Dossier de Spécification du Logiciel ATO

Titre : Dossier de Spécification du Logiciel ATO

Auteur : B. Demaya

Identification GA : 782S00/DL/DSL/xxxx/1.0.0

Service origine : SIF.P.S.T

Date de première diffusion : 30.05.2014

Nombre de pages document : 120 + Annexes

Catégorie : Privé - Consultable

OBJET :

Ce document a pour but de décrire la spécification du logiciel ATO pour le train NS74 rénové dans le cadre du projet Métro de Santiago.

Mots clés

DOSSIER SPECIFICATION ATO

APPROBATION

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| INDICE (V.R.M) | 1.0.0 | | |
|  | Nom | Visa | Date |
| REDIGE PAR | B. DEMAYA |  |  |
| VERIFIE ET  APPROUVE PAR | P. HOG |  |  |

EVOLUTIONS DU DOCUMENT

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Indice | Date | Chap/sect | Raison |
| 1.0.0 | 10.04.2014 | Tous | Création du document sur la base du Dossier de spécification ATO 782S00/DL/0285/1.3.0.  Le présent document n’est applicable qu’au train NS74 rénové. |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

SOMMAIRE

Table des matières

[1 INTRODUCTION 10](#_Toc394415609)

[1.1 But du document 10](#_Toc394415610)

[1.2 Champ d’application 10](#_Toc394415611)

[1.3 Contexte 10](#_Toc394415612)

[1.3.1 But du logiciel 10](#_Toc394415613)

[1.3.2 Environnement du logiciel 11](#_Toc394415614)

[1.3.3 Existence d’un logiciel de référence 11](#_Toc394415615)

[1.4 Définitions et abréviations 11](#_Toc394415616)

[2 CONTRAINTES GÉNÉRALE 12](#_Toc394415617)

[2.1 Contraintes utilisateurs 12](#_Toc394415618)

[2.2 Contraintes d’environnement 12](#_Toc394415619)

[2.3 Performances 13](#_Toc394415620)

[3 SPÉCIFICATION DES INTERFACES 14](#_Toc394415621)

[3.1 Liste des interfaces 14](#_Toc394415622)

[3.1.1 Interfaces d’entrée : tableau des entrées ATO et DAM 14](#_Toc394415623)

[3.1.1.1 Messages de l’ATP 14](#_Toc394415624)

[3.1.1.2 Messages OMAP 14](#_Toc394415625)

[3.1.1.3 Messages du TM 14](#_Toc394415626)

[3.1.1.4 Interface roue phonique 14](#_Toc394415627)

[3.1.1.5 Entrées logiques et analogiques 14](#_Toc394415628)

[3.1.2 Contrôles 15](#_Toc394415629)

[3.1.3 Interfaces de sorties : tableau des sorties ATO et DAM 15](#_Toc394415630)

[3.1.3.1 Messages vers ATP 15](#_Toc394415631)

[3.1.3.2 Messages vers TM 15](#_Toc394415632)

[3.1.3.3 Messages vers OMAP 15](#_Toc394415633)

[3.1.3.4 Commandes interfaces train 15](#_Toc394415634)

[3.1.4 Mécanismes 15](#_Toc394415635)

[3.1.4.1 CUC011H 15](#_Toc394415636)

[3.1.4.2 Logiciel ATO tâche différée 15](#_Toc394415637)

[3.1.4.3 Logiciel ATO tâche de fond 15](#_Toc394415638)

[4 SPÉCIFICATION FONCTIONNELLE 16](#_Toc394415639)

[4.1 Architecture fonctionnelle 16](#_Toc394415640)

[4.2 Description des données 16](#_Toc394415641)

[4.2.1 Données simples, génériques ou nominales 17](#_Toc394415642)

[4.2.2 Données complexes ou composées 18](#_Toc394415643)

[4.3 TRAITER LES INFORMATIONS EN PROVENANCE de l’ATP (M11) 21](#_Toc394415644)

[4.3.1 Entrées 21](#_Toc394415645)

[4.3.2 Contrôle 21](#_Toc394415646)

[4.3.3 Mécanismes 21](#_Toc394415647)

[4.3.4 Traitements 21](#_Toc394415648)

[4.3.4.1 Réception des messages 21](#_Toc394415649)

[4.3.4.2 Analyse du message : 21](#_Toc394415650)

[4.3.5 Sorties 25](#_Toc394415651)

[4.4 ACQUERIR LES DONNEES DU RESEAU (M12) 26](#_Toc394415652)

[4.4.1 Entrées 26](#_Toc394415653)

[4.4.2 Contrôles 26](#_Toc394415654)

[4.4.3 Mécanisme 26](#_Toc394415655)

[4.4.4 Traitements 26](#_Toc394415656)

[4.4.4.1 Décompactage des données géographiques 26](#_Toc394415657)

[4.4.5 Sorties 30](#_Toc394415658)

[4.5 ACTUALISER L’ETAT DE LOCALISATION (M211) 31](#_Toc394415659)

[4.5.1 Entrées 31](#_Toc394415660)

[4.5.2 Contrôles 31](#_Toc394415661)

[4.5.3 Mécanismes 31](#_Toc394415662)

[4.5.4 Traitements 32](#_Toc394415663)

[4.5.4.1 Etat «  0 - Initialisation » 32](#_Toc394415664)

[4.5.4.2 Etat «  1 – Hors localisation » 33](#_Toc394415665)

[4.5.4.3 Etat «  2 – Localisé » 34](#_Toc394415666)

[4.5.4.4 Etat «  3 – Dormant » 35](#_Toc394415667)

[4.5.5 Sorties 35](#_Toc394415668)

[4.5.6 Observabilité 35](#_Toc394415669)

[4.6 ACTUALISER LA CALIBRATION DE L’ODOMETRE (M212) 36](#_Toc394415670)

[4.6.1 Entrées 36](#_Toc394415671)

[4.6.2 Contrôles 36](#_Toc394415672)

[4.6.3 Mécanismes 36](#_Toc394415673)

[4.6.4 Traitements 36](#_Toc394415674)

[4.6.5 Sorties 37](#_Toc394415675)

[4.6.6 Observabilité 37](#_Toc394415676)

[4.7 ACTUALISER LA LOCALISATION (M213) 38](#_Toc394415677)

[4.7.1 Entrées 38](#_Toc394415678)

[4.7.2 Contrôles 38](#_Toc394415679)

[4.7.3 Mécanismes 39](#_Toc394415680)

[4.7.4 Traitements 39](#_Toc394415681)

[4.7.4.1 Initialisation de la localisation ATO 39](#_Toc394415682)

[4.7.4.2 Gestion du sens d’actualisation de la localisation 39](#_Toc394415683)

[4.7.4.3 Relocalisation 40](#_Toc394415684)

[4.7.4.4 Mise à jour de l’erreur de localisation 41](#_Toc394415685)

[4.7.4.5 Mise à jour de la localisation ATO 42](#_Toc394415686)

[4.7.5 Sorties 44](#_Toc394415687)

[4.7.6 Observabilité 44](#_Toc394415688)

[4.8 CALCULER LA CINEMATIQUE (M22) 45](#_Toc394415689)

[4.8.1 Entrées 45](#_Toc394415690)

[4.8.2 Contrôles 45](#_Toc394415691)

[4.8.3 Mécanismes 45](#_Toc394415692)

[4.8.4 Traitements 45](#_Toc394415693)

[4.8.4.1 Compteur de dents, compteur de temps 46](#_Toc394415694)

[4.8.4.2 Détermination des informations « arrêt complet » et « recul » 46](#_Toc394415695)

[4.8.4.3 Détermination de la vitesse instantanée 47](#_Toc394415696)

[4.8.4.4 Calcul de la vitesse filtrée 48](#_Toc394415697)

[4.8.4.5 Détermination de l’accélération instantanée 48](#_Toc394415698)

[4.8.4.6 Calcul de l’accélération filtrée 49](#_Toc394415699)

[4.8.5 Sorties 49](#_Toc394415700)

[4.8.6 Observabilité 49](#_Toc394415701)

[4.9 DETERMINER LE PROFIL (M23) 50](#_Toc394415702)

[4.9.1 Entrées 50](#_Toc394415703)

[4.9.2 Mécanismes 50](#_Toc394415704)

[4.9.3 Contrôles 50](#_Toc394415705)

[4.9.4 Traitements 50](#_Toc394415706)

[4.9.4.1 Définitions 50](#_Toc394415707)

[4.9.4.2 Détermination des points de référence 53](#_Toc394415708)

[4.9.4.3 Tri des points de référence 57](#_Toc394415709)

[4.9.5 Sorties 57](#_Toc394415710)

[4.9.6 Observabilité 57](#_Toc394415711)

[4.10 ASSURER LA RÉGULATION DU TRAIN (M24) 58](#_Toc394415712)

[4.10.1 Entrées 58](#_Toc394415713)

[4.10.2 Contrôles 58](#_Toc394415714)

[4.10.3 Mécanismes 58](#_Toc394415715)

[4.10.4 Traitements 58](#_Toc394415716)

[4.10.5 Sorties 60](#_Toc394415717)

[4.10.6 Observabilité 60](#_Toc394415718)

[4.11 SUPERVISER LES CONSIGNES (M25) 61](#_Toc394415719)

[4.11.1 Conditions évaluées à chaque appel 61](#_Toc394415720)

[4.11.2 Etat « Init » 62](#_Toc394415721)

[4.11.2.1 Présentation 62](#_Toc394415722)

[4.11.2.2 Condition d’entrée 62](#_Toc394415723)

[4.11.2.3 Etat(s) suivant(s) 62](#_Toc394415724)

[4.11.2.4 Action 62](#_Toc394415725)

[4.11.3 Etat « Attente Conduite PA » 63](#_Toc394415726)

[4.11.3.1 Présentation 63](#_Toc394415727)

[4.11.3.2 Condition d’entrée 63](#_Toc394415728)

[4.11.3.3 Etat(s) suivant(s) 63](#_Toc394415729)

[4.11.3.4 Action 63](#_Toc394415730)

[4.11.4 Etat « Conduite PA » 63](#_Toc394415731)

[4.11.4.1 Présentation 63](#_Toc394415732)

[4.11.4.2 Condition d’entrée 63](#_Toc394415733)

[4.11.4.3 Action 63](#_Toc394415734)

[4.11.4.4 Etat(s) suivant(s) 64](#_Toc394415735)

[4.11.5 Etat « Maintien Arrêt » 65](#_Toc394415736)

[4.11.5.1 Présentation 65](#_Toc394415737)

[4.11.5.2 Condition d’entrée 65](#_Toc394415738)

[4.11.5.3 Action 65](#_Toc394415739)

[4.11.5.4 Etat(s) suivant(s) 65](#_Toc394415740)

[4.11.6 Etat « Caractérisation » 65](#_Toc394415741)

[4.11.6.1 Présentation 65](#_Toc394415742)

[4.11.6.2 Condition d’entrée 66](#_Toc394415743)

[4.11.6.3 Action 66](#_Toc394415744)

[4.11.6.4 Etat(s) suivant(s) 66](#_Toc394415745)

[4.11.7 Etat « Freinage prioritaire » 67](#_Toc394415746)

[4.11.7.1 Présentation 67](#_Toc394415747)

[4.11.7.2 Condition d’entrée 67](#_Toc394415748)

[4.11.7.3 Action 67](#_Toc394415749)

[4.11.7.4 Etat(s) suivant(s) 67](#_Toc394415750)

[4.12 RÉALISER LA FONCTION DAM (M3) 68](#_Toc394415751)

[4.12.1 Entrées 68](#_Toc394415752)

[4.12.2 Contrôles 68](#_Toc394415753)

[4.12.3 Mécanisme 68](#_Toc394415754)

[4.12.4 Traitements 68](#_Toc394415755)

[4.12.4.1 Détection des pannes élément 68](#_Toc394415756)

[4.12.4.2 Détection de pannes et défauts fonctionnels 72](#_Toc394415757)

[4.12.4.3 Préparation des messages de maintenance 74](#_Toc394415758)

[4.12.4.4 Identification des pannes 74](#_Toc394415759)

[4.12.5 Sorties 75](#_Toc394415760)

[4.13 M4. GÉRER L’INTERFACE AVEC LES SYSTÈMES EXTERNES 76](#_Toc394415761)

[4.13.1 Entrées 76](#_Toc394415762)

[4.13.2 Contrôles 76](#_Toc394415763)

[4.13.3 Mécanismes 76](#_Toc394415764)

[4.13.4 Traitements 76](#_Toc394415765)

[4.13.4.1 Gestion du terminal de maintenance et des Flash EPROMs 76](#_Toc394415766)

[4.13.4.2 Préparation des messages pour l’ATP 78](#_Toc394415767)

[4.13.4.3 Préparation des messages pour le terminal de mise au point 79](#_Toc394415768)

[4.13.5 Sorties 79](#_Toc394415769)

[5 CHAPITRE 5 SPÉCIFICATION OPÉRATIONNELLE 80](#_Toc394415770)

[5.1 Mode de fonctionnement 80](#_Toc394415771)

[5.1.1 Descriptif 81](#_Toc394415772)

[5.1.1.1 Etat «  0 – ATO hors tension » 81](#_Toc394415773)

[5.1.1.2 Etat «  1 – Initialisation » 81](#_Toc394415774)

[5.1.1.3 Etat «  2 – Panne ATO » 82](#_Toc394415775)

[5.1.1.4 Etat «  3 – Conduite PA passive » 82](#_Toc394415776)

[5.1.1.5 Etat «  4 – Cabines inactives » 83](#_Toc394415777)

[5.1.1.6 Etat «  5 – Conduite PA » 83](#_Toc394415778)

[5.1.2 Observabilité 84](#_Toc394415779)

Documents applicables

BIBLIOGRAPHIE

[A1] Dossier de Spécification Système de l’ATC *782SO0/SY/DSS/0028*

[A2] Dossier de Conception du sous-système ATC embarqué *782SO0/SY/DCZ/0069*

[A3] Définition des besoins utilisateurs *782SO0/SY/DBU/0016*

[A4] Plan qualité logiciel *782SO0/QU/PQL/0022*

Documents de références

[R1] Dossier de spécification du logiciel ATP *782SO0/DL/DSL/0070*

[R2] Spécification du Logiciel ATO (NS88 / NS93 / NS2004) *782S00/DL/DSL/0285/1.3.0*

[R3] Notice descriptive de la carte CMR011 *782S00/DM/ND/0100*

[R4] ATO Command Requirements Specifications *T-23 A400451/I*

1. INTRODUCTION
   1. But du document

Le but de ce document est de spécifier les besoins fonctionnels et opérationnels du logiciel de l’ATO comme défini dans [A2] et [A1].

Ce document doit être utilisé pour réaliser la conception du logiciel selon [A4].

* 1. Champ d’application

Ce document est applicable au sous-système ATO qui est un élément du sous-système ATC embarqué.

Ce document est applicable au train rénové NS74 utilisé sur les lignes 2 et 5 du métro de Santiago.

* 1. Contexte
     1. But du logiciel

Une fonction du sous-système ATO est de réaliser la conduite du train et d’assurer des fonctions de maintenance (qui sont des fonctions du sous-système ATC embarqué comme décrit dans [A1] chapitre 5).

Cela est réalisé avec les fonctions logicielles suivantes :

- FONCTION TRAITEMENT DES ENTREES  
Cette fonction prend en compte les entrées train et les messages de l’ATP pour générer des variables utilisables par le logiciel.

- FONCTION LOCALISATION  
Cette fonction permet, en permanence, de connaître la position du train sur la voie. Les informations générées permettent la conduite du train.

- FONCTION CONDUITE  
Le but principal du sous-système ATO est de conduire le train en envoyant des commandes de traction et de freinage dépendant de la position courante du train, du profil de vitesse et points d’arrêt devant le train.

- FONCTIONS DE MAINTENANCE  
Cette fonction permet la détection, et la visualisation d’alarmes.

* + 1. Environnement du logiciel

Le logiciel ATO est exécuté sur la carte CUC011H du panier PCE012. Ce panier ainsi que les composants matériels qui le constituent sont défini dans [A2].

* + 1. Existence d’un logiciel de référence

Le sous-système ATO s ‘appuie sur une base existante, qui a été créée pour le PA MEXICO, elle est décrite dans le document ; cette base a été mise à jour pour le projet pour le projet SACEM Santiago sur les trains NS74 (avant rénovation), NS93 et NS2004 tel que décrit dans le document [R2].

* 1. Définitions et abréviations

|  |  |
| --- | --- |
| SACEM | Système d’Aide à la Conduite, à l’Exploitation et à la Maintenanc |
| ATO | Automatic Train Operation (Pilote Automatique) |
| ATP | Automatic Train Protection |
| FU | Freinage d’Urgence |
| TIV | Tableau Indicateur de Vitesse |
| DAM | Dispositif d’Aide à la Maintenance |
| CMC | Conduite Manuelle Contrôlée |
| TM | Terminal de Maintenance |
| MAP | Terminal de Mise Au Point |
| OMAP | Outil de Mise au Point |

1. CONTRAINTES GÉNÉRALE
   1. Contraintes utilisateurs

L’utilisateur de l’ATO est le conducteur. Il devra suivre une formation avant d’utiliser le logiciel. Les opérateurs de maintenance peuvent également utiliser le logiciel ATO pour visualiser les alarmes en temps réel, ou désarchiver les alarmes sauvegardées dans les mémoires d’enregistrement.

* 1. Contraintes d’environnement

Les contraintes d’environnement sont les suivantes :

* Les contraintes liées aux différents trains qui équipent le réseau du métro de Santiago.

Le logiciel est spécifique au train de type NS74 rénové. Il est donc adapté aux caractéristiques de ces trains telles que :

* interface avec les organes de traction / freinage.
* sens de rotation de la roue phonique
* Les contraintes de codage :

le logiciel de l’ATO embarqué est écrit en C et en MODULA-2. Les nouvelles fonctions et les améliorations telles que la partie « pilotage automatique » sont écrites en C. Les fonctions qui ne nécessitent pas de modification ou d’évolution peuvent être conservées en MODULA-2 ou traduites en C.

* Les contraintes du matériel :

le logiciel ATO est cadencé par une interruption (générée en interne sur la carte CUC011) toutes les 2 ms.

La durée du cycle ATO est de 100 ms. Compte tenu des temps de réponse connus supérieurs à 200ms, la période de 100ms respecte les principes d’échantillonnage de Shannon.  
Cette durée est identique à celle utilisée sur les projets Sacem Santiago en service sur les tarins NS74, NS93 et NS2004. Elle est suffisamment faible pour commander de façon efficace l’interface train, elle est suffisamment élevée pour permettre l’ensemble des traitements en un seul cycle.

Trois niveaux de tâche sont gérés dans le logiciel ATO :

* tâche immédiate (ou niveau 1) : cette tâche est activée toutes les 2 ms.
* tâche différée (ou niveau 2) : cette tâche est activée en début de cycle et doit impérativement être finie avant la fin du même cycle ATO, elle est interrompue toutes les 2 ms par la tâche immédiate. Elle regroupe toutes les fonctions qui doivent être exécutées dans le même cycle ATO (c’est typiquement la localisation et la conduite du train)
* tâche de fond (ou niveau 3) : cette tâche est active en permanence, elle est interrompue par les tâches de niveau 1 et 2. Elle regroupe toutes les fonctions n’ayant pas de contrainte temporelle.
  1. Performances

L’ATO devra assurer une limitation de jerk de 0.8 m/s3. La précision d’arrêt en station devra être de +/- 0.50 m dans 99 % des cas (et +/- 1 m dans tous les cas)

1. SPÉCIFICATION DES INTERFACES
   1. Liste des interfaces
      1. Interfaces d’entrée : tableau des entrées ATO et DAM
         1. Messages de l’ATP

Ces messages sont reçus une fois par cycle ATP. Ils donnent des informations utiles pour la conduite du train par l’ATO, ainsi que pour la fonction maintenance.

Le contenu de ces messages est décrit dans le document [A2] annexe E où tous les champs du message sont listés. La position exacte et le format de chaque donnée sont indiqués dans ce même document.

* + - 1. Messages OMAP

Ces messages sont reçus lors d’une requête de l’opérateur. Ils sont décrits dans le document [A1] annexe F (sous la dénomination messages de mise au point).

* + - 1. Messages du TM

Ces messages sont reçus lors d’une requête de l’opérateur. Ils sont décrits dans le document [A1] annexe F (sous la dénomination messages de maintenance ATC / TM).

* + - 1. Interface roue phonique

L’ATO peut accéder en lecture à des informations de la roue phonique. Ces informations sont lues sur la carte CMR011 (tel que décrit dans le document [A2] annexe D). Ces informations se composent de :

* un compteur d’espace (qui indique le nombre de dents de roue phonique parcourues)
* un compteur de temps (qui indique la variation de temps entre deux lectures du compteur d’espace)
* des informations de recalage (information binaire de relocalisation et valeur du compteur d’espace au moment de la relocalisation).
  + - 1. Entrées logiques et analogiques

L’ATO accède en lecture à des informations binaires lues sur la carte CMR011 (tel que décrit dans le document [A2] annexe D). Ces informations sont :

* relecture des sorties de la carte CMR011
* demande de freinage de service par l’ATP
  + 1. Contrôles

Cadencement du logiciel.

* + 1. Interfaces de sorties : tableau des sorties ATO et DAM
       1. Messages vers ATP

L’ATP ayant un cycle de 312ms, le message ATO vers ATP est émis **une fois tous les 3 cycles ATO**.

Leur contenu est décrit dans le document [A2] annexe E.

* + - 1. Messages vers TM

Ces messages sont émis sur requête de l’opérateur, sur détection d’alarme (dans le mode alarme temps réel) ou lorsqu’une alarme a été lue des mémoires d’enregistrement.

Ces messages sont décrits dans le document [A1] annexe F (sous la dénomination messages de maintenance ATC / TM).

* + - 1. Messages vers OMAP

Ces messages sont émis, après requête de l’opérateur, une fois par cycle ATO. Le format de ces messages sera défini dans la phase de conception du logiciel. Le format des messages ne doit pas contraindre l’utilisation de l’OMAP.

* + - 1. Commandes interfaces train

Cette interface permet de commander les organes de traction / freinage.

Pour les trains de type N74 rénovés, la commande se fait par 1 liaison série.

* + 1. Mécanismes
       1. CUC011H

C’est la carte, support du microprocesseur, qui possèdent des mémoires d’enregistrement.

* + - 1. Logiciel ATO tâche différée

Ressource microprocesseur, utilisée pour exécuter du code une fois par cycle ATO.

* + - 1. Logiciel ATO tâche de fond

Ressource microprocesseur, utilisée pour exécuter du code réparti sur plusieurs cycles ATO.

1. SPÉCIFICATION FONCTIONNELLE
   1. Architecture fonctionnelle

Les fonctions réalisées par l’ATO sont listées ci-dessous :

M1 : Gérer l’interface avec l’ATP

M11 : Traiter les informations en provenance de l’ATP

M12 : Acquérir les données du réseau

M2 : Réaliser la fonction ATO

M21: Localiser précisément le train

M211 : Actualiser l’état de localisation

M212 : Actualiser la calibration de l’odomètre

M213 : Actualiser la localosation

M22 : Calculer la cinématique

M23 : Déterminer le profil

M24 : Assurer la régulation du train

M25 : Superviser le consignes

M3 : Réaliser la fonction DAM

M4 : Gérer l’interface avec les systèmes externes

Ces fonctions sont décrites dans les paragraphes qui suivent.

* 1. Description des données

Les données relatives aux asservissements et commandes du train sont détaillées dans le document [R4] ATO Command Requirement Specifications. Ce document générique décrit les principes de pilotage et d’asservissements de tous les ATOs 32-bits mis en service par ALTSOM Transport SA.

Dans cette section, seules les données d’interfaçage avec les sous-systèmes ATP et Train sont listées.

* + 1. Données simples, génériques ou nominales

Les données et grandeurs génériques, ainsi que leur résolution sont données ci-dessous.

Un nombre non signé est défini sur un ensemble d’entiers compris entre 0 et 232-1

Un nombre signé est défini sur un ensemble d’entiers compris entre -216 et  
216-1

Les compteurs peuvent être des nombres signés ou non signés en fonction des besoins.

Le temps est défini sur un ensemble fini de nombres décimaux compris entre -10 et +200.

Un temps s’exprime en seconds (s).

La résolution est de 10 microsecondes (10-5s).

La distance est définie sur un ensemble fini de nombres décimaux compris entre -10 et +5000.

Une distance s’exprime en mètres (m).

La résolution est de 10 microns (10-5m).

La vitesse est définie sur un ensemble fini de nombres décimaux compris entre -50 et +50.

Une vitesse s’exprime en mètres par seconde (m/s ou m.s-1).

La résolution de la vitesse est de 10-5m/s.

L’accélération est définie sur un ensemble fini de nombres décimaux compris entre -5 et +5.

Une accélération s’exprime en mètres par seconde carrée (m/s² ou m/s/s ou m.s-2).

La résolution de l’accélération est de 10-5m/s².

Le jerk est défini sur un ensemble fini de nombres décimaux compris entre -50 et +50.

Un Jerks s’exprime en mètres par seconde cube (m/s3 ou m/s/s/s ou m.s-3).

La résolution du jerk est de 10-5m/s3.

Un niveau de commande est défini par un ensemble fini de nombres décimaux compris entre 0 et 100.

La résolution du niveau de commande est de 0.01 (10-2).

Une ligne de train s’exprime sous la forme d’un énuméré {Freinage, Erre, Traction}.

L’objectif de performance d’arrêt est défini par l’énuméré

* {Précision élevée, Précision Moyenne, Pas de précision imposée, Stratégie réserve 1, Stratégie réserve 2}.

En fonction de l’objet visé, arrêt en station ou arrêt en ligne ou arrêt en amont d’un signal, un objectif de performance d’arrêt spécifique peut être imposé. La configuration et les besoins du client ou projet sont des données d’entrée qui permettent de paramétrer les objectifs de performance.

L’adhérence est un énuméré à 2 valeurs {normal, pluie}.

Une action est un objet qui a 3 propriétés et qui est représentée par l’énuméré suivant : {Non autorisée, Autorisée, Imposée}.

Un type est associé à un point de contrôle. Le type est un énuméré représentant la nature du point contrôlé qui peut prendre les valeurs suivantes : {Vitesse max, TIV, LTV, SSP, Visibilité de sécurité}.

A un type de contrôle correspond une origine afin de pouvoir identifier la source liée au point de contrôle. L’origine est un énuméré dont les valeurs sont les suivantes :{ATO, ATP, Régulation, Station, Zone de retournement, Signal, Zone d’arrêt}.

* + 1. Données complexes ou composées

Une commande envoyée au train est toujours exprimée sous forme d’une ligne de train et d’un niveau de commande. C’est une donnée « standard » de la commande ATO.

L’interfaçage Matériel roulant définit les règles de format et de mise à l’échelle.

Une capacité d’accélération définit les accélérations minimales et maximales que le module de pilotage automatique doit prendre en compte pour piloter le train. Une capacité est définie comme suit :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Attribut | Type de donnée | Clarification |
| Accélération minimum | Accélération | Plus petite accélération que le pilotage automatique doit utiliser comme référence.  En mode pluie, cette valeur est réduite s’il y a une portion voie en adhérence réduite entre la queue du train et le point contrôlé. |
| Accélération maximum | Accélération | Plus grande accélération que le pilotage automatique doit utiliser comme référence.  En mode pluie, cette valeur est réduite s’il y a une portion de voie en adhérence réduite entre la queue du train et la tête du train. |

Les points de référence sont des données composées ou complexes importantes. Ils permettent de décrire les propriétés que le système de pilotage automatique doit respecter.

Les points de référence singuliers sont les suivants:

* Des points de référence de type cinématique
* Des points de référence de type « Sécurité »
* Des points de référence de type « Précis »

Un point de référence de type cinématique est une donnée complexe définie par les attributs suivants :

| Attribut | Type de donnée | Clarification |
| --- | --- | --- |
| Vitesse | Vitesse | Vitesse de référence à suivre par le pilotage automatique |
| Accélération | Accélération | Accélération de référence à suivre par le pilotage automatique |
| Type | Type | Permet d’identifier le type de point à contrôler afin d’y apporter un traitement particulier si besoin. |
| Origine | Origine | Origine permettant de savoir quelle est la source du point de contrainte. |

Un point de référence de type « sécurité » est une donnée complexe définie par les attributs suivants :

| Attribut | Type de donnée | Clarification |
| --- | --- | --- |
| Distance | Distance | Distance but entre la tête du train et la position du point contrôlé en sécurité |
| Vitesse | Vitesse | Vitesse but du point contrôlé en sécurité |
| Accélération sécu | Accélération | Accélération de freinage d’urgence moyenne entre la tête du train et le point contrôlé en sécurité. L’effet de la pente et du type de voie Tunnel/Aérien est utilisé pour calculer cette valeur |
| Accélération moyenne | Accélération | Pente sécu moyenne entre la tête du train et le point contrôlé en sécurité. |
| Limitation | Capacité d’accélération | Accélération et décélération maximales que le pilotage doit gérer en référence de conduite |
| Type | Type | Permet d’identifier le type de point à contrôler afin d’y apporter un traitement particulier si besoin. |
| Origine | Origine | Origine permettant de savoir quelle est la source du point de contrainte. |

Un point de référence précis est une donnée complexe définie par les attributs suivants :

| Attribut | Type de donnée | Clarification |
| --- | --- | --- |
| Distance | Distance | Distance but entre la tête du train et la position du point contrôlé |
| Accélération moyenne | Accélération | Pente moyenne entre la tête du train et le point contrôlé |
| Limitation | Capacité d’accélération | Accélération et décélération maximales que le pilotage doit gérer en référence de conduite |
| Performance | Objectif de performance d’arrêt | Performance d’arrêt précis souhaitée pour le point contrôlé |
| Type | Type | Permet d’identifier le type de point à contrôler afin d’y apporter un traitement particulier si besoin. |
| Origine | Origine | Origine permettant de savoir quelle est la source du point de contrainte. |

Pour limiter le stress de la commande, une dérive de vitesse peut être autorisée par rapport à une vitesse de consigne.

Le stress peut être réduit en limitant les reprises d’accélération à l’approche des stations . Ainsi, en imposant une vitesse de fluidification, on limite la vitesse maximale en station.

La dérive de vitesse est conditionnée par une donnée complexe avec les attributs suivants :

| Attribut | Type de donnée | Clarification |
| --- | --- | --- |
| Marge de vitesse haute | Vitesse | Marge de vitesse au-dessus de la vitesse de consigne |
| Marge de vitesse basse | Vitesse | Marge de vitesse en dessous de la vitesse de consigne |
| Effet de pente max | Accélération | Effet de pente max pour autoriser la dérive |
| Effet de pente min | Accélération | Effet de pente min pour autoriser la dérive |
| Vitesse minimale | Vitesse | Seuil de vitesse minimum pour autoriser la dérive de vitesse par rapport à une consigne |
| Vitesse minimale d’erre | Vitesse | Seuil de vitesse minimum pour autoriser une commande d‘erre à des fins de dérive |

* 1. TRAITER LES INFORMATIONS EN PROVENANCE de l’ATP (M11)

Cette fonction traite les les messages en provenance de l’ATP et met en forme les informations utiles au fonctionnement de l’ATO.

* + 1. Entrées
* Messages de l’ATP
  + 1. Contrôle

La fonction est activée :

* à chaque réception d’un octet en provenance de l’ATP,
* à chaque fois qu’elle dispose d’un message complet et correct.
  + 1. Mécanismes
* logiciel ATO (tâche différée)
  + 1. Traitements
       1. Réception des messages

Un message est émis par l’ATP une fois par cycle de 312 ms. Le protocole utilisé pour l’envoi du message ainsi que la taille du message sont décrits dans le document [A2] annexe E.

La synchronisation se fait par un break de deux caractères. L’activité reçoit alors les octets d’information sur lesquels elle effectue un calcul de parité longitudinale.

Puis elle compare le résultat du calcul avec le checksum reçu. Si le message est correct, il est prêt à être analysé.

Si pendant NbCyclesPerteTrans cycles ATO, aucun octet n’est reçu de l’ATP, l’activité signale une perte de transmission ATP.

Si pour NbCyclesPerteTrans messages successifs reçus de l’ATP, le contrôle de parité longitudinale (test du checksum) est négatif, l’activité signale une transmission ATP invalide.

* + - 1. Analyse du message :

Cette fonction sélectionne, parmi toutes les données contenues dans le message à traiter, celles qui intéressent l’ATO.

Puis elle traite les données sélectionnées de manière à les rendre exploitables au niveau fonctionnel. Ce traitement est détaillé ci-dessous pour chaque donnée.

* + - * 1. Données géographiques :

Les données géographiques représentent tous les messages longs qui décrivent la voie ainsi que les messages courts sécuritaires qui donnent l’état des variants. Ils sont extraits des mots 1 à 5 des messages ATP -> ATO.

Ils se décomposent en :

* une partie informationnelle (2 fois 64 bits sous forme compactée)
* une partie de contrôle (nature et validité des données)
  + - * 1. Données opérationnelles

Les données opérationnelles représentent tous les messages courts fonctionnels. Ils sont extraits des mots 1 à 5 des messages ATP -> ATO.

Ils se décomposent en :

* une partie informationnelle (2 fois 64 bits sous forme compactée)
* une partie de contrôle (nature - message court fonctionnel, et validité des données)
  + - * 1. Informations ATP

Les informations ATP représentent toutes les données brutes ou élaborées fournies par l’ATP. Elles sont extraites du message ATP 🡺 ATO. Les informations utiles sont listées ci-après par catégorie.

Ordres de conduite ATP:

* Autorisation PA  
  Information booléenne indiquant s’il est possible de rouler en mode PA (information PA autorisé issue du mot 17)
* Demande départ  
  Départ demandé ou non. (information Ordre de départ issue du mot 17)

Sanctions ATP :

* Freinage d’urgence  
  information booléenne indiquant si l’ATP demande un Freinage d’Urgence (issu du mot 12 - état du graphe contrôler le train)
* Warning – Freinage requis  
  information booléenne ordonnant de freiner : anticipation du déclenchement du Freinage d’Urgence (issue du mot 17)
* Delta énergie ATP  
  définit l’écart d’énergie entre l’énergie du train et l’énergie du point but. Une valeur négative signifie une sur-énergie et donc conduit à un freinage d’urgence (valeur issue du mot 14)

Contraintes ATP :

* Visibilité de sécurité (Vitesse but et distance but)  
  C’est la distance entre la tête du train et le dernier point contrôlé en sécurité. Sa vitesse est nulle (distance issue du mot 13)
* Point but ATP (Vitesse but et distance but)  
  ces 2 données définissent le point contrôlé en énergie par l’ATP (issues des mots 13 et 15)
* Type de point but ATP  
  indique s’il s’agit d’une limitation de vitesse ou d’un autre point de sécurité
* Vitesse max autorisée  
  C’est la vitesse maximum autorisée pour la position courante du train (issu du mot 12)

Localisation ATP:

Les informations de localisation sont extraites des mots 8, 9, 10 et 11.

Ces informations sont :

* Etat du graphe localiser le train  
  Les valeurs 2, 3 et 5 donnent en sortie "localisation ATP utilisable".  
  Valeur par défaut : "localisation ATP inutilisable"
* Branche de localisation
* Abscisse de localisation
* Défaut roue phonique  
  Fonctionnement avec ou sans défaut de la roue  
  la valeur 0 signifie une absence de défaut roue phonique
* Arrêt complet du train
* Sens de rotation de la roue phonique  
  Cette information indique si un avancement du train se traduit par un accroissement du compteur d’espace de la roue phonique ("sens normal de lecture de la roue phonique")
* Type de relocalisation  
  Cette information indique le type de balise lue
* Etalonnage de la roue phonique  
  Valeur par défaut : étalonnage maximal de la roue phonique (correspond à une roue neuve)
* Valeur de recalage

Informations train ATP:

* Composition du train : 5 compositions différentes (composition\_0, composition\_1, composition\_2, composition\_3, composition\_4). La connaissance de cette composition ainsi que du type de train permet d’en déduire la longueur du train.
* Type de train
* train indéfini
* train 1 (NS74 ou NS88)
* train 2 (NS93)
* train 3 (NS2004)
* Loge active : information CAB1 ou CAB2 (mot 6)

Le tableau ci-après décrit la logique de décision de la cabine active.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| CAB 1 | CAB 2 | Cabine active |
| 1 | 0 | cabine 1 |
| 0 | 1 | cabine 2 |
| 0 | 0 | Absence cabine |
| 1 | 1 | Defaut cabine |

L’information “perte cabine active” est établie

* si l’information « Absence cabine » est vraie pendant un minimum de AbsenceCabineTimer (0.5 seconde)
* si l’information « Defaut cabine » est vraie pendant un minimum de DefautCabineTimer (0.2 seconde)

Informations de maintenance

Ces informations de maintenance sont décrites précisément dans le document [A2] annexe E § E.2.6

* + 1. Sorties
* Perte de transmission ATP
* Transmission ATP invalide
* Perte cabine active
* Ordres de conduite ATP
* Autorisation PA
* Demande départ
* Sanctions ATP :
* Freinage d’urgence
* Warning – Freinage requis
* Delta énergie ATP
* Contraintes ATP :
* Visibilité de sécurité
* Point but ATP
* Type de point but ATP
* Vitesse max autorisée
* Localisation ATP:
* Etat du graphe de localisation ATP
* Branche de localisation
* Abscisse de localisation
* Défaut roue phonique
* Arrêt complet du train
* Sens de rotation de la roue phonique
* Type de relocalisation
* Etalonnage de la roue phonique
* Valeur de recalage
* Informations train ATP:
* Composition du train
* Type de train
* Cabine 1, Cabine 2
  1. ACQUERIR LES DONNEES DU RESEAU (M12)

Cette fonction se charge de décoder et de décompacter les données géographiques reçues, puis de valider ces informations géographiques à partir de la localisation de l’ATO.

* + 1. Entrées
* Transmission continue (via l’ATP)
* Localisation ATO
  + 1. Contrôles
* Données géographiques
* Données opérationnelles

C’est la réception de données géographiques ou opérationnelles qui active le décompactage.

* + 1. Mécanisme
* Logiciel ATO (tâche différée)
* Logiciel ATO (tâche de fond)
  + 1. Traitements

L’activité réalise deux fonctions : elle décompacte les données et valide ces données par rapport à la localisation du train.

* + - 1. Décompactage des données géographiques

Le traitement est différent suivant que l’élément appartient à un message long ou court.

* + - * 1. Traitement des messages longs

Dans le cas d’un message long, une division suivant le code cyclique 511-492 est effectuée sur chaque élément du message au fur et à mesure de leur réception. Le message ne sera décompacté que si le reste de la division pour l’ensemble des éléments du message vaut 0.

Si ce reste est non nul, une information de « debug » est générée à des fins d’investigation.

Dans le message complet et correctement reçu, les trois premiers bits de l’élément "long premier" permettent de différencier les invariants de contrôle des modifications temporaires.

La présence de l’information "données mal reçues" en entrée invalide l’ensemble du message long en cours de réception et interrompt son traitement.

Si tous les éléments du message long ont été bien reçus, le décompactage de ce message commence après la réception du "long dernier". Le dernier élément d’un message long n’est pas à décompacter, car il concerne la protection des données et n’est exploité que par l’ATP. Il rentre cependant dans le calcul du reste du message suivant la division 511-492.

Traitement des invariants

Un message d’invariants décrit toutes les singularités d’un des segments du tronçon, celui-ci en comportant 4 au maximum. La transmission des messages décrivant l’ensemble des segments du tronçon est cyclique.

A chaque type de singularité correspond un code permettant de l’identifier. Sa structure est fixe et connue

Dans le premier élément du message décrivant le segment se trouve la singularité "entête de segment". Cette singularité fournit, entre autres informations, le numéro du segment, le numéro (indice) de la version des invariants et le rang du premier variant du segment dans le tronçon.

Les autres singularités sont décrites dans l’ordre croissant des numéros de branche et suivant les abscisses croissantes.

Pour chaque singularité, le chaînage d’abscisse donne l’incrément d’abscisse par rapport à la singularité précédente, l’entête du segment étant l’origine des abscisses.

Le traitement consiste à reconnaître chaque singularité à l’aide de son code, puis à décompacter les différentes informations qui lui sont associées.

L’abscisse de chaque singularité est recalculée par rapport au début de la branche sur laquelle elle se trouve. L’origine de la branche 0 est donnée par l’entête de segment. L’origine des branches suivantes est obtenue par les singularités "divergence" ou "convergence".

Enfin, les singularités du segment sont stockées, branche par branche, dans l’ordre des abscisses croissantes sur une même branche.

Ce traitement n’est pas effectué si une description (données décompactées) valide du segment existe déjà.

Dans ce cas, seule la date des données mémorisées sur cette branche est modifiée.La mémorisation de cette date permettra d’optimiser la mémoire disponible afin d’effacer les éléméents les plus anciens si un besoin de mémoire s’avère nécessaire.

Toutes les singularités sont décompactées. Leur liste est donnée ci-dessous :

* Entête de segment
* Report
* Divergence
* Convergence
* Caractéristiques commutables (pour la gestion des variants)
* Limite de vitesse commutable (pour la gestion des variants)
* Limite de vitesse (TIV FIXE)
* Changement d’adhérence
* Pente compensée
* Balise (et le type de balise)
* Retournement  
  La singularité retournement est créée systématiquement, le positionnement du point d’arrêt associé est réalisé lors du calcul du profil
* Station (seul le numéro de la station est décompacté)
* Point d’arrêt précis (simple, double, triple)
* Point d’arrêt d’espacement
* Point d’arrêt simple
* Point d’arrêt spécifique (traitement identique au point d’arrêt d’espacement)
* Extrémité simple
* Extrémité chainée

3 types de points d’arrêts en station sont décrits. Lors du décompactage, un seul point d’arrêt en station est décrit par station, par type de train et par composition.

Le point d’arrêt précis simple décrit la position du SSP en tête de train dans les invariants.

Le point d’arrêt précis double décrit un SSP en tête de train dépendant de la longueur du train :

* Si la longueur du train est inférieure ou égale à la longueur donnée dans la singularité, le SSP à définir en tête de train est donnée par l’abscisse de la singularité arrêt double.
* Si la longueur du train strictement supérieure à la longueur donnée dans la singularité, le SSP à définir en tête de train est donnée par l’abscisse indiquée, augmenté du décalage donnée dans la singularité arrêt double

Le point d’arrêt précis triple décrit un SSP en queue de train dépendant de la longueur du train :

* Si la longueur du train est supérieure ou égale à la longueur donnée dans la singularité, le SSP à définir en queue de train est donnée par l’abscisse de la singularité arrêt triple.
* Si la longueur du train strictement inférieure à la longueur donnée dans la singularité, le SSP à définir en queue de train est donnée par l’abscisse indiquée, augmenté du décalage donnée dans la singularité arrêt triple

Traitement des modifications temporaires

Le message de modifications temporaires et d’indexation est à utiliser conjointement avec la description des segments. Il est transmis une fois par cycle d’invariants transmis sur un tronçon.

Il permet de vérifier, par comparaison de l’indice du segment avec celui qui figure dans l’entête du segment, que la bonne version d’invariants est décompactée et utilisée. Si ce n’est pas le cas, l’information *invariants invalides* est générée et enregistrée.

D’autre part, le message fournit des informations de nature temporaire (TIV) s’appliquant sur une branche désignée à partir d’une abscisse donnée par rapport au début de branche et valables sur une certaine longueur. Ces informations sont à intégrer dans la description du segment obtenu par décompactage du message d’invariants.

Si l’information "modifications temporaires et indexation périmées" est présente en entrée, les invariants sont invalidés.

En résumé, la description de la voie en sortie est complétée par l’information "invariants invalides" dans les cas suivants :

* le numéro de version des invariants ne correspond pas à celui donné par le message de modifications temporaires et indexation,
* l’information "modifications temporaires et indexation périmées" est présente en entrée.
  + - * 1. Traitement des messages courts sécuritaires (variants)

Un message de variants fournit l’état de la signalisation pour tout un tronçon de transmission et pour une partie des tronçons en aval (anticipation). Il est transmis à chaque fois qu’il y a un changement d’état dans la signalisation et à un rythme régulier.

Les variants sont à associer aux différentes singularités d’un tronçon.

S’il n’y a pas d’anticipation (informations "variants anticipés" non présente), les variants doivent être associés au tronçon de localisation de l’ATP, car l’ATP envoie les variants valides àl’ATO (si l’ATO change de branche avant l’ATP, la localisation ATP doit faire foi pour la lecture des variants).

S’il y a anticipation, les variants doivent être associés au tronçon aval à la localisation de l’ATP. Dans ce cas, les variants correspondant aux singularités du tronçon se trouvent dans la partie anticipation du message de variants. Le rang du premier variant anticipé et le nombre de variants anticipés sont donnés dans les singularités « extrémité simple » ou extrémité chainée » du segment où se trouve la **localisation ATP**. L’affectation des variants anticipés est faite en fonction des singularités avec variants rencontrées. Cette affectation peut se faire tant que le nombre de variants anticipés n’est pas atteint. Il est à noter qu’un même variant anticipé peut être attribué à deux singularités différentes suivant la position des aiguilles.

Dans le cas où il n’y a pas d’anticipation, l’association singularités/variants se fait segment par segment en retrouvant le premier variant du segment à l’aide du rang fourni par l’entête de segment. Puis la description de chaque singularité est complétée, si nécessaire, par les bits de variants lui correspondant. Les bits de variants sont rangés, dans le message, dans le même ordre que celui utilisé pour décrire les singularités.

Si l’information "variants périmés" est présente en entrée, tous les variants sont positionnés à l’état restrictif.

* + - * 1. Traitement des messages courts non sécuritaires (variants fonctionnels)

Les messages courts non sécuritaires sont de 2 types : message de synchro date, et message de régulation.

Les messages de régulation sont envoyés et reçus en station. L’ATO les décompacte afin de connaitre les informations suivantes :

* Numéro de station courante
* pas d’arrêt dans la station suivante
* numéro de marche type

Si le numéro de station ne correspond pas au numéro de la station courante, alors le message est ignoré (rappelons que ces informations ne sont envoyées au train que lorsqu’il est en station).

Les messages de synchro date sont envoyés régulièrement par l’ATC sol. Ils sont décompactés sans condition afin de connaître l’Heure Sécuritaire.

* + - * 1. Sélection des données

Lors de l’initialisation de la localisation, l’ATO reçoit de l’ATP le numéro de la branche sur laquelle se situe le train. Il peut alors rechercher ce numéro dans les invariants décompactés, ce qui lui permet de situer le train dans la description de la voie, et d’exploiter cette description à des fins de contrôles.

* + 1. Sorties

Variants et invariants sécuritaires

* Description de voie et état de la signalisation associée.  
  Les différentes singularités de la voie sont décrites dans le sens des abscisses croissantes par rapport au début de branche et suivant les numéros croissants de branche. A chaque singularité sont associés ses éventuels variants.
* Information de validité

Variants fonctionnels

* Numéro de marche type
* Pas d’arrêt dans la station suivante
* Heure sécuritaire

Etats et erreurs acquisition

* Invariants non valides
* LTV périmées
* Variants périmés

Sorties OMAP de contrôle

* Invariants valides ou invalides.
* LTV périmées
* Variants périmés
  1. ACTUALISER L’ETAT DE LOCALISATION (M211)
     1. Entrées
* Perte de transmission ATP
* Transmission ATP invalide
* Perte cabine active
* Variants et invariants sécuritaires
* Localisation ATP:
* Etat du graphe de localisation ATP
* Branche de localisation
* Abscisse de localisation
* Défaut roue phonique
* Arrêt complet du train
* Sens de rotation de la roue phonique
* Type de relocalisation
* Etalonnage de la roue phonique
* Valeur de recalage
* Localisation ATP estimée
* Informations train ATP:
* Composition du train
* Type de train
* Cabine 1, Cabine 2
  + 1. Contrôles

Comme la localisation ATP est en aval de la localisation ATO, le contrôle de localisation est fait sur la base de la localisation ATP uniquement.

Cette fonction vérifie que la localisation reçue de l’ATP, ainsi que la localisation estimée de l’ATP sont exploitables dans les invariants.

Un traitement particulier est réalisé à l’initialisation, où seule la localisation ATP reçue est disponible.

* + 1. Mécanismes
* Logiciel ATO (tâche différée)
  + 1. Traitements

Le traitement de l’état de localisation est décrit par le graphe suivant :



Figure. 1. Graphe d’état de localisation

* + - 1. Etat «  0 - Initialisation »
         1. Présentation

C’est l’état de localisation lors de la mise sous tension ou reset de l’ATO. De plus, l’état de localisation est toujours à initilisation lors d’une perte de transmission continue ou transmission ATP-ATO qui sont les informations nécessaires au maintien de la localisation.

* + - * 1. Condition d’entrée

Cet état est activé par défaut à la mise sous tension ou au reset.

Quel que soit l’état du graphe de localisation, l’état « initialisation » devient l’état actif dès que la condition cond0 n’est plus vraie.

* + - * 1. Action

Dans cet état, des alarmes sont déclanchées sur front montant de la condition ‘not(cond0)’ , notée également . En d’autres termes, une alarme est générée pour perte de transmission continue ou de transmission ATP-ATO.

Etat de la calibration ATO :

Dans l’état « Init », lacalibration de l’ATO est considérée « non utilisable ».

* + - * 1. Etat(s) suivant(s)

L’état suivant est l’état « Hors localisation ».

* + - 1. Etat «  1 – Hors localisation »
         1. Présentation

Hors initialisation de l’ATO, l’état « Hors localisation » est un mode dégradé.

Dans cet état, l’objectif est d’atteindre un état localisé afin de pouvoir piloter le train. Seule les tarnsmissions continue et ATP-ATO sont dans un état nominal.

* + - * 1. Condition d’entrée

Après initilisation de l’ATO, l’état « hors localisation » est activé si les transmissions continues et ATP-ATO sont valides.

Lorsque la localisation ATO est perdue et que les transmissions ATP-ATO et continues sont valides, l’état « hors localisation » devient l’état actif.

Sur le graphe d’état, les transitions cond0, cond1 et cond2 décrivent l’entrée dans cet état.

* + - * 1. Action

A chaque entrée dans l’état « Hors localisation », si l’état précédent est différent de l’état « Initialisation », il faut vérifier laquelle des conditions cond1 ou cond2 a conduit dans cet état.

La cause de la transtion vers l’état « Hors localisation » doit alors être enregistrée sous forme d’alarme.

Par ailleurs, a chaque front montant de l’une des conditions cond1 ou cond2, la cause générant ce front montant doit être enregistrée sous forme d’alarme.

Etat de la calibration ATO :

Dans l’état « hors localisation », lacalibration de l’ATO est considérée « non utilisable ».

* + - * 1. Etat(s) suivant(s)

La transition logique consiste à activer l’état « Localisé ».

En mode dégradé, perte de transmissio continue ou ATP-ATO, un retour vers l’état d’initilisation est imposé.

* + - 1. Etat «  2 – Localisé »
         1. Présentation

Dans l’état « Localisé », l’ATO est prêt à piloter le train dès que l’ATP le lui autorise.

* + - * 1. Condition d’entrée

Le mode de conduite doit être défini « manuel » ou « automatique ». De plus la cinématique doit être valide afin de pouvoir évaluer les déplacements ainsi que la vitesse du train.

Enfin, il faut être localisé. A ce niveau, seule la localisation ATP est traitée. En effet, la localisation ATP est en aval de la localisation ATO. Si la localisation ATP existe, la localisation ATO existe forcément.

* + - * 1. Action

Dans cet état, on traite l’initialisation de la localisation ATO et la mise à jour de la localisation ATO.

Initialisation de la localisation :

Si l’ATP est en localisation totale et en l’absence de défaut roue phonique, l’initialisation de la localisation ATO est telle que :

* Branche de localisation initiale ATO = Branche de localisation ATP
* Abscisse de localisation initiale ATO = Abscisse de localisation ATP

Mise à jour de la localisation :

La mise à jour de la localisation ATO se fait lors de l’activation de l’état « Localisé ».

Etat de la calibration ATO :

Dans l’état « localisé », la calibration de l’ATO est considérée comme utilisable.

* + - * 1. Etat(s) suivant(s)

Si le train est à l’arrêt et qu’il y a une perte de cabine active, l’état « Dormant » est activé (cas des retournements). Les autres transitions sont liées à des modes dégradés.

Ainsi, s’il y a une perte de transmission, c’est un retour l ‘initilisation.

De plus, si les fonctions ATO ne peuvent plus être réalisées suite à une panne de roue phonique (cinématique invalide) ou si on ne peut plus positionner la localisation ATP dans les invariants ou s’il y a perte de cabine active, l’état « Hors localisation » est à nouveau actif.

* + - 1. Etat «  3 – Dormant »
         1. Présentation

L’état « Dormant » permet de libérer une cabine active de manière nominale.

* + - * 1. Condition d’entrée

Seul l’état localisé permet d’accéder à l’état « Dormant ».

Cet état peut devenir actif une fois l’arrêt complet détecté et si la cabine active pert son statut « actif » (information lue dans le message ATP-ATO).

* + - * 1. Action

En l’absence de cabine active, les commandes ne sont pas gérées par l’ATO.

Etat de la calibration ATO :

Dans l’état « Dormant », la calibration de l’ATO est considérée comme utilisable.

* + - * 1. Etat(s) suivant(s)

Un retour vers l’état « Localisé » est possible si la cabine active retrouve son statut « actif ».

S’il y a un changement de cabine active, c’est un retour à l’état « hors localisation ».

S’il y a une perte de transmission, c’est un retour à l’état d’initilisation qui s’opère.

* + 1. Sorties
* Etat du graphe de localisation ATO
* Localisation initiale ATO
* Etat de la calibration ATO (utilisable, non utilisable)
* Alarmes
* Perte de transmission continue
* Perte de transmission ATP-ATO
  + 1. Observabilité

Les sorties de localisation initiale de l’ATO ainsi que l’état actif du grafcet doivent etre observables sur un enregistrement OMAP.

* 1. ACTUALISER LA CALIBRATION DE L’ODOMETRE (M212)

Cette fonction permet de calculer un étalonnage (calibration) de l’ATO. Pour ce faire, la calibration ATP est prise en référence et ajustée avec le double objectif de réduire les valeurs de recalage sur les balises et de produire un pilotage basée sur une localisatione exacte.

* + 1. Entrées
* Etat de la calibration ATO (utilisable, non utilisable)
* Localisation externe ATP
* Etat du graphe de localisation ATP
* Type de relocalisation
* Etalonnage de la roue phonique (Etalonnage ATP)
* Défaut roue phonique
  + 1. Contrôles

Cette fonction est activée sur réception de message ATP si et seulement si une balise d’initialisation est lue et si la calibration n’est pas validée au niveau ATO.

* + 1. Mécanismes
* Logiciel ATO (tâche différée)
  + 1. Traitements

La calibration ATO est considérée validée si 4 estimations de l’étalonnage ATO ont été effectuées.

Si l’état de la calibration ATO est « non utilisable », la calibration ATO est considérée comme non valide et le nombre d’étalonnage ATO est mis à 0.

Si l’état de calibration ATO est « utilisable » et le nombre d’étalonnage ATO est nul, alors il faut estimer l’étalonnage ou calibration ATO une première fois.

En l’absence de défaut roue phonique, si l’état de calibration ATO est « utilisable », le nombre d’étalonnage ATO non nul et si une balise d’initialisation a été franchie, alors il faut estimer l’étalonnage ou calibration ATO.

Si la calibration ATO n’est pas validée et si la calibration ATO doit être estimée, l’ATO effectue les calculs suivants :

1. Estimation du nombre de dents lue par l’ATP pendant la calibration  
     
   Avec :  
   - DEtalonnage distance entre 2 balises de calibration (21m).  
   - NbDentsCalibMaxATP, nombre de dents qui permettent un calcul de calibration max (=5 sur NS74)
2. Calcul de l’étalonnage ATO  
   
   * 1. Sorties

* Etalonnage ATO
* Etalonnage ATP
  + 1. Observabilité

Les sorties d’étalonnage ATO et ATP doivent etre observables sur un enregistrement OMAP.

* 1. ACTUALISER LA LOCALISATION (M213)
     1. Entrées
* Vitesse train filtrée (k-1)
* Accélération train filtrée (k-1)
* Variants et invariants sécuritaires
* Etat du graphe de localisation ATO
* Localisation initiale ATO
* Localisation ATO (k-1)
* Etalonnage ATO
* Erreur de localisation
* Etalonnage ATP
* Localisation ATP:
* Etat du graphe de localisation ATP
* Branche de localisation
* Abscisse de localisation
* Défaut roue phonique
* Arrêt complet du train (besoin futur)
* Sens de rotation de la roue phonique
* Type de relocalisation
* Etalonnage de la roue phonique (besoin futur)
* Valeur de recalage (besoin futur)
* Compteur de dents au cycle (k-1)
* Compteur de dents au cycle (k)
* Informations de relocalisation
* Top loc (lecture d’une balise de relocalisation)
* Valeur du compteur de dents au top loc
  + 1. Contrôles
* Etat « localisé » de l’ATO

L’activité scrute en permanence les informations de localisation et de recalage de l’ATP, ainsi que les invariants et variants, la localisation ATO et la localisation estimée ATP. Des traitements particuliers sont à effectuer dans les cas suivants :

* A l’initialisation du système
* A chaque variation du recalage fourni par l’ATP, et à la réception d’information de relocalisation
* A chaque changement de branche (passage sur une aiguille ou une extrémité de segment).
  + 1. Mécanismes
* Tâche immédiate (top loc & compteur de dents au top loc)
* Logiciel ATO (tâche différée)
  + 1. Traitements

Dans l’actualisation de la localisation ATO, on distingue 2 cas :

* L’initialisation
* La relocalisation sur balise
* La mise à jour de la localisation ATO

Dans un même cycle ATO, la mise à jour de la localisation ATO ne s’effectue pas après l’initialisation de la localisation ATO ou une relocalisation

Par ailleurs, l’erreur de localisation est estimée à chaque cycle ATO.

La mise à jour de la localisation ATO est également réalisée lorsqu’il existe un défaut roue phonique de type « Hors Code ». Dans ce dernier cas, une estimation du déplacement est considéré à accélération maximale sur la base de la dernière vitesse mesurée.

* + - 1. Initialisation de la localisation ATO

Si l’état du graphe ATO est « localisé » au cycle k courant et « Hors localisation » au cycle précédent (k-1), la localisation initiale de l’ATO est affectée à la localisation ATO du cycle courant k.

Le compteur de dents de référence est alors égal au compteur de dents au moment de l’initialisation.

* + - 1. Gestion du sens d’actualisation de la localisation

Les abscisses de localisation peuvent être croissantes ou décroissantes. La variable Ref\_sens permet de gérer le sens de variation des abscisses.

Ref\_sens ←

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Valeur | Condition | | |
| 0 | OU | Défaut roue phonique ≠ « Hors code » | |
| ATP non en localisation totale | |
| ATO non localisé | |
| 1 | ET | NOT | Défaut roue phonique ≠ « Hors code » |
| ATP en localisation totale | |
| ATO localisé | |
| Sens de rotation de la roue phonique = 1 | |
| -1 | ET | NOT | Défaut roue phonique ≠ « Hors code » |
| ATP en localisation totale | |
| ATO localisé | |
| Sens de rotation de la roue phonique = 0 | |
| 0 | Sinon (cas dégradé, impossible) | | |

* + - 1. Relocalisation

La relocalisation est réalisée si et seulement si l’ATO est dans un état localisé, a reçu des informations de relocalisation liées à une balise et si l’ATP envoie des informations de relocalisation pour cette même balise.

Conséquences :

1. Seule la réception d’une relocalisation ATP permet de procéder à une relocalisation de l’ATO
2. En l’absence de réception de top-loc par l’ATO, aucune relocalisation ne peut être réalisée, ce même si l’ATP s’est relocalisée
3. Lors d’une relocalisation, c’est la branche de localisation ATP qui sert de référence à l’actualisation de la branche de localisation
4. L’ATO se relocalise sur la branche de localisation ATP, en abscisse négative si besoin

Lorsque la localisation ATO franchit une balise d’initilisation ou une balise de relocalisation dans les invariants, l’ATO mémorise cette balise (branche et type de relocalisation).

L’ATO attend alors la réception de l’information relocalisation de la CMR ; cette information est reçue sous forme d’information « top-loc » et de compteur de dents à l’instant du top loc.

Le compteur de dents de référence devient alors égal au compteur de dents à l’instant du top loc.

Dans l’attente de l’information de relocalisation de l’ATP sur cette balise, l’ATO calcule la distance parcourue depuis le top loc.

* Distance parcourue depuis top-loc = Ref\_sens  
   × Etalonnage ATO  
   ( Compteur de dents  
   – Compteur de dents référence)

Lorsque l’ATO reçoit l’information de relocalisation ATP, il vérifie que la relocalisation ATP correspond au type de relocalisation mémorisée et en attente. En d’autres termes, il vérifie que l’ATP s’est relocalisé sur la balise mémorisée.

Si les codes balises correspondent, la localisation ATO est mise à jour avec :

* Branche de localisation ATO = Branche de localisation ATP
* Abscisse de localisation ATO = Abscisse de la balise dans les invariants  
   + Distance parcourue depuis top-loc
  + - 1. Mise à jour de l’erreur de localisation

Pour éviter des problèmes de continuité de commande, une estimation de l’erreur de localisation est calculée à chaque cycle ATO.

A chaque relocalisation l’erreur de localisation est mise à jour à partir des informations ATP car c’est un instant où l’ATO et l’ATP sont de manière garantie sur la même branche de localisation.

Un asynchronisme entre l’ATP et l’ATO est pris en compte lors de la relocalisation ATP.

L’erreur de localisation est alors calculée de la manière suivante.

Si défaut roue phonique de type « Hors code »

1. Erreur Localisation (k)= Erreur Localisation (k-1) + Deplacement maximum

Sinon si relocalisation ATO

1. Ecart abscisse = Ref\_sens × (Abscisse ATP – Abscisse ATO après relocalisation)
2. Erreur localisation = max(0, Ecart abscisse)
3. Erreur Localisation (k) = Erreur localisation + Impact asynchronisme

Sinon

1. Erreur Localisation (k)= Erreur Localisation (k-1) + Ref\_sens × Ecart déplacement

Avec :

Ecart déplacement←

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| × | – | Etalonnage ATP |
| Etalonnange ATO |
| – | Compteur de dents au cycle k |
| Compteur de dents au cycle (k-1) |

Impact asynchronisme←

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| + | × | Vitesse train filtrée (k-1) |
| Asynchronisme ATP ATO |
| × | 0.5 |
| Accélération train filtrée (k-1) |
| (Asynchronisme ATP ATO)² |

Deplacement maximum ←

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| + | × | Vitesse train filtrée (k-1) |
| Temps de cycle ATO |
| × | 0.5 |
| Accélération maximale |
| (Temps de cycle ATO)² |

* + - 1. Mise à jour de la localisation ATO

La mise à jour de la localisation ATO se fait en 2 étapes :

* Calcul de la nouvelle abscisse
* Mise à jour de la branche de localisation
  + - * 1. Calcul de la nouvelle abscisse de localisation ATO

Si un défaut roue phonique de type hors code est présent, la variation de déplacement n’est pas déduite de la lecture de la roue phonique, mais d’une extrapolation de la dernière valeur valide, considérant que le train est en pleine accélération. Le traitement redevient normal dès que le défaut disparait.

La nouvelle abscisse de localisation est alors calculée ainsi :

Abscisse initiale = Abscisse de localisation ATO (k-1)

Si défaut roue phonique de type « Hors code »

* Abscisse (k)= Abscisse initiale + Deplacement maximum

Sinon

* Abscisse (k)= Abscisse initiale + Variation abscisse (k)

Avec :

Variation abscisse (k) ←

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| × | Ref\_sens | |
| Etalonnage ATO | |
| – | Compteur de dents au cycle k |
| Compteur de dents au cycle (k-1) |

* + - * 1. Vérification de recul instantané

Un recul instantané est détecté à des fins d’alarmes :

Recul instantané (k) ←

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Valeur | Condition | |
| VRAI | < | Variation abscisse (k) |
| 0 |
| FAUX | Sinon | |

* + - * 1. Mise à jour de la branche de localisation

L’ATO ne procède pas à un changement de branche sur recul instantané. Le changement de branche s’effectue lorsque la branche a été entièrement parcourrue.

Si l’abscisse de localisation ATO est supérieure à la longueur de la branche de la localisation ATO, alors l’ATO doit procéder à un changement de branche de localisation.

Si Abscisse (k) < longueur de la branche de localisation

1. Branche de localisation ATO (k) = Branche de localisation ATO (k-1)
2. Abscisse de localisation ATO (k) = Abscisse (k)

Sinon

1. Branche de localisation ATO (k) = Branche sur laquelle se trouve Abscisse (k)
2. Abscisse de localisation ATO (k) = Abscisse (k) – Abscisse de l’origine de la nouvelle branche dans le référentiel de l’ancienne branche de localisation

La figure ci-dessous décrit le changement de branche de localisation ATO.



Le changement d’origine se fait au changement de branche. L’abscisse de la nouvelle origine dans l’ancien repère est donnée par la singularité extrémité du segment précédent ou, s’il s’agit d’une aiguille, par la singularité divergence ou convergence.

Le nouveau numéro de branche est mis à jour comme suit :

* Cas d’une extrémité de segment  
  S’il s’agit d’une extrémité simple, la singularité donne directement le nouveau numéro de segment absolu, à savoir le numéro de tronçon complété du numéro de segment relatif. Le numéro de branche relatif est 0  
  S’il s’agit d’une extrémité chaînée, la singularité donne le nouveau numéro de branche
* Cas du passage sur une aiguille  
  L’état de l’aiguille est donné par les variants.  
  Dans le cas d’une convergence, le numéro de branche est incrémenté de 1.  
  Dans le cas d’une divergence, le numéro de la branche en aval de l’aiguille est incrémenté de 1. pour la position déviée de l’aiguille. Quant au numéro de branche en aval pour une position normale de l’aiguille, l’incrément du numéro de branche est indiqué dans la singularité « divergence ».
  + 1. Sorties
* Ref\_sens
* Recul instantané (k)
* Compteur de dents référence
* Erreur de localisation (k)
* Localisation ATO
* Branche de localisation ATO (k)
* Abscisse de localisation ATO (k)
  + 1. Observabilité

Les sorties de localisation l’ATO, etat du recul, Compteur de dents et erreur de localisation doivent etre observables sur un enregistrement OMAP.

* 1. CALCULER LA CINEMATIQUE (M22)

Cette fonction calcule les grandeurs cinématiques instantanées (vitesse et accélération) par mesure de la période du signal tachymétrique.

Une cinématique filtrée dédiée est calculée afin de mettre à jour le profil et de raffiner la localisation.

La fonction indique également le recul ou l’arrêt complet du train.

* + 1. Entrées
* Ref\_sens
* Etalonnage ATO
* Recul instantané (k)
* Etalonnage ATP
* Localisation ATP:
* Etat du graphe de localisation ATP
* Branche de localisation
* Abscisse de localisation
* Défaut roue phonique
* Arrêt complet du train
* Interface roue phonique
* Compteur de dents au cycle k
* Compteur de temps au cycle k-1
  + 1. Contrôles
* Cadencement ATO

La fonction est activée de façon cyclique par l’horloge interne.

* + 1. Mécanismes
* Logiciel ATO (tâche différée)
  + 1. Traitements

A chaque cycle, la fonction va lire les compteurs de temps et d’espace associés à l’odomètre et calcule les grandeurs cinématiques en fonction des valeurs lues et des informations antérieures mémorisées.

* + - 1. Compteur de dents, compteur de temps

On s’intéresse à la variation du compteur de dents entre 2 cycles ATO.

Pour obtenir une mesure de cinématique précise, un sous-échantillonnage du cycle ATO est disponible. Ce sous-échantillonnage permet d’obtenir l’intervalle de temps entre la première dents et la dernière dents lues pendant un cycle ATO.

Ce sous-échantillonage est de 10 micro-secondes.

Soient :

- T0 le sous-échantillonnage du cycle ATO (10 micro-secondes)

- ΔN le nombre de dents sur un cycle ATO et égal à ⎟ Nk - Nk-1⎟, avec Nk valeur du compteur de dents au cycle k et Nk-1 valeur du compteur de dents au cycle (k-1).

- Tm = temps mesuré correspondant à l’ensemble des impulsions prises en compte

T0 est suffisamment faible pour que l’on puisse approximer Tm par T0.ΔM avec   
ΔM = Mk - Mk-1

La figure ci-dessous décrit les lectures des compteurs d’espace et de temps au cycle ATO.



* + - 1. Détermination des informations « arrêt complet » et « recul »

L’information établie "indication arrêt" est égale à l’information "arrêt complet" en reçue de l’ATP.

L’information "recul" est générée de la façon suivante :

| Valeur | Condition |
| --- | --- |
| FAUX | Recul instantané (k-i) = FAUX , quel que soit i compris entre 0 et nbre\_zero\_detect\_recul |
| VRAI | Recul instantané (k-i) = VRAI, quel que soit i compris entre 0 et nbre\_déplacements\_négatif\_recul |

si on compte un nombre successif "nbre\_déplacements\_négatif\_recul" de déplacements négatifs ou nuls par rapport au sens nominal de déplacement. Le sens nominal de déplacement est le sens positif pour la loge active.  
Cette information disparait après détection de "nbre\_zero\_detect\_recul" déplacements nuls.

* + - 1. Détermination de la vitesse instantanée

La vitesse instantanée est toujours positive dans le sens de déplacement du train. Si la vitesse instantanée est négative, elle doit être considérée égale à 0.

Vitesse instantanée (k) ←

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Valeur | Condition | |
| 0 | Arrêt complet | |
| 0 | < | Vitesse calculée |
| 0 |
| Vitesse calculée | Sinon | |

Avec

Vitesse calculée =

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| / | × | | Ref\_sens | |
| Etalonnage ATO | |
| – | Compteur de dents au cycle k |
| Compteur de dents au cycle (k-1) |
| – | Compteur de temps au cycle k | | |
| Compteur de temps au cycle (k-1) | | |

Calcul de la vitesse à la perte d’arrêt complet

Pour éviter un calcul de vitesse erroné à la perte d’arrêt complet, il faut comptabiliser au moins 2 incrémentations successives du compteur de dents pour pouvoir calculer la vitesse du train.

En effet, le compteur de temps, entre 2 dents, peut atteindre la valeur de saturation pendant la phase d’arrêt alors que le compteur de dents reste à une valeur constante.

Calcul de la vitesse à l’initialisation

A l’initialisation, on ne dispose pas de la lecture du compteur de dents au cycle précédent.

On applique donc la même règle de calcul de vitesse que pour la perte d’arrêt complet, à savoir, il faut au moins 2 valeurs du compteur de dents non nulles pour calculer une vitesse.

* + - 1. Calcul de la vitesse filtrée

Vitesse filtrée (k)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Valeur | | | Condition | |
| 0 | | | Arrêt complet | |
| 0 | | | < | Vitesse moyenne calculée |
| 0 |
| + | Vitesse filtrée (k-1) | | Défaut Roue Phonique « Hors Code » | |
| × | Accélération max |
| Temps de cycle ATO |
| Vitesse moyenne calculée | | | Sinon | |

Vitesse moyenne calculée =

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| + | × | Coeff\_filtrage\_vitesse |
| Vitesse filtrée (k-1) |
| × | (1-coeff\_filtrage\_vitesse) |
| Vitesse instantanée (k) |

* + - 1. Détermination de l’accélération instantanée

L’accélération instantanée acc se calcule à partir des valeurs antérieures de vitesse instantanée.

Accélération instantanée (k) =

|  |  |
| --- | --- |
| Valeur | Condition |
| 0 | Arrêt complet |
| Accélération calculée | Sinon |

Accélération calculée =

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| / | – | Vitesse instantanée au cycle (k) |
| Vitesse instantanée au cycle (k-1) |
| – | Compteur de temps au cycle (k) |
| Compteur de temps au cycle (k-1) |

* + - 1. Calcul de l’accélération filtrée

Accélération filtrée (k) ←

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Valeur | Condition | |
| 0 | Arrêt complet | |
| 0 | = | Vitesse filtrée (k) |
| 0 |
| Accélération max | Défaut Roue Phonique « Hors Code » | |
| Accélération moyenne calculée | Sinon | |

Accélération moyenne calculée =

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| + | × | Coeff\_filtrage\_acceleration |
| Accélération filtrée (k-1) |
| × | (1-coeff\_filtrage\_acceleration) |
| Accélération instantanée (k) |

* + 1. Sorties
* Recul
* Vitesse instantanée (k)
* Accélération instantanée (k)
* Vitesse filtrée (k)
* Accélération filtrée (k)
  + 1. Observabilité

Les informations cinematique, instantanées et filtrées, doivent etre observables sur un enregistrement OMAP. L’information de Recul doit également etre disponible.

* 1. DETERMINER LE PROFIL (M23)

Cette fonction définit les points de référence que le train doit respecter jusqu’au prochain point d’arrêt ou point de contrainte à vitesse nulle.

Les points de référence sont définis par des limitations de vitesse sécuritaire, des points d’arrêts de sécurité, des signaux, des arrêts en stations et des limitations de vitesse fonctionnelles.

La liste des points de référence significatifs pour la conduite du train est transmise au module de pilotage automatique.

* + 1. Entrées
* Adhérence
* Limitation d’adhérence courante (k)
* Localisation ATO (k)
* Erreur de localisation (k)
* Informations ATP - contraintes ATP
* Description sécuritaire et fonctionnelle de la voie
  + 1. Mécanismes
* Logiciel ATO (tâche différée)
  + 1. Contrôles
* Variants fonctionnels (pas d’arrêt dans la station)
* Variants et invariants sécuritaires

La fonction est activée à chaque mise à jour de la localisation courante.

* + 1. Traitements
       1. Définitions

Les notions de pente courante et pente moyenne au point but sont indispensables pour définir les attributs d’un point de référence.

Un point de sécurité fait également appel à la notion de freinage d’urgence équivalent au point but.

Ces 3 définitions sont décrites ci-après.

* + - * 1. Pente courante – Effet de de la pente courante (ou pente sous le train)

L’effet de la pente courante sous le train représente l’effet des pentes comprises entre la queue du train et la tête du train. La figure ci-dessous donne le schéma de principe.



Sur la figure, pi représente pente instantanée active sur une longueur di, n représentant le nombre de singularités "pente compensée (positive ou négative) " entre la queue du train et la tête du train.

La pente courante est calculée au moyen de la formule suivante :



Dans la pratique, on utilise l’effet de la pente sous le train, exprimé en m/s².

* + - * 1. Pente au point but - Effet de la pente au point but

La pente au point but est la pente comprise entre la tête du train, caractérisée par la localisation ATO, et le point de référence (ou point de contrainte) en aval du train. La figure ci-dessous montre le calcul de la pente moyenne au point de contrainte PtC.



Figure. 4. calcul de la pente moyenne

avec:

- pi = pente instantanée (exprimée en **m/s2)**,

- di = distance (en m) sur laquelle la pente pi s’applique,

- n = nombre de singularités "pente compensée (positive ou négative) " entre le train et le point de contrainte.

La pente moyenne se calcule alors de la manière suivante :



Dans la pratique, on utilise l’effet de la pente moyenne au point but, exprimé en m/s².

* + - * 1. Freinage d’urgence au point but

Le freinage d’urgence au point but ne s’applique qu’à des points de référence sécuritaires, en d’autres termes, des points contrôlés par l’ATP.

L’objectif est d’estimer l’effet du freinage d’urgence entre la tête du train et le point contrôlé en énergie. Pour ce faire, l’ATO utilise 2 valeurs de décélération de freinage d’urgence, normale ou réduite, et calcule leur impact en fonction des pentes et du type de voie tunnel ou aérien.



avec:

- pi = pente instantanée (exprimée en **m/s2)**, pi > 0 pour une descente et pi <0 pour une montée

- di = distance (en m) sur laquelle la pente pi s’applique

- lj = distance (en m) sur laquelle la pente pi s’applique dans une zone d’adhérence, tunnel ou aérien

- FU(lj) = Accélération du freinage d’urgence telle que FU(lj) = FU\_normal si lj est une zone en tunnel et FU\_reduit si lj est une zone en aérien.

- n = nombre de singularités "pente compensée (positive ou négative) " entre le train et le point de contrainte

- m = nombre de zone tunnel/aérien à pente compensée constante



* + - 1. Détermination des points de référence

Le profil sous le train et en aval du train doit être géré avec les seules informations utiles.

Dans le cas de reception d’une requête de « saut de la station suivante », un point de refrence de sécurité doit etre créé sur la longueur de la plateforme. La vitesse à contrôler en sécurité est alors egale au paramètre Vitesse\_Skip\_station.

* + - * 1. Points de référence de sécurité en aval du train

Seuls les points but de sécurité en aval de la tête du train sont traités. Les autres sont déjà intégrés dans la vitesse maximale sous le train synthétisée par l’ATP.

Le point but ATP, transmis par l’ATP, est un point particulier qu’il convient de prendre en compte. La distance but de ce point doit être diminuée du temps de transmission ATP-ATO et saturée à une distance nulle.

La distance but du point ATP transmis par l’ATP est donc égale à :

Distance but = max ( 0,  
Distance but ATP transmise – Delta distance asynchronisme ATP-ATO)

Avec

Delta distance asynchronisme ATP-ATO ←

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| + | × | Vitesse train filtrée (k) |
| Asynchronisme ATP ATO |
| × | 0.5 |
| Accélération filtrée (k) |
| (Asynchronisme ATP ATO)² |

Chaque point de référence de sécurité possède les attributs suivants :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Attribut | Valeur ou paramétrage | | | |
| Distance | 0m | | | Si la distance but est nulle |
| × | Distance but | | Si le point est transmis par l’ATP (type « ATP ») |
| ratio calibration | |
| × | – | Distance but | Sinon |
| Erreur de localisation |
| ratio calibration | |
| Vitesse | Vitesse but majorée × ratio calibration | | | |
| Accélération sécu | Freinage d’urgence moyen entre la tête du train et le point de contrainte.  Dans le cas particulier de la LTV, un freinage d’ugence forfaitaire de -0,6 m/s/s est considéré (FU\_ltv). | | | |
| Accélération moyenne | Pente moyenne entre la tête du train et le point de contrainte.  Dans le cas particulier de la LTV, la pente considérée est pente nulle, le freinage d’urgence forfaitaire absorbant la pire pente de la ligne. | | | |
| Limitation | Accélération limite minimale | | | |
| Accélération limite maximale | | | |
| Type | Dépend du type de point de référence | | | |
| Origine | Dépend de la source d’information ATP ou ATO qui a produit le point de contrainte | | | |

Accélération limite minimale ←

|  |  |
| --- | --- |
| Valeur | Condition |
| Décélération adhérence réduite | S’il existe une zone en « aérien » entre la tête du train et le point de référence et si l’adhérence a une valeur « pluie » |
| Décélération adhérence nominale | Sinon |

Accélération limite maximale ←

|  |  |
| --- | --- |
| Valeur | Condition |
| Acceleration adhérence réduite | S’il existe une zone « aérien » sous le train et si l’adhérence a une valeur « pluie » |
| Acceleration adhérence nominale | Sinon |

Avec

 et ratio\_calibration <1.

Et

Vitesse but majorée ←

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Valeur | | Condition | |
| 0 | | = | Vitesse but |
| 0 |
|  | Vitesse but | sinon | |
| + | Marge de vitesse |

Marge de vitesse ←

|  |  |
| --- | --- |
| Valeur | Condition |
| Min\_delta | Vitesse but < VSeuilMajoration |
| Delta\_vitesse | Sinon |



Avec les constantes :

VSeuilMajoration, CoeffMajoration, Min\_delta

* + - * 1. Arrêt fonctionnel

Un arrêt fonctionnel, appelé également SSP, possède les attributs suivants :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Attribut | Valeur ou paramétrage | |
| Distance | Distance au point SSP | |
| Accélération moyenne | Pente moyenne entre la tête du train et le point de contrainte | |
| Limitation | Décélération adhérence réduite | S’il existe une zone en « aérien » entre la tête du train et si l’adhérence a une valeur « pluie » |
| Limitation d’accélération d’adhérence maximale | Valeur max de l’adhérence courante |
| Performance | Précision élevée | Si le SSP est associé à une station |
| Précision Moyenne | Si le SSP est associé à une zone d’arrêt ou de retournement |
| Pas de précision imposée | Si le SSP est associé à un signal |
| Stratégie réserve 1 | A définir |
| Stratégie réserve 2 | A définir |
| Type | SSP | |
| Origine | Dépend du type d’arrêt, exemple : Station, Zone de retournement, Signal, Zone d’arrêt, Joint | |

* + - * 1. Points d’arrêt particuliers

Le point but ATP ne sert pas à créer des points d’arrêts particuliers.

Des points d’arrêts particuliers, de sécurité ou fonctionnels, sont créés dans les cas particuliers décrits ci-après.

Un point de référence arrêt fonctionnel de type SSP, performance « Faible » et d’origine « Joint » doit être créé à une distance DGlissementPA en amont du joint de circuit de voie occupé (voir DSS [A1], chapitre 5.5.4.1 - Point d’arrêt sans section tampon et sans signal).

Un point de référence arrêt fonctionnel de type SSP, performance « Faible » et d’origine « Signal » doit être créé à une distance DGlissementPA en amont un circuit de voie est occupé, avec présence de signal et sans section tampon (voir DSS [A1], chapitre 5.5.4.2 - Point d’arrêt sans section tampon et avec signal).

Dans le cas d’un signal restrictif avec section tampon (voir DSS [A1], chapitre 5.5.4.3 - Point d’arrêt avec section tampon et avec signal), 2 points d’arrêts particuliers doivent être créés :

* Un point de référence arrêt fonctionnel de type SSP, performance « Moyenne » et d’origine « Signal » doit être créé
* à une distance (DGlissementPA - DArretPA) en amont du signal restrictif s’il n’y a pas de SSP d’origine « station » ou « zone de retournement » entre le signal et une distance DArretPA en amont du signal
* A une distance DMinArretPA en amont du signal restrictif s’il existe un SSP d’origine « station » ou « zone de retournement » entre le signal et une distance DArretPA en amont du signal
* Un point de référence de sécurité de type Signal doit être créeé à une distance (DGlissementPA - DArretPA) en aval du signal restrictif

Les attributs de ces points particulietrs suivent les règles de description des points de référence décrits dans les sections précédentes.

* + - * 1. Point de référence particulier: Vitesse de régulation

Si une vitesse de régulation est reçue, elle est traduite CKP de régulation avec ses attributs de dérive de vitesse définis en 4.2.2 - Données complexes ou composées.

|  |  |
| --- | --- |
| Attribut | Valeur ou paramétrage |
| Statut de dérive au CKP | Action ϵ {Non autorisée, Autorisée, Imposée} |
| Paramètres de dérive | Paramètres de dérive de vitesse |
| Vitesse | Vitesse de régulation reçue de l’ATC sol |

* + - * 1. Points de référence de type cinématique

Sur un ordre de mise sur l’erre imposé, un point de type cinématique est créé afin d’assurer un continuité de commande en supplément de l’ordre de mise sur l’erre.

Les points de cinématique possèdent les attributs suivants :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Attribut | Valeur ou paramétrage | |
| Vitesse | Vitesse du train | Si la contrainte consiste en une commande d’erre forcée |
| Accélération | Effet de pente + effet de la résistance à l’avancement | Si la contrainte consiste en une commande d’erre forcée |

* + - 1. Tri des points de référence

L’objectif est de rechercher tous les points de sécurité, en aval de la tête du train, jusqu’à une vitesse de sécurité nulle.

La première vitesse de sécurité est donc la vitesse maximale sous le train, replacée au niveau de la tête du train.

En partant de la tête du train, et en réalisant une scrutation jusqu’au point de sécurité à vitesse nulle, le point de contrainte, ou de référence, n’est conservé que si sa vitesse est inférieure à celle du point de référence précédent en amont.

La vitesse but ATP ne doit pas être traitée deux fois : une fois au travers du point transmis par l’ATP et une deuxième fois en traitant le profil au niveau ATO.

Pour ce faire, la vitesse but ATP n’est conservée que si la distance but ATP est inférieure à la distance but d’un point du profil dont la vitesse est égale à la vitesse but ATP.

Un seul SSP doit être présent dans le profil.

Un point cinématique est intégré au profil si et seulement si un ordre de mise sur l’erre est imposé.

* + 1. Sorties
* Liste des points de référence
* Liste des points de référence de sécurité
* SSP en aval du train
* Le point cinématique (si demande d’évaluation de mise sur l’erre)
* Visibilité au SSP
* CKP de régulation (optionnel)
  + 1. Observabilité

Les caracteristiques des points de refrences retenus sont à enregistrer dans la trame OMAP.

* 1. ASSURER LA RÉGULATION DU TRAIN (M24)

Cette fonction a pour but de calculer, en fonction d’une marche type et d’un type de train, les limitations en traction/freinage/vitesse de palier qui permettent de respecter les marches types.

* + 1. Entrées
* Localisation ATO(k)
* Type de train
  + 1. Contrôles
* Ordre de de départ
* Variants fonctionnels valides
* Numéro de marche type
* VitRegul
* CoefRegul

La fonction est activée à chaque réception des informations d’exploitation.

* + 1. Mécanismes
* Logiciel ATO (tâche différée)
  + 1. Traitements

En fonction du numéro de la marche et du type de train, le comportement de l’activité est différent. L’activité élabore, soit une vitesse de régulation, soit une limitation en effort (traction / freinage). Lorsque la marche type est N2, N3, N4 ou N5, l’activité doit assurer un temps de parcours supérieur au temps de parcours en marche tendue d’une certaine valeur (cf. tableaux suivants).

Pour ce faire, et afin d’avoir une précision suffisante, ces 4 niveaux sont décomposés, en 12 sous-niveaux (n2 à n13). La correspondance (N2 à N5) -> (n2 à n13) est faite au niveau de SACEM Sol avec une table de correspondance propre à chaque station.

Pour le logiciel ATO, à chacun des niveaux n2 à n13 correspond un coefficient multiplicateur (CoefReguli), qui est appliqué aux vitesses décrites par le profil (vitesse de consigne courante et vitesse associée au point but).

Le tableau suivant rappelle les objectifs pour chacune des 16 marches, ainsi que le comportement de l’activité :

| marche type | objectif | sorties - vitesse de régulation | sorties - limitation traction | sorties - limitation freinage |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| n1 (N1) | marche tendue | Vitesse maximum | Accélération max | Décélération max |
| n2 | marche détendue | CoefRegul2 | Accélération max | Décélération max |
| n3 | marche détendue | CoefRegul3 | Accélération max | Décélération max |
| n4 | marche détendue | CoefRegul4 | Accélération max | Décélération max |
| n5 | marche détendue | CoefRegul5 | Accélération max | Décélération max |
| n6 | marche détendue | CoefRegul6 | Accélération max | Décélération max |
| n7 | marche détendue | CoefRegul7 | Accélération max | Décélération max |
| n8 | marche détendue | CoefRegul8 | Accélération max | Décélération max |
| n9 | marche détendue | CoefRegul9 | Accélération max | Décélération max |
| n10 | marche détendue | CoefRegul10 | Accélération max | Décélération max |
| n11 | marche détendue | CoefRegul11 | Accélération max | Décélération max |
| n12 | marche détendue | CoefRegul12 | Accélération max | Décélération max |
| n13 | marche détendue | CoefRegul13 | Accélération max | Décélération max |
| n14 (N6) | accélération et décérations rédui- tes | accélération et décérations réduites | Accélération réduite N6 | Décélération réduite N6 |
| n15 (N7) | vitesse maximum  VLimiteN7 | vitesse maximum  VLimiteN7 | Accélération max | Décélération max |
| n16 (N8) | Vitesse maximum | Vitesse maximum | Accélération max | Décélération max |

Une marche type est prise en compte si :

* Ordre départ
* Vitesse du train inférieure à SeuilVitesseRegulation (2km/h)
* Message court reçu avec
* Numéro de station de départ (localisation du train)
* Numéro de marche valide

En l’absence de message de régulation, l’ATO procède ainsi :

* Si la dernière marche active était N1, N6, N7 ou N8, cette marche est conservée pour l’interstation en cours
* Si la dernière marche active était N2, N3, N4 ou N5, le paramètre CoefRegul de cette dernière marche est appliqué sur l’interstation en cours

A l’initialisation, et en l’absence de tout ordre de régulation, l’ATO suivra la marche n3 (90% de la vitesse maximale autorisée sous le train)

La marche type est applicable jusqu’à l’entrée du train dans une station avec arrêt sur SSP.

* + 1. Sorties
* Ordre de régulation
* Vitesse de régulation
* Limitation en accélération et décélération
* Etat et erreur de régulation
* Pas de message court de régulation reçu
  + 1. Observabilité

Les sorties de l’ordre de régulation (vitesse, limittation en traction et freinage) doivent etre observables sur un enregistrement OMAP.

* 1. SUPERVISER LES CONSIGNES (M25)

Cette fonction identifie les différents états liés au calcul des consignes et demande au module de pilotage automatique de calculer la commande à envoyer au train.

Le graphe ci-après décrit le fonctionnement de cette fonction.



Automate de supervision des consignes ATO

* + 1. Conditions évaluées à chaque appel

La transition Mode AUTO est vraie si le PA est autorisé par l’ATP.

Il y a perte de transmission continue si l’ATO ne reçoit pas de messages de la transmission continue depuis un temps supérieur à TimeOut\_TransmissionContinue.

Il y a perte de transmission ATP si l’ATO ne reçoit pas de messages ATP depuis un temps supérieur à TimeOut\_TransmissionATP.

L’information Cinématique valide provient de la fonction « Calculer la Cinématique ».

L’information ‘Recul max’ est donnée par

|  |  |
| --- | --- |
|  | Vitesse > Seuil de vitesse pour mouvement ATO |
| ET | Recul observé |
| ET | Recul mesuré > Seuil max |

Le recul est caractérisé par un mouvement dans le sens inverse au sens de déplacement.

La transition ‘Frein prioritaire’ s’exprime donc ainsi :

|  |  |
| --- | --- |
|  | Not(Mode AUTO) |
| OU | Freinage d’Urgence |
| OU | Cinématique invalide |
| OU | Perte de transmission continue |
| OU | Perte de transmission ATP |
| OU | Recul max |

* + 1. Etat « Init »
       1. Présentation

Cet état correspond à la phase d’initialisation du système ATO.

* + - 1. Condition d’entrée

Mise sous tension du sous-système ATC ou reset ATO.

Depuis l’état ‘Freinage prioritaire’, il faut l’une ou l’autre des 2 conditions ci-dessous

* La vitesse est nulle et l’ATO est délocalisé
* la cinématique est invalidée.

Depuis l’état “Attente conduite PA”, l’état devient “Init” si la cinématique est invalide ou si l’ATO est délocalisé.

* + - 1. Etat(s) suivant(s)

Attente Conduire PA

* + - 1. Action

Un freinage de service max est commandé dans cet état

Lors de la mise sous tension ou reset, l’ATO n’est pas localisé et la cinématique n’est pas valide.

Lorsque la condition « not(cond\_kine) » conduit à l’activation de l’état « Init », une alarme est générée indiquant s’il s’agit d’une délocalisation ou de cinématique invalide. L’alarme n’est générée que sur le front montant de la condition « not(cond\_kine) ».

Remarque :

Si la cinématique est invalide, on ne peut pas faire de contrôle sur la vitesse et il n’est pas judicieux d’introduire un facteur temporel sous forme de temporisation dans un autre état. On applique donc un freinage de service max, on revient à l’état ‘init’. Si le freinage d’urgence a été déclenché il est appliqué jusqu’à l’arrêt complet. Le retour dans cet état est donc justifié.

* + 1. Etat « Attente Conduite PA »
       1. Présentation

Dans cet état, l’ATO est localisé et prêt à piloter le train dès qu’il en reçoit l’ordre.

* + - 1. Condition d’entrée

Depuis l’état d’initialisation, il faut que l’ATO soit disponible, c’est-à-dire être localisé et disposer d’une cinématique valide.

La condition « cond\_kine » permet une transition depuis l’état « Init ».

Une transition est possible depuis l’état « Freinage prioritaire » si la condition « cond\_kine » est vraie et si la vitesse du train est nulle.

* + - 1. Etat(s) suivant(s)

Dans cet état, l’ATO ne conduit pas le train. Les seules transitions possibles sont donc un retour à l’état d’initialisation ou une autorisation de pilotage automatique du train par l’ATP.

* + - 1. Action

Si la vitesse filtrée du train est nulle, un freinage de service max est demandé.

Si la vitesse filtrée du train n’est pas nulle, aucune commande n’est demandée, c’est-à-dire une commande d’erre est demandée. Ainsi, si l’ATP autorise un mode PA alors que la vitesse n’est pas nulle, l’ATO pourra prendre en charge le pilotage du train en limitant les à-coups de commande.

* + 1. Etat « Conduite PA »
       1. Présentation

Dans cet état, l’ATO conduit le train.

* + - 1. Condition d’entrée

Depuis le mode « Attente Conduite PA », il faut que le mode AUTO soit validé par l’ATP.

Depuis l’état « Maintien Arrêt », en l’absence de freinage prioritaire (freinage d’urgence) et d’ordre de caractérisation, il faut un ordre de départ et

* + - 1. Action

Dans l’état « Conduite PA », la fonction « Conduire le Train » est activée de manière cyclique à une période de 100ms.

A des fins d’ergonomie, des sous-états sont définis dans le but d’un affichage sur les OMAP ou d’un enregistrement dans les enregistreurs embarqués.

Ainsi, lorsqu’un état autre que « Conduite PA » est actif, le sous-état prend la valeur « Inactif ».

Si le point visé par la fonction « Conduire le train » correspond à une vitesse plafond, c’est-à-dire soit une vitesse maximale sécuritaire soit une vitesse de régulation, le sous-état est positionné à la valeur « Vitesse Max / Régulation ».

Lorsque le point visé par la fonction « Conduire le Train » est un point d’arrêt en station, le sous-état prend la valeur « Arrêt précis ».

Si en sortie du module de la fonction « Conduire le train », un ordre de mise sur l’erre est demandé, le sous-état prend la valeur « Erre ».

Dans le cas d’un freinage imposé au pilotage automatique par un système externe, le sous-état prend la valeur « freinage imposé ».

L’ouverture des portes peut s’effectuer avant l’arrêt complet du train sous certaines conditions : vitesse train inférieure à un seuil de vitesse (OuverturePorteSeuilVitesse) et distance au point d’arrêt en staion positive et inférieure à une distance limite d’ouverture des portes (OuverturePorteSeuilDistance).

Si la commande des portes est lancée, un niveau de commande de freinage minimum doit être garanti. En d’autres termes, si le module de pilotage fournit une commande de freinage supérieure à cette valeur minimale (OuverturePorteEffortMin) , c’est la commande fournie par le module de pilotage qui est appliquée. Si la commande calculée par le module de pilotage n’est pas une commande de freinage ou est une commande de freinage inférieure au niveau de freinage minimum, le freinage minimum est appliqué.

Dans les cas suivants, le sous-état « Contrainte sécuritaire » est établi :

* Limitation de vitesse en aval du train, permanente ou temporaire
* Point ATP en aval du train
* Fin de visibilité
* Signal restrictif

Observation des sous-états

Les sous-états doivent être observés dans une trame OMAP.

* + - 1. Etat(s) suivant(s)

Lorsque la vitesse du train devient nulle en fin de mission ou sur un signal, l’ATO passe dans l’état maintien arrêt. Un nouvel ordre départ est nécessaire pour conduire le train.

Si un défaut conduisant à un freinage d’urgence apparaît, l’état « Freinage prioritaire » est engagé.

Si un défaut conduisant à un freinage de service maximal apparaît, l’état « Freinage prioritaire » est engagé.

* + 1. Etat « Maintien Arrêt »
       1. Présentation

L’ATO maintient le train immobilisé en appliquant l’effort de freinage nécessaire.

Après un freinage d’urgence, l’état n’est pas activé car il faudra vérifier l’ensemble des conditions permettant d’entrer en « Maintien Arrêt ».

* + - 1. Condition d’entrée

Depuis le mode « Conduite PA », les conditions d’arrêt doivent être activées, c’est-à-dire le freinage prioritaire doit être inactif, un freinage doit être demandé et la vitesse doit être inférieure à un seuil (SeuilVitesseMaintienArret).

Depuis le mode « Caractérisation », les conditions d’arrêt doivent être activées, c’est-à-dire le freinage prioritaire doit être inactif, la vitesse doit être inférieure à un seuil (SeuilVitesseMaintienArret) et il faut avoir terminé la première phase de traction qui amène le train à la vitesse de test.

* + - 1. Action

Dans cet état un freinage de maintien d’immobilisation est appliqué.

Observation

Si l’état précédent est « Conduite PA » et le point visé par la conduite « Arrêt précis » en station, alors il convient de noter la précision d’arrêt obtenue sur cette station dans un enregistreur bord avec une résolution de 1cm sur un intervalle compris entre -3m et +3m.

* + - 1. Etat(s) suivant(s)

Si un défaut apparaît, il y a une demande de freinage de service max ou un freinage d’urgence. L’état « Freinage prioritaire » est donc activé dans ce cas.

En l’absence de défaut, des commandes peuvent être envoyées au train dans des états « ConduitePA  » ou « Caractérisation ».

* + 1. Etat « Caractérisation »
       1. Présentation

Le mode caractérisation permet d’envoyer une séquence de commande au train sans contrôle de pilotage automatique.

L’objectif de ce mode est d’identifier le comportement du train à une sollicitation de traction ou freinage.

Le mode caractérisation se fait sous contrôle de l’ATP. Il est donc obligatoire d’être localisé et d’obtenir une autorisation de mode AUTO.

* + - 1. Condition d’entrée

Une fois le mode automatique disponible, et en l’absence d’un défaut conduidant à une freinage prioritaire, l’entrée dans l’état caractérisation est conditionnée par un ordre de départ avec demande de caractérisation.

* + - 1. Action

Une séquence de commande est décrite dans une trame envoyée par le logiciel OMAP.

Les commandes doivent être appliquées en l’état.

Une etape d’attente est nécéssaire pour laisser le temps de lancer l’enregistrement de la trame OMAP.

La première étape d’un test de caractérisation est phase de traction. Cette étape a pour but d’amener le train à la vitesse à laquelle on veut faire un test d’identification du comportement du train.

La deuxième etape est une phase de mise sur l’erre dans le but de stabiliser l’etat du train avant de lancer l’etape suivante pour l’identification du train.

la troisième étape, phase d’identification, peut prendre au choix les formes suivantes

* Un niveau de commande continu (Traction ou Freinage avec niveau paramétrable)
* Une séquence de type carré (transitions sur critere temporel)
* Une séquence de type carré (transitions sur critere de vitesse)
* Une séquence de type trapèze
* Une séquence de type triangle

La fin du test de caracterisation est effective lorsque le train arrive à vitesse nulle ou lorsque le nombre de répétitions de la sequence d’identification est atteint.

Applicable pour toutes les etapes de la caracterisation, une vitesse maximale paramétrable permet de déclencher une demande de freinage forfaitaire sur le franchissement de ce seuil.

Observation

En continu, les informations commandées au train (ligne train et % de commande) en mode caracterisation doivent être enregistrées sur une trame OMAP.

* + - 1. Etat(s) suivant(s)

Une fois l’étape 1 (traction) terminée, lorsque la vitesse du train devient inférieure à un seuil de vitesse faible (SeuilVitesseMaintienArret) en cours de test ou à la fin du test de caractérisation, l’ATO passe dans l’état maintien arrêt.

Si un défaut conduisant à un freinage d’urgence apparaît, l’état « Freinage prioritaire et alarme » est engagé.

Si un défaut conduisant à un freinage de service maximal apparaît, l’état « Freinage prioritaire et alarme » est engagé.

* + 1. Etat « Freinage prioritaire »
       1. Présentation

L’état « Freinage prioritaire» résulte soit d’un freinage d’urgence soit d’une demande de freinage de service maximum.

Il correspond à un défaut ou une anomalie survenu en cours de mission.

* + - 1. Condition d’entrée

A l’exception du mode « Init » et « Attente Conduite PA », tous les états peuvent être des états précédant un freinage prioritaire.

La condition est la même quel que soit l’état précédent :

Si la transition « Freinage prioritaire est vraie, l’état « Freinage prioritaire» est activé.

* + - 1. Action

Dans cet état, l’ATO positionne la commande sur un freinage de service maximum.

Le défaut qui a conduit dans cet état doit être consigné dans une alarme.

L’alarme est uniquement consigné sur l’apparition du problème et doit renseigner sur le type de freinage demandé (Freingae d’urgence ou freinage de service maximum).

* + - 1. Etat(s) suivant(s)

Si l’ATO reste localisé et a une cinématique valide une fois le train arrêté, l’état suivant est « Attente Conduite PA ».

Dans le cas contraire l’état suivant est « Init ».

* 1. RÉALISER LA FONCTION DAM (M3)

Cette fonction a pour but de rassembler et de classer par nature les informations utiles à l’ATP, au DAM et au testeur portable pour suivre le fonctionnement de l’ATO.

Elle fournit ces informations aux activités qui réalisent l’interface avec l’extérieur (cf fonctions "Emettre les informations pour l’ATP" et "Gérer l’interface avec le testeur portable").

* + 1. Entrées
* Entrées logiques et analogiques
* Informations ATP - informations de maintenance
* Informations sur l’ATO Etats et erreurs.
* Variants fonctionnels - Heure sécuritaire
  + 1. Contrôles

La fonction est activée à chaque cycle ATO et vérifie l’état de chaque entrée.

* + 1. Mécanisme
* logiciel ATO (tâche différée)
  + 1. Traitements
       1. Détection des pannes élément

Le tableau ci-dessous décrit, pour chaque panne listée dans le document [A2] annexe B, l’algorithme de détection de panne (la numérotation du document [A2] annexe B est reprise intégralement)

Pour chaque élément, le tableau ci-après décrit la méthode de détection de panne.

| Elément concerné | Algorithme de détection de panne |
| --- | --- |
| PCE |  |
| PCE\_1 | entrées : -  *condition de panne* : voir identification d’une panne RAM |
| PCE\_2 | entrées : -  *condition de panne* : voir identification d’une panne ROM |
| PCE\_3 | *entrées* : message ATP → ATO mot 24, bit 29 : durée du cycle incorrecte  condition de panne : (info = 1) |
| PCE\_4 | *entrées* : message ATP → ATO mot 24, bit 31 : passivation de la carte CKD  condition de panne : (info = 1) |
| PCE\_5 | *entrées* : message ATP → ATO  - mot 6, bits 3, 2, 1 et 0 (E.VIB, MAV, PA, QVA)  - mot 7, bits 13, 12, 11 et 10 (E.VIB2, MAV2, PA2, QVA2)  *condition de panne* : différence entre le signal acquis sur la CVL et celui acquis sur la CCI pendant plus de KNbCycleDesynch cycles ATO. |
| PCE\_6 | *entrées* : message ATP → ATO  - mot 6, bits 23..16 (entrée carte CES)  - mot 23, bits 7..0 (état fonctionnel des entrées de la CES)  *condition de panne* : différence entre une entrée et son état fonctionnel |
| PCE\_7 | *entrées* : message ATP → ATO mot 7, bit 21 : ATO hors service ou pas de message ATO reçu  *condition de panne* : ATO hors service = 1 |
| PCE\_8 | *entrées* : message ATP → ATO mot 7, bit 20 : Aff hors service  *condition de panne* : Aff hors service = 1 |
| PCE\_9 | *entrées* : message ATP → ATO mot 7, bit 19 : UENR hors service  *condition de panne* : UENR hors service = 1 |
| PCE\_10 | *entrées* : informations ATO - anomalies transmission  *condition de panne* : perte de transmission continue ou perte de transmission ATP |
| PCE\_11 | *entrées* : informations ATO - CMR  condition de panne : panne CMR |
| PCE\_12  (trains NS93 et NS2004 seulement) | *entrées* : message ATP → ATO  - mot 23, bits 21..18 DAMVB, DAMVR, DAMVB1, DAMVR1  - mot 16 (Vc : vitesse de consigne), bits 5..0  condition de panne :  Si Vc = 0 km/h (DAMVB=1) & (DAMVB1 = 0) |
| PCE\_13  (train NS93 et NS2004 seulement) | *entrées* : message ATP → ATO  - mot 23, bits 21..18 DAMVB, DAMVR, DAMVB1, DAMVR1  - mot 16 (Vc : vitesse de consigne), bits 5..0  condition de panne :  Si Vc >= 5 km/h (DAMVB = 0) & (DAMVB1 = 1) |
| PCE\_14  (train NS93 et NS2004 seulement) | *entrées* : message ATP → ATO - mot 23, bits 21..18 DAMVB, DAMVR, DAMVB1, DAMVR1  - mot 16 (Vc : vitesse de consigne), bits 5..0  condition de panne :  Si Vc >= 5 km/h (DAMVB = 1) & (DAMVB1 = 0) |
| PCE\_15  (train NS93 et NS2004 seulement) | *entrés* : message ATP → ATO  - mot 18, bits 31..22 : sorties carte CVL  - mot 23, bits 31..22 : relecture sorties carte CVL  *condition de panne* : (sortie 1 = 0) & (relecture sortie 1 = 1) |
| PCE\_16  (train NS93 et NS 2004 seulement) | *entrés* : message ATP → ATO - mot 18, bits 31..22 : sorties carte CVL  - mot 23, bits 31..22 : relecture sorties carte CVL  *condition de panne* : (sortie 1 = 1) & (relecture sortie 1= 0) |
| Capteur TC |  |
| capteur\_TC\_1 | *entrées* : message ATP → ATO mot 23, bit 16 : TCG1  condition de panne : (TCG1 = 0) |
| capteur\_TC\_2 (train NS93 seulement) | *entrées* : message ATP → ATO mot 23, bit 15 : TCD1  condition de panne : (TCD1 = 0) |
| capteur\_TC\_3 | *entrées* : message ATP → ATO mot 23, bit 14 : TCG2  condition de panne : (TCG2 = 0) |
| capteur\_TC\_4 (train NS93 seulement) | *entrées* : message ATP → ATO mot 23, bit 13 : TCD2  condition de panne : (TCD2 = 0) |
| capteur TP | |
| capteur\_TP\_1 | *entrées* : message ATP → ATO mot 23, bit 11 : PB1  condition de panne : (PB1 = 0) |
| capteur\_TP\_2 | *entrées* : message ATP → ATO mot 23, bit 12 : PB2  condition de panne : (PB2 = 0) |
| CAB | |
| CAB\_1 | *entrées* : message ATP → ATO - mot 23, bits 21..18 DAMVB, DAMVR, DAMVB1, DAMVR1  - mot 16 (Vc : vitesse de consigne), bits 5..0  condition de panne :  Si Vc = 0 km/h (DAMVB=0) & (DAMVB1 = 0) Si Vc >= 5 km/h (DAMVB=0) & (DAMVB1 = 0) |
| CAB\_2 | *entrées* : message ATP → ATO - mot 23, bits 21..18 DAMVB, DAMVR, DAMVB1, DAMVR1  - mot 16 (Vc : vitesse de consigne), bits 5..0  condition de panne :  Si Vc >= 5 km/h (DAMVB=0) & (DAMVB1 = 0) |

* + - * 1. Panne ROM

Un code de vérification est affecté au programme. Ce code est inscrit dans la mémoire morte à une adresse connue. A l’initialisation de l’ATO, une vérification de ce code par lecture de la mémoire est effectuée. La détection d’une erreur lors de la vérification de la mémoire morte est signalée en sortie.

* + - * 1. Panne RAM

La mémoire vive est testée à l’initialisation de l’ATO au moyen des vérifications suivantes :

* vérification d’écriture-lecture de bits à 0 et à 1
* vérification du champ d’adresse de la mémoire.

La détection d’une erreur lors de la vérification de la mémoire vive est signalée en sortie.

* + - * 1. panne du générateur 23 kHz pour l’ALD

Le test du générateur 23 kHz pour l’ALD se fait en comparant le signal écrit sur la carte CMR (M7.ALD..M0.ALD) avec la relecture (R/ALD) :

Le générateur 23 kHz pour l’ALD est déclaré en panne si l’une des 2 conditions suivantes est vrai :

* le signal écrit est inférieur à 15 % et la relecture est à l’état haut
* le signal écrit est supérieur à 80 % et la relecture est à l’état bas
  + - * 1. panne de l’équipement train ALD

Le test correspond au même test que pour le générateur 23 kHz pour l’ALD, mais au lieu d’utiliser une relecture interne R\_ALD, une relecture de ligne train ET\_ALD est utilisée.

* + - * 1. panne CMR

Le test de la carte CMR se fait en comparant la commande des 9 relais avec la relecture R\_RLT : si une commande autre que F6 est demandée et que R\_RLT est à l’état bas, alors une panne est détectée.

En plus de ces détections de pannes, l’identification du logiciel ATO (composé d’un numéro de version et du checksum du logiciel) est lue dans la mémoire morte et fournie en sortie.

* + - 1. Détection de pannes et défauts fonctionnels
         1. Défauts ou pannes de l’ATP

Les défauts ou pannes ATP correspondent à une situation anormale détectée par l’ATP. Les différentes fonctions concernées sont les suivantes :

* localisation ATP
* roue phonique
* contrôle du mouvement du train
* contrôle de la transmission ATP

La table ci-après décrit les pannes et défauts liées à des fonctions ATP.

| Fonction mise en jeu | Évènement conduisant à la détection de la panne |
| --- | --- |
| Localisation ATP |  |
| Délocalisation ATP (et sa cause) | *entrées* : message ATP → ATO mot 8, bit 28..24 champ "Défaut de localisation"  *condition de panne* : (Défaut de localisation ≠ 0) |
| Contrôle du mouvement du train |  |
| Freinage d’Urgence déclenché par l’ATP  (et sa cause) | *entrées* : message ATP → ATO mot 17, bits 31..28, champ "Cause du FU"  *condition de panne* : (Cause du FU ≠ 0) |
| Défaut de transmission continue |  |
| Variants (courts et longs)  invalides | *entrées* : message ATP → ATO mot 1, bits 29..28 champ "Etat des variants"  *condition de panne* : (Etat des variants ≠ 00) |
| Logiciel Hors Code |  |
| Logiciel ATP Hors code | *entrées* : message ATP → ATO mot 24, bit 27  *condition de panne* : hors code logiciel = 1 |

* + - * 1. Défauts ou pannes de l’ATO

Les défauts ou pannes de l’ATO correspondent à une situation anormale détectée par l’ATO. Le calcul de cinématique est la principale fonction concernée. :

| Fonction mise en jeu | Évènement conduisant à la détection de la panne |
| --- | --- |
| Cinématique ATO |  |
| Défaut Cinématique | donné par : "Etats et erreurs de cinématique" |

* + - * 1. Détection des évènements particuliers

Pour faciliter l’analyse des enregistrements de pannes des événements particuliers sont mémorisés. Ces évènements sont :

* Mise sous tension du panier calculateur : représente l’instant de référence pour la datation des alarmes
* Localisation : indique le passage de Hors Loc vers Localisation totale (message ATP → ATO mot 8, champ "État du graphe localiser le train")
* Changement de mode de contrôle (message ATP → ATO mot 12, champ "État du graphe contrôler le train")
* Réception d’une première date transmission valide : représente la 1ere réception d’un message court valide
* Manœuvre de la clé C, clé T1 et T2 pour le train NS74: entrées ATP mot 6
  + - 1. Préparation des messages de maintenance

Les messages de maintenance contiennent :

* une identification de la panne
* un contexte associé
  + - 1. Identification des pannes

Pour toutes les pannes, l’identification se décompose de la manière suivante :

* Code
* panne équipement
* panne fonction ATC
* événement particulier
* groupe ID
* Si "panne équipement", groupe ID donne l’identification de l’équipement
* Si "panne fonction ATC", groupe ID donne l’identification de la fonction.
* Si "évènement particulier", groupe ID donne l’identification de l’événement.
* Type (Début, Fin, Ponctuel, Répétition) :
* "Ponctuel" si la panne est détectée moins de KNbCyclesPonctcycles ATO
* "Début" si la panne est détectée plus de KNbCyclesPonctcycles ATO consécutifs.
* "Répétition" si la panne est détectée plus de KNbCyclesRepetcycles ATO consécutifs.
* "Fin" lorsque la panne n’est plus détectée.
* Évènement ID :
* Cette identification complète les autres champs, et permet ainsi de décrire de façon non ambiguë la panne détectée. Le code associé à chaque panne est donné en ANNEXE D.
* Contexte pour les pannes équipement et fonction ATC
* Localisation ATO
* Vitesse ATO
* Mode de conduite
* Heure sécuritaire
  + 1. Sorties
* Messages de maintenance
* Identification du logiciel ATO
  1. M4. GÉRER L’INTERFACE AVEC LES SYSTÈMES EXTERNES
     1. Entrées
* Messages du terminal de mise au point
* Messages du Terminal de Maintenance
* demande d’acquisition du contenu mémoire ou
* demande d’acquisition des alarmes temps réel, ou
* demande d’effacement mémoire,
* demande de numéro de version
* demande d’annulation
* Messages de Maintenance
* Identification du logiciel ATO
  + 1. Contrôles

La fonction est activée à chaque changement d’état et à chaque réception d’une nouvelle erreur.

* + 1. Mécanismes
* Logiciel ATO (tâche différée et tâche de fond)
* CUC011H (mémoire d’enregistrement)
  + 1. Traitements
       1. Gestion du terminal de maintenance et des Flash EPROMs
          1. Gestion des requêtes du terminal de maintenance

En fonction de la requête du terminal de maintenance, l’ATO adapte son traitement :

* sur réception d’une *demande d’acquisition du contenu mémoire*, l’ATO déclenche une lecture des "n" dernières alarmes des FEPROMs. Pour chaque enregistrement récupéré des FEPROMs, un message "*élément de mémoire sauvegardée*" est transmis au terminal de maintenance. Le nombre d’alarmes à lire est saisi par l’utilisateur lors du choix de cette requête.
* sur réception d’une requête "*demande d’acquisition des alarmes temps-rée*l", à chaque message de maintenance reçu, l’ATO construit et transmet un message de type "*alarme temps réel*"
* sur réception d’une "*demande d’effacement mémoire*", l’ATO déclenche un effacement de toutes les FEPROMs.
* sur réception d’une *demande de version*, l’ATO répond avec un message contenant les numéros de version ATO et ATP ainsi que les numéros, type et composition du train.
* sur réception d’une *demande d’annulation*,
* si l’ATO était en cours de lecture des FEPROMs, alors il annule cette lecture et se replace en état d’attente,
* si l’ATO était en train d’envoyer des alarmes en temps réel, l’ATO suspend l’envoi des alarmes en temps réel et se place également dans un état d’attente.
  + - * 1. Gestion des FEPROMs

Des Flash EPROMs sont utilisées pour stocker les informations de maintenance. Malgré une mise hors tension de l’équipement, le terminal de maintenance permet d’accéder à ces informations.

Lorsqu’un message de maintenance est reçu, il est mémorisé afin de le stocker dans les FEPROMs.

Une requête de lecture provoque la lecture de l’ensemble des FEPROMs et l’envoi des enregistrements vers le Terminal de Maintenance.

Une requête d’effacement provoque l’effacement de l’ensemble des FEPROMs.

Une requête de lecture en temps réel provoque l’envoi des messages de maintenance vers le terminal de maintenance en même temps qu’ils sont stockés en FEPROM.

Le diagramme ci-dessous décrit cette interface avec les FEPROMs



Avec les conventions suivantes :

* TM prêt : le buffer pour la transmission vers le TM est disponible
* Ecriture : après deux essais, les données n’ont pas pu être écrites. On essaie d’utiliser l’EPROM suivante.
* Effacement : après 2 essais, l’ordre d’effacement n’a pas été pris en compte.

Note : L’utilisation de flash EPROMs apporte certaines contraintes :

1) comme l’accès en écriture des FEPROMs est lent, un message de maintenance n’est pas pris en compte immédiatement, il est stocké temporairement et sera écrit dans la FEPROM dès que possible (écriture en tache de fond),

2) l’écriture et la lecture des FEPROMs ne peuvent pas être simultanées, c’est à dire que lorsqu’on lit les FEPROMs, il n’est pas possible de stocker de nouveaux enregistrements,

3) lorsque les FEPROMs sont pleines, la FEPROM contenant les plus anciennes alarmes est effacée afin de pouvoir stocker les alarmes les plus récentes (il est nécessaire d’effacer la FEPROM complètement avant de pouvoir écrire un seul enregistrement).

* + - 1. Préparation des messages pour l’ATP

Le protocole et le contenu des messages est décrit dans le document • [A2] annexe E. Ce message inclut une identification du logiciel ATO (numéro de version et checksum). De plus l’ATO fournit l’ information « Hors service » dans le cas d’une panne ATO ou si l’ATO n’est pas dans un état de localisation « Localisé ».

* + - 1. Préparation des messages pour le terminal de mise au point

Tant qu’aucune demande du testeur n’a été reçue, l’activité n’émet rien en sortie.

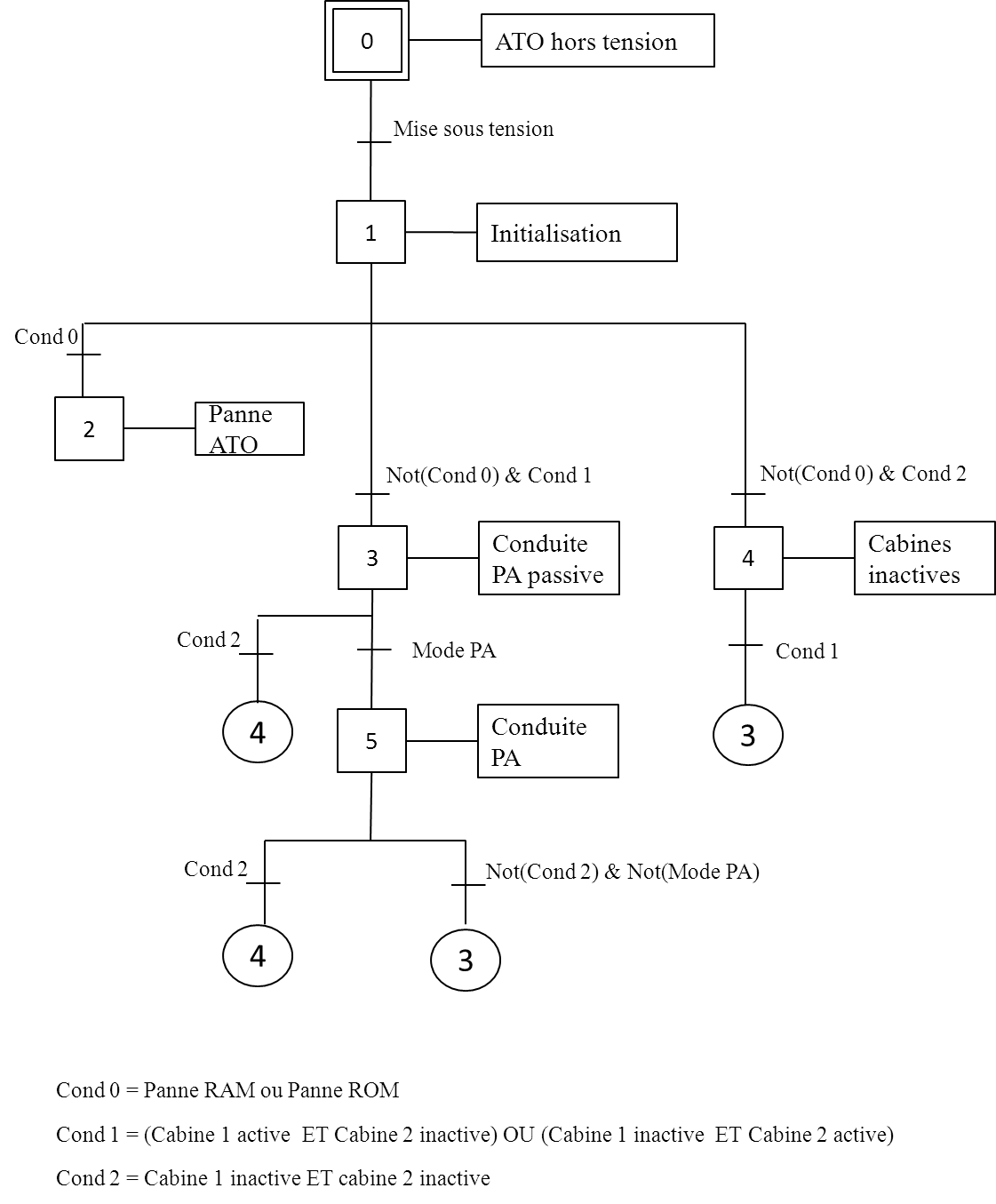
Lorsque l’activité a reçu une demande d’émission d’une page déterminée, elle met en forme les informations décrivant cette page et construit le message destiné au terminal de mise au point. Ce message est envoyé à chaque cycle ATO, jusqu’à la réception d’une nouvelle requête du terminal de mise au point.

Le contenu des différentes pages est déterminé dans la phase de conception du logiciel. Une page ATO doit contenir toutes les informations d’observabilité décrites dans cette spécifiocation.

* + 1. Sorties
* Messages vers l’ATP
* Message vers le Terminal de Maintenance
* élément de mémoire sauvegardée, ou
* alarme temps réel, ou
* message de version
* Messages vers le Terminal de Mise au point

1. CHAPITRE 5 SPÉCIFICATION OPÉRATIONNELLE
   1. Mode de fonctionnement

Le traitement de l’état des modes de fonctionement opérationnel de l’ATO est décrit par le graph suivant:



* + 1. Descriptif
       1. Etat «  0 – ATO hors tension »
          1. Présentation

C’est l’état actif lorsque l’ATO est hors tension.

* + - * 1. Condition d’entrée

Cet état est actif dès lors que l’ATO est hors trension.

* + - * 1. Action

L’ATO etant hors tension, il ne fait rien.

* + - * 1. Etat(s) suivant(s)

L’état suivant est « Initialisation ».

* + - 1. Etat «  1 – Initialisation »
         1. Présentation

L’objectif de cet etat est de verifier si l’ATO presente des défauts ou non. En cas de défaut il ne peut fonctionner.

* + - * 1. Condition d’entrée

Cet état devient actif des là mise sous tension de l’ATO.

* + - * 1. Action

Dans ce mode, l’ATO réalise successivement les étapes suivantes :

* tests RAM/ROM,
* établissement de la communication avec l’ATP,
* réception et décompactage des invariants,
* initialisation de la localisation de l’ATO (initialisation avec la valeur de la localisation maximale de l’ATP)
  + - * 1. Etat(s) suivant(s)

Si le différentes etapes de test ne sont pas réalisées avec succès ou que l’ATO présente un défaut de RAM ou de ROM alors l’état « Panne ATO est activé ».

Sinon en cas de cabine active (cabine 1 ou cabine 2), l’Etat devient « Conuite PA passive ». En revanche si aucune des deux cabines n’est active, alors l’état devient « Cabines inactives ».

* + - 1. Etat «  2 – Panne ATO »
         1. Présentation

L’ATO a été diagnostiqué non opérationnel suite à un problème.

* + - * 1. Condition d’entrée

Une panne de RAM ou de ROM a été détectée lors de l’initialisation.

* + - * 1. Action

Dans ce mode l’ATO ne peut pas conduire le train, il ne fait donc rien. Seule une alarme est alors consignée sur l’apparition de ce dysfonctionement.

* + - * 1. Etat(s) suivant(s)

Une mise hors tension et une correction du défaut sont nécessaires.

* + - 1. Etat «  3 – Conduite PA passive »
         1. Présentation

Ce mode de conduite correspond à un sélecteur en position CM, ou au mode Marche À Vue. L’état de fonctionnement est « Conduite PA passive ».

* + - * 1. Condition d’entrée

Une cabine doit etre active (Cabine 1 ou cabine 2) et l’ATO ne doit pas présenter de problème de RAM ou ROM

* + - * 1. Action

Dans ce mode, toutes les fonctions sont actives à l’exception de la conduite du train. Le module de conduite doit se positionner en état d’inialisation.

* + - * 1. Etat(s) suivant(s)

Si les deux cabines deviennent inactives, l’etat devient « Cabines inactives ».

Si le Mode PA devient actif, qu’il est autorisé par l’ATP et que l’une des deux cabines est actives alors l’état devient « Conduite PA »

* + - 1. Etat «  4 – Cabines inactives »
         1. Présentation

Les deux cabines sont incatives, l’ATO attend donc le passage de l’une des cabines à l’etat actif.

* + - * 1. Condition d’entrée

Les deux cabines sont incatives

* + - * 1. Action

L’ATO ne commande pas le train, un freinage forfaitaire est appliqué, le freinage de service.

* + - * 1. Etat(s) suivant(s)

Si l’une des deux cabines devient active, l’état devient « Conduite PA passive».

* + - 1. Etat «  5 – Conduite PA »
         1. Présentation

Ce mode correspond à un piloltage du train par l’ATO, toutes les fonctions de conduite doivent etre réalisées.

* + - * 1. Condition d’entrée

Le mode PA doit être autorisé par l’ATP.

* + - * 1. Action

L’ATO conduit le train, les fonctions de conduite sont traitées.

* + - * 1. Etat(s) suivant(s)

Si la cabine devient inactive, l’etat devient « Cabines inactives ».

Sinon, en cas de perte du mode PA, l’etat actif devient « Conduite PA passive »

* + 1. Observabilité

L’etat actif du grafect doit être sauvegardé sur l’enregistrement OMAP, ainsi que l’état (Actif/passif) des 2 cabines, l’application du freinage prioritaire.

1. Les constantes

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nom Variable** | **Valeur et unités** | **Descriptif** |
| NbCyclesPerteTrans |  |  |
| AbsenceCabineTimer | 0,5 s |  |
| DefautCabineTimer | 0,2 s |  |
| DEtalonnage | 21 m |  |
| NbDentsCalibMaxATP | 5 |  |
| Asynchronisme ATP ATO |  |  |
| Temps de cycle ATO | 100 ms |  |
| Accélération maximale |  |  |
| Décélération max |  |  |
| nbre\_zero\_detect\_recul |  |  |
| nbre\_déplacements\_négatif\_recul |  |  |
| Accélération max |  |  |
| Coeff\_filtrage\_vitesse |  |  |
| *coeff\_filtrage\_acceleration* |  |  |
| FU\_normal |  |  |
| FU\_reduit |  |  |
| FU\_ltv | -0,6 m/s/s |  |
| *Vitesse\_Skip\_station* |  |  |
| Décélération adhérence réduite |  |  |
| Décélération adhérence nominale |  |  |
| Acceleration adhérence réduite |  |  |
| Acceleration adhérence nominale |  |  |
| *VSeuilMajoration* |  |  |
| CoeffMajoration |  |  |
| Min\_delta |  |  |
| *DGlissementPA* |  |  |
| *DArretPA* |  |  |
| *DMinArretPA* |  |  |
| *CoefReguli* |  | Avec 2 ≤ i ≤ 13 |
| *SeuilVitesseRegulation* | 2 km/h |  |
| Vitesse maximum |  |  |
| Accélération réduite N6 |  |  |
| Décélération réduite N6 |  |  |
| vitesse maximum VLimiteN7 |  |  |
| *TimeOut\_TransmissionContinue* |  |  |
| *TimeOut\_TransmissionATP* |  |  |
| *Seuil de vitesse pour mouvement ATO* |  |  |
| *Seuil max* |  |  |
| *freinage de service max* |  |  |
| *OuverturePorteSeuilVitesse* |  |  |
| *OuverturePorteSeuilDistance* |  |  |
| *OuverturePorteEffortMin* |  |  |
| *SeuilVitesseMaintienArret* |  |  |
|  |  |  |
| *KNbCycleDesynch* |  |  |
| KNbCyclesPonct |  |  |
| KNbCyclesRepet |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |