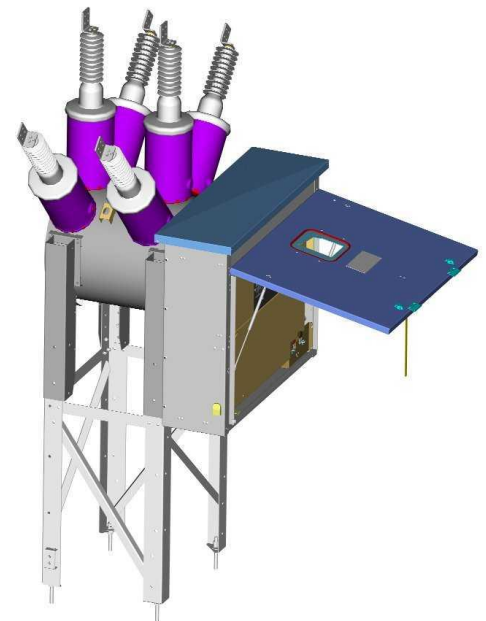


**DOCUMENTATIONS TECHNIQUE POUR LES
PRODUITS DE LA GAMME APPAREILLAGE
AERIENS DE DISTRIBUTION ELECTRIQUE
MOYENNE TENSION**



TRANSMISSION & DISTRIBUTION
Appareillages de distribution





SOMMAIRE

Sommaire	Page :	2
Avant propos		3
Introduction		4
1. Le groupe Alstom		5
1.1 Présentation du groupe		5
1.2 Présentation du secteur T&D		7
1.3 Présentation du site de Montpellier		8
2. Présentation générale d'un Recloser		10
2.1 Introduction		10
2.2 Le principe de fonctionnement		11
2.2.1 Fonctionnement		11
2.2.2 Conception		14
2.2.3 Contraintes d'utilisation d'un Recloser		15
2.3 Exploitation		16
2.3.1 Schéma d'installation sur site		16
2.3.2 Caractéristiques techniques du VPR		17
2.3.3 Relais de protection communiquant SEL-351		18
3. Contexte du projet et objectifs		20
3.1 Mise en situation		20
3.2 Les différents produits « Top-Line »		22
3.3 Déroulement du stage		23
3.4 Exploitation des manuels techniques		24
Conclusion		26
Annexes		27
Lexique		I
Bibliographie		II
Planning		III
Manuels d'exploitations (disponible à la soutenance de stage)		IV

Table des illustrations :

Figure 1 : Employés par région	5
Figure 2 : Implantation mondiale	5
Figure 3 : Quelques chiffres de Mars 2003	7
Figure 4 : Illustration séquence 1	11
Figure 5 : Illustration séquence 2	12
Figure 6 : Exemple de paramétrage entre deux Reclosers.....	12
Figure 7 : Réseau traditionnel	13
Figure 8 : Réseau protégé avec des Reclosers.....	13
Figure 9 : Synoptique d'un Recloser	14
Figure 10 : Installation sur site du VPR	16
Figure 11: La cuve du VPR.....	17
Figure 12 : Le relais SEL-351R dans son coffret.....	18
Figure 13 : Le coffret ouvert.....	18
Figure 14 : Le panel du relais	18
Figure 15 : Le VPR sur un poteau	22
Figure 16 : Le VOX en scanner.....	22
Figure 17 : Le PTS (avec parafoudre) et son coffret.....	22



AVANT-PROPOS

Durant ma formation à l'université de Montpellier, j'ai eu la chance d'effectuer un stage en entreprise de 12 semaines. Le centre de production de Alstom à Montpellier m'a accueilli dans son service commercial et celui de recherche et développement.

Le groupe Alstom, leader mondial sur les marchés des infrastructures pour l'énergie et le transport, conçoit des systèmes assurant une distribution électrique de qualité quel que soit l'environnement. Mon travail a porté sur la réalisation de manuels d'exploitation pour l'installation, la mise en service et la maintenance de ces systèmes.

Les difficultés rencontrées résident dans la technique utilisé pour minimiser la maintenance sur le site d'installation ; c'est à dire ; couvrir les domaines de l'électrotechnique à la télécommunication en passant par l'automatisme. En revanche, des manuels existants m'ont permis de comprendre le type de travail à accomplir.

Je tiens à remercier l'ensemble des membres du personnel de l'équipe Alstom STS et DRC pour la sympathie qu'ils m'ont témoignée lors de mon stage. Je remercie plus particulièrement M. Jean-Pierre Betoliere, Directeur de département et M. Xavier-Franck Braud, responsable de mon stage. Un merci aussi à Denis Grelier, Joël Duverger, André Bieri, Frédéric Georges, Laurent Fabre, Mathieu Joer et Audren Deruyter.



INTRODUCTION

Alstom fabrique et assure la maintenance des produits et des systèmes de haute technologie pour les marchés mondiaux des infrastructures de l'énergie et du transport. L'usine d'Alstom dispose de systèmes pour automatiser la distribution rurale et suburbaine de l'énergie électrique.

La mission confiée a consisté en la préparation et la réalisation des documentations techniques contractuelles pour les produits aériens de la gamme appareillage de distribution électrique moyenne tension, à destination des clients de l'entreprise Alstom.

Cette mission suppose la révision des manuels techniques (technical Handbook) existants en utilisant l'anglais comme langue de référence, en intégrant les mises à jour de fonctionnement par paramétrage qui ont été effectuée depuis l'édition de la dernière notice.

Notamment les appareils : disjoncteur à ré-enclenchement automatique « Recloser » accompagnés de leur boîtier de contrôle, le tout étant installé en extérieur sur des poteaux en bois ou en béton.

Ces appareils s'appellent : « Recloser » (pour disjoncteur ré-enclenchables) ou VPR, ils fonctionnent sur le principe des disjoncteurs mais a réenclenchements automatiques.

Le travail à réaliser passe par un apprentissage du fonctionnement général des disjoncteurs automatisés en moyenne tension.



1. LE GROUPE ALSTOM

Alstom T&D SA
SA au capital de 72 400 000€
Siège social: 25, avenue Kléber
75116 Paris

1.1 PRESENTATION DU GROUPE

ALSTOM est présente dans la production, la transmission et distribution et la conversion d'énergie; et dans le domaine du transport au travers de ses secteurs Transport et Marine. Le chiffre d'affaires d'ALSTOM est de plus de 23 milliards d'Euros, avec un effectif de 118 000 personnes dans plus de 70 pays. Un carnet de commandes de 36 milliards d'Euros. Un budget de R&D de 575 millions d'Euros. La Compagnie est cotée à Paris, Londres et New York.

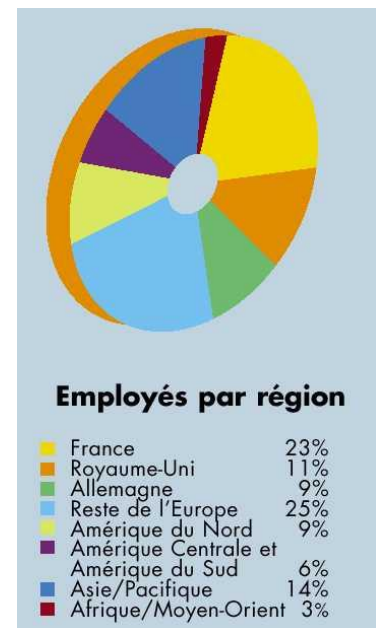


Figure 1 : Employés par région



Figure 2 : Implantation mondiale



Le groupe Alstom est divisé en six secteurs:

Le secteur **ENERGIE** :

18% de part de marché au niveau mondial

10 milliards d'euros de chiffre d'affaires, 58 000 employés

N°1 pour les centrales électriques clés en main, les services, les turbines à vapeur, les turbines hydrauliques, les alternateurs et les chaudières



Le secteur **TRANSMISSION & DISTRIBUTION** :

14,5% de part de marché au niveau mondial

2,5 milliards d'euros de chiffre d'affaires, 22 000 employés

N°1 pour l'appareillage blindé et les systèmes de protection et de contrôle



Le secteur **TRANSPORT** :

16% de part de marché au niveau mondial

3,5 milliards d'euros de chiffre d'affaires, 27 000 employés

N° 1 mondial pour les métros, les TGV, les automotrices électriques, les trains à deux niveaux, et les chaînes de traction



Le secteur **MARINE** :

32% de part de marché au niveau mondial

830 millions d'euros de chiffre d'affaires, 4 200 employés



Le secteur **ENTREPRISE (contracting)**:

Premier réseau européen de services de proximité

Plus de **200** agences dans le monde pour un chiffre d'affaires de 2,3 milliards d'euros et 23 000 employés



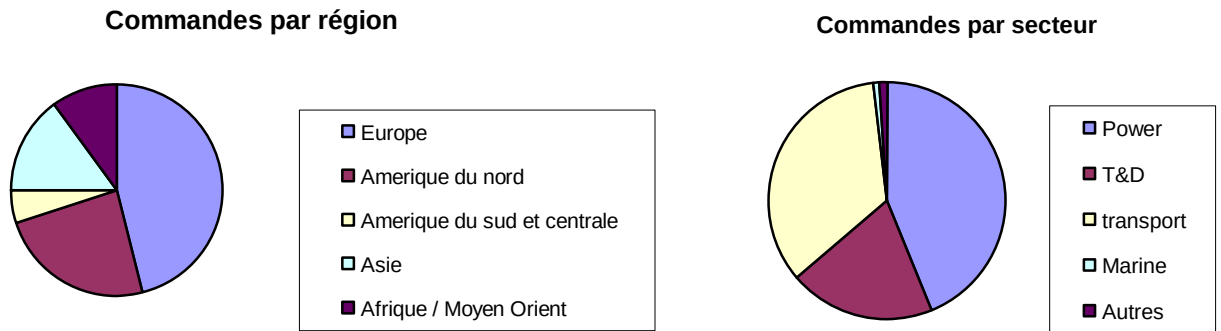


Figure 3 : Quelques chiffres de Mars 2003

1.2 PRESENTATION DU SECTEUR T&D

Le secteur **Transmission & Distribution** fournit une gamme complète d'équipements, de systèmes et de services pour le transport et la distribution d'énergie électrique, de la centrale à l'utilisateur final.

Cette activité est divisée en cinq groupes:

Groupe Transmission d'énergie:

54 unités, plus de 9000 employés

Equipements haute tension (HT), transformateurs de puissance, transformateurs de mesure HT, systèmes...



Groupe Distribution d'énergie:

44 unités, plus de 9000 employés

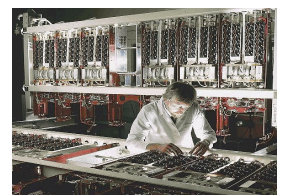
Equipements moyenne et basse tension (MT/BT), transformateurs de distribution, composants MT, sources d'énergie autonomes, systèmes...



Groupe Protection, Contrôle et Supervision des systèmes:

18 unités, plus de 3000 employés

Relais de protection, instrumentation, surveillance-qualimétrie, systèmes de contrôle commande, calculateurs de poste...



**Groupe Planification de réseaux:**

Conseil et assistance pour la création et l'extension des réseaux électriques.

**Groupe Exploitation et maintenance de réseaux:**

Maintenance globale, gestion des installations et services aux exploitants de réseaux.

**1.3 PRESENTATION DU SITE DE MONTPELLIER**

Alstom Montpellier
1340 rue de Pinville
34965 Montpellier
tél 04 67 02 95 70

La société Alstom T&D Appareillages monte des ensembles électromécaniques et fabrique des composants destinés aux matériels de distribution d'énergie moyenne tension.

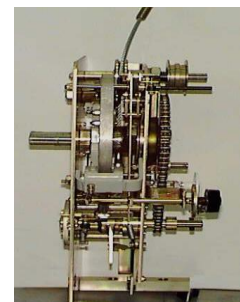
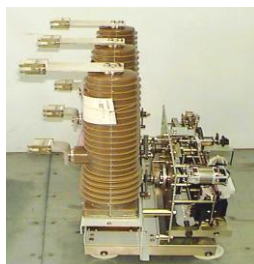
Le site basé à Montpellier abrite 2 unités :

- Une unité de production : Appareillages de distribution (STS)
- Une unité de Recherche et Développement (DRC)

L'unité de recherche et développement, qui compte 37 personnes (effectif en avril 2001)

L'unité de production, qui compte 120 personnes, comprend 5 activités :

- **Disjoncteurs moyenne tension** : assemblage des disjoncteurs SF6 (disjoncteur à coupure dans l'hexafluorure de soufre) et des disjoncteurs à vide (disjoncteur à coupure dans le vide).





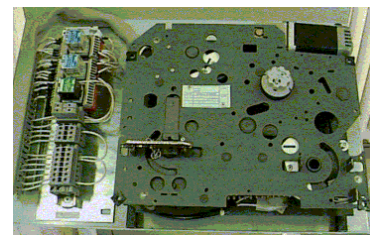
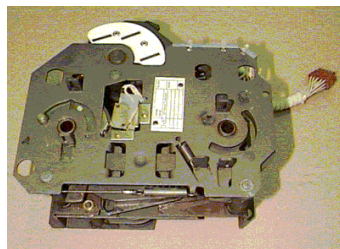
- **Fusibles moyenne tension** : fabrication de fusibles de protection pour les réseaux et appareillages électriques de moyenne tension.



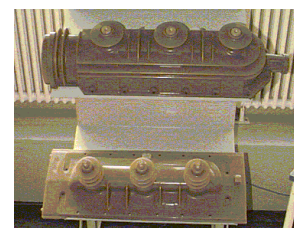
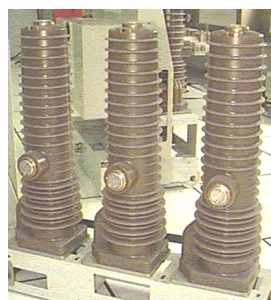
- **Cellules 7.2 kV et 12.5 kV** : destinées à l'éclairage public et aux démarrages moteurs.



- **Organes de manœuvre**: fabrication de pièces mécaniques notamment pour des sectionneurs moyenne tension.



- **Moulage en résine époxy** : cette activité, basée à St Mathieu de Trévières, fabrique des pièces en résine Epoxy destinées à l'appareillage moyenne tension.



- Depuis l'été 2002, l'usine de Montpellier a intégré dans sa production, les appareils de la gamme « Top-line », c'est à dire les appareils extérieurs (haut de poteau) utilisant des cuves soudées à vie, avec une coupure dans le vide et avec un gaz isolation (SF6). Ces appareils sont construits de manière à minimiser la maintenance sur site par l'intermédiaire d'une gestion à distance. Une présentation de ces appareils est faite dans le chapitre suivant.



2. PRESENTATION GENERALE D'UN « RECLOSER¹ »

**Etant donné le travail à réaliser, j'ai étudié le fonctionnement et les spécifications des disjoncteurs moyenne tension utilisant une coupure dans le vide et avec un gaz isolant comme le SF6.
Une présentation des disjoncteurs réenclencheurs et de leur fonctionnement général est faite ci dessous**

2.1 INTRODUCTION

Concept général du produit :

Le système est destiné à assurer une meilleure fiabilité du réseau de distribution tout en améliorant la qualité du service.

Besoins principaux pour lequel il est conçu

Les usines modernes et les bureaux dépendent de plus en plus des équipements informatiques. De tels équipements, ainsi que les machines de production ont besoin d'une alimentation électrique permanente. Une coupure longue du réseau de distribution de cette dernière peut entraîner des conséquences graves comme la perte de temps sur la production et sur les travaux de bureaux, entraînant un chômage technique des employés.

Lorsque la puissance électrique est produite, elle est sans perturbations et stable, mais au cours de la transmission et de la distribution, elle est soumise à tout un ensemble d'influences néfastes : perturbations atmosphériques (orages, foudres) ou perturbations plus classique (oiseaux, branches d'arbres, débris portés par le vent...). Tout ceci fait peser des risques plus ou moins importants sur l'assurance d'une bonne distribution de l'électricité.

Ces problèmes peuvent être en partie surmontés en remplaçant les disjoncteurs traditionnels par des disjoncteurs réenclencheurs. Ainsi le Recloser assure à la fois une délimitation de la zone défectueuse et une garantie de fonctionnement pour les autres utilisateurs :

Pourquoi utiliser un disjoncteur réenclencheur ou Recloser ?

- Augmenter la fiabilité du réseau
- Réduire la durée des interruptions de service et le nombre d'abonnés affectés
- Localiser l'organe de protection au plus près du défaut
- Améliorer la qualité du service
- Contrôler le réseau à distance
- Eliminer le besoin de maintenance des appareils de coupure

¹ Recloser : pour disjoncteur réenclencheur



2.2 LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le premier objectif d'un Recloser est d'optimiser la distribution d'électricité, protéger les utilisateurs sensibles aux coupures électriques prolongées qui pourraient compromettre le fonctionnement de leurs travail

2.2.1 FONCTIONNEMENT

Si un défaut se présence sur la ligne de distribution électrique (Orages/foudres ; oiseaux ;débris portés par le vent ; branches d'arbres...) le recloser coupe la ligne, attend un temps préprogrammé, puis ré-enclenche la ligne. Ces 3 étapes (cycles d'Ouverture/Fermeture : « O/F ») sont répétées de 1 à 4 fois suivant les protections enclenchées sur le boîtier de contrôle.

- Si le(s) défaut(s) est éliminé, pendant ces cycles d'O/F, alors le recloser arrête les cycles en laissant la ligne fermé et attendant une nouvelle commande...(voir Figure 4).

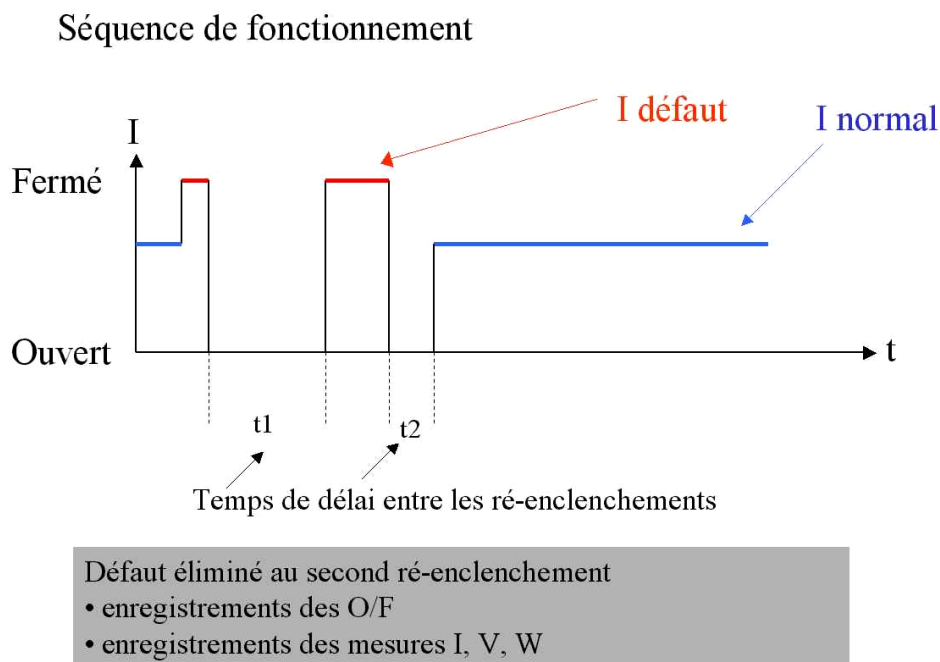
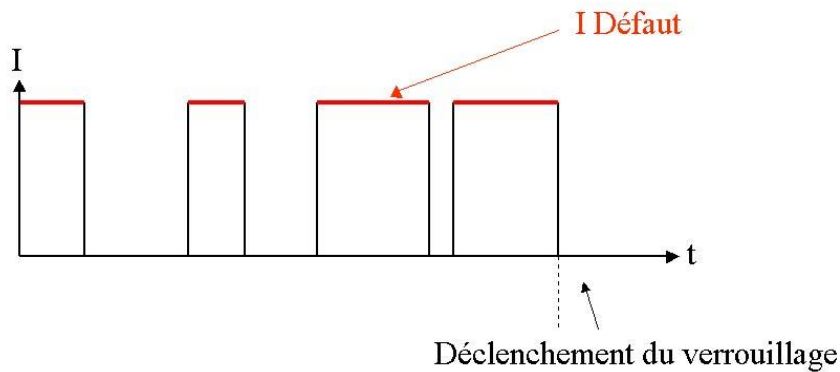


Figure 4 : Illustration séquence 1



- Si le(s) défaut(s) n'est pas éliminé, pendant ces cycles d'O/F, alors le recloser arrête les cycles en laissant la ligne ouverte et en position de verrouillage « lockout » et attend une intervention humaine (maintenance) sur place ou à distance (voir Figure 5).



Après la 3eme re-fermeture, le boîtier de contrôle arrête de ré-enclencher automatiquement :

- Le défaut n'est pas fugitif
- Le défaut est permanent

Figure 5 : Illustration séquence 2

Des courbes de protection normalisées (CEI et ANSI) de protection sont préprogrammées dans le coffret de commande. Ces dernières permettent de laisser un temps suffisant pour que le fusible, au plus proche du défaut, fonde.

Ainsi le recloser permet au défaut d'être détecté par le fusible en amont pour ainsi se remettre en marche et assurer les secteurs à alimenter en priorité (voir Figure 6).

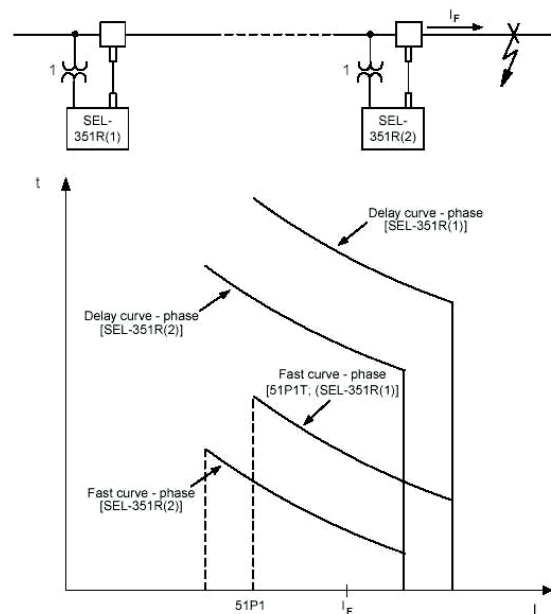


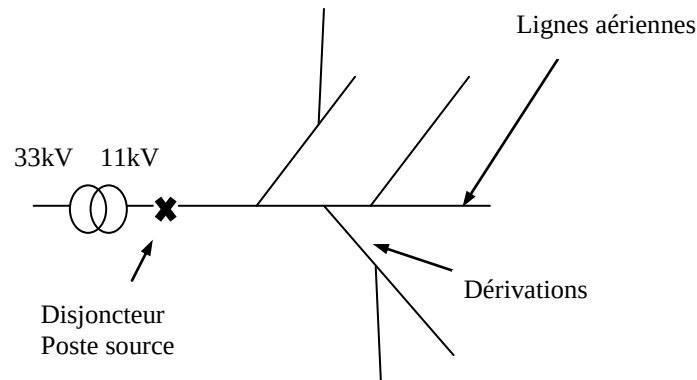
Figure 6 : Exemple de paramétrage entre deux Reclosers



Près de 90% des défauts sont de nature transitoire et donc peuvent être éliminés après une refermeture. Un ou plusieurs déclenchements à temps retardé suivi de un ou plusieurs déclenchement instantanés, permet de faire transiter une énergie suffisante (I^2t) pour

- Brûler la cause du défaut
- Permettre à un fusible aval de fondre

Réseau traditionnel



Les lignes sont longues et exposées aux avaries diverses

Figure 7 : Réseau traditionnel

Réseau mieux « sauvegardé » avec des VPR

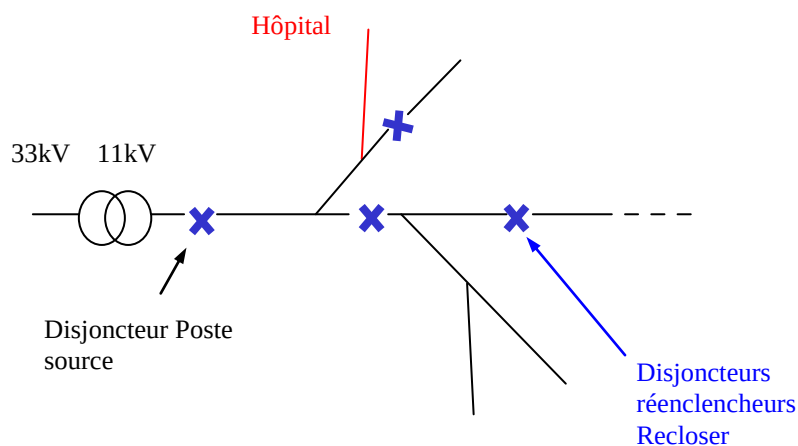


Figure 8 : Réseau protégé avec des Reclosers



2.2.2 CONCEPTION

La conception d'un recloser peut-être décrite par l'association de plusieurs blocs de fonction comme le montre la Figure 9.

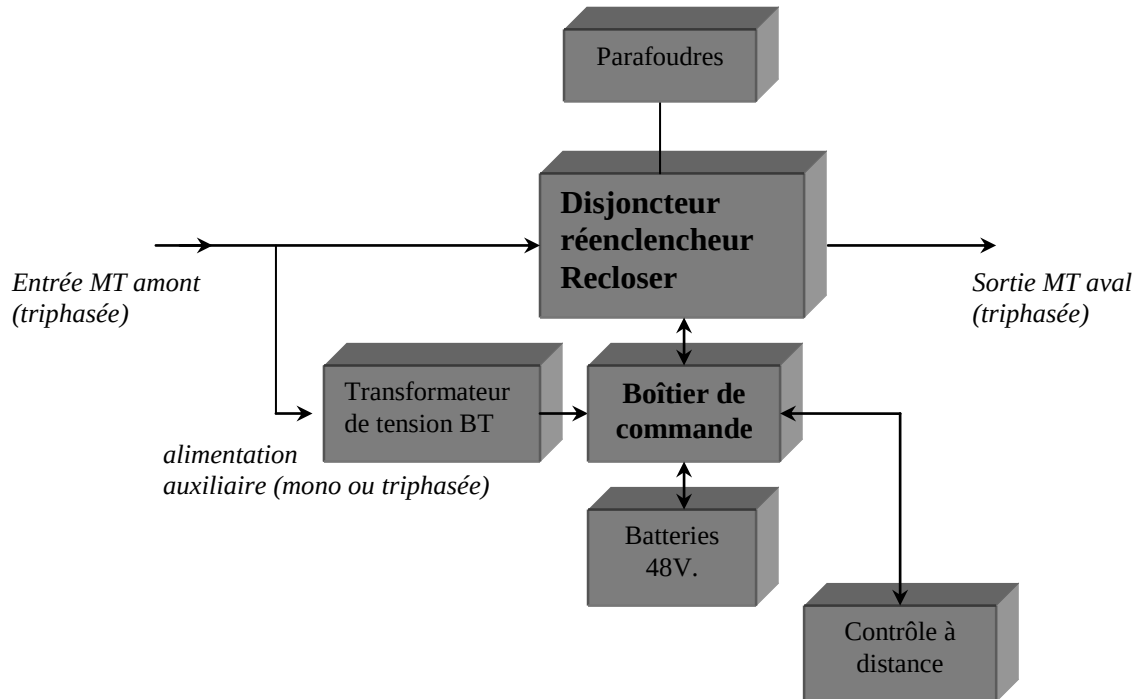


Figure 9 : Synoptique d'un Recloser

Les différents composants des Reclosers comme le VPR²

Le disjoncteur réenclencheur :

Il assure les connexions (ouverture/fermeture) du réseau moyenne tension, par l'intermédiaire des commandes du boîtier de contrôle. La composition de la « cuve » est décrite plus loin.

Un sectionneur (option) intégré permet de commander le recloser en ouverture mécanique de secours en cas de panne complète de l'alimentation électrique (batteries déchargées).

Le boîtier de contrôle

Il assure le contrôle-commande, les mesures, le choix des protections du réseaux. Les détails complet des fonctions sont décrits plus loin.

L'alimentation auxiliaire : Transformateur MT/BT

Elle assure l'alimentation Basse Tension « BT » (110V.) du coffret de commande ainsi que la charge des batteries.

Les parafoudres

Il permettent d'assurer les chocs de foudre sur le poteau du recloser.

² VPR : nom commercial donné au Recloser de Alstom

**Les batteries**

Elles assurent une alimentation continue ayant deux fonctions : alimenter la partie basse tension du coffret de commande (cartes de contrôle en 24V.), et alimenter la partie mécanique du recloser (en 48V.)

Le contrôle à distance

Pour optimiser les performances de maintenance et gérer efficacement le contrôle de la distribution, plusieurs signaux sont disponibles sur des connecteurs de l'interface de communication...

2.2.3 CONTRAINTES D'UTILISATION D'UN RECLOSER**Environnement**

L'environnement du système est composé de plusieurs éléments :

Pour fonctionner le produit a besoin : de sources d'énergies (lignes aériennes triphasés, batteries).

Mais le produit devra aussi subir la présence d'éléments perturbateurs :

Les conditions du milieu extérieur comme : les variations de température, les variations d'humidité, la condensation en résultant...

Milieux associés

Deux types de milieux associés sont à prendre en compte.

Techniques :

- Fiabilité
- Précision
- Personnel technique qualifié (à la mise en service et pour la maintenance)

Physique :

- Environnement extérieur

Contraintes

- Assurer la qualité de fonctionnement
- Commutation au plus rapide
- Consommation minimum
- Encombrement assez important (en moyenne 130kg pour la cuve seule)
- Limiter la maintenance sur site (visite minimum tous les 5 à 10 ans, pour changer les batteries et nettoyer l'appareil des poussières et autres débris).



2.3 EXPLOITATION

2.3.1 SCHEMA D'INSTALLATION SUR SITE

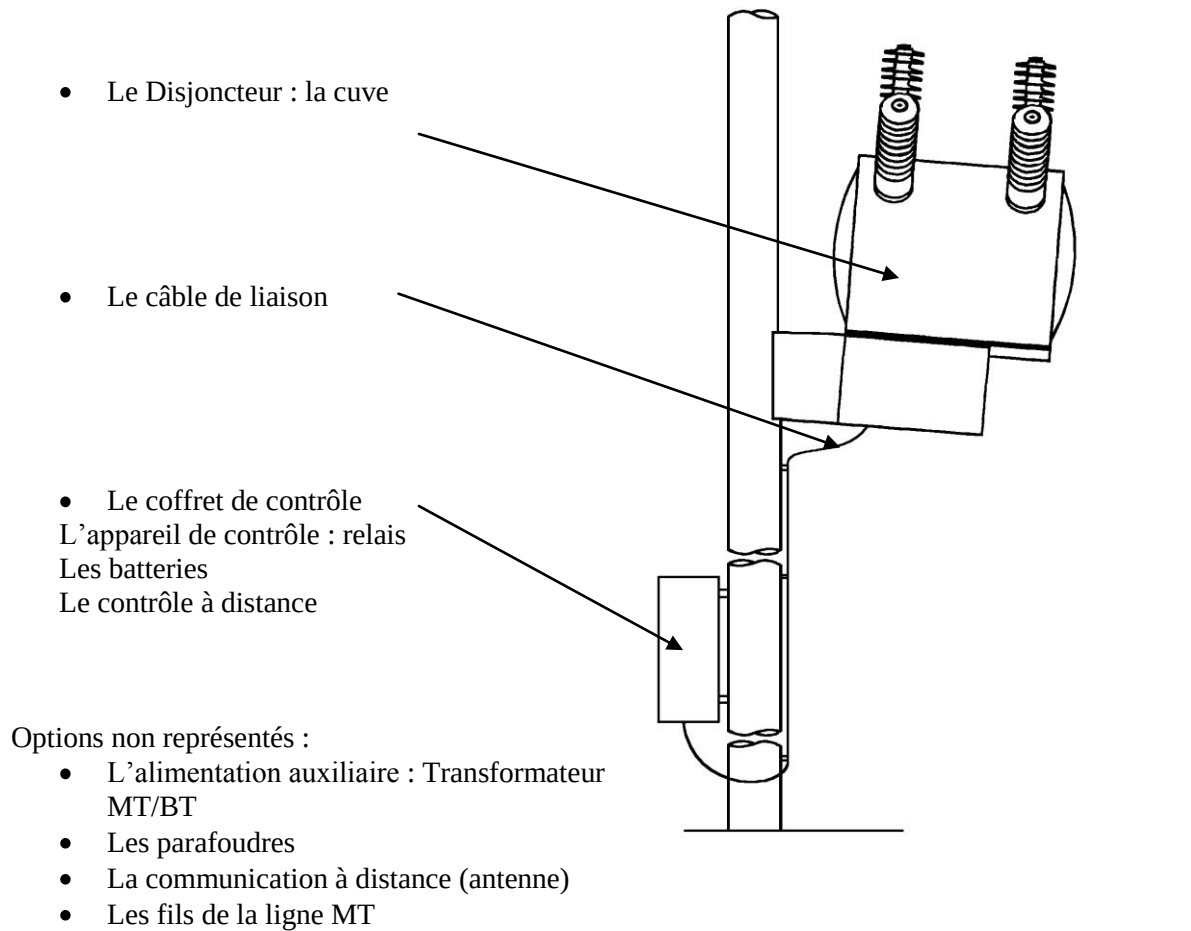
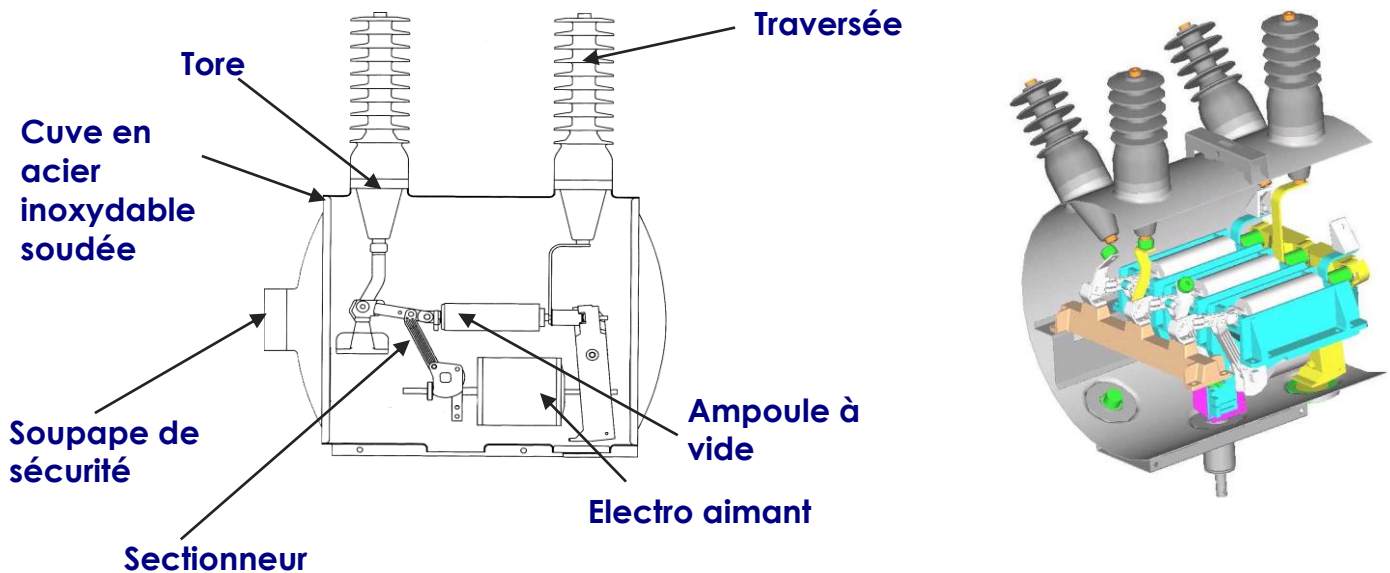


Figure 10 : Installation sur site du VPR



2.3.2 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU VPR

Le descriptif de la cuve du Recloser : la vue en coupe de la cuve avec les différents éléments



Figures 11: La cuve du VPR

- Certifié ANSI C 37.60 et CEI 60694
- Sectionneur intégré en option
- Cuve scellée à vie
- Coupure dans le vide
- Isolement dans le gaz SF6
- Relais de protection dans coffret contrôle commande en bas de poteau

Référence constructeur	Tension Maximum	Courant Maximum	Pouvoir de coupure	Tenue Diélectrique
VPR15	15.5kV	630A	12.5kA	110kV
VPR27	27kV	630A	12.5kA	125kV
VPR38	38kV	630A	12.5kA	170kV

Endurance mécanique: Disjoncteur: 10000 F-O

Sectionneur: 1000 F-O



2.3.3 RELAIS DE PROTECTION COMMUNIQUE SEL-351

Le système de protection de la ligne moyenne tension est assuré par le relais de contrôle SEL-351R, On distingue l'évolution effectuée par Alstom par une nouvelle terminaison SEL-351V.

Le coffret de commande comprend le relais SEL, les batteries, les bornes de connexion, et l'électroniques de mise en forme des signaux.



Figure 12 : Le relais SEL-351R dans son coffret.



Figure 13 : Le coffret ouvert

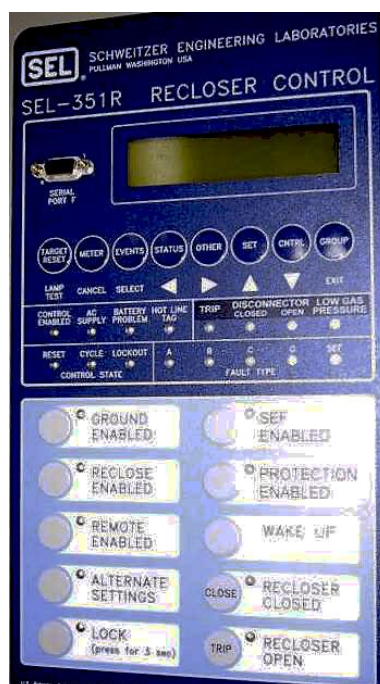


Figure 14 : Le panel du relais



- *Une gamme de protections complète :*
 - Protection marche/arrêt
 - Protection terre marche/arrêt
 - Protection terre sensible marche/arrêt
 - Modes (groupes) de protection
 - Courants de défaut à la terre ultrasensible (0.5A)
 - Courants de défaut très résistifs,
 - Délestages sur baisses de fréquence
 - Fonction détection fusion fusible
 - Fonction protection sélective
 - Estimation de la distance au défaut
 - Protections homopolaires courant:
 - Instantanées
 - Courbes Standard ANSI/IEC
 - 48 courbes au choix + Courbes personnalisées
- *Centrale de mesures :*
 - Courant
 - Puissance active
 - Puissance réactive
 - Facteur de puissance, fréquence
 - Tensions (max/min)
 - Aval 1 & 3 phases
 - Amont 1 phase
 - Nombre d'opérations
 - Indicateur d'usure des contacts
 - Pression de SF6
 - Niveau batteries
 - Etat du relais
 - Etat du disjoncteur
 - Date
 - Courant de défaut
 - Nombre de refermetures
 - Verrouillage éventuel...
- *Large gamme de séquences logiques :*
 - Contrôle (local ou distance)
 - Sélecteur Local/Distance
 - Fermer disjoncteur
 - Ouvrir disjoncteur
 - Séquences de ré enclenchement:
 - 1-4 déclenchements avant verrouillage
- *Enregistrement des événements*
 - Enregistreur séquentiel des événementiel. Jusqu'à 512 événements
 - Enregistreur de courbes historiques
 - Jusqu'à 15 valeurs
 - Intervalles de 5 à 60 minutes
 - Jusqu'à 5 mois de stockage
- *Communication par protocole*
 - Vers PC portable ou vers modem
 - Protocole DNP3 ou ASCII
 - 3 ports série RS232/1 port RS485
- *L'atelier d'énergie*
 - Alimentation par 2 batteries 24V de 8Ah étanches au plomb
 - Chargeur alimenté en 110Vca par Transformateur de Tension en haut de poteau
 - Durée de tenue en veille > 24 heures
 - Relais alimenté en 24Vcc
 - Actionneur magnétique alimenté en 48Vcc
 - Sortie 12Vcc pour modem ou radio. (3A continu, 5A / 30sec)
 - Prise 110Vca ou 220Vca en façade
 - en option (60W maxi)
- *Automatismes / Logiques d'exploitation*
 - Des logiques de délestage / reletage peuvent être programmées au niveau du SCADA permettant d'éliminer toute intervention humaine
 - Plusieurs relais SEL sur la même boucle peuvent communiquer entre eux par une liaison dédiée et assurer eux-même le délestage / reletage
- *Interface conviviale*
- *Programmation sur façade ou par PC*



3. CONTEXTE DU PROJET ET OBJECTIFS

Responsable demandeur :

Tuteur de stage Xavier-Franck Braud, ingénieur technico-commercial chez Alstom

Situation du projet :

Le projet consiste à réaliser des manuels d'exploitation pour les différents produits aériens de la gamme appareillage de distribution électrique moyenne tension. Les produits concernent en particulier les disjoncteurs « réenclencheurs » et les interrupteurs avec leur coffret de contrôle, automatisme et protection.

L'objectif de ces manuels est de permettre aux clients d'Alstom, de disposer de notices techniques pour leurs appareils. L'objectif premier est de réaliser des notices claires et précises pour minimiser les opérations sur site, susceptibles alors de générer des coûts notamment de main d'œuvre.

Les manuels regroupent une présentation générale du produit permettant l'identification de chaque partie de l'appareil. Ils intègrent aussi toutes les informations pour l'installation, la mise en service et les descriptions des opérations du mécanisme de commande. Ces manuels peuvent également comporter une autre partie pour modifier les paramètres de fonctionnement ; par exemple, ajout d'entrées-sorties, re-écriture des équations logiques de protection du système pour optimiser la gestion à distance. (Notamment pour l'ouverture et la fermeture qui sont les commandes principales d'un disjoncteur moyenne tension).

Etudes déjà effectuées :

Les manuels d'exploitation déjà réalisés sont très succincts quant aux explications proposées, donc pas toujours très clairs pour un utilisateur peu averti. Celui-ci risque alors d'être confronté à plusieurs choix importants ce qui engendre une perte de temps significative et une prise de risque éventuelle, si le produit est, ou a été mal installé.

Suite prévue :

Disposer de manuels clairs et précis, mis à jour pour les ventes d'appareils.

Utilisateurs :

Le personnel exploitant d'un réseau de transport d'électricité ; les clients d'Alstom ; le monde entier.

3.1 MISE EN SITUATION

L'usine d'Alstom à Montpellier a intégré, depuis peu (été 2002), dans sa production, de nouveaux équipements de distribution, destinés à fonctionner sur les lignes MT extérieures (disjoncteurs , interrupteurs, sectionners, fusible,... voir partie : Top-line) .

Certains produits sont destinés à être installés sur des poteaux (bois ou béton) et d'autres produits sur des caténaires (SNCF). L'ensemble de ces produits doit fonctionner avec les contraintes que l'on connaît (variations d'humidité, de température...).

Les concurrents dans le domaine de T&D (Transport et Distribution) d'électricité sont nombreux.

La réalisation des manuels des produits d'Alstom, passe par l'étude des manuels d'exploitation des produits de la concurrence : Schneider Electric, Copper, ABB, Tavrida, Soulé... . L'enjeu est de



repérer les « bonnes idées » de leurs manuels pour les produits équivalents au Recloser d'Alstom : le « VPR » pour les adapter puis les intégrer aux notices du VPR (partie cuve et partie coffret de commande SEL-351) et aux autres notices d'Alstom.

Après une étude de « benchmarking » (veille des pratiques de la concurrence), la phase suivante de la mission confiée fut de rassembler tous les documents et informations nécessaires pour le manuel du VPR : les notices précédentes, les dessins techniques disponibles ou à réaliser, les schémas électriques de connexions. Des « mises au point » ont été nécessaires avec les ingénieurs rattachés au VPR. Il a également fallu prendre en compte les problèmes déjà rencontrés.

Les versions précédentes du manuel avaient été faites en Angleterre (en Novembre 2001). Une observation générale de celles-ci a permis de relever les points suivants:

- Manque de détails et d'illustrations par photos ou dessins.
- Revois systématiques à des notices externes qui obligent à jongler entre les différentes notices ce qui occasionne une perte de temps (notamment pour le relais : renvois systématiques au manuel « quick-start » et/ou à la notice d'instruction du fabricant SEL).
- Absence d'information pour les parafoudres qui sont vendus une fois sur deux avec le disjoncteur.
- Absence d'information pour un transformateur de tension/potentiel (TP) essentiel pour un bon fonctionnement du relais.
- Absence d'information sur le transport du matériel (avertissement concernant les problèmes ou les défauts engendrés pendant le transport maritime ou routier la plupart du temps).
- Et encore d'autres informations manquantes comme la plaque signalétique, l'équipement auxiliaire au SEL-351-R.

Depuis la précédente version du manuel, le produit a peu évolué sur la cuve blindée. En revanche les options (parafoudres, TP) doivent être mises à jour dans la notice, ainsi que les modifications sur le relais SEL. Les points principaux à rajouter à la notice :

- Pour l'installation : détailler les informations de montage et illustrer par photos ou dessins.
- Pour les parafoudres (3 ou 6 par cuve). Prévoir les informations relatives au montage détaillé.
- Pour un transformateur de tension/potentiel (TP) : Ajouter les précisions en fonction des options :
 - Un seul TP permet une alimentation Basse Tension « BT » du coffret de commande et le rechargement des batteries.
 - Trois TP permettent d'optimiser les informations apportées au relais (mesures entre phases, détection du point de défaut).
- Pour le relais de commande SEL-351V. Prendre en compte les modifications des paramètres techniques :
 - Les cartes de traitement pour les entrées/sorties du relais, les contacts extérieurs (bornier de raccordement), batteries, fusible BT (éventuellement transformateur de tension 230V./110V.) (voir Figure 13).



3.2 LES DIFFERENTS PRODUITS “TOP-LINE”

Les principaux appareils de la gamme Top line :

Les disjoncteurs :

- VPR « Recloser »

Description complète au chapitre 2



Figure 15 : Le VPR sur un poteau

- VOX « Dead tank breaker »

C'est un disjoncteur extérieur n'excédant pas 40 kV, 2000 A. Il est équipé d'un système mécanique à ressorts en spirales permettant des opérations d'O/F sur 3 phases. L'appareil et l'équipement sont montés en usine, seul le châssis/support est à monter par l'utilisateur.

La cuve soudée est de même conception que pour le VPR, isolation interne de la cuve par le gaz SF₆, coupure par ampoule à vide. Le mécanisme de commande se trouve dans la cabine, contre la cuve. Le système est destiné à être au sol, sur son support.

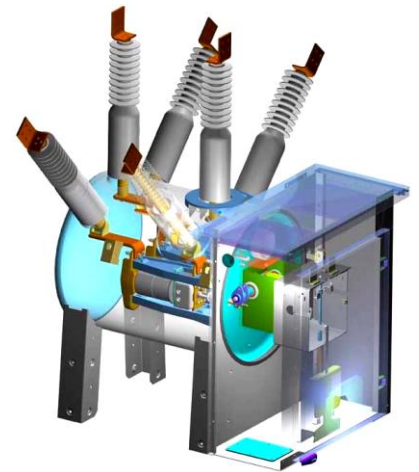


Figure 16 : Le VOX en scanner

Les interrupteurs :

- PTS « sectionaliser ou switch disconnecter »,
Interrupteur pour moyenne tension n'excédant pas 38kV ,
630A.
- SDR « breaker switch » (pour les réseaux ferroviaires)
Interrupteur monophasé moyenne tension



Figure 17 : Le PTS (avec parafoudre) et son coffret



3.3 DEROULEMENT DU STAGE

Mon travail a commencé par une étude générale des disjoncteurs réenclencheurs essentiellement grâce aux documentations commerciales et techniques d'Alstom. J'ai réalisé également une étude des manuels concurrents (même technologies de gaz SF6 isolant et coupure dans le vide).

Le manuel du VPR, qui concerne surtout l'installation mécanique, les raccords électriques et la mise en service de la cuve, a été réalisé après quatre semaines de stage.

Ensuite, on m'a demandé d'apporter mon point de vue et ma contribution sur les manuels d'autres produits de la gamme « Top-Line ». Notamment sur le SDR et le PTS. Les manuels étaient en cours de révision, j'ai consacré deux semaines aux deux appareils : le SDR et le PTS. J'ai apporté mon avis et ma contribution sur les manuels concernés. Rédaction de nouveaux paragraphes, compléments aux notices existantes afin d'uniformiser la rédaction dans l'esprit de la mission. J'ai eu le rôle de « testeur » de manuel : vérifier que les manuels m'étaient « accessibles », au même niveau que les clients d'Alstom, et qu'il n'y avait pas de problème de compréhension tant pour l'utilisateur que l'installateur.

En parallèle, j'ai travaillé sur le relais de commande SEL qui a son manuel séparé du VPR mais qui est « l'organe » de commande de ce dernier (quatre semaines).

J'ai également participé avec les responsables technico-commerciaux pour répondre aux demandes techniques des clients acquéreurs des premiers VPR vendus. Ceci m'a pris du temps, mais m'a permis de savoir ce qui manquait au manuel du relais SEL.

J'ai participé à la mise à jour du manuel du VOX (pendant deux à trois semaines). Le VOX est un disjoncteur extérieur, très différent du VPR. J'ai dû prendre en compte toutes les remarques des intervenants spécialistes du produit pour améliorer la notice existante : clarifier les informations importantes et remettre à jour les textes et les illustrations.

Mon planning de stage est disponible en annexe III.



3.4 EXPLOITATION DES MANUELS TECHNIQUES

Partie compétence :

Chaque produit de la gamme extérieure a ses spécificités. L'utilisation de ces produits fait appel à plusieurs niveaux de compétences : l'installation doit être faite par du personnel technicien, ce dernier pouvant ne connaître ni l'utilisation future ni le fonctionnement du produit. La présentation et l'installation du produit sont très détaillées pour aider le personnel ayant peu de connaissance ou d'expérience dans le domaine (les plus jeunes par exemple).

La mise en service, quant à elle, doit être faite par des personnes plus qualifiées et habilitées à la moyenne tension. Ce personnel doit effectuer des tests de cycles d'O/F. Ceci implique des manipulations d'une part sur le coffret de commandes et d'autre part éventuellement dans la seconde partie du coffret, pour l'accès aux bornes de contact, batteries... Il faut que le personnel soit habilité électriquement à manipuler le coffret.

Ensuite la gestion à distance, dont la mission est de contrôler l'utilisation du produit, fait appel à son tour à un autre personnel spécialisé.

Enfin la maintenance qui est très réduite, relève essentiellement de l'aspect visuel de l'appareil et concerne son nettoyage si nécessaire.

En conséquence : les manuels doivent intégrer ces variations de compétence du personnel.

Explication des manuels :

Dorénavant les manuels relatifs aux produits VPR, VOX, PTS et SDR, sont tous construits avec la même structure (par parties) :

Sécurité : c'est la première partie du manuel qui rappelle les mises en garde des utilisateurs face au risque de l'électricité MT et du gaz SF6. elle fournit tous les informations de sécurité à lire avant de mettre en service l'appareil.

Colisage : c'est la partie du manuel qui décrit tout le contenu des colis de l'appareils

Transport, stockage et manutention : cette partie décrit les caisses de transport, les mises en garde sur le stockage et la manutention de l'appareil.

Description : cette partie présente et explique toutes les pièces du système ; elle spécifie les particularités et les options de chaque appareil.

Installation : dans cette partie sont décrites toutes les opérations mécaniques et électriques nécessaires pour l'installation de l'appareil sur son poteau. La manipulation des produits, comme le VPR, n'est pas chose facile : il faut monter l'appareil de plus de 130 kg à plus de deux ou trois mètres de hauteur (minimum), tout en faisant attention à la fragilité de certaine pièces comme les broches isolantes (traverses) par exemple.



Mise en service : L'enjeu de cette partie est d'expliquer tous les contrôles et manœuvres avant la mise en service effective. Généralement cela consiste à effectuer 5 manœuvres de cycle d'Ouverture/Fermeture, vérifier le bon fonctionnement de la communication à distance (depuis la sous-station). Si la ligne aérienne est maintenue au potentiel de fonctionnement nominal (jusqu'à 38 kV.) pendant la connexion, cela complique encore la tâche.

Exploitation : cette partie détaille toutes les opérations ou manœuvres de l'appareil.

Inspection : cette dernière partie explique les contrôles de maintenance de l'appareil. En cas d'intervention rapide sur place ou de retour prévu en usine, il est fait appel à un personnel spécialiste de l'appareil.

Cas particulier pour le VPR :

une partie supplémentaire pour un changement de configuration du relais SEL:

Le système peut être totalement programmé en fonction des spécificités du client. Cette programmation implique du personnel connaissant très bien le coffret de commandes, l'ensemble de ses composants et ses spécificités de protection. (600 paramètres sont réglables, décomposés en six groupes de protection).

En ce qui concerne le paramétrage du relais de commandes, le manuel n'intègre que les informations essentielles. En général, le paramétrage se fait en usine en fonction des spécifications fournies par le client lors de la commande. Les tests de vérifications techniques sont effectués en usine. Le client peut reprogrammer totalement ses appareils avec la documentation technique du fabricant.

J'ai intégré au manuel les configurations d'entrées-sorties et le changement des équations logiques (et paramètres) de base du recloser. La réalisation d'un guide/manuel simplifié pour le SEL est une vaste opération et demande du temps pour comprendre tout les différents paramètres de fonctionnement. Un manuel d'instruction (du fabricant) complet du relais SEL est composé de 600 pages. Aussi existe-t-il une version « quick-start » (démarrage rapide) ; mais cette dernière semble insuffisante (notamment sur la configuration des E/S et des paramètres de protections) au vu des demandes formulées a posteriori par les clients.

Tout les paramètres du relais SEL sont réglables, mais certains ne doivent pas être changés alors que d'autres sont facilement modifiables comme les seuils de déclenchement, les courbes de protection, les rapports de transformations des TPs pour les mesures sur le relais...).

De plus, la communication, par radio ou contact direct permet le contrôle à distance de l'appareil. Le VPR possède trois ports RS232 dont un en façade, mais la communication par contact nécessite une programmation des E/S. L'interface sur PC est plus pratique pour programmer les paramètres de fonctionnements.



CONCLUSION

Ce stage m'a permis de découvrir l'intérêt premier du savoir technologique que l'on m'a enseigné : son application au monde du travail.

En effet, j'ai eu l'occasion d'appliquer et d'éprouver sur le terrain mes connaissances technologiques.

De plus, j'ai découvert le savoir faire impressionnant des ingénieurs et techniciens en évoluant dans une ambiance de travail agréable et productive.

Ainsi, j'ai pu réaliser mes seconds pas dans le monde industriel, plus particulièrement dans le domaine de l'électrotechnique automatisé, connaître la réalité de la vie professionnelle, confirmant mon désir de travailler dans une entreprise de production.

Je suis particulièrement reconnaissant envers l'entreprise Alstom qui m'a accueilli pendant 3 mois, et plus particulièrement envers l'équipe qui m'a intégré dans son activité quotidienne.



ANNEXES

Lexique	I
Bibliographie	II
Planning	III
Manuels d'exploitations (disponible lors de la soutenance de stage)	IV



LEXIQUE

TP : transformateur de potentiel

TC : transformateur de courant

VPR : disjoncteur extérieur auto recloser à coupure dans le SF6

SEL-351R : Schweitzer Engineering Laboratories inc.

Recloser : pour disjoncteur réenclencheur.

VOX : disjoncteur extérieur à coupure dans le SF6

SDR : interrupteur aérien à coupure dans le vide pour les réseaux ferrés

PTS : interrupteur – sectionneur aérien à coupure dans le SF6 pour réseau de distribution

RCX OSCT : unité de contrôle à distance : remote terminal unit

SCADA : process de contrôle des réseaux électriques à distance

ANSI : American National Standards Institute

CEI ou IEC : International Electrotechnical Commission



BIBLIOGRAPHIE

Documentation constructeur

- SEL-351R recloser control
- “Quick start: Installation and User’s Guide” ed.06/2001
- “Instruction Manual” ed.2002
- SEL
- “Technical manual” ed. 1999
- N12/N24/N36 pole mounted circuit breaker
- NU LEC
- “Merlin Gerin N-Series ACR”
- Three phase automatic circuit recloser
- SCHNEIDER ELECTRIC
- “Reclosers” ed. 06/2000
- KYLE form 5 LS/UDP DC Nova
- COOPER Power Systems
- “Faultmaster 2500” ed. 08/98
- Instruction manual, recloser control
- JOSLYN Hi-Voltage
- “Auguste interrupteur aérien” ed. 09/98
- SOULE
- “Instructions for vacuum recloser type VR-3S”
- ABB power T&D company

Documentation interne de chez Alstom:

- “VPR Auto-recloser” ed. 11/01
- Technical handbook MB441-11(E)
- “VPR Remote control relay (SEL-351V)” ed. 11/01
- Technical handbook MB442-11(H)
- “VOX technical handbook MB451-11-B” ed. 3/2003
- “Notice SDR” ed.04/2003
- “PTS Guide d'installation” ed. 05/2003
- “ITI Guide utilisateur 14 Préliminaire”

Sites internet : www.SELinc.com, www.alstom.com,...



PLANNING

	2 1 - a v r	2 8 - a v r	5 - m a i	1 2 - m a i	1 9 - m a i	2 6 - m a i	2 - j u i n	9 - j u i n	1 6 - j u i n	2 3 - j u i n	3 0 - j u i n	7 - j u i l	1 4 - j u i l
Semaine	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Découvert usine et compréhension sujet													
Concurrences													
Manuel Recloser VPR													
Manuel relais cmd SEL													
Manuel Circuit Breaker VOX													
PTS													
SDR													
Applic pour MABCOM													
MAJ des dossiers pour les commerciaux													
Soutenance													

 Planning prévisionnel
 Planning réel