'IFS (code 72 decimal)
- les balises de sortie SACEM (code 97 decimal)

### 3.3.-Les entrées particulières

### 3.3.1. La roue phonique

Le dispositif de mesure du mouvement du train est constitué d'une roue phonique montée sur un essieu soumis à des efforts de traction nuls et de freinage minimum. On se referera au chapitre 1.6 décrivant les principes de la localisation. A l'arrêt du train, l'indication délivrée par la roue phonique est redondée par l'information non sécuritaire "contrôle arrêt du train" afin de se protéger contre le blocage total de l'essieu sur lequel la roue phonique est montée.

La denture horloge comprend 100 dents auscultées par 3 capteurs C1, C2, C3 décalés de  $2\pi/3$ . Ces capteurs sont testables, ils fournissent les informations permettant la mesure du déplacement, la détermination du sens de marche et la détection de l'arrêt complet du train.

La denture pseudo-aleatoire fournit une redondance en identifiant la position de la roue. Le capteur C4 livre cette information sous la forme d'une séquence de 100 digits prélevée dans une séquence pseudo-aleatoire complète obtenue à l'aide du polynôme primitif  $G(x) = x^7 + x + 1$ .

\*\* Schema équivalent pour la génération de la séquence  
Pseudo-aléatoire:



## Definition de la denture aleatoire de la roue phonique :

| No. dent | contenu du registre 8 bits |     |
|----------|----------------------------|-----|
| 1        | 1 1 1 0 1 1 1 0            | 238 |
| 2        | 1 1 0 1 1 1 0 0            | 220 |
| 3        | 1 0 1 1 1 0 0 0            | 184 |
| 4        | 0 1 1 1 0 0 0 0            | 112 |
| 5        | 1 1 1 0 0 0 0 1            | 225 |
| 6        | 1 1 0 0 0 0 1 1            | 195 |
| 7        | 1 0 0 0 0 1 1 0            | 134 |
| 8        | 0 0 0 0 1 1 0 0            | 12  |
| 9        | 0 0 0 1 1 0 0 0            | 24  |
| 10       | 0 0 1 1 0 0 0 0            | 48  |
| 11       | 0 1 1 0 0 0 0 1            | 97  |
| 12       | 1 1 0 0 0 0 1 0            | 194 |
| 13       | 1 0 0 0 0 1 0 1            | 133 |
| 14       | 0 0 0 0 1 0 1 0            | 10  |
| 15       | 0 0 0 1 0 1 0 0            | 20  |
| 16       | 0 0 1 0 1 0 0 0            | 40  |
| 17       | 0 1 0 1 0 0 0 1            | 81  |
| 18       | 1 0 1 0 0 0 1 1            | 163 |
| 19       | 0 1 0 0 0 1 1 1            | 71  |
| 20       | 1 0 0 0 1 1 1 1            | 143 |
| 21       | 0 0 0 1 1 1 1 0            | 30  |
| 22       | 0 0 1 1 1 1 0 0            | 60  |
| 23       | 0 1 1 1 1 0 0 1            | 121 |
| 24       | 1 1 1 1 0 0 1 0            | 242 |
| 25       | 1 1 1 0 0 1 0 0            | 223 |
| 26       | 1 1 0 0 1 0 0 0            | 200 |
| 27       | 1 0 0 1 0 0 0 1            | 145 |
| 28       | 0 0 1 0 0 0 1 0            | 34  |
| 29       | 0 1 0 0 0 1 0 1            | 69  |
| 30       | 1 0 0 0 1 0 1 1            | 139 |
| 31       | 0 0 0 1 0 1 1 0            | 22  |
| 32       | 0 0 1 0 1 1 0 0            | 44  |
| 33       | 0 1 0 1 1 0 0 1            | 89  |
| 34       | 1 0 1 1 0 0 1 1            | 179 |
| 35       | 0 1 1 0 0 1 1 1            | 103 |
| 36       | 1 1 0 0 1 1 1 0            | 206 |
| 37       | 1 0 0 1 1 1 0 1            | 157 |
| 38       | 0 0 1 1 1 0 1 0            | 53  |
| 39       | 0 1 1 1 0 1 0 1            | 117 |
| 40       | 1 1 1 0 1 0 1 0            | 234 |
| 41       | 1 1 0 1 0 1 0 0            | 212 |
| 42       | 1 0 1 0 1 0 0 1            | 169 |
| 43       | 0 1 0 1 0 0 1 1            | 83  |
| 44       | 1 0 1 0 0 1 1 1            | 167 |

|    |         |         |     |
|----|---------|---------|-----|
| 45 | 0 1 0 0 | 1 1 1 1 | 79  |
| 46 | 1 0 0 1 | 1 1 1 1 | 159 |
| 47 | 0 0 1 1 | 1 1 1 0 | 62  |
| 48 | 0 1 1 1 | 1 1 0 1 | 125 |
| 49 | 1 1 1 1 | 1 0 1 0 | 250 |
| 50 | 1 1 1 1 | 0 1 0 0 | 244 |
| 51 | 1 1 1 0 | 1 0 0 0 | 232 |
| 52 | 1 1 0 1 | 0 0 0 0 | 208 |
| 53 | 1 0 1 0 | 0 0 0 1 | 161 |
| 54 | 0 1 0 0 | 0 0 1 1 | 67  |
| 55 | 1 0 0 0 | 0 1 1 1 | 135 |
| 56 | 0 0 0 0 | 1 1 1 0 | 14  |
| 57 | 0 0 0 1 | 1 1 0 0 | 28  |
| 58 | 0 0 1 1 | 1 0 0 0 | 56  |
| 59 | 0 1 1 1 | 0 0 0 1 | 113 |
| 60 | 1 1 1 0 | 0 0 1 0 | 226 |
| 61 | 1 1 0 0 | 0 1 0 0 | 196 |
| 62 | 1 0 0 0 | 1 0 0 1 | 137 |
| 63 | 0 0 0 1 | 0 0 1 0 | 13  |
| 64 | 0 0 1 0 | 0 1 0 0 | 36  |
| 65 | 0 1 0 0 | 1 0 0 1 | 73  |
| 66 | 1 0 0 1 | 0 0 1 1 | 147 |
| 67 | 0 0 1 0 | 0 1 1 0 | 38  |
| 68 | 0 1 0 0 | 1 1 0 1 | 77  |
| 69 | 1 0 0 1 | 1 0 1 1 | 155 |
| 70 | 0 0 1 1 | 0 1 1 0 | 54  |
| 71 | 0 1 1 0 | 1 1 0 1 | 109 |
| 72 | 1 1 0 1 | 1 0 1 0 | 218 |
| 73 | 1 0 1 1 | 0 1 0 1 | 181 |
| 74 | 0 1 1 0 | 1 0 1 1 | 107 |
| 75 | 1 1 0 1 | 0 1 1 0 | 214 |
| 76 | 1 0 1 0 | 1 1 0 1 | 173 |
| 77 | 0 1 0 1 | 1 0 1 1 | 91  |
| 78 | 1 0 1 1 | 0 1 1 1 | 183 |
| 79 | 0 1 1 0 | 1 1 1 1 | 111 |
| 80 | 1 1 0 1 | 1 1 1 0 | 222 |
| 81 | 1 0 1 1 | 1 1 0 1 | 189 |
| 82 | 0 1 1 1 | 1 0 1 1 | 123 |
| 83 | 1 1 1 1 | 0 1 1 0 | 246 |
| 84 | 1 1 1 0 | 1 1 0 0 | 236 |
| 85 | 1 1 0 1 | 1 0 0 0 | 216 |
| 86 | 1 0 1 1 | 0 0 0 1 | 177 |
| 87 | 0 1 1 0 | 0 0 1 1 | 99  |
| 88 | 1 1 0 0 | 0 1 1 0 | 198 |
| 89 | 1 0 0 0 | 1 1 0 1 | 141 |
| 90 | 0 0 0 1 | 1 0 1 0 | 26  |
| 91 | 0 0 1 1 | 0 1 0 0 | 52  |
| 92 | 0 1 1 0 | 1 0 0 1 | 105 |
| 93 | 1 1 0 1 | 0 0 1 0 | 210 |

|     |         |         |     |
|-----|---------|---------|-----|
| 94  | 1 0 1 0 | 0 1 0 1 | 165 |
| 95  | 0 1 0 0 | 1 0 1 1 | 75  |
| 96  | 1 0 0 1 | 0 1 1 1 | 151 |
| 97  | 0 0 1 0 | 1 1 1 0 | 46  |
| 98  | 0 1 0 1 | 1 1 0 1 | 93  |
| 99  | 1 0 1 1 | 1 0 1 1 | 107 |
| 100 | 0 1 1 1 | 0 1 1 1 | 119 |

### 3.3.2. -Le type de matériel

Le type de materiel roulant (MI84 ou MS61 pour la ligne A) est code sur 32 bits accessibles par l'intermediaire d'un connecteur 39X. Cette disposition permet la banalisation des equipements KCV, l'entree donnant le type de materiel assurant le choix des traitements et des grandeurs physiques. Ces 32 bits se decomposent en 3 champs de la maniere suivante:

Poids forts  
M32

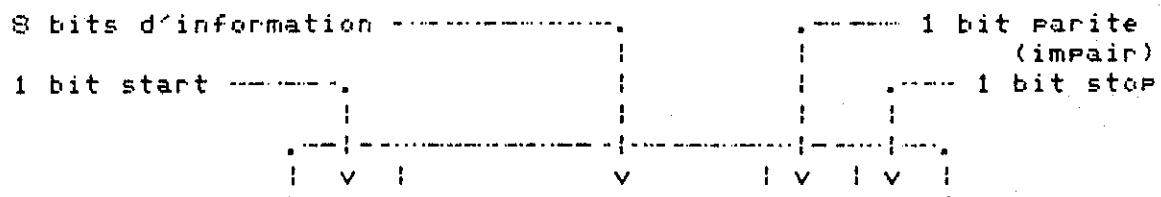
Poids faibles  
M1

## 3.4.-L'entrée série non sécuritaire

Elle permet à KCV de recevoir 3 informations acquises en l'ose :

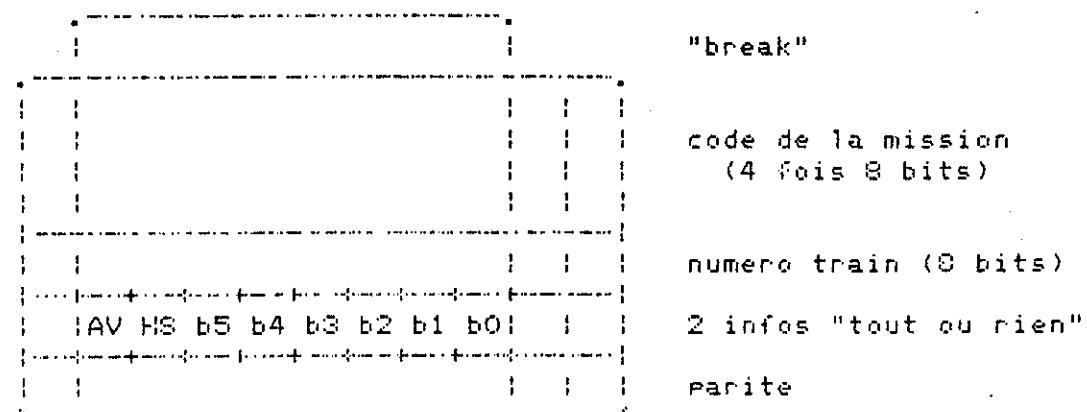
- l'état du cab-signal (HS ou non)
- le code de la mission du train ( 4 caractères )
- le numéro du train (code binaire de 0 à 99)

Cette liaison utilise un interface standard type UART véhiculant des caractères au format ci-dessous :



Un message est de longueur fixe. Il comprend :

- \* 1 caractère "break" de synchronisation
- \* 6 caractères d'information
- \* 1 caractère de contrôle (parité longitudinale)



Signification des informations tout ou rien transmises dans le message :

AV : état du commutateur marche avant/arrière  
 HS : état hors service/en service du cab signal  
 b5 :  
 b4 :  
 b3 :  
 b2 : 6 bits de réserve  
 b1 :  
 b0 :

En cas d'interruption de la transmission pendant plus de 3 secondes, toutes ces informations prennent l'état restitif (cab signal hors service, absence d'action bouton et vigilance).

## 3.5. -Les sorties tout ou rien (securitaires et non securitaires)

On les groupe en 2 catégories :

\* Les commandes de train

- inhibition FU : securitaire
- commande du klaxon survitesse : non securitaire
- autorisations
  - Ouverture Porte gauche : neant
  - ouverture Porte droite : neant
  - recuperation : neant
  - depart : non securitaire
- actionnement des vibreurs : non securitaire
- inhibition frein secours : non securitaire

\* Les affichages cabine

- voyant vitesse controlee et validation Cab Signal : securitaire

NB : les affichages cabine non securitaires sont transmis via la liaison KCV --> CAB, PA, DAM (cf specif. Cab-Signal). L'affichage des informations par le Cab-Signal est toujours conditionné par la commande du voyant "vitesse controlee", ce voyant étant l'image de l'état "KCV actif". Lorsque le KCV n'est pas actif (pas de contrôle de la vitesse du train) l'alimentation de l'affichage du Cab-Signal est coupée par la commande voyant "vitesse controlee" qui est absente.

## 3.5.1. -Rappel du principe des sorties securitaires

C'est une sortie fonctionnelle tout ou rien associée à une entrée securitaire dont le contrôle permet de valider l'état restrictif de la sortie selon le schéma de principe suivant:

```

:
=====
commande fonctionnelle -->| : |
du relais | : |
=====
:
Alim. securitaire :-----o-----> sortie securitaire
(validee par le ----- (contact travail)
controleur dynamique) :
:
:
Alim. non securitaire :-----o-----> recontrole
: (contact repos vers entree
: securitaire intrinsee et
sur le controleur dynamique)

```

On commande un relais a contacts non chevauchant a l'aide d'une sortie tout ou rien fonctionnelle. Un contact "travail" du relais permet le passage de l'energie fournie par un amplificateur valide par le controleur dynamique. Un contact "repos" permet un controle en securite de la non commande effective par une information positive : code a verifier comme pour une entree intrinsee. En cas de discordance entre la commande et la relecture, le controleur dynamique n'est plus actif et l'amplificateur ne fournit plus d'energie (passivation du calculateur).

Pour certaines sorties, le freinage d'urgence du a la passivation est une action suffisante pour garantir la securite, (cas de l'autorisation de recuperer ou du voyant vitesse controle). Pour celle-ci, une alimentation en energie non securitaire est suffisante.

### 3.5.2.-Freinage d'urgence (action par inhibition)

Cette sortie securitaire est positionnee par les fonctions suivantes :

- controle d'immobilisation
- controle anti-recul
- controle du lacher de bouton FD
- controle de vitesse
  - \* energie, vitesse, espace,
  - \* vitesse plafonnee,
  - \* franchissement d'un signal ferme (penetration forcee),
- controle de l'état de fonctionnement du systeme (notamment passage en mode PA non autorise).

### 3.5.3.-Commande du klaxon

Cette commande est effectuée par le KCV pendant 10 secondes lorsqu'une survitesse est détectée.

### 3.5.4.-Autorisation d'ouverture des portes (non utilise LIGNE A)

Cette autorisation est délivrée en fonction des caractéristiques de la station et pour un train à vitesse nulle complètement à quai (securitaire non traitée sur la ligne A).

### 3.5.5.-Autorisation de recuperer (non utilise LIGNE A)

Cette information figure en tant que caractéristique d'exploitation (fixe ou commutable) dans les invariants et les variants (securitaire non traitée sur la ligne A).

### 3.5.6.-Autorisation départ

Cette information non securitaire est délivrée par le KCV à la réception d'un ordre départ en mode "régulation souple" et est conservée jusqu'au prochain arrêt du train. Le KCV délivre cette information au Cab-Signal qui allume le voyant "départ autorisé" et fournit au train un contact de relais validant l'action sur le bouton "fermeture départ".

### 3.5.7.-Actionnement des vibrateurs

Cette information non securitaire est délivrée par le KCV à la réception d'un ordre départ en mode "régulation imperative". Cette information est gardée présente pendant un cycle processus.

### 3.5.8.-Inhibition du frein de secours

Cette sortie non securitaire, est élaborée à partir des caractéristiques d'exploitation figurant dans les invariants.

### 3.5.9.-Voyant vitesse contrôlée

Ce voyant est allumé securitairement dès que le KCV est en mesure d'assurer les fonctions de contrôle de vitesse associées au mode de conduite choisi. On assure simultanément en sécurité l'alimentation de l'affichage du Cab-Signal.

### 3.6.-Les sorties securitaires serie

On distingue :

- la voie retour train sol
- la transmission inter-equipements

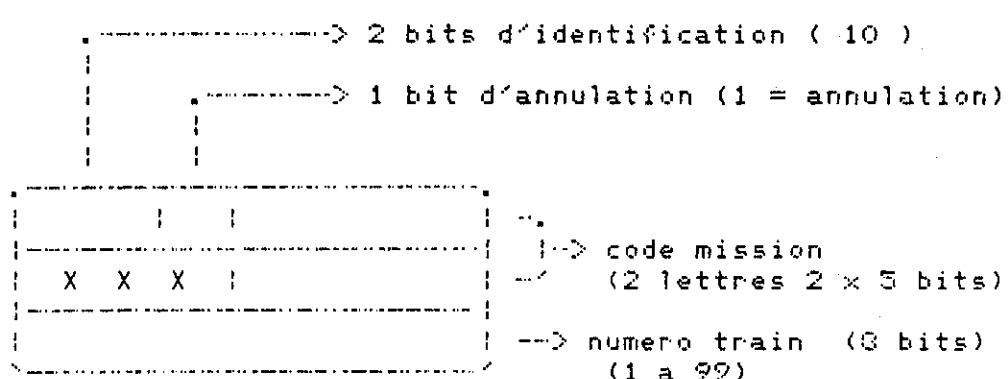
#### 3.6.1.-La voie retour train-sol

Cette transmission permet d'assurer la fonction annulation d'approche (cf. NT/84.30.032 et 032/A).

Par ailleurs, elle delivre au sol un certain nombre d'informations non securitaires. On prevoit deux types de message court emis periodiquement:

- un message securitaire contenant l'annulation lorsque le train est localise,
- un message non securitaire d'identification lorsque le train est delocalise.

\*\* Structure informationnelle des messages securitaires:



\*\* Protection des messages securitaires voie retour:

Seul le bit d'annulation fait l'objet d'une protection securitaire. On elabore la somme de controle avec le code du booleen d'annulation et le code du numero de segment et de voie retour sur ce segment.

Soit les definitions suivantes:

OrdreAnnul.c = code du booleen annulation,

NoSesVoieR.c = code du no segment et voie retour,

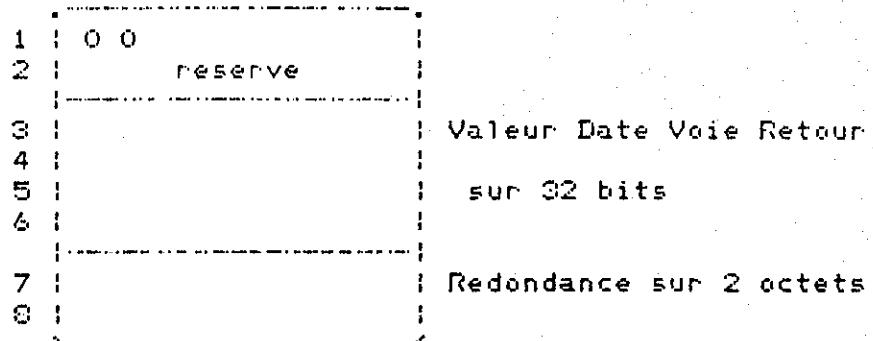
Date.c = date d'elaboration,

La somme de controle transmise s'exprime par:

$$S = (\text{OrdreAnnul.c} * \text{Teta}^2) + (\text{NoSesVoieR.c} * \text{Teta}) + \text{Date.c}$$

**\*\* Structure informationnelle des messages non sécuritaires:**

Elle est identique à celle des messages de synchronisation de date dans la transmission sol-train, l'identification du train étant assurée par une date incrémentée à chaque cycle du processus.

**3.6.2.-La transmission inter-equipement**

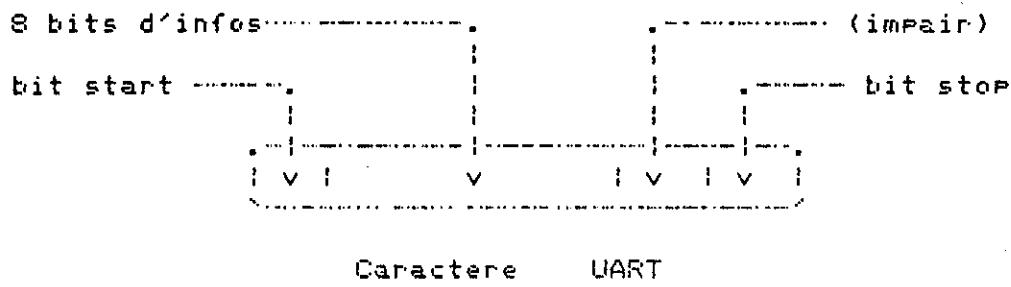
Elle n'existe pas pour la ligne A.

### 3.7. La sortie non sécuritaire, série

Elle véhicule les informations destinées aux autres sous-systèmes SACEM embarqués :

- CAB SIGNAL
  - P.A
  - .. DAM

Ces informations sont transmises à chaque cycle processus sous la forme d'un message composé de caractères au standard UART. La synchronisation est assurée par l'émission d'un "break" au début de chaque message.



La protection des messages sera assurée par une Parité croisée: Parité transversale sur chaque octet et Parité longitudinale par "ou exclusif" du 1er octet au dernier octet d'information.

La structure informationnelle reprend les données internes de KCV, elle est détaillée dans le chapitre V relatif au Cab Signal.

Ces données sont:

- la transmission continue sol-train,
  - les paramètres du train,
  - la vitesse du train,
  - les variables de la localisation,
  - les variables du contrôle de vitesse,
  - les états des sorties,
  - la compatibilité Cab-Signal & signalisation latérale,
  - les états des défauts,

En cas de passivation (detection fonctionnelle des erreurs), la structure informationnelle donnera le contexte associé.

JEUMONT-SCHNEIDER  
CSEE  
INTERELEC

Chapitre IV : Les invariants  
securitaires

NT/85.LA.036

PAGE 1 11

## CHAPITRE IV

## IV. INVARIANTS SECURITAIRES

- 4.1.-Structure syntaxique
- 4.2.-Description des blocs d'information
- 4.3.-Extension aux invariants non securitaires
- 4.4.-Modification temporaire et indicase

#### 4.1.-Structure syntaxique du fichier des invariants

On représente sous la forme de diagramme syntaxique la structure du fichier des invariants.

Cette structure donne la forme informationnelle des invariants. Elle est valable aussi bien pour les invariants compactes que pour les invariants decom pactes.

##### Fichier des invariants

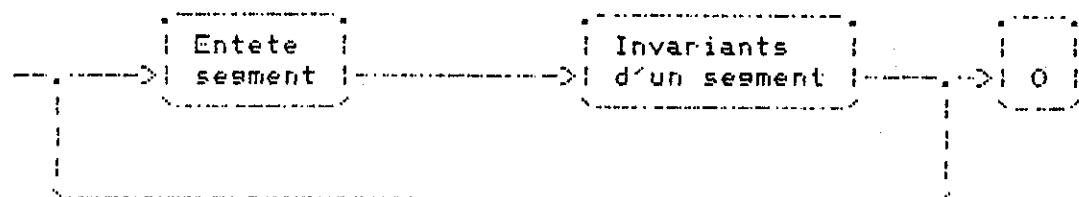
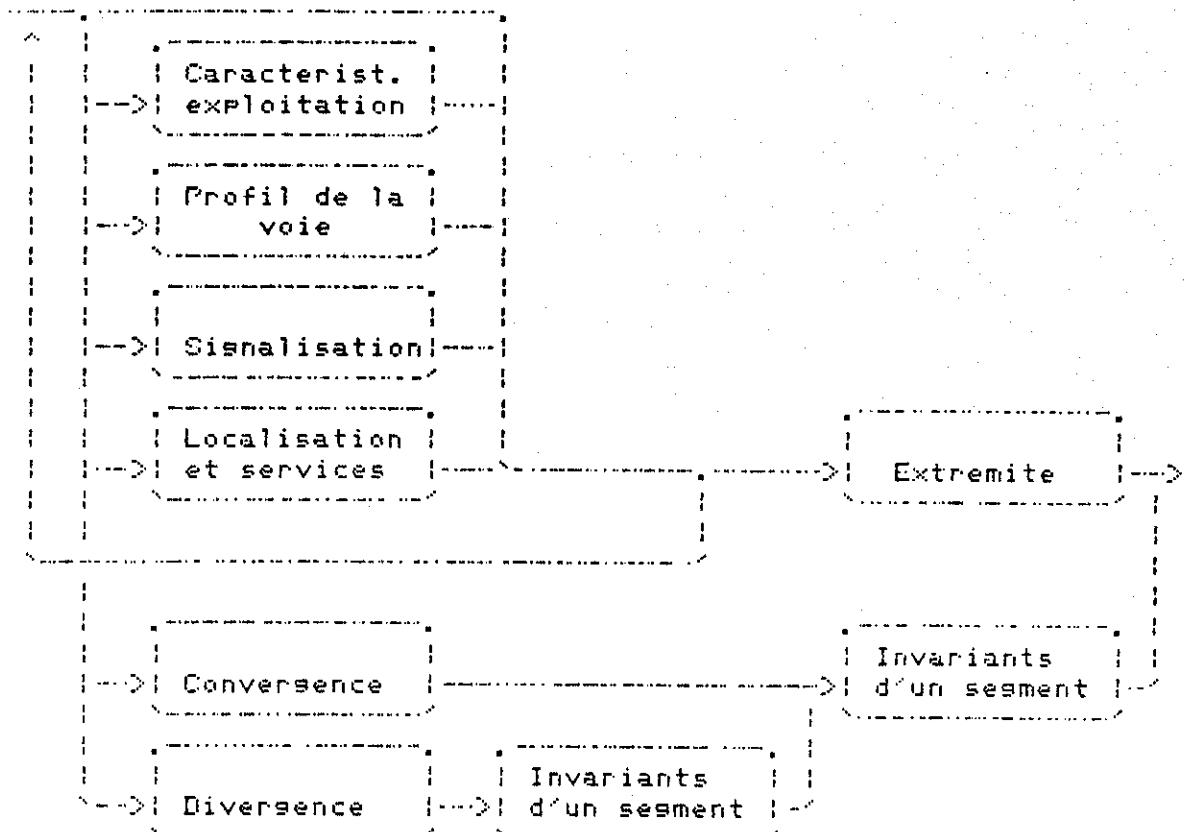


Diagramme syntaxique des invariants d'un segment:



## Entete segment

## Caracteristiques d'exploitation

- caracteristiques fixes,
- caracteristiques commutables,
- vitesse limite (TIV fixe),
- TIV commutable

## Profil de la voie

- variation de pente reelle (+ ou -), notee pour memoire,
- pente compensee (+ ou -),

## Signalisation

- point d'arrêt subcantonner,
- point d'arrêt simple,
- point d'arrêt complexe, note pour memoire,

## Localisation

- lacune courte,
- lacune longue,
- balise,
- retournement, note pour memoire,
- voie retour,
- station,
- report,

## Convergencede

## Divergence

## Extremite

- extremite simple,
- extremite chainee.

## Point d'arrêt fonctionnel

#### 4.2.-Description des blocs d'information (sous forme de quartet)

- L'unité élémentaire de formatage des invariants compactes est le quartet (forme de 4 bits contigus).
- Un bloc d'information est constitué :
  - \* d'un entête qui indique la nature du bloc,
  - \* d'un corps dont la structure est fixée une fois pour toute, et qui précise les attributs de la singularité décrite.
- L'entête peut être constituée d'un quartet (code 1 à 14, le code 0 étant exclus) ou de deux quartets. Dans ce dernier cas, le 1er quartet vaut 15, le second pouvant prendre toutes les valeurs de 0 à 15. On dispose donc de 30 codes possibles.
- Le chainage des abscisses indique un increment d'abscisse par rapport à la singularité précédente, l'entête étant l'origine des abscisses.

## 01 Entete segment

|    |    |   |
|----|----|---|
| 1  | 01 | Code  |
| 2  | -  |   |
| 3  | -  | numero de segment (et de troncon)               |
| 4  | -  |   |
| 5  | -  | numero du canal de transmission                 |
| 6  | -  | numero d'indice d'invariant                     |
| 7  | -  | rans du 1er variant dans le troncon             |
| 8  | -  | valeur de caracteristique fixe                  |
| 9  | -  | valeur de vitesse limite en amont du<br>segment |
| 10 | -  | valeur initiale de pente reelle                 |
| 11 | -  |   |
| 12 | -  | valeur initiale de pente compensée              |
| 13 | -  |   |

Ce bloc est systematiquement present au debut de la description de chaque segment afin de rendre ceux-ci independants les uns des autres.

## -numero du canal de transmission :

C'est un numero de 0 a 15 qui donne la frequence du canal de transmission a partir de l'origine du segment.

## -numero d'indice d'invariant :

Il doit correspondre a celui qui est donne dans le message de modification d'invariant et d'indicase.

## -rans du 1er variant dans le troncon associe :

Il est donne sur 4 bits. Le champ possible va donc de 0 a 15.

|                    |                              |
|--------------------|------------------------------|
| JUCUMONT-SCHNEIDER | NT/85.LA.036                 |
| CSEE               | Chapitre IV : Les invariants |
| INTERELEC          | securitaires                 |
|                    | PAGE 1 81                    |

-valeur de caractéristique fixe : voir définition du bloc d'information de caractéristique fixe.

-valeur de vitesse limite : voir définition du bloc d'information TIV fixe.

-valeur initiale de pente réelle : non utilisée sur la Ligne A.

-valeur initiale de pente compensée :

quantum :  $\frac{1}{128} \text{ m/s} = 0.0076125 \text{ m/s}$

$$\frac{0.79}{1000} \text{ en pente}$$

champ :  $[0.9921375, -1] \text{ m/s}^2$

$$[ \frac{101}{1000}, - \frac{101.9}{1000} ] \text{ en pente}$$

|              |                         |
|--------------|-------------------------|
| EDITION      | Specification technique |
| 10G.30/01/86 |                         |

## 03 Caracteristiques fixes

|   |    |                                |
|---|----|--------------------------------|
| 1 | 03 | Code                           |
| 2 |    | Chainage abscisse              |
| 3 |    | valeur de caracteristique fixe |

\*chainage abscisse : quantum = 8 m,  
: champ = [0,120m]

\*valeur de caracteristique fixe :

| 3 | 2 | 1 | 0 |   |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 |   |
| 1 | 1 | 1 | 1 | IFS 0 : inactif<br>1 : actif                        |
| 1 | 1 | 1 | 0 | Aur 0 : inactif<br>1 : actif<br>(inutilise Ligne A) |
| 1 | 1 | 0 | 1 | Adherence 0 : reduite<br>1 : normale                |
| 1 | 0 | 1 | 1 | Mode conduite 0 : PA interdit<br>1 : PA autorise    |

NOTA : la valeur de l'adherence agit sur la valeur de  
gamma FU. Les valeurs normale et reduite sont  
memorisees a bord des equipements embarques.

## 04 Caractéristiques commutables (1 à 4 bits de variants)

|   |    |  |
|---|----|--|
| 1 | 04 | Code   |
| 2 |    | Chainage abscisse                            |
| 3 |    | Désignation des caractéristiques commutables |

\*chainage abscisse : quantum = 8 m  
: champ = [0,120m]

\*désignation des caractéristiques commutables

3 2 1 0

-----  
| | | | |

|   |   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|---|--|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -----> IFS 0 : non commutable<br>1 : commutable<br>(1 bit de variant)                        |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -----> Aür 0 : non commutable<br>1 : commutable<br>(1 bit de variant)<br>(inutilisé Ligne A) |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -----> Adhérence 0 : non commutable<br>1 : commutable<br>(1 bit de variant)                  |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -----> Mode conduite 0 : non commutable<br>1 : commutable<br>(1 bit de variant)              |

NOTA : les caractéristiques commutables doivent être répétées  
au début de chaque segment.

## 05 TIV Fixe

|   |    |                                     |
|---|----|-------------------------------------|
| 1 | 05 | Code                                |
| 2 |    | Chainage abscisse                   |
| 3 |    | Désignation d'une valeur de vitesse |

\*chainage abscisse : quantum = 0 m  
: champ = [0,120m]

\*désignation d'une valeur de vitesse ;  
La valeur des 4 bits donne une valeur de 1 à 15 permettant  
d'en déduire la vitesse à l'aide d'une table embarquée  
La valeur 0 est exclue.  
Cette limitation de vitesse est valable jusqu'à la prochaine  
limitation de vitesse fixe ou commutable.

06 TIV commutable (1 bit de variant)

|   |    |  |
|---|----|--|
| 1 | 06 | Code   |
| 2 |    | Chainage abscisse  |
| 3 |    | Désignation d'une valeur de vitesse<br>validée par 1 bit dans les variants |

Le chainage des abscisses et la désignation d'une valeur de vitesse sont analogues à ce qui est fait pour le TIV Fixe.

Les TIV commutables doivent être répétés au début de chaque segment, mais uniquement dans les zones où ils existent.

07 Variation positive de pente reelle (rampe ou montee)  
(inutilise Ligne A)

08 Variation negative de pente reelle (pente ou descente)  
(inutilise Ligne A)

|   |         |  |
|---|---------|--|
| 1 | 07 (08) | Code 07 : positive 08 : negative       |
| 2 |         | Chainage abscisse                      |
| 3 |         | Valeur de la variation de pente reelle |

\*chainage abscisse : quantum = 8 metres  
: champ = [0, 120m]

\*valeur de la variation de pente reelle

- quantum =  $0.0078125 \text{ m/s}^2$  soit  $0.79 / 1000$

- champ =  $[0, +0.1171875 \text{ m/s}^2]$  soit  $[0, +11.9/1000]$

ou =  $[0, -0.1171875 \text{ m/s}^2]$  soit  $[0, -11.9/1000]$

NOTA : Les variations de pente reelle sont l'objet d'un traitement a bord en fonction de la longueur du train (calcul optimum des energies potentielles). Lorsque la longueur du train n'est pas connue a bord ou lorsque la securite de la mesure est orientee (mesure par excess), ce sont les pentes compensées qui sont utilisees.

09 Valeur de pente compensée positive (rampe ou montée)  
10 Valeur de pente compensée négative (pente ou descente)

|   |         |                                      |
|---|---------|--------------------------------------|
| 1 | 09 (10) | Code 09 : Positive 10 : negative     |
| 2 |         | Chainage abscisse                    |
| 3 |         | Valeur absolue de la pente compensée |
| 4 |         |                                      |

\*chainage abscisse : quantum = 8 mètres  
: champ = [0, 120m]

\*valeur de la pente compensée :

-- quantum  $= 0.0078125 \text{ m/s}^2$  soit  $0.79 / 1000$

-- champ  $= [0, +1.9921875 \text{ m/s}^2]$  soit  $[0, +203/1000]$

ou  $= [0, -1.9921875 \text{ m/s}^2]$  soit  $[0, -203/1000]$

NOTA : les valeurs de pente compensée sont déterminées en prenant la pente la plus forte sous la longueur maximale d'un train.

Le profil compensé ainsi obtenu est directement exploitable pour effectuer un calcul d'énergie potentielle à bord des trains.

11 Point d'arrêt subcantonne (1 bit de variant)

|   |    |                   |
|---|----|-------------------|
| 1 | 11 | Code              |
| 2 |    | Chainage abscisse |
| 3 |    |                   |

\*chainage abscisse : quantum = 0,5 metre  
champ = [0,127,5m]

\*signification du bit de variant :

0 = restrictif (arrêt)

1 = permissif (voie libre)

L'état du variant est l'image de l'état du subcanton

RATP

Chapitre IV : Les invariants  
securitaires

NT/85.LA.036

PAGE | 16 |

12 Point d'arret simple (2 bits de variant)

|   |    |                            |
|---|----|----------------------------|
| 1 | 12 | Code                       |
| 2 |    | Chainage abscisse          |
| 3 |    |                            |
| 4 |    | information complementaire |

\*chainage abscisse : quantum = 0.5 metres  
champ = [0,127.5m]

\*information complementaire

| 3 | 2      | 1      | 0                 |                                 |
|---|--------|--------|-------------------|---------------------------------|
|   |        |        |                   |                                 |
| : | :      | :      | :                 | 0 : normal                      |
| : | :      | -----> | point d'arret     | 1 : type 1                      |
| : | :      | -----> | entree de station | 2 : type 2                      |
| : | :      |        |                   | 3 : type 3                      |
| : | :      |        |                   |                                 |
| : | :      |        |                   | point d'arret relatif a une     |
| : | -----> |        |                   | zone d'initialisation           |
| : |        |        |                   | (1 par segment)                 |
| : |        |        |                   |                                 |
| : |        |        |                   | existence de l'aspect avertis-  |
| : | -----> |        |                   | sement clignotant sur le signal |

\*Signification des deux bits de variants

|    |   |                      |
|----|---|----------------------|
| 00 | : | arret annule         |
| 01 | : | arret non annule     |
| 10 | : | permissif annule     |
| 11 | : | permissif non annule |



Les 3 autres combinaisons servent à distinguer 3 valeurs de vitesse plafond dans le cas d'un signal d'entrée de station à l'état restrictif (cf 5.5, Cab-Signal). Lorsque le point but d'un train se trouve être un tel signal (type 1, 2, 3), l'indication "Jaune" se trouve remplacée par une indication "blanc + Vitesse" fonction du type de point d'entrée de station.

13 Point d'arrêt complexe (3 bits de variant, non utilisé Ligne A)

|   |    |                            |
|---|----|----------------------------|
| 1 | 13 | Code                       |
| 2 |    | Chainage abscisse          |
| 3 |    |                            |
| 4 |    | information complémentaire |

\*chainase abscisse : quantum = 0.5 metres  
champ = [0, 127.5m]

\*information complémentaire

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 3 | 2 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

0 : normal  
 1 : type 1  
 2 : type 2  
 3 : type 3

Point d'arrêt  
 entrée de station  
 Point d'arrêt relatif à une  
 zone d'initialisation  
 (1 par branche)

avertissement clignotant  
 sur le signal

\*Usage du point d'arrêt complexe

Par rapport au point d'arrêt simple, le point d'arrêt complexe apporte les informations suivantes en plus :

- distinction à bord des aspects carre et semaphore,
- mise en évidence de l'aspect semaphore clignotant,
- mise en évidence des aspects "ralentissement" et "rappel ralentiissement" non annulé au niveau de la compatibilité du cab-signal avec la signalisation latérale.

**\*Signification des trois bits de variants:**

|     |                                    |
|-----|------------------------------------|
| 000 | : carre C ferme                    |
| 001 | : arret S annule                   |
| 010 | : arret S non annule               |
| 011 | : arret (S) (semaphore clignotant) |
| 100 | : aspect TIV1 non annule           |
| 101 | : aspect TIV2 non annule           |
| 110 | : Permissif non annule             |
| 111 | : Permissif annule                 |

**\*Interpretation a bord:**

(se reporter aux courbes du point d'arrêt simple).

Pour tout arret ou carre ferme en mode PA ou pour l'état arret annule en mode CMC, le contrôle de vitesse est effectué suivant la courbe (1)

En mode CMC, avec les états "carre ferme", "arret S non annule" et "arret (S) clignotant", le contrôle de vitesse est effectué suivant la courbe (2).

Le franchissement du point d'arrêt est autorisé en CMC en présence de l'état "arret (S) clignotant" si la vitesse est inférieure à 15Km/h. (fonction non implementée sur la ligne A).

**\*Compatibilité avec la signalisation latérale**

En présence des états suivants :

- TIV1 non annule
- TIV2 non annule
- Permissif non annule

on détermine l'aspect "avertissement" (A) ou l'aspect "avertissement clignotant" (A) en regardant un ou deux signaux en aval. On retient alors l'état le plus restrictif parmi ceux possibles pour l'affichage sur le cab signal

- avertissement
- avertissement clignotant
- TIV1
- TIV2
- voie libre

L'avertissement et l'avertissement clignotant conduisent à l'indication "jaune", TIV1 et TIV2 conduisent à l'indication "blanc" + vitesse associée au TIV

La voie libre conduit, comme l'état permissif annule à prendre en compte l'indication donnée par le contrôle d'énergie du train

## 14 Lacune courte

|   |    |                   |
|---|----|-------------------|
| 1 | 14 | Code              |
| 2 |    |                   |
| 3 |    | Chainage abscisse |

\*Chainage abscisse : quantum = 0.5 metre  
champ = [0,127.5 m]

## \*Signification d'une lacune courte

Elle permet d'inhiber le contrôle temporel de rafraîchissement des variants sur une distance forfaitaire de 8 mètres à partir de l'abscisse de définition. Elle évite des perturbations dues à des trous de la transmission continue au passage dans les baissuilles.

## 15-0 Lacune lonsue

|   |    |                                 |
|---|----|---------------------------------|
| 1 | 15 | Code                            |
| 2 | 0  | Chainage abscisse               |
| 3 |    | Temps maximum sans transmission |
| 4 |    | Lonsueur sans transmission      |
| 5 |    |                                 |

\*chainage abscisse : quantum = 8 metres  
champ = [0,120m]

\*temps maximum sans transmission

- quantum = 1 seconde  
- champ = [0,15 secondes]

La valeur 0 signifie absence de contrôle temporel

\*lonsueur maximum sans transmission

- quantum = 8 metres  
- champ = [0,120 metres]

## 15.1 Balise

|   |    |                   |
|---|----|-------------------|
| 1 | 15 | Code              |
| 2 | 1  |                   |
| 3 |    | Chainage abscisse |
| 4 |    |                   |
| 5 |    | Type de balise    |

\*chainage abscisse : quantum = 0,5 mètre  
champ = [0,127,5 m]

## \*type de balise

Le type de balise correspond au nombre d'octet (8 bits) d'information que contient la balise

|                     |   |                 |
|---------------------|---|-----------------|
| 1 = recalage précis | : | non sécuritaire |
| ou IFS              | : | non sécuritaire |
| ou Sortie Sacem     | : | non sécuritaire |
| 2 = recalage        | : | securitaire     |
| 7 = initialisation  | : | securitaire     |

## 15.2 Retournement (non utilise sur la ligne A)

|    |    |   |
|----|----|---|
| 1  | 15 | Code                                    |
| 2  | 2  |   |
| 3  |    | Chainase abscisse                       |
| 4  |    |   |
| 5  |    | Numero du segment en sens inverse       |
| 6  |    |   |
| 7  |    |   |
| 8  |    | Numero de branche en sens inverse       |
| 9  |    |   |
| 10 |    | Abscisse sur la branche en sens inverse |
| 11 |    | Longueur de la zone de retournement     |
| 12 |    |   |
|    |    | Numero de terminus                      |

\*chainase abscisse : quantum = 0,5 m  
champ = [0,127,5 m]

Le chainase abscisse donne le debut de la zone de retournement

\*abscisse sur la branche en sens invers  
quantum = 4 m  
champ = [0,1020m]

\*longueur du retournement  
quantum = 4 m  
champ = [0,1020 m]

\*numero du terminus

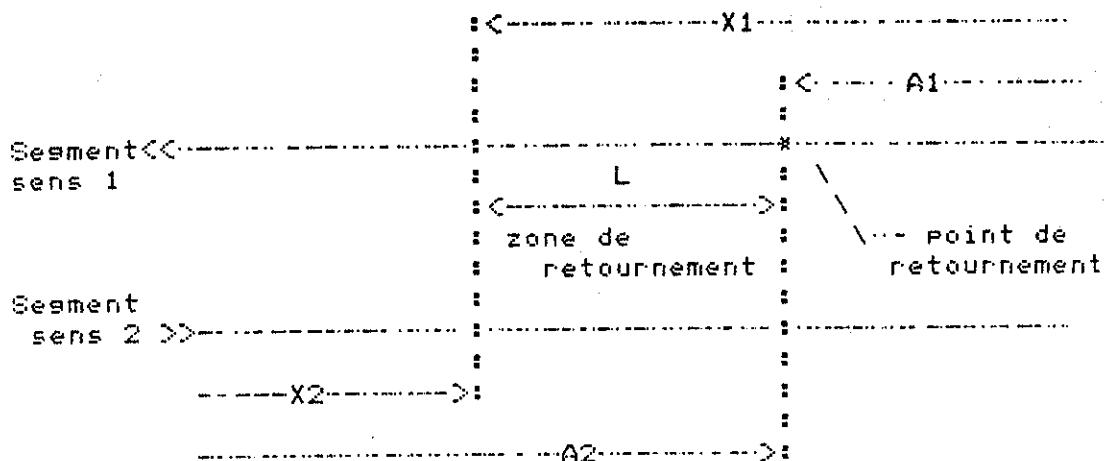
Chaque retournement est repere par un numero de terminus (0 a 15). Ce numero permet de savoir en fonction de chacune des missions possibles si le retournement en question constitue ou non un terminus (voir structure du tableau des missions)

### \*Fonctionnement du retournement

Il permet a partir des variables de la localisation, d'obtenir une localisation en sens inverse.

Soit un point de retournement d'abscisse A1 sur le segment en sens 1. Ce meme point se trouve a l'abscisse A2 sur le segment en sens 2 (inverse).

- A1 = abscisse du point de retournement obtenu par le chainage abscisse
- A2 = abscisse sur le segment en sens inverse (quadruplet 8 et 9)
- L = longueur du retournement (quadruplet 10 et 11)



Soit X1 l'abscisse de la queue du train dans le sens 1 (le retournement se fait toujours a partir de l'abscisse de la queue). On doit verifier que X1 doit etre compris entre A1 et A1+L (L = longueur du retournement).

La zone de retournement de longueur L est definie de telle sorte que l'abscisse dans le sens 2 donne

$$X2 = A1 + A2 - X1$$

Cette valeur  $X_2$  étant toujours positive si  $X_1$  respecte la condition énoncée ci-dessus et  $X_2$  donne toujours une abscisse compatible avec la longueur du segment et de la branche indiquée dans le retournement. Lorsque la zone de retournement comprend une aisance ou que la valeur  $X_2$  peut être incompatible avec la branche désignée, on doit couper en deux ou plusieurs parties, la zone de retournement et constituer autant de blocs de définition de retournement qu'il est nécessaire afin de n'avoir aucune ambiguïté sur la valeur de  $X_2$  obtenue.

## 15.3 Voie retour

|   |    |                                      |
|---|----|--------------------------------------|
| 1 | 15 | Code                                 |
| 2 | 3  |                                      |
| 3 |    | Chainage abscisse                    |
| 4 |    |                                      |
| 5 |    | Numero de voie retour sur le segment |

\*chainage abscisse : quantum = 4 metres  
champ = [0,1020m]

Le chainage abscisse donne l'abscisse de debut de la zone ou le train doit prendre en compte le nouveau numero de voie retour. Ce point est defini a environ 50 metres du recepteur au sol.

\*numero de la voie retour sur le segment

Ce numero permet de reperer les differentes voies retour a l'interieur d'un segment afin de resoudre les problemes de securite et d'erreur d'adressage au niveau des equipements sol. Chaque message de voie retour fait l'objet d'un marquage par un code fonction du segment et du numero de voie.

15.4 Station (1 variant si la station dispose d'une autorisation de  
départ venant du sol, non utilisée Ligne A)

|    |    |                                |
|----|----|--------------------------------|
| 1  | 15 | Code                           |
| 2  | 4  |                                |
| 3  |    | Chainage abscisse debut quai   |
| 4  |    |                                |
| 5  | 1  |                                |
| 6  |    | Longueur du quai               |
| 7  |    |                                |
| 8  |    | Caracteristiques de la station |
| 9  |    |                                |
| 10 |    | Numero de la station           |

\*chainage abscisse debut quai : quantum = 0.5 m  
champ = [0,511.5m]

\*longueur du quai :

quantum = 0.5 m  
champ = [0,511.5m]

\*Caracteristiques de la station (non utilise Ligne A) :

3 2 1 0

[ ] [ ] [ ] [ ]

- : : : :  
• : : : -----> Autorisation départ venant  
du sol (1 variant)
- : : :  
• : : -----> Quai haut
- : : :  
• : : -----> Quai a droite
- : : :  
• : : -----> Quai a gauche

L'autorisation départ venant du sol permet d'assujettir le départ du train a une condition, securitaire ou non, venant du sol.

\*Numero de la station

Chaque station est reperee par un numero de station propre. Ce numero permet par consultation de la table de description des missions de savoir si la station rencontree necessite un arret ou non du train en fonction de sa mission.

## 15.5 Report

|   |    |                   |
|---|----|-------------------|
| 1 | 15 | Code              |
| 2 | 5  |                   |
| 3 |    | Chainage abscisse |
| 4 |    |                   |

\*chainage abscisse : quantum = 4 m  
champ = [0,1020 m]

\*Le report est utilise entre deux elements d'invariants pour assurer le chainage des abscisses lorsque le champ s'avere insuffisant.

## 02 ConvergencE

|   |    |                   |
|---|----|-------------------|
| 1 | 02 | Code              |
| 2 |    | Chainage abscisse |
| 3 |    |                   |

\*chainage abscisse : quantum = 0.5 m  
champ = [0,127.5m]

\*la convergence definit l'abscisse d'un segment où l'extremite d'un autre segment vient converger. De ce fait, une convergence constitue l'origine d'une nouvelle branche dont le numero vaut +1 par rapport à la branche precedente.

## 15.6 Diversence (2 bits de variants)

|   |    |                          |
|---|----|--------------------------|
| 1 | 15 | Code                     |
| 2 | 6  |                          |
| 3 |    | Chainage abscisse        |
| 4 |    |                          |
| 5 |    | Numero de diversence     |
| 6 |    |                          |
| 7 |    | Numero de branche droite |

\*chainage abscisse : quantum = 0.5 m  
champ = [0,127.5m]

\*Les 2 bits de variants donnent la direction de la diversence

00 = decontrole  
01 = position droite (voie principale)  
10 = position deviee (voie secondaire)  
11 = defaut

Seules les combinaisons 01 et 10 permettent de continuer l'exploration de la description de la voie en aval de la diversence. La combinaison 10 correspond a la voie deviee qui est decrite immediatement apres la la diversence jusqu'a rencontrer une extremite. La combinaison 01 correspond a la voie directe qui est decrite en aval de l'extremite de la voie deviee.

\*Numero de diversence

Il s'agit d'un numero propre a chaque diversence permettant de reperer celle-ci dans le tableau des missions.

\*Numero de branche droite

Cette info redondante facilite le chainage apres une diversence.  
Ainsi on a:

-no. branche deviee = no. branche amont + 1  
-no. branche droite = no. branche lue

### 15.7 Extremite simple

|   |    |                                    |
|---|----|------------------------------------|
| 1 | 15 | Code                               |
| 2 | 7  |                                    |
| 3 |    | Chainage abscisse                  |
| 4 |    |                                    |
| 5 |    | Increment numero de segment        |
| 6 |    | Rang du 1er variant d'anticipation |
| 7 |    | Nombre de variant d'anticipation   |

\*chainage abscisse : quantum = 0.5 m  
 champ = [0,127.5m]

#### \*increment numero de segment

Valeur de +1 a +15 a ajouter au numero du segment pour obtenir le suivant.

La valeur 0 signifie que le numero du segment suivant vaut 0, c'est-a-dire que l'extremite en question est une sortie de SADM.

#### \*rangs du 1er variant d'anticipation

Il est parfois necessaire de connaitre a l'avance l'etat de un ou plusieurs variants appartenant au(x) troncon(s) aval(s). On dit qu'il y a anticipation. L'information 'rangs du 1er variant d'anticipation' augmente de +8 donne la position partir de laquelle on trouve les variants d'anticipation dans le message de variants du troncon ou est defini l'extremite.

#### \*nombre de variants d'anticipation

On donne le nombre de variants transmis dans le message de variants.

Une valeur nulle indique l'absence d'anticipation, c'est-a-dire :

soit l'extremite est chainee sur un segment appartenant au meme troncon de transmission,

soit l'anticipation est inutile compte tenu de l'espacement entre les singularites.

## 15.8 Extremite chainee

|    |    |                                    |
|----|----|------------------------------------|
| 1  | 15 | Code                               |
| 2  | 8  |                                    |
| 3  |    | Chainage abscisse                  |
| 4  |    |                                    |
| 5  |    | Numero de segment aval             |
| 6  |    |                                    |
| 7  |    |                                    |
| 8  |    | Numero de branche                  |
| 9  |    | Rang du 1er variant d'anticipation |
| 10 |    | Nombre de variant d'anticipation   |

\*chainage abscisse : quantum = 0.5m  
champ = [0,127.5 m]

\*numero de segment aval

C'est un numero donne sur 12 bits (numerotation absolue).

Un numero nul signifie que l'extremite est une sortie de GACEM.

\*numero de branche

C'est la branche du segment a l'origine de laquelle se trouve chaineee l'extremite definie.

\*rang du 1er variant d'anticipation (idem extremite simple)

\*nombre de variant a anticiper (idem extremite simple)

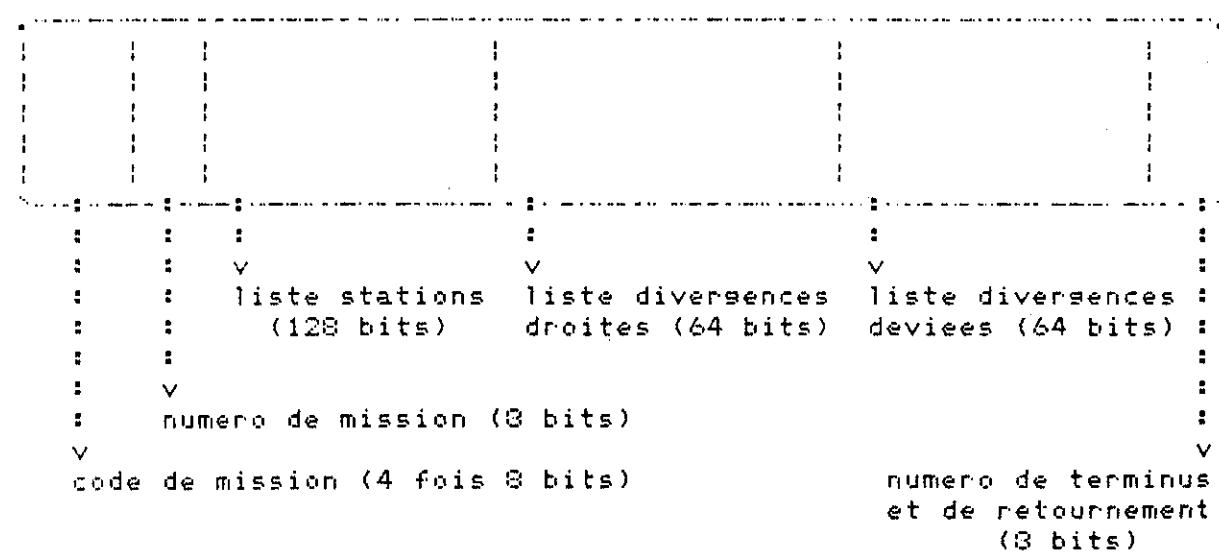
#### 4.3.-Extension aux invariants non securitaires (non utilisee par KCV)

Les invariants securitaires font l'objet d'une extension aux invariants non securitaires lorsque celle-ci represente un faible cout en quantite d'informations pour assurer des fonctions non securitaires qui sont essentielles a la fonctionnalite du systeme.

L'utilisation de la mission apparaissant frequemment dans le systeme on reperera chaque mission par une suite d'information qui donnera :

- le code de la mission
  - le numero de la mission
  - la liste des stations concernees
  - la liste des divergences droites empruntees
  - la liste des divergences deviees empruntees
  - le numero du terminus de retournement

Le repérage des missions se fait de la façon suivante par un tableau indice suivant les numéros de mission de 0 à 127. (128 missions possibles)



Chaque mission est ainsi entièrement définie par 304 bits. Cette table des missions est mémorisée dans chaque équipement sol. Les stations, les divergences et les retournements sont repérés par un numéro (voir les blocs de description correspondants 15.3, 15.4, 15.6).

correspondants 13.2, 13.4, 13.6). Chaque équipement sol insere dans son cycle d'émission des invariants d'un tronçon, un message d'invariant de mission (message long non sécuritaire) fonction du dernier code mission reçu.

### 15.9 Point d'arrêt fonctionnel

|   |    |                               |
|---|----|-------------------------------|
| 1 | 15 | Code                          |
| 2 | 9  |                               |
| 3 |    | Chainage abscisse             |
| 4 |    |                               |
| 5 |    | Longueur des trains concernés |

\*chainage abscisse : quantum = 0.125 mètres  
champ = [0,511.875m]

#### Longueur des trains concernés

On donne une suite de bit où le 1er et le dernier bit à 1 donnent la fourchette de longueur, chaque bit valant 1/4 de la longueur max d'une station (512 m).

| 3 | 2 | 1 | 0     |
|---|---|---|-------|
| 1 |   |   | 1     |
|   |   |   |       |
| : | : | : | :     |
| : | : | : | ✓     |
| : | : | : | 128 m |
| : | : | ✓ |       |
| : | : | ✓ | 256 m |
| : | ✓ |   |       |
| : | ✓ |   | 384 m |
| ✓ |   |   |       |
|   |   |   | 512 m |

## 4.4.-Modification temporaire et indicase

## \*\* Structure du message

|              |  |
|--------------|--|
| 1            | identificateur 0 0 0 1                               |
| 2            | numero de troncon<br>(12 bits dont 10 significatifs) |
| 5            | 0 0  |
| 6            | capacite de deceleration (8 bits)                    |
| 7            | reserve (8 bits a 0)                                 |
| 9            | indice (4 bits)                                      |
| 10           | vitesse tabulee (4 bits)                             |
| 11           | abscisse (ref. debut branche) (8 bits)               |
| 1er segment  |  |
| 13           | longueur (8 bits)                                    |
| 15           | reserve (4 bits a 0)                                 |
| 16           | numero de branche sur le segment (4 bits)            |
| 17           |  |
| 2eme segment |  |
| 25           |  |
| 3eme segment |  |
| 33           |  |
| 4eme segment |  |
|              |  |

Pour transmettre, on utilise 4 elements de transmission dont les 256 bits sont utilises comme suit :

- 4 bits : en tete du 1er element ( 0 + identification)
- 12 bits : numero de troncon
- 8 bits : capacite de deceleration
- 8 bits : reserve

- $4 \times 8 \times 4 = 128$  : informations relatives aux 4 segments
- 32 bits : réserve
- 64 bits : somme de contrôle et redondance BCH(511,492)

#### Le numéro d'indice

Il caractérise les invariants à prendre en compte. On l'appelle aussi numéro de version des invariants. Ce numéro doit correspondre à celui spécifié dans chaque entête de segment pour avoir le droit d'utiliser les invariants et les modifications associées. Le numéro 0 caractérise l'absence d'indice et interdit l'utilisation des invariants du segment spécifié.

#### La valeur de la vitesse tabulée

La valeur 0 indique l'absence de vitesse limite temporaire sur le segment. Les autres valeurs correspondent à des vitesses tabulées à bord.

ex.  $x: 0,8 \text{ m/s}^2$  transformé en

La capacité de déceleration  $[\text{TRUNC}(x \times 2048.0), \text{const}(\text{trunc}^2)] / 65536$   
 $\text{const}(\text{trunc}) = 0,224 \times 2^8 = 54 \Rightarrow 54 \text{ H}$   
 C'est la valeur minimale garantie de déceleration sur la zone où le ralentissement provisoire s'applique. C'est une valeur majorante définie indépendamment des invariants et valable pour tous les types de train. Son quantum de définition et son champ d'application sont identiques à la définition des valeurs de pente initiale dans les invariants. X

#### L'abscisse sur la branche

quantum = 4 m  
 champ = 0 .... 1020m

C'est l'abscisse à partir de laquelle la limitation de vitesse s'applique. L'origine est celle de la branche spécifiée.

#### Numéro de branche

C'est la branche désignée à partir de laquelle la limitation de vitesse s'applique.

#### Longueur

C'est l'expression de la longueur de validité de la limitation de vitesse. Si la valeur de la longueur est telle que la limitation se propage au-delà de la branche désignée, la

JEUMONT-SCHNEIDER  
CSEE  
INTERELEC

Chapitre IV : Les invariants  
securitaires

NT/85.LA.036  
PAGE 1 391

Limitation s'applique sur la totalite des branches en aval  
Jusqu'a atteindre la longueur desiree ou Jusqu'a atteindre une  
extremite du segment.

EDITION 1  
006.30/01/86

Specification technique

JEUMONT-SCHNEIDER  
CSEE  
INTERELEC

Chapitre V : Visualisation en  
cabine

NT/85.LA.036  
PAGE 1 11 1

## CHAPITRE V

## V. VISUALISATION EN CABINE

5.1.-Structure du message recu du KCV

5.2.-Affichage des voyants en mode CMC / PA

5.3.-Determination de la vitesse de declenchement  
du freinage

5.4.-Determination de la vitesse de consigne

5.5.-Determination de la vitesse plafond de reprise  
en station

## 5.1.-Structure du message recu du KCV

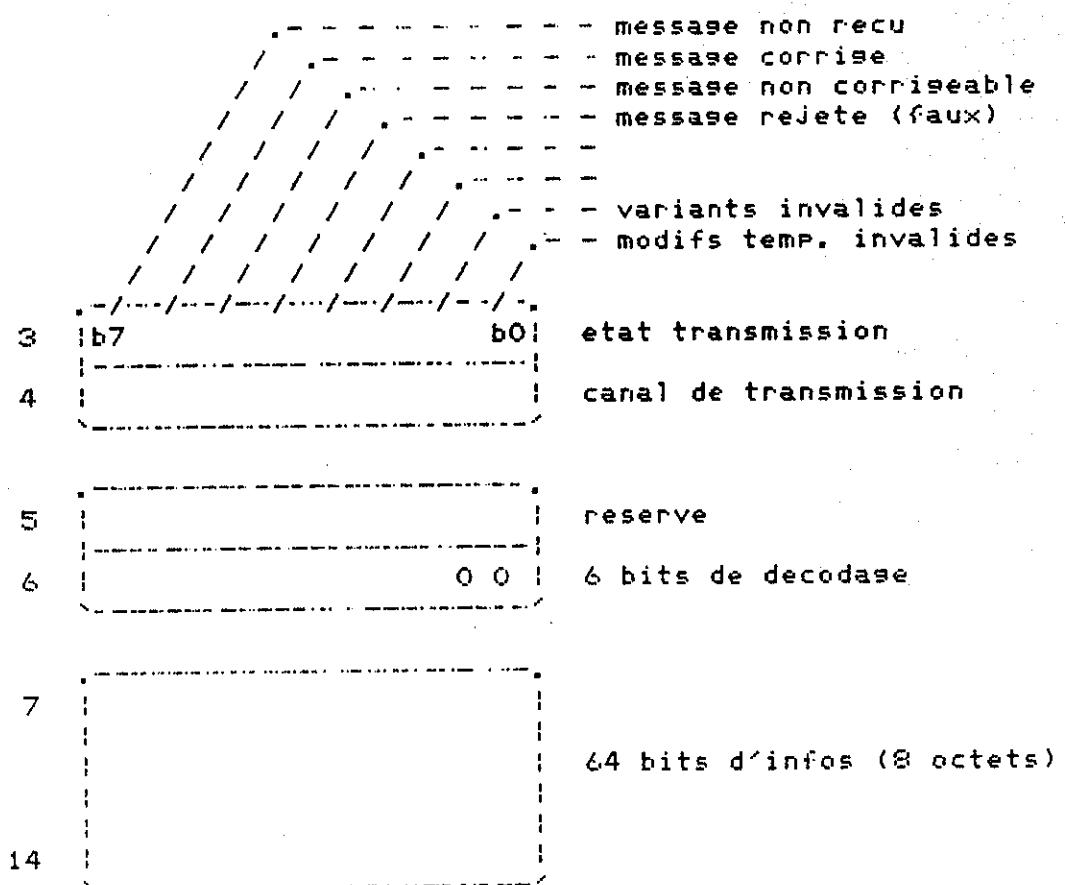
Il s'agit du message KCV --> CAD, PA, DAM

Il comprend 50 octets, c'est-à-dire 12 mots de 32 bits plus 2 octets de 'break'. La répartition entre les différentes fonctions est la suivante:

|    |                                    |               |
|----|------------------------------------|---------------|
| 1  | break                              | 2 octets      |
| 3  | transmission<br>continue sol-train | (A) 12 octets |
| 15 | paramètres train (B)               | 4 octets      |
| 19 | localisation (C)                   | 12 octets     |
| 31 | contrôle (D)                       | 12 octets     |
| 43 | commandes train (E)                | 2 octets      |
| 45 | visualisation (F)                  | 2 octets      |
| 47 | réserve                            | 3 octets      |
| 50 | checksum                           | 1 octet       |

Ce message peut être substitué à un message d'erreur spécifique désignant l'origine du ou des défauts auto-déTECTes dans le processus (à définir en cours d'analyse). Dans ce cas, le 1er octet d'information contient tous ses bits à l'état 1 (octet FF hexa).

(A) Message transmission continue sol-train



En cas de message rejete, les 6 bits de decodage (voir definition de DECODE, chapitre III) permettent de retrouver le message faux.

### (B) Parametres train

|    |         |     |                               |
|----|---------|-----|-------------------------------|
|    |         |     | type de train                 |
|    |         |     | "                             |
|    |         |     | cabine 1 active               |
|    |         |     | cabine 2 active               |
|    |         |     | fermeture depart FD           |
|    |         |     | etat repos FD                 |
|    |         |     | vigilance                     |
|    |         |     | etat non PA                   |
|    |         |     |                               |
| 15 | 1b7     | b01 |                               |
|    |         |     |                               |
| 16 | 1b4     | b01 | code mission (1er caractere)  |
| 17 | 1b4     | b01 | code mission (2eme caractere) |
|    |         |     |                               |
|    |         |     | Cab Signal hors service       |
|    |         |     | numero du train (0 a 99)      |
| 18 | 1b71 b6 | b01 |                               |

## (C) Localisation

etat graphe localisation [0..6]

19 | b7 b5/b4 b01

- mot defaut localisation
- [0: aucun defaut]
  - 1: perte arret complet
  - 2: perte cabine
  - 3: roue phonique invalide
  - 4: nb singularite > 3
  - 5: absence invariant
  - 6: franchissement aisuelle
  - 7: perte variants
  - 8: chans. troncon anticip.
  - 9: long balise incohérente
  - 10: code balise mauvais
  - 11: balise lue trop tot
  - 12: absence balise init
  - 13: pos. aisuelle incohérente
  - 14: deplac. aisuelle franchie
  - 15: 2 balises reloc ratees ]

20 | b3 b01

- cabine reference (0: cab 1)
- Arret Complet
- Demande Test Capteur
- vitesse < 0.5 m/s (QVA = 1)
- mot defaut roue Phonique
- [0: aucun defaut]
  - 1: roue non initialisee
  - 2: test capteur mauvais
  - 3: discordance capteur
  - 4: def recurrence etalonnage
  - 5: etalonnage hors limite
  - 6: etalonnage non secu.
  - 7: enrayage en vitesse
  - 8: blocage essieu par QVA
  - 9: QVA hors service
  - 10: defaut recul
  - 11: compteur roue hors code

21 |b15 b01  
|b7 b6 b01 Vitesse Brute 6  
(Pds faibles = 2 m.f.)

----- 1 metre.frequnce

23

reserve

25

b15 b81  
b7 b01

Etalonnage 18  
(Pds faibles = 2 m.)

27

b15 b81  
b7 b2 b01

Abscisse / origine branche  
(Pds faibles = 0.25 m)

----- 1 metre

29

b15 b81  
b7 b no. branchel

No. de segment et no. branche

(D) Contrôle

|    |        |        |      |      |
|----|--------|--------|------|------|
| 31 | 3 bits | 3 bits | 2 b. | 1    |
| 32 | 2 b.   | 2 b.   | 2 b. | 2 b. |

Graphe Gérer mode de contrôle

diagnostique contrôle vitesse:

- [ 0: vitesse correcte
- 1: vites. max train dep.
- 2: TIV courant dépasse
- 3: 1er TIV dépasse
- 4: 2em TIV dépasse
- 5: vitesse plafond dep.
- 6: vitesse tempo. dep. ]

- - - - - graphe Detecter Défaut Freinage
- - - - - graphe Penaliser la Conduite
- - - - - graphe E/S Sacem

diagnostique contrôle énergie

- [ 0: énergie correcte
- 1: ener. vit. tempo dep.
- 2: variant non défini
- 3: surenergie pt. sing.
- 4: surenergie vit. tempo.
- 5: défaut aiguille
- 6: fin invariant
- 7: défaut modif. tempo.
- 8: reprise PA arrêt simpl.
- 9: dépasse vitesse plafond
- 10: reprise PA arrêt compl. ]

|    |     |     |                               |     |     |
|----|-----|-----|-------------------------------|-----|-----|
| 33 | 1b7 | b01 | gamma FS moyen                | -7  | 2   |
|    |     |     | (Pds faibles = 2 m.f)         |     |     |
| 34 |     |     | gamma traction                | -7  | 2   |
|    |     |     | (Pds faibles = 2 m.f)         |     |     |
| 35 |     |     | enersie associee au point but |     |     |
|    |     |     |                               | -13 | 2 2 |
|    |     |     | (Pds faibles = 2 m.f)         |     |     |
| 37 |     |     | vitesse max toleree           | -6  |     |
|    |     |     | (Pds faibles = 2 m.f)         |     |     |
| 39 |     |     | vitesse but                   | -6  |     |
|    |     |     | (Pds faibles = 2 m.f)         |     |     |
| 41 |     |     | distance but                  | -2  |     |
|    |     |     | (Pds faibles = 2 m)           |     |     |

(E) Commandes Train

IFS  
Ordre départ  
Annulation  
(AU recuperation) P.m.  
KCV actif  
(AU porte droite) P.m.  
(AU porte gauche) P.m.  
inhibition FU

43 1b7 b01 Etat tout ou rien des sorties  
44 1b7 b01 Causes du FU:

0  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7

## (F) Visualisation

|    |     |     |                             |
|----|-----|-----|-----------------------------|
|    |     |     | Depart Autorisé             |
|    |     |     | PA autorisé                 |
|    |     |     | Compatibilite signalisation |
|    |     |     | Entree en station type 1    |
|    |     |     | Entree en station type 2    |
|    |     |     | Entree en station type 3    |
|    |     |     |                             |
|    |     |     |                             |
| 45 | 1b7 | b01 |                             |
|    | 1-  | -1  |                             |
| 46 | 1b3 | b01 |                             |

Graphe voyant E/S Sacem

## 5.2. Affichage des voyants en mode CMC / PA

L'affichage se fait a partir des etats du graphe qui sera les modes de controle du train : (graphe A342)

|        |            |                            |
|--------|------------|----------------------------|
| Etat 0 | CTRL-Arret | : extinction des voyants   |
| 1      | CML        | : extinction des voyants   |
| 2      | INIT Arret | : vert + vitesse plafonnee |
| 3      | CMCC-PA    | : voir algorithme          |
| 4      | CMP        | : rouge clignotant         |

L'algorithme applique pour l'etat 3 s'exprime de la facon suivante :

On doit d'abord determiner:

$V_d$  = vitesse de declenchement du freinage (de service)

$V_c$  = vitesse de consigne a atteindre

$V_p$  = vitesse plafonnee de reprise en station

$V_b$  = vitesse du point but (transmise par KCV)

$D_b$  = distance du point but (transmise par KCV)

$V_r$  = vitesse reelle du train (transmise par KCV)

On doit esgalement determiner l'ordre de ralentissement issu de la compatibilite avec la signalisation laterale lorsque celle-ci n'est pas annulee. (transmise par KCV).

On applique alors l'algorithme suivant:

SI (augmentation de la distance but)

OU (affichage precedent = vert)

OU (  $V_r < V_b$  )

ET (  $V_r < V_d$  )

ALORS

SI (  $V_c < 30 \text{ km/h}$  )

OU (ordre de ralentissement)

ALORS

affichage jaune

SINON

affichage vert + Mini(  $V_c$  ou  $V_p$  )

SINON

SI (  $V_b = 0$  ) ALORS

SI (  $V_d > 30 \text{ km/h}$  ) ALORS

SI (  $V_r > V_p$  ) ALORS

affichage blanc +  $V_p$

SINON

affichage jaune

SINON

affichage rouge

SINON

affichage blanc +  $V_b$

## 5.3.-Determination de la vitesse de declenchement du freinage Vd

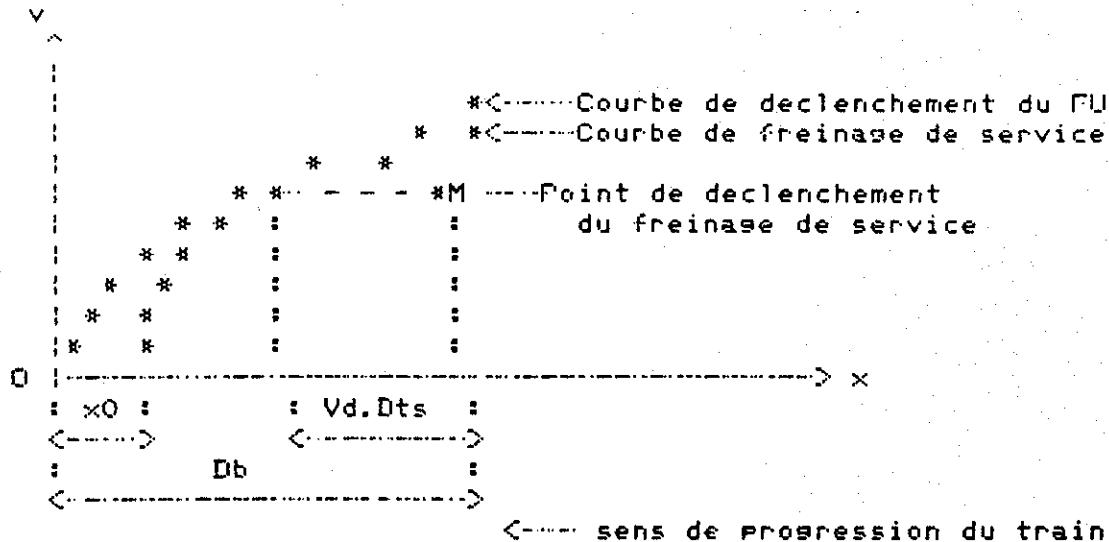
Cette valeur doit etre determinee en fonction des grandeurs suivantes:

- Gamma Fs : deceleration en freinage de service (en palier)
- Gamma Tr : acceleration en traction (en palier)
- Dts : temps d'anticipation pour demander l'application du freinage de service (enlobe tous les temps de reponse).
- Db : distance du point but / train
- Vb : vitesse du point but
- Eb : energie potentielle du point but/Point localisation du train corrisee du coefficient de masses tournantes :

$$Eb = \frac{g \cdot (H - H_0)}{\alpha}$$

- x0 : distance entre la courbe de freinage de service et la courbe de declenchement du frein d'urgence (glissement maxi)
- alpha : coefficient de masse tournante

$$\alpha = \frac{2 \cdot M_p + J/r}{M_p}$$



Le bilan énergétique entre les points M et O donne:

Variation énergie cinétique + Potentielle

=

Travail des forces de freinage

$$\frac{V_d^2 - V_b^2}{2} = E_b = \gamma F_s . [ D_b - x_0 - (V_d \cdot Dts) ]$$

Le test  $V_r > V_d$  s'opère en remplaçant  $V_d$  par  $V_r$  dans l'équation

$$\frac{V_r^2 - V_b^2}{2} - E_b > \gamma F_s . [ D_b - x_0 - (V_r \cdot Dts) ]$$

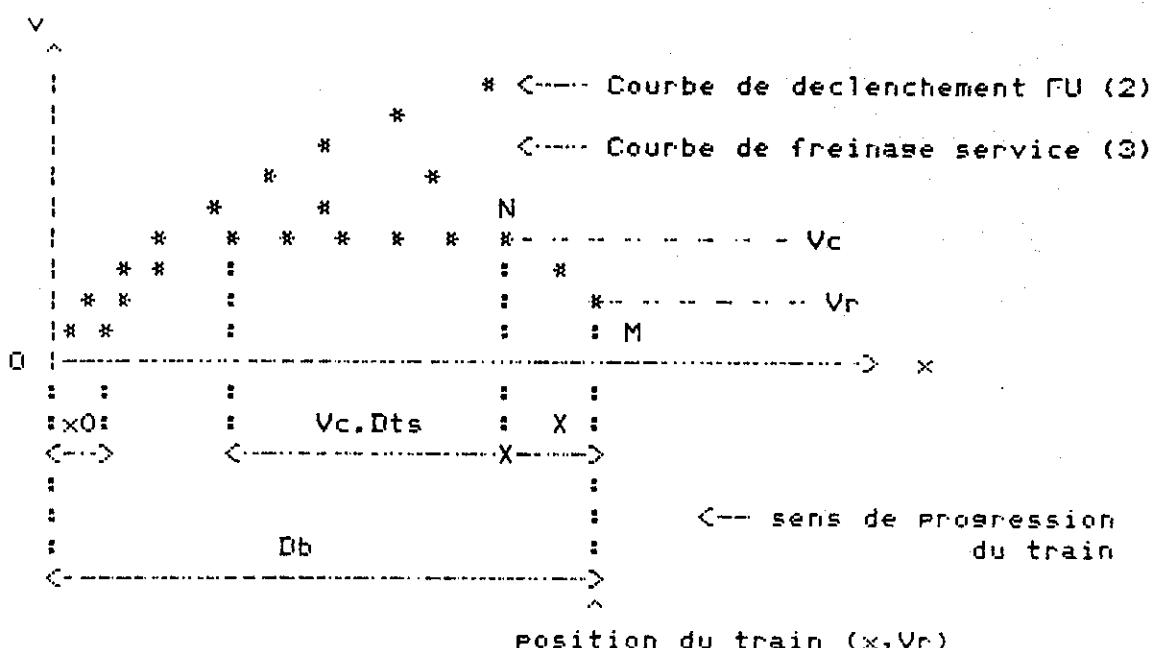
#### 5.4.-Determination de la vitesse de consigne $V_c$

On détermine la vitesse de consigne  $V_c$  en partant de la vitesse réelle du train  $V_r$  par itération successive par palier de vitesse  $Dv$ . A la fin du calcul on aura:  $V_c = V_r + n \cdot Dv$  en bornant toujours  $V_c$  par  $V_{max}$ .

$$Dv = 5 \text{ km/h}$$

Vr arrondi au multiple de 5 km/h le plus proche par défaut.

Soit le diagramme vitesse/espace suivant:



Le calcul itératif donne:

$$V_C = V_R + n_a \Delta x$$

avec  $V_r$  = vitesse réelle du train  
 $n$  = nombre d'itération  
 $DV$  = pas de calcul de  $V_C$

Le bilan énergétique entre les points M et N permet de déterminer X:

$$\frac{1}{2} \cdot (V_C - V_R) + E_b \cdot \frac{x}{R_b} = \gamma T_R \cdot x$$

On détermine alors:

$$X = \frac{1}{2} \frac{V_c^2 - V_r^2}{\gamma_{Tr} \frac{E_b}{D_b}}$$

avec  $\gamma_{Tr}$  = capacité de traction du train  
(compte tenu d'une pente constante)

A l'aide du bilan énergétique entre les points O et N,  
on poursuit les itérations tant que:

$$\frac{V_c^2 - V_r^2}{2} < \frac{E_b - X}{D_b} + \gamma_{FS} (D_b - x_0 - V_c \cdot D_{ts} - X)$$

### 5.5.-Determination de la vitesse plafonnée de reprise en station

L'introduction d'une vitesse plafond  $V_p$  servant à borner la vitesse de consigne  $V_c$  a pour but d'optimiser la marche d'un train à l'approche d'une station occupée par un autre train qui démarre et de rendre ergonomique l'affichage des consignes du Cab-Signal (éviter les variations brusques de la vitesse de consigne affichée).

La vitesse plafonnée de reprise en station est déterminée en fonction de deux paramètres transmis par le KCV :

- le type de point but (3 types de point d'arrêt d'entrée de station),
- la vitesse réelle du train  $V_r$ .

Lorsque le train est en dehors d'une station et que le point but n'est pas un point d'entrée de station, la vitesse plafond  $V_p$  est neutralisée en prenant une valeur arbitraire élevée.

Lorsque le point but est un point d'entrée de station (3 types possibles) la vitesse  $V_p$  est choisie parmi 3 valeurs prédéterminées en fonction du type défini.

Lorsque le point but cesse d'être le point d'entrée d'une station, la vitesse  $V_p$  est ajustée afin d'optimiser la marche du train en fonction de sa vitesse au moment du déblocage de ce signal. Ce choix est fait parmi plusieurs valeurs prédéterminées en fonction du type de point d'entrée de station (3 types) et de la vitesse  $V_r$  du train.