

**LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES
Génie Electrique**

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

**Module d'Enclenchement de l'ASCV
(PAI)**

Réalisé Par :

BENISS Mohamed Amine

Encadré par :

Pr LAMCHARFI Taj Eddine (FST FES)

Mr EZ-ZAOUMI Boujmaa (ONCF)

Soutenu le 15 Juin 2015 devant le jury

Pr LAMCHARFI Taj-Eddine (FST FES)

Pr ECHATOUI Nor-Said (FST FES)

Pr ES-SBAI Najia (FST FES)



Dédicace

Ce travail est dédié :

À mes très chers parents pour leur amour, leur tendresse et leurs sacrifices.

À mon cher frère et ma chère sœur pour leurs soutiens, leurs aides et leurs encouragements.

À tous mes amis à la Faculté des Sciences et Techniques, aux personnels de l'ONCF et mes collègues de stage.

À toute personne qui a pris le soin de feuilleter ce rapport par intérêt ou par curiosité.

Mohamed Amine

Remerciements

Je tiens à exprimer ma gratitude et à témoigner ma reconnaissance à tous ceux qui ont été à l'origine de mon aide et assistance et tous ceux qui m'ont accueillis, soutenu et accompagné durant toute la période de mon stage.

Je remercie particulièrement mon encadrant à l'ONCF Mr. EZ-ZAOUMI Boujmaa qui m'a consacré du temps pour me diriger.

Je tiens à remercier aussi mon professeur Mr. Taj-Eddin. LAMCHARFI de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, qui a bien voulu assurer l'encadrement de ce travail.

J'adresse mes sincères remerciements aux membres du jury Pr. ECHATOUI Nor-Said et Pr. ES-SBAI Najia d'avoir accepté de juger mon travail.

Je veux aussi exprimer mes remerciements à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce travail et plus particulièrement les électroniciens de la sécurité des chemins de fer.

SOMMAIRE

Dédicace	
Remerciement	
Table des figures	
INTRODUCTION GENERALE.....	6
CHAPITRE I: PRESENTATION DE L'ONCF	7
<i>I/- Historique de l'ONCF</i>	7
<i>II/- Organigramme et activité de l'ONCF</i>	8
1- Organigramme générale de l'ONCF	8
2- Activité de l'ONCF	9
<i>III/- Rôle des sections liées à la direction générale</i>	10
<i>IV/- Le réseau ferroviaire</i>	11
CHAPITRE II: Etude du centre PAI	13
<i>I/- Définition du centre PAI de type ASCV</i>	13
<i>II/- Les éléments du centre PAI</i>	13
1- ASCV « les automates programmables »	13
1.1- l'ASCV	13
1.2- La composition de l'ASCV	14
1.3- Le fonctionnement de l'ASCV	17
1.4- Les techniques de l'ASCV	18
2- L'alimentation	19
2.1 Secteur RADEEF.....	19
2.2 Groupe électrogène	20
2.3 Batterie	20
3- Equipements de la voie.....	23
3.1 L'aiguille	23
3.2 La pédale	25
3.3 La connexion inductive (CI)	28
<i>III/- Le fonctionnement du centre PAI</i>	29
<i>IV/- Les objectifs du centre PAI</i>	30
CHAPITRE III: Etude comparative entre PAI et PRS	31
<i>I/- Le PRS (Poste tout relais à transit souple)</i>	31
1- Définition	31
2- Les phases de fonctionnement	32
3- Principe de fonctionnement.....	33
4- Gestion des itinéraires	33
5- Regroupement d'itinéraires	34
<i>II/- comparaison entre les 2 technologies</i>	34

1- l'ancienne technologie à base de relais	34
2- La nouvelle technologie est à base de l'ASCV	34
Conclusion	35
Bibliographie	36

Table des figures

Figure 1 : <i>Gare Rabat Agdal en 1925</i>	8
Figure 2 : <i>Organigramme fonctionnel de l'ONCF</i>	8
Figure 3 : <i>L'ensemble des lignes ferroviaires de l'ONCF</i>	12
Figure 4 : <i>Poste ASCV</i>	14
Figure 5 : <i>Secteur 22000 V</i>	19
Figure 6: <i>Transformateur triphasé</i>	20
Figure 7: <i>Groupe électrogène</i>	20
Figure 8: <i>Alimentation Sans Interruption ASI de l'ONCF</i>	21
Figure 9 : <i>fonctionnement de l'ASI</i>	22
Figure 10 : <i>Aiguille à commande électrique</i>	24
Figure 11: <i>Aiguille à commande manuelle</i>	24
Figure 12 : <i>Schéma de commande d'aiguille par zone</i>	25
Figure 13 : <i>pédale électromécanique</i>	26
Figure 14: <i>Pédale électromécanique avec relais au poste</i>	26
Figure 15 : <i>Schéma de la pédale électronique</i>	28
Figure 16: <i>Schéma de la connexion inductive</i>	29
Figure 17 : <i>Tableau de Commande et de Contrôle (TCC)</i>	31
Figure 18 : <i>Exemple de tracé des itinéraires</i>	32
Figure 19 : <i>Poste tout Relais à transit Souple</i>	32
Figure 20 : <i>Salle de contrôle PRS</i>	34

INTRODUCTION GENERALE

Dans le cadre de la réalisation de mon projet de fin d'étude, j'ai eu l'occasion d'effectuer le stage au sein de l'office nationale des chemins de fer de Fés, et plus précisément au service de maintenance et infrastructure.

Au cours de ce stage, qui a duré deux mois, J'ai pu enrichir ma formation professionnelle et mettre en pratique mes connaissances acquises lors de ma formation. Durant la période de mon stage, J'ai pu connaître l'importance des équipements installé à l'ONCF. Vue leur importance primordiale, ses équipements nécessitent une maintenance rigoureuse.

L'objectif de ce travail consiste à étudier le poste d'aiguillage informatisé (PAI) qui utilise une appareil d'enclenchement nommée ASCV, qui permet d'acquérir des variables, de faire des calculs et en donner des résultats pour être utiliser dans l'exploitation des postes en toute sécurité.

Pour bien accomplir ma tâche, j'ai réalisé, en premier lieu, une étude de cet équipement, et j'ai essayé, par la suite, de faire la comparaison entre le « PAI » (poste d'aiguillage informatisé) et l'ancienne technologie « PRS » (poste tout relais à transit souple) pour savoir la raison pour laquelle l'ONCF a opté pour la technologie du PAI.

Notre rapport de stage, est constitué de trois chapitres:

Dans le premier chapitre j'ai fait la description de l'ONCF et dans le deuxième j'ai entamé le sujet sur lequel j'ai travaillé pendant la période de mon stage, il s'agit de présenter le centre

PAI, sa composition, son fonctionnement et ses objectifs. Le troisième chapitre sera objet d'une étude comparative entre la nouvelle technologie PAI et l'ancienne technologie PRS.

CHAPITRE I: PRESENTATION DE L'ONCF

I/- Historique de l'ONCF

Historiquement, la construction du réseau des chemins de fer du Maroc remonte au début du 20ème siècle.

En **1911**, les premières lignes des Chemins de Fer à voie de 0,6 m ont été construites.

En **1916**, les lignes ferroviaires ont été ouvertes au trafic public et ce n'est qu'en **1923**, la construction des voies à écartement normal a été confiée à trois compagnies concessionnaires privées. Ces dernières se partagèrent le trafic ferroviaire, en exploitant chacune la partie du réseau qui lui était concédée.

Jusqu'en **1963**, lorsque le Gouvernement Marocain a décidé le rachat des concessions et la création de *l'Office National des Chemins de Fer (ONCF)*.

Sur la scène internationale, le Maroc est membre de l'**Organisation Internationale du Trafic Ferroviaire (OTIF)**. De même, l'**ONCF** est membre actif de l'**Union Internationale des Chemins de Fer (UIC)**, de l'**Union Arabe des Chemins de Fer (UACF)** et du **Comité du Transport Ferroviaire Maghrébin (CTFM)**.

Les Chemins de Fer au Maroc ont fait leur apparition sous le Protectorat français à partir de 1911. Trois compagnies concessionnaires françaises se partageaient, à l'époque, l'exploitation du chemin de fer marocain : la Compagnie des Chemins de Fer Marocains (CFM) sur le réseau de Marrakech à Oujda, le Tanger-Fès (TF) concernant la ligne du même nom et la Compagnie du Maroc Oriental (CMO) pour la ligne Oujda-Bouarfa.



Figure 1 : Gare Rabat Agdal en 1925

II/-Organigramme et activité de l'ONCF

1- Organigramme générale de l'ONCF

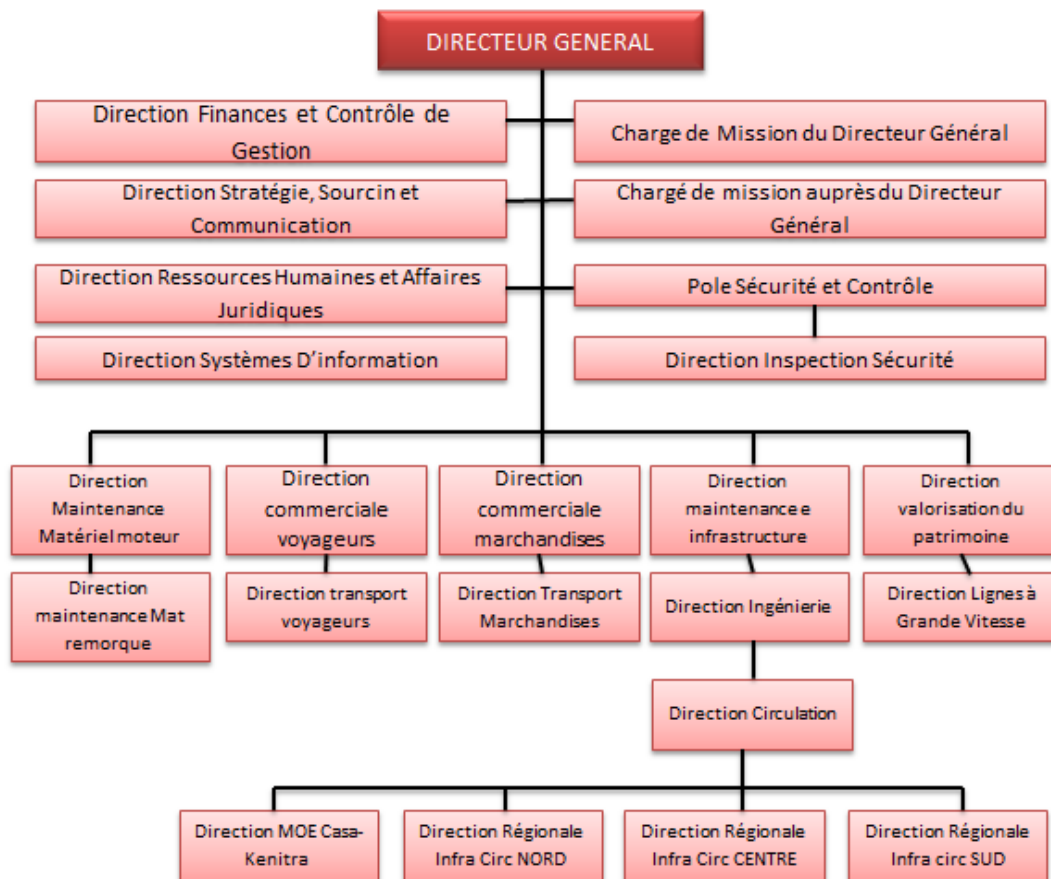


Figure 2 : Organigramme fonctionnel de l'ONCF

2- Activité de l'ONCF

2.1 Le transport des voyageurs

Le transport des voyageurs est l'une des activités principales de l'ONCF, il a au cours de l'année 2002, assuré le trafic de 15.000.000 de voyageurs générant un chiffre d'affaire 540.000.000 dirhams ceci est réalisé en utilisant 342 locomotives et 220 du matériel roulant. Ce trafic est assuré par 2 types de trains : Les trains « nobles » assurant le trafic sur des longues distances et train navette rapide, ainsi le voyageur et pour son confort a le choix entre: les wagons couchettes, wagons-lits, et les voitures de 1ère classe et 2ème classe. A ce niveau l'ONCF pratique deux types de tarifs: les un dits généraux, les autres dits spéciaux qui prennent en compte des considérations sociales, technique, et commercial. Le principe de la tarification voyageuse repose sur le principe du recouvrement d'une perception minimale en fonction de la distance, avec un palier. A citer finalement que l'ONCF a le monopole du transport ferroviaire au Maroc.

2.2 Le transport des marchandises

Pour Le transport des marchandises l'ONCF a transporté 27.493.000 tonnes de marchandises en 2001 dont 20.200.000 de phosphate. Pour assurer ce trafic l'ONCF a mis à la disposition de sa clientèle 6583 wagons. Ces derniers sont distingués selon la spécificité de la marchandise transportée :

- Wagons couverts: pour le transport des ciments, des bestioles des alimentations...
- Wagons plats: pour le transport des automobiles, bois...
- Wagons trémies: pour le transport des phosphates et des produits céréales...
- Wagons citernes: Pour le transport des pétroles et les liquides...
- Wagons tombereaux: pour le transport des matières minières...

A ce niveau l'ONCF simplifie l'organisation de ce transport en proposant des moyennes logistiques adéquates qui garantit le transport des marchandises de l'usine jusqu'au client. Parmi ces moyens on cite:

- Embranchement particulier: c'est l'embranchement des usines par des voies ferrées et en intégrant dans la chaîne de logistique en desservant tous les postes de travail tels que les zones de manutention et les lieux de stockage (on cite l'exemple des usines des ciments et du pétrole...)
- Le porte à porte: vu que toutes les unités économiques ne peuvent être embranchées au réseau ferroviaire, l'ONCF leur propose une solution sur mesure: le porte à porte, qui consiste à prendre la marchandise au domicile du chargeur pour la livrer au domicile du destinataire. A citer que les opérations de transbordement se déroulent dans les meilleures conditions pour la marchandise.
- Occupation dominiale: c'est une offre de location pour une durée déterminée de trains et de bâtiments situés dans les emprises des gares. Elle est proposée par l'ONCF aux clients qui désirent en faire des dépôts de stockage.

2.3 Un transport en toute sécurité

La traction des transports voyageurs et marchandises est assurée par un parc de locomotives dont le nombre s'élève à 226, la plus grande partie de ces locomotives sont équipées de système de communication et de sécurité très évolué et possédant une puissance leur permettant de tracter les trains de phosphate considérés parmi les plus lourds au monde.

Tout ce qui a précédé nous montre que l'office suit une bonne gestion pour réaliser son objectif « c'est la vente de service ».

III/-Rôle des sections liées à la direction générale.

➤ Direction stratégie et développement:

Elle définit la stratégie de mise en œuvre des différentes ressources de l'ONCF et assure le progrès et le déroulement de ses projets d'investissement et d'exploitation.

➤ Inspection générale sécurité:

Elle permet la sécurité des réseaux en identifiant les risques inattendus et assiste à tous les grands axes d'amélioration de système de sécurité.

➤ Direction finances:

Elle permet de chercher la méthode de giration des ressources financières par la bonne gestion du trésorier, tout en prenant en compte les imprévus.

➤ Chargé de la communication:

Il cherche à définir la politique globale de la communication et d'image.

➤ Direction centrale affaires générales:

Elle facilite la tâche des directions opérationnelles : ressources humaines, juridique, moyens généraux et informatique.

➤ Direction centrale infrastructure et circulation:

Elle assure la mise à disposition optimale et en toute sécurité des infrastructures ferroviaires nécessaires à la réalisation des objectifs de vente fixés à la direction centrale activité.

➤ Direction centrale activité :

Elle a un rôle très important, en vente par le rôle de coordination entre le commercial et le producteur, en marketing par la définition de la stratégie commerciale et marketing de l'entreprise et en production par la gestion de matériel et son entretien.

IV/-Le réseau ferroviaire

L'Office National des Chemins de Fer (ONCF) est un établissement public à caractère industriel et commercial doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière, et placé sous la tutelle du Ministère du Transport et de la Marine Marchande.

L'ONCF qui emploie actuellement environ 9767 agents, gère et exploite un réseau de 1.907 Km de ligne, dont 1.537 Km à voie unique (80%) et 370 Km à double voie (20%). Ce réseau comporte également 528 Km de voie de service et 201 Km de ligne d'embranchements particuliers reliant diverses entreprises au réseau ferré national.

A noter que 53 % de la longueur totale du réseau, soit 1003 Km, est électrifiée à 3 000 Volt continu, alors que 904 Km sont exploités en traction Diesel.

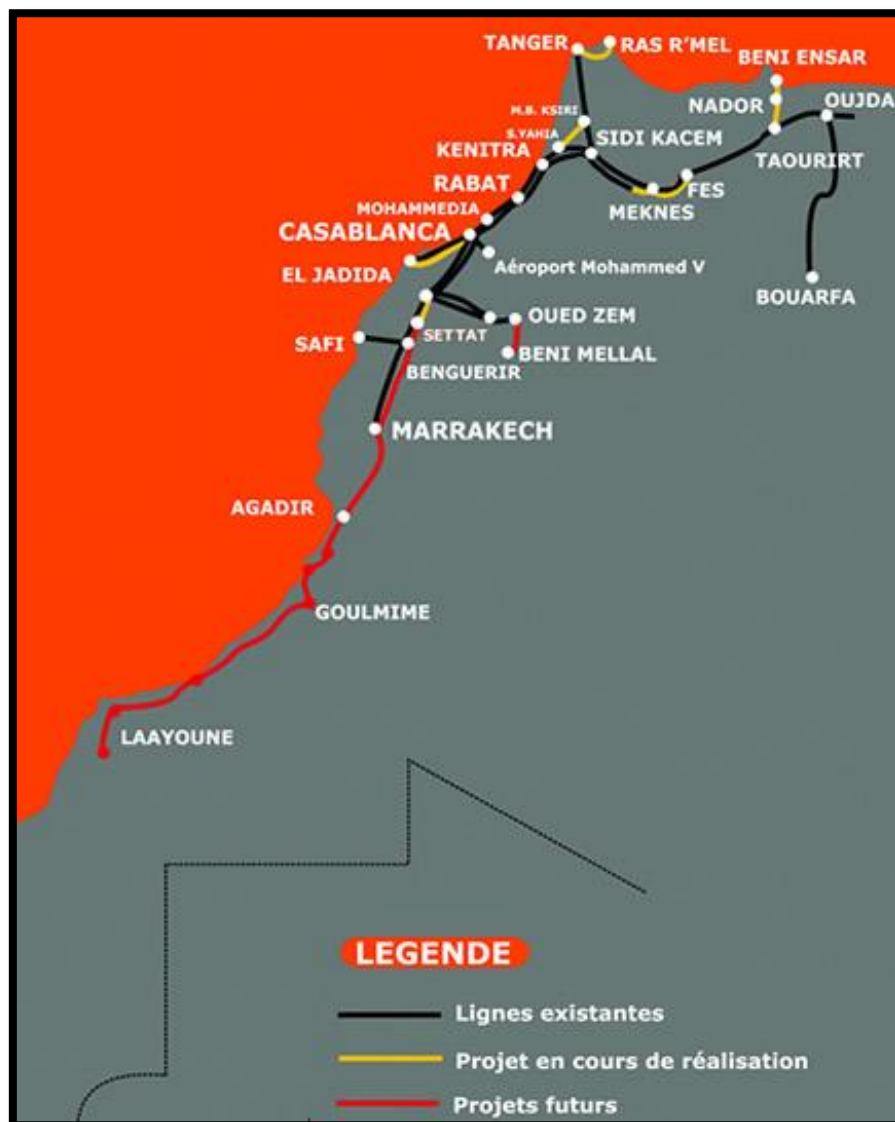


Figure 3 : L'ensemble des lignes ferroviaires de l'ONCF

CHAPITRE II: Etude du centre PAI

I/-Définition du centre PAI de type ASCV

Un poste d'aiguillage est un lieu qui rassemble les dispositifs nécessaires permettant de commander et de contrôler des équipements à la voie (signal, aiguille, autorisation ...).

Le PAI « Poste d'aiguillage informatique » de type ASCV est un ensemble d'appareillages pouvant s'adapter à des installations, de n'importe quelle dimension (petites, moyennes ou grandes gares), conçues pour la gestion et le contrôle en sécurité des équipements de signalisation.

Le poste d'aiguillage informatique est un système qui garantit aux circulations la sécurité totale tout en permettant la commande, le contrôle et les enclenchements des appareils de sécurité.

Exemples :

- Commande des itinéraires (disposition des aiguilles dans les positions voulues ainsi que les enclenchements qui s'y rapporte, ouverture des signaux ...).
- Enclenchements (Transit, sens, approche,...).
- Contrôle sur les écrans, les états des installations (aiguilles, signaux,...).
- Alarmes.

II/- Les éléments du centre PAI

Le centre PAI se compose essentiellement de 3 parties :

1- ASCV « les automates programmables »

1.1- l'ASCV (Figure 4):

L'ASCV « Automate programmable » est une machine électrique qui permet de collecter via ses interfaces d'entrée les informations en provenance des capteurs, des interfaces de dialogue et éventuellement d'autres automates, ensuite, il utilise ces informations pour piloter et surveiller en temps réel via ces interfaces de sortie les résultats. C'est vers cette dernière que va s'orienter notre travail en cas de panne avec changement des cartes de cette machine.



Figure 4 : Poste ASCV

1.2- La composition de l'ASCV

Le poste ASCV se compose des sous-systèmes qui sont constitués d'une ou plusieurs armoires. Ces armoires contiennent différentes unités qui sont constituées des modules comportant une ou plusieurs cartes (Table 1).

Ces armoires doivent être propres et sèches, en effet les armoires contenant les cartes électroniques sont climatisées et équipées d'un système de ventilation et aussi sont munies d'une haute protection contre l'humidité et la poussière.

Sous-système	Unité	Module	Carte	Rôle de chaque carte
S : système L : Logique E : d'enclenchement	U : unité	VCOM : communication vitale	-EHICOM N/R	-gestion des communications entre ULEN et ULER
		EVPD : régulateur et contrôleur de puissance	-EVPD	-habilité en sécurité intrinsèque, la puissance pour les sorties vitales
		NVIO : régulateur des fonctions non vitales	-ECPUI	-processeur assure toutes les opérations non vitales.
	-EHICOM DMS		-gestion des communications avec NO-PC.	
	-E32INP		-carte d'interface d'entrées non vitales.	
	-E32out		-carte d'interface de sorties non vitales.	
	Main : module principale	-ESYMOD	-détecte la synchronisation du système ULE N/R .	
		-EIONT	-interface reliant le bus du système ULE aux cartes entrées vitales .	
		-ECPUI3	-calcul et trie les données	
	E : d'enclenchement			

				entre les différentes modules -calcul des équations booléennes.	
	U :unité V :vitale I :input O :output	Recheck	-EIONT	-Interface de commande des cartes de sortie vitales.	
			VINP	-ECPU2 -EVIN16	-commande les sorties vitales. -carte d'interface d'entrées vitales .
				-EIOBUF	-interface entre EIONT du module main et les cartes EVIN16 .
		VOUT		-EIOBUF	-interface entre les cartes EIONT du module recheck et les cartes EDB016 et EOVCM .
				-EOVCM	-contrôle l'état des générateurs de puissance vitale .
				-EBD016	-carte d'interface de sorties vitales
SSW : sous-systèmes pour	UVPS : unité pour la commutation de la puissance vitale	VP(module puissance vitale)	-VP -ADVD	-détecte l'activité de la VP	
		AFM(commutation de la puissance vitale)	-AFM	-carte chargée de la commutation de	

commutation				l'alimentation des sorties vitales de la VPN à la VPS et vice versa
	UCS : unité pour la commutation de la communication	LSW : commute toutes les interfaces de communication vers l'ULE	-SUP-AL5	-carte de commutation de l'alimentation
			-ELH(4max)	-carte de commutation entre les canaux normaux et secours
	Modem		-SUP-AL15	-carte d'alimentation pour modem
			-CRS A2	-modem à fibre optique

Tableau 1: la composition du poste ASCV

Il y a d'autres sous-systèmes :

SAT : sous système pour interface de puissance et se compose de modules :

- ✚ MCL : module de commande et contrôle de feux.
- ✚ CPS : interface électronique pour le contrôle de deux contacts séparés.

1.3- Le fonctionnement de l'ASCV :

Le principe de fonctionnement de l'ASCV

- ✚ Phase1 : gestion du système.
- ✚ Phase2 : acquisition des entrées et écriture de leur valeur dans RAM.
- ✚ Phase3 : traitement des données : lecture du programme (situé dans la RAM programme) par l'unité de traitement, lecture des variables (RAM données), traitement et écriture des variables dans la RAM données.
- ✚ Phase 4 : Emission des ordres : lecture des variables de sorties dans la RAM données et transfert vers le module de sorties.

1.4- Les techniques de l'ASCV

L'ASCV utilise plusieurs techniques pour assurer une meilleure sécurité :

- ✓ **Circuit électronique de sécurité** : est un ensemble de composants électroniques interconnectés souvent à l'aide d'un circuit imprimé . C'est pour cela qu'un circuit électronique est souvent considéré comme une **boîte noire** comportant :
 - Des entrées pour l'alimentation,
 - Des variables entrées,
 - Des variables sorties.
- ✓ **La redondance matérielle** : La redondance consiste à disposer plusieurs exemplaires d'un même équipement ou d'un même processus ou de tout autre élément participant à une solution électronique, mécanique ou industrielle. Selon les circonstances elle est utile :
 1. pour augmenter la capacité totale ou les performances d'un système,
 2. pour réduire le risque de panne,
 3. pour combiner ces deux effets.

Le système principal est doté d'un système de secours automatique normal/réserve permettant la commutation automatique NORMAL/RESERVE ou RESERVE/NORMAL qui garantit la continuité de fonctionnement des équipements et offre des réserves de tous les éléments électroniques. Il est appelé redondance et qui consiste à disposer de plusieurs exemplaires d'un même équipement ou d'un même processus ou de tout autre élément participant à une solution électronique.

Et il existe pour le système ASCV trois types de redondance qui sont :

- ✓ **La redondance logicielle** : Duplication du logiciel ou d'une partie du logiciel (pour une ou plusieurs fonctions) :
 - Redondance d'échange pour contrôle de transmission de données,
 - Redondance de traitement avec contrôle de concordance du résultat.
- ✓ **La redondance des informations** : Duplication d'un élément essentiel au fonctionnement normal du système informatique, en vue de pallier la défaillance éventuelle de cet élément et d'assurer ainsi la continuité d'une fonction informatique vitale.
- ✓ **La redondance temporelle** : permet la commutation et la transition immédiate du fonctionnement du poste normal au poste réserve et vice versa.

2- L'alimentation

La disponibilité du système est obligatoire donc il faut assurer une alimentation permanente « sans interruption » et pour atteindre cet objectif l'ONCF assure son alimentation à partir de 3 sources :

2.1 Secteur RADEEF

RADEEF est dotée d'un transformateur qui alimente les installations d'éclairage et aussi celles de signalisation. Il assure l'alimentation en électricité de tous les équipements et installations électriques de la gare. Il existe deux arrivées du secteur RADEEF, une normale et une autre secours de 22000V, et Deux transformateurs abaisseurs 22000V/380V.



Figure 5 : Secteur 22000 V



Figure 6: Transformateur triphasé

2.2 Groupe électrogène

L'alimentation 220 V, entre phase et neutre, est gérée par l'armoire électrique qui distribue l'électricité à tous les équipements de la station. Il y a aussi un groupe électrogène avec une puissance de 31.3 kVA, qui représente l'alimentation de secours et qui se démarre automatiquement après 15s de la coupure d'électricité.



Figure 7: Groupe électrogène

2.3 Batterie

En cas de défaillance des deux sources (RADEF, groupe électrogène), une batterie d'accumulateur 400V est utilisée à travers une armoire appelée ASI (Alimentation Sans Interruption).

a) ASI Alimentation sans interruption

Les alimentations sans interruption (ASI) sont des interfaces entre le réseau électrique et des charges alternatives sensibles. Il permet de résoudre une multitude de problèmes tels que la protection contre les coupures d'alimentations et d'autres phénomènes entraînant une mauvaise qualité de l'alimentation, tels que les microcoupures, les surtensions, les variations de fréquence et de tension, les harmoniques et les papillotements.



Figure 8: *Alimentation Sans Interruption ASI de l'ONCF*

b) Fonctionnement de l'ASI :

L'ASI (figure 9) alimente l'installation à partir du Secteur RADEEF en cas de coupure de courant, cette source est remplacée par le groupe électrogène. Pendant l'utilisation du Secteur ou du groupe électrogène, l'ASI permet de charger la batterie de secours, qui en cas de la non disponibilité des deux sources, prendra le relais.

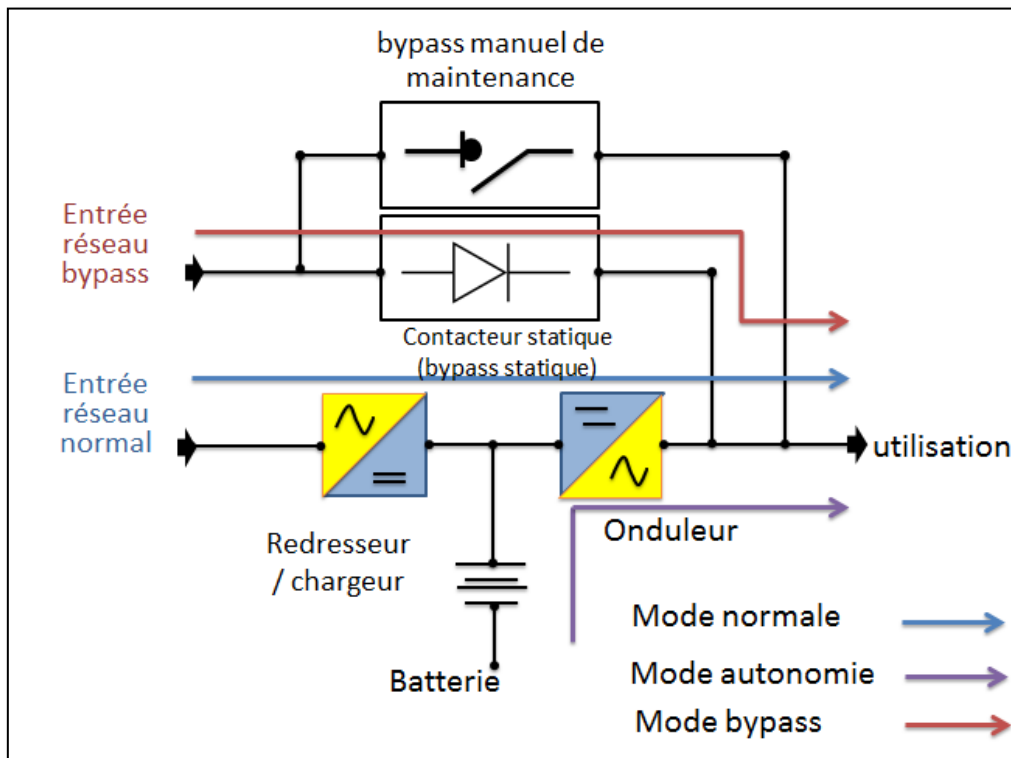


Figure 9 : fonctionnement de l'ASI

Les normes définissent les modes de fonctionnement suivants :

➤ **mode normal:**

La puissance fournie à la charge transite par la chaîne convertisseur/chargeur - onduleur qui réalise une double conversion alternatif — continu - alternatif, d'où la dénomination utilisée.

➤ **mode autonomie:**

Lorsque la tension alternative du réseau d'entrée est hors des tolérances spécifiées de l'ASI ou en cas de défaillance de ce réseau, l'onduleur et la batterie assurent la permanence de l'alimentation de la charge. L'ASI continue à fonctionner sur batterie pendant la durée d'autonomie ou suivant le cas, jusqu'à ce que le réseau revienne dans les tolérances spécifiées, ce qui entraîne le retour au mode normal.

➤ **mode bypass :**

Ce type d'ASI comporte en général un bypass statique, le plus souvent appelé contacteur statique.

L'alimentation de la charge peut alors être transférée sans coupure sur l'entrée bypass (entrée 2) via le bypass dans les cas suivants :

- Défaillance de l'ASI,
- Courant transitoire de charge (courant d'appel ou d'élimination de défaut), surcharges.
- Fin d'autonomie de batterie.

Toutefois l'adjonction d'un bypass suppose des fréquences d'entrée et de sortie identiques et, si les niveaux de tension sont différents, un transformateur de bypass doit être prévu.

L'ASI est synchronisé avec le réseau d'alimentation du bypass afin de pouvoir assurer un transfert sans coupure de l'onduleur vers ce réseau.

Note : une autre voie, appelée bypass de maintenance, est prévue pour pouvoir réaliser la maintenance. Sa fermeture est réalisée par un interrupteur manuel.

3- Equipements de la voie.

C'est un ensemble des installations en compagnie qui sont directement implantées à la voie (connexion inductive, pédale, aiguille, signale, ATS....). Sur le terrain il existe plusieurs équipements parmi lesquels je cite:

3.1 L'aiguille :

C'est un élément de la voie ferrée qui permet d'assurer le support et le guidage du train sur un itinéraire. Elle peut être commandée électriquement depuis l'ASCV ou manuellement à pied d'œuvre sur le terrain par une personne habilitée.



Figure 10 : *Aiguille à commande électrique*



Figure 11: *Aiguille à commande manuelle*

Les enclenchements des aiguilles permettent l'immobilisation des organes de commande des aiguilles une fois que la circulation est enclenchée entre le signal et l'aiguille intéressée.

Enclenchement d'aiguilles par zone isolée :

Lorsque le train entre dans une zone, l'enclenchement de l'aiguille ne peut s'effectuer qu'à partir de la zone à laquelle appartient cette aiguille. Et cela pour empêcher le déraillement des trains.

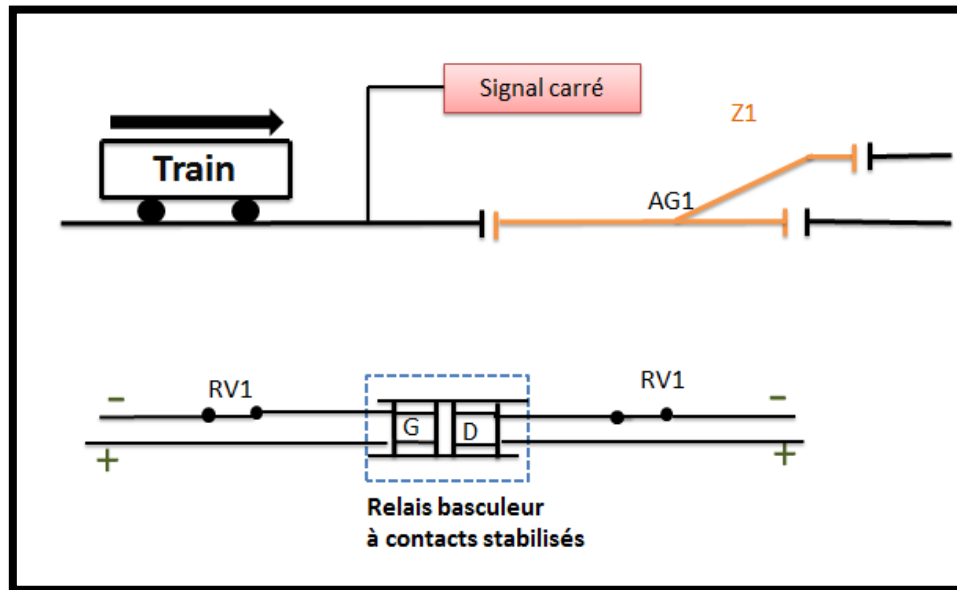


Figure 12 : Schéma de commande d'aiguille par zone

3.2 La pédale :

C'est un dispositif qui détecte le passage d'un train. IL y'a deux types de pédales : la pédale électromécanique et la pédale électronique. Et parmi les utilisations de la pédale on trouve :

Fermeture Automatique

La fermeture automatique (FA) limite à une seule circulation l'autorisation de passage accordée par l'ouverture d'un signal. Elle impose à l'aiguilleur de commander le signal à la fermeture avant d'avoir la possibilité d'effectuer une nouvelle ouverture.

La F.A. peut être réalisée : par la pédale électromécanique ou par la pédale électronique.

La pédale électromécanique:



Figure 13 : *pédale électromécanique*

La pédale électromécanique n'est pas efficace en cas de rupture du bras de pédale, par ailleurs une action intempestive sur celui-ci peut amener la fermeture d'un signal juste devant une circulation. La pédale est installée de 12 à 18m en aval du signal

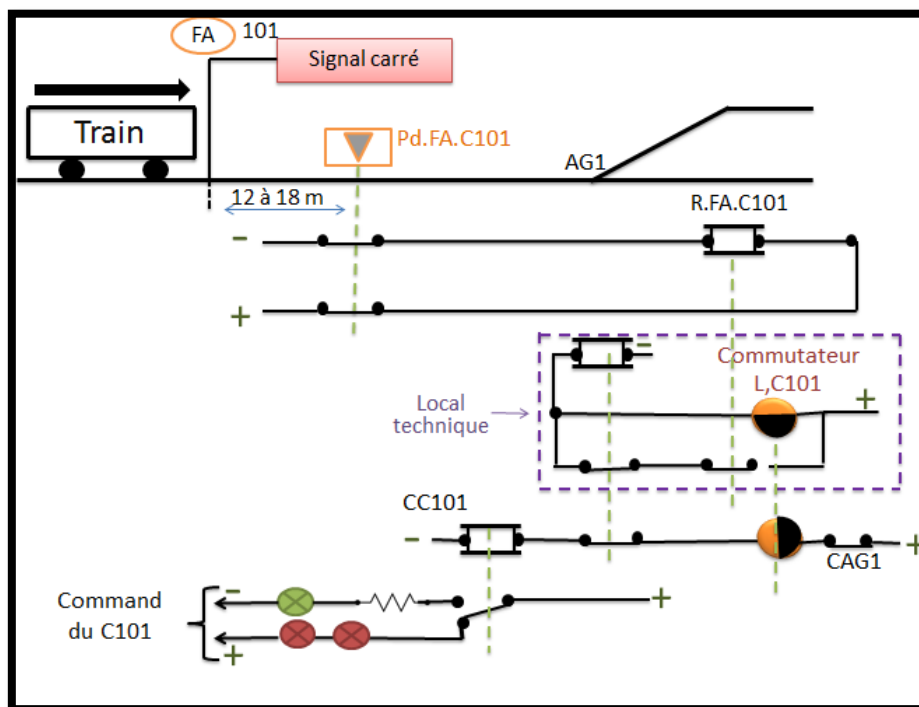


Figure 14: *Pédale électromécanique avec relais au poste*

Par pédale électronique :

Les pédales électroniques assurent les mêmes fonctions que les détecteurs électromécaniques. Elles sont utilisées dans les cas suivants :

- Zones enneigées,
- Protection vis-à-vis des fonctionnements intempestifs causés par des tiers (actes de malveillance),

Les différents types des pédales électroniques

- **à information négative** : le passage d'une roue sur les détecteurs se traduit par la désexcitation du relais. Ce type de pédale est utilisé principalement pour déclencher une annonce à un PN (Passage à niveau)
- **à information positive** : le passage d'une roue sur les détecteurs se traduit par l'excitation du relais. Ce type de pédale est utilisé, par exemple, pour provoquer une destruction d'itinéraire, une annulation d'annonce.

De plus, pour les pédales électroniques à information positive, l'information peut être donnée :

1. quel que soit le sens de circulation : la pédale est dite simple,
2. dans un sens de circulation : la pédale est dite orientée.

Note : Les pédales électroniques négatives sont toujours orientées.

Constitution d'une Installation de pédale électronique :

Une installation de pédale électronique comprend :

1 - un ensemble à la voie constitué de : deux détecteurs D50 et D39 placés à l'intérieur de voie et disposés pour être influencés par le boudin des roues. Le détecteur, D39 ou D50, ne comprend que la tête de lecture sensible au passage des roues. Il est fixé au rail par l'intermédiaire d'une platine d'un support de deux boîtes de jonction BJ50 et BJ39 contenant l'électronique détecteur. Elles sont installées dans une boîte SVM-S.

2 - un bloc de traitement des informations dont le rôle est d'analyser et de traiter les informations très brèves données par les détecteurs.

3 -un relais associé au bloc de traitement dont la position caractérise la présence ou l'absence de circulation au droit des détecteurs.

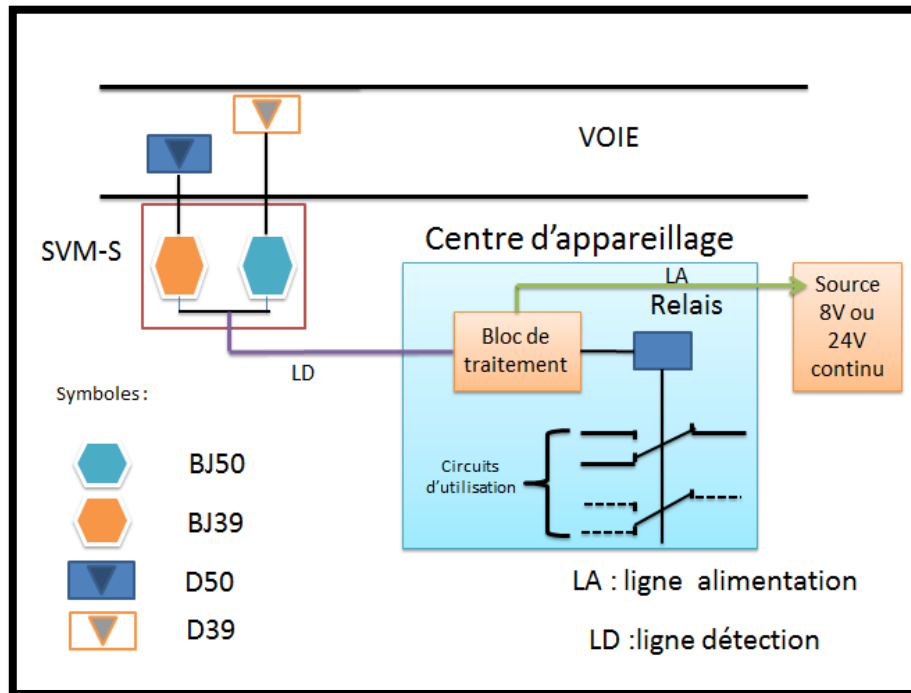


Figure 15 : Schéma de la pédale électronique

3.3 La connexion inductive (CI) :

Son rôle consiste à séparer le courant de traction et le courant de signalisation, et assure le bon fonctionnement des deux circuits.

Fonctionnement d'une CI:

La CI comprend un enroulement barre de forte section connecté à chaque file de rail et un enroulement en fil fin. L'enroulement fil fin est bobiné sur le même circuit magnétique que l'enroulement barre pour constituer avec celui-ci un transformateur.

- La CI fonctionne en transformateur vis-à-vis du courant du signalisation (primaire /secondaire)
- Le courant de retour de traction de l'enroulement barre n'influe pas sur l'enroulement fil fin (les flux causés par les courants de traction I1 et I2 s'annulent mutuellement)

L'enroulement fil fin peut servir à accorder la CI à la fréquence du CdV et à émettre ou recevoir le signal de celui-ci.

Le courant de retour traction I se divise en deux courants sensiblement égaux à $I/2$ qui se propagent dans chacune des files de rails et traversent en sens opposés les demi-enroulements de chaque CI.

Le courant de retour traction continu franchit, sans chute de tension appréciable, les joints isolants par les points milieux des CI (liaison).

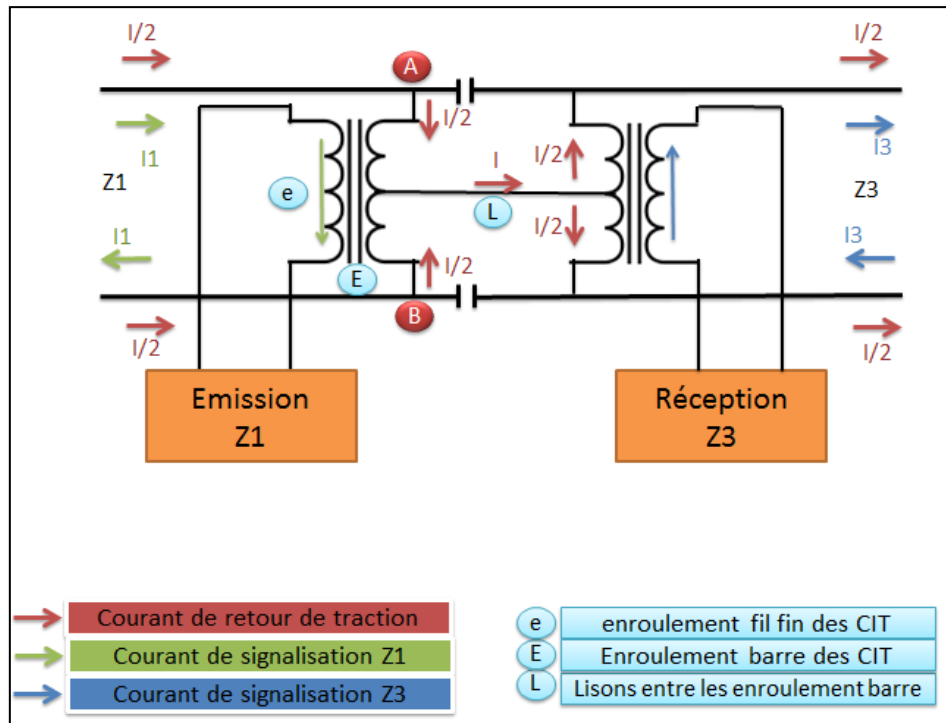


Figure 16: Schéma de la connexion inductive

III/-Le fonctionnement du centre PAI

IL reçoit des informations sur les états des équipements à la voie, les traite, suivant un programme prédéfini, utilise les résultats

- ✓ Vers le N0-PC pour visualiser les états des équipements à la voie.
- ✓ Vers le terrain : pour commander certaines installations.
- ✓ Le N0-PC : interface homme-machine, assure la commande et permet de visualiser le tracé de la gare et signale les installations en dérangement

IV/-Les objectifs du centre PAI

- ✓ Offrir un haut niveau de sécurité démontable par critères mathématiques logiques ;
- ✓ Adaptation facile à n'importe quelle logique d'application ;
- ✓ La souplesse dans l'exploitation des installations ;
- ✓ Optimiser l'intervention humaine pour améliorer le quotidien des voyageurs et éviter les risques d'incidents ;
- ✓ Une technologie plus performante qui permet d'améliorer la régularité, la sécurité pour une meilleure qualité de service.

CHAPITRE III: Etude comparative entre PAI et PRS

I/- Le PRS (Poste tout relais a transit souple)

1- Définition :

C'est l'ancienne technologie, c'est un poste d'aiguillage, son fonctionnement repose sur une technologie à base de relais. Il est entièrement électromécanique donc tous les équipements du terrain sont commandés globalement par une simple action sur un bouton poussoir

Les phases de fonctionnement: la commande de l'itinéraire – la préparation - l'enclenchement et la formation de l'itinéraire puis le contrôle et la destruction de l'itinéraire.



Figure 17 : *Tableau de Commande et de Contrôle (TCC)*

Le **P**oste tout **R**elais à transit **S**ouple, **PRS** est un type de poste d'aiguillage français. Ce type de poste a été le poste de référence pendant près de 35 ans sur le réseau ferroviaire français. Son fonctionnement repose sur une technologie à base de relais essentiellement. Son coût est aujourd'hui supérieur à celui des autres types de postes et il ne possède pas les

fonctionnalités spécifiques des postes informatiques (programmation des circulations, gestion des protections, modularité d'exploitation).

2- Les phases de fonctionnement

Par exemple l'itinéraire Cv106/C112 initialement en gris, avant la réception du train le chef de sécurité trace l'itinéraire, le tracé devient jaune (transit 521 pair, transit 518 pair, transit 516 pair chutent) au fur et à mesure de l'avancement du train, comme nous le remarquons à la zone 520, les zones deviennent successivement au rouge et après le dégagement des zones nous revenons à la trace initiale : la couleur grise (la destruction automatique).

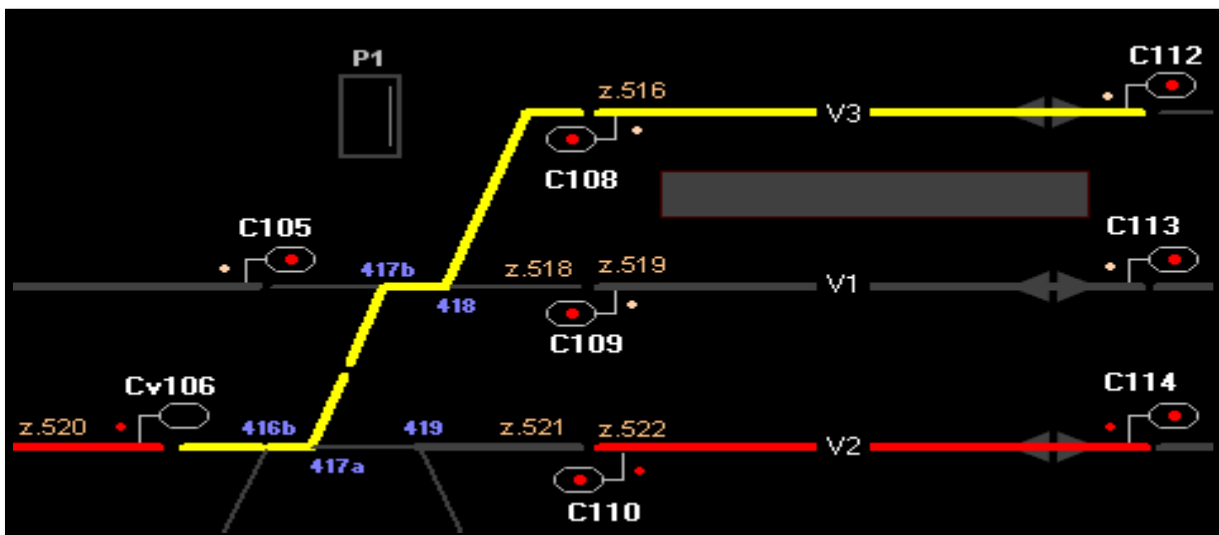


Figure 18 : Exemple de tracé des itinéraires



Figure 19 : Poste tout Relais à transit Souple

3- Principe de fonctionnement

Avec ce type de poste, les commandes d'un itinéraire ou l'accord d'une autorisation s'effectue par une action sur un bouton poussoir d'itinéraire ou d'autorisation (geste unique). Des commutateurs complètent les commandes d'itinéraires et réalisent d'autres commandes nécessaires à l'exploitation du poste. Ces boutons de commande et commutateurs peuvent être implantés sur le tableau de contrôle optique (TCO), sous les contrôles, ou sur une table de commande spécifique disposée face au TCO.

L'action sur un seul bouton permet d'obtenir, si toutes les conditions de sécurité du passage sont réalisées, l'établissement d'un itinéraire, avec ouverture du signal commandant le passage du train, et ce quel que soit le nombre d'appareils de voie dont il faut modifier la position pour la création du passage.

4- Gestion des itinéraires :

Il présente également l'avantage de réaliser automatiquement la *destruction* de l'itinéraire. Cette destruction intervient sans action de l'aiguilleur dès le dégagement de cet itinéraire par la circulation qui devait le franchir : dès que le train a quitté le tronçon sur lequel il devait passer, le PRS annule le passage et le rend à nouveau disponible pour un autre mouvement.

De plus, ce poste permet aussi à l'aiguilleur de mettre en mémoire un itinéraire incompatible avec un itinéraire déjà établi, l'itinéraire enregistré en mémoire, celui par défaut, s'établira alors automatiquement dès lors que la destruction automatique de l'itinéraire précédent se sera réalisée après le passage du train.

Le poste peut aussi comporter certains itinéraires qui peuvent être commandés en tracé permanent par l'aiguilleur, les itinéraires en question restent alors établis pour un nombre quelconque de circulations jusqu'au changement de situation décidée par l'aiguilleur, comme par exemple sur les sections en pleine ligne, où les aiguilles ne servent qu'à des manœuvres occasionnelles.

Le poste PRS apporte à l'exploitation de la zone qu'il gère une souplesse qui marque nettement la différence avec une zone gérée par un poste d'aiguillage à leviers individuels.

En effet, sur ces zones, l'aiguilleur est amené à manœuvrer les uns après les autres un nombre important de leviers, tant pour l'établissement des passages que pour leur destruction.



Figure 20 : *Salle de contrôle PRS*

5- Regroupement d'itinéraires

Les postes PRS présentent, en outre, l'avantage de pouvoir concentrer en un seul point de commande un nombre important d'itinéraires (jusqu'à plusieurs centaines). Ces itinéraires peuvent être ceux d'une même zone dense ou ceux de zones géographiquement très éloignées. Ces PRS sont alors télécommandés. Dans ce cas, selon leur mode de réalisation technique, ils peuvent comporter ou non une commande locale utilisable en cas de dérangement de la télécommande.

Leur câblage, personnalisé au plan de voie de la zone qu'ils contrôlent, fait qu'ils ont un prix de revient jugé trop élevé et fait qu'ils se prêtent difficilement à une évolution du plan de voie. Ils ne sont plus installés.

II/- comparaison entre les 2 technologies :

1- l'ancienne technologie à base de relais :

Les enclenchements, essentiellement électriques, agissent directement sur le circuit de commande de l'appareil ou de l'itinéraire. Le poste « tout relais » comporte très souvent des points de manœuvre en campagne où il est fait usage d'enclenchements mécaniques.

2- La nouvelle technologie est à base de l'ASCV

Dans les postes où la sécurité est obtenue par une logique de commande et de contrôle entièrement informatique, par exemple poste de type PAI, les enclenchements mis en place, qui restent de même nature que dans les autres postes et qui couvrent les mêmes risques, sont réalisés par des systèmes informatiques redondants.

Conclusion

Au cours de la période de mon stage à l'ONCF de Fès, je me suis intéressé à la maintenance des installations de signalisation électriques de sécurité.

J'ai découvert un vaste domaine qui permet la circulation des trains en toute sécurité tout en assurant leurs régularités. Vu l'importance de la signalisation dans le domaine ferroviaire, les responsables de l'ONCF accordent beaucoup d'importance à cette partie de service.

En dernier lieu, il est à souligner que ceci fut un projet consistant, mais aussi une expérience enrichissante sur tous les plans : technique, idéologique, méthodologique, et humain.

La signalisation ferroviaire est un domaine riche, fortement sécurisé qui mérite des recherches plus approfondies.

BIBLIOGRAPHIE

- <http://www.oncf.ma>
- <http://www.sncf.com>
- <http://fr.wikipedia.org>
- www.alstom.com/fr/microsites/transport/