

157

LEUMONT-SCHNEIDER	NT/85.LA.036
CSEE	
INTERELEC	PAGE 1

SPECIFICATION TECHNIQUE DU

CONTROLE DE VITESSE EMBARQUE

(Version Processeur code - RER LIGNE A)

EDITION	Specification technique
CG.30/01/86	

I. LES PRINCIPES DE REALISATION

II. ANALYSE FONCTIONNELLE

III. DESCRIPTION DES ENTREES-SORTIES

IV. LES INVARIANTS SECURITAIRES

V. VISUALISATION EN CADINE

CHAPITRE I

JEUMONT-SCHNEIDER:		NT/85.LA.036
CSEE	Chapitre I : les principes de	
INTERELEC	realisation	PAGE 4

I. LES PRINCIPES DE REALISATION

- 1.1.-Decoupage du reseau
- 1.2.-Les principaux types de messages Gol-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:

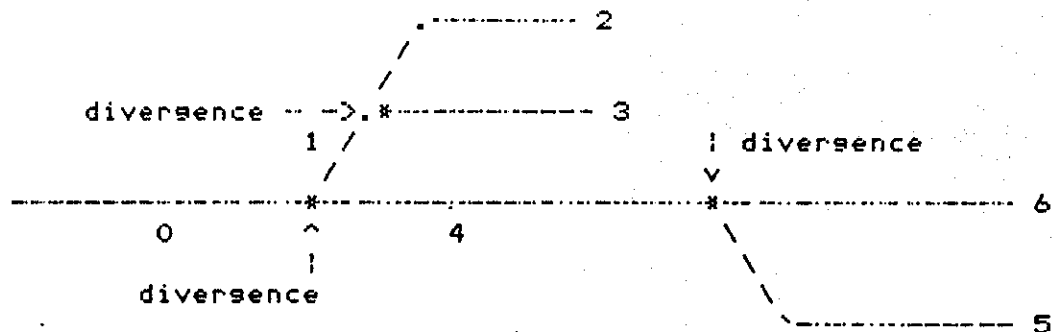
Chaque troncon est divise en SEGMENTS (de 1 a 4 au maximum). Chacun des segments decrit l'ensemble des singularites d'une partie arborescente du troncon. Chaque segment comporte un seul debut.

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.

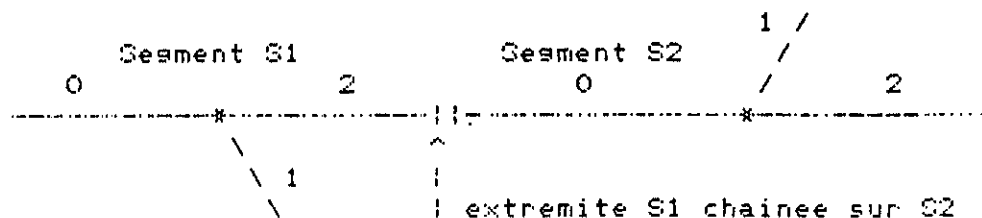


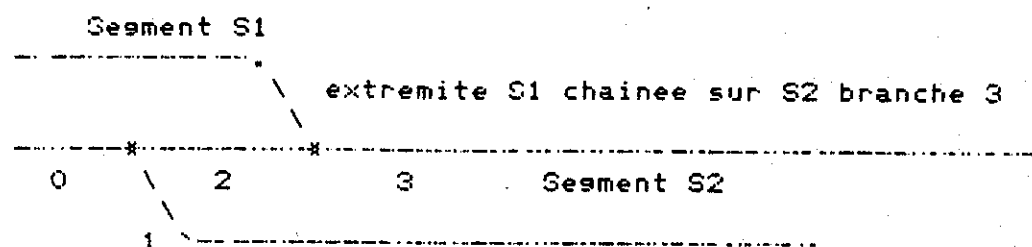
* Les differentes branches d'un meme segment sont decrites suivant l'ordre ou elles apparaissent en partant du debut du segment. A chaque divergence on prend pour convention de decire la branche deviee jusqu'a son extremite. Cette disposition est recursive. Sur la figure, les branches "deviees" sont 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 chainee a l'origine d'un segment (branche 0) ou a l'origine d'une branche quelconque d'un segment.





* 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 Gol-Train.

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

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

*Les invariants :

* Les invariants sécuritaires donnent la description du réseau. Ils sont organisés de la même manière que les segments: à chaque segment correspond un message d'invariant.

* Les invariants non sécuritaires donnent la description des missions. La mission fait référence à la succession des segments à parcourir.

*Les modifications temporaires :

* Les caractéristiques de vitesses limites fournies dans les invariants sont cependant modifiables par des messages indépendants appelés modifications temporaires. Cette précaution permet d'intervenir de façon simple sur la vitesse des trains lors de travaux. Les invariants ne sont donc pas exploitables tous seuls, ils doivent être confrontés périodiquement aux messages de modifications temporaires associés.

* Les invariants sont susceptibles d'être modifiés plus profondément, par exemple après le déplacement d'un point singulier. Lorsque la nouvelle version des invariants est opérationnelle, il faut garantir que le train n'utilise pas une version antérieure mémorisée. Les messages de modifications temporaires contiennent également le numéro de version des invariants à utiliser.

*Les variants:

* Les variants sécuritaires donnent l'état de la signalisation et l'état des caractéristiques d'exploitation commutables. Ils sont regroupés en un message par tronçon, et présentent toutes les informations nécessaires à un train quelle que soit sa position sur le tronçon. Le format des variants ne dépend pas de la position des trains, (la transmission est decantonée). La localisation du train et le contrôle de sa vitesse s'appuient sur le contenu des invariants pour decoder la signification des variants.

* Les variants non sécuritaires contiennent principalement les ordres de départ invitant le train à quitter la station et les variants de reconfiguration donnant les points d'entrée-sortie de SACEM.

1.3. Contenu des emissions sur un troncon.

* Les messages emis sur un troncon concernent la description du troncon lui-meme ainsi qu'une description partielle des troncons situes en aval de ses extremités. Cette precaution est indispensable pour que la progression des trains se fasse sans perturbation. Elle a ete appelee 'anticipation', car on envoie aux trains des informations relatives a une portion de voie qu'ils parcoureront peut etre apres etre sortis du troncon.

Pour les variants securitaires, un message unique rassemble les informations du troncon et les informations anticipees. Il en est de meme pour les variants non securitaires. En revanche, pour les invariants et les modifications temporaires, les informations anticipees de chaque troncon aval sont transmises par des messages specifiques.

1.4. Principe des emissions sur un troncon

L'emission des messages s'effectue par elements de transmission ininterrompibles de longueur fixe.

Les messages emis sur un troncon de transmission sont de deux types:

- les messages a temps de reponse court, de la longueur d'un element de transmission: type 'A'. Ce sont exclusivement des messages de variants securitaires ou non securitaires.
- les messages peu critiques souvent de longueur superieure a un element de transmission (de 1 a 8): type 'B'.

Les messages de type 'A', peuvent interrompre l'emission d'un message de type 'B' en s'intercalant entre deux elements du message long (type 'B'). Les messages type 'A' sont emis periodiquement et/ou immediatement en cas de changements d'etat. Afin d'eviter que les messages de type 'A' ne saturent la transmission, on limite a une sur deux la proportion d'elements de type 'A' sur ceux de type 'B'. Ceci est realise en surveillant le ratio 'A'/'B' sur 16 messages successifs. Lorsque le ratio des elements de type 'A' atteint 60% et jusqu'a ce qu'il retombe a 30% de l'ensemble des elements emis, la limitation reguliere a un sur deux est imposee.

Les messages de type 'B' constituent un ensemble de messages emis de facon periodique. Le cycle d'emission depend de la quantite de messages a emettre.

Ce sont :

- les invariants securitaires (messages longs secu.)
- les modifications temporaires et indicase (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

utilises par KCV).

1.5.-Utilisation des messages securitaires

Les variants:

La duree de validite des variants est limitee dans le temps : en effet, des changements d'etat de la signalisation pourraient intervenir sans que les variants interpretes a bord correspondent a ces nouveaux etats (fermeture de carre, recul des trains, etc....). On fixe a 3 secondes la duree de validite des variants en dehors des zones de lacune de transmission. Au dela, on les force a l'etat restrictif. Cette duree de validite permet dans la plupart des cas de perdre un message de variants sans etre perturbe dans la progression.

Sur les lacunes de transmission le controle de validite est inhibe. Des la fin de la lacune, il reprend avec la duree de validite qu'il avait en entree.

Les invariants et modifications temporaires

Chaque segment est dote d'un numero de version que l'on rappelle regulierement dans un "message de modification temporaires" (1 fois par cycle d'invariant transmis sur un troncon). Ce message est soumis a un controle de duree pour resoudre le probleme de modification temporaire ou de modification de version introduites pendant l'exploitation normale. Cela permet de meme de resoudre le probleme d'un equipement reste actif durant une interruption normale de l'exploitation, situation qui conduirait a utiliser des invariants ne correspondant pas aux variants transmis.

Cette duree de validite est fixee a 2 minutes y compris en cas de fonctionnement en marche a vue, et en cas de lacune. Ce principe de controle est egalement valable dans le cas de l'utilisation d'un fichier d'invariants embarques.

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 reseau. Le repérage est appele localisation. On decrit esalement la facon dont le controle de vitesse prend en charge la progression du train.

La localisation d'un equipement embarque peut etre initialisee selon deux modes :

- franchissement d'une balise d'initialisation au vol,
- reception d'un message d'initialisation, le train etant a l'arret,

1.6.1.-Initialisation au vol par balise

La balise d'initialisation est un equipement fixe situe en une position precise du reseau. Elle emit des frequences fixes. C'est le mouvement du train dans un sens donne de circulation qui permet, par detection de dephasage, de lire un message coherent. Ce principe garantit l'impossibilite d'une diaphonie, par contre il implique une phase de conduite manuelle.

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

- * initialisation de la roue phonique. Elle est obtenue apres un simple deplacement d'environ 0,25m.

- * acquisition des informations fournies par une balise d'initialisation et etalonnage de la roue phonique.

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

- le numero du troncon qui gere la transmission Sol-Train
- les numeros de segment et de branche ou se trouve le train
- le canal de transmission continue utilise sur ce segment

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

- *localisation par rapport aux invariants.

Grace aux informations de la balise le KCV se commute sur le canal de transmission continue: il selectionne le message d'invariant qui decrit le segment et eventuellement ceux qui decrivent les segments suivants.

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

Une verification est cependant necessaire pour valider la position trouvee. Il ne faut pas que le train ait franchi une aiguille entre le moment ou il a lu la balise, et le moment ou il a trouve la balise dans les invariants, car pendant toute cette periode il n'a pas pu surveiller la position de l'aiguille, et il ne connait pas la branche qui a ete empruntee.

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 methode, le controle n'est pas immediatement operationnel: en effet, dans une exploitation permettant la penetration en canton occupe, il faut garantir qu'aucun train ne se trouve sur le meme CdV, devant le train nouvellement initialise. Le controle attend que le train soit suffisamment proche d'un signal permissif (moins de la longueur du plus petit train de la ligne) pour prendre en charge la progression du train.

1.6.2.-Initialisation a l'arret par message

Pour eviter d'avoir a effectuer un deplacement non controle pour se localiser, sur certaines zones particulieres, un echange d'informations entre le sol et le train permet une localisation et un controle provisoires. Cet echange se deroule sur un canal de transmission Sol-Train identique pour toutes les zones equipees pour ce type d'initialisation. Le message envoye au train permet au KCV de connaitre le canal de transmission et le numero de branche sur laquelle se trouve le train, donc de selectionner le message d'invariant decrivant le segment. Il permet egalement de connaitre le numero de troncon et de segment, donc d'interpreter les variants.

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

- elle est situee en amont d'un signal dit d'initialisation, defini comme tel dans les invariants,
- elle est limitee en portee de facon securitaire ce qui limite l'incertitude sur la localisation du train par rapport a l'abscisse du signal. La localisation provisoire est valable sur une distance forfaitaire sur laquelle se trouve une balise d'initialisation permettant la localisation precise.

Description detaillee de la sequence d'initialisation:

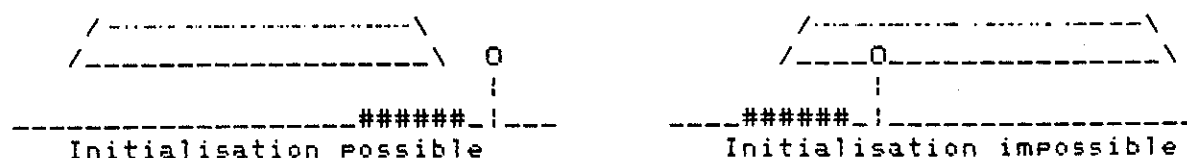
* Le train a l'arret non initialise commute son canal de reception sur le canal approprie. Il emit un message a destination des equipements Sol et recoit en reponse un message securitaire d'initialisation. Ce message a le meme

contenu que le message genere par une balise d'initialisation. Il permet donc a l'equipement embarque de selectionner le segment de localisation.

* Pour que le controle soit directement operationnel, il faut que le train soit a proximite d'un signal permissif. La proximite du signal est garantie par une implantation appropriee de la zone d'initialisation. Le caractere permissif du signal est donne dans les variants par l'information associee a la singularite de type point d'arret de zone d'initialisation.

ND1 - Ces dispositions impliquent qu'il ne peut y avoir qu'un seul point d'initialisation a l'arret par branche de segment.

* La zone d'initialisation correspond a un canton de transmission dote d'une boucle de reception Train-Sol pouvant recevoir en securite (sans diaphonie) un message d'identification caracterise par une datation. La boucle est disposee tres pres d'un signal dont l'etat conditionne le depart effectif, cette precaution permet de respecter le critere de proximite necessaire a l'initialisation du controle. Cette initialisation ne peut se faire que si le train s'oriente dans le sens protege par le signal, car si le KCV ecoute le message par une cabine arriere, le reste du train force le signal a l'aspect restrictif.



Le sol emit alors vers le train un message d'initialisation incluant la date du train que lui seul peut alors reconnaitre, ce qui elimine 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 differentes. Pour cela, on traitera chaque zone d'initialisation par un calculateur propre a celle-ci. (il n'y aura donc aucun risque d'inversion entre deux entrees du calculateur).

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

- A bord, les messages d'initialisation sont controles grace au marquage de la date qui a ete transmise au sol par l'intermediaire de la boucle de reception. L'equipement KCV

avant decode un message d'initialisation est en mesure d'interpreter les invariants et les variants.

Le KCV autorise le depart en marche avant des que le variant associe au signal est a l'etat permissif. Sur franchissement de la balise d'initialisation, l'equipement KCV peut se localiser dans les invariants, etalonner sa roue phonique et se placer en phase de fonctionnement nominal.

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

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

- des que le train a bouse, il n'est plus possible pour le KCV de controler l'etat du signal, car le train a pu entrer sur le canton pour y lire la balise, et forcer lui meme le signal a l'etat restrictif.

- si le canton suivant est sur une autre branche (qui peut elle-meme etre sur un autre segment), la balise n'a pas le meme contenu que le message d'initialisation. Si d'autre part, la branche est sur un autre troncon de transmission, il peut y avoir perte de transmission, car il est impossible de savoir a quel moment la commutation est necessaire, le KCV n'est pas localise donc ne connait pas l'abscisse du train. Cette perte de message n'empeche pas l'initialisation de se derouler correctement.

EXEMPLE 1

sens marche---->

|<---feu d'autorisation de depart

| balise d'initialisation

| /

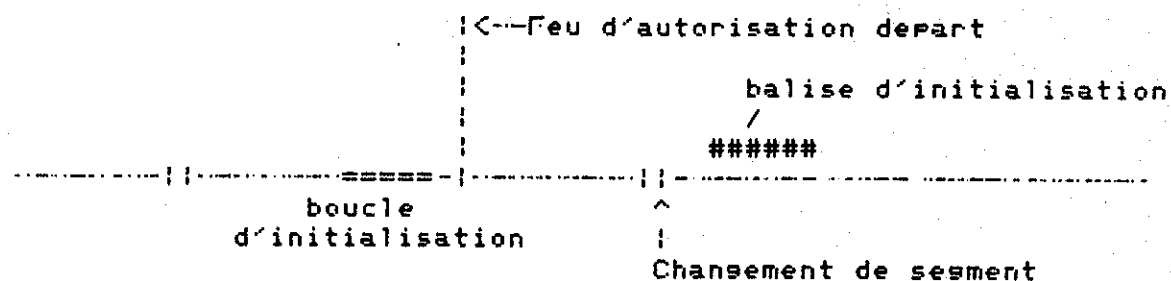
| #####

|
|
| boucle d'initialisation

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

EXEMPLE 2

sens marche--->



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

1.7.-Mesures de deplacement et de recalase

Elles sont assurees par une roue phonique et un dispositif de captation de balises permettant le recalase 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 traites par evaluation d'un majorant de l'acceleration par derivation de la mesure de vitesse.

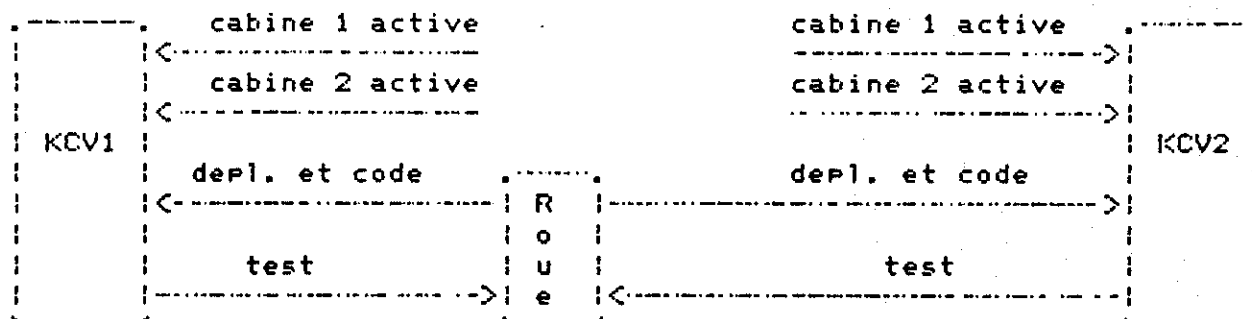
1.7.1.-Sens de marche

Dans le cas d'un equipement 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 ou l'on dispose d'un equipement KCV par cabine, on doit se ramener au cas precedent a l'aide du synoptique suivant:



1.7.2.-Etalonnage

A l'exclusion de l'initialisation a l'arret ou la precision sur le deplacement n'est pas de premiere criticite, il est indispensable de faire un etalonnage de la roue phonique avant tout controle de vitesse. En effet, le choix arbitraire et temporaire du diametre maximal (hypothese de la roue neuve) donne une imprecision de localisation tres grande, ce qui est senant sur les points suivants :

- changement de troncon,
- respect des points but,
- grandeurs des fenetres de relocalisation,
- verification du glissement,
- localisation sur canton libre (proximite d'un signal permissif),
- localisation du train au dela d'une aiguille qu'il n'a pas encore franchie

On etalonne 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 verifie une correlation : la valeur du compteur de deplacement est enregistree par un dispositif materiel a chaque octet d'information recu de la balise.

1.7.3.-Relocalisation

Un dispositif de transmission ponctuelle doit permettre le recalage periodique de la localisation. Pour cela, on utilise des balises basees sur le meme 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 premunir contre les changements d'etat d'une aiguille juste en aval devant le train alors que la localisation aurait deja detecte le franchissement de celle-ci a cause de l'erreur de localisation (on rappelle que l'on localise le train dans une position plus en aval que sa position reelle).

1.8.-Longueur du train

Pour mesurer la longueur du train, on dispose de 2 entrees securitaires intrinseques fournissant les informations suivantes:

Entree1 Vraie = "1 element",

Entree2 Vraie = "2 elements",

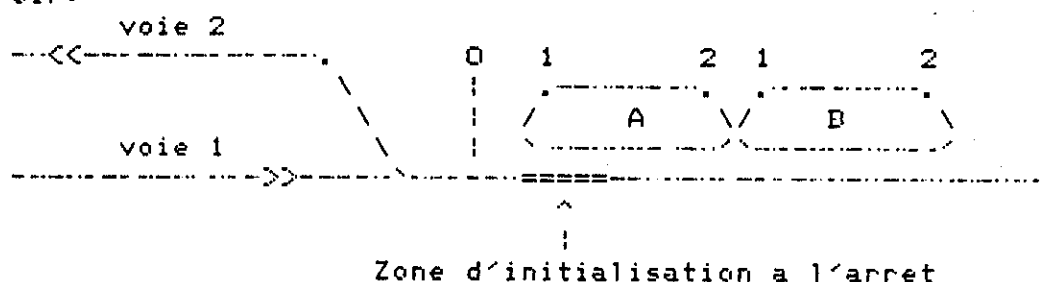
Sinon = "3 elements",

La longueur du train est donc definie en securite polarisee vers une longueur maximum par default. (C'est a dire que tout default de mesure de longueur de train entraine l'interpretation d'une longueur maximale).

1.9.-Manoeuvres

Compte-tenu de l'absence de dispositif de retournement, les manoeuvres possibles ne peuvent se faire que par une passivation de l'equipement actif suivie d'une initialisation a l'arret de l'equipement a reactiver.

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



Le train arrive a quai par la voie 1 avec l'element "B" en tete, sa cabine 2 etant active.

Pour repartir dans l'autre sens par la voie 2, le conducteur desactive l'element "B" en quittant la cabine 2, et reactive la cabine 1 de l'element "A". La procedure d'initialisation a l'arret s'engage et le train pourra repartir en PA a l'ouverture du signal de sortie permettant d'emprunter la voie 2.

N.B. Il est necessaire que la zone d'initialisation a l'arret soit a proximite du signal de depart afin de pouvoir partir en PA sans avoir a amener le train a proximite de celui-ci en conduite manuelle. Il est egalement necessaire avant d'effectuer la manoeuvre que le train se trouve a l'arret 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 necessaire de repartir en marche a vue jusqu'a 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), ou le conducteur prend en main les commandes du train;

le pilotage automatique ou 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'aiguille. 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 péjorative 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 (subcantonnerie, 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 equipements KCV

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

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

Les commandes issues de SACEM sont validees d'une part par le commutateur IKV (inhibition du Controle SACEM) present dans chaque cabine, d'autre part par la cle C (cle activant la cabine et definissant le mode de conduite). Les autres equipements actifs en meme temps que SACEM viennent en ET avec les sorties. Les equipements fonctionnant "en parallele" avec SACEM (actifs quand SACEM est inhibe) sont valides quand IKV est en position invalide.

} IKV
 cle C

JEUMONT-SCHNEIDER
CSEC
INTERELEC

Chapitre II : Analyse
fonctionnelle

NT/85.LA.036

PAGE : 11

CHAPITRE II

EDITION
06.30/01/84

Specification technique

II. ANALYSE FONCTIONNELLE

2.1 Diagrammes SADT et graphes d'état.

2.2 Organisation Temps Reel.

MODIFICATIONS INTRODUITES DEPUIS LA VERSION DU DEBUT AVRIL

modification du 22 avril 85: graphe 'Controler'

la station en mode 'Init Arrêt', est limitée temporellement à partir du moment où le signal s'est fermé; au lieu d'être conditionnée par le signal permissif et un non déplacement.

modification du 20 mai 85: graphe 'Controler'

la notion de proximité des signaux, et les diverses transitions non sécuritaires du graphe sont explicitées.

modification du 27 mai 85:

le chapitre 'localiser' est modifié pour tenir compte des possibilités de mesure de déplacement.

modification 1er Juin 85:

les graphes sont modifiés ou décomposés de manière à ce qu'il y ait le moins possible d'échanges de données entre graphes. Les flux d'informations sont établis dans un seul sens.

les diagrammes sadt sont complétés et détaillés pour montrer l'articulation des différents graphes.

modification 7 Juin 85:

le graphe de pénalisation de la conduite, présentait un risque de libération lorsque le mode de contrôle passait à l'état CML. On en profite pour définir clairement l'information survitesse: elle ne sera élaborée qu'en mode CMP et CMCC-PA; en CML, une information de contrôle opérationnel permettra de savoir s'il y a suffisamment d'invariants décompactés pour effectuer le contrôle proprement en passant en mode CMCC-PA.

modification du 14 Juin 85:

le contrôle de franchissement des points d'arrêts restrictifs est traité en CMP, ce qui retire l'information non annulée 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 controle 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 'gerer les modes de controle', 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'etat.

Les diagrammes SADT qui sont fournis expriment une analyse fonctionnelle d'un point de vue constructeur (AFC). On y integre tres tot les contraintes de realisation de facon a aboutir a une decomposition modulaire du logiciel permettant de mettre en evidence :

- la structure du logiciel,
- la modularite,
- l'adaptabilite du logiciel a certaines modifications induites par l'exploitation.

Les differents niveaux de decomposition sont:

A-0 Assurer les traitements logiciels d'un equipement

A0 Assurer les traitements logiciels d'un equipement

A1 Traiter les messages Sol-Bord

A11 Filtrer les messages

A12 Traiter les messages contenant les informations variables

A13 Traiter les messages d'invariants securitaires

A2 Localiser le train

A21 Evaluer le mouvement

A22 Exploiter les balises

A23 Situer le train dans les invariants

A3 Controler le train

A31 Controler la vitesse du train

A32 Controler l'energie du train

A33 Controler l'espacement

A34 Appliquer les controles

A341 Traiter les entrees/sorties Sacem

A342 Definir le mode de controle

A343 Penaliser la conduite

A344 Traiter les depassements

A4 Assurer les fonctions de service

A41 Calculer les commandes train

A411 Elaborer KCV actif

A412 Elaborer le frein d'urgence

A4121 Controler le depart du train en PA

A4122 Controler le recul en station

A4123 Controler la commutation CM-PA

A4124 Commander le freinage d'urgence

A4125 Commander le klaxon

A413 Traiter l'inhibition du freinage de secours

A414 Elaborer l'ordre de depart du train en station

A415 Effectuer les sorties

A42 Preparer la signalisation en cabine

A421 Traiter les voyants d'entree-sortie de zone controlee

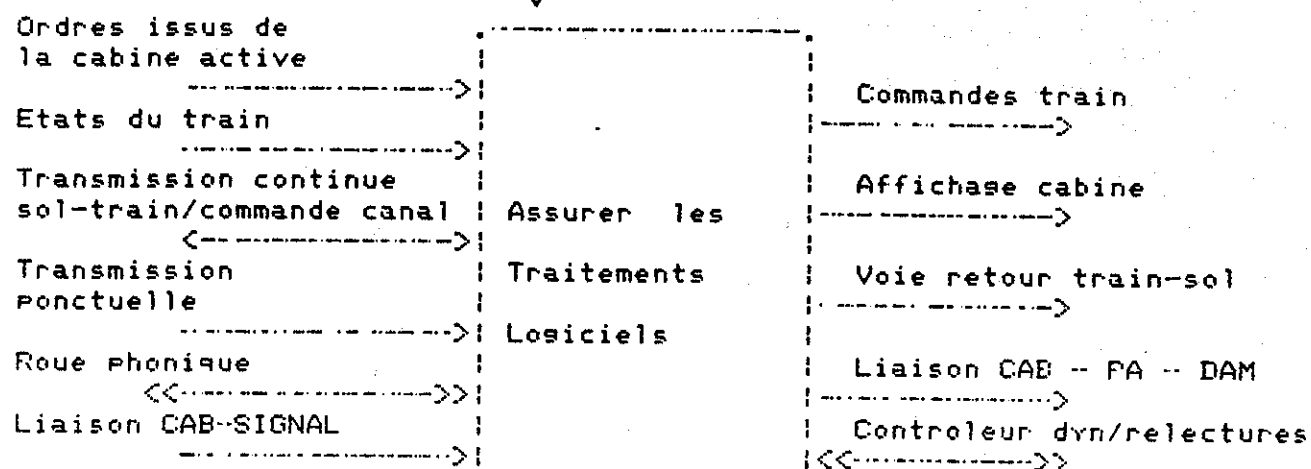
A422 Assurer la compatibilite signalisation laterale

A43 Elaborer le message CAD, PA, DAM

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

A-0: Assurer les traitements Logiciels

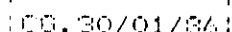
Caracteristiques train-



```

caract. freinase & masse
C1:
|           contexte localisation

```



Glossaire des informations echangees et description des fonctions

A1 ** Traiter les messages Sol-Bord.

Ce module est charge de decoder, decompacter 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 decompactee avec des valeurs precalculees d'energie potentielle et cinetiques, sur les points de contrainte.

- les modifications temporaires decompactees, 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:

10- 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.

20- par la valeur du boolean Roue Valide:

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

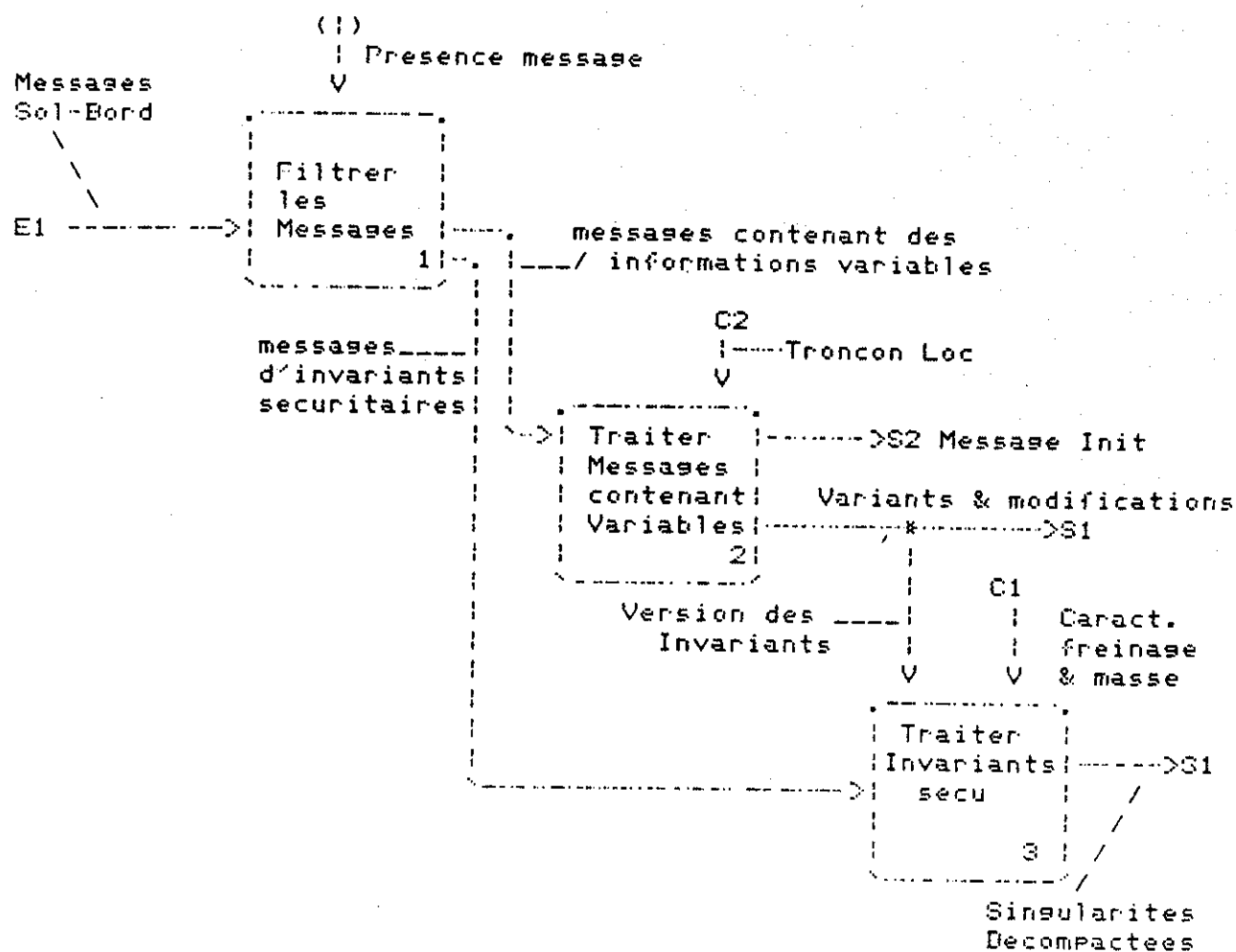
A3 ** Contrôler le train.

Ce module traite le contrôle de la progression du train, en fonction des informations qui sont mises à sa disposition par la localisation et le décompactage des messages. Il fournit principalement aux fonctions de service les entrées des zones de contrôle, le mode de contrôle en cours, l'état de survitesse.

A4 ** Assurer les fonctions de service

Les sorties (freinage d'urgence, IFS, voyants visucab, Commutation CM-PA...) sont élaborées à partir des informations fournies par le contrôle et des entrées spécialisées à cet effet (balise IFS, bouton FD, ordre régulation).

A1: Traiter les messages Sol-Bord



A11: Filtrer les messages.

Ce module est chargé de gérer les particularités de la transmission: formats élémentaires, correction; il fournit en sortie des messages reconstitués dont on a distingué deux types:

- les messages qui véhiculent des informations variables dont il faut vérifier le rafraichissement périodique; (date, variants, modifications temporaires);

- les messages qui véhiculent des invariants.

A12: Traiter les messages de variables.

Ce module traite le rafraichissement des variants et des modifications temporaires, il vérifie la dynamique de l'émetteur par l'intermédiaire de la date de synchronisation, et met les informations à l'état restrictif si un défaut est détecté.

Les messages d'initialisation obtenus après un échange Bord Sol, sont décompactés pour présenter le numéro de tronçon, de branche et de segment.

A13: Traiter Invariants Secu.

Ce module décompacte les messages d'invariants, et précalcule les énergies potentielles et cinétiques aux points de contraintes et aux changements de repères.

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'evaluer 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: boolean 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'entravasse 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 repereage 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 booléen Roue Valide est positionné. D'autre part les informations fournies diffèrent selon l'état de la localisation:

- le contenu de la balise:
 - * les numeros de segment, troncon et de branche sont nécessaires lors de l'initialisation de la localisation: états prelocalise ou delocalise.
 - * 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 prelocalisée ou delocalisée, 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.

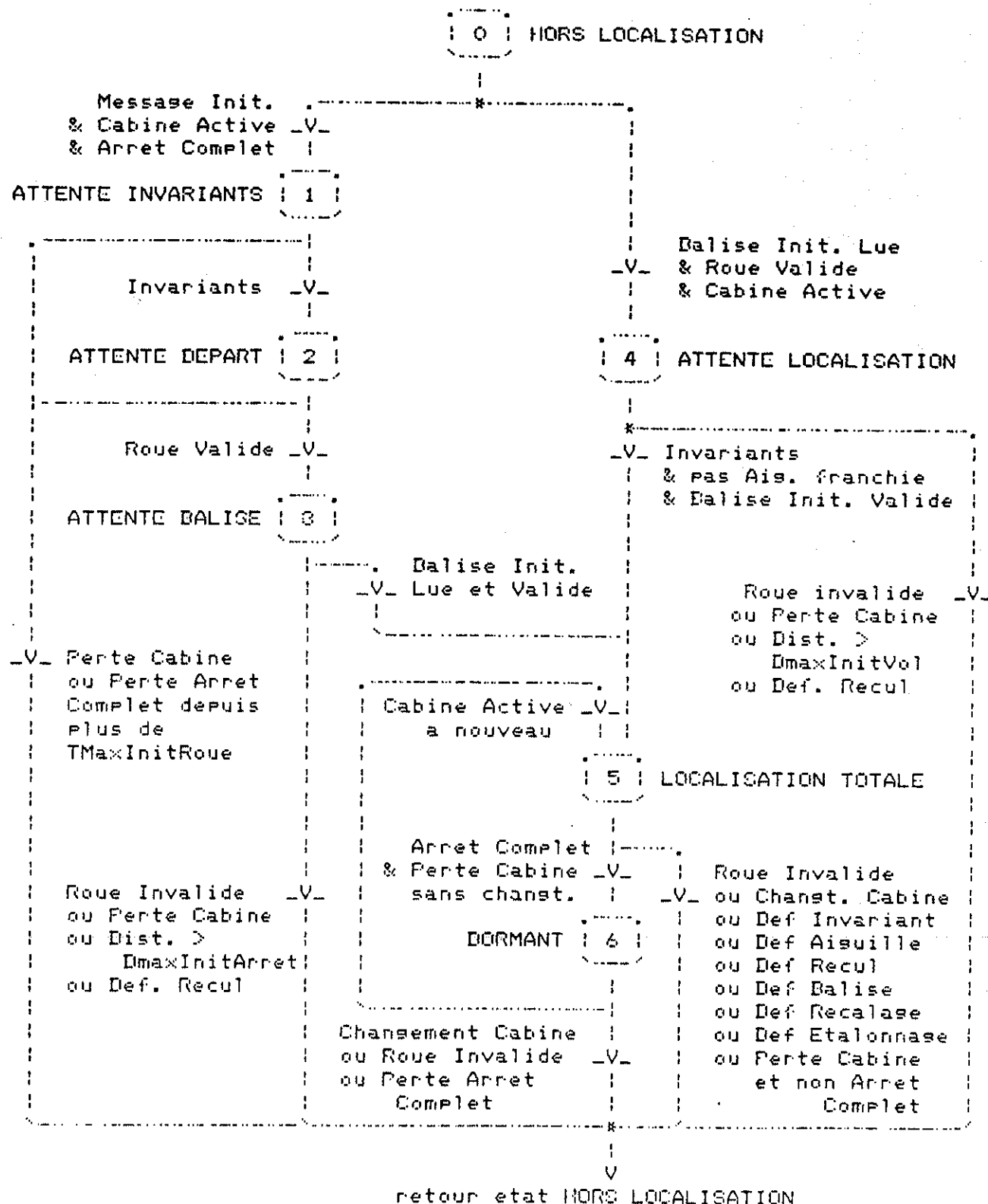
Ce module fournit le contenu des balises non sécuritaires:

- Balise IFS pour 'Assurer les fonctions de service',
- Balise Sortie SACEM pour 'Controler 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 troncon. 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 necessaires au controle de vitesse

.....

Etat Delocalise : HORS LOCALISATION,
ATTENTE INVARIANTS,
ATTENTE LOCALISATION.

Etat Prelocalise : ATTENTE DEPART,
ATTENTE DALISE.

Etat Localise : LOCALISATION TOTALE,
DORMANT.

Etats de localisation necessaires a la reception de la transmission

.....

Aucun etat n'est necessaire a la transmission, lorsque le numero de troncon n'est pas connu, la localisation fournit le canal reserve a l'initialisation a l'arret (Place HORS LOCALISATION); dans tous les autres cas, la localisation fournit le numero de canal associe au segment parcouru.

Valeurs numeriques des parametres:

.....

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

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

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

Def Recul = si Recul superieur a 5 metres.

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 écoute 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 reçu 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 écoute 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 ulterieur doit invalider l'initialisation en cours ou la localisation.

1: ATTENTE INVARIANTS

```
SI la meme cabine est toujours active
ET le train est toujours en Arrêt Complet ALORS
  SI le segment d'initialisation est decompacte 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 decompacte 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'etat du signal de depart, le signal faisant obligatoirement partie du segment donne dans le message d'initialisation, son etat est donc extrait des variants du troncon associe; par contre la balise d'initialisation peut se trouver sur un autre segment dans un autre troncon. Dans ce cas, la localisation provisoire doit permettre de recevoir la transmission continue du troncon ou se trouve le signal de depart afin d'en connaitre l'etat.

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 Arrêt Complet pendant T_{maxInitRoue})

SI la meme cabine est toujours active ALORS

SI la roue est valide ALORS

Passer en 'Attente Balise'

SINON SI perte 'Arrêt Complet' depuis T_{maxInitRoue} ALORS

Passer en 'Hors Localisation'

FINSI

FINSI

SINON Passer en 'Hors Localisation'

FINSI

3: ATTENTE BALISE

.....

On controle la reception 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 meme 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 'Localise'

SINON SI la distance parcourue depuis l'initialisation

est supérieure à D_{maxInitArrêt} ALORS

Passer en 'Hors Localisation'

FINSI

FINSI

SINON Passer en 'Hors Localisation'

FINSI

4: ATTENTE LOCALISATION

.....

SI la meme cabine est toujours active
ET la roue valide

SI le segment d'initialisation est decompacte 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'

FINSI

SINON

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

Demander que la transmission se mette en ecoute 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

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 meme 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'aiguille ALORS

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

SINON Passer en 'Hors Localisation'

FINSI

SINON SI Arrêt Complet ALORS

Passer en 'Dormant'

SINON Passer en 'Hors Localisation'

FINSI

Le test sur la perte de cabine sert à filtrer les défauts fugitifs 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 fugitive 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 faussée. 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 détecté.

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

SI la meme cabine est redevenue active ALORS

Passer en 'Localise'

FINSI

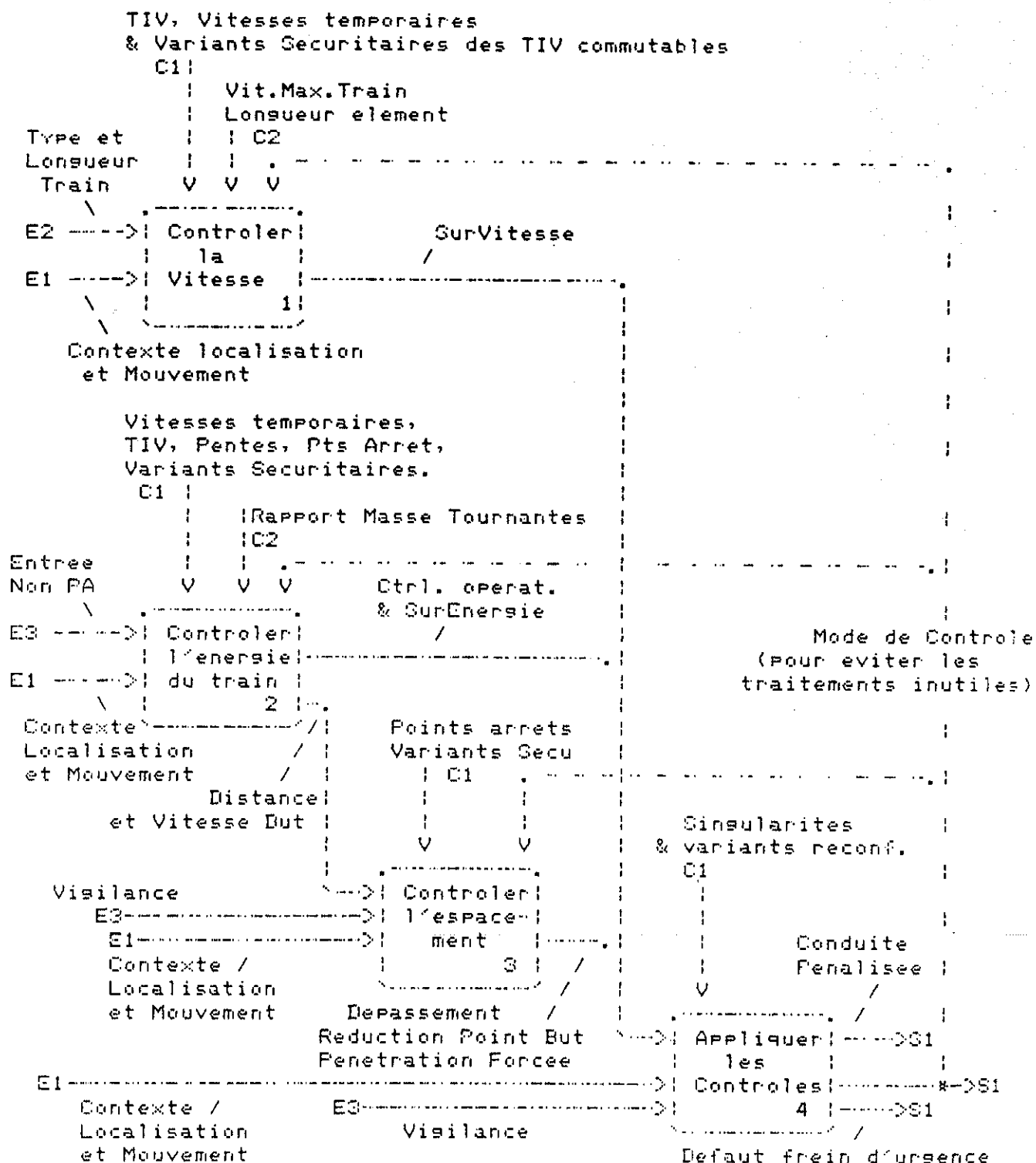
SI une autre cabine est devenue active

OU non Arrêt Complet ALORS

Passer en 'Hors Localisation'

FINSI

A3: Contrôler le train



Informations importantes transitant en interne dans ce graphe:

- SurVitesse: est un booléen securitaire qui definit si la vitesse du train est trop eleve par rapport

- * aux contraintes imposees par la portion de voie sous le train

- * a la vitesse limite admissible par le train

- * aux vitesses limites temporaires en cours sous le train

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

- SurEnergie: est un booléen qui definit si l'énergie du train est compatible avec les singularites situees en aval.

Le controle d'énergie est simplifie de maniere a ce qu'il ne tienne plus compte de la longueur du train pour le calcul du centre de gravite du train. Pour cela la valeur peyorante de declivite sous la longueur maximale du train est utilisee. Cela permet d'assimiler dans les calculs les trains a des masses ponctuelles localisees en leur tete.

Les singularites a considerer sont:

- les points d'arret,

- les restrictions de vitesse limite,

- les vitesses limites temporaires,

- les extremités de segment en sortie de zone equipee.

Les parametres a prendre en compte sont:

- les changements de declivite,

- les changements d'adherence,

- les caracteristiques de freinage

- Distance But: le controle d'énergie definit la distance qui separe la tete du train du point de contrainte le plus restrictif.

- Vitesse But: le controle d'énergie note la vitesse associee au point but choisi par le controle en energie. Lorsqu'il s'agit d'un point d'arret, cette vitesse est nulle et le point but est controle en franchissement.

- Depassement: est un booléen securitaire qui definit si un signal restrictif a été franchi.

- Reduction Point But: est un booléen securitaire qui signale que le point but s'est rapproche soudainement du train.

- Penetration forcee: est un booléen fonctionnel qui signale que le conducteur a franchi un signal restrictif sans visiler.

Dans le cas ou les controles ne peuvent se faire (absence d'invariants..) ou dans le cas ou ils sont neutralises (en fonction du mode de conduite) ou dans le cas ou le train est delocalise, on ne positionne pas les booléens SurVitesse et SurEnergie si le train est arrete (c'est-a-dire Roue-Valide et VitesseMoyenne=0 ou Arret Complet)

on positionne depassement,
on donne a la distance but la valeur nulle.

La distance but doit etre correctement initialisee lorsque le
contrôle en energie a ete inhibe afin d'éviter de signaler un
depassement au cycle suivant.

A31: Controler la vitesse.

Ce module verifie que la vitesse moyenne du train ne depasse pas les vitesses imposees par:

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

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

En CMP, on controle que la vitesse est inferieure a un plafond.

A32: Controler l'energie du train.

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

En CMP, des que le critere de proximite d'un joint est obtenu, il suffit de donner la distance separant le joint de la tete du train comme distance but meme si le signal est permissif. La vitesse plafonnee etant basse, le franchissement n'aura pas lieu d'ici le cycle suivant. Si le critere de proximite n'est pas obtenu, une distance but nulle convient.

En CML, la transition vers CMCC-PA peut se faire a haute vitesse. Pour assurer la disponibilite du systeme, il est important d'effectuer le controle d'energie pour etre sur de disposer de suffisamment d'informations decompactees. Une variable auxiliaire appelee Ctrl. Operat. est chargee de distinguer parmi les eventuelles survitesses celles qui sont dues a un manque de donnees pour eviter le passage en mode controle CMCC-PA.

En INIT-ARRET, le train est suppose localise au pied du signal d'init. Il peut donc parfaitement faire un controle d'energie et definir son point but.

Remarque: apres un recalage en abscisse du a un franchissement de balise, la localisation peut ramener le train de l'aval du point d'arret vers l'amont de celui-ci. Il n'est pas prevu de reconsiderer le point d'arret, sachant que l'erreur de localisation est prevue dans les algorithmes de controle.

A33: Controler l'espacement.

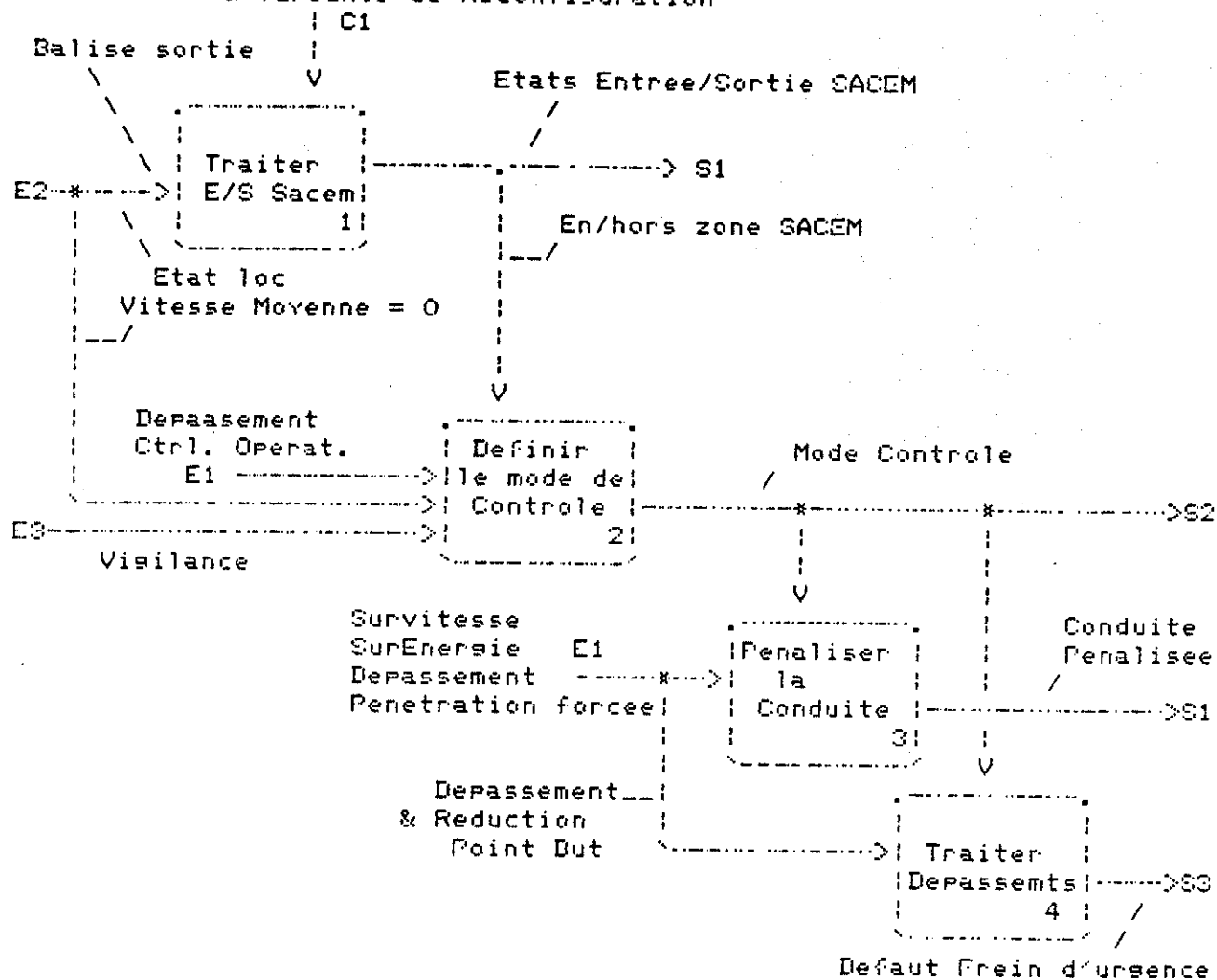
Ce module est charge de fournir trois informations concernant la surveillance des depassements des points d'arret.

Depassement: lorsque la distance but calculee au cycle precedent est inferieure au deplacement observe, il y a depassement du point but. Si celui-ci est un point d'arret (point but de vitesse nulle), cela correspond a un derangement.

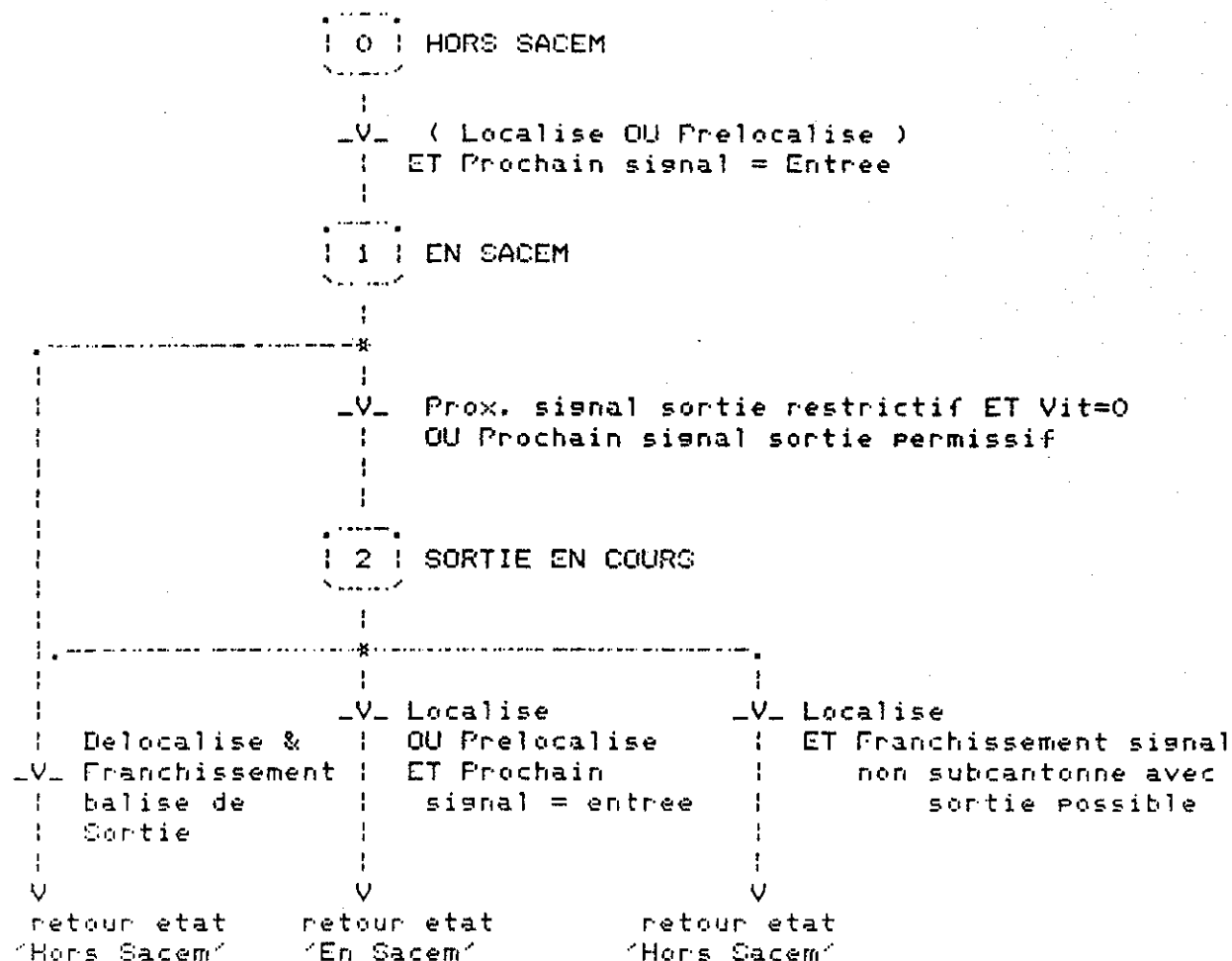
Reduction Point But: lorsque la distance but (fixee au cycle precedent) diminuee du deplacement observe est superieure a la nouvelle distance but, on dit qu'il y a reduction point but. La reduction du point but disparaît lorsque la distance but augmente a nouveau. Ceci permet de distinguer les causes normales de depassement (fermetures de signaux subites, arret de la transmission...) des causes anormales (defaut de freinage).

Penetration forcee: lorsque le train est a proximite d'un signal ferme, la penetration en canton occupe est autorisee en conduite manuelle par appui sur le bouton vigilance, train arrete. Si cette information n'a pas ete recue avant la detection du depassement, on dit qu'il y a penetration forcee. Cette information fonctionnelle sert au controle de franchissement des signaux en mode CMP.

Singularites securitaires
Decompactees
& Variants de Reconfiguration



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 facon non securitaire.

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

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

NB2- Un signal de sortie qui presente l'aspect restrictif n'est pris en compte que lorsque le train est arrete pour eviter de donner simultanement sur le Cab-Signal l'indication d'arret et le voyant de transition.

A342 Graphe 'Definir le mode de controle'

Le controle lui-meme presente differents modes, on trouve ci-dessous:

- un descriptif de ces modes,
- un graphe qui decrit les conditions de passage d'un mode a l'autre,
- des precisions sur les diverses transitions.

CTRL-ARRET: C'est le mode de controle utilise a la mise sous tension, mais egalement apres des defauts importants: on y arrive alors soit par transition volontaire, soit par un reset du calculateur qui suit une chute du controleur dynamique. La seule action a mener dans cet etat, c'est le freinage d'urgence si le train est en mouvement.

CML: Ce mode de controle laisse au conducteur l'entiere responsabilite des mouvements qu'il commande. C'est un mode d'absence de controle.

INIT-ARRET: C'est un etat intermediaire ou le mouvement du train est garanti de facon intrinseque. Le train est situe a une distance proche d'un point d'arret (prelocalise) qui doit etre a l'etat permissif. 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 inferieure a la longueur du circuit de voie que le feu protese.

CMCC-PA: C'est le mode de controle qui est le plus performant, il effectue l'ensemble des verifications: Vitesse, Energie, Espace.

CMP: C'est le mode de controle utilise en penetration sur canton occupe, seul le controle en Vitesse Plafonnee est effectue.

```

graph TD
    0[0] --> V1[V_]
    V1 --> 1[1]
    1 --> V2[V_]
    1 --> V3[V_]
    1 --> V4[V_]
    V2 --> 4[4]
    V3 --> 3[3]
    V4 --> 2[2]
    4 --> V5[V_]
    4 --> V6[V_]
    V5 --> 3
    V6 --> 3
    3 --> V7[V_]
    3 --> V8[V_]
    V7 --> 4
    V8 --> 2
    2 --> V9[V_]
    V9 --> 3
    3 --> V10[V_]
    3 --> V11[V_]
    V10 --> 4
    V11 --> 2
    4 --> V12[V_]
    V12 --> 3
    2 --> V13[V_]
    V13 --> 3
    3 --> V14[V_]
    V14 --> 4
    2 --> V15[V_]
    V15 --> 3
    3 --> V16[V_]
    V16 --> 4
    2 --> V17[V_]
    V17 --> 3
    3 --> V18[V_]
    V18 --> 4
    2 --> V19[V_]
    V19 --> 3
    3 --> V20[V_]
    V20 --> 4
    2 --> V21[V_]
    V21 --> 3
    3 --> V22[V_]
    V22 --> 4
    2 --> V23[V_]
    V23 --> 3
    3 --> V24[V_]
    V24 --> 4
    2 --> V25[V_]
    V25 --> 3
    3 --> V26[V_]
    V26 --> 4
    2 --> V27[V_]
    V27 --> 3
    3 --> V28[V_]
    V28 --> 4
    2 --> V29[V_]
    V29 --> 3
    3 --> V30[V_]
    V30 --> 4
    2 --> V31[V_]
    V31 --> 3
    3 --> V32[V_]
    V32 --> 4
    2 --> V33[V_]
    V33 --> 3
    3 --> V34[V_]
    V34 --> 4
    2 --> V35[V_]
    V35 --> 3
    3 --> V36[V_]
    V36 --> 4
    2 --> V37[V_]
    V37 --> 3
    3 --> V38[V_]
    V38 --> 4
    2 --> V39[V_]
    V39 --> 3
    3 --> V40[V_]
    V40 --> 4
    2 --> V41[V_]
    V41 --> 3
    3 --> V42[V_]
    V42 --> 4
    2 --> V43[V_]
    V43 --> 3
    3 --> V44[V_]
    V44 --> 4
    2 --> V45[V_]
    V45 --> 3
    3 --> V46[V_]
    V46 --> 4
    2 --> V47[V_]
    V47 --> 3
    3 --> V48[V_]
    V48 --> 4
    2 --> V49[V_]
    V49 --> 3
    3 --> V50[V_]
    V50 --> 4
    2 --> V51[V_]
    V51 --> 3
    3 --> V52[V_]
    V52 --> 4
    2 --> V53[V_]
    V53 --> 3
    3 --> V54[V_]
    V54 --> 4
    2 --> V55[V_]
    V55 --> 3
    3 --> V56[V_]
    V56 --> 4
    2 --> V57[V_]
    V57 --> 3
    3 --> V58[V_]
    V58 --> 4
    2 --> V59[V_]
    V59 --> 3
    3 --> V60[V_]
    V60 --> 4
    2 --> V61[V_]
    V61 --> 3
    3 --> V62[V_]
    V62 --> 4
    2 --> V63[V_]
    V63 --> 3
    3 --> V64[V_]
    V64 --> 4
    2 --> V65[V_]
    V65 --> 3
    3 --> V66[V_]
    V66 --> 4
    2 --> V67[V_]
    V67 --> 3
    3 --> V68[V_]
    V68 --> 4
    2 --> V69[V_]
    V69 --> 3
    3 --> V70[V_]
    V70 --> 4
    2 --> V71[V_]
    V71 --> 3
    3 --> V72[V_]
    V72 --> 4
    2 --> V73[V_]
    V73 --> 3
    3 --> V74[V_]
    V74 --> 4
    2 --> V75[V_]
    V75 --> 3
    3 --> V76[V_]
    V76 --> 4
    2 --> V77[V_]
    V77 --> 3
    3 --> V78[V_]
    V78 --> 4
    2 --> V79[V_]
    V79 --> 3
    3 --> V80[V_]
    V80 --> 4
    2 --> V81[V_]
    V81 --> 3
    3 --> V82[V_]
    V82 --> 4
    2 --> V83[V_]
    V83 --> 3
    3 --> V84[V_]
    V84 --> 4
    2 --> V85[V_]
    V85 --> 3
    3 --> V86[V_]
    V86 --> 4
    2 --> V87[V_]
    V87 --> 3
    3 --> V88[V_]
    V88 --> 4
    2 --> V89[V_]
    V89 --> 3
    3 --> V90[V_]
    V90 --> 4
    2 --> V91[V_]
    V91 --> 3
    3 --> V92[V_]
    V92 --> 4
    2 --> V93[V_]
    V93 --> 3
    3 --> V94[V_]
    V94 --> 4
    2 --> V95[V_]
    V95 --> 3
    3 --> V96[V_]
    V96 --> 4
    2 --> V97[V_]
    V97 --> 3
    3 --> V98[V_]
    V98 --> 4
    2 --> V99[V_]
    V99 --> 3
    3 --> V100[V_]
    V100 --> 4
    2 --> V101[V_]
    V101 --> 3
    3 --> V102[V_]
    V102 --> 4
    2 --> V103[V_]
    V103 --> 3
    3 --> V104[V_]
    V104 --> 4
    2 --> V105[V_]
    V105 --> 3
    3 --> V106[V_]
    V106 --> 4
    2 --> V107[V_]
    V107 --> 3
    3 --> V108[V_]
    V108 --> 4
    2 --> V109[V_]
    V109 --> 3
    3 --> V110[V_]
    V110 --> 4
    2 --> V111[V_]
    V111 --> 3
    3 --> V112[V_]
    V112 --> 4
    2 --> V113[V_]
    V113 --> 3
    3 --> V114[V_]
    V114 --> 4
    2 --> V115[V_]
    V115 --> 3
    3 --> V116[V_]
    V116 --> 4
    2 --> V117[V_]
    V117 --> 3
    3 --> V118[V_]
    V118 --> 4
    2 --> V119[V_]
    V119 --> 3
    3 --> V120[V_]
    V120 --> 4
    2 --> V121[V_]
    V121 --> 3
    3 --> V122[V_]
    V122 --> 4
    2 --> V123[V_]
    V123 --> 3
    3 --> V124[V_]
    V124 --> 4
    2 --> V125[V_]
    V125 --> 3
    3 --> V126[V_]
    V126 --> 4
    2 --> V127[V_]
    V127 --> 3
    3 --> V128[V_]
    V128 --> 4
    2 --> V129[V_]
    V129 --> 3
    3 --> V130[V_]
    V130 --> 4
    2 --> V131[V_]
    V131 --> 3
    3 --> V132[V_]
    V132 --> 4
    2 --> V133[V_]
    V133 --> 3
    3 --> V134[V_]
    V134 --> 4
    2 --> V135[V_]
    V135 --> 3
    3 --> V136[V_]
    V136 --> 4
    2 --> V137[V_]
    V137 --> 3
    3 --> V138[V_]
    V138 --> 4
    2 --> V139[V_]
    V139 --> 3
    3 --> V140[V_]
    V140 --> 4
    2 --> V141[V_]
    V141 --> 3
    3 --> V142[V_]
    V142 --> 4
    2 --> V143[V_]
    V143 --> 3
    3 --> V144[V_]
    V144 --> 4
    2 --> V145[V_]
    V145 --> 3
    3 --> V146[V_]
    V146 --> 4
    2 --> V147[V_]
    V147 --> 3
    3 --> V148[V_]
    V148 --> 4
    2 --> V149[V_]
    V149 --> 3
    3 --> V150[V_]
    V150 --> 4
    2 --> V151[V_]
    V151 --> 3
    3 --> V152[V_]
    V152 --> 4
    2 --> V153[V_]
    V153 --> 3
    3 --> V154[V_]
    V154 --> 4
    2 --> V155[V_]
    V155 --> 3
    3 --> V156[V_]
    V156 --> 4
    2 --> V157[V_]
    V157 --> 3
    3 --> V158[V_]
    V158 --> 4
    2 --> V159[V_]
    V159 --> 3
    3 --> V160[V_]
    V160 --> 4
    2 --> V161[V_]
    V161 --> 3
    3 --> V162[V_]
    V162 --> 4
    2 --> V163[V_]
    V163 --> 3
    3 --> V164[V_]
    V164 --> 4
    2 --> V165[V_]
    V165 --> 3
   
```

Etats du graphe necessaires a la signalisation en cabine

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

Etats du graphe necessaires a l'annulation de la signalisation

Annulation possible dans les etats 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 etats.

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

Etats du graphe necessaires pour l'utilisation du pilote automatique

PA possible a l'arret dans tous les etats
 PA impossible en mouvement dans les etats CTRL-ARRET, CMP, CML
 PA possible en mouvement dans les etats INIT-ARRET, CMCC-PA
 (pour qu'il soit possible, il faut en plus que les invariants
 l'autorisent et qu'aucun DEFAULT FU ne soit memorise.)

Constante necessaire 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 = 3 metres.

Proximite Signal Ferme = 21 metres.

Remarques sur le mode CMP:

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

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

marche a 30 km/h Jusqu'au prochain signal ouvert alors que le controle autorise une reprise de la marche normale.

Securite:

.....

- L'information 'Hors Sacem' est une information non securitaire, destinee a arreter le controle lorsqu'un derangement au sol empeche la progression en conduite controlee ou lorsque le train sort de la zone equipee. 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: lorsqu'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 suffisamment 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 13 metres de long. Si l'on tient compte de l'erreur maxi de localisation, la proximite se trouve reduite a 3 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 empeche le controle de s'initialiser, ce qui n'est pas dangereux. En dehors du fait que le critere est securitaire, il faut egalement connaitre la position du joint avec exactitude.

Ce critere 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 meme 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 'visilance'. La demande est effectuee 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 liberation du controle de franchissement du joint associe au signal. Cette liberation est commandee par une information de 'visilance' 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 critere de proximite du signal utilise pour liberer le controle de franchissement: le conducteur est sensé maintenir la demande pendant le franchissement du signal (reslementairement 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.

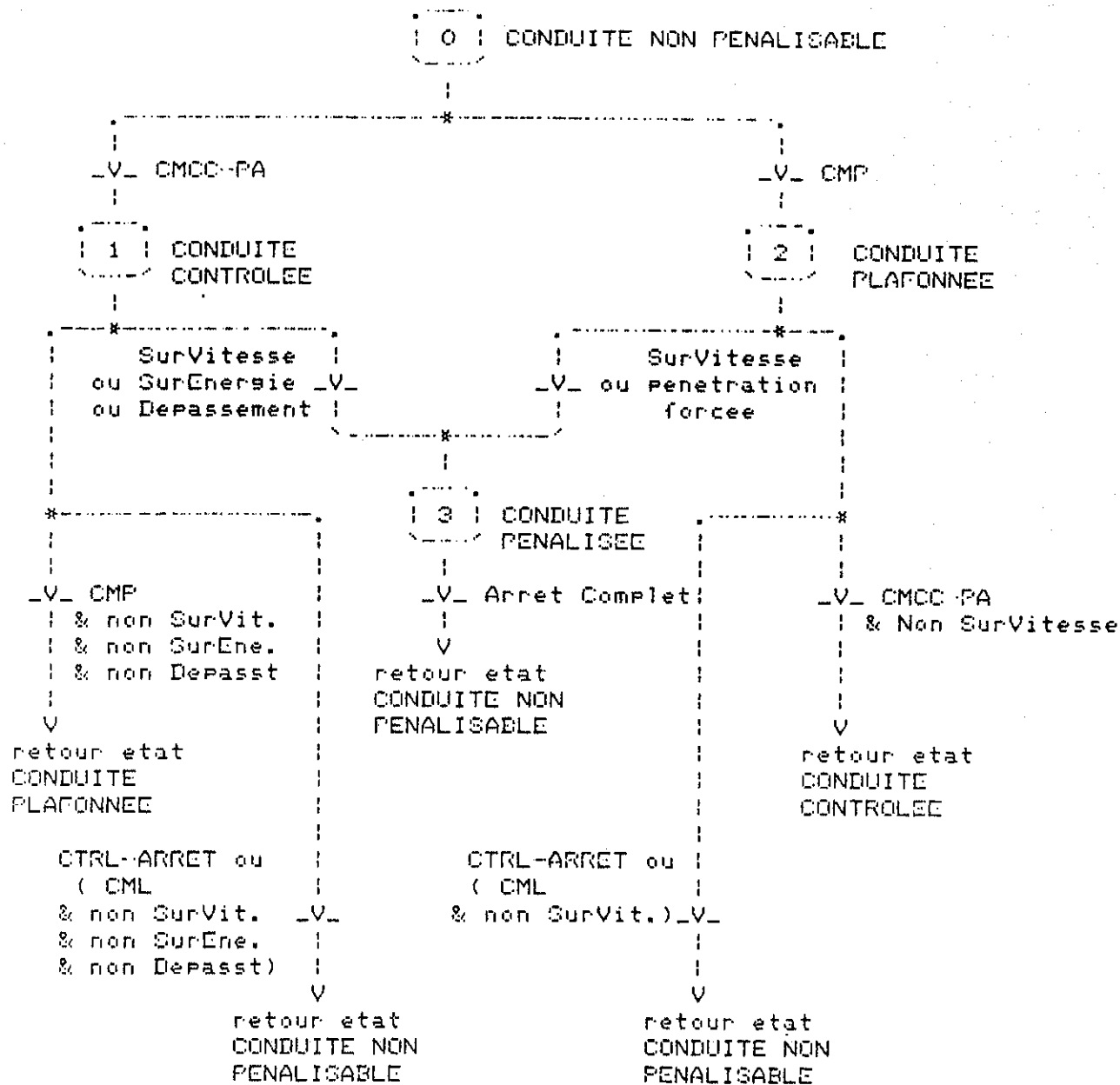
- * transitions CML vers CMP et CMCC-PA vers CMP:

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.

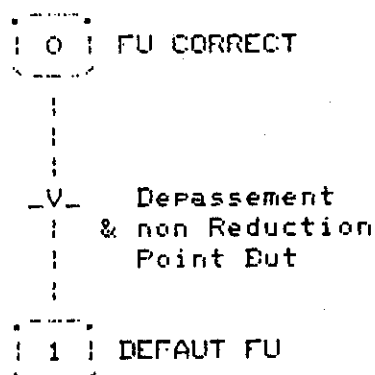
- * transition CML vers INIT-ARRET:

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 Graphe 'Penaliser la conduite'



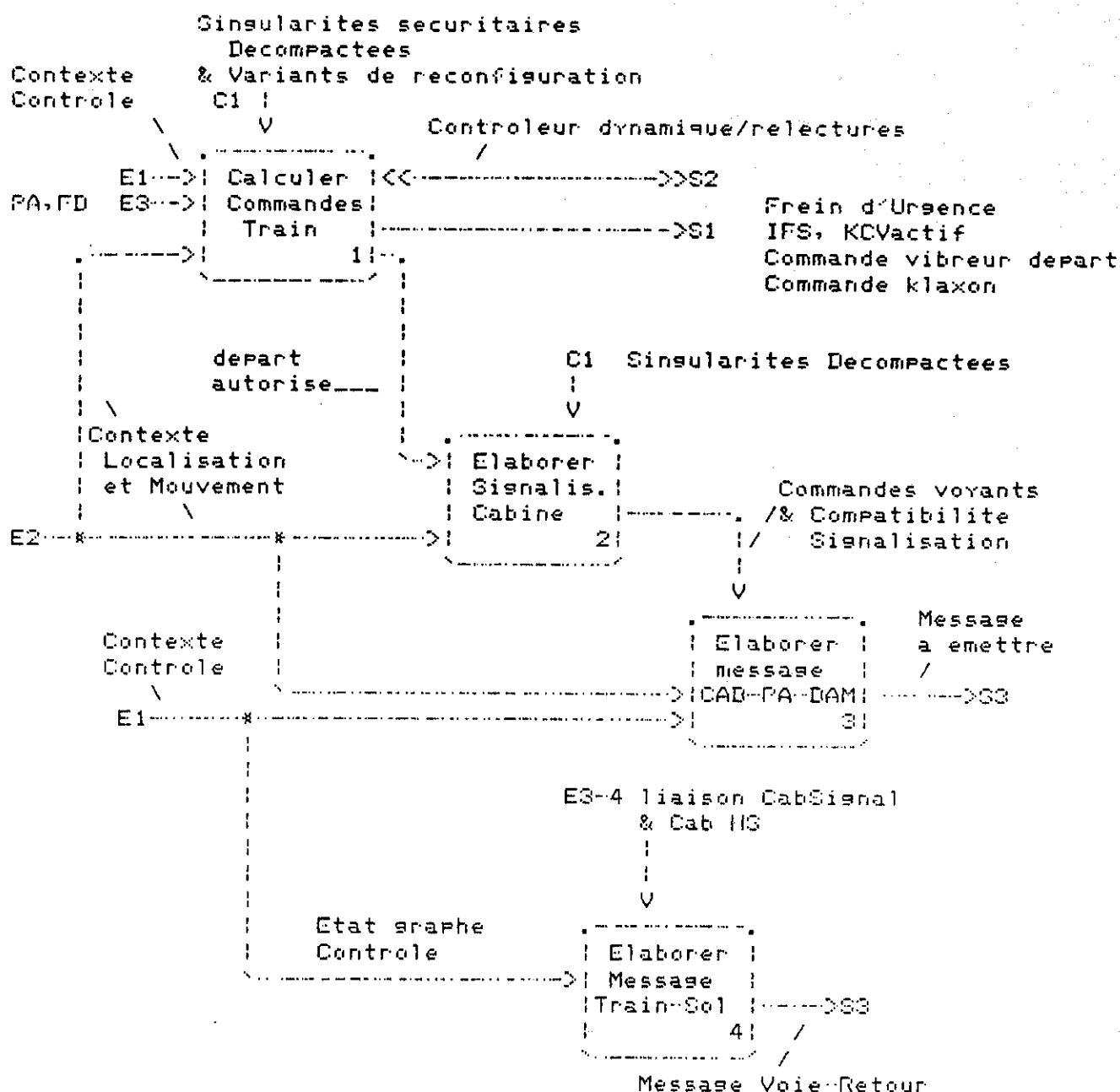
A344 Graphe 'Detecter Defaut Freinage'

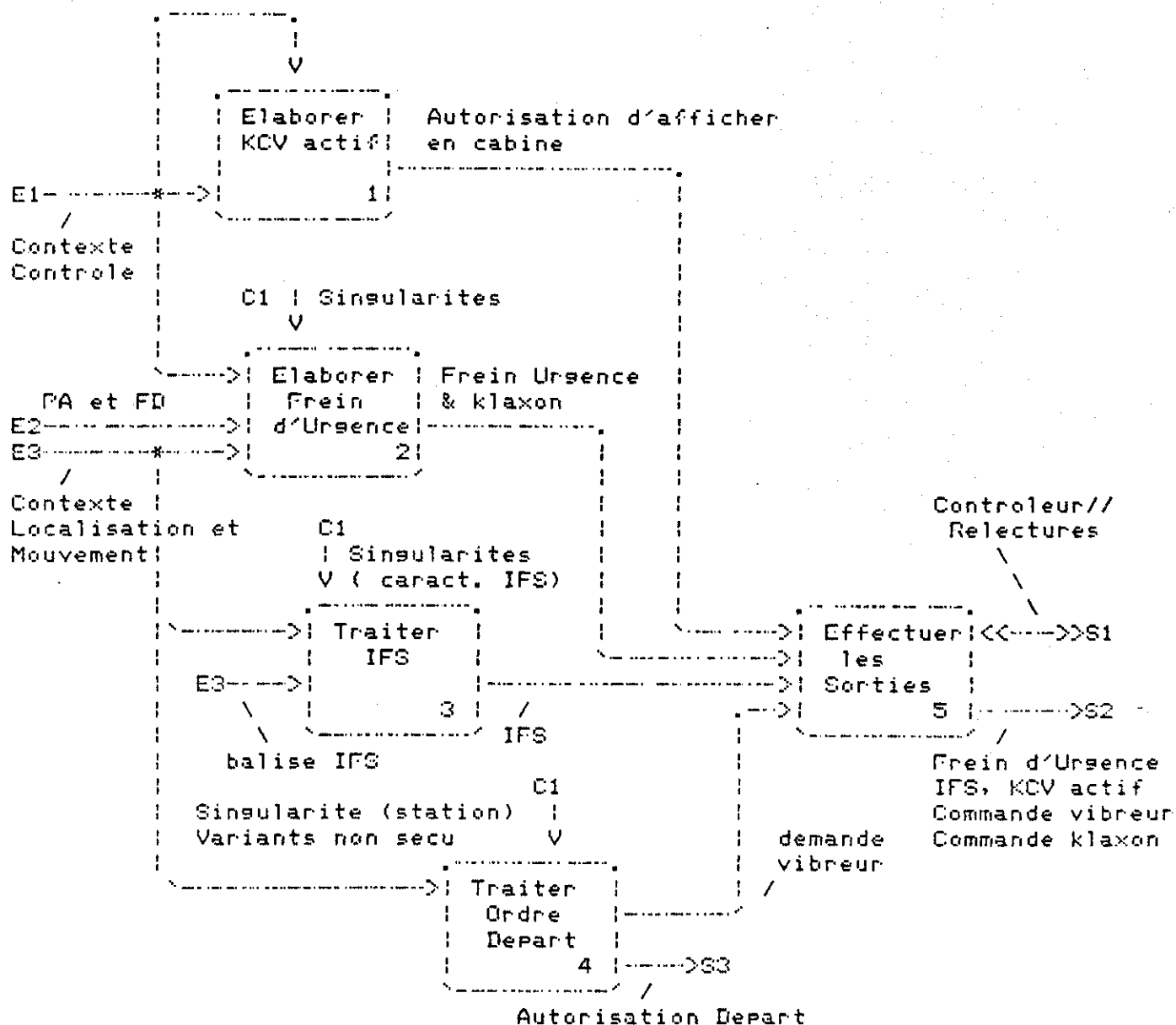


Ce graphe est charge de detecter les defauts eventuels du freinage d'urgence. Dans un tel cas il sera interdit de conduire en Pilote automatique.

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





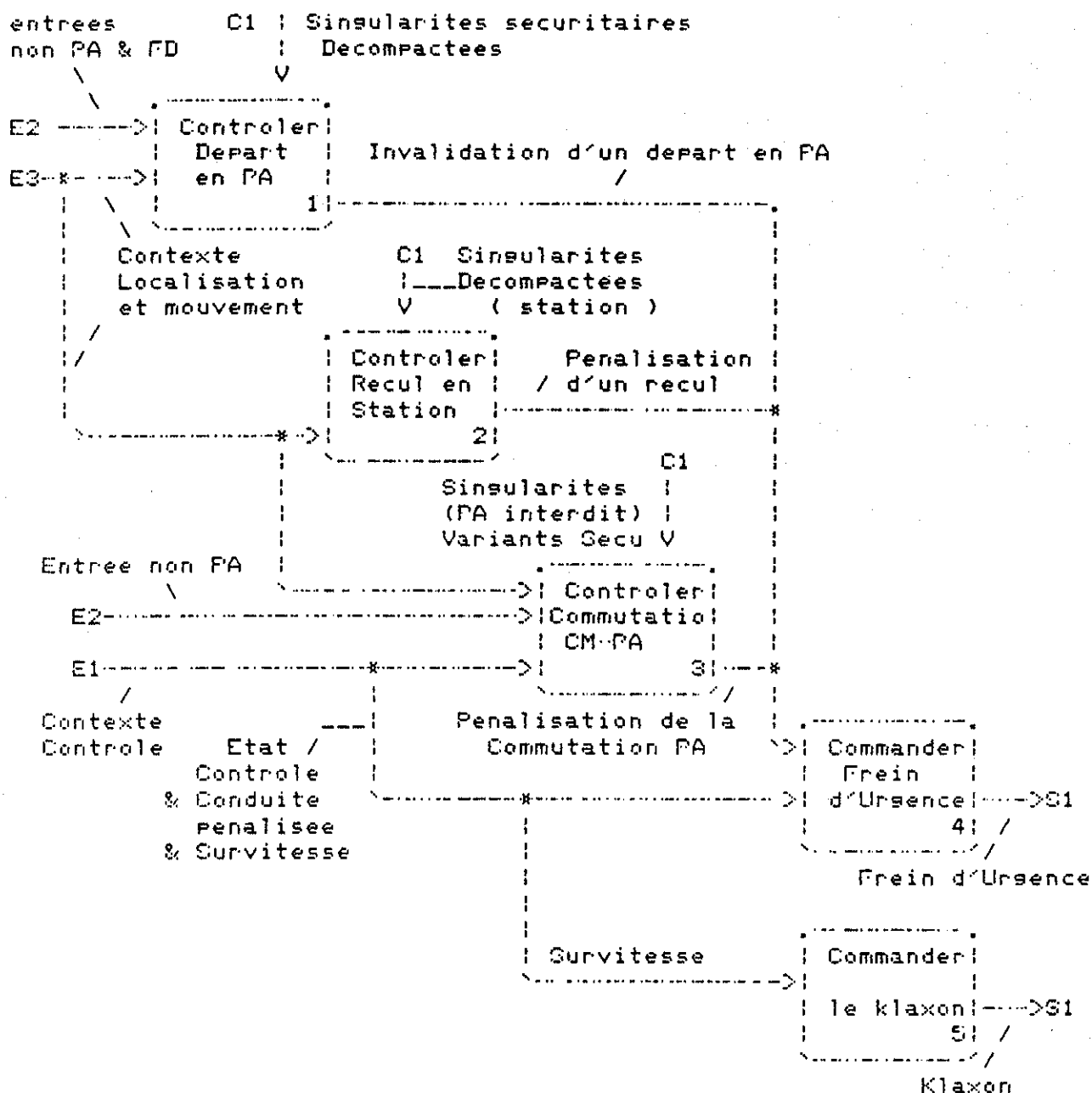
A411 Elaborer KCV actif.

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.

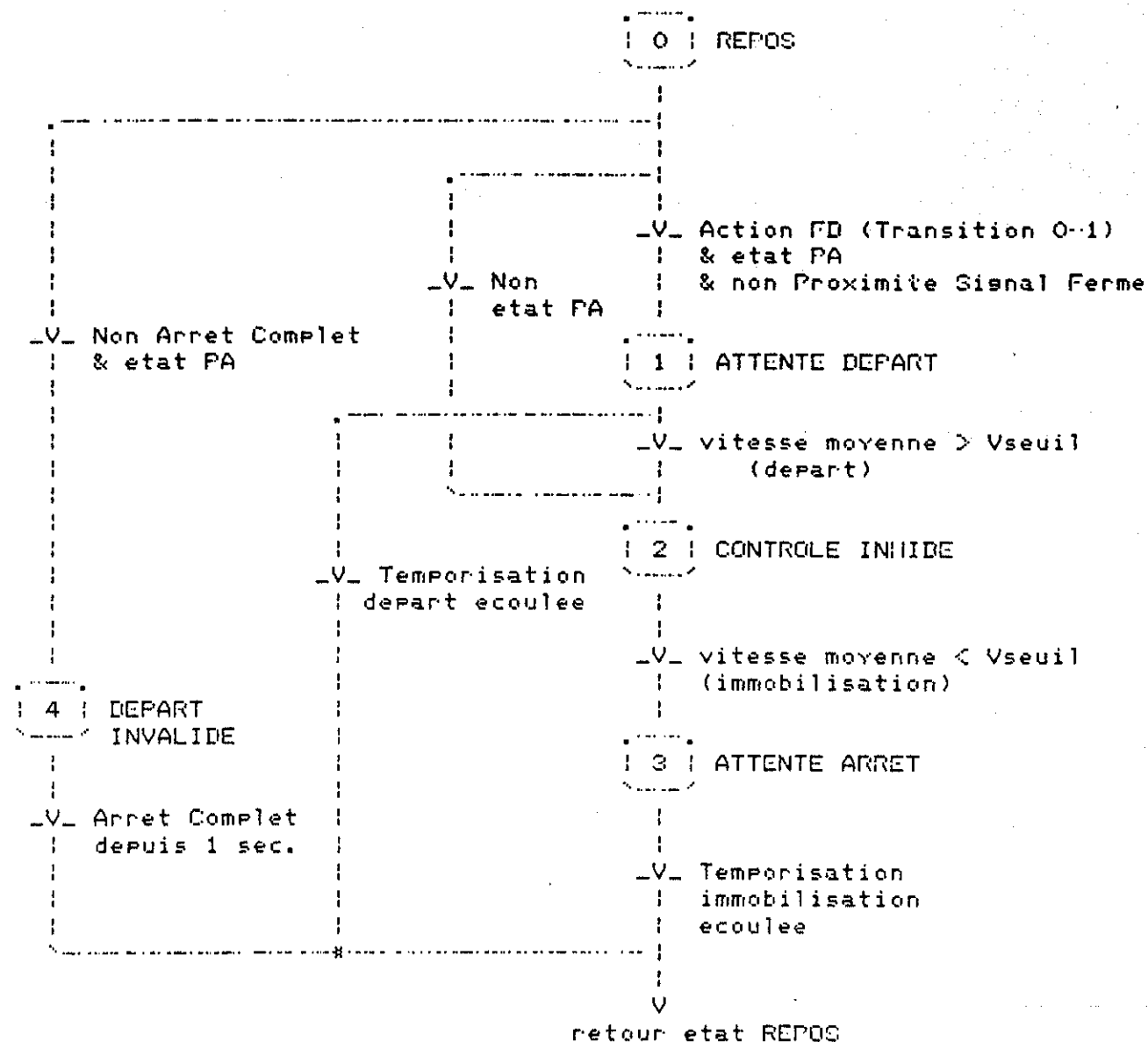
C'est une sortie sécuritaire qui contrôle l'alimentation du cab-signal pour éviter un affichage incohérent alors que le contrôle n'est pas en fonction (CTRL-ARRET, CML): le visucab est traité fonctionnellement, il est donc possible qu'un mauvais affichage advienne et qu'il incite le conducteur à une 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.

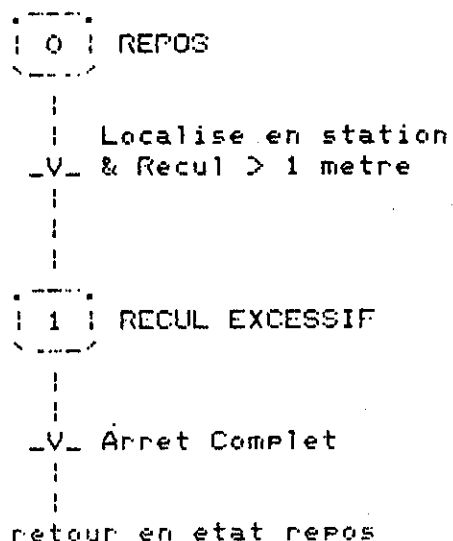


4: DEPART INVALIDE

.....

Le frein d'urgence est applique en 4, c'est-a-dire lorsque le train part en PA portes ouvertes ou sans action FD (les portes doivent etre fermees pour avoir FD). Le controle du lacher de FD est effectue par le PA qui effectue un freinage de service (FS) en cas de lacher premature.

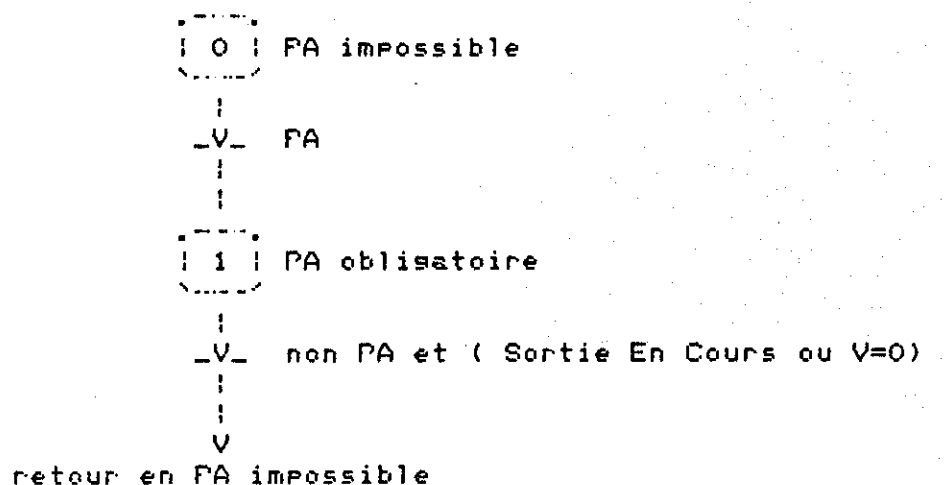
A4122 - Graphe 'Recul en station'



Ce graphe permet de declencher le frein d'urgence lorsque le train recule en station. On note cependant que des que le train s'arrete, le frein d'urgence est relache, cela peut entrainer plusieurs reculs successifs, apres lesquels la localisation s'invalides, et le conducteur devient seul maitre de la decision a adopter.

Ce graphe n'est pas execute en securite.

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 booléen '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:

graphe 'Controler':
etat CTRL-ARRET

graphe 'Penaliser la Conduite':
etat CONDUITE-PENALISEE

booléen 'Penalisation de la commutation PA':
issu du graphe 'Commutation CM-PA'.

graphe 'depart en PA':
etat DEPART INVALIDE

graphe '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'etat de la
localisation du train,
- au franchissement d'une singularite decrite dans les invariants, ce
qui suppose la localisation valide.

A414 Traiter Ordre Depart

Elaborer l'ordre de depart du train en station:
Il s'agit de 2 informations distinctes:
- l'information "depart autorise" est fournie lorsque le train est a
l'arret en station et qu'il recoit un ordre de depart en mode souple ou
imperatif. Cette information est emise sur la liaison CAB-PA-DAM a
destination du conducteur ou du PA suivant le mode de conduite. Cette

information est conservée jusqu'au prochain arrêt du train.

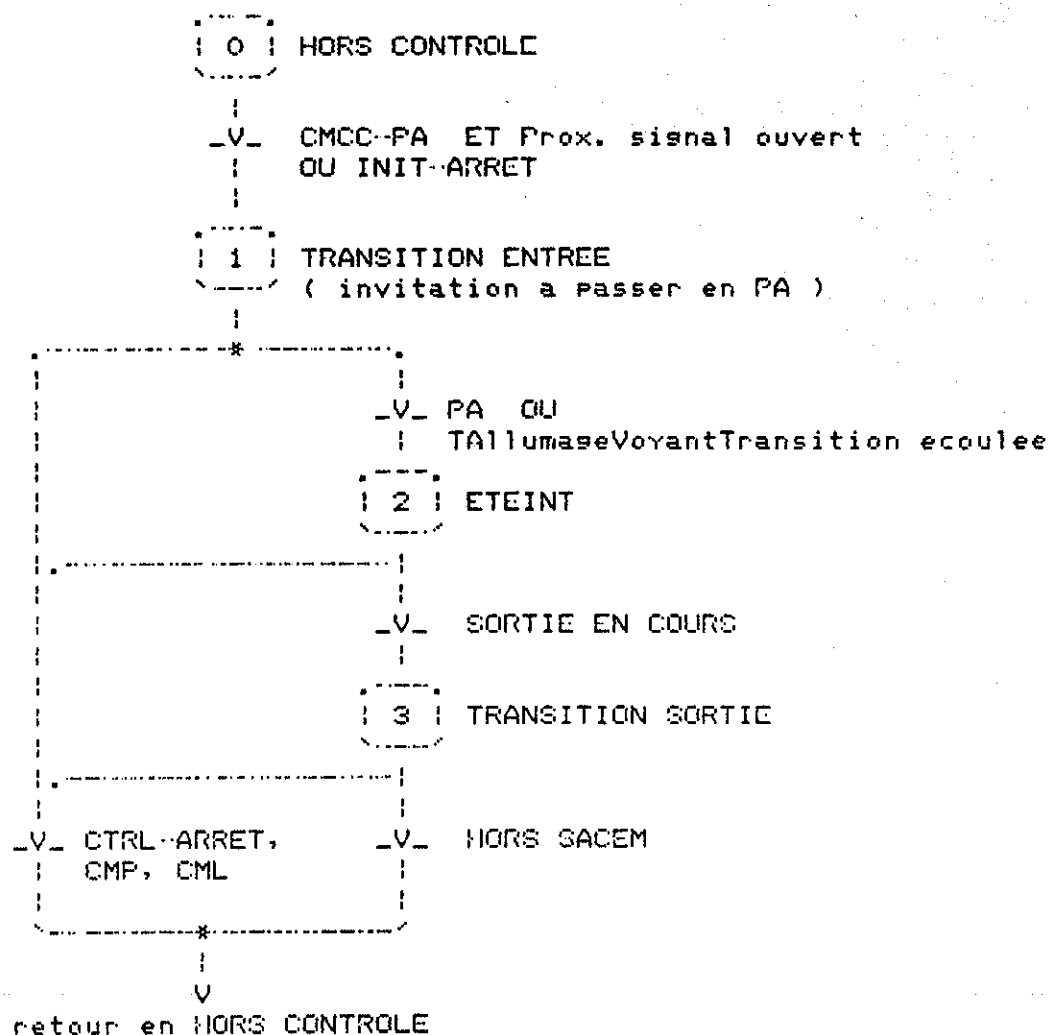
-l'actionnement des vibreurs lorsque le train est à l'arrêt en station et qu'il reçoit un ordre de départ en mode impératif. Cette fonction doit être assurée même sans le cab signal, c'est une sortie directe du processeur. Cette information est gardée présente pendant 1 cycle processus.

A42 Traiter Signalisation en cabine.

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

Le KCV prepare les informations necessaires a l'affichage par le Cab-Signal. Le Cab-Signal interprete ensuite ces informations pour generer l'affichage.

A421 Graphe 'Voyant Entree/ Sortie SACEM'



Ce graphe est parcouru de facon non securitaire.
Constante TALLumaseVoyantTransition = 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-Sol

Le message emis sur la voie retour Train-Sol 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'incrimente modulo le nombre d'interruptions fixe pour le cycle de controle.

Lorsque le contexte de l'operation en cours est range, 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'immmediatement apres la fin d'execution des taches de niveau 1. La tache de fond doit boucler sur elle meme pour decider du travail qu'elle doit executer.

CHAPITRE III

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 particulieres "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 SAGEM embarque module KCV	: NT/84.40.103
Notice descriptive CKD01 (contrôleur 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 CTR01 (tachymetrie)	: NT/84.40.096
Notice descriptive CRB01 (balise ponctuelle)	: NT/83.40.075
Notice descriptive CER01 (emission reception)	: NT/83.40.077
Notice descriptive 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 categories :

- 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 gerant une cabine ou du cas d'un equipement gerant 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 lose (cas du materiel M184).

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 necessaires que si l'on traite la tele-initialisation d'un equipement KCV par un autre equipement afin de distinguer un element de queue d'un element intermediaire et de connaitre la cabine se trouvant en extremite de cet element.

Dans le cadre de l'application presente de la ligne A, ces informations ne sont pas utilisees directement par les equipements KCV car la tele-initialisation n'est pas envisagee. Elles sont uniquement utilisees pour la mesure de la longueur du train.

Remarque sur la securite des basculeurs : l'hypothese de securite repose d'une part sur le non chevauchement des deux contacts d'un meme basculeur et d'autre part sur le fait qu'un mauvais fonctionnement d'un basculeur empeche l'etablissement continu des lignes de train d'un element a l'autre et supprime tout fonctionnement possible du train.

3.1.3.-Longueur du train

La transmission inter-equipement n'etant pas disponible (pas de tele-initialisation) et le nombre maximal d'elements etant egal a 3, on utilise 2 entrees securitaires tout ou rien exclusives fournissant les informations :

- 1 element
- 2 elements
- 3 elements fourni par l'absence des 2 precedentes.

La mesure de la longueur du train est effectuee par cablage utilisant les basculeurs d'extremite et les informations de cabine active. La mesure de cette longueur est faite suivant des hypotheses de panne conduisant a majorer la mesure de cette longueur. Cette mesure sera donc utilisee pour l'elaboration du domaine de securite (CMD, PA) de la facon suivante:

Le respect des points d'arret et des limitations de vitesse en aval du train est assure en prenant en compte le profil de pente penalisant dit compensee qui permet de considerer le train comme une masse ponctuelle. Le profil compense peut etre determine de differentes manieres : ici, on choisira de determiner le profil compense en decalant les augmentations de pente d'une longueur maximale de train (tout type de train confondu), alors que les reductions de pente ne seront pas decalees. Le respect des limitations de vitesse sous le train est assure en prenant la mesure de la longueur du train.

* Le changement de sens de marche (changement de cabine) ne peut pas etre controle en securite 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 longueur est supposee maximale. Cette fonction n'est pas assuree sur la ligne A.

3.1.4.-Contrôle arrêt du train

C'est une information non securitaire qui est vraie lorsque le train est a l'arrêt ou a tres faible vitesse ($< 3\text{km/h}$). Cette information est destinee a fournir une redondance avec la roue phonique a l'arrêt, 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 derniere 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 default 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 arret quelque soit l'origine de l'arret.

C'est une entree securitaire assurant, lorsqu'elle est presente, le retour a l'etat non FU apres survitesse. Cette operation doit se faire a vitesse nulle. Lorsque l'equipement securitaire est en default, elle permet alors le rearmement du controleur dynamique.

L'information bouton depart "FD" est fournie par la fermeture d'un contact de relais note RVD. Ce contact est etabli lorsque les portes sont fermees a l'expiration d'un delai apres appui sur le bouton de fermeture. L'information bouton depart "FD" est utilisee par la fonction "Controler le depart en PA" pour garantir que les portes sont effectivement fermees.

Cette information est associee a une information complementaire non securitaire appelee "non fermeture depart" qui permet de filtrer les changements d'etat intempestifs.

3.1.8.-Visilance penetration sur canton occupe

C'est une entree non securitaire : une transition (0-1) detectee alors que le train est arrete a proximite d'un signal ferme mais franchissable, permet au conducteur de penetrer sur canton occupe en conduite manuelle plafonnee. (passage en CMP). La transition permet de detecter le bouton coincide.

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 envoye precede de 4 bits d'en tete servant a la synchronisation et dont la configuration ne peut pas se retrouver parmi la partie utile. Un paquet elementaire constitue un element informationnel de transmission permettant de creer divers types de messages. Afin de situer les differents messages de la transmission continue par rapport a l'ensemble des messages de SACEM, on dresse le tableau suivant en notant par "*" les messages non concernes par la transmission continue sol-train.

	00		0 message d'initialisation
	count -->		1 variants sol-train
Securitaire --			2 * voie retour train-sol
			3 ** variants inter-equipement sol-sol
			0 invariants de controle
	long -->		1 modifications temporaires et indice
			2 * message inter-equipement KCV
			0 synchro date
	count -->		1 ordre sortie SACEM
Non securitaire			2 ordre de depart
			3 ordre de regulation
	long -->		0 invariants de mission

(*) : message KCV n'appartenant pas a 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).

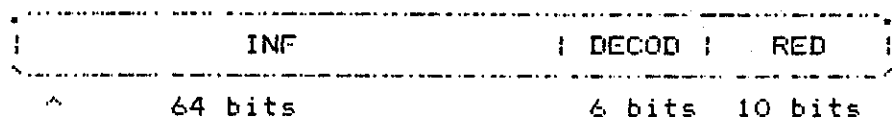
Chaque element de 80 bits complete par 5 bits nuls, constitue un mot de code C(85, 75).

** Format de transmission :

1er bit

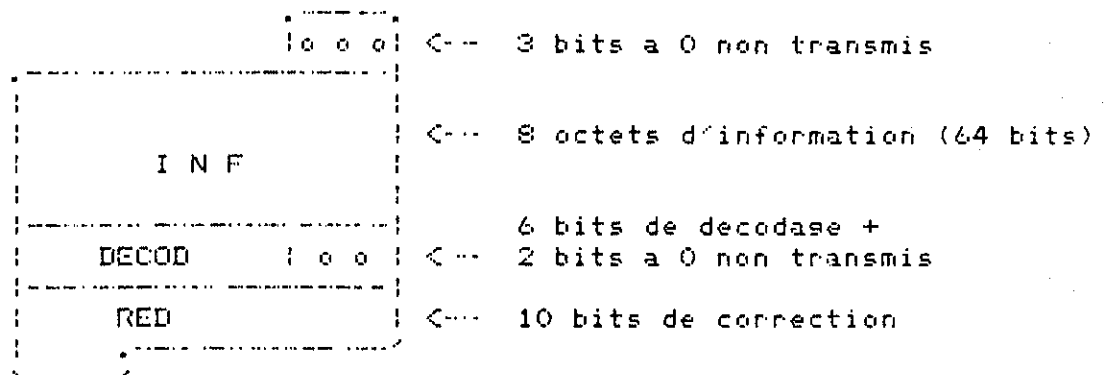
transmis ---.

v



Poids forts

Format reconstitue du mot du code en memoire:

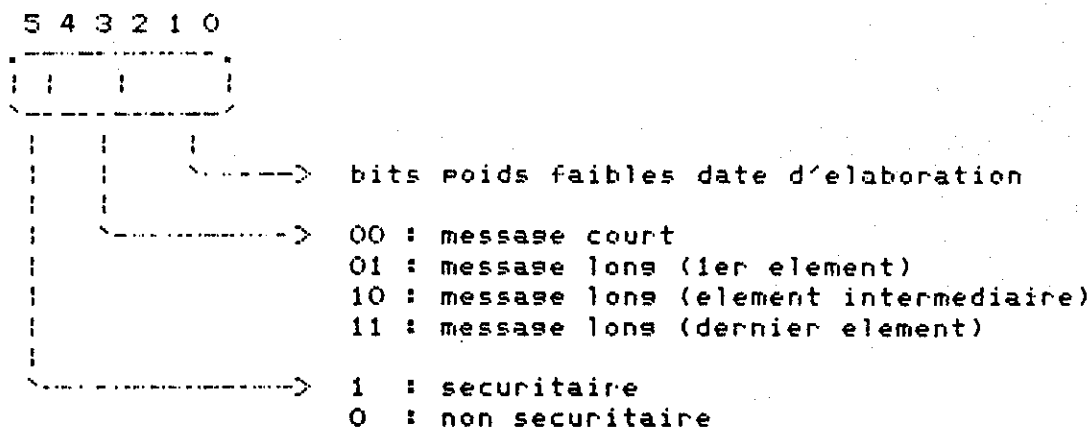


Les 10 bits de redondance sont determines a l'aide du polynome generateur suivant qui permet la correction d'un paquet de 4 bits.

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

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

Les 6 bits de DECOD contiennent les informations suivantes :



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

3.2.1.2.-Structure d'un message court securitaire

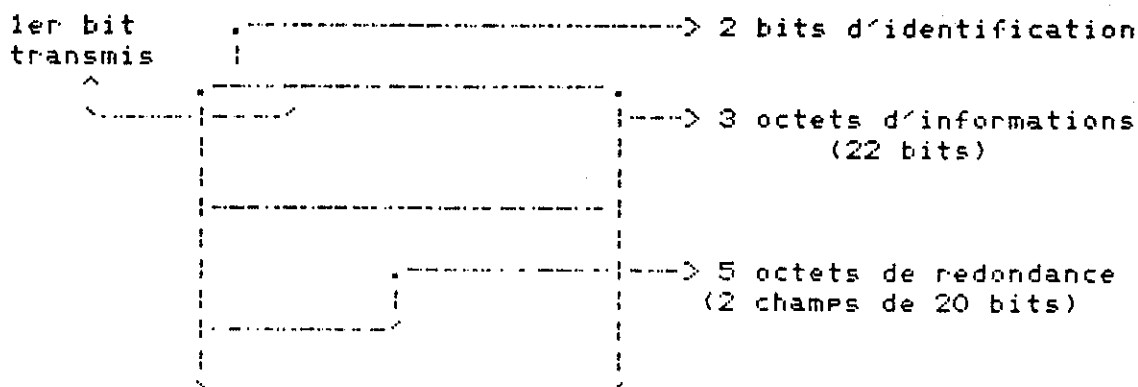
=====

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 decompactees.

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 repete periodiquement et a chaque changement d'etat. 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

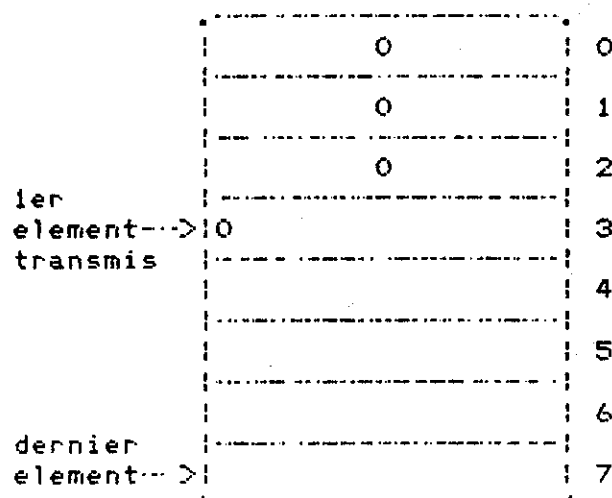
message de 22 variants s'exprime par:

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

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

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:



Le 1er element non nul contient un bit a 0 en tete pour former des codes BCH en $2n-1$ 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 decompactees (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:

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

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

Les invariants de controle ne font l'objet d'aucun marquage de datation de la partie redondance, leur validite etant assuree par l'indice inclus dans le calcul de la somme de controle assurant la protection globale.

Le calcul de la somme de controle est effectuee a la generation des invariants compacts, c'est-a-dire hors temps reel. Cette somme de controle porte sur les informations decompactees deduites a partir des informations compactees. Parmi ces informations decompactees figurent des resultats de precalcul effectues a partir de caracteristiques types connues a l'avance par le programme de decomcompactage en embarque et par le programme de generation de la somme de controle hors temps reel.

Soient les definitions suivantes:

Invar[i].c = code de chaque invariant decomcompacte de rang i, chacun de ceux ci etant marques par:

- le code du numero de version,
- le code de la branche ou ils apparaissent,
- le code du numero d'ordre sur la branche,

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

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

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

Chaque message est relatif a un troncon de transmission: il donne pour les 4 segments du troncon:

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

Sur chaque troncon, on transmet une fois par cycle d'emission des invariants:

- un message de ce type par troncons de transmission anticipes,
- le message propre aux troncons 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 decompactees.

Soient les definitions suivantes:

Modif[i,J].c = code de l'information de modification temporaire de rang 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:

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

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

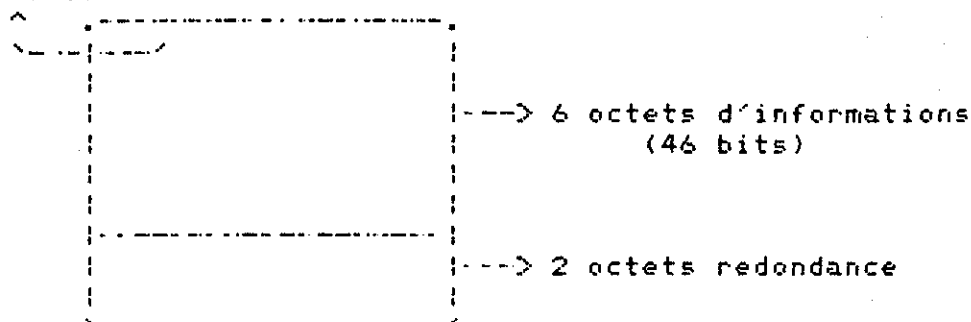
3.2.1.4. - Structure d'un message court non securitaire

Un message court non securitaire est constitue d'un seul element de 80 bits. Cette structure regroupe les messages de synchro date, de sortie SACEM, les ordres de depart et de regulation. 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 controle. La structure de INF est donc la suivante:

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



Les 2 octets de redondance sont calcules a l'aide d'un code cyclique C (63-43) de 15 bits de redondance permettant la detection des erreurs de transmission. C'est un code BCH C(63-43) dont les puissances successives des racines primitives du polynome generateur sont $p = 0, 1, 3, 21$. Le polynome generateur vaut:

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

= 136361 (octal)

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

a) Synchro date

1	0 0
2	reserve
3	
4	
5	
6	

Valeur Date transmission
sur 32 bits

b) Ordre sortie SACEM

1	0 1
2	
3	
4	reserve
5	
6	reserve

Etats des 22 variants
0 = sortie
1 = entree

Numero Troncon sur 10 bits
(cadres en poids forts)

c) Ordre de depart

1	1 0 X
2	X X X
3	
4	
5	
6	

Code mission du train adresse
(2 lettres codees sur 2 x 5 bits)

Numero du train adresse (1 a 99)

1er bit pds forts =
depart en resulation souple
2eme bit pds forts =
depart en resulation imperative

d) Ordre de resulation

1	1 1 X
2	X X X
3	
4	
5	
6	

Code mission du train adresse
(2 lettres codees sur 2 x 5 bits)

Numero du train adresse (1 a 99)

Ordre de resulation (3 octets)

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...

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 DCH 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

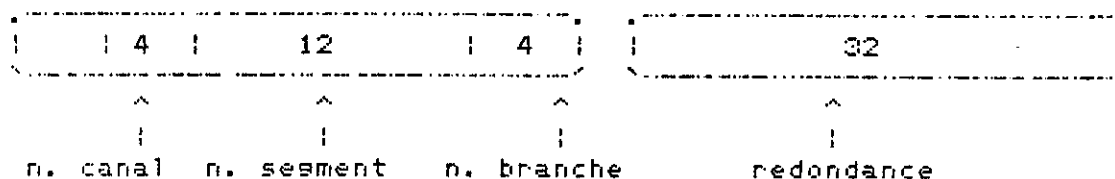
3.2.2.1.-Balise d'initialisation et d'etalonnage

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:

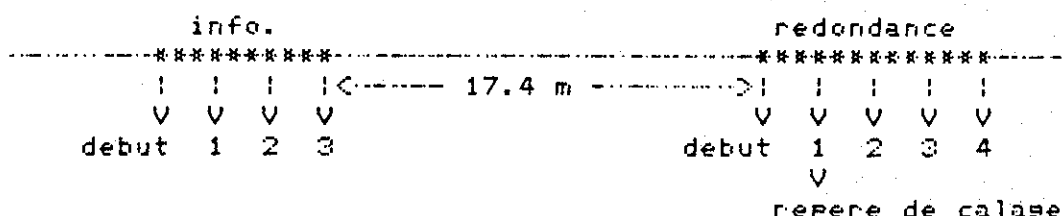
- une partie information (3 octets),
- une partie redondance (4 octets) donnant un code de validation du no de segment et de branche.



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



Schema physique d'une balise d'initialisation

3.2.2.2. Balise de relocalisation (ou de recalase)

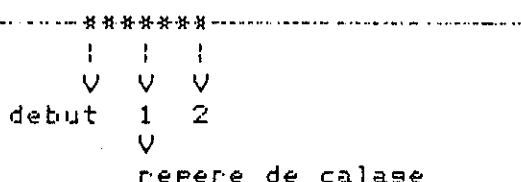
Elles permettent le recalase de la localisation en confrontant la position du train a la lecture (roue phonique) et la position vraie de la balise donnee dans les invariants. On tolere de rater une balise de relocalisation.

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

1 1 0 0 . 0 1 0 0 . 0 1 1 1 . 0 1 0 1 = C475 (hexa)
= 142165 (octal)

Les balises de recalase sont constituees d'un seul bloc de 2 octets. C'est le 1er octet qui sert de repere de calase.

-----> sens de lecture



Schema physique d'une balise de relocalisation

3.2.2.3. Balises non securitaires

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

- les balises de recalase precis (code 23 decimal)
- les balises d'IFS (code 79 decimal)
- les balises de sortie SACEM (code 97 decimal)

3.3.-Les entrees particulieres

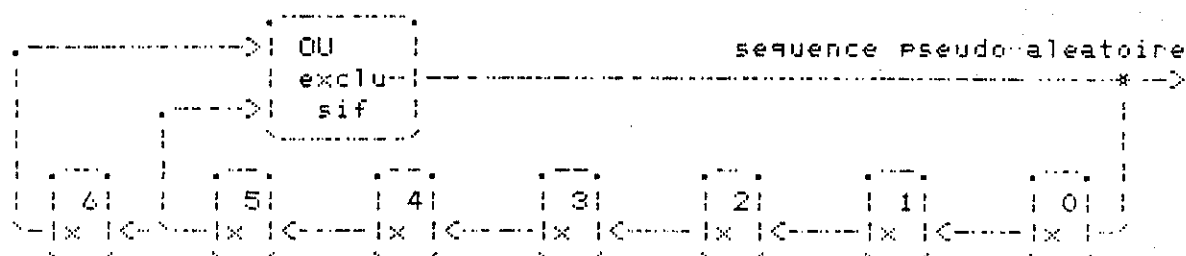
3.3.1.-La roue phonique

Le dispositif de mesure du mouvement du train est constitue d'une roue phonique montee sur un essieu soumis a des efforts de traction nuls et de freinage minimum. On se referera au chapitre 1.6 decrivant les principes de la localisation. A l'arret du train, l'indication delivree par la roue phonique est redondee par l'information non securitaire "controle arret du train" afin de se proteger contre le blocage total de l'essieu sur lequel la roue phonique est montee.

La denture horloge comprend 100 dents auscultees par 3 capteurs C1, C2, C3 decales de $2\pi/3$. Ces capteurs sont testables, ils fournissent les informations permettant la mesure du deplacement, la determination du sens de marche et la detection de l'arret complet du train.

La denture pseudo-aleatoire fournit une redondance en identifiant la position de la roue. Le capteur C4 delivre cette information sous la forme d'une sequence de 100 digits prelevee dans une sequence pseudo-aleatoire complete obtenue a l'aide du polynome primitif $G(x) = x^7 + x + 1$.

** Schema equivalent pour la generation de la sequence pseudo-aleatoire:



Definition de la denture aleatoire de la roue phonique :

No. dent	contenu du registre 3 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	228
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	58
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	18
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 materiel

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:

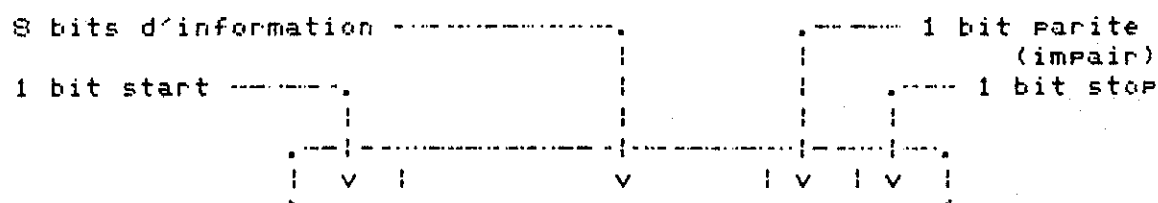
Poids forts M32		Poids faibles M1	
2bits	15 bits	15 bits	
V	V	V	
type materiel	champ controle 1	champ controle 2	
MI84 :	1 6 4 7 2 7	2 4 0 0 3	(octal)
MS61 :	2 7 3 0 5 4	4 1 7 0 2	(octal)

3.4.-L'entree serie non securitaire

Elle permet a KCV de recevoir 3 informations acquises en lise :

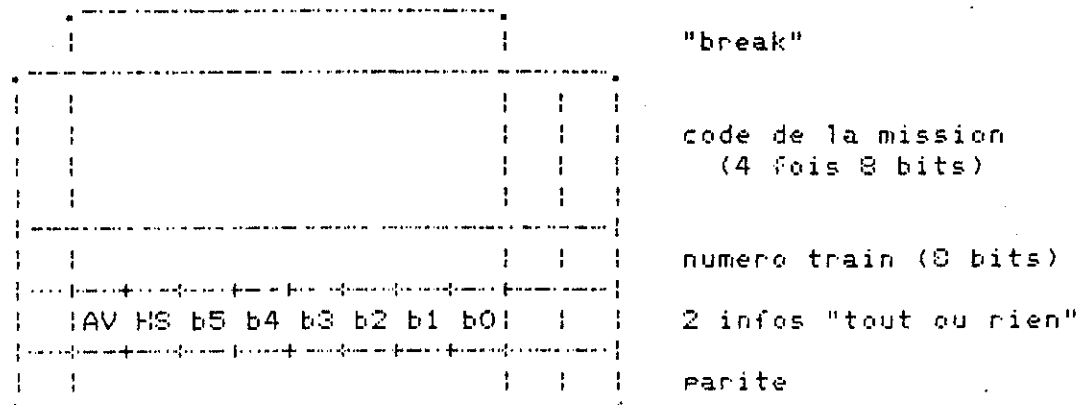
- l'etat du cab-signal (HS ou non)
- le code de la mission du train (4 caracteres)
- le numero du train (code binaire de 0 a 99)

Cette liaison utilise un interface standard type UART vehiculant des caracteres au format ci-dessous :



Un message est de longueur fixe. Il comprend :

- * 1 caractere "break" de synchronisation
- * 4 caracteres d'information
- * 1 caractere de controle (parite longitudinale)



Signification des informations tout ou rien transmises dans le message :

AV : etat du commutateur marche avant/arriere
HS : etat hors service/en service du cab signal
b5 :
b4 :
b3 :
b2 : 4 bits de reserve
b1 :
b0 :

En cas d'interruption de la transmission pendant plus de 3 secondes, toutes ces informations prennent l'etat restrictif (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 categories :

* 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 conditionne par la commande du voyant "vitesse controlee", ce voyant etant l'image de l'etat "KCV actif". Lorsque le KCV n'est pas actif (pas de controle de la vitesse du train) l'alimentation de l'affichage du Cab-Signal est coupee 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 associee a une entree securitaire dont le controle permet de valider l'etat restrictif de la sortie selon le schema de principe suivant:

```

:
===:===
commande fonctionnelle --->| : |
du relais                | : |
                        ===:===
:
Alim. securitaire :-----o : o-----> sortie securitaire
(validee par le      -----      (contact travail)
contrôleur dynamique)
:
:
:
Alim. non securitaire :---o---o---> recontrôle
:      (contact repos vers entree
:      securitaire intrinseque et
:      sur le contrôleur 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'énergie fournie par un amplificateur valide par le contrôleur 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 intrinseque. En cas de discordance entre la commande et la relecture, le contrôleur dynamique n'est plus actif et l'amplificateur ne fournit plus d'énergie (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 lâcher de bouton FD
- controle de vitesse
 - * energie, vitesse, espace,
 - * vitesse plafonnee,
 - * franchissement d'un signal ferme (penetration forcee),
- controle de l'etat de fonctionnement du systeme (notamment passage en mode PA non autorise).

3.5.3.-Commande du klaxon

Cette commande est effectuee par le KCV pendant 10 secondes lorsqu'une survitesse est detectee.

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

Cette autorisation est delivree en fonction des caracteristiques de la station et pour un train a vitesse nulle completement a quai (securitaire non traitee sur la ligne A).

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

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

3.5.6.-Autorisation depart

Cette information non securitaire est delivree par le KCV a la reception d'un ordre depart en mode "regulation souple" et est conservee jusqu'au prochain arret du train. Le KCV delivre cette information au Cab-Signal qui allume le voyant "depart autorise" et fournit au train un contact de relais validant l'action sur le bouton "fermeture depart".

3.5.7.-Actionnement des vibreurs

Cette information non securitaire est delivree par le KCV a la reception d'un ordre depart en mode "regulation imperative". Cette information est gardee presente pendant un cycle processus.

3.5.8.-Inhibition du frein de secours

Cette sortie non securitaire, est elaboree a partir des caracteristiques d'exploitation figurant dans les invariants.

3.5.9.-Voyant vitesse controlee

Ce voyant est allume securitairement des que le KCV est en mesure d'assurer les fonctions de controle de vitesse associees au mode de conduite choisi. On assure simultanement en securite 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

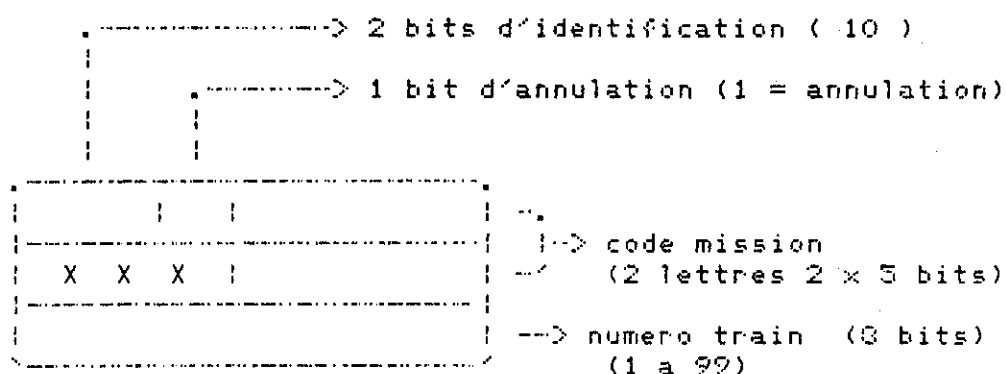
3.6.1.-La voie retour train-sol

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 securitaires:**

Elle est identique a celle des messages de synchronisation de date dans la transmission sol-train, l'identification du train etant assuree par une date incrementee a chaque cycle du Processus.

1	0 0	
2	reserve	
3		Valeur Date Voie Retour
4		
5		sur 32 bits
6		
7		Redondance sur 2 octets
8		

3.4.2.-La transmission inter-equipement

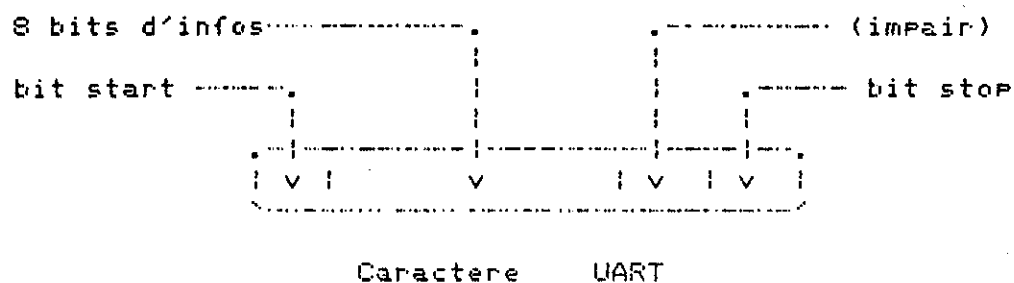
Elle n'existe pas pour la ligne A.

3.7. La sortie non securitaire serie

Elle vehicule les informations destinees aux autres sous-systemes SACEM embarques :

- CAB SIGNAL
- P.A
- DAM

Ces informations sont transmises a chaque cycle processus sous la forme d'un message compose de caracteres au standard UART. La synchronisation est assuree par l'emission d'un "break" au debut de chaque message.



La protection des messages sera assuree par une parite croisee: parite transversable sur chaque octet et parite longitudinale par "ou exclusif" du 1er octet au dernier octet d'information

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

Ces donnees sont:

- la transmission continue sol-train,
- les parametres du train,
- la vitesse du train,
- les variables de la localisation,
- les variables du controle de vitesse,
- les etats des sorties,
- la compatibilite Cab-Signal & signalisation laterale,
- les etats des defaults,

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

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

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 represente 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 compacts que pour les invariants decompacts.

Fichier des invariants

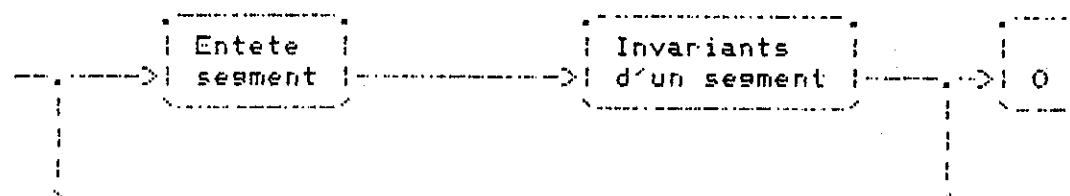
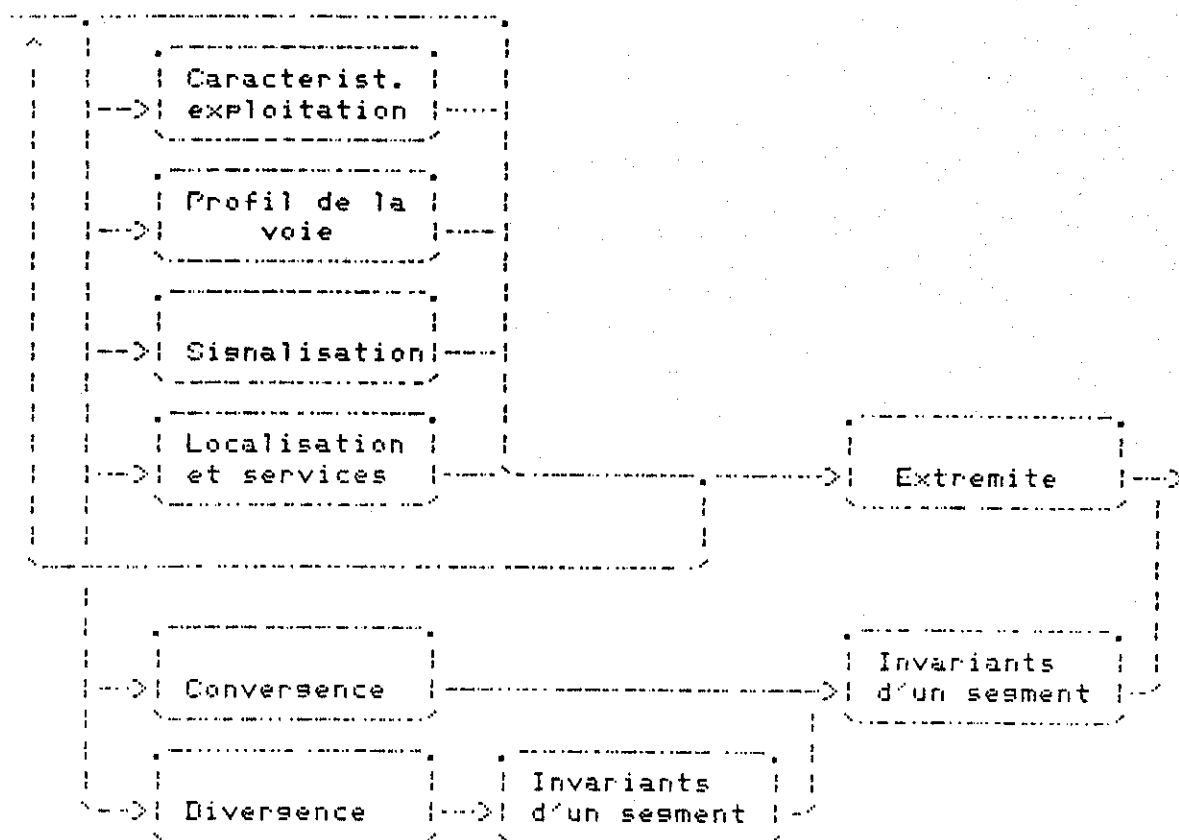


Diagramme syntaxique des invariants d'un segment:



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'arret subcantonne,
- point d'arret simple,
- point d'arret complexe, note pour memoire,

Localisation

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

Convergence

Diversence

Extremite

- extremite simple,
- extremite chainee,

Point d'arret 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 chaînage des abscisses indique un incrément 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		rang du 1er variant dans le troncon
8		valeur de caracteristique fixe
9		valeur de vitesse limite en amont du segment
10		
11		valeur initiale de pente reelle
12		
13		valeur initiale de pente compensee

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'indicage.

-rang du 1er variant dans le troncon associe :

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

-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 :

$$\begin{aligned}
 \text{quantum} &: \frac{1}{128} \text{ m/s}^2 = 0.0078125 \text{ m/s}^2 \\
 &= \frac{0.79}{1000} \text{ en Pente} \\
 \text{champ} &: [0.9921375, -1] \text{ m/s}^2 \\
 &= [\frac{101}{1000}, -\frac{101.9}{1000}] \text{ en Pente}
 \end{aligned}$$

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	
:	:	:	:	
:	:	:	:	IFS 0 : inactif
:	:	:	:	1 : actif
:	:	:	:	
:	:	:	:	Aur 0 : inactif
:	:	:	:	1 : actif
:	:	:	:	(inutilise Ligne A)
:	:	:	:	
:	:	:	:	Adherence 0 : reduite
:	:	:	:	1 : normale
:	:	:	:	
:	:	:	:	Mode conduite 0 : PA interdit
:	:	:	:	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 Caracteristiques commutables (1 a 4 bits de variants)

1	04	Code
2		Chainage abscisse
3		Designation des caracteristiques commutables

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

*designation des caracteristiques commutables

3	2	1	0	
1	1	1	1	
:	:	:	:	
:	:	:	:	IFS 0 : non commutable
:	:	:	:	1 : commutable
:	:	:	:	(1 bit de variant)
:	:	:	:	
:	:	:	:	Aur 0 : non commutable
:	:	:	:	1 : commutable
:	:	:	:	(1 bit de variant)
:	:	:	:	(inutilise Ligne A)
:	:	:	:	
:	:	:	:	Adherence 0 : non commutable
:	:	:	:	1 : commutable
:	:	:	:	(1 bit de variant)
:	:	:	:	
:	:	:	:	Mode conduite 0 : non commutable
:	:	:	:	1 : commutable
:	:	:	:	(1 bit de variant)

NOTA : les caracteristiques commutables doivent etre repetees
au debut de chaque segment.

05 TIV Fixe

1	05	Code
2		Chainage abscisse
3		Designation d'une valeur de vitesse

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

*designation d'une valeur de vitesse :

La valeur des 4 bits donne une valeur de 1 a 15 permettant
d'en deduire la vitesse a l'aide d'une table embarquee

La valeur 0 est exclue.

Cette limitation de vitesse est valable jusqu'a la prochaine
limitation de vitesse fixe ou commutable.

06 TIV commutable (1 bit de variant)

1	06	Code
2		Chainage abscisse
3		Designation d'une valeur de vitesse validee par 1 bit dans les variants

Le chainage des abscisses et la designation d'une valeur de vitesse sont analogues a ce qui est fait pour le TIV fixe.

Les TIV commutables doivent etre repetes au debut de chaque segment, mais uniquement dans les zones ou ils existent.

07 Variation positive de pente réelle (rampe ou montée)
 (inutilise Ligne A)
 08 Variation negative de pente réelle (pente ou descente)
 (inutilise Ligne A)

1	07 (08)	Code 07 : positive 08 : negative
2		Chainase abscisse
3		Valeur de la variation de pente réelle

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

*valeur de la variation de pente réelle

- quantum = 0.0078125 m/s^2 soit 0.79 / 1000

- champ = [0, +0.1171875 m/s²] soit [0, +11.9/1000]

ou = [0, -0.1171875 m/s²] soit [0, -11.9/1000]

NOTA : Les variations de pente réelle 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 excès), ce sont les pentes compensees qui sont utilisees.

09 Valeur de Pente compensee positive (rampe ou montee)
 10 Valeur de Pente compensee negative (Pente ou descente)

1	09 (10)	Code 09 : positive 10 : negative
2		Chainage abscisse
3		
4		Valeur absolue de la pente compensee

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

*valeur de la pente compensee :

-- quantum = 0.0078125 m/s^2 soit 0.79 / 1000

-- champ = [0, +1.9921875 m/s²] soit [0, +203/1000]

ou = [0, -1.9921875 m/s²] soit [0, -203/1000]

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

Le profil compense ainsi obtenu est directement
 exploitable pour effectuer un calcul d'energie
 potentielle a 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

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	
:	:	:	:	point d'arret
:	:	:	:	entree de station
:	:	:	:	
:	:	:	:	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

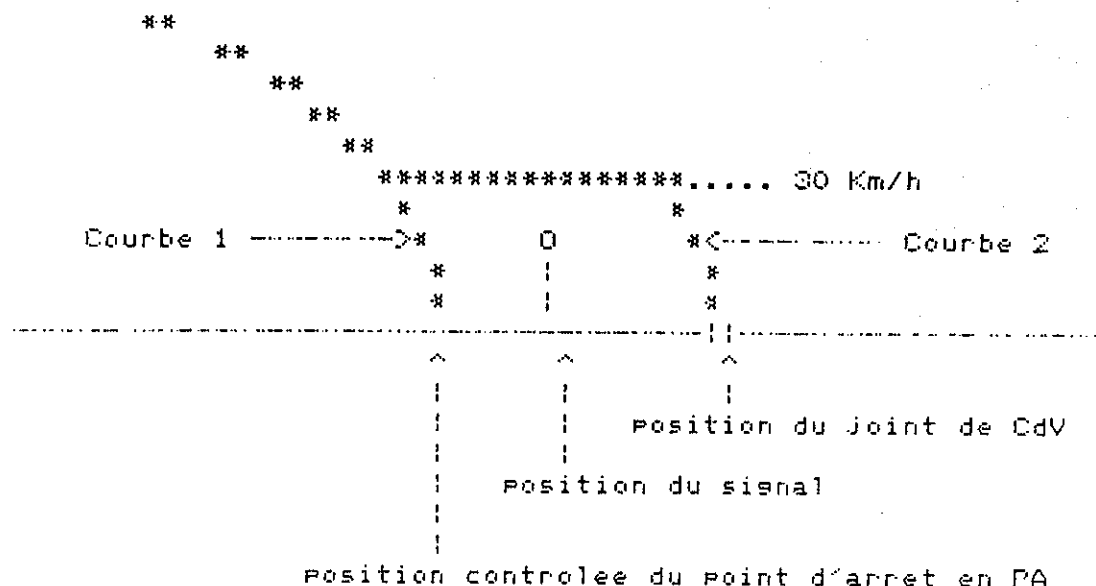
00 : arret annule
01 : arret non annule
10 : permissif annule
11 : permissif non annule

- Interpretation a bord

Le point d'arrêt simple décrit dans les invariants permet de deduire deux courbes (1) et (2).

En mode PA, le controle de vitesse est effectue suivant la courbe (1) dont le sommet est a une distance de 21 metres du Joint de circuit de voie. C'est ce sommet qui est designe par le chainage des abscisses.

En mode CMC, le controle de vitesse est effectue suivant la courbe (2). Le palier de cette courbe se situe a 30 km/h. Il permet de s'approcher d'un signal non annule en conduite manuelle.



Lorsque le signal est a plus de 21m du Joint de circuit de voie, l'abscisse donnee dans les invariants est toujours a 21 metres en amont du Joint.

- Compatibilite avec la signalisation laterale

Les variants ne donnent pas l'aspect 'avertissement' (signal jaune) du signal associe. En cas d'etat permissif non annule d'un point d'arrêt, on determine l'aspect 'avertissement' (A) en regardant l'etat 'arrêt' du prochain signal en aval. Si l'information complementaire contient l'existence de l'aspect A clignotant sur le signal, on regarde l'etat 'arrêt' des deux signaux en aval.

- Entree de station

La combinaison 00 des 2 bits signifie que le signal est normal.

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

*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'arret simple).

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

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

Le franchissement du point d'arret est autorise en CMC en presence de l'etat "arret (S) clignotant" si la vitesse est inferieure a 15Km/h. (fonction non implementee sur la ligne A).

*Compatibilite avec la signalisation laterale

En presence des etats suivants :

- TIV1 non annule
- TIV2 non annule
- permissif non annule

on determine l'aspect "avertissement"(A) ou l'aspect "avertissement clignotant" (A) en regardant un ou deux signaux en aval. On retient alors l'etat 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 a l'indication "Jaune", TIV1 et TIV2 conduisent a l'indication "blanc" + vitesse associe au TIV

La voie libre conduit, comme l'etat permissif annule a prendre en compte l'indication donnee par le controle d'energie du train

14 Lacune courte

1	14
2	
3	

Code

Chainage abscisse

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

*Signification d'une lacune courte

Elle permet d'inhiber le controle temporel de rafraichissement des variants sur une distance forfaitaire de 8 metres a partir de l'abscisse de definition. Elle evite des perturbations dues a des trous de la transmission continue au passage dans les aiguilles.

15-0 Lacune longue

1	15	Code
2	0	
3		Chainage abscisse
4		Temps maximum sans transmission
5		Longueur sans transmission

*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 controle temporel

*longueur 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 metre
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 precis : non securitaire
ou IFS : non securitaire
ou Sortie Sacem : non securitaire

2 = recalage : securitaire

7 = initialisation : securitaire

15.2 Retournement (non utilise sur la ligne A)

1	15	Code
2	2	
3		Chainage 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

*chainage abscisse : quantum = 0,5 m
champ = [0,127.5 m]

Le chainage 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

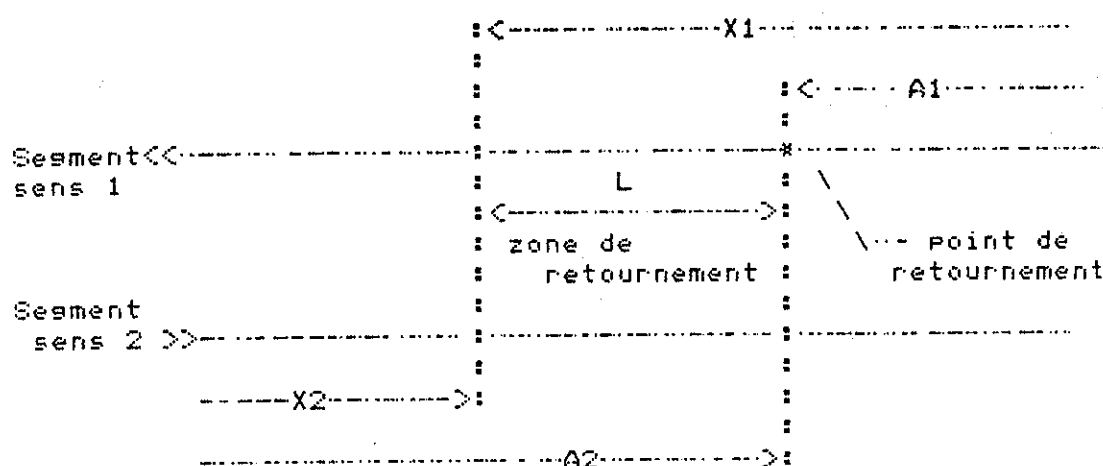
Chaque retournement est repere par un numero de terminus (0 a 15). Ce numero permet de savoir en fonction de chacune des missions possibles si le retournement en question constitue ou non un terminus (voir structure du tableau des missions)

*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 aiguille 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
depart venant du sol, non utilisee Ligne A)

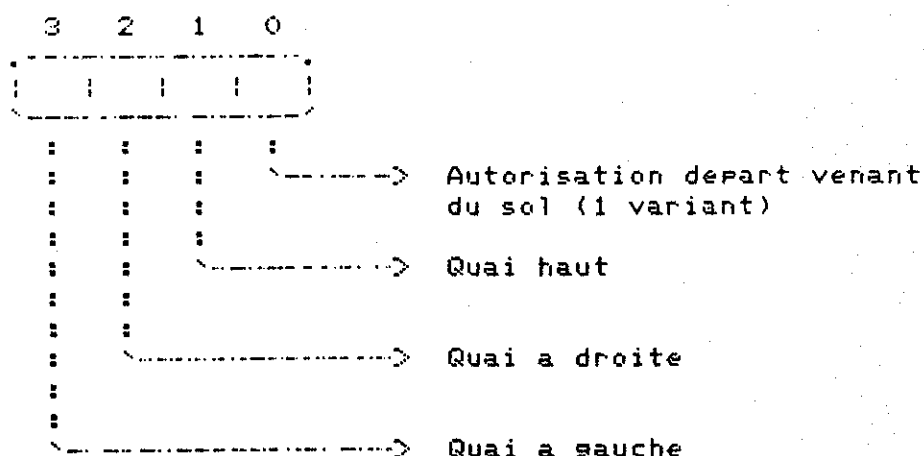
1	15	Code
2	4	
3		Chainage abscisse debut quai
4		
5	1	
6		Longueur du quai
7		
8		Caracteristiques de la station
9		
10		Numero de la station

*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) :



L'autorisation depart venant du sol permet d'assujettir le depart 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
2	5
3	
4	

Code

Chainage abscisse

*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 ou 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 a la branche precedente.

15.6 Divergence (2 bits de variants)

1	15	Code
2	6	
3		Chainage abscisse
4		
5		Numero de divergence
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 divergence

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

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

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

*Numero de branche droite

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

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

15.7 Extrémité 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'extrémité en question est une sortie de SADEM.

*rang du 1er variant d'anticipation

Il est parfois necessaire de connaitre a l'avance l'état de un ou plusieurs variants appartenant au(x) troncon(s) aval(s). On dit qu'il y a anticipation. L'information 'rang du 1er variant d'anticipation' augmentée 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'extrémité.

*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'extrémité est chainée 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		
6		Numero de segment aval
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 (numeration absolue).
Un numero nul signifie que l'extremite est une sortie de SACC.

*numero de branche
c'est la branche du segment a l'origine de laquelle se trouve
chainee 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 repereage des missions se fait de la facon suivante par un tableau indice suivant les numeros de mission de 0 a 127. (128 missions possibles)

:	:	:	:	:	:
:	:	v	v	v	:
:	:	liste stations	liste divergences	liste divergences	:
:	:	(128 bits)	droites (64 bits)	deviees (64 bits)	:
:	:				:
:	v				:
:	numero de mission (3 bits)				:
v					v
code de mission (4 fois 8 bits)				numero de terminus et de retournement (3 bits)	

Chaque mission est ainsi entierement definie par 304 bits. Cette table des missions est memorisee dans chaque equipement sol. Les stations, les divergences et les retournements sont reperes par un numero (voir les blocs de description correspondants 15.2, 15.4, 15.6). Chaque equipement sol insere dans son cycle d'emission des invariants d'un troncon, un message d'invariant de mission (message long non securitaire) fonction du dernier code mission recu.

15.9 Point d'arret fonctionnel

1	15	Code
2	9	
3		Chainage abscisse
4		
5		
		Longueur des trains concernes

*chainage abscisse : quantum = 0.125 metres
champ = [0.511.875m]

*Longueur des trains concernes

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

3	2	1	0
:	:	:	:
:	:	:	v
:	:	:	128 m
:	:	v	
:	:	256 m	
:	v		
:	384 m		
v			
512 m			

4.4.-Modification temporaire et indicase

** Structure du message

1		identificateur 0 0 0 1
2		numero de troncon (12 bits dont 10 significatifs)
	0 0	
5		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 : reserve
- 64 bits : somme de controle et redondance BCH(511,492)

Le numero d'indice

Il caracterise les invariants a prendre en compte. On l'appelle aussi numero de version des invariants. Ce numero doit correspondre a celui specifie dans chaque entete de segment pour avoir le droit d'utiliser les invariants et les modifications associees. Le numero 0 caracterise l'absence d'indice et interdit l'utilisation des invariants du segment specifie.

La valeur de la vitesse tabulee

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

ex. $x: 0,8 \text{ m/s}^2$ transforme en
 La capacite de deceleration $[\text{TRUNC}(x \times 2048.0) \cdot \text{const}_{\text{dec}}^2] / 65536$
 $\text{const}_{\text{dec}} = 0,224 \times 2^8 = 57 \Rightarrow 51 \text{ m}$
 C'est la valeur minimale garantie de deceleration sur la zone ou le ralentissement provisoire s'applique. C'est une valeur pejorative definie independemment des invariants et valable pour tous les types de train. Son quantum de definition et son champ d'application sont identiques a la definition des valeurs de pente initiale dans les invariants. \times

L'abscisse sur la branche

quantum = 4 m
 champ = 0 1020m

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

Numero de branche

C'est la branche designee a partir de laquelle la limitation de vitesse s'applique.

Longueur

C'est l'expression de la longueur de validite de la limitation de vitesse. Si la valeur de la longueur est telle que la limitation se propage au dela de la branche designee, la

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

JEUMONT-SCHNEIDER		NT/85.LA.036
CSEE	Chapitre V : Visualisation en	
INTERELEC	cabine	PAGE : 11

CHAPITRE V

EDITION	Specification technique	
CG.30/01/86		

V. VISUALISATION EN CABINE

- 5.1.-Structure du message reçu du KCV
- 5.2.-Affichage des voyants en mode CMC / PA
- 5.3.-Détermination de la vitesse de déclenchement du freinage
- 5.4.-Détermination de la vitesse de consigne
- 5.5.-Détermination de la vitesse plafond de reprise en station

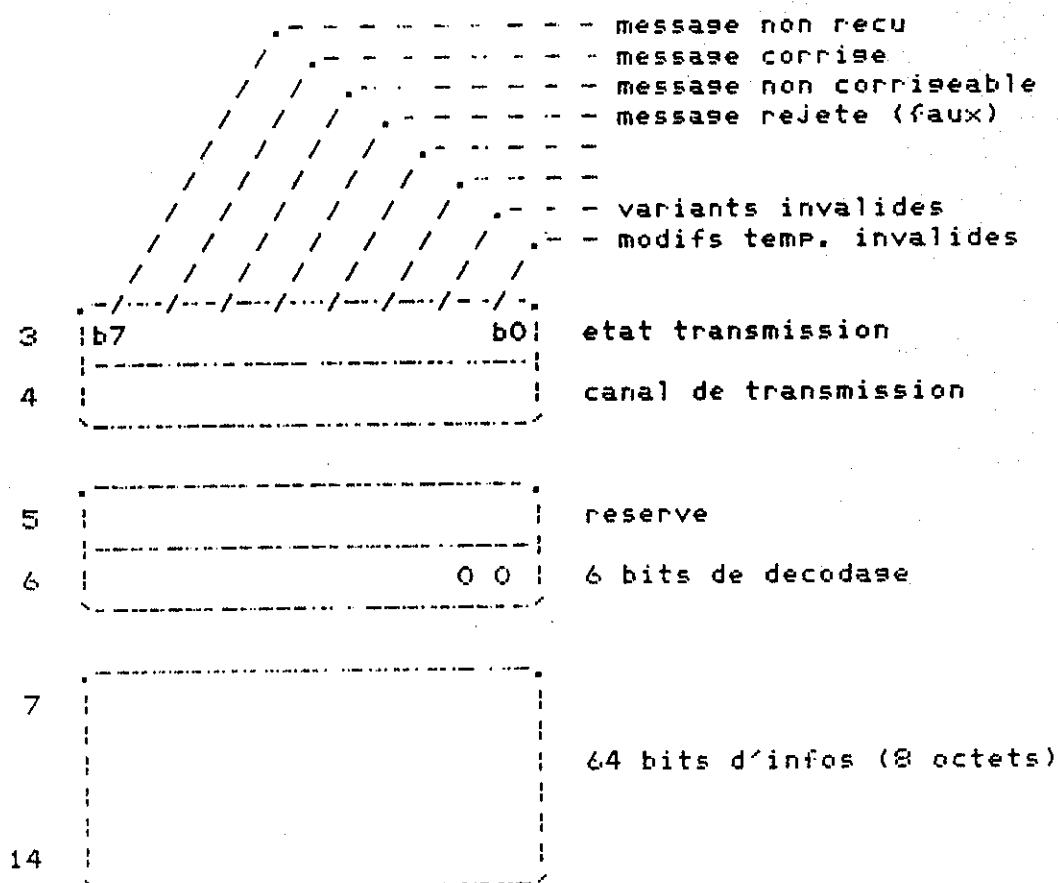
5.1.-Structure du message reçu du KCV

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 repartition entre les différentes fonctions est la suivante:

1	break	2 octets
3	transmission continue sol-train (A)	12 octets
15	parametres train (B)	4 octets
19	localisation (C)	12 octets
31	controle (D)	12 octets
43	commandes train (E)	2 octets
45	visualisation (F)	2 octets
47	reserve	3 octets
50	checksum	1 octet

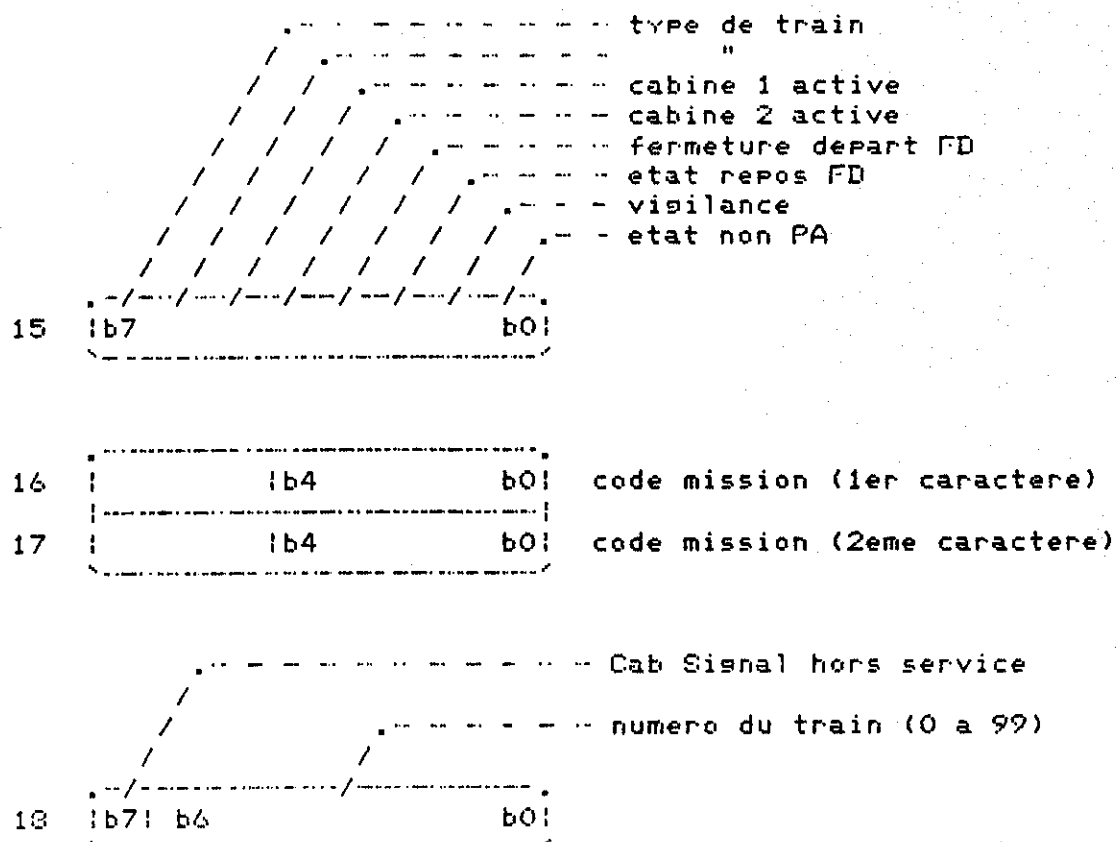
Ce message peut être substitué à un message d'erreur spécifique désignant l'origine du ou des défauts auto-détectés dans le processus (à définir en cours d'analyse). Dans ce cas, le 1er octet d'information contient tous ses bits à l'état 1 (octet FF hexa).

(A) Message transmission continue sol-train



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

(B) Parametres train



(C) Localisation

19

b7	b5/b4	b0
----	-------	----

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

20

b3	b0
----	----

cabine reference (0: cab 1)
 Arret Complet
 Demande Test Capteur
 vitesse < 0.5 m/s (QVA = 1)
 mot default roue phonique
 [0: aucun default
 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: default recul
 11: compteur roue hors code

21

b15	b0
-	-
b7 b6	b0

Vitesse Brute -6
(pds faibles = 2 m.f.)

----- 1 metre.frequance

23

reserve

----- 0.125 metre

25

b15	b8
-	-
b7	b0

Etalonnage -18
(pds faibles = 2 m)

27

b15	b0
-	-
b7	b2 b0

Abscisse / origine branche
(pds faibles = 0.25 m)

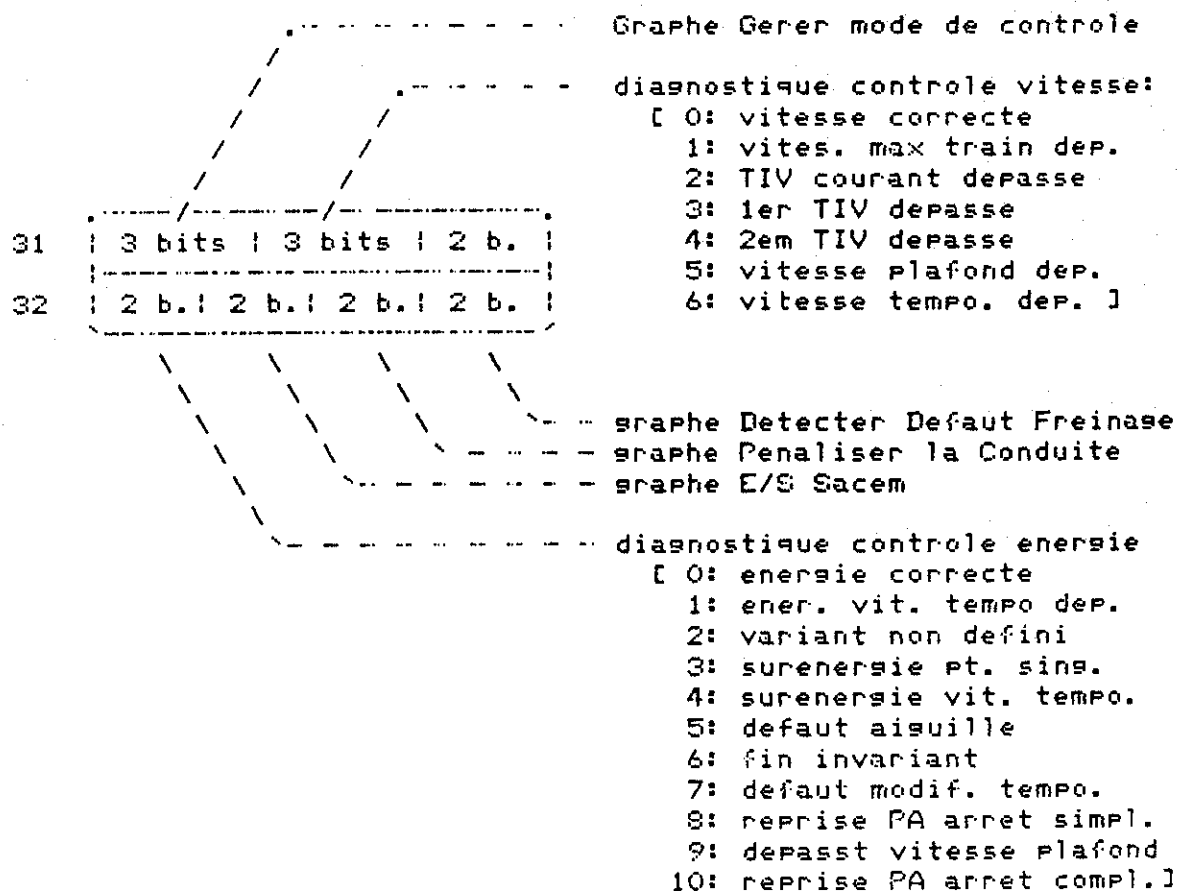
----- 1 metre

29

b15	b8
-	-
b7	1 no. branche

No. de segment et no. branche

(D) Controle

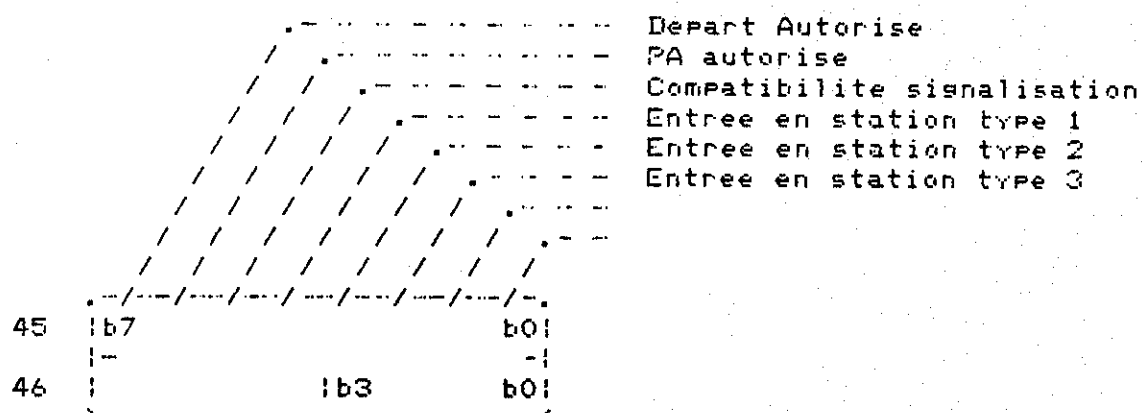


33	b7	b0	gamma FS moyen	-7	2
			(pds faibles = 2	m.f)	
34			gamma traction	-7	2
			(pds faibles = 2	m.f)	
35	-	-	energie associee au point but		
				-13	2 2
			(pds faibles = 2	m.f)	
37	-	-	vitesse max toleree	-6	
			(pds faibles = 2	m.f)	
39	-	-	vitesse but	-6	
			(pds faibles = 2	m.f)	
41	-	-	distance but	-2	
			(pds faibles = 2	m)	

(E) Commandes Train

[illegible]

(F) Visualisation



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:

Vd = vitesse de declenchement du freinage (de service)

Vc = vitesse de consigne a atteindre

Vp = vitesse plafonnee de reprise en station

Vb = vitesse du point but (transmise par KCV)

Db = distance du point but (transmise par KCV)

Vr = vitesse reelle du train (transmise par KCV)

On doit egalement 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 (Vr < Vb)

ET (Vr < Vd)

ALORS

SI (Vc < 30 km/h)

OU (ordre de ralentissement)

ALORS

affichage jaune

SINON

affichage vert + Mini(Vc ou Vp)

SINON

SI (Vb = 0) ALORS

SI (Vd > 30km/h) ALORS

SI (Vr > Vp) ALORS

affichage blanc + Vp

SINON

affichage jaune

SINON

affichage rouge

SINON

affichage blanc + Vb

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

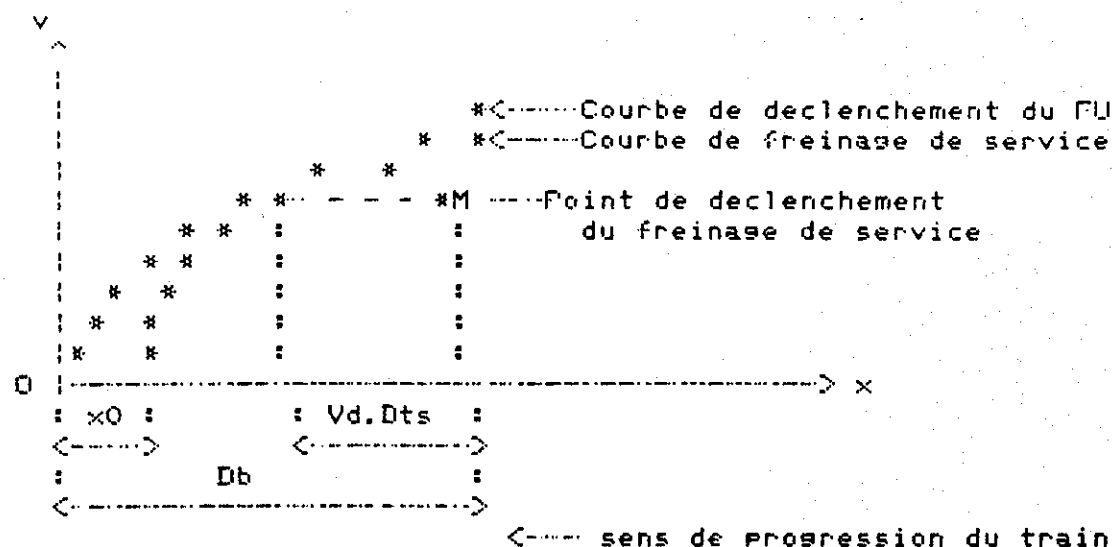
Cette valeur doit etre determinee en fonction des grandeurs suivantes:

- 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 (englobe 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

$$\alpha = \frac{M_P + J/r^2}{M_P}$$



- Le bilan énergétique entre les points M et O donne:

Variation énergie cinétique + potentielle
=
Travail des forces de freinage

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

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

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

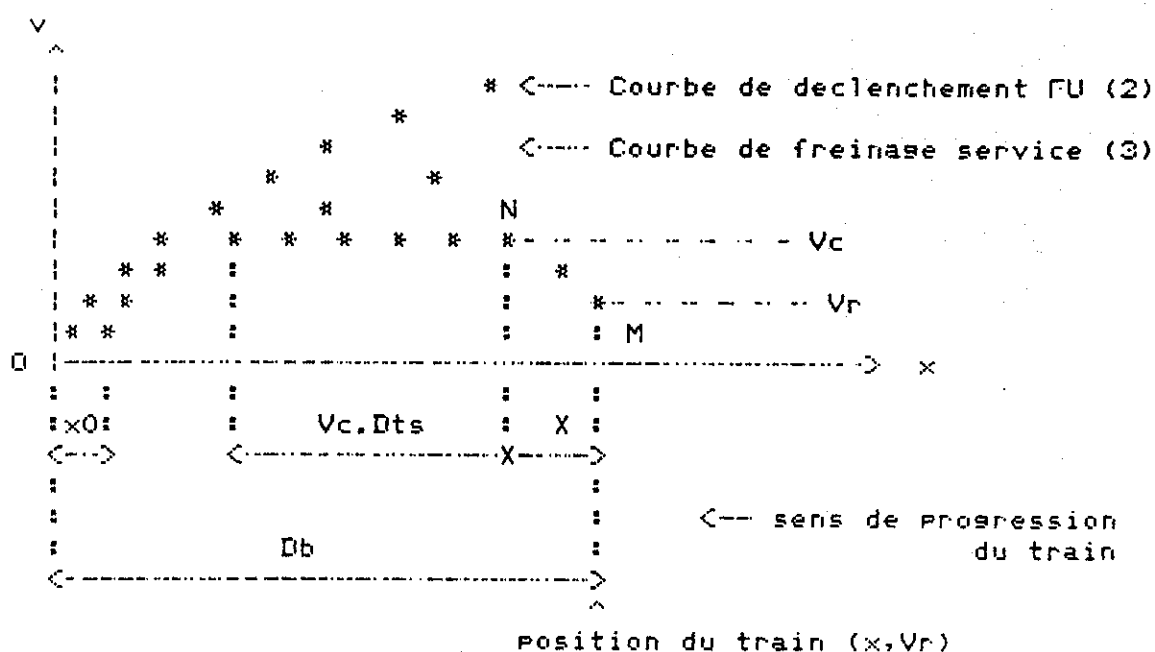
5.4.-Determination de la vitesse de consigne V_c

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

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

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

Soit le diagramme vitesse/espace suivant:



Le calcul itératif donne:

$$V_c = V_r + n.D_v$$

avec V_r = vitesse réelle du train

n = nombre d'iteration

D_v = pas de calcul de V_c

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

$$\frac{1}{2} \cdot (V_c^2 - V_r^2) + E_b \cdot \frac{X}{D_b} = \sum T_r \cdot X$$

On determine alors:

$$X = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_c^2 - V_r^2}{\gamma Tr + \frac{Eb}{Db}}$$

avec γTr = capacite de traction du train
(compte tenu d'une pente constante)

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

$$\frac{V_c^2 - V_r^2}{2} < Eb \cdot \frac{Db - X}{Db} + \gamma FS \cdot (Db - xO - Vc \cdot Dts - X)$$

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

L'introduction d'une vitesse plafond V_P servant a borner la vitesse de consigne V_C a pour but d'optimiser la marche d'un train a l'approche d'une station occupee par un autre train qui démarre et de rendre ergonomique l'affichage des consignes du Cab-Signal (eviter les variations brusques de la vitesse de consigne affichee).

La vitesse plafonnee de reprise en station est determinee en fonction de deux parametres transmis par le KCV :

- le type de point but (3 types de point d'arret d'entree de station),
- la vitesse reelle du train V_r .

Lorsque le train est en dehors d'une station et que le point but n'est pas un point d'entree de station, la vitesse plafond V_P est neutralisee en prenant une valeur arbitraire elevee.

Lorsque le point but est un point d'entree de station (3 types possibles) la vitesse V_P est choisie parmi 3 valeurs predeterminees en fonction du type defini.

Lorsque le point but cesse d'etre le point d'entree d'une station, la vitesse V_P est ajustee afin d'optimiser la marche du train en fonction de sa vitesse au moment du deblocage de ce signal. Ce choix est fait parmi plusieurs valeurs predeterminees en fonction du type de point d'entree de station (3 types) et de la vitesse V_r du train.