



ETUDE DE L'AMELIORATION DE LA CONTINUEITE DE SERVICE DU RESEAU DE DISTRIBUTION HTA (20 kV) DE LIBREVILLE

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE
DE MASTER EN GENIE ELECTRIQUE ET ENERGETIQUE
SPECIALITE : RESEAUX ELECTRIQUES

Présenté et soutenu publiquement le 27 Janvier 2021 par

Fortunat Aymeric NEMBE (2014 0797)

Encadrant 2iE : M. Mahaman Sani MOUSSA KADRI

Maître de stage : M. Hervé MANGONO TOULOU

Structure d'accueil du stage : Société d'Énergie et d'Eau du Gabon (SEEG)

Jury d'évaluation du stage :

Président : M. Justin BASSOLE

Correcteur : Dr. GOMNA ABOUBACAR

Promotion [2020/2021]

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail en signe de ma reconnaissance à mes très chers parents

Feu NEMBE Sidoine, mon père

Feu NKOUNDA Florence, ma mère

A toute ma famille.

REMERCIEMENTS

J'adresse mes vifs remerciements à tout le corps enseignant de 2iE et aux membres du jury pour avoir accepté de juger ce travail.

M. Mahaman Sani MOUSSA KADRI, Assistant d'Enseignement et de Recherche, mon encadrant au 2iE, pour ses directives pertinentes et pour ses précieux conseils.

Je tiens à exprimer ma gratitude à la **Société d'Energie et d'Eau du Gabon**, l'entreprise qui m'a donné l'opportunité de réaliser ce stage de fin de cycle.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude ainsi que toute ma reconnaissance à mon maitre de stage, **M. Hervé MANGONO TOULOU**, Responsable de Direction Distribution Electricité Estuaire, pour sa disponibilité et l'intérêt porté à ce travail, pour son savoir-faire dont il m'a fait bénéficier, pour sa confiance et ses directives.

Mme Diane Mauricette OLLOMO, Chef de Service Instrumentation, pour ses conseils avisés, son savoir-faire faire, pour toute sa bibliographie mise à ma disposition.

M. Benoît Serge ONDONG, Chef d'Equipe Instrumentation, pour son expérience pratique, sa disponibilité et sa bonne humeur.

Ma profonde gratitude à ma direction, pour l'accueil chaleureux à mon égard et pour l'ambiance de travail très conviviale.

Mes remerciements également à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

RESUME

Ce mémoire traite de l'étude de l'amélioration de la continuité de service du Réseau de Distribution HTA (20 kV) de Libreville.

En effet, en 2019, ce réseau a subi 475 interruptions de service dont 69% furent des coupures longues (≥ 5 minutes). Malgré une baisse de 7% de ces interruptions en 2020, nous avons remarqué une augmentation du nombre d'interruption supérieure à 1 heure, soit de 48 à 61. De plus, l'indisponibilité annuelle de l'énergie a été de 20 minutes en 2019 et de 30 minutes en 2020. L'énergie non distribuée est alors passée de 894 MWh en 2019 à 961 MWh en 2020.

Aux vues des performances de son réseau de distribution, la SEEG veut améliorer la fiabilité de ce dernier. L'analyse des données des performances, révèle que les techniques et les moyens mis en œuvre pour la reprise de service lors d'une interruption, montrent leurs insuffisances et contribuent à l'augmentation de l'énergie non distribuée. Il est alors question d'équiper le réseau d'organes permettant, en cas d'interruption, de favoriser la continuité de service par une reprise de charge dans les plus brefs délais.

Après état des lieux des équipements existants, nous avons proposé des solutions d'améliorations de la conduite de ce réseau de distribution. Nous proposons l'installation, de façon optimale, des détecteurs de défauts ampèremétriques pour réseau souterrain et des organes à manœuvres télécommandées. Ces organes doivent être en coordination avec les disjoncteurs de protection des départs HTA du réseau de distribution afin de détecter les courants de défauts. De l'état de lieu effectué, nous avons lancé une première phase de commande des détecteurs de défauts pour réseau souterrain pour un coût de **84 122 000 FCFA**. Ce projet nécessite l'ajout de 70 organes à manœuvre télécommandées portant à 139 le nombre total d'appareil, pour un coût de **1 412 463 000 FCFA**.

Après réalisation de ce projet, nous estimons une indisponibilité de l'énergie annuelle de 4 minutes.

MOTS CLES

- 1- Continuité de service
- 2- Energie non distribuée
- 3- Localisation du tronçon en défaut
- 4- Réseau de distribution HTA de Libreville
- 5- Temps d'interruption de l'énergie électrique

ABSTRACT

This thesis deals with the study of the improvement of the continuity of service of the HV Distribution Network (20 kV) of Libreville.

Indeed, in 2019, this network suffered 475 service interruptions, 69% of which were long outages (≥ 5 minutes). Despite a 7% decrease in these interruptions in 2020, we have noticed an increase in the number of interruptions longer than 1 hour, from 48 to 61. In addition, the annual unavailability of energy was 20 minutes in 2019 and 30 minutes in 2020. The undistributed energy then increased from 894 MWh in 2019 to 961 MWh in 2020.

In view of the performance of its distribution network, SEEG wants to improve its reliability. The analysis of the performance data shows that the techniques and means used to resume service during an interruption show their shortcomings and contribute to the increase in undistributed energy. It is then a question of equipping the network with devices that, in the event of an interruption, promote service continuity by resuming load as quickly as possible.

After an inventory of the existing equipment, we proposed solutions to improve the operation of this distribution network . We propose the installation, in an optimal way, of amperometric fault detectors for underground network and remote-controlled operating devices. These devices must be coordinated with the protective circuit breakers of the MV feeders of the distribution network in order to detect fault currents. From the site survey, we launched a first phase of ordering fault detectors for underground network at a cost of 84,122,000 FCFA. This project requires the addition of 70 remotely controlled actuators bringing the total number of units to 139, at a cost of 1,412,463,000 FCFA.

After completion of this project, we estimate an annual energy unavailability of 4 minutes.

KEY WORDS

- 1- Continuity of service
- 2- Interruption time of electrical energy
- 3- Libreville HTA distribution network
- 4- Location of the faulty section
- 5- Undistributed energy

LISTE DES ABREVIATIONS

BT	Basse tension
CCDE	Compagnie Centrale de Distribution d'Energie
DDA	Détecteurs de Défauts ampèremétriques
END	Energie non distribuée
OMT	Organe à manœuvre télécommandé
PBS	Poste bas simplifié
PIM	Poste en immeuble
PUC	Poste urbain en capime
PUM	Poste urbain maçonné
SAIDI	System average interruption duration index
SAIFI	System average interruption frequency index
SEEG	Société d'Energie et d'Eau du Gabon

TABLE DES MATIERES

DEDICACES	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME.....	iii
MOTS CLES	iii
ABSTRACT	iv
KEY WORDS	iv
LISTE DES ABREVIATIONS	v
TABLE DES MATIERES	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES.....	x
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I - PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU PROJET	2
I.1 Présentation de la structure	2
I.1.1 Historique.....	2
I.1.2 Missions	2
I.2 Présentation de la zone du projet.....	2
I.2.1 Contexte du projet.....	4
I.2.2 Objectifs et résultats attendus	5
I.3 Méthodologie	5
CHAPITRE II - GENERALITE SUR LES RESEAUX DE DISTRIBUTION HTA	6
II.1 Généralités sur le Réseau de Distribution HTA	7
II.1.1 Structures topologiques des réseaux électriques et modes de distribution associés	9
II.1.1.1 Structure radiale	9
II.1.1.2 Structure bouclée	10
II.1.1.3 Structure maillée	11
II.1.2 Architecture des postes sources	11
II.1.2.1 Poste à couplage barre	11
II.1.2.2 Poste à couplage de disjoncteurs.....	11
II.1.3 Les postes de transformations de distribution publique.....	12
II.1.3.1 Poste sur poteau (H61).....	12
II.1.3.2 Poste bas simplifié (PBS).....	13
II.1.3.3 Poste urbain en cabine (PUC)	13
II.1.3.4 Poste urbain maçonné (PUM).....	13

II.1.3.5	Poste en immeuble (PIM)	13
II.2	Protections du Réseau de Distribution HTA	14
II.2.1	Les principaux défauts à l'origine des interruptions de service d'un réseau électrique	14
II.2.1.1	Les courts-circuits	14
II.2.1.2	Les surcharges	16
II.2.2	Les protections des départs HTA contre les surintensités	17
II.2.2.1	Caractéristiques des dispositifs de protection contre les courts-circuits... ..	18
II.2.2.2	Réglages des seuils de protection des départs HTA	18
II.3	Estimation des Performances d'un Réseau de Distribution HTA	21
II.3.1	Indice SAIDI	22
II.3.2	Indice SAIFI	22
II.3.3	Indice END	23
II.4	Processus de reprise de service lors d'une interruption d'alimentation	23
II.4.1	Localisation du tronçon en défaut par DDA et OMT.	25
II.4.2	Ouverture/fermeture des interrupteurs HTA des postes de distribution par téléconduite	26
CHAPITRE III - PRESENTATION DU RESEAU DE DISTRIBUTION HTA DE LIBREVILLE		27
III.1	Structure du Réseau de Distribution HTA de Libreville	27
III.2	Protection du Réseau de Distribution HTA Interconnecté de Libreville.....	28
III.3	Estimation des performances du réseau de distribution de Libreville.....	30
III.4	Equipements de localisation et de téléconduite du Réseau de Distribution HTA de Libreville	33
III.4.1	Les DDA	33
III.4.2	Les OMT	39
III.4.3	Cellules motorisées	46
III.4.4	Possibilité d'utilisation d'OMT avec option automatisme	46
III.5	Processus de reprise de service suite à une interruption du Réseau de Distribution HTA de Libreville.....	50
III.5.1	Principe de la recherche de défaut réalisée.....	50
III.5.2	Méthodologie de la recherche de défaut réalisée.....	50
III.5.3	Recherche d'un défaut	51
CHAPITRE IV - ETAT DES LIEUX ET PROPOSITIONS DE SOLUTIONS D'AMÉLIORATION DE LA CONTINUITÉ DE SERVICE DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION HTA (20 kV) DE LIBREVILLE		52
IV.1	Les DDA	52

ETUDE DE L'AMELIORATION DE LA CONTINUTE DE SERVICE DU RESEAU DE DISTRIBUTION
HTA (20 kV) DE LIBREVILLE

IV.1.1	Etat des lieux des DDA existants sur le Réseau de Distribution de Libreville	52
IV.1.2	Paramétrages des DDA Flair et DAX	53
IV.1.3	Estimation du coût des DDA recensés	53
IV.2	OMT	54
IV.2.1	Inventaire des OMT existants sur le Réseau de Distribution HTA de Libreville	54
IV.2.2	Plan projeté des OMT pour le Réseau de Distribution de Libreville	55
IV.2.3	Estimation du coût du projet	56
IV.3	Estimation des performances du réseau avec ce projet	58
IV.4	Plan de déploiement des OMT sur le Réseau de Distribution de Libreville ..	59
CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES		64
BIBLIOGRAPHIE		65
ANNEXES		66

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Niveau de tension applicable dans les réseaux électrique	7
Tableau 2: Caractéristiques de la cellule motorisée SM6-24kV	25
Tableau 3: Mode d'alimentation des postes sources	27
Tableau 4 : Postes sources et départs associés	28
Tableau 5: Codifications des disjoncteurs protections du réseau de distribution de Libreville	29
Tableau 6: Alimentation des DDA	33
Tableau 7: Caractéristiques des tores	35
Tableau 8: Fonctions des micro-interrupteurs de configuration	38
Tableau 9: Situation des OMT sur le RIC de Libreville	54
Tableau 10: Répartition des OMT sur les différents postes sources de Libreville	55
Tableau 11: Proposition d'amélioration de la téléconduite d'OMT existants	55
Tableau 12: Coût de l'amélioration des OMT existants	55
Tableau 13: Récapitulatif de la projection d'OMT par poste source	56
Tableau 14: Recensement du besoin en cellules du projet	56
Tableau 15: Coût d'achat des cellules du projet	57
Tableau 16: Coût des OMT standard T300	57
Tableau 17: END 2018 à 2020	58
Tableau 18: Coût moyen de l'END sur 5 ans	58
Tableau 19: Estimation des performances avec ce projet	58
Tableau 20: Comparaisons des performances du Réseau de Distribution de Libreville	59
Tableau 21: Urgence zéro OMT	62

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de la Direction Distribution Electricité Estuaire (DDEE)	3
Figure 2: Durées des interruptions de service en 2019 et 2020	4
Figure 3: Proportion d'incidents par intervalles de temps.....	4
Figure 4 : Méthodologie de conception du projet.....	5
Figure 5: Schéma simplifié du réseau électrique.....	6
Figure 6: Vue globale du réseau électrique.....	7
Figure 7: Postes source HTB/HTA (ref.thesebcm)	8
Figure 8: Structure radiale.....	9
Figure 9: Structure double dérivation simple.....	10
Figure 10: Structure bouclée	10
Figure 11: Structure maillée.....	11
Figure 12: Schéma de poste à couplage barre	11
Figure 13: Schéma de poste à couplage disjoncteurs	12
Figure 14: Poste sur poteau	12
Figure 15: PBS N°945 à Libreville.....	13
Figure 16: PUC N° 2411 à Libreville.....	13
Figure 17: PUM à Libreville	13
Figure 18:PIM N° 773 à Libreville	14
Figure 19: Court-circuit monophasé	15
Figure 20: Court-circuit biphasé isolé.....	16
Figure 21: Court-circuit biphasé-terre.....	16
Figure 22: Court-circuit triphasé.....	16
Figure 23: Plan de protection	17
Figure 24: Système de protection.....	17
Figure 25: Relais de protection de type P142	19
Figure 26: Protection à maximum de courant de phase à temps indépendant	20
Figure 27:Protection à maximum de courant phase à temps dépendant.....	20
Figure 28: Cellule Ormazabal motorisée	24
Figure 29: Localisation du tronçon en défaut.....	25
Figure 30: Signalisation lumineuse (source: fiche technique Flair 279)	26
Figure 31: Ouverture/fermeture des interrupteurs HTA par OMT	26

Figure 32: Disjoncteur HTA à gaz SF6 associé à son relais de protection du poste source de Bellevue	28
Figure 33: Cycle de réenclenchement du disjoncteur	30
Figure 34: Total END par poste source 2019-2020	31
Figure 35: Bilan des interruptions de service 2019-2020	31
Figure 36: Bilan de l'END 2019-2020	32
Figure 37: Indisponibilité des postes sources 2019-2020	32
Figure 38: Flair 219	33
Figure 39: DAX	33
Figure 40: Flair 279	33
Figure 41: Montage type A	34
Figure 42: Montage type B	34
Figure 43: Montage type C	35
Figure 44: Tore MF1	36
Figure 45: Tores CTR résignés	36
Figure 46: Schéma de principe montage du tore (source : manuelle d'utilisation DAX)	36
Figure 47: Tête de câble d'une cellule HTA avant montage du tore	36
Figure 48: Montage du tore sur les têtes de câble de la cellule HTA	36
Figure 49: Faisceau pour tore MF1	37
Figure 50: Faisceau pour tore résigné CTR	37
Figure 51: Boitier voyant tubulaire et rectangulaire	37
Figure 52: Voyant LED	37
Figure 53: Micro-interrupteurs Flair 279	38
Figure 54: Micro-interrupteurs Flair 219	38
Figure 55: Interface homme machine DDA DAX	39
Figure 56: Coffret T200 I 4 voies	40
Figure 57: Coffret T200 I 16 voies	40
Figure 58: Le rack du T200 I	41
Figure 59: Carte interface T200 I	42
Figure 60: Source d'alimentation rack	42
Figure 61 : batteries de l'OMT 48VDC	43
Figure 62: Equipement de transmission radio	43
Figure 63: Module acquisition courant du T200	44
Figure 64: Equipement de télétransmission des OMT des postes télécommandés	45

Figure 65: Protocoles de communications entre le centre de conduite et l'OMT	45
Figure 66: Configuration de l'automatisme sectionnaliseur	46
Figure 67: Configuration de l'automatisme permutateur	47
Figure 68: Chronogramme de l'isolement d'un tronçon en défaut avec réenclencheur rapide+lent	49
Figure 69: Chronogramme de l'isolement d'un tronçon en défaut avec réenclencheur rapide + 2 lents	50
Figure 70: Recherche de défauts sans DDA	51
Figure 71: Inventaire des postes visités pour DDA	53
Figure 72: Inventaire des DDA des 297 postes visités	53
Figure 73: Répartition du coût en fonction des articles commandés pour les DDA	54
Figure 74: Coût global du projet	57
Figure 76: Performances des postes sources du Réseau de Distribution de Libreville...	60
Figure 77: Performances poste source d'Owendo	60
Figure 78: Performances poste source Bellevue	61
Figure 79: Performances poste source d'Ambowé	61
Figure 80: Performances du poste source d'Angondjé	62
Figure 81: Performances du poste source Base seeg	62
Figure 82: Alimentation autonome Flair 219	70
Figure 83: Alimentation autonome DAX	70
Figure 84: Alimentation auxiliaire Flair 279	70
Figure 85: Alimentation auxiliaire DAX	70
Figure 86: Cellules Ormazabal	101
Figure 87: Cellules Fluokit motorisées	101
Figure 88: Cellules VM6	101
Figure 89: Cellules SM6 motorisées	101

INTRODUCTION GENERALE

L'utilisation de l'énergie électrique pour les besoins quotidiens de la société s'est traduite par la mise en place d'un système électrique comprenant, la production d'électricité, le transport et la distribution de cette énergie vers les consommateurs finaux. Le réseau de distribution HTA comprend l'ensemble des ouvrages situés à partir des départs HTA et les postes de transformations permettant le passage de la haute tension A en basse tension. Ces postes sont les éléments clés du réseau car, en plus de passer d'un niveau de tension à un autre, ils contiennent les équipements nécessaires à la gestion et à la surveillance du réseau de distribution. Le transport de l'énergie se fait à travers un vaste ensemble de lignes et de câbles HTA. Le gestionnaire du réseau doit assurer à tout moment l'équilibre entre la consommation et la production pour éviter des incidents pendant le transit de l'énergie ou l'effondrement total du réseau. Pour des raisons contractuelles, il doit également assurer une disponibilité permanente de l'énergie aux consommateurs finaux. L'importance de la disponibilité de l'énergie nécessite l'utilisation de technologies performantes de gestion de réseau. L'évaluation du réseau de distribution à travers des indicateurs de performances est un outil d'aide aux décisions d'améliorations de continuité de service.

Un réseau de distribution est dynamique et interagit avec son environnement. Il se trouve souvent confronté à des violations extérieures sous l'action des phénomènes naturels, électriques et des actions humaines, se traduisant par des interruptions de service. Les éléments les plus touchés sont généralement les lignes électriques et les câbles HTA. Le processus de reprise de service doit se faire dans les plus brefs délais pour minimiser l'énergie non distribuée et la gêne de la clientèle. A ce titre, les moyens et techniques employés doivent permettre une intervention rapide et efficace. Pour une continuité de service satisfaisante, le réseau de distribution doit être doté d'équipements en adéquation avec la reprise de service optimale lors d'un incident.

Bien qu'ayant l'un des meilleurs taux d'accès à l'électricité du sous-continent (81,5%) [1], la Société d'Energie et d'Eau du Gabon souhaite accroître la disponibilité de cette énergie. Au terme de l'analyse des indicateurs de performances, une amélioration de la continuité de service de ce réseau est nécessaire car les voies et moyens mis en œuvre pour le processus de reprise de service lors d'un incident paraît être hasardeux et fastidieux.

C'est en ce sens que notre stage au sein de l'entreprise consiste à moderniser et fiabiliser le Réseau de Distribution HTA (20 kV) de Libreville.

Ce rapport se décompose en quatre chapitres :

- Le premier présente le contexte et la problématique du projet ;
- Le deuxième présente la généralité sur les réseaux de distribution HTA ;
- Le troisième présente le réseau de distribution HTA de Libreville ;
- Le quatrième traite et analyse les résultats en rapport avec la problématique.

CHAPITRE I - PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU PROJET

I.1 Présentation de la structure

I.1.1 Historique

L'histoire de la Société d'Énergie et d'Eau du Gabon (SEEG) se confond à celle du Gabon en termes d'évolution et de développement. En 1935 à Libreville, la première société d'électricité fût créée : « Compagnie Centrale de Distribution D'énergie (CCDE) ». Dans le même temps, une autre société basée à Port-Gentil gérait l'électricité de cette ville : la Société d'Énergie de Port-Gentil (SEPG). Ces deux sociétés vont diversifier leurs activités en touchant également le secteur de l'eau potable dans le pays et donner naissance dans les années 1960 à la Société d'Énergie et d'Eau du Gabon (SEEG).

Dans les années 1980, la SEEG subit un ralentissement dans ses activités car confrontée à la crise économique ainsi qu'au dilemme de la maintenance, du renouvellement de l'outil de production et de son implantation dans les petites localités.

Le 13 Juin 1997, la SEEG est privatisée pour une durée de 20 ans et s'achevant le 30 Juin 2017 avec pour actionnaire principal, la Générale des Eaux, devenue VEOLIA. Après échéance, ce contrat n'a pas été renouvelé malgré des négociations entreprises par VEOLIA.

I.1.2 Missions

La SEEG remplit une mission de service public qui consiste à fournir l'eau et l'électricité à la population gabonaise. Dans le cadre de cette mission, le domaine de la concession circonscrit les activités de fourniture d'eau et d'électricité aux villes et zones périurbaines de toute l'étendue du territoire national gabonais. Elle a en son sein des conseillers nommés en conseil des Ministres donc par le gouvernement et placés sous la tutelle du Ministre de l'eau et de l'énergie. La société a un capital social de quinze milliards (15 000 000 000) de francs CFA. L'organigramme de cette société est fourni en **Annexe 2**.

I.2 Présentation de la zone du projet

Notre stage a été effectué au sein de la Direction Distribution Electricité Estuaire dans sa division Instrumentation, au service Instrumentation.

L'organigramme de cette Direction est présenté sur la **Figure 1** ci-dessous.

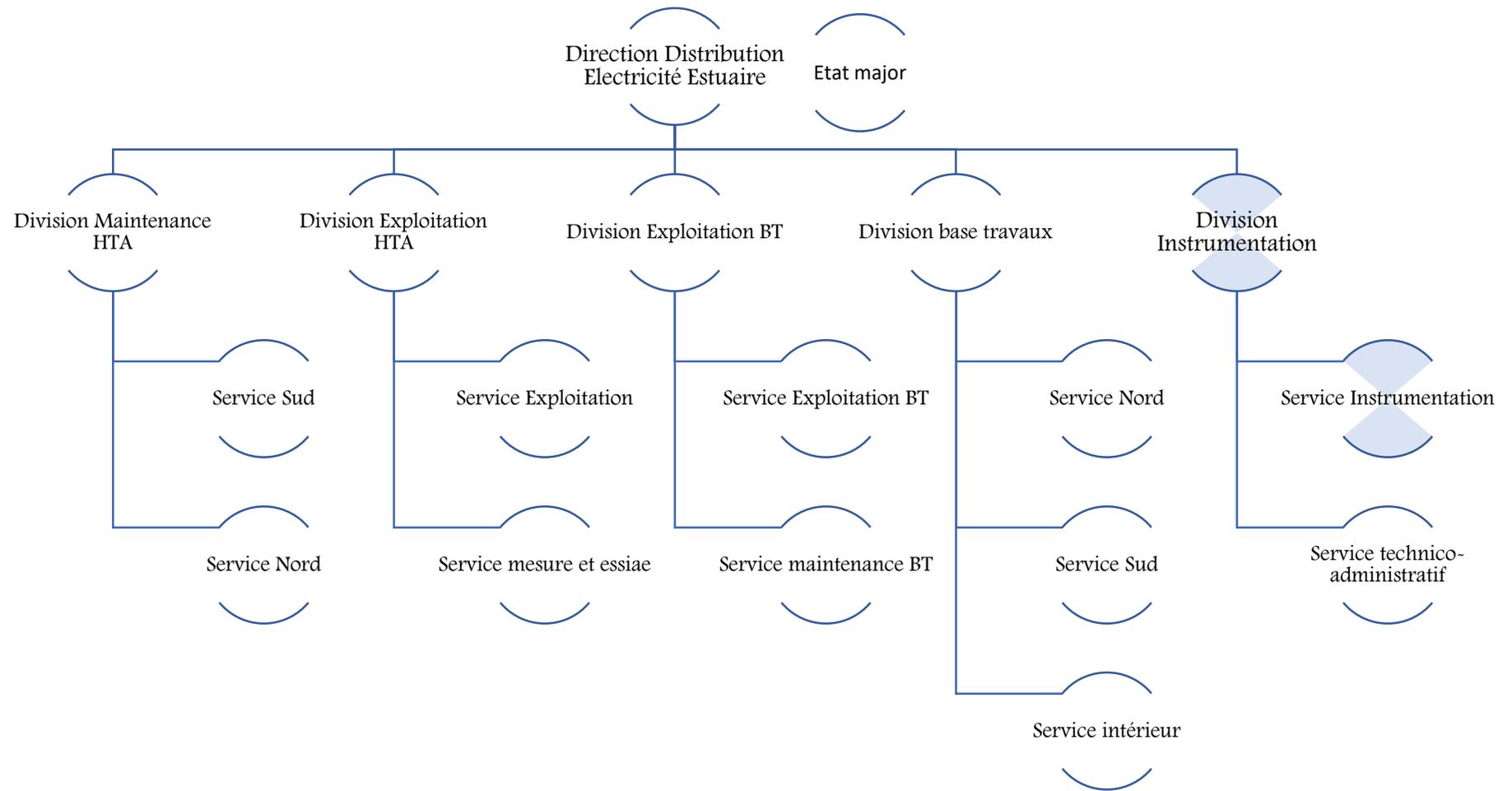


Figure 1: Organigramme de la Direction Distribution Electricité Estuaire (DDEE)

I.2.1 Contexte du projet

Afin de satisfaire sa clientèle et d'être compétitif dans le monde en termes de distribution d'énergie électrique, la SEEG doit porter une attention particulière à la continuité de service de son réseau de distribution HTA Interconnecté. Un taux de défaillance et des indisponibilités élevés du réseau de distribution HTA peuvent remettre en cause la fiabilité de ce dernier.

Le calcul des performances du Réseau de Distribution HTA de Libreville s'est fait en exploitant les données des deux dernières années consécutives, 2019 et 2020. Pour l'année 2020 en cours, les données d'exploitations se limitaient jusqu'au mois d'octobre au moment du stage. Pour comparer les données de ces deux années, nous avons tenu compte de la même période d'exploitation donc de janvier à octobre. La suite de ce travail, pour ce qui est des performances pendant les années 2019 et 2020 inclut uniquement l'intervalle de janvier à octobre.

Les interruptions de services entre 2019 et 2020 ont été respectivement de **475** et **377**. La figure 2 ci-dessous met en évidence la durée des interruptions de ces années.

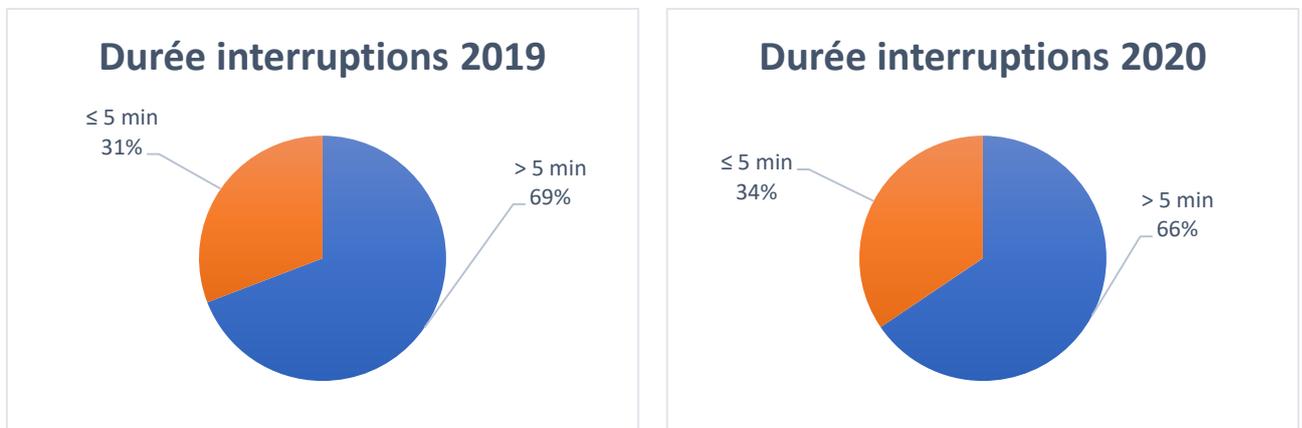


Figure 2: Durées des interruptions de service en 2019 et 2020

Commentaire : Nous remarquons qu'en 2019, 69% des interruptions ont été des coupures longues contre 66% en 2020.

Bien que le nombre d'interruption ait baissé de 7% en 2020, l'indisponibilité annuelle entre ces deux périodes a augmenté. Une coupure en moyenne par année a duré 24 minutes en 2019 et 30 minutes en 2020 (**Tableau 20**). La figure 3 montre la proportion de ces interruptions à différents niveaux d'intervalles de temps.

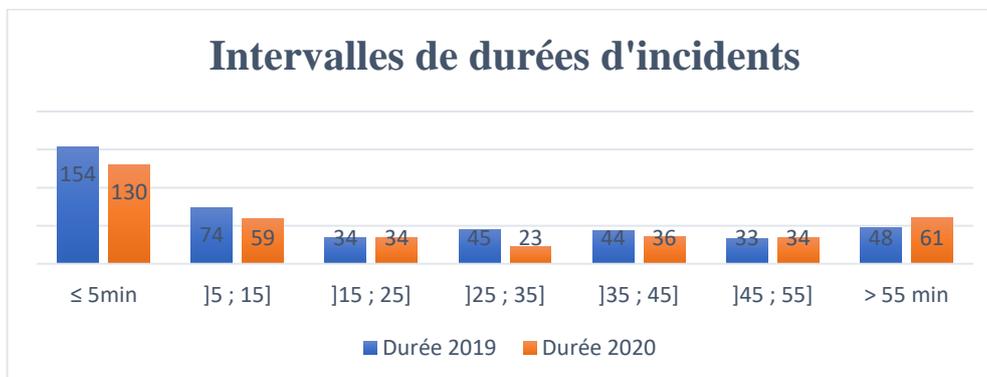


Figure 3: Proportion d'incidents par intervalles de temps

Aux vues de ces données, la SEEG a initié ce projet consistant à moderniser et fiabiliser le Réseau de Distribution HTA Interconnecté de Libreville. C'est dans cette optique que nous avons intégré la Division Instrumentation, créée au mois d'Avril 2020, au sein de la Direction Distribution Electricité Estuaire (DDEE).

I.2.2 Objectifs et résultats attendus

Ce travail vise à atteindre plusieurs objectifs qui se décomposent en général et spécifiques.

Objectif général :

- ✓ Améliorer la continuité de service à travers une conduite de réseau plus efficace ;

Objectifs spécifiques :

- ✓ Réduire l'Energie Non Distribuée ;
- ✓ Améliorer les opérations de localisation de tronçon en défaut ;
- ✓ Réduire le temps d'interruption de l'énergie électrique ;
- ✓ Réhabiliter les organes existants en vue d'une meilleure conduite du réseau.

Ce travail sera pris comme support d'aide à la solution d'une partie des problèmes liés aux interruptions de longues durées sur les réseaux de distribution HTA de L'Estuaire.

I.3 Méthodologie

Les actions à entreprendre pour mener à bien cette étude sont présentées sur la figure 4 ci-dessous :

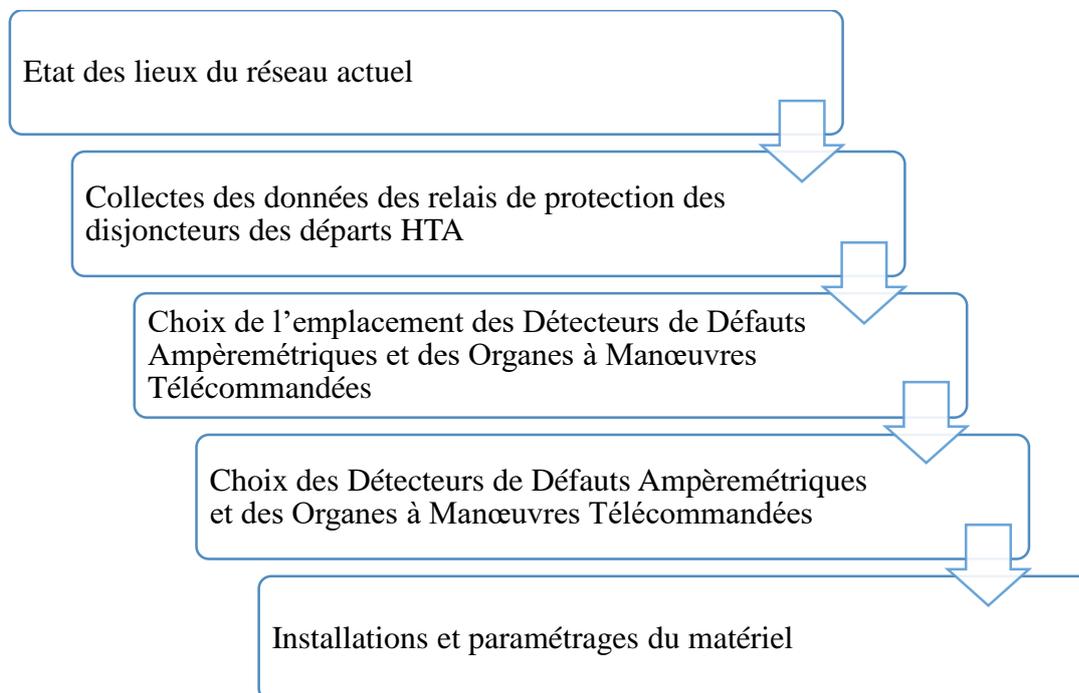


Figure 4 : Méthodologie de conception du projet

CHAPITRE II - GENERALITE SUR LES RESEAUX DE DISTRIBUTION HTA

- **Définition du réseau électrique**

Le réseau électrique est un ensemble d'ouvrages qui concourent à véhiculer l'énergie électrique des centres de productions vers les centres de consommations comme illustré sur la figure 5.

Le transit de cette énergie se fait au travers des lignes électriques (aériennes ou souterraines) alimentées en différents niveaux de tensions selon les propriétés électriques du réseau. Les postes électriques qui font office de passerelle entre les différents niveaux de tensions permettent une répartition de cette énergie. Ils sont considérés comme des nœuds, des pièces majeurs du réseau électrique dont les fonctions sont de :

- organiser (configuration de la topologie) ;
- surveiller (fonction de monitoring) ;
- protéger (actions des protections).

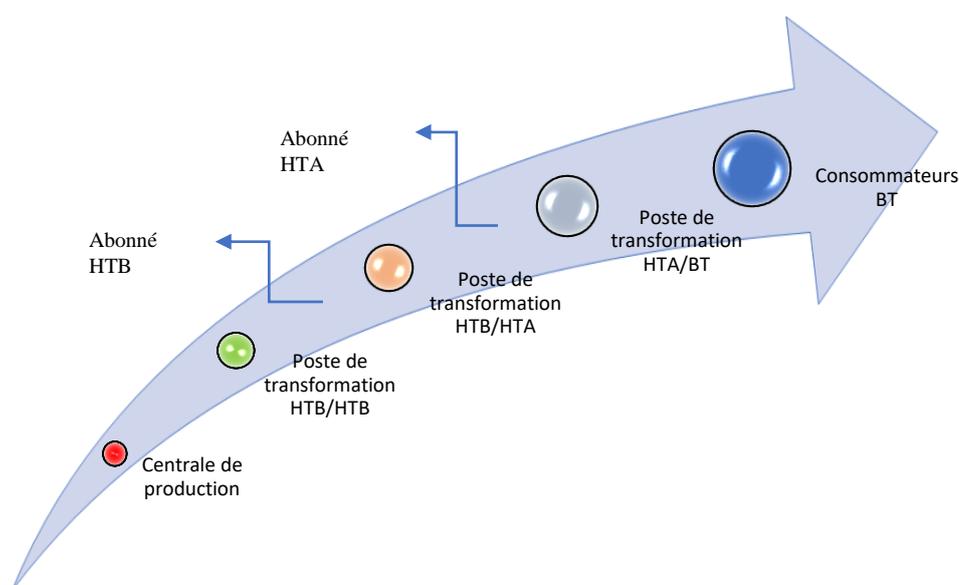


Figure 5: Schéma simplifié du réseau électrique

Il doit pouvoir assurer la gestion dynamique de la chaîne d'énergie. Une vue globale du réseau électrique avec ses quatre principaux niveaux est illustrée sur **Figure 6**.

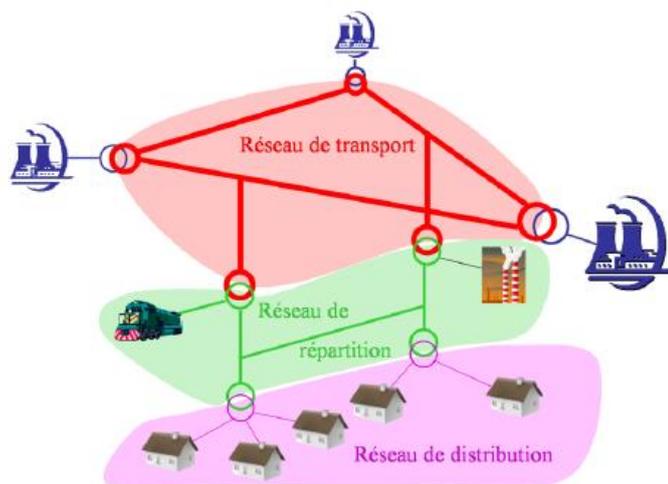


Figure 6: Vue globale du réseau électrique [2]

- **Niveaux de tensions des réseaux électriques**

La nouvelle norme en vigueur depuis 1989, UTE C 18-510 définit les niveaux de tension alternative comme présenté dans le **Tableau 1** suivant :

Tableau 1: Niveau de tension applicable dans les réseaux électrique

Domaine	TBT	BT	HTA	HTB
	Très basse tension	Basse tension	Haute tension A	Haute Tension B
Tension (En alternatif)	$U \leq 50V$	$50V < U \leq 1\text{ kV}$	$1\text{ kV} < U \leq 50\text{ kV}$	$U > 50\text{ kV}$
Valeurs usuelles	12-24-48 V	230 - 380 - 400 V	5,5 - 6,6 - 10 - 15 - 20 -33 - 36 kV	63 - 90 - 150 - 225 - 400 kV
Type d'usage	Tension de sécurité	Habitation, Petit commerces, Réseaux de transport ferroviaire, industrie	Industrie, Hôpitaux	Transport de l'énergie

II.1 Généralités sur le Réseau de Distribution HTA

Le réseau de distribution HTA est constitué par l'ensemble des départs issus des postes sources. Les postes sources HTB/HTA sont à l'interface du réseau de répartition et celui de distribution. L'exigence de la disponibilité en énergie d'un poste source justifie souvent le

doublément des lignes d'alimentation coté transport et le maintien en réserve d'un transformateur sur chaque implantation.

Un départ HTA est un ensemble d'appareillage et de connexions reliant électriquement un ouvrage (ligne, câble, transformateur, groupe synchrone etc.) aux jeux de barres du poste source. Il comprend notamment un appareil de coupure principal (généralement un disjoncteur), un ou plusieurs sectionneurs d'aiguillages de barres et éventuellement un sectionneur de séparation de l'ouvrage raccordé (sectionneur tête de ligne, sectionneur d'isolement etc.). Ses départs permettent l'alimentation des postes de livraison et de distribution publique HTA/BT servant à alimenter les clients [2].

Une illustration des différents modes d'alimentations des postes sources usuels est fournie sur la **Figure 7**, ainsi que leurs avantages/inconvénients en **Annexe 2**.

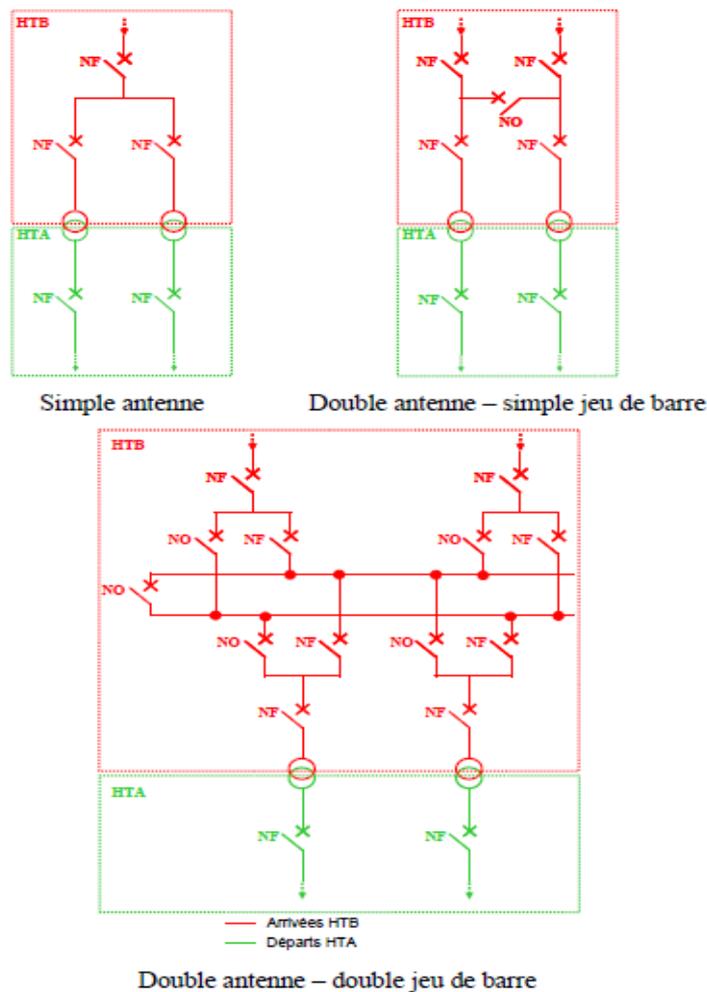


Figure 7: Postes source HTB/HTA [2]

II.1.1 Structures topologiques des réseaux électriques et modes de distribution associés

Le choix des modes de distribution de l'électricité dépend de deux critères : un critère géographique et humain (étendue du territoire, répartition de la population et des puissances à desservir) et un critère historique (les savoirs faire introduits par les zones d'influence ou colonies)

L'architecture des réseaux de distribution ainsi que le placement des appareils de coupure dépend de plusieurs paramètres technico-économiques comme le type de zone (rurale ou urbaine), la qualité de service désirée ou encore le niveau de fiabilité recherché (temps moyen de coupure par client) et donc l'investissement que l'on est prêt à engager [2].

Nous rencontrons généralement dans les réseaux électriques trois types de structures, à savoir :

- ✚ la structure radiale ;
- ✚ la structure bouclée ;
- ✚ la structure maillée.

II.1.1.1 Structure radiale

Cette structure est très souvent rencontrée en milieu rural. On trouve des architectures arborescentes bouclables mais exploitées en radiale. Les postes sont alimentés par une dérivation simple du réseau radial (aérien ou souterrain), aussi appelé réseau en antenne de la distribution HTA permettant ainsi une alimentation unique des consommateurs. Les boucles peuvent se situer entre les réseaux HTB/HTA ou entre départs voisins. Elle occasionne une faible sécurité d'alimentation car un défaut sur un tronçon entraîne le déclenchement du disjoncteur du départ et donc une mise hors tension de l'ensemble des postes ce trouvant sur ce départ. La figure 8, illustre la structure radiale.

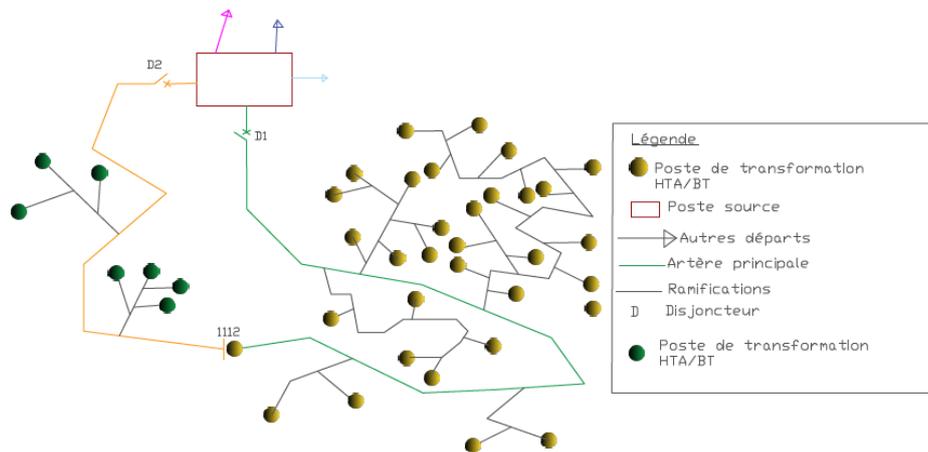


Figure 8: Structure radiale

Il est possible d'utiliser dans les milieux urbains un raccordement au réseau radial en double antenne (**Figure 9**) pour les consommateurs très sensibles comme les hôpitaux etc. Le poste en double antenne est connecté à un câble normal et à un câble de secours par le biais de dispositif inverseur qui permet une permutation manuelle ou automatique.

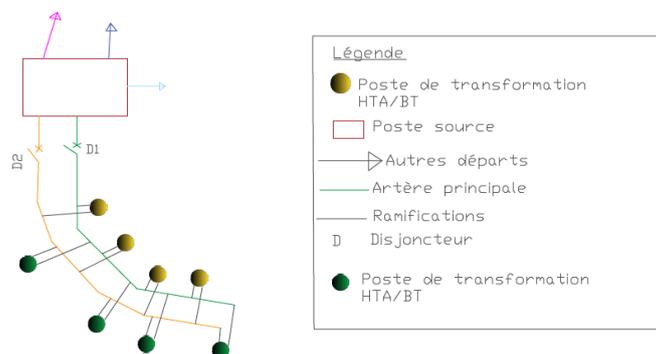


Figure 9: Structure double dérivation simple

II.1.1.2 Structure bouclée

Cette topologie est surtout utilisée dans les réseaux de distribution en milieu urbain. Un câble part d'un poste source, passe successivement par des postes HTA/BT à desservir avant de rejoindre, soit un autre poste source ou un départ différent du même poste source, soit un départ de secours. Ce genre de configuration permet un raccordement en coupure d'artère (poste en série) ; elle permet d'augmenter la disponibilité de l'énergie électrique car en cas de défaillance d'une source d'alimentation ou d'un tronçon, la reprise des postes de distribution se trouvant sur les tronçons sains est possible par un autre poste source. Cette liaison entre les sources d'alimentations à travers les lignes ou les câbles électriques forme une boucle exploitée soit en boucle ouverte ou en boucle fermée (Figure 10).

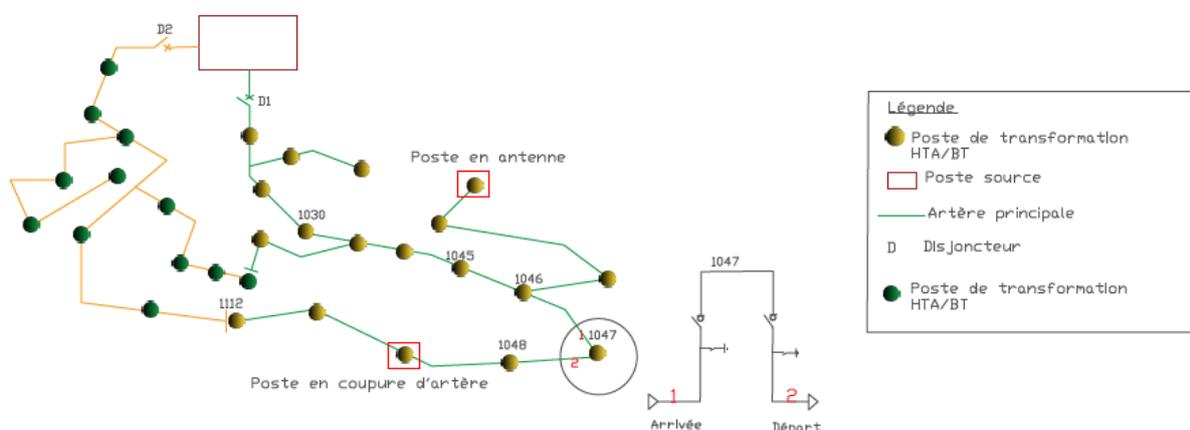


Figure 10: Structure bouclée

Boucle ouverte : dans le schéma en boucle ouverte, la boucle alimente plusieurs postes, chacun d'entre eux est raccordé en coupure d'artère et peut être alimenté par l'une ou l'autre des extrémités de la boucle. La possibilité de déplacer à volonté le point de coupure de la boucle permet les travaux d'extension, d'entretien ou de réparation sans interruption de service. Les défauts sur la boucle sont éliminés par les disjoncteurs d'extrémité de boucle et entraînant une interruption de service relativement longue, cette durée peut être réduite par la mise en place d'un système automatique. Ce système doit pouvoir réaliser d'une part, l'identification du tronçon en défaut, l'isoler de ce tronçon en défaut et d'autre part, la réalimentation de la boucle [3].

Boucle fermée : l'alimentation des postes en boucle fermée autorise une exploitation sans interruption de service lors d'incidents ou de travaux sur la boucle. Elle exige toutefois un système de protection complexe basé sur l'utilisation de dispositifs directionnels ou différentiels [3].

II.1.1.3 Structure maillée

La structure maillée est composée d'un ensemble de nœuds reliés par des lignes électriques réalisant ainsi une structure semblable aux mailles d'un filet (**Figure 11**). Cette topologie est souvent utilisée pour les réseaux de transport car elle apporte une grande sécurité dans l'acheminement de l'énergie électrique selon les différents nœuds de la maille permettant ainsi une bonne fiabilité.

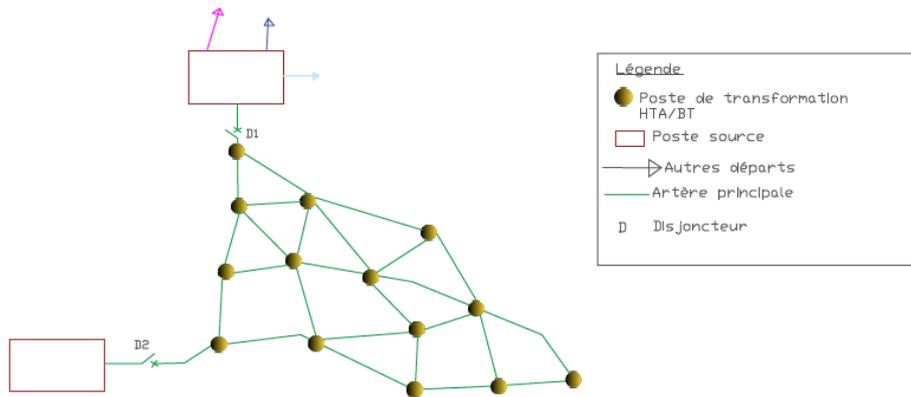


Figure 11: Structure maillée

II.1.2 Architecture des postes sources

Les postes sources peuvent être classés en deux familles :

II.1.2.1 Poste à couplage barre

Les barres couplent entre eux les différents départs figure 12.

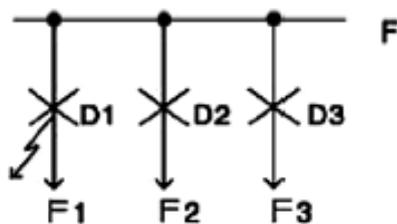


Figure 12: Schéma de poste à couplage barre

Commentaire : un défaut sur le départ F1 entraîne l'ouverture du disjoncteur D1. Lors d'une maintenance du disjoncteur D1, le départ F1 est coupé en électricité.

II.1.2.2 Poste à couplage de disjoncteurs

Les disjoncteurs couplent entre eux les différents départs figure 13.

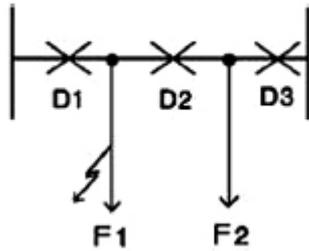


Figure 13: Schéma de poste à couplage disjoncteurs

Commentaire : un défaut sur le départ F1 entraîne l'ouverture des disjoncteurs D1 et D2. Lors d'une maintenance du disjoncteur D1, le départ F1 reste alimenté par D2.

L'architecture du poste est définie en fonction de divers critères ou qualités recherchées c'est-à-dire [4] :

- **Sécurité** : c'est l'aptitude à conserver un maximum de dérivations saines en service, en cas de non ouverture du disjoncteur chargé d'éliminer un défaut.
- **Souplesse** : aptitude à réaliser plusieurs nœuds (découplage) et y raccorder n'importe quelle dérivation.
- **Maintenabilité** : aptitude à permettre la poursuite de l'exploitation d'une dérivation malgré l'indisponibilité d'un disjoncteur.
- **Simplicité** : aptitude à changer de configuration en manœuvrant le minimum d'appareils.

II.1.3 Les postes de transformations de distribution publique

Un poste de transformation de distribution publique est appelé à desservir les consommateurs sous la tension de raccordement normalisée. Les principaux postes de transformations HTA/BT que nous rencontrons dans un Réseau de Distribution HTA sont présentés dans la suite du travail.

II.1.3.1 Poste sur poteau (H61)

La puissance de ce type de poste est comprise entre 50 kVA et 160 kVA. Il est généralement utilisé pour desservir les milieux ruraux, installé sur des supports en bois ou en béton, alimenté par un réseau aérien. Il porte l'appellation « transformateur haut de poteau » (figure 14).



Figure 14: Poste sur poteau

II.1.3.2 Poste bas simplifié (PBS)

Le PBS est un poste préfabriqué contenant un transformateur de puissance maximale 250 kVA et 4 départs basse tension (BT) montés sur un TUR (tableau urbain réduit). Il est alimenté uniquement en simple dérivation, en aérien ou souterrain, sous une tension de 36 kV maxi. Il est utilisé en milieu rural.



Figure 15: PBS N°945 à Libreville

II.1.3.3 Poste urbain en cabine (PUC)

Le PUC est un type de poste préfabriqué en cabine. Il contient un transformateur de puissance maximale 630 kVA, des cellules modulaires ou compacts HTA, 8 départs BT maximum montés sur un TUR. Il dispose également des auxiliaires BT servant à l'alimentation de l'appareillage (prise de courant, éclairage, OMT, DDA etc). Il est utilisé en milieu urbain (figure 16).



Figure 16: PUC N° 2411 à Libreville

II.1.3.4 Poste urbain maçonné (PUM)

Le PUM (figure 17) est un poste génie civil. Il contient un ou plusieurs transformateurs de puissance maximale 1000 kVA, des cellules modulaires ou compacts HTA, plusieurs départs BT montés sur un ou plusieurs TUR. Il dispose également des auxiliaires BT servant à l'alimentation de l'appareillage BT. A plus d'un transformateur, le PUM joue également le rôle de poste de livraison. Il est utilisé en milieu urbain.



Figure 17: PUM à Libreville

II.1.3.5 Poste en immeuble (PIM)

Le PIM (figure 18) est un poste contenu au rez-de-chaussée, sous-sol ou au parking d'un bâtiment. Il a les mêmes spécificités techniques qu'un PUM. Il est utilisé en milieu urbain.



Figure 18:PIM N° 773 à Libreville

II.2 Protections du Réseau de Distribution HTA

II.2.1 Les principaux défauts à l'origine des interruptions de service d'un réseau électrique

Une augmentation ou une diminution anormale des grandeurs nominales dans un circuit électrique constitue un défaut ou une perturbation. Ce sont le plus souvent les variations anormales de la tension, de l'intensité et de la fréquence qui sont à l'origine de ces perturbations. Les défauts les plus courants sont [5]:

- surtension ;
- baisse ou manque de tension ;
- surintensité par surcharge ;
- surintensité par court-circuit.

Ils contribuent à la violation des limites de conception des composants du réseau électrique du point de vue isolation, niveau de tension, de courant etc. Un défaut peut être franc ou présenter une certaine impédance. Ils peuvent entraîner l'effondrement du réseau électrique ou la mise en danger de son environnement [6]

Les interruptions de service peuvent être dues, soit à des travaux programmés ou à des incidents sur le réseau électrique qui se traduisent par des surintensités. Il est essentiel de connaître leurs origines, leurs comportements ainsi que leurs conséquences sur un réseau de distribution HTA.

II.2.1.1 Les courts-circuits

Les courts-circuits sont des phénomènes transitoires, ils apparaissent lorsque l'isolement entre deux conducteurs de tensions différentes ou entre un conducteur sous tension et la terre est détérioré. Ils engendrent des courants très importants dans les éléments constituant le réseau.

✚ Les origines des courts-circuits dans les réseaux électriques

Dans les installations électriques, différents courts-circuits peuvent se produire. On peut définir les courts-circuits d'après trois caractéristiques principales [7] :

Leurs origines

- ✓ elle peut être **mécanique** : rupture des conducteurs, liaison électrique accidentelle entre deux conducteurs par un corps étranger (outils ou animaux) ;

- ✓ elle peut être **électrique** : suite à la dégradation de l'isolement entre phases, ou entre phase et masse ou terre, ou suite à des surtensions d'origine interne (manœuvre) ou atmosphérique (coup de foudre) ;
- ✓ elle peut provenir d'une **erreur d'exploitation** : mise à la terre d'une phase, couplage entre deux sources de tensions différentes ou des phases différentes, fermeture par erreur d'un appareil de coupure.

Leurs localisations

- ✓ le court-circuit peut être **interne à un matériel** (câble, moteur, transformateur, tableau électrique etc.) ;
- ✓ il peut également être **externe au matériel** (câble, moteur, transformateur et.). les conséquences sont limitées à des perturbations pouvant entraîner à plus ou moins longue échéance des détériorations dans le matériel considéré, et conduire ainsi à un défaut interne.

Leur durée

- ✓ auto-extincteur : le défaut disparaît de lui-même ;
- ✓ fugitif : le **défaut disparaît sous l'action des protections** et ne réapparaît pas lors de remise en service (le défaut est brûlé après le réenclenchement) ;
- ✓ permanents : il nécessite **la mise hors tension d'un câble ou d'une ligne, d'une machine etc. et l'intervention du personnel d'exploitation.**

✚ Les différents types de courts-circuits dans les réseaux électriques

Les courts-circuits sont de natures et de types différents. On distingue les courts-circuits [8]:

- **monophasé-terre** : le défaut qui se présente à 80 % des cas est le défaut unipolaire à la terre, causé par la mise accidentelle à la terre d'un conducteur de phase du réseau. Il s'écoule un courant de défaut dans la terre encore appelé courant homopolaire (i_h) (**figure 19**).

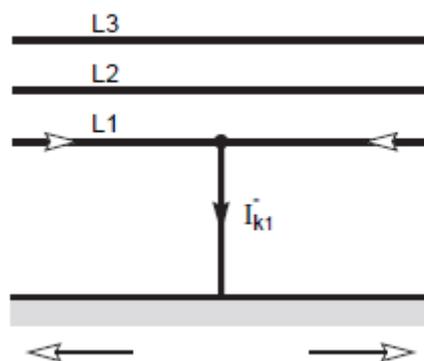


Figure 19: Court-circuit monophasé

- **biphasé** : 15 % des cas entre deux conducteurs actifs. Il peut être biphasé-isolé (uniquement entre deux conducteurs de phases) ou biphasé-terre (entre 2 conducteurs de phases et la terre). Il finit souvent en défaut triphasé (**figure 20 et 21**).

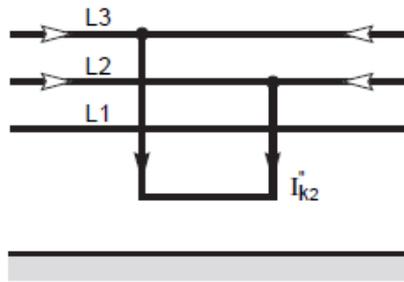


Figure 20: Court-circuit biphasé isolé

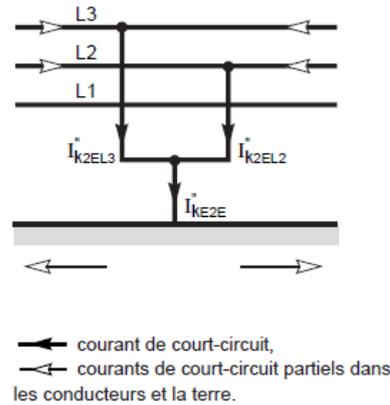


Figure 21: Court-circuit biphasé-terre

- **triphase** : 5% des cas (figure 22).

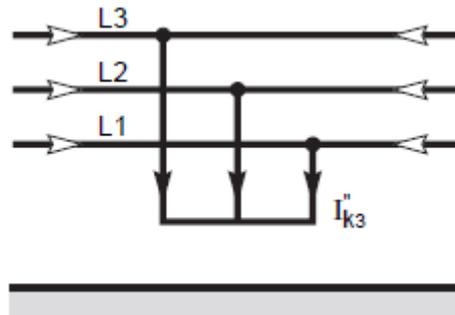


Figure 22: Court-circuit triphasé

⚡ Effets des courants de courts-circuits

Les courts-circuits sont assez néfastes pour les réseaux électriques car :

- ils perturbent l'environnement du réseau autour du point de défaut par le creux de tension brutal qu'il entraîne ;
- ils contraignent à mettre hors service, par le jeu des protections appropriées, une partie souvent importante du réseau ;
- tous les matériels et liaisons (câbles, lignes) traversés par le court-circuit subissent une forte contrainte mécanique (efforts électromécanique) qui peut entraîner des ruptures, une contrainte thermique pouvant entraîner la fusion des conducteurs et la destruction des isolants ;
- au point de défaut se manifeste le plus souvent un arc électrique de forte énergie, dont les effets destructeurs sont très importants, et qui peut se propager très rapidement.

II.2.1.2 Les surcharges

La surcharge d'un appareil est caractérisée par un courant supérieur au courant admissible, les origines de surcharges sont :

- les courts-circuits ;
- les reports de charge ;

- les pointes de consommation ;
- l'enclenchement des grandes charges.

Ils provoquent des chutes de tension importantes dans le réseau et accélère le vieillissement des équipements.

II.2.2 Les protections des départs HTA contre les surintensités

Les réseaux électriques sont constitués d'un ensemble de protection permettant un fonctionnement optimal de la chaîne d'énergie. Nous distinguons plusieurs niveaux de protections selon la typologie du réseau électrique.

Un système de protection (**Figure 24**) est un ensemble de dispositifs destinés à la détection des défauts et des situations anormales des réseaux afin de commander le déclenchement d'un ou de plusieurs éléments de coupures. Il est composé de trois principales parties :

- **Des capteurs ou réducteurs de mesure** qui abaissent les valeurs à surveiller (courant, tension etc.) à des niveaux utilisables par le relais de protection ;
- **Relais de protection** : chargé de la surveillance permanente de l'état électrique du réseau, jusqu'à l'élaboration des ordres d'élimination des parties en défaut, et leur commande par le circuit de déclenchement (traiter le signal et donner l'ordre au disjoncteur) ;
- **Un appareillage de coupure** dont la fonction est de couper l'électricité.

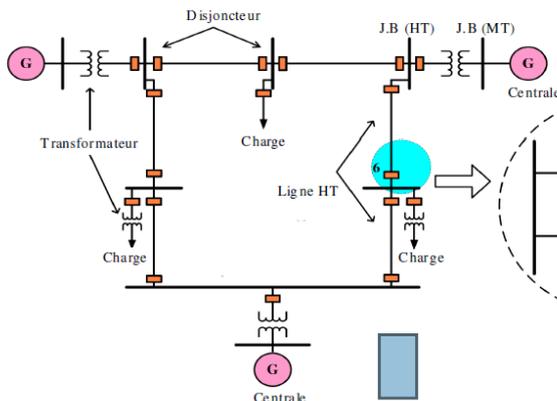


Figure 23: Plan de protection [9]

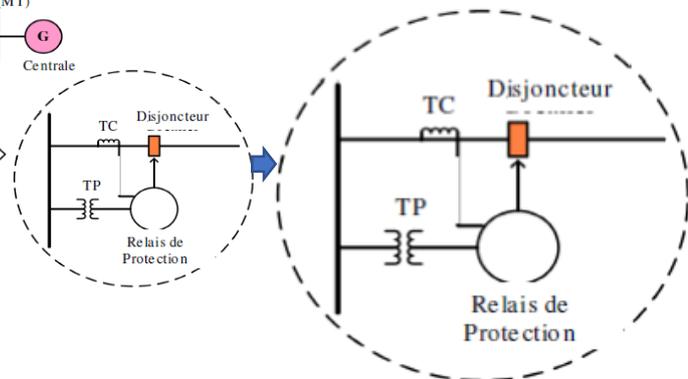


Figure 24: Système de protection

Un système de protection doit assurer la fonction pour laquelle il a été sollicité, de ce fait, il doit avoir les qualités suivantes :

- **rapidité** : agir le plus vite possible ;
- **sélectivité** : isoler uniquement la partie du réseau affecté par le défaut ;
- **sensibilité** : fonctionner dès que les seuils de réglages sont atteints ;
- **fiabilité** : fonctionner dès que un défaut apparaît et autant de fois que nécessaire.

Les variations anormales d'intensité doivent être éliminées par des dispositifs de protections en un temps suffisamment faible afin de préserver les conducteurs ainsi que les matériels du réseau. Les dispositifs assurant cette fonction de protection sont des disjoncteurs associés à des relais.

II.2.2.1 Caractéristiques des dispositifs de protection contre les courts-circuits

Selon la définition donnée par la Commission Electrotechnique Internationale (CEI), un disjoncteur à haute tension est destiné à établir, supporter et interrompre des courants sous sa tension assignée (tension maximale du réseau électrique qu'il protège) à la fois dans les conditions :

- normales de service (par exemple pour connecter ou déconnecter une ligne dans un réseau électrique) ;
- anormales spécifiées en particulier pour éliminer un court-circuit ou les conséquences de la foudre.

Il doit pouvoir répondre aux conditions suivantes :

- **son pouvoir de coupure** doit être au moins égal au courant à couper au point où se trouve le dispositif est installé. Le courant à couper se compose du courant de court-circuit symétrique (triphase) et de la composante continue associée ;
- **le temps de coupure** du courant résultant d'un court-circuit franc se produisant en tout point du circuit doit être inférieur au temps de passage de ce courant , de façon à ce que la température des conducteurs et des matériels soit portée à une valeur au plus égale à la limite maximale admise ;
- **il doit fonctionner pour la valeur minimale** que peut prendre le courant de court-circuit. Cette valeur permet de fixer les seuils de réglages des protections garantissant l'élimination des courants de défauts dans les conditions les plus faibles d'alimentations.

Différentes familles de disjoncteurs existe :

- disjoncteur à huile ;
- disjoncteur à air comprimé ;
- disjoncteur à vide ;
- disjoncteur à l'hexa fluor de soufre (SF6).

II.2.2.2 Réglages des seuils de protection des départs HTA

Les relais de protection (**Figure 25**) doivent être réglés en intensités aux plus petits courants de courts-circuits susceptibles de se manifester sur le départ auquel il est associé. Ces courants minimaux sont entre autres, les courants entre phase et les courants homopolaires.

Une protection peut supporter une ou plusieurs fonctions définies suivant une codification normative telle que la norme ANSI. Le code ANSI (American National Standards Institute) décrit à la fois la fonction d'une protection et son logiciel. C'est ainsi qu'un automate prévu pour fonctionner pour un dépassement de seuil intensité sera représenté par le code 50 si son fonctionnement est instantané, et 51 si son fonctionnement est temporisé. Lorsque l'automate est alimenté par un tore homopolaire son code sera 51G, s'il est alimenté par la sommation des trois intensités d'une ligne, sera 51N [10]

Protection à maximum de courant de phase

La protection à maximum de courant phase protège le départ contre les surcharges inadmissibles et les courants de courts-circuits entre phases, il s'agit de ceux triphasés (I_{cc3}) et biphasés (I_{cc2}) Le seuil de réglage du relais de protection (I_r) d'un départ doit obligatoirement être inférieur ou égal au courant de défaut le plus faible pouvant se faire ressentir sur le départ

(court-circuit biphasé), et être supérieur à l'intensité maximale admissible pouvant transiter par ce canal. Le courant admissible dans le départ dépend :

- ✓ du courant de pointe du câble (I_p) ;
- ✓ du calibre des transformateurs de courant (IN_{TC}) ;

On intègre dans le réglage des protections des coefficients de sécurité (généralement 1,2 ou 0,8) qui permettent de prendre en compte les erreurs de mesures, de calcul et d'incertitude des réglages. Il faut également appliquer un coefficient de 1,3 tenant compte du courant maximal admissible dans le conducteur. Nous obtenons l'expression suivante pour déterminer le seuil à maximum de courant phase :

$$1,3 \times IN_{TC} < I_r < 0,8 \times I_{cc2} \quad (1)$$

Les transformateurs de courant (TC) et de potentiel (TP) permettent de mesurer une grandeur électrique à leurs primaires (coté HT) et de donner une image de cette valeur au secondaire (coté BT) exploitable par le relais en appliquant un rapport de transformation (R_{TC}). L'image au secondaire du TC est obtenue par la formule suivante :

$$\text{Valeur}_{BT} = \text{Valeur}_{HT} \times R_{TC} \quad (2)$$

Avec : $R_{TC} = \frac{\text{grandeur}_{\text{secondaire}}}{\text{grandeur}_{\text{primaire}}}$



Figure 25: Relais de protection de type P142

Les temporisations des relais de protections peuvent être de 2 types, à savoir :

- **Protection à temps indépendant** : la temporisation est constante, elle est indépendante de la valeur du courant mesuré, les seuils de réglage sont généralement réglables par l'utilisateur (Figure 26).

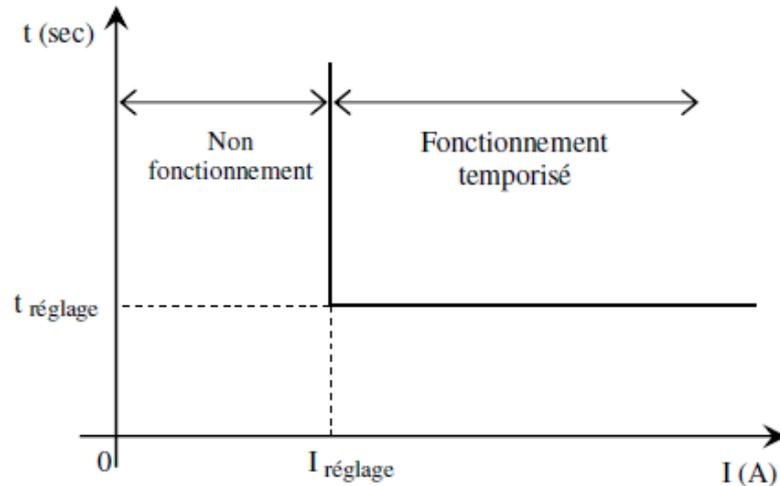


Figure 26: Protection à maximum de courant de phase à temps indépendant

- **Protection à temps dépendant** : la temporisation dépend du rapport entre le courant mesuré et le seuil de réglage. Le temps de déclenchement est fonction de la valeur du courant de défaut. Plus cette valeur est élevée, plus faible est la temporisation et donc, un déclenchement plus rapide (figure 27).

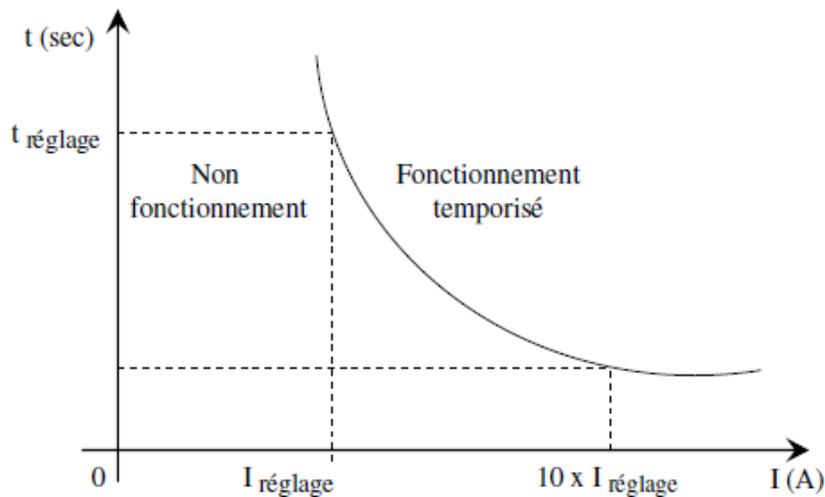


Figure 27: Protection à maximum de courant phase à temps dépendant

✚ Protection à maximum de courant homopolaire

La protection homopolaire à maximum de courant est portée sur deux éléments :

- ✓ la rupture des conducteurs ;
- ✓ les défauts-terre.

Rupture des conducteurs :

On parle de rupture de conducteurs lorsque sur une ligne, l'un des conducteurs reste en suspension après avoir subi un décrochage sur la ligne. Le seuil de réglage du relais se fait sur la base du rapport entre le courant inverse (I_i) et le courant direct (I_d). Ce rapport doit être inférieur ou égale

à 0,2, au cas échéant, un déclenchement du disjoncteur est inévitable. L'expression de ce seuil est présentée ci-dessous :

$$I_i/I_d \leq 0,2 \quad (3)$$

Les défauts-terre :

Ces défauts font référence à un conducteur de ligne qui rentre en contact, d'une manière directe ou indirect avec la terre. D'après les relations générales de Fortescue, le courant de défaut généré est le triple du courant homopolaire. L'expression de ce seuil est donnée ci-dessous :

$$I_N = 3I_0 \quad (4)$$

II.3 Estimation des Performances d'un Réseau de Distribution HTA

L'électricité ne pouvant être aisément stockée, la production doit suivre la consommation en temps réel. Durant son parcours, bon nombre de perturbations peuvent affecter la qualité de l'électricité fournie à la clientèle. La qualité de l'électricité est liée à la qualité de la tension arrivant chez le consommateur final, qui à son tour n'est possible qu'en présence de tension. En cas d'interruption de la tension (brève ou longue), on est face à un problème de continuité de la tension c'est-à-dire de fiabilité d'alimentation. L'alimentation est d'autant plus fiable que le nombre annuel d'interruptions est petit et que leur durée moyenne est faible. La qualité de l'électricité peut être résumée de la manière suivante [11]:

Qualité de l'électricité = Continuité + Qualité de service.

La continuité d'alimentation

La continuité de l'alimentation électrique est la capacité du réseau à alimenter en permanence les points de livraison des clients. Elle est altérée par des interruptions d'alimentation ou coupures. La continuité d'alimentation est évaluée à partir de la comptabilisation des interruptions subies par les abonnés au cours d'une période définie. Ces interruptions sont classées selon la durée et la nature de l'interruption. Nous distinguons donc les interruptions suivantes :

- Interruption longue ou coupure longue : c'est une interruption de la fourniture d'énergie électrique pour la durée supérieure ou égale à 5 minutes
- Interruption brève ou coupure brève : c'est une interruption de la fourniture d'énergie électrique pour une durée inférieure à 5 minutes ;
- Interruption planifiée : c'est une interruption programmée par l'opérateur du service de distribution.

La qualité de service

Le réseau de distribution doit respecter les valeurs de référence en ce qui concerne l'amplitude d'onde de tension et de fréquence car ces grandeurs sont susceptibles d'altérer le fonctionnement des appareils électriques raccordés au réseau, voire de les endommager. Différents termes peuvent être utilisés en fonction des caractéristiques de la perturbation : fluctuations rapides de la tension, déséquilibre de la tension, creux de tension, surtensions temporaires, harmoniques, variations de fréquence.

Deux jeux principaux d'indices permettent de caractériser la continuité de la tension, il s'agit des indices système et ceux point de raccordement.

Les indices systèmes donnent une information globale caractérisant un ensemble ou un sous-ensemble du système. Il s'agit des indices tels que :

- ✓ SAIFI : indice de fréquence moyenne d'interruption du système (System Average Interruption Frequency Index) ;
- ✓ CAIFI : indice de fréquence moyenne d'interruption par client (Customer Average Interruption Frequency Index) ;
- ✓ SAIDI : indice de durée moyenne d'interruption du système (System Average Interruption Duration Index) ;
- ✓ CAIDI : indice de durée moyenne d'interruption par client (Customer Average Interruption Duration Index) ;
- ✓ ASAI : indice de disponibilité moyenne du service (Average Service Availability Index).

Par ailleurs, les indices de base du point de vue raccordement au réseau sont :

- ✓ Le taux de défaillance : nombre de coupure par an ;
- ✓ La durée moyenne d'une coupure (indisponibilité du système) ;
- ✓ L'énergie non distribuée (END).

Les indices utilisés mondialement pour apprécier les performances d'un Réseau de Distribution HTA sont les indices SAIFI et SAIDI.

II.3.1 Indice SAIDI

SAIDI indique la durée cumulée moyenne d'une coupure subie par un client (en fonction de la période considérée), mesurée en additionnant deux facteurs :

- le temps nécessaire à la détection du défaut ;
- le temps nécessaire à la réparation du défaut.

La durée moyenne de coupure par an se mesure le plus souvent tous les mois ou se calcule une fois par an. Elle est obtenue à partir de la formule suivante :

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum \text{NC} * \Delta t}{\text{NT}} \quad \text{II.1}$$

Avec :

NC : nombre de clients concernés par la coupure ;

Δt : durée de la coupure (en minute ou heure) ;

NT : nombre total de clients desservis par le réseau de distribution

II.3.2 Indice SAIFI

L'indice SAIFI indique la fréquence cumulée moyenne des coupures de courant affectant un consommateur final, mesurée en prenant en compte deux facteurs :

- le nombre de client impacté par la coupure lors de la détection du défaut ;
- le nombre de client impacté pendant la réparation du défaut.

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum \text{NC}}{\text{NT}} \quad \text{II.2}$$

Avec :

NC : nombre de clients concernés par la coupure ;

NT : nombre total de clients desservis par le réseau de distribution

II.3.3 Indice END

L'END est obtenue par le produit de la puissance qui n'a pas pu être fournie au consommateur suite à une avarie et le temps durant lequel le consommateur a été privé de cette puissance. L'expression de l'END est présentée ci-dessous :

$$\text{END} = \text{Puissance perdue} \times \text{temps d'interruption}$$

II.3

II.4 Processus de reprise de service lors d'une interruption d'alimentation

Le temps nécessaire à la détection d'un défaut impact considérablement l'END. Les postes de distributions sont normalement équipés d'interrupteurs HTA sur l'ensemble du réseau. Cependant, l'isolation du tronçon en défaut ne peut se faire que si la zone en défaut est localisée. Il est donc extrêmement important d'identifier le tronçon en défaut le plus rapidement possible. Le réseau doit ainsi se doter d'équipement capable d'assurer la localisation et l'isolement du tronçon en défaut :

L'utilisation de détecteurs de défauts avec indication lumineuse réduit le temps de localisation du tronçon en défaut et évite le manœuvrage des interrupteurs des cellules, des postes en bon état.

L'utilisation de détecteurs de défauts communicants réduit le temps de détection du défaut à un minimum absolu. Immédiatement après la détection du défaut, tous les détecteurs situés dans le tronçon en défaut, envoient un message d'alarme au centre de conduite. L'opérateur visualise immédiatement la localisation du tronçon en défaut et procède à des opérations d'isolation.

L'utilisation d'un système de téléconduite pour isoler le tronçon en défaut minimise les temps et les coûts d'interventions. Lorsqu'ils sont avec automatismes, l'interruption est réduite à un temps absolu.

Les organes généralement utilisés pour la localisation des tronçons en défauts sont les détecteurs de défaut ampèremétriques (DDA) et les organes à manœuvres télécommandées (OMT) pour la téléconduite du réseau.

Les DDA

Le fonctionnement des DDA est possible par le phénomène d'induction électromagnétique. La circulation d'un courant dans les lignes génère un champ magnétique et une bobine mise dans un champ magnétique produit un courant induit.

Les tores des DDA, constitués de bobine sont parcourus par un champ magnétique lors de la circulation du courant dans les lignes. Ils produisent un courant induit qui est contrôlé par le relais du DDA. Pendant un court-circuit, l'intensité augmente, et par la même occasion, le champ magnétique. Lorsque l'intensité produite par les tores va dépasser les seuils de réglages, nous aurons un déclenchement du disjoncteur du départ HTA et l'émission d'une signalisation lumineuse locale alimentée par la pile du relais. Les DDA permettent la détection des défauts triphasés, biphasés et monophasés.

NB : Un détecteur de défaut réalise sa fonction si les trois conditions suivantes sont remplies :

- ✓ Câblage réalisé correctement ;
- ✓ Seuils de détection correctement programmés ;
- ✓ Pile en bon état et connectée au relais.

✚ OMT

L'OMT est un atout pour la conduite du réseau électrique car il rend ce dernier flexible par les actions d'ouverture/fermeture des interrupteurs HTA provenant soit du superviseur de téléconduite par TELECOMANDE, soit par une commande LOCALE opérateur (bouton-poussoir), soit par des AUTOMATISMES internes. Il permet une signalisation locale et téléconduite lors de la détection d'un courant de défaut.

Il existe plusieurs sortes d'OMT selon les spécificités du besoin. Nous avons les OMT de la gamme Easergy, pour ne citer que ceux-là, tels que :

- Talus 200 E, installé uniquement avec des cellules motorisées de type RingMaster ;
- Talus 200 P ; installé avec des interrupteurs aériens télécommandés du réseau HTA ;
- Talus 200 I, installé avec des cellules motorisées de type SM6 ou RM6 ;
- Talus 200 S, installé avec des cellules motorisées de type SM6 ;
- Etc.

Comme nous pouvons le voir, chaque OMT a sa particularité, non seulement de l'application aux cellules motorisées mais aussi du nombre d'interrupteur (voie) pouvant être commandé par l'OMT et des options qu'il propose. Bien que les OMT aient quelques divergences, leurs fonctionnalités restent les mêmes.

NB : Une attention particulière doit être portée sur le nombre de voie de l'OMT, il doit correspondre au nombre de dérivation partant du poste. Mais également, au détecteur de défauts interne à l'OMT dont il doit être doté.

✚ Cellules motorisées

La mise en place d'OMT occasionne le remplacement des cellules dites standards par des cellules motorisées (**figure 28**) de mêmes caractéristiques. Ces cellules peuvent être de l'une des gammes ci-dessous (annexe...) :

- RM6 ;
- SM6 ;
- VM6 ;
- Fluokit ;
- Ormazabal
- Etc.



Figure 28: Cellule Ormazabal motorisée

De la fiche technique de la gamme de cellule SM6-24kV (**Annexe 29**), nous présentons les

principales caractéristiques au remplacement des cellules limitées à 400A dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2: Caractéristiques de la cellule motorisée SM6-24kV

Caractéristiques cellule standard IM	Caractéristiques cellule motorisée IM
Tension assignée : 24kV	Tension assignée : 24kV
Tension de service : 20kV	Tension de service : 20kV
Courant nominal : 400A	Courant nominal : 400A
Courant de courte durée admissible : 12,5 kA-1s	Courant de courte durée admissible : 12,5 kA-1s
-	Compléments
-	Courant jeu de barres : 400A
-	Type d'unité de commande : CIT motor mechanism
-	Tension de contrôle circuit : 48Vcc

II.4.1 Localisation du tronçon en défaut par DDA et OMT.

Considérant un court-circuit entre les postes 1045 et 1046 (**figure 29**).

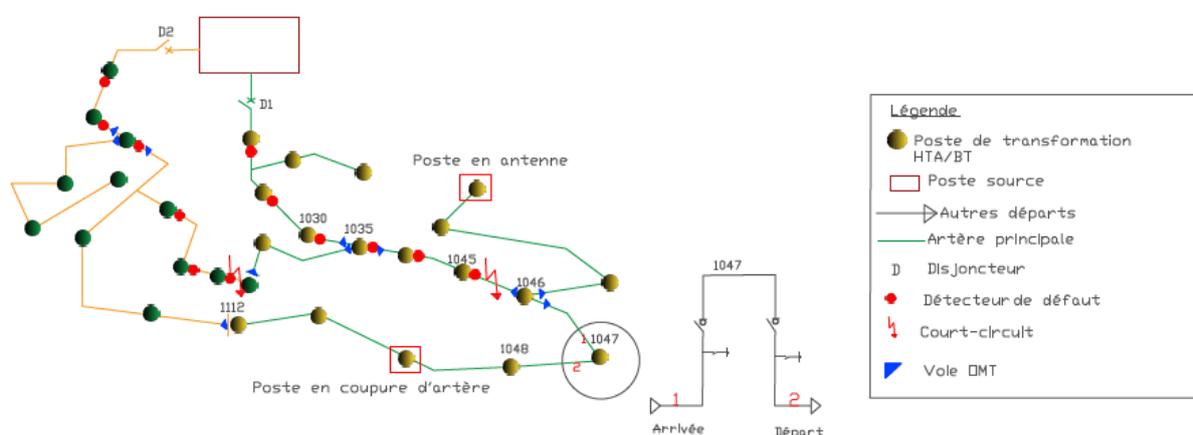


Figure 29: Localisation du tronçon en défaut par DDA et OMT

Ce court-circuit va remonter vers la source, c'est-à-dire le poste source. Pour éviter que ce courant ne détériore le matériel, le disjoncteur va déclencher dans un temps ≤ 1 seconde. Lors du cheminement du courant de court-circuit vers le poste source, il parcourt l'ensemble des lignes, câbles et postes de transformations HTA/BT qui permettent son transit. Le passage du courant de court-circuit, capter par les tores va entraîner l'allumage de la signalisation lumineuse. Pour les OMT équipés de DDA interne, en plus de la signalisation locale, une télésignalisation est envoyée au centre de conduite de l'emplacement du poste traversé par le défaut.

Guider par le centre de conduite, l'exploitant faisant la recherche du tronçon en défaut est envoyé directement au poste téléalarmé pour débiter la recherche du tronçon en défaut. Il suivra

ensuite la signalisation directionnelle jusqu'à l'endroit du défaut. Le tronçon en défaut aura été identifié lorsqu'on observera une discontinuité de la signalisation lumineuse des postes. En d'autres termes, si entre deux postes HTA/BT consécutifs, le voyant du poste en amont est allumé et celui du poste aval éteint, le tronçon en défaut est alors entre ces deux postes (**figure 30**).

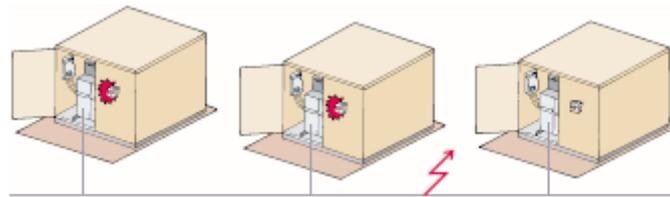


Figure 30: Signalisation lumineuse (source: fiche technique Flair 279)

Ces organes sont installés dans l'ensemble des postes en coupure d'artère et les postes servant de dérivation.

II.4.2 Ouverture/fermeture des interrupteurs HTA des postes de distribution par téléconduite

Les OMT permettent une intervention rapide lors de l'apparition d'un défaut. En effet, depuis le centre de conduite, il est possible d'isoler une partie du tronçon en défaut et de réalimenter les tronçons sains avant le déploiement des agents techniques d'exploitation effectuant la localisation du tronçon en défaut.

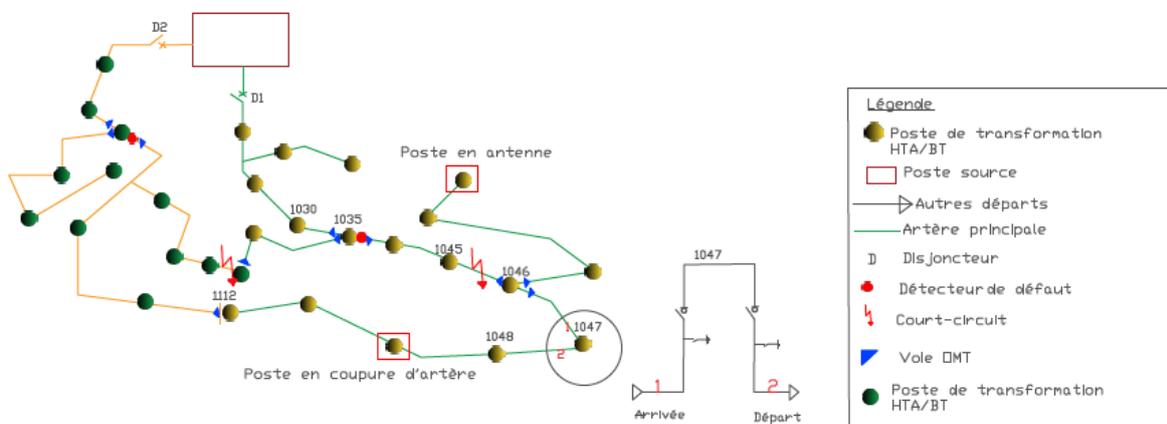


Figure 31: Ouverture/fermeture des interrupteurs HTA par OMT

Au poste 1035 (**figure 31**), l'OMT va détecter le passage du courant de défaut et envoyer une télésignalisation de cette information au centre de conduite.

- Si l'OMT installé est à automatisme SEC, dès la détection du courant de défaut, il ouvrira en quelques secondes l'interrupteur de la voie concernée par le défaut avant le déclenchement définitif du disjoncteur. Le bouclage des départs pour la reprise de charge se fera depuis le centre de conduite par un opérateur ;

- Si l'OMT installé est standard, après déclenchement du disjoncteur, l'opérateur du centre de conduite ouvrira la voie de l'OMT qui aura détecté le passage du courant de défaut au poste concerné. Le bouclage des départs et le ré-enclenchement du disjoncteur pour la reprise de charge se fera depuis le centre de conduite par un opérateur, en attendant l'arrivée d'un agent d'exploitation technique sur les lieux. Cette opération est estimée à un temps ≤ 5 minutes.

Dans les deux cas, un agent d'exploitation est envoyé directement au poste le plus en amont du défaut pour effectuer la localisation du tronçon en défaut.

Pour que les actions de télésignalisations et d'automatisme soient possibles, les OMT doivent être équipés de DDA interne, spécifié à la commande.

CHAPITRE III - PRESENTATION DU RESEAU DE DISTRIBUTION HTA DE LIBREVILLE

Le Réseau de Distribution HTA (20 kV) de Libreville (**Annexe 34**) rassemble deux structures topologiques. Ce réseau s'étend sur une longueur de 880 kilomètres dont 300 kilomètres en souterrain et 580 kilomètres en aérien. Il est composé de 1390 postes de Distribution HTA/BT en date du mémoire. Il est dynamique et interagit avec son environnement, par conséquent, il est le siège de certaines violations extérieures qui perturbent son fonctionnement normal. Des opérations de remises en services des lignes électriques doivent être effectuées dans les plus brefs délais pour minimiser l'END, en cas de déclenchement du disjoncteur d'un départ suite à une perturbation ou défaut. Des indicateurs de performances doivent être pris en compte pour juger de la fiabilité de ce réseau de distribution et s'il y'a lieu, mener des actions en vue de l'améliorer.

III.1 Structure du Réseau de Distribution HTA de Libreville

Le Réseau de Distribution HTA de Libreville est desservi par cinq postes sources dont les alimentations sont présentées dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3: Mode d'alimentation des postes sources

Poste source	Alimentation
Ambowé	Coupure d'artère et double antenne
Bellevue	Double antenne
Owendo	Coupure d'artère et double antenne.
Angondjé	Simple antenne
Base SEEG	Simple antenne

Il est composé principalement de la structure radiale pour le milieu rural et de celle bouclée en milieu urbain (**Annexe 3**). La structure rurale est exploitée en simple dérivation dont les ramifications font apparaitre une architecture arborescente tandis que la structure bouclée est exploitée principalement en boucle fermée.

Dans ce réseau, les 46 départs issus des postes sources sont interconnectés à partir de certains postes de transformations HTA/BT choisis de façon stratégique : on parle de départs bouclables.

Ces postes permettent le bouclage d'un ou de plusieurs départs en cas d'avarie. En schéma normal, ces postes sont exploités en boucle ouverte coté départ bouclable (**Annexe 3**).

Afin d'augmenter la disponibilité de l'énergie, ce réseau de distribution est doté de poste de répartition d'où convergent plusieurs départs d'un même poste source ou de poste source différents sur un ou deux jeux de barres portionnés en rames. De ces postes, partent des sous-départs vers des postes HTA/BT ou d'autres postes de répartition (**Annexe 3**). Nous décomptons six postes de répartition dans ce réseau : les postes **1047, 1016, 1015, 996, 1014, 1013**.

Les postes sources de Libreville ainsi que les départs associés sont présentés dans le tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4 : Postes sources et départs associés

Poste source	Nombre de départ
Ambowé	13
Bellevue	11
Angondjé	6
Base SEEG	7
Owendo	8

Le dernier niveau de transformation de l'énergie électrique dans un Réseau de Distribution HTA a lieu dans les postes de transformations HTA/BT. Le Réseau de Distribution HTA de Libreville contient les postes tels que : H61, PBS, PUC, PUM et PIM.

III.2 Protection du Réseau de Distribution HTA Interconnecté de Libreville

Les dispositifs assurant la protection des départs du Réseau de Distribution HTA Interconnecté de Libreville sont des disjoncteurs à gaz SF6 (**figure 32**) associés à leurs relais de type P142 (figure)



Figure 32: Disjoncteur HTA à gaz SF6 associé à son relais de protection du poste source de Bellevue

Les protections des départs du réseau de distribution de Libreville ont pour codification les éléments contenus dans le **tableau 5**. Les seuils de réglage des protections du Réseau de Distribution HTA de Libreville sont présentés en **Annexe 6**.

Tableau 5: Codifications des disjoncteurs protections du réseau de distribution de Libreville

Défaut	Maxi I phase	Maxi I homopolaire
Codification	50/51	50N/51N

Les relais des protections du réseau de distribution de Libreville sont de type MICOM P142. Le réglage des seuils homopolaire est axé sur les paramètres suivant :

- ✓ IN1 > : ce paramètre permet une protection aval du réseau contre les courants homopolaires (directionnel). Ces courants sont mesurés par un TC.
- ✓ IN2 > : il a pour fonction de calculer le courant homopolaire selon l'expression (5). En cas de déséquilibre de la ligne, un courant de défaut circulera dans le neutre. Cette valeur sera comparée aux seuils exigés.
- ✓ IN2 > : ce paramètre non directionnel, mesure les courants homopolaires du coté HTB et HTA de la protection.

Les seuils de réglages des courants homopolaires doivent être supérieurs au courant capacitifs des câbles ou des lignes afin d'éviter des déclenchements intempestifs des protections. Ces seuils de réglages sont liés aux types de régimes de neutre mis en place.

Le plan de protection du réseau de distribution de Libreville permet la détection et la mise hors tension du départ en défaut de façon systématique ou après le cycle de réenclenchement du disjoncteur

La majorité des disjoncteurs des départs, aérien, du Réseau de Distribution HTA de Libreville sont équipés de ré-enclencheur automatique. De ce fait, lors de l'apparition d'un défaut entraînant le déclenchement du disjoncteur HTA, automatiquement, le disjoncteur procède à des opérations de renvoi de tension. Le nombre de réenclenchement du disjoncteur est dépendant de la consigne d'exploitation. Certains disjoncteurs HTA, sont équipés de ré-enclencheur effectuant soit 1 réenclenchement rapide ensuite 1 lent, soit 1 réenclenchement rapide ensuite 2 lents ou aucun réenclenchement automatique, d'après le document « consigne générale RIC Libreville ».

Le principe de fonctionnement du disjoncteur HTA avec ré-enclencheur, pour le cas d'un réenclenchement rapide ensuite 1 lent est le suivant :

Le disjoncteur HTA effectue 2 tentatives de réenclenchement au bout desquelles le défaut est déclaré permanent ou pas. Le cycle de ré-enclenchement du disjoncteur est configuré de telle sorte qu'il fasse 1 réenclenchement au bout de 300 millisecondes (ré-enclenchement rapide) après son déclenchement. Si ce réenclenchement est infructueux, le disjoncteur passe à sa deuxième phase de réenclenchement au bout de 15 secondes (ré-enclenchement lent). Le défaut est alors permanent si la deuxième tentative de ré-enclenchement du disjoncteur est sans résultat. Cela a pour conséquence le déclenchement définitif du disjoncteur. Le temps du cycle de ré-enclenchement du disjoncteur dans ce cas est d'environ 16 secondes (**figure 33**).

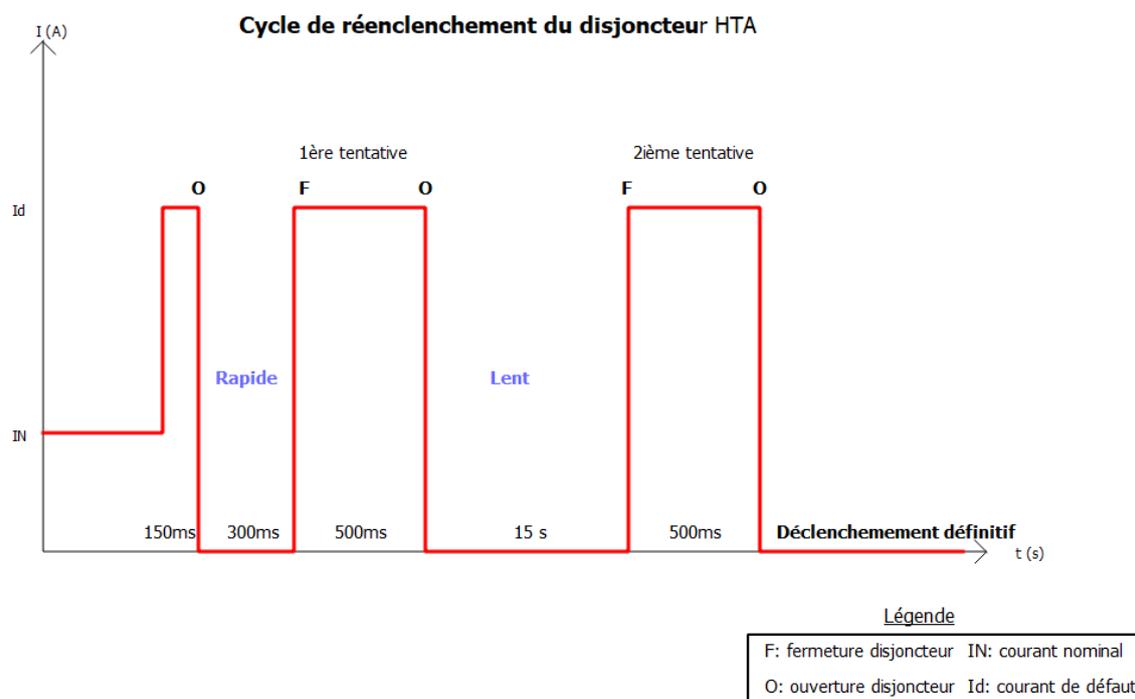


Figure 33: Cycle de réenclenchement du disjoncteur

L'enclenchement de ces disjoncteurs de protections se fait depuis le centre de conduite par téléconduite.

III.3 Estimation des performances du réseau de distribution de Libreville

Depuis mai 2020, la Direction Générale de la SEEG exige les indicateurs de performances SAIFI et SAIDI à ses collaborateurs acteurs de la Distribution HTA de l'énergie électrique de Libreville. Pour l'instant à la SEEG, aucun référentiel n'est donné pour ces indicateurs car ils sont fonctions des données d'exploitations d'au moins une année antérieure.

Etant dans l'incapacité d'exploiter le SAIDI et SAIFI pour évaluer les performances du réseau, nous allons nous appuyer sur l'END et les autres indices du point de vue raccordement.

$$\text{Indisponibilité} = \frac{\sum \text{durée des interruptions}}{\text{nombre d'interruption}} \quad \text{III.1}$$

Hormis le poste source d'Owendo dont l'END est à 315 MWh, pour l'année 2020, nous observons une hausse d'END pour les quatre autres postes sources de Libreville. En tête, nous avons celui de Bellevue puis Ambowé, Angondjé et Base SEEG (figure 34).

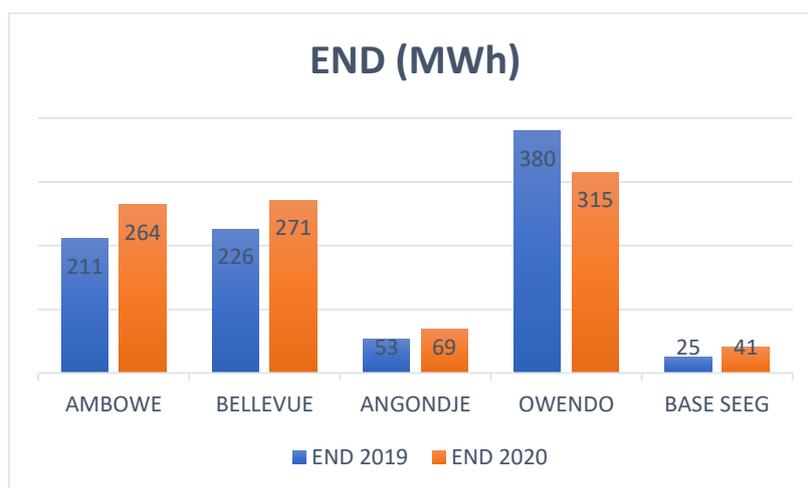


Figure 34: Total END par poste source 2019-2020

Malgré une diminution de 7% des interruptions de service en 2020 (*figure 35*), nous observons quand même une augmentation importante de l'END de 7% (*Figure 36*).

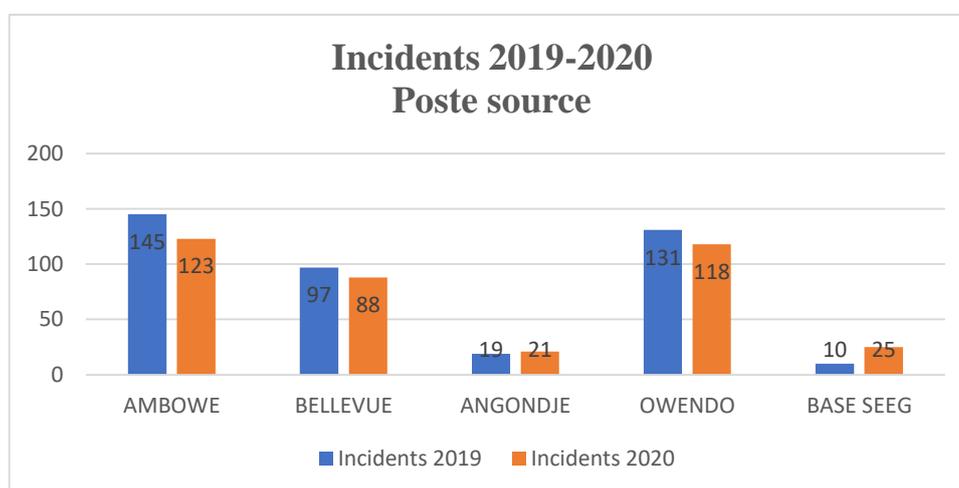


Figure 35: Bilan des interruptions de service 2019-2020

L'END a un impact économique, tant pour la SEEG que pour l'économie du pays. On estime à 500 FCFA (*montant fourni par la société*) le kilowattheure d'énergie non distribuée au Gabon du point de vue distribution. Le coût d'END pour 2019 a été de **447 000 000 FCFA** et de **480 725 000 FCFA** en 2020 (*Figure 36*). Une hausse de **33 725 000 FCFA** a été obtenue pour l'année 2020. Ce coût représente, le manque à gagner de la SEEG.

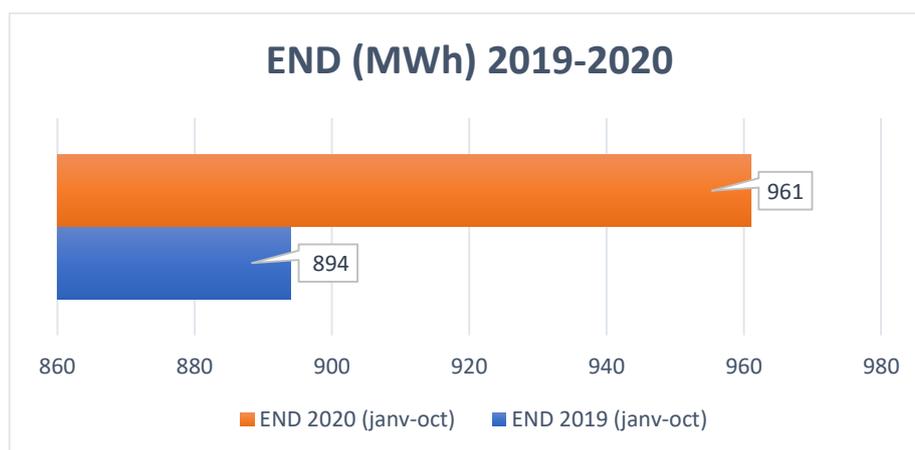


Figure 36: Bilan de l'END 2019-2020

Une baisse des interruptions de service n'aboutit pas systématiquement à une baisse d'END. D'autres facteurs doivent être pris en compte afin de proposer une solution efficace et pérenne. L'END est liée également à la durée des interruptions et à la puissance perdue pendant cette période.

L'indisponibilité moyenne pour les postes sources de Bellevue, Ambowé, et Owendo pour ne citer que ceux-là, est d'environ 30 minutes (*figure 37*). Pour une même durée d'interruption moyenne, le poste source d'Owendo a le plus gros apport en END. Cela laisse paraître qu'il dessert une puissance importante par rapport aux autres postes sources

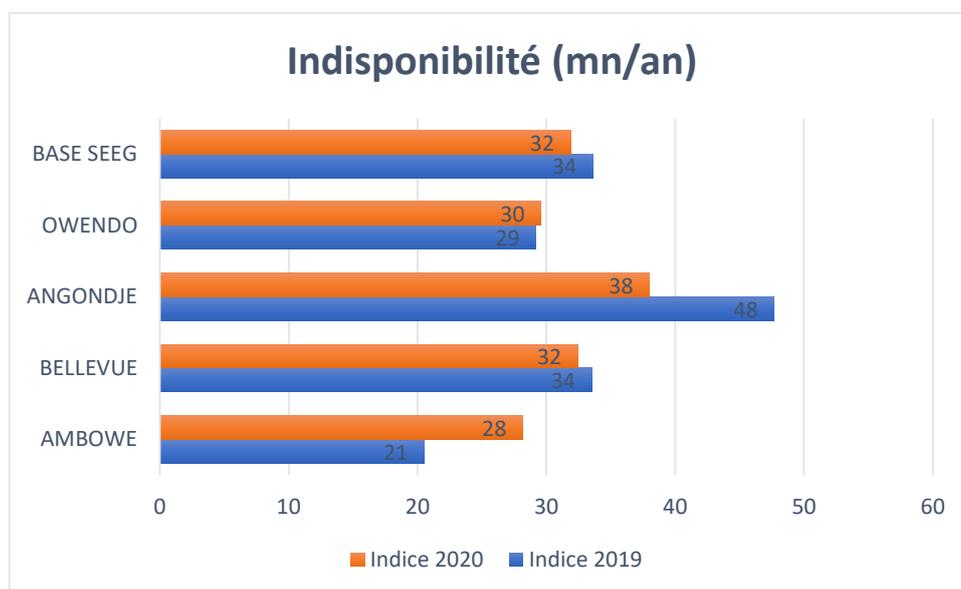


Figure 37: Indisponibilité des postes sources 2019-2020

Des fréquences d'interruptions de service, il en ressort que le poste source d'Ambowé a le plus haut taux d'interruption (123) et celui d'Angondjé le plus faible (21) mais l'END le plus élevé est celui du poste source d'Owendo (315 MWh) et le plus bas, celui de Base SEEG (41 MWh). Donc le plus grand taux d'interruption n'a pas pour conséquence forcément, le plus grand apport d'END.

Le déploiement des organes satisfaisant à la continuité de service doit se faire en tenant compte simultanément des trois paramètres suivants :

- ✓ l'END ;
- ✓ l'indisponibilité du système ;
- ✓ la fréquence des interruptions.

III.4 Equipements de localisation et de téléconduite du Réseau de Distribution HTA de Libreville

III.4.1 Les DDA

Nous avons les détecteurs de défauts pour réseau aérien tels que Sentinel, Pigeon etc et les détecteurs pour réseau souterrain comme Flair, Dax etc.

Les postes de transformations HTA/BT du réseau de distribution de Libreville sont équipés de DDA pour réseaux souterrains. Les différentes familles de DDA rencontrées sur le réseau de distribution de Libreville sont présentées en *figure 38, 39 et 40*.



Figure 38: Flair 219



Figure 39: DAX



Figure 40: Flair 279

❖ Alimentation des DDA

Les DDA peuvent fonctionner soit, de façon autonome c'est-à-dire à partir d'une pile lithium grand format (D), ou avec une alimentation auxiliaire (raccordé au réseau basse tension) secourue par une pile petit format (AA) au Lithium [12]. Les modes et les types d'alimentation que nous rencontrons dans nos DDA sont présentés ci-dessous (*tableau 6*) :

❖ **Tableau 6: Alimentation des DDA**

DéTECTEUR	Flair 219	Flair 279
	DAX 4	DAX 3
Mode d'alimentation	Autonome	Auxiliaire
Type d'alimentation	Pile Lithium format D	Basse tension 230 Vac avec secours pile lithium format AA

L'interface des différents DDA est présentée en **Annexe 4**.

❖ Câblages

Le câblage du système de détection est constitué principalement du raccordement des tores sur les têtes de câbles et le raccordement du relais à l'alimentation BT pour ce qui est des DDA avec auxiliaire, des tores au relais, et pour finir la signalisation lumineuse extérieure.

○ Raccordement des tores aux têtes des câbles :

Il existe trois types de montages de tores dont la spécification se situe aux niveaux du nombre de tores utilisés et les seuils de sensibilités homopolaires.

- le montage de type A (**figure 41**) est un montage tritore, qui est utilisé pour les courants ampèremétriques dont le seuil minimum des courants homopolaires (i_h) doit être supérieurs ou égale à 20A ($i_h \geq 20A$)

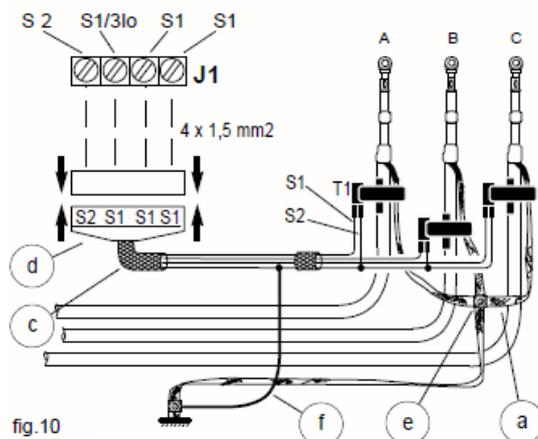


Figure 41: Montage type A

Légende :

- a : Tresse de masse d'un câble
- c : faisceau pré-câblé
- d : connecteur Wago détrompé
- e : tresse de mise à la terre des masses
- f : mise à la terre neutre S2 des tores
- T1 : tores MF1 ou résigné
- S1 : câble de phase du tore
- S2 : câble de terre des tores
- J1 : connecteur (sur relais)

- le montage de type B (**figure 42**) est aussi un montage tritore, utilisé pour les courants ampèremétriques. Plus sensible que le type A, son seuil minimum homopolaire doit être supérieur ou égale à 5A ($i_h \geq 5A$)

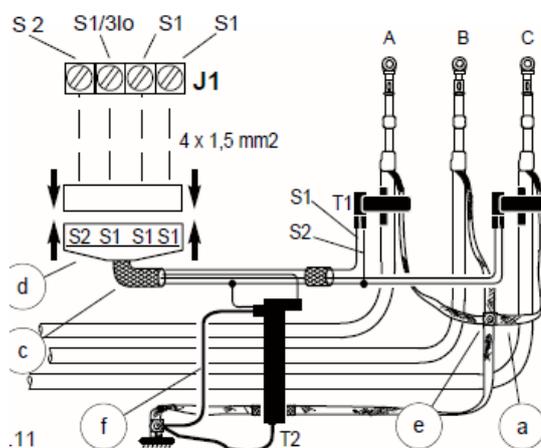
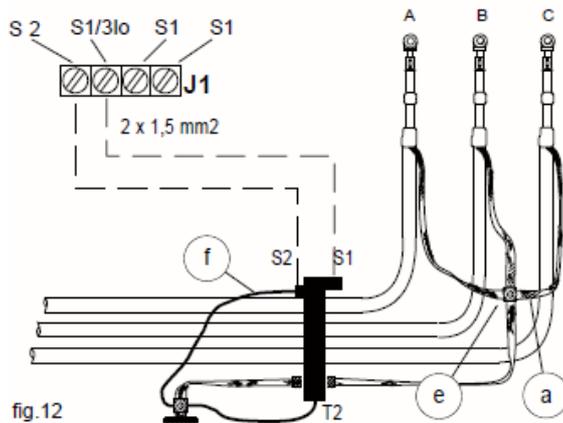


Figure 42: Montage type B

Légende :

- a : Tresse de masse d'un câble
- c : faisceau pré-câblé
- d : connecteur Wago détrompé
- e : tresse de mise à la terre des masses
- f : mise à la terre neutre S2 des tores
- T1 : tores MF1 ou résigné
- T2 : Tore à lames 170 mm
- S1 : câble de phase du tore
- S2 : câble de terre des tores
- J1 : connecteur

- le montage de type de C (*figure 43*) est un montage monotore, il permet la détection des défauts homopolaire uniquement.



Légende :

- a : Tresse de masse d'un câble
- e : tresse de mise à la terre des masses
- f : mise à la terre S2 du tore
- T2 : Tore à lames 170 mm
- S1 : câble de phase du tore
- S2 : câble de terre du tore
- J1 : connecteur

Figure 43: Montage type C

Commentaire :

Le type de montage à utiliser dans les cellules HTA dépend du type de surintensité à détecter et du seuil minimum de détection du défaut.

Selon que le montage soit tritore ou monotore, le type de tores utilisés diffère. Ils sont également fonction de la section des conducteurs de phases sur lesquelles ils sont montés. Les caractéristiques des différents tores sont présentées dans *le tableau 7* ci-dessous.

Tableau 7: Caractéristiques des tores

Désignation du tore	Détection courant	Nature	Nombre de câble	Section du câble
MF1	phases	Autoblocant étanche	unipolaire	$\varnothing < 40$ mm
Résigné CTR	phases	Autoblocant étanche	unipolaire	$\varnothing < 45$ mm ou 80 mm sans caoutchouc de maintient
MFH	résiduel	Autoblocant étanche	tripolaire	$\varnothing < 130$ mm
CTRH	résiduel	Autoblocant étanche	tripolaire	$\varnothing < 130$ mm
CTW	résiduel	étanche	tripolaire	$\varnothing < 146$ mm
Lames nues	résiduel	étanche	tripolaire	$\varnothing < 170$ mm

Les DDA du réseau de distribution de Libreville détectent les défauts phases, donc ils exploitent les tores tels que MF1 et résignés CTR. Ils sont illustrés en *figure 44* et *figure 45*.



Figure 44: Tore MF1

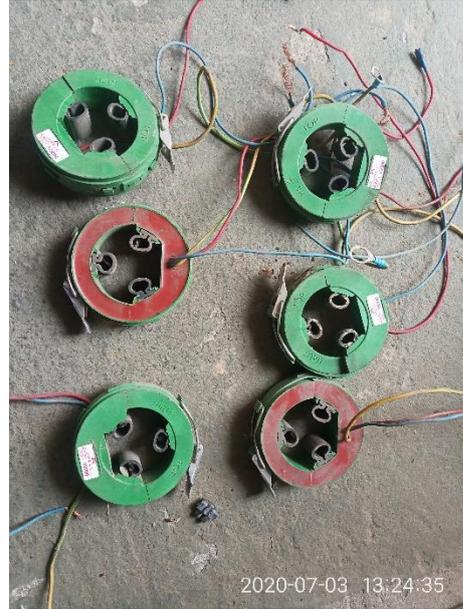


Figure 45: Tores CTR désignés

Le montage des tores sur les têtes de câbles est régi par certaines règles. Le principe de raccordement des tores sur les têtes de câbles est présenté sur la **Figure 46** et **Figure 48**.

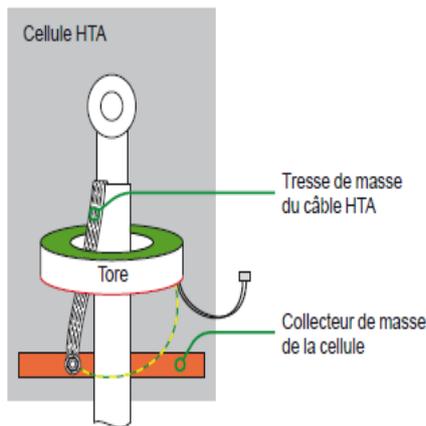


Figure 46: Schéma de principe montage du tore (source : manuelle d'utilisation DAX)



Figure 47: Tête de câble d'une cellule HTA avant montage du tore



Figure 48: Montage du tore sur les têtes de câble de la cellule HTA

Commentaire :

*Les tores doivent obligatoirement être placés selon le sens indiqué sur la **figure 46**. La surface verte du tore doit être orientée vers la tête du câble et la face rouge vers le bas du câble. La tresse de masse doit impérativement passée dans le tore. Si ces 2 conditions ne sont pas respectées à ce niveau de câblage, le tore ne jouera pas son rôle.*

○ **Raccordement au DDA**

Le matériel assurant le raccordement des tores sur le câble de liaison avec le DDA est appelé **faisceau court** (**figure 49, 50**). Ce raccordement doit respecter la polarité des phases. De plus, le DDA permet le raccordement du voyant extérieur qui émet une signalisation lumineuse

(pulsation) lorsque le DDA détecte une anomalie. Le boîtier du voyant, de forme tubulaire ou rectangulaire est couramment placé sur les PUM (*figure 51*) tandis que le voyant à LED est placé sur les PUC (*figure 52*). Pour le Flair 279 et le DAX, le raccordement de l'alimentation BT est obligatoire pour alimenter le DDA en présence tension.



Figure 49: Faisceau pour tore MF1

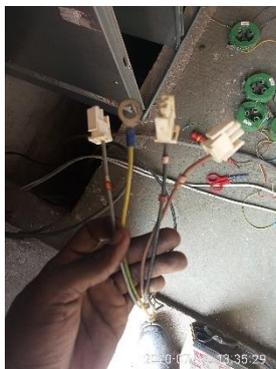


Figure 50: Faisceau pour tore résiné CTR



Figure 51: Boîtier voyant tubulaire et rectangulaire



Figure 52: Voyant LED

Une illustration du câblage du Flair 279 est présentée en **Annexe 5**. Tous les DDA sont câblés selon ce même principe de câblage.

NB : les DDA ont la possibilité de transmettre un signal au centre de conduite lors d'un défaut grâce à leurs contacts de téléconduite, permettant une localisation dans les plus brefs délais du tronçon en défaut mais ils doivent être combinés à un OMT.

❖ Paramétrages

Deux éléments cruciaux doivent être connus pour paramétrer les DDA :

- les seuils de réglages des disjoncteurs de protections des départs HTA contre les surintensités ;
- le temps de prise en compte ou encore temps de déclenchement des protections des départs.

Le DDA doit détecter le défaut avant que la protection du départ HTA ne déclenche. Pour cela, les seuils i_h (courant homopolaire) et I_{max} (courant entre phases) seront choisis immédiatement inférieurs à ceux de la protection du départ. Le temps de prise en compte du défaut devra être inférieur au temps total d'ouverture de la protection (relais + disjoncteur).

Paramétrages des DDA Flair 219 et 279 :

Le paramétrage des DDA Flair 219 et 279 se fait en positionnant les micro-interrupteurs de configuration, suivant une certaine combinaison, sur les positions ON et OFF de SW1 ou SW2 (*figure 53 et 54*).



Figure 53: Micro-interrupteurs Flair 279



Figure 54: Micro-interrupteurs Flair 219

Les fonctions des micro-interrupteurs des DDA Flair 219 et 279 sont présentés dans *le tableau 8* ci-dessous :

Tableau 8: Fonctions des micro-interrupteurs de configuration

Micro-interrupteurs de configuration					
Flair BARDIN 279			Flair Bardin 219		
SW1	Seuil Imax	1 à 2	SW1	Seuil résiduel	1 à 4
	Seuil résiduel	3 à 6		Seuil Imax	5 à 8
	Veille du voyant	7	SW2	Tempo. Retour MT	3 à 4
	Temps de clignotement	8		Temps de prise en compte	5 à 6
	Temps de prise en compte	9 à 10		Temps de clignotement	7 à 9

NB : La position ON du micro-interrupteur 7 du Flair 279 permet de mettre le voyant en veille en présence HTA, immédiatement après le retour BT ou à la fin de la durée programmée en absence de tension.

La position OFF quant à elle, permet la mémorisation du défaut, le voyant se mettra en veille seulement si la durée programmée de clignotement est atteinte avec ou sans présence HTA.

○ Paramétrage des DDA DAX :

Le DDA DAX [13], contrairement aux Flair 219 et 279, est numérique (Figure 55). L'interface homme machine permet de le configurer. Les seuils possibles de détections des différents DDA sont présentés en Annexe 8 pour les DAX, Annexe 9 pour le Flair 279 et Annexe 10 pour le Flair 219.

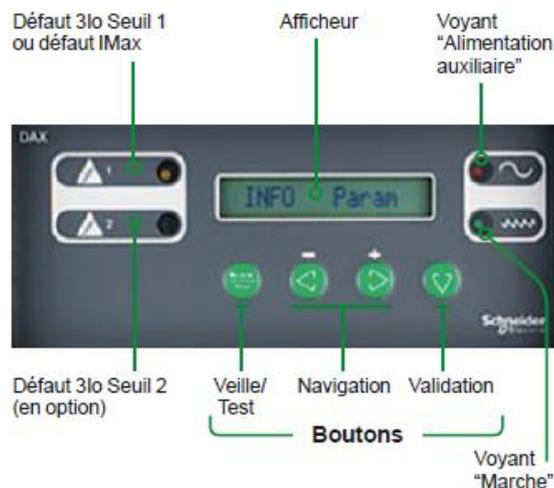


Figure 55: Interface homme machine DDA DAX

○ **Maintenance :**

Les opérations de maintenance qui doivent être faites sur les DDA sont principalement le remplacement des piles en fin de vie. La petite pile (format AA) a une autonomie supérieure à 8 ans avec une durée de signalisation de 700 heures. Tandis que la grosse pile doit être remplacée une fois les 250 heures de signalisation épuisées (soit une période de 5 ans environ).

NB : Il est préférable de privilégier les DDA Flair 279 et DAX car ils sont beaucoup plus flexibles sur les seuils de réglages. Mais encore, les DDA avec auxiliaire BT sont recommandés du fait de l'autonomie considérable de la pile Lithium en secours.

III.4.2 Les OMT

Le réseau de Distribution HTA de Libreville est équipé d'OMT de type T200 I standard.

Fonctionnalités :

Les OMT de la gamme Easergy series 3 [14] regroupent l'ensemble des fonctions nécessaires au contrôle commande des interrupteurs motorisés, elles sont au nombre de 13, il s'agit de :

- ✓ gestion de la commande électrique d'ouverture/fermeture des interrupteurs HTA ;
- ✓ détection du passage de courant de défaut entre phases ou entre phase/terre sur les voies ;
- ✓ télémessure du courant efficace circulant sur chaque voie ;
- ✓ surveillance, pour télésignalisation et/ou visualisation locale des informations du poste HTA/BT et du T200 ;
- ✓ événements enregistrés datés ;
- ✓ automatismes prédéfinis ;
- ✓ alimentation secourue ;
- ✓ communication locale ou vers le centre de conduite (dispatching) ;
- ✓ communication vers les équipements locaux (option) ;
- ✓ synchronisation horaire de l'équipement ;
- ✓ automate programmable IEC61131-3 (option) ;
- ✓ communication inter équipements si automate programmable ;
- ✓ formules de calcul.

Présentation :

L'équipement est présenté sous forme d'un coffret de base en acier inoxydable (*figure 56*) regroupant l'ensemble des éléments fonctionnels pour le contrôle de 4 interrupteurs (4 voies) et d'un coffret optionnel pour étendre la capacité à 8, 12 ou 16 voies (*figure 57*).

Le coffret de base se compose :

- d'un rack 6U regroupant l'ensemble des modules électroniques ;
- d'un emplacement pour les équipements de transmission ;
- d'une ou plusieurs batteries et d'un transformateur d'alimentation ;
- d'une carte d'interface avec l'appareillage.

Des presse-étoupes permettent l'entrée des câbles. Le coffret est équipé d'un système de condamnation à cadenas.

Une description de la signalisation lumineuse et des commandes en locale sont présentées en **Annexe 23**.



Figure 56: Coffret T200 I 4 voies

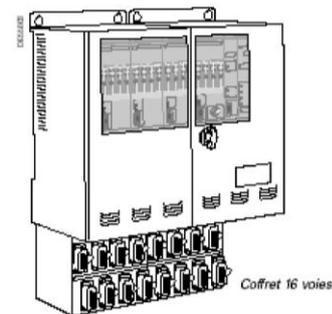


Figure 57: Coffret T200 I 16 voies

○ Le rack

Il se compose de 3 modules fonctionnels (*figure 58*) :

- **le module contrôle** (repéré CONTROL) : il contient une platine locale (la face avant) et une unité centrale (UC). Il gère le fonctionnement global du T200 I et les échanges d'informations avec les modules Alimentation et Communication il réalise les fonctions d'interface et contrôle commande des interrupteurs HTA, de gestion des automatismes, de détection des courants de défaut sur la ligne HTA et d'exploitation locale.
- **le module communication** (repéré COM ou COMMS) : la carte de communication sert d'interface entre les cartes du module de contrôle, les équipements locaux communicants en Modbus et le centre de conduite via le modem de transmission. Elle centralise, traite, archive les informations et les transmet suivant le protocole de communication retenu.
- **le module alimentation** (repéré POWER) : il assure les alimentations du coffret, la charge des batteries et les auto-surveillances associées.

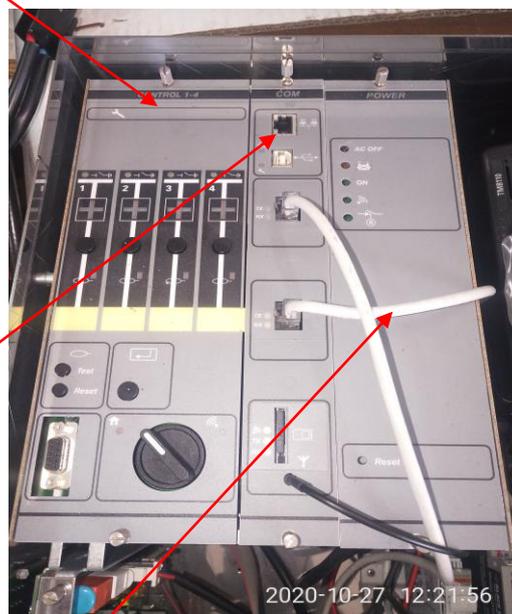


Figure 58: Le rack du T200 I

○ La carte interface

A chaque “module contrôle” est associé une carte interface situé verticalement sous le module. Elle assure le passage des ordres aux interrupteurs et l'acquisition des informations extérieures (*Figure 59*).

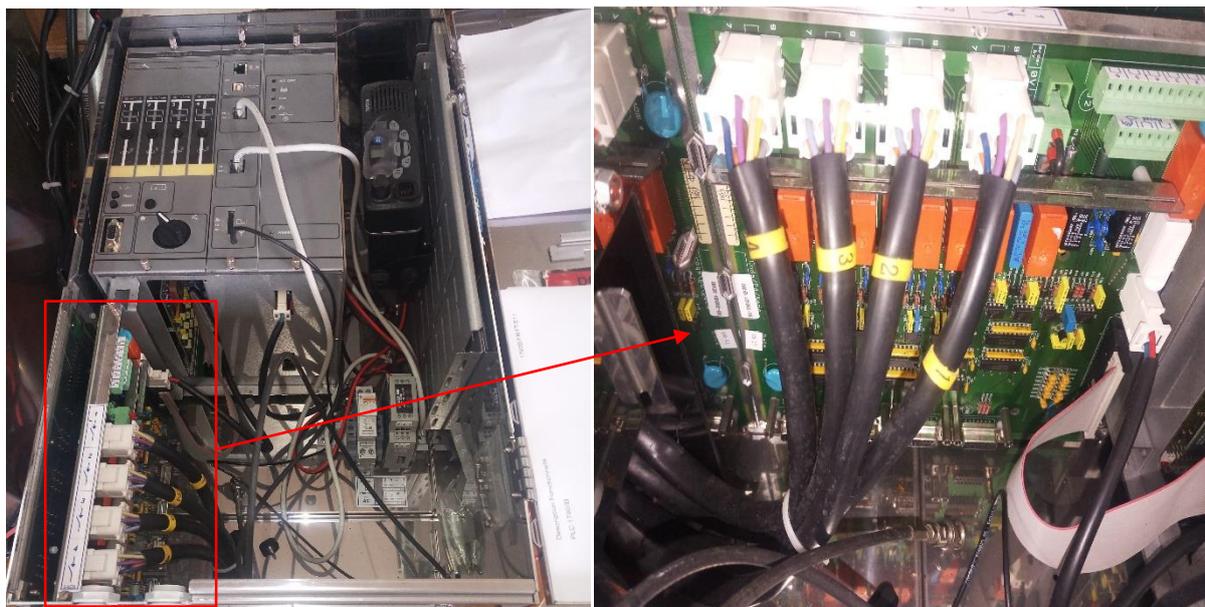


Figure 59: Carte interface T200 I

Les caractéristiques électriques, mécaniques et schéma de principe du T200 I sont présentés respectivement en **Annexe 15**, **Annexe 16** et **Annexe 14**.

Pour son fonctionnement, l'OMT nécessite d'être paramétré. Les configurations de la carte UC (date, heure, détecteur de défauts etc.) et de la téléconduite se font à partir du module communication. Le module contrôle permet la configuration de l'automatisme et la prise d'information sur l'état de l'équipement.

Alimentation

○ accordement au rack

L'équipement est alimenté principalement à partir du connecteur secteur 230 VAC et secouru par des batteries en cas de coupure. L'alimentation interne est faite en 12VDC. Les commandes électriques peuvent être alimentées en 48VDC ou 24VDC selon le modèle d'OMT commandé (**Annexe 20**).

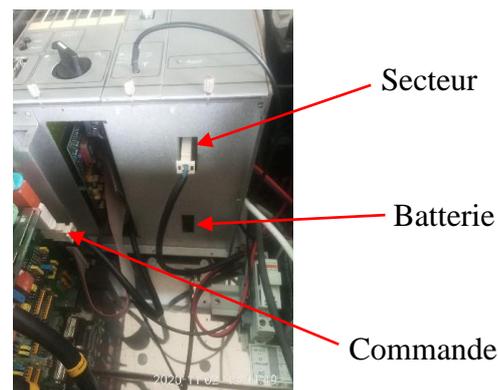


Figure 60: Source d'alimentation rack

○ Alimentation secourue par batteries

Les batteries sont de type : Plomb étanche 12V/7Ah. Elles assurent l'alimentation de l'ensemble des composants de l'unité de contrôle, les équipements de transmission en 12VDC et la motorisation de l'interrupteur en 24V ou 48VDC avec une autonomie de 16h. La mise en place des batteries n'est pas la même suivant le type de coffret, nous distinguons les modèles suivants :

Modèle 24VDC

Il est constitué de deux batteries en série et une en parallèle raccordées au connecteur batterie du rack.

Modèle 48VDC

Il est constitué de 3 batteries en série et 2 en parallèle distinctement (*figure 61*). Elles sont raccordées aux connecteurs batteries du rack.



Figure 61 : batteries de l'OMT 48VDC

○ Raccordement équipement de transmission

Lorsque cela est nécessaire, un équipement de transmission est raccordé au flanc droit du rack (*figure 62*)



Alimentation de la radio

Figure 62: Equipement de transmission radio

○ Détecteur de défaut interne

Le T200 I peut intégrer les fonctions de détection de courant de défaut et de mesure des courants HTA. Ces fonctions nécessitent l'intégration des deux éléments suivants (**Annexe 17**) :

- ✓ la mise en place de capteurs tores de rapport 500/1 sur les câbles HTA ;
- ✓ l'utilisation d'un module d'acquisition courant monté sur la carte interface (*figure 63*) et **Annexe 18**.

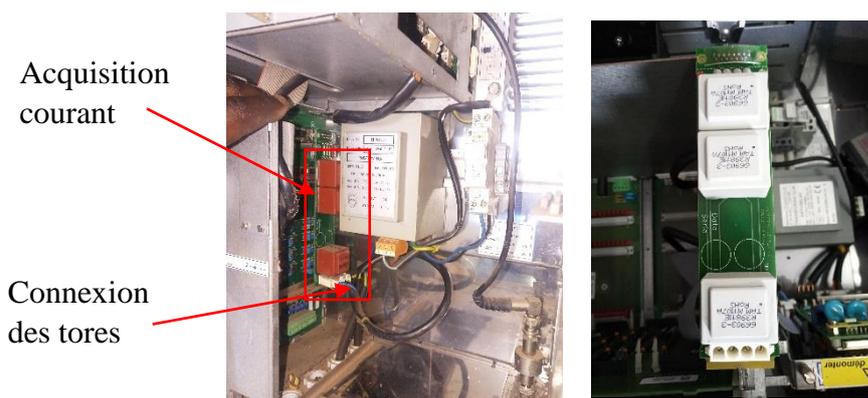


Figure 63: Module acquisition courant du T200

Le montage est de type A (**Figure 41**), les seuils de réglages pour la détection des courants de défaut sont en **Annexe 7** et le paramétrage de l'OMT en **Annexe 19**.

○ Raccordement aux cellules

Le raccordement du coffret à la cellule motorisée se fait via le cordon cellule. Il est équipé d'un connecteur débrochable permettant le raccordement du câble de liaison à chaque interrupteur HTA. La liaison électrique au coffret est faite par les prises débrochables 10 points situées sur celui-ci. Le câblage du câble sur la cellule se fait en réalisant le schéma de câblage livré avec la cellule motorisée.

○ Connexion

Le T200 I nécessite le paramétrage de son module contrôle **par la configuration de la carte UC** (date, détection de courant de défaut, automatismes etc.) et de son module communication **par la configuration de la carte communication** (paramétrages de com, alarmes etc.). Ces configurations contrôle-maintenance sont possibles à partir d'un ordinateur portable de configuration connecté au module COM par les ports de liaison (USB, RJ45 ou RS232). La communication entre le micro-ordinateur et l'OMT n'est possible que si **le logiciel de configuration** est installé sur la machine.

○ Communication

L'OMT dispose dans sa partie supérieure droite d'un emplacement disponible pour une interface de télétransmission. L'interface de télétransmission dépend du type de carte fille modem installé sur le module de communication. Les différentes possibilités de transmission sont présentées ci-dessous et les protocoles de communications associés en **Annexe 22**:

- modem LS ou RS232/485 ;
- modem radio ;
- modem RS232 ;
- modem RTC (téléphonique) ;
- modem GSM/GPRS ;
- modem GSM/3G

Le type de support de transmission exploité pour la communication avec le centre de conduite est **le modem radio**, pour un **protocole HNZ 66S13**, car la SEEG dispose d'une fréquence radio pour ses différentes communications entre équipements et le personnel exploitant.

L'équipement de télétransmission est une radio située sur le flanc droit du rack sur une glissière (figure 64).



Figure 64: Equipement de télétransmission des OMT des postes télécommandés

Le dispatching doit être à même de communiquer avec les OMT à travers son système de télégestion à grande échelle (SCADA). Le SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) est un système de contrôle et d'acquisition de données en temps réel qui permet aux agents de conduite de gérer la production, le transport et la distribution de l'énergie électrique des réseaux de Libreville (Annexe 25). Un équipement assure l'échange de flux entre l'opérateur de conduite et l'OMT : I.T.N.P. Pour pouvoir communiquer, les appareils utilisent un type de communication bien spécifique appelé protocole de communication. Le SCADA distribution et les OMT, exploitant un protocole de communication différent, l'I.T.N.P fait office de relayeur entre les deux (figure 65).

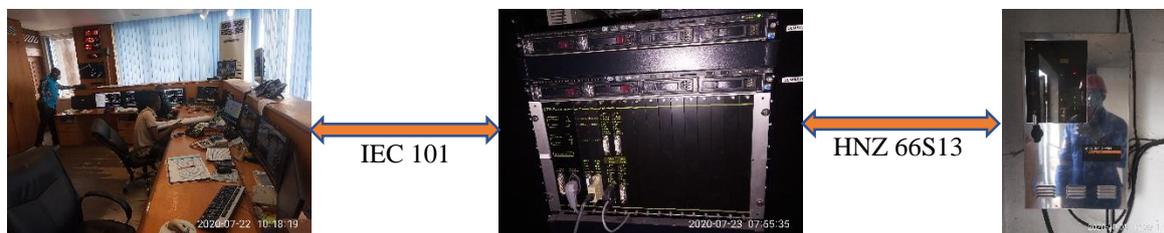


Figure 65: Protocoles de communications entre le centre de conduite et l'OMT

o Maintenance

Le remplacement des batteries reste l'aspect majeur lors de la maintenance des OMT. Bien que la technologie au plomb étanche ait des avantages (aucun risque d'explosion et de fuite d'acide, pas d'entretien), elle présente toutefois des limites :

- nombre de cycle de recharge limité ;
- vie de 5 ans en moyenne avec un vieillissement accéléré par la température ;
- vieillit en stockage (ne pas stocker plus de 6 mois sans recharger car ce type de batterie ne résiste pas aux décharges profondes).

Il est recommandé d'utiliser des batteries dont la date de fabrication n'excède pas 3 mois. Un diagnostic de l'équipement peut être réalisé à partir des événements horodatés mémorisés dans la carte UC (Unité Centrale) ou à l'aide des voyants de face avant dont les symptômes, causes et solutions possibles sont présentés en Annexe 23, Annexe 27.

III.4.3 Cellules motorisées

Les différentes cellules que nous rencontrons dans notre réseau sont (**Annexe 28**) :

- RM6 ;
- SM6 ;
- VM6 ;
- Fluokit ;
- Ormazabal.

III.4.4 Possibilité d'utilisation d'OMT avec option automatisme

Les OMT du réseau de Distribution HTA de Libreville sont tous des OMT standard c'est-à-dire sans automatisme. Les OMT avec automatismes peuvent être installés uniquement sur les départs aériens car ces départs sont équipés de ré-enclencheurs automatiques, normalement. Lorsque cette option est précisée à la commande, les automatismes T200 I sont intégrés d'origine à l'OMT et nécessitent aucune modification de l'équipement. Les différents automatismes que peut se doter l'OMT sont :

◆ Sectionnaliseur (SEC)

C'est un automatisme qui commande l'ouverture de l'interrupteur suite à la détection d'un nombre de courant de défauts dans le cycle de réenclenchement du disjoncteur du départ concerné par l'avarie. Un défaut est détecté si les conditions suivantes sont remplies :

- ✓ interrupteur en position fermée ;
- ✓ détection du courant de défaut ;
- ✓ disparition de la tension HTA.

L'automatisme ouvre immédiatement l'interrupteur si le nombre de courants de défauts successifs configuré est atteint. Les automatismes peuvent être mis en/hors service par bouton-poussoir sur la platine locale ou par télécommande et la commande des interrupteurs reste possible en mode locale ou téléconduit. Il est possible de configuré voie par voie la mise en/hors service de l'automatisme (*figure 66*).

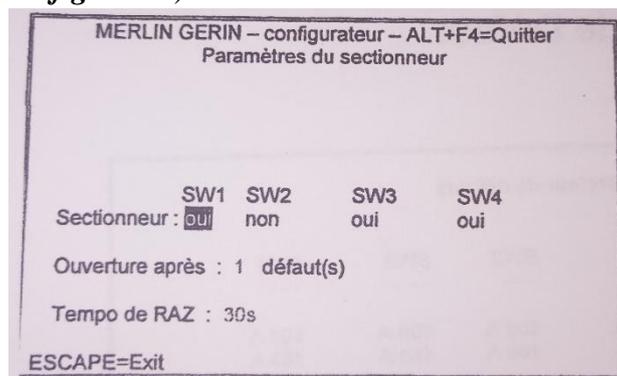


Figure 66: Configuration de l'automatisme sectionnaliseur

La temporisation RAZ représente le temps maximum, après l'apparition du 1^{er} défaut, pendant lequel l'équipement doit détecter le nombre de défauts configuré par « Ouverture après ». Si ce nombre n'est pas atteint, l'automatisme sera réinitialisé. Cette configuration dépend du cycle de réenclenchement automatique du disjoncteur lors d'un défaut.

◆ Permutateur de source (ACO)

Il assure le contrôle et la gestion automatique de source dans le réseau de distribution HTA (**Figure 67**). Il est associé à des détecteurs de présence tension. Cet automatisme laisse le choix de 3 modes de fonctionnement :

- **mode Semi-Auto SW1 < > SW2** : lorsque la tension disparaît sur la voie en service, l'automatisme permute sur l'autre voie après une temporisation T1 ;
- **mode Auto-SW1 (ou Auto SW2)** : la voie 1 (ou 2) est prioritaire si la tension HTA qu'elle transporte est correcte. Après une permutation, le retour sur la voie prioritaire est réalisé si la tension HTA sur cette voie est correcte pendant une temporisation T2 ;
- **mode SW1 > SW2 (SW2 > SW1)** : l'automatisme ne permute que de la voie 1 (ou 2) prioritaire vers la voie de secours.

La permutation d'une voie à une autre n'est possible que si les conditions suivantes sont remplies :

- ✓ automatisme en service ;
- ✓ SW1 fermée et SW2 ouvert (ou inversement) ;
- ✓ sectionneur de terre sur les 2 voies absent ;
- ✓ absence de courant de défaut sur les 2 voies ;
- ✓ tension HTA sur la voie en service absente ;
- ✓ tension HTA sur l'autre voie présente.

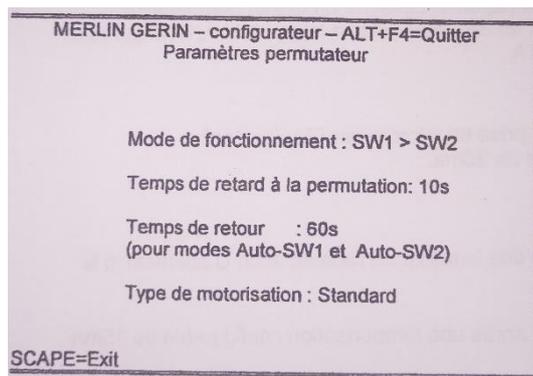


Figure 67: Configuration de l'automatisme permutateur

En plus des automatismes prédéfinis, le T200 peut se doter en option d'un automate virtuel programmable embarqué IEC 31131-3 proposant les langages automates suivants :

- SFC (Sequential Function Chart) ;
- FBD (Function Block Diagram) ;
- LD (Ladder Diagram) ;
- ST (Structured Text) ;
- IL (Instruction List).

Cet automate permet un échange d'informations entre T200 connectés sur une même boucle HTA. Cette communication inter-équipement est typiquement utilisée dans les applications de type réseau auto-cicatrisant. **La conception et la simulation de l'automatisme est possible avec le logiciel RTU Control livré avec le CD Easergy.**

Une vue du module contrôle de l'OMT avec option automatisme est présenté en **Annexe 24**.

Seul l'automatisme « Sectionnaliseur » sera pris en compte lors de l'étude car les différents départs du Réseau de Distribution HTA de Libreville alimentent les postes HTA/BT en antenne, par conséquent, l'automatisme « Permutateur de Source » de l'OMT n'a pas son utilité.

Lorsque le défaut est déclaré permanent, le départ est mis hors tension et l'enclenchement permanent du disjoncteur HTA ne sera possible qu'après isolement du tronçon en défaut.

Principe de fonctionnement de l'automatisme « Sectionnaliseur »

Le but de l'implantation des OMT avec automatisme SEC est d'éviter le déclenchement définitif du disjoncteur, et par cela, limiter au strict minimum les interruptions de services. Il faudrait tenir compte de la sélectivité entre le disjoncteur et l'OMT automatisé. La **Figure 66** nous rappelle que cet automatisme est basé sur le nombre de défaut configuré et la temporisation d'acquisition du défaut (tempo de RAZ). La « tempo de RAZ » est configurable de 20 secondes à 4 minutes par pas de 5 secondes pour la gamme Easergy T200 I. Le cycle de réenclenchement du disjoncteur conditionne le nombre de défaut pouvant être configuré pour l'automatisme. Les histogrammes ci-dessous des 2 cycles possibles de réenclenchement du disjoncteur illustrent l'isolement d'un tronçon en défaut, combiné à l'OMT avec automatisme SEC.

Pour que l'automatisme SEC donne un ordre d'ouverture, l'OMT doit détecter une information de passage de courant de défaut (donc être équipé de cette fonction), validée par la disparition de la tension d'alimentation de l'OMT (tension secteur).

❖ Cycle 1 (rapide + lent)

La **Figure 68** illustre la sélectivité entre le disjoncteur et l'OMT lors de l'apparition d'un défaut dans ce cycle. Dans cette configuration, le tronçon en défaut est isolé pendant le réenclenchement lent du disjoncteur c'est-à-dire le deuxième creux de tension. Le réenclenchement rapide non concluant du disjoncteur va entraîner la confirmation d'un défaut sur la ligne HTA à l'OMT qui à son tour ouvrira l'interrupteur de la cellule du tronçon en défaut. Cette isolation du défaut est de moins de 15 secondes environ selon la sensibilité de l'OMT. Pour cette configuration, l'OMT doit être paramétré sur ouverture après 1 défaut pour tenir compte de la sélectivité.

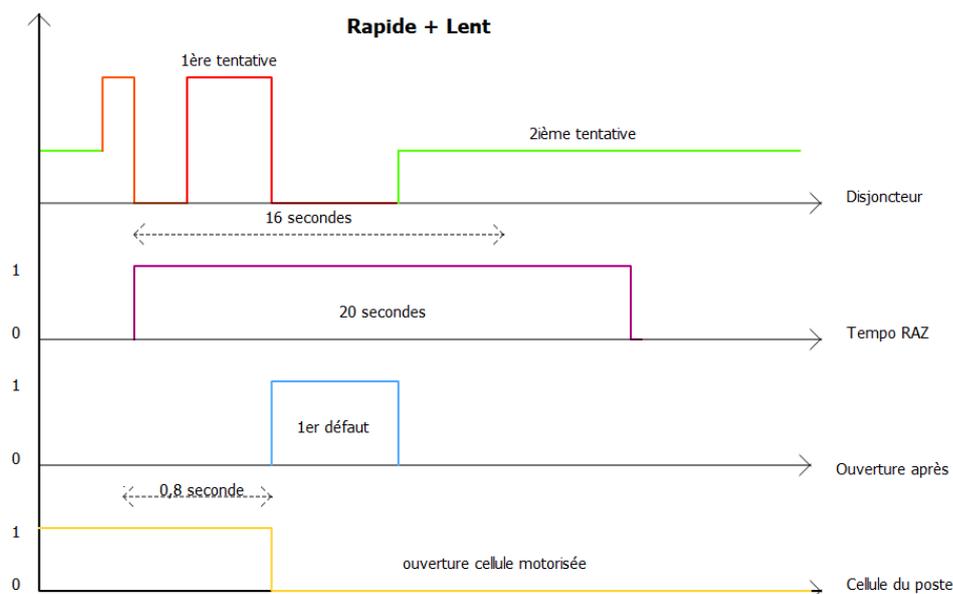


Figure 68: Chronogramme de l'isolement d'un tronçon en défaut avec réenclencheur rapide+lent

❖ Cycle 2 (rapide + 2 lents)

La **Figure 69** illustre la sélectivité entre le disjoncteur et l'OMT lors de l'apparition d'un défaut dans ce cycle. Dans cette configuration, le tronçon en défaut est isolé pendant soit le premier ré-enclenchement lent du disjoncteur ou le deuxième (les creux de tensions). Le réenclenchement rapide non concluant du disjoncteur va entraîner la confirmation d'un défaut sur la ligne HTA à l'OMT qui à son tour, ouvrira l'interrupteur de la cellule du tronçon en défaut selon le nombre de défaut configuré. Cette isolation du tronçon en défaut est d'environ 20 secondes selon la sensibilité de l'OMT. Cette configuration à l'avantage d'un paramétrage au deuxième défaut pour mieux tenir compte des défauts fugitifs. Nous recommandons cette configuration pour les départs aériens pouvant être munis de ré-enclencheur.

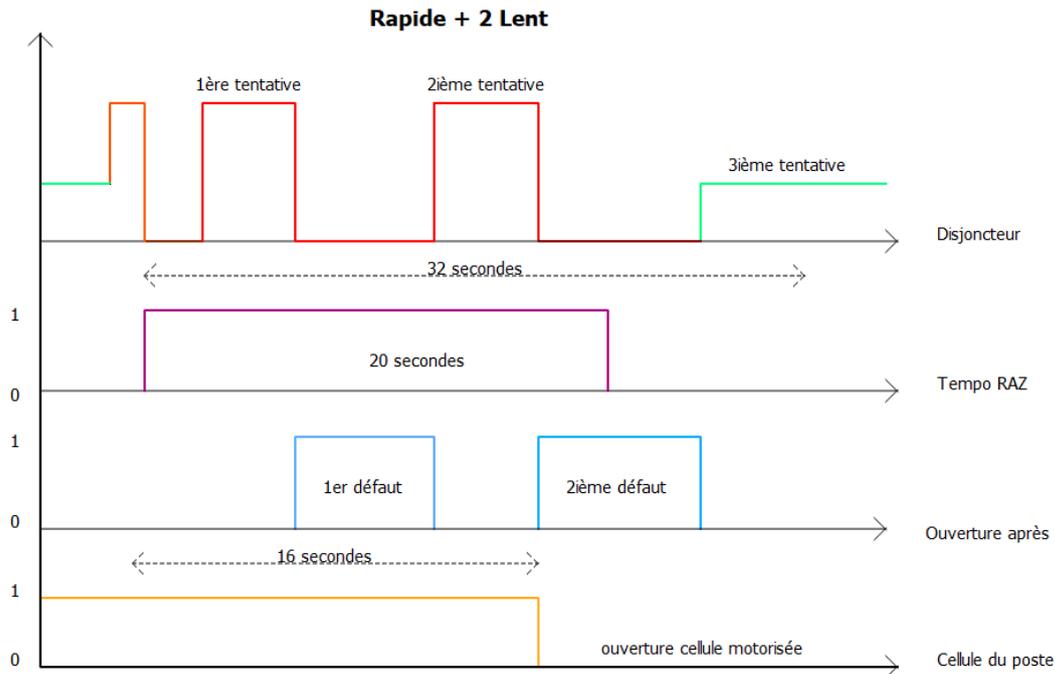


Figure 69: Chronogramme de l'isolement d'un tronçon en défaut avec réenclencheur rapide + 2 lents

III.5 Processus de reprise de service suite à une interruption du Réseau de Distribution HTA de Libreville

III.5.1 Principe de la recherche de défaut réalisée

Lors d'un déclenchement du disjoncteur, le centre de conduite du réseau électrique de Libreville, communément appelé dispatching, effectue la recherche de défauts en collaboration avec les agents d'exploitation. En effet, le centre de conduite ayant la vue sur l'ensemble du réseau de distribution, guide les agents de l'exploitation dans la localisation du défaut en leurs indiquant de fermer ou d'ouvrir des interrupteurs sectionneurs des cellules de certains postes très spécifiques.

III.5.2 Méthodologie de la recherche de défaut réalisée

Le centre de conduite applique un protocole de recherche de défaut élaboré à cet effet, si cela est possible. Ce protocole prédéfinit les différents postes de transformations HTA/BT vers lesquelles les agents d'exploitation doivent commencer l'isolation au réseau. Dans le cas contraire, le centre de conduite applique la technique de dichotomie qui consiste à isoler le poste de transformation se trouvant au centre de gravité du départ pour identifier si le défaut se trouve en amont ou en aval du poste. Après cette opération, le centre de conduite procède automatiquement au réenclenchement du disjoncteur. Si l'essai est concluant, le défaut se trouve en aval du poste dans le cas contraire en amont. Une fois la zone circonscrite, les agents d'exploitations vont exécuter les mêmes actions sous la tutelle du centre de conduite jusqu'à l'identification et l'isolation du tronçon en défaut. Dès que le tronçon en défaut est isolé, une réalimentation du plus grand nombre de client se trouvant sur les tronçons sains est possible. Le centre de conduite n'ayant pas la main sur les postes de bouclage, les agents d'exploitations sont envoyés, une fois de plus, manœuvrer ces postes afin de permettre une reprise de charge.

Généralement, la localisation du tronçon en défaut et le bouclage des départs, avec cette méthode ; se font en un temps supérieur à 1 heure.

III.5.3 Recherche d'un défaut

La *figure 70* nous aidera à mieux appréhender le principe de recherche de défaut.

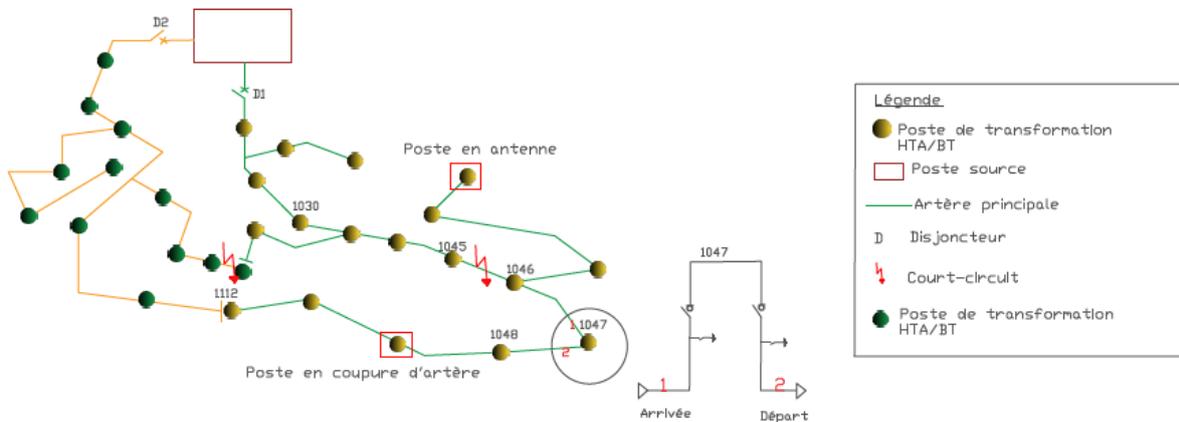


Figure 70: Recherche de défauts sans DDA

Supposant que nous ayons un court-circuit entre les postes 1045 et 1046 entraînant le déclenchement du disjoncteur D1. Le départ en couleur vert se retrouve hors tension, de ce fait, l'ensemble des postes de transformations HTA/BT sur ce départ également. Supposant également que le centre du départ soit au niveau du poste 1045. Le centre de conduite enverra un agent d'exploitation à ce poste pour l'isoler du coté 1046 et fermera à distance le disjoncteur D1. Etant donné que le défaut est en aval du poste 1045, le disjoncteur ne déclenchera pas à nouveau. Par tout hasard, le centre de conduite peut envoyer un agent d'exploitation isoler le poste 1046 coté 1047 et refermer l'interrupteur du poste 1045 précédemment ouvert. Cela va entrainer à nouveau le déclenchement du disjoncteur D1 car le défaut est entre 1045 et 1046.

La zone ayant été circonscrite, le tronçon en défaut identifié et isolé, D1 va réalimenter les clients jusqu'au poste 1045. Le centre de conduite enverra un agent ou le même, au poste 1112 de bouclage permettant la reprise des charges des tronçons sains du départ en défaut.

NB: Cette méthode s'avère très souvent fastidieuse du fait du nombre limité d'agents d'exploitations réquisitionnés pour l'intervention, des intempéries, de la densité de la circulation etc. Le temps de recherche de défaut uniquement peut s'éteindre à quelques heures ce qui est très embarrassant pour les clients ainsi que pour le portefeuille de l'entreprise.

Les techniques actuelles employées pour la localisation, l'isolation du tronçon en défaut et le bouclage des départs, montrent leurs insuffisances, en ce sens qu'elles ne contribuent pas à l'amélioration de la continuité de service.

Dans l'optique d'une amélioration continue de service, des actions doivent être entreprises afin de minimiser les temps de coupures et par conséquent, améliorer la réactivité du système de remise en service lors d'un incident.

CHAPITRE IV - ETAT DES LIEUX ET PROPOSITIONS DE SOLUTIONS D'AMÉLIORATION DE LA CONTINUITÉ DE SERVICE DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION HTA (20 kV) DE LIBREVILLE

L'objectif premier de notre travail consiste à minimiser les temps de coupure, donc à mettre en place des mécanismes qui vont permettre d'atteindre cet objectif. Ces mécanismes nous permettrons de migrer des postes de transformation standard aux postes télécommandés et téléalarmés.

Dans notre cas, certaines manœuvres exécutées manuellement par les agents d'exploitations favorisent l'interruption de service prolongée pour isoler un tronçon en défaut. Ce chapitre nous aidera à comprendre, de quelle manière doit se faire le processus de reprise de service du réseau de distribution HTA. Ce processus va faciliter, le plus rapidement possible, le déploiement des agents d'exploitation lors d'une avarie en vue d'impacter le moins possible les clients. Cela aura pour conséquence la réduction de l'END, et la satisfaction de la clientèle.

L'END est liée au temps de coupure de l'énergie électrique. Pour pallier à ce problème nous allons dans un premier temps, installer/réhabiliter les DDA dans les postes de transformations HTA/BT, en vue de faciliter la localisation du tronçon en défaut. Dans un second temps, installer/réhabiliter les OMT permettant la télésignalisation, l'isolation du tronçon en défaut automatiquement ou de manière téléconduit (à distance) par le centre de conduite. Nous ferons une estimation du coût du projet.

IV.1 Les DDA

IV.1.1 Etat des lieux des DDA existants sur le Réseau de Distribution de Libreville

Les DDA rencontrés sur le Réseau de Distribution de Libreville, pour la grande majorité, nous constatons les défaillances suivantes :

- Piles hors services ;
- Piles non raccordées au relais ;
- Câblage mal réalisé ;
- Seuils de protections non réglé ;
- DDA vandalisé.

L'inventaire des postes en coupure d'artère du réseau de distribution de Libreville (**Annexe 10**) présenté sur la **Figure 71** ci-dessous :

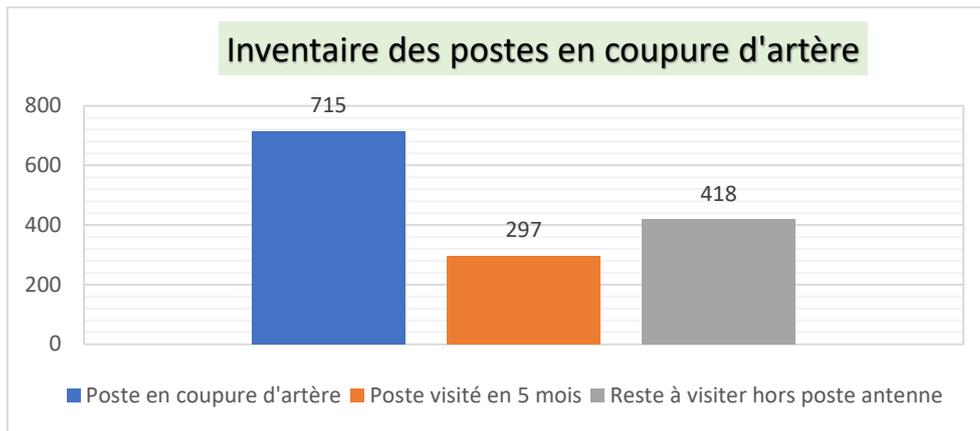


Figure 71: Inventaire des postes visités pour DDA

L'ensemble des 715 postes doit être équipé d'un ou de plusieurs DDA selon les dérivations. L'inventaire des DDA des 297 postes visités au cours des 5 mois est présenté sur la *figure 72*.

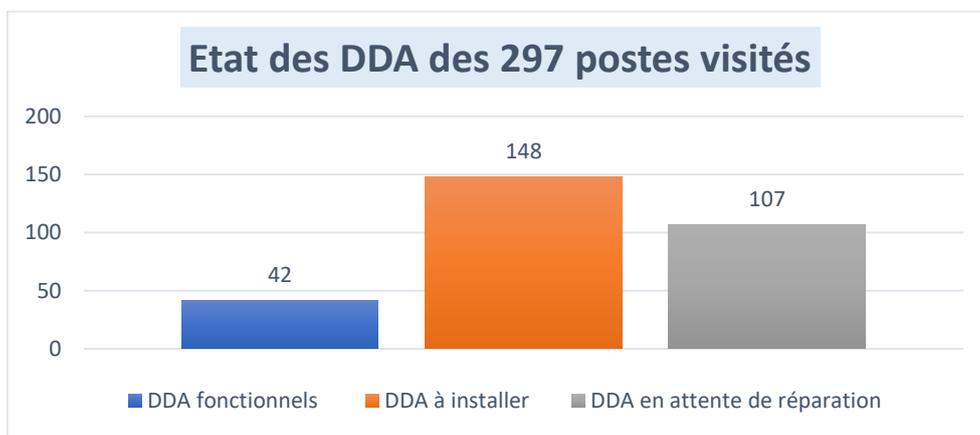


Figure 72: Inventaire des DDA des 297 postes visités

A 42% des postes en coupure d'artère, nous avons **148 DDA à installer** et **107 postes à réhabiliter** (piles, voyant, terre etc)

IV.1.2 Paramétrages des DDA Flair et DAX

Le réseau de distribution de Libreville étant exploité en fuseau, nous aurons besoins de connaître les seuils de réglages des protections des départs HTA ainsi que des sous-départs HTA partant des postes de répartitions.

Les seuils de réglages des protections des départs sont présentés en **Annexe 6**. Malheureusement nous n'avons pas pu obtenir les seuils de réglages des protections des départs HTA du poste source d'Angondjé.

IV.1.3 Estimation du coût des DDA recensés

L'estimation du coût faite selon les besoins recensés s'élève à **84 121 338 FCFA**. La répartition du coût en fonction des articles est présentée en *figure 69*. La facture des relais des DDA est présentée en **Annexe 13**, des piles Lithium format AA en **Annexe 12** et D en **Annexe 11**.

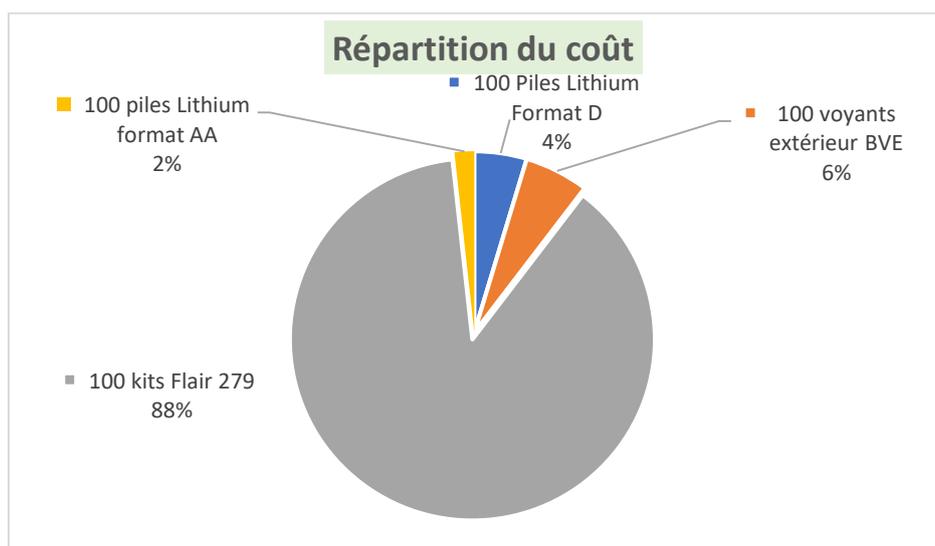


Figure 73: Répartition du coût en fonction des articles commandés pour les DDA

IV.2 OMT

Le Réseau de Distribution HTA de Libreville est majoritairement équipé de cellules motorisées de la gamme SM6 et exploite des OMT de type T200 I. Nous allons juste considérer le déploiement des OMT standards dans notre projet.

IV.2.1 Inventaire des OMT existants sur le Réseau de Distribution HTA de Libreville

Ce réseau s'est doté de ses premiers équipements de téléconduite dans les années 2000. Du bilan en **Annexe 30** des OMT, il en ressort que 61 OMT existent sur ce réseau mais que seul 11 OMT soient opérationnels. Ce faible nombre d'OMT opérationnel est dû à un délaissement de ses organes depuis plusieurs années. La situation des différents OMT est présentée dans le **Tableau 9** ci-dessous.

Tableau 9: Situation des OMT sur le RIC de Libreville
SITUATION DES 61 OMT

OPERATIONNEL	11
ABSENCE CELLULES MOTORISEES	35
MANQUE D'EXPERTISE CABLAGE OMT-CELLULES	6
COMMUNICATION	3
BRULE	1
AU LABORATOIRE	1
DIVERS (ANTENNE, CARTE CONTROLE ...)	3

La répartition de ses OMT sur les différents postes sources est présentée dans **le tableau 10** ci-dessous. Seul le poste de répartition 996 des cinq postes de répartitions est équipé de deux OMT opérationnels.

Tableau 10: Répartition des OMT sur les différents postes sources de Libreville

Poste Source	Qté OMT	1 voie	2 voies	3 voies	4 voies
Angondjé	4	3	1	0	0
Ambowé	14	12	1	0	1
Bellevue	17	16	1	0	0
Centre	12	10	1	0	0
Owendo	11	10	1	0	0
Total	58	51	5	0	1

Ces OMT ne fonctionnent pas de façon optimale car le nombre de voie installé dans certains postes ne cadre pas avec la vision de continuité de service. Nous constatons une insuffisance de voie sur certains OMT installés et une absence totale de détecteur de défaut interne.

Pour un fonctionnement optimal, une proposition d'amélioration est faite dans le tableau 11 ci-dessous et dont les détails sont en **Annexe 3I**.

Tableau 11: Proposition d'amélioration de la téléconduite d'OMT existants

Poste Source	Qté OMT	1 voie	2 voies	3 voies	4 voies
Angondjé	4	0	1	3	0
Ambowé	14	2	2	10	0
Bellevue	16	4	2	10	0
Centre	12	0	2	10	0
Owendo	11	4	2	4	1
Total	57	10	9	37	1

Un remplacement de certains OMT existant est obligatoire en vue d'une amélioration de continuité de service. Il est question d'acheter 41 OMT dont 4 à 2 voies et 37 à 3 voies pour un coût de **396 500 000 FCFA** (tableau 12).

Tableau 12: Coût de l'amélioration des OMT existants

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Total
Contrôleur téléconduite T300 - 3 voies	Pce	37	9 577 540	354 368 980
Contrôleur téléconduite T300 - 4 voies	Pce	4	10 529 200	42 116 800
Total hors Taxe				396 485 780

IV.2.2 Plan projeté des OMT pour le Réseau de Distribution de Libreville

Le Réseau de Distribution de Libreville manque considérablement d'OMT. De ce fait, il est primordial de le renforcer en OMT si nous voulons réduire la durée des interruptions de service. Les OMT ne peuvent être installés dans l'ensemble des postes qui composent le Réseau de Distribution de Libreville. Des postes bien spécifiques sont alors choisis de façon stratégique. Le choix de l'emplacement d'un OMT dans un poste doit permettre de faciliter la localisation du tronçon en défaut et faciliter le bouclage des départs lors de la reprise de charge à partir d'un poste de bouclage. Les postes privilégiés sont donc, les postes servant de dérivation, ayant des cellules en **3I+P** (appelé point triple), **4I+P** (appelé point quadruple), les **postes de bouclages**.

Un extrait du synoptique du Réseau de Distribution de Libreville illustre les différentes conditions d'emplacement d'OMT en **Annexe 32**.

Nous avons parcouru les postes des 46 départs du Réseau de Distribution d'Electricité de Libreville et nous avons jugé stratégique les emplacements d'OMT consignés en **Annexe 33**. Le **tableau 13** ci-dessous récapitule la répartition de ces OMT par poste source ainsi que le nombre de voie qui doit être affecté aux OMT.

Tableau 13: Récapitulatif de la projection d'OMT par poste source

Poste Source	Qté OMT	1 voie	2 voies	3 voies	4 voies
Angondjé	8	3	2	3	0
Ambowé	18	2	6	10	0
Bellevue	17	8	2	13	0
Centre	8	1	2	4	1
Owendo	19	12	3	4	1
Total	70	26	15	34	2

Tous les OMT doivent être équipés de détecteur de défaut interne afin de permettre une télésignalisation au centre de conduite lors du passage d'un courant de défaut au poste HTA/BT concerné. Cette information permettra à un opérateur du centre de conduite, d'isoler une branche du tronçon en défaut et d'envoyer un agent technique d'exploitation à ce poste, pour commencer la recherche du réel tronçon en défaut en suivant la signalisation lumineuse des DDA externes.

Les OMT standards équipés de DDA permettent aux opérateurs du centre de conduite d'effectuer des actions d'isolation et de reprise de charge en moins de 5 minutes. Moins optimale que l'OMT avec automatisme SEC, les OMT standards peuvent réduire considérablement la durée des interruptions actuelle.

IV.2.3 Estimation du coût du projet

Le projet nécessite l'achat non seulement d'OMT mais également de cellules interrupteurs motorisées, non motorisées et des cellules protections. Le tableau ci-dessous dresse le besoin en cellules du projet.

Tableau 14: Recensement du besoin en cellules du projet

Cellules motorisées	Cellules non motorisées	Cellules protection
150	34	70

Des cellules de même gamme doivent être installées lors de l'installation de la cellule motorisées. Nous devons faire le choix d'acheter soit des cellules motorisées de même gamme que celles installées dans les postes choisis (l'idéal) ou d'acheter une gamme de cellule pour l'ensemble du projet. En considérant le cas le plus défavorable, le coût d'achat des cellules de la gamme Schneider est présenté dans le **tableau 15** ci-dessous :

Tableau 15: Coût d'achat des cellules du projet

Désignation	QTE	P.U	P.T
Cellule HTA modulaire étanche motorisée-Interrupteur 24kV 400A-Schneider	150	3 435 079	515 261 908
Cellule HTA modulaire étanche -Interrupteur 24kV 400A-Schneider	34	1 777 613	60 438 850
Cellule HTA modulaire étanche-Protection interrupteur fusibles 24kV 400A-Schneider	70	2 639 657	184 775 990
Total Hors Taxe			760 476 748

Plusieurs paramètres impactent le coût de l'OMT. Selon le nombre de voie, avec ou sans DDA interne, avec ou sans automatisme, le coût d'un même OMT varie. Le *tableau 16* présente le coût des OMT standard avec DDA interne, du projet de renforcement d'OMT.

Tableau 16: Coût des OMT standard T300

Désignation	unité	Quantité	Prix Unitaire HT	Prix Total HT FCFA
Controleur téléconduite T300 - 1 voie	Pce	26	6 841 100	177 868 600
Controleur téléconduite T300 - 2 voies	Pce	15	8 494 800	127 422 000
Controleur téléconduite T300 - 3 voies	Pce	34	9 577 540	325 636 360
Controleur téléconduite T300 - 4 voies	Pce	2	10 529 200	21 058 400
Total hors Taxe				651 985 360

Le coût du projet de renforcement du Réseau de Distribution HTA de Libreville avec remplacement total des cellules est de **1 412 463 000 FCFA**.

La *figure 74* nous montre que 54% du coût du projet est alloué à l'achat des cellules.

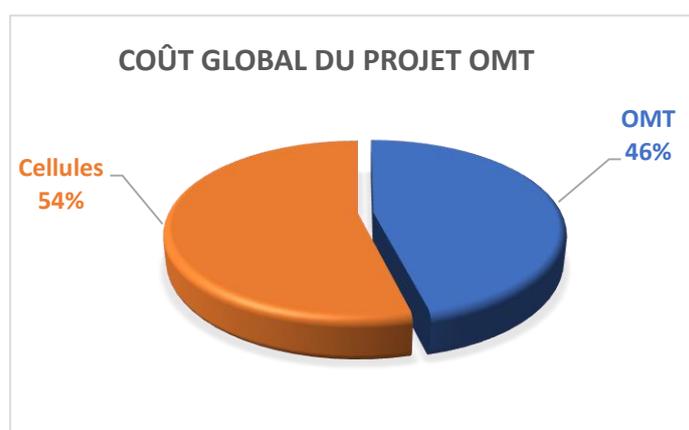


Figure 74: Coût global du projet

Nous rappelons que le coût de l'END pour l'année 2019 a été de **447 000 000 FCFA** et de **480 725 000 FCFA** en 2020. En moyenne, le coût de ces END a été de **463 862 500 FCFA**. En

investissant **400 000 000 FCFA** par année, le projet sera réalisé au bout de **3 ans et 6 mois** pour un coût total de **1 412 463 000 FCFA**.

Pour une projection sur 5 ans de l'END, nous allons utiliser la moyenne de l'END des 3 dernières années dont nous disposons maintenant des données. L'END moyenne de 2018 à 2020 est de 957 MWh (*tableau 17*).

Tableau 17: END 2018 à 2020

ANNEE	END (MWH)
2020	1057
2019	1111
2018	703
MOYENNE	957

Le coût de cette END moyenne est de **478 500 000 FCFA** pour un tarif de 500 FCFA/kWh. En supposant ce coût moyen sur une période de 5 ans, nous obtenons les résultats contenus dans le *tableau 18* ci-dessous :

Tableau 18: Coût moyen de l'END sur 5 ans

Année	Coût END (FCFA)
1	478 500 000
2	957 000 000
3	1 435 500 000
4	1 914 000 000
5	2 392 500 000

Au bout de 3 ans, s'il n'y a aucune amélioration du réseau actuel, le cout de l'END s'élèvera environ à **1 435 000 000 FCFA**. Ce coût est nettement supérieur à l'investissement qui doit être réalisé pour minimiser de façon optimal l'END du Réseau de Distribution HTA de Libreville sur une période de 3 ans. La réalisation de ce projet est donc très rentable pour la société.

IV.3 Estimation des performances du réseau avec ce projet

Nous avons recensé le nombre d'interruption > 5 minutes, des années 2019 et 2020. Compte tenu que, l'interruption doit maintenant être ≤ 5 minutes, nous avons remplacé les durées > 5 minutes de ces années par 5 minutes. Après cela, nous avons calculé, la durée totale annuelle des interruptions, l'indisponibilité, l'énergie non distribuée ainsi que le coût de cette énergie de ces deux années. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 19: Estimation des performances avec ce projet

Estimation des performances avec ce projet		
Année	2019	2020
Interruption > 5 min	278	245
Durée totale annuelle (min)	1693	1486
Indisponibilité annuelle (min/an)	3,6	4
END (MWh)	130	119
Coût END (FCFA)	65 205 000	59 500 000

Le tableau 20 montre clairement une amélioration des performances du réseau lorsque les interruptions sont comprises dans l'intervalle [0 ; 5] minutes.

Tableau 20: Comparaisons des performances du Réseau de Distribution de Libreville

Estimation des performances				
Réseau de distribution	Actuelles		Améliorées	
Années	2019	2020	2019	2020
Interruptions annuelles	475	377	475	377
Durée totale annuelle (min)	11289	11401	1693	1486
Indisponibilité annuelle (min/an)	24	30	3,6	4
END (MWh)	894	961	130	119
Cout END (FCFA)	447 000 000	480 725 000	65 205 000	59 500 000

IV.4 Plan de déploiement des OMT sur le Réseau de Distribution de Libreville

Le déploiement des 70 OMT sur le RIC de Libreville ne peut se faire en une année car investissement très important. Il est souhaitable de connaître les départs à privilégier parmi l'ensemble.

Le choix des départs se fera à partir des indicateurs de performances tels que l'indisponibilité, l'END et la fréquence de déclenchement. Il est aussi souhaitable de tenir compte des départs sensibles (hôpitaux etc). La **Figure 75** nous dévoile que le plus de déclenchement se fait ressentir dans les postes sources d'Ambowé (123), Owendo (118) et Bellevue (88). L'END de ces postes sources est très importante. Ces postes ont également le plus de départs.

Le poste source d'Angondjé, bien que le nombre d'incident et l'END soient faibles, respectivement 21 interruptions et 38 MWh, a l'indisponibilité la plus grande. Cela est dû au fait que, le centre de conduite n'a aucune vue sur ce poste source. En cas de déclenchement du disjoncteur HTA, le réenclenchement se fait depuis le poste source.

Le déploiement des OMT pour les postes sources d'Ambowé, Bellevue, Owendo et Base SEEG se fera premièrement sur le critère de l'END la plus grande ensuite de l'indisponibilité la plus grande. Parcontre, le déploiement pour le poste source d'Angondjé se fera premièrement sur la base de l'indisponibilité la plus grande ensuite de l'END la plus élevée.

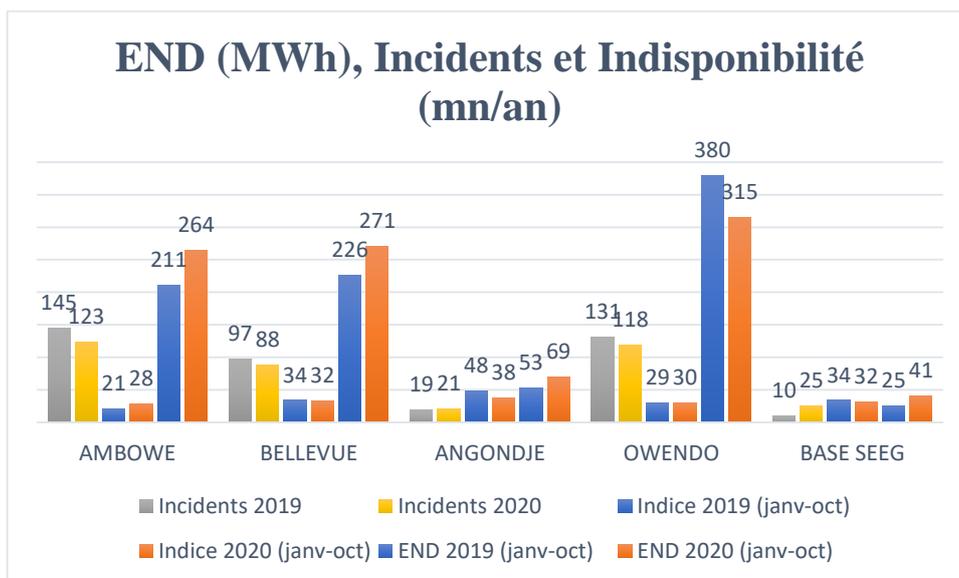
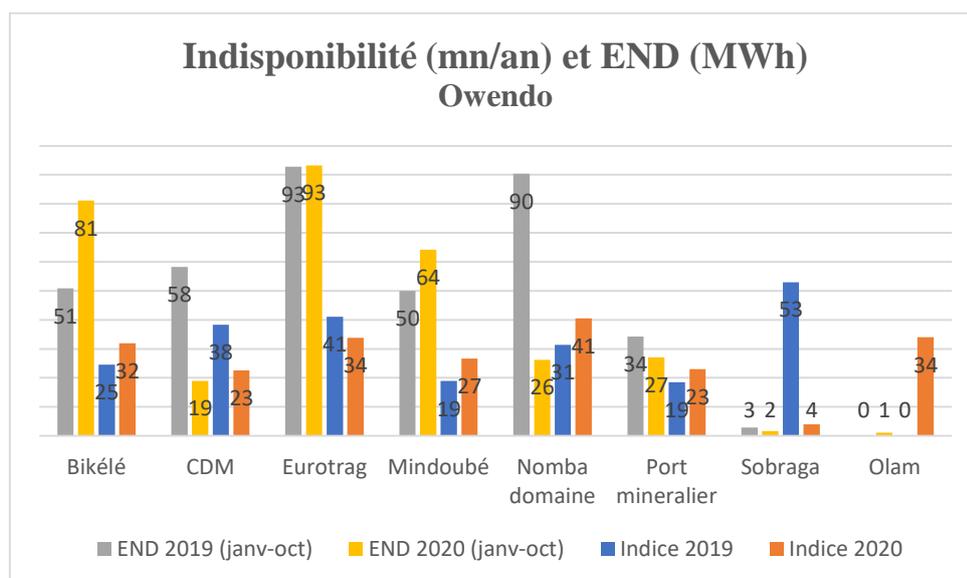


Figure 75: Performances des postes sources du Réseau de Distribution de Libreville

📍 Owendo

De la **figure 76** l'ordre de priorité des départs est le suivant :

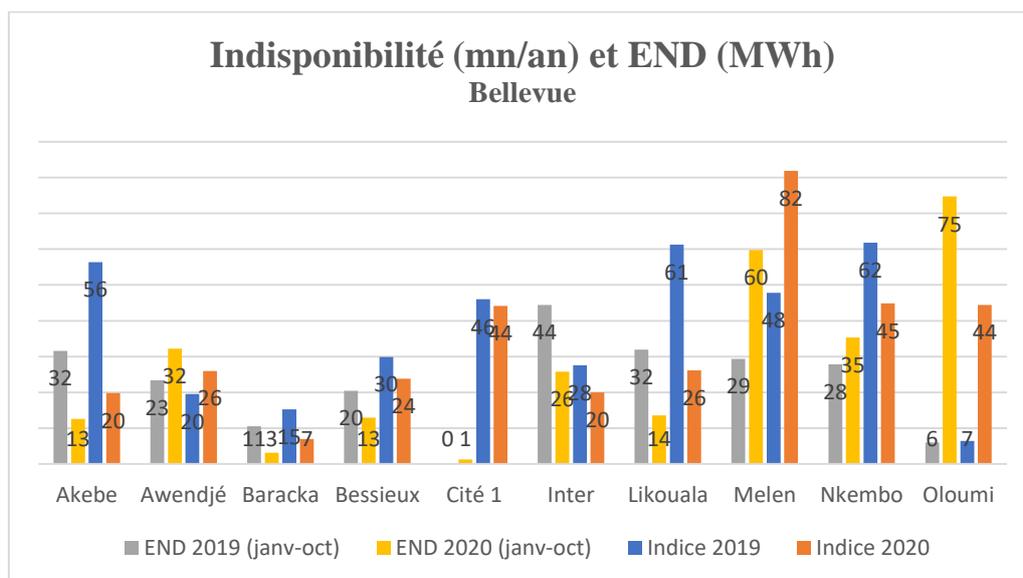


- ✓ Eurotrag ;
- ✓ Bikélé ;
- ✓ Mindoubé ;
- ✓ Nomba domaine ;
- ✓ Port mineralier;
- ✓ CDM.

Figure 76: Performances poste source d'Owendo

📍 Bellevue

De la **figure 77** l'ordre de priorité est le suivant :

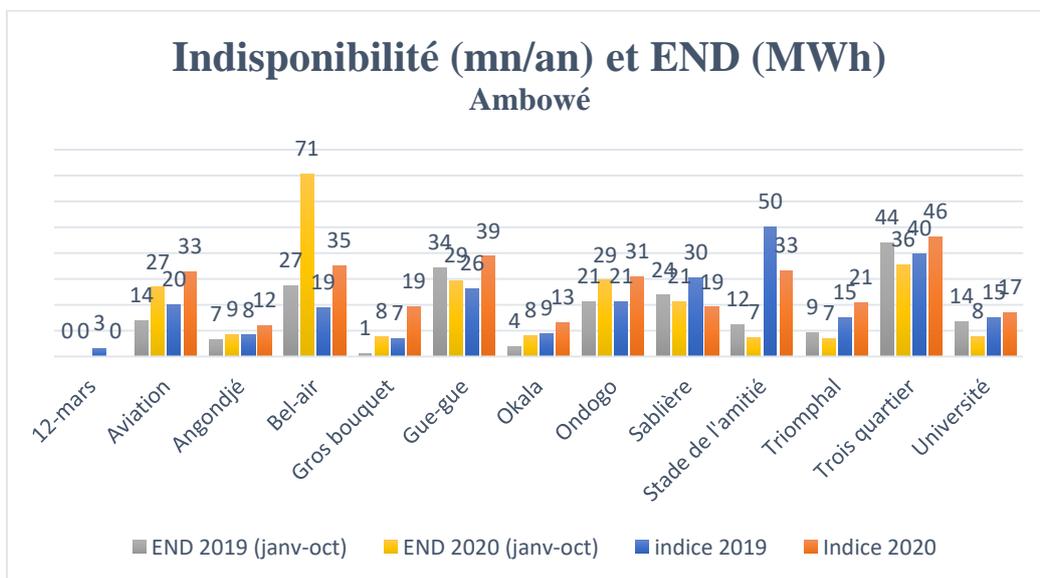


- ✓ Oloumi ;
- ✓ Melen ;
- ✓ Nkembo ;
- ✓ Cité 1 ;
- ✓ Awendjé ;
- ✓ Inter ;
- ✓ Likouala ;
- ✓ Bessieux ;
- ✓ Akebe ;
- ✓ Baracka

Figure 77: Performances poste source Bellevue

Ambowé

De la **figure 78** l'ordre de priorité est le suivant :

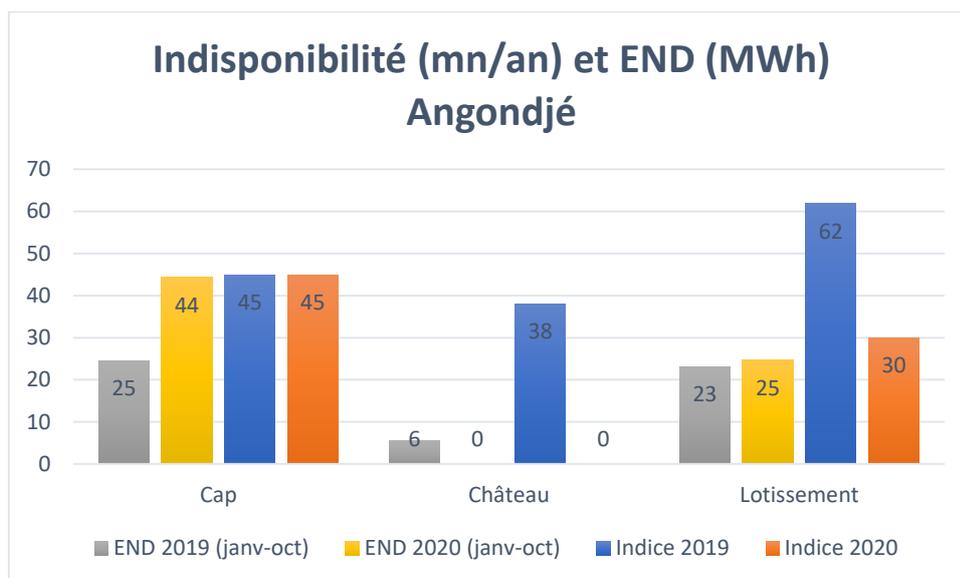


- ✓ Bel air ;
- ✓ Trois quartier ;
- ✓ Gue-gue ;
- ✓ Ondogo ;
- ✓ Aviation ;
- ✓ Sablière ;
- ✓ Triomphal ;
- ✓ Gros bouquet ;
- ✓ Université ;
- ✓ Angondjé ;
- ✓ 12 mars.

Figure 78: Performances poste source d'Ambowé

Angondjé

De la **figure 79** l'ordre de priorité est le suivant :

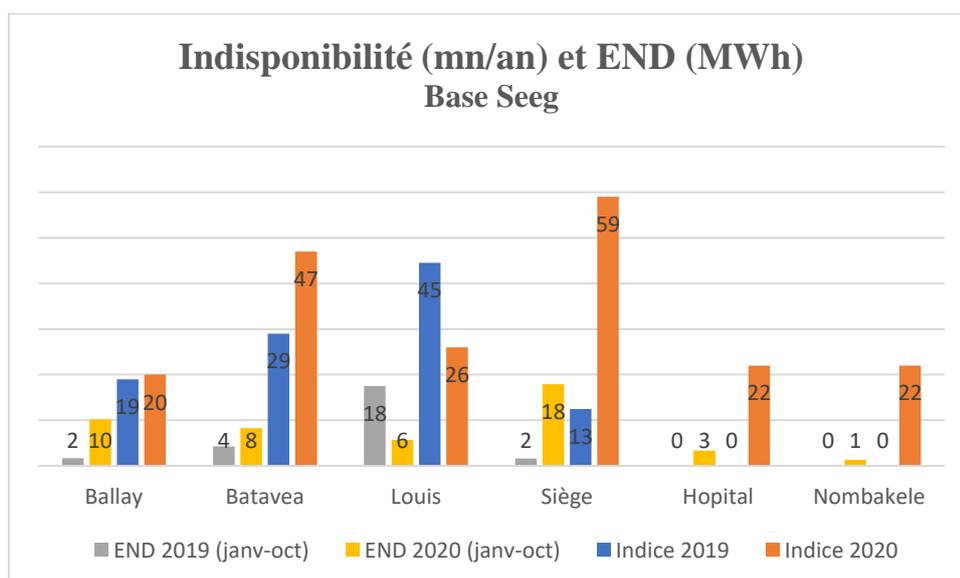


- ✓ Cap ;
- ✓ Lotissement
- ✓ Château

Figure 79: Performances du poste source d'Angondjé

Base Seeg

De la figure 80 l'ordre de priorité est le suivant :



- ✓ Siège ;
- ✓ Batavea ;
- ✓ Ballay ;
- ✓ Hopital ;
- ✓ Nombakele.

Figure 80: Performances du poste source Base seeg

Le degré d'urgence zéro est alors porté sur les départs : Eurotrag, Oloumi, Bel-air, cap et Siège comme présenté dans **tableau 19**. Cette première phase de déploiement montrera des résultats immédiats.

Tableau 21: Urgence zéro OMT

Départs	Achat OMT	Conformité OMT	Total OMT
---------	-----------	----------------	-----------

ETUDE DE L'AMELIORATION DE LA CONTINUTE DE SERVICE DU RESEAU DE DISTRIBUTION
HTA (20 kV) DE LIBREVILLE

Cap	2	0	2
Bel-air	1	2	3
Oloumi	3	4	7
Siège	3	3	6
Eurotrag	5	1	6
Total	14	10	24

Le déploiement optimal des DDA et des OMT doit se faire de manière progressive. Ces organes doivent être continuellement entretenus pour assurer leur bon fonctionnement. Les emplacements doivent être respectés si nous voulons améliorer la continuité de service de ce réseau. Le coût global du projet s'élève à **1 412 463 000 FCFA** pour ce qui est des OMT.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

L'objet de ce rapport était de proposer des solutions fiables et pérennes face aux interruptions de longues durées, du Réseau de Distribution HTA de Libreville suite à des incidents. Ces interruptions ont pour conséquence un apport en énergie non distribuée (END) et la gêne de la clientèle.

Hormis le ré-enclenchement des disjoncteurs depuis le centre de conduite, la localisation du tronçon en défaut et le manœuvrage des interrupteurs sectionneurs des postes de transformations HTA/BT se font de façon manuels. Les techniques actuellement employés par le centre de conduite pour remettre en service un départ lors d'un défaut, ne sont pas satisfaisantes du point de vue : durée d'interruption. La remise en service prend moyennement plus d'une heure.

Nous avons alors proposé, d'équiper le réseau d'appareils permettant la gestion de celui-ci et d'équipements favorisant la localisation de tronçon en défaut. Pour une exploitation optimale de ces organes, ils doivent être placés à des endroits stratégiques dans le réseau de distribution. Il est question d'installer des détecteurs de défauts ampèremétriques (DDA) dans tous les postes en coupure d'artère et ceux servant de dérivation de ligne. D'installer des organes à manœuvres télécommandées (OMT) dans les postes considérés comme point triple, point quadruple, les postes de bouclage et certains postes spécifiques en coupure. Avec ces équipements, un départ est remis en service en moins de 5 minutes, et le temps de localisation du réel tronçon en défaut est fonction du temps d'arrivée de l'agent d'exploitation au poste d'isolement en suivant la signalisation lumineuse.

Nous avons jugé optimal l'ajout de 70 OMT portant à 139, le nombre total d'OMT existant. Le coût de ce projet s'élève à **1 412 463 000 FCFA**. Le cout de la première phase d'achat des DDA selon le besoin recensé est de **84 122 000 FCFA**.

Une possibilité d'utilisation d'OMT avec automatisme reste envisageable pour les départs avec ré-enclencheur automatique, réduisant à l'absolu le temps d'interruption d'un départ. Ces ré-enclencheurs sont installés sur les départs aériens uniquement.

A l'ère du tout-numérique, les perspectives quant à l'exploitation du réseau de distribution sont en expansion. Sans intervention externe, le réseau doit être en mesure d'isoler le tronçon en défaut lors d'un incident et d'en assurer la continuité de service. Le Réseau de Distribution HTA de Libreville doit migrer vers un réseau auto-cicatrisant dans les prochaines années.

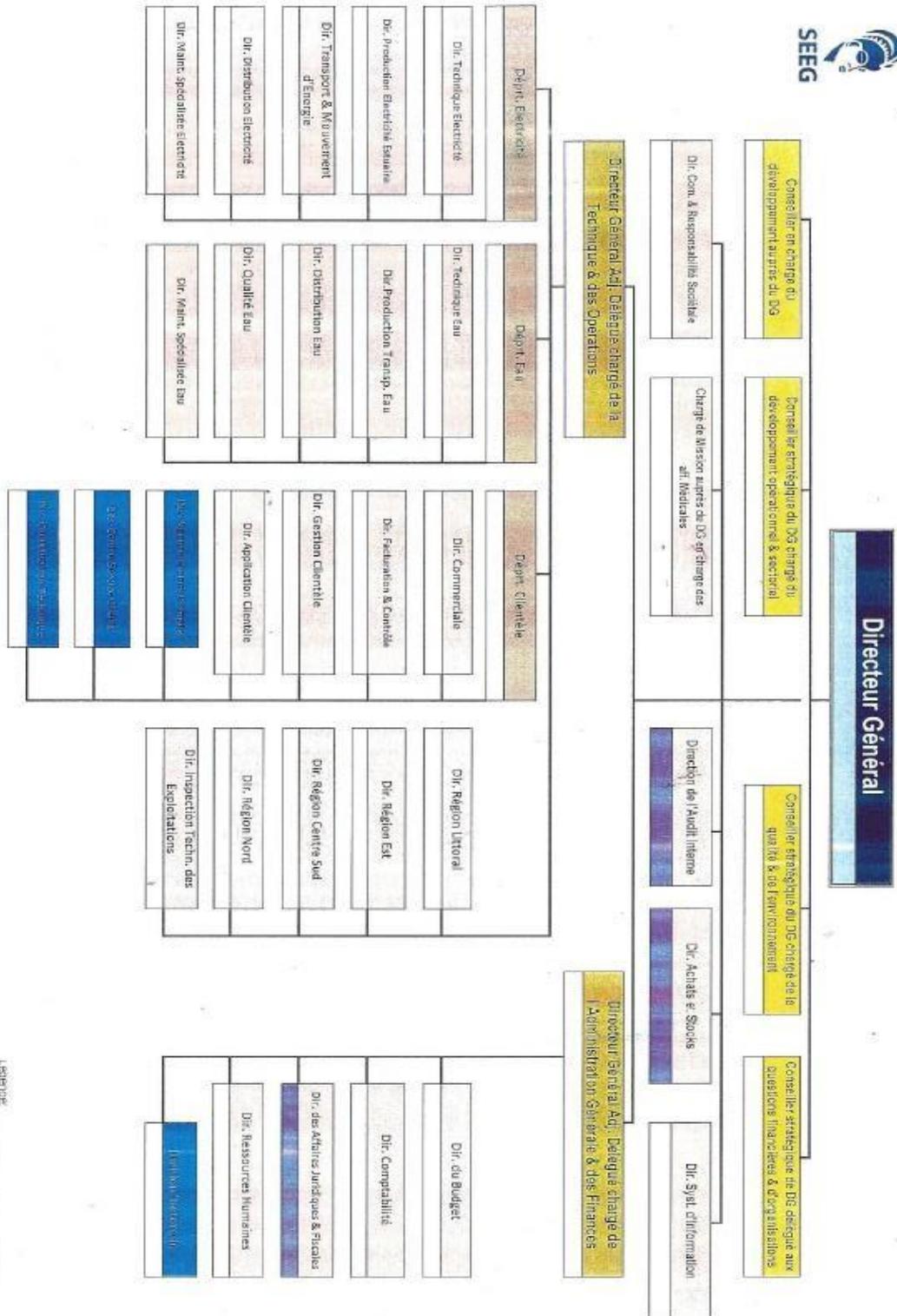
BIBLIOGRAPHIE

- [1] « Gabon, l'un des meilleurs taux d'accès à l'électricité du sous-continent ». <https://afrique.latribune.fr/entreprises/la-tribune-afrique-de-l-energie-by-enedis/2019-10-24/gabon-l-un-des-meilleurs-taux-d-acces-a-l-electricite-du-sous-continent-831175.html> (consulté le janv. 10, 2021).
- [2] M.-C. ALVAREZ-HÉRAULT, « Thèse: Architectures des réseaux de distribution du futur en présence de production décentralisée ». déc. 10, 2009.
- [3] Norme NF C 13 200, « Installations électriques à haute tension ». AFNOR, sept. 05, 2009.
- [4] « Systèmes d'énergie électrique/Guide de référence ». Elec Internatioanl Symposium, 1998.
- [5] Bougouffa Lazhar, « Protection des réseaux électriques ». 2018 2017.
- [6] S. BEN BERRADJI, « Calcul des protections d'un départ HTA ». juin 10, 2014.
- [7] C. PREVE, « Guide des protections des réseaux industriels ». janv. 1996.
- [8] B. METZ-NOBLAT, F. DUMAS, et C. POULAIN, « Cahier technique N° 158: Calcul des courants de court-circuit ». SHNEIDER Electric, sept. 2005.
- [9] M. BENMECHTA M et M. HAMLAT A, « Protection des postes HTB/HTA ». 2014 2018.
- [10] « Définir un plan de protection sur un réseau à haute tension ». déc. 08, 2016.
- [11] J.-L. Professeur LILIEN, « Qualité de l'électricité dans le marché libéralisé ». déc. 08, 2010.
- [12] « Détecteur de courant de défauts pour réseau souterrain (FLAIR BARDIN 279) ». Merlin Gerin.
- [13] « Détecteur de défauts pour réseau souterrain (DAX) ». SHNEIDER Electric.
- [14] « Manuel utilisateur Easergy T200I ». Merlin Gerin.

ANNEXES

Annexe 1: Organigramme de la SEEG	67
Annexe 2 : Avantages et inconvénients des différents modes d'alimentation des organes	68
Annexe 3: Extrait du synoptique du réseau de distribution de Libreville	69
Annexe 4: Alimentation des DDA	70
Annexe 5: Raccordement du DDA Flair 279	71
Annexe 6: Seuils de réglages des protections des départs HTA	72
Annexe 7: Les seuils de réglages du DDA DAX	74
Annexe 8: Seuils de réglages du Flair 279	75
Annexe 9: Seuils de réglages Flair 219	76
Annexe 10: Nombre de poste en coupure d'artère	77
Annexe 11: Facture pile Lithium D	79
Annexe 12: Facture de pile Lithium format AA	80
Annexe 13: Facture Flair 279	81
Annexe 14: Schéma de principe du T200 I	82
Annexe 15: Caractéristiques électriques du T200 I	83
Annexe 16: Caractéristiques mécaniques du T200 I	84
Annexe 17: Montage des tores pour T200 I	85
Annexe 18: Equipement pour fonction DDA T200 I	85
Annexe 19: Paramétrage du détecteur de défauts interne T200 I	85
Annexe 20: Alimentations du T200 I	86
Annexe 21: Caractéristiques des DDA de l'OMT T200 I	87
Annexe 22: Protocoles du T200 I	87
Annexe 23: Description de la signalisation et des commandes locale du T200 I	88
Annexe 24: Module Contrôle avec automatismes	89
Annexe 25: SCADA de Libreville	90
Annexe 26: Diagnostic 1 à l'aide des voyants	99
Annexe 27: Diagnostic 2 à l'aide des voyants	100
Annexe 28: Quelques gammes de cellules installées dans les postes HTA/BT de Libreville	101
Annexe 29: Caractéristiques cellule SM6-24kV	102
Annexe 30: Bilan des OMT du RIC de Libreville	103
Annexe 31: Amélioration OMT existant	106
Annexe 32: Principe d'emplacement d'OMT dans les postes de distribution HTA	110
Annexe 33: Projection des OMT	111
Annexe 34: Schéma du synoptique de Libreville	116

Annexe 1: Organigramme de la SEEG

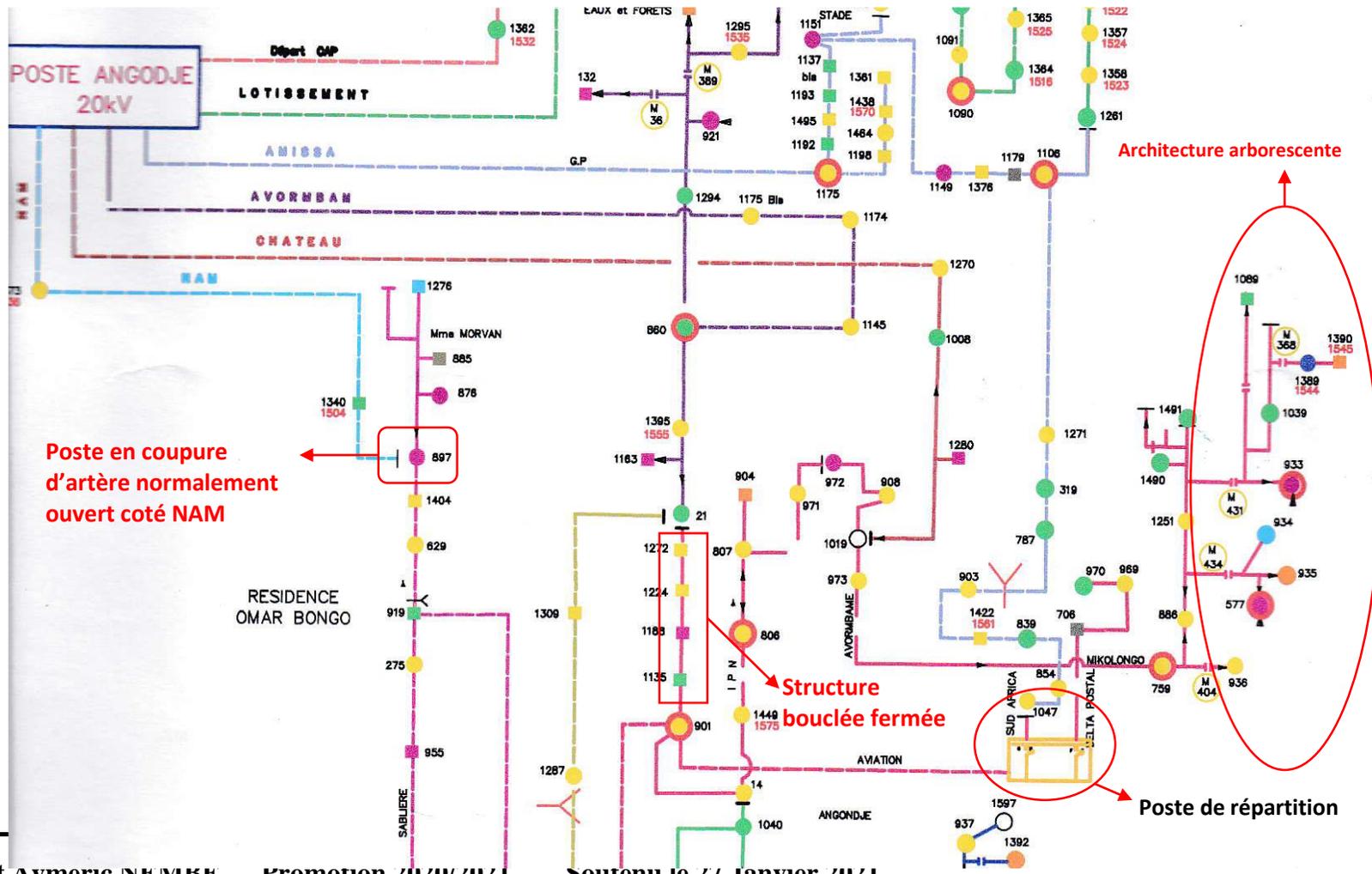


- Legende
- Directeur Général
 - DG Adjoint Délégué
 - Conseiller du DG
 - Chef de Département
 - Directeur
 - Poste vacant
 - Chef de Division

Annexe 2 : Avantages et inconvénients des différents modes d'alimentation des organes

Alimentation	Mode d'exploitation		Avantages	Inconvénients
	Normal	Perturbé		
Simple antenne	Le disjoncteur d'arrivée de la source est fermé. Les 2 transformateurs sont alimentés par la même source.	En cas de perte de la source, les 2 transformateurs ne sont plus alimentés	Coût minimal	Disponibilité faible
Double antenne	Les 2 disjoncteurs d'arrivée des sources sont fermés. Les transformateurs sont alimentés chacun par une source ou les 2 selon la position du sectionneur de couplage. Le sectionneur de couplage peut être maintenu fermé ou ouvert.	En cas de perte d'une source, l'autre source assure la totalité de l'alimentation en couplant le sectionneur si celui est déconnecté.	Bonne disponibilité dans la mesure où chaque source peut alimenter la totalité du réseau; Maintenance possible du jeu de barres, avec fonctionnement partiel de celui-ci.	Solution plus coûteuse que l'alimentation simple antenne; Ne permet qu'un fonctionnement partiel du jeu de barres en cas de maintenance de celui-ci.
Double antenne- double jeu de barres	La source 1 alimente le jeu de barre 1 ainsi que le transformateur couplé sur ce jeu de barre; La source 2 alimente le jeu de barre 2 ainsi que le transformateur couplé sur celui-ci. Le disjoncteur de couplage peut être maintenu fermé ou ouvert.	En cas de perte d'une source, l'autre source assure la totalité de l'alimentation. En cas de défaut sur un jeu de barres (ou de maintenance de celui-ci), le disjoncteur de couplage de couplage est ouvert et l'autre jeu de barre alimente la totalité des départs.	Bonne disponibilité d'alimentation; Très grande souplesse d'utilisation pour l'affectation des sources et des charges, et pour la maintenance des jeux de barres; Possibilité de transfert de jeu de barres sans coupure (lorsque les jeux de barres sont couplés, il est possible de manoeuvrer un sectionneur si son sectionneur adjacent est fermé).	Surcoût important par rapport à la solution simple jeu de barres.

Annexe 3: Extrait du synoptique du réseau de distribution de Libreville



Annexe 4: Alimentation des DDA

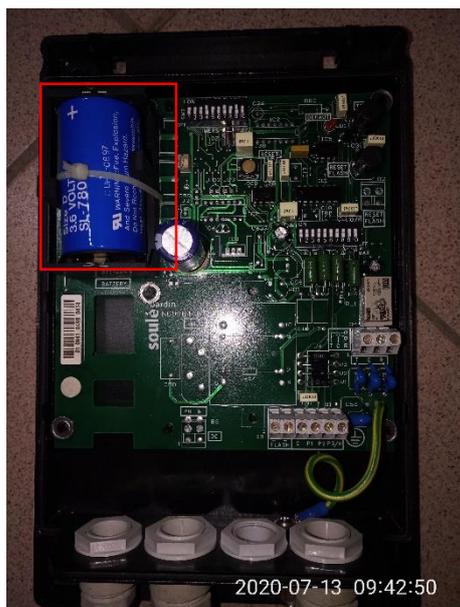


Figure 81: Alimentation autonome Flair 219



Figure 82: Alimentation autonome DAX

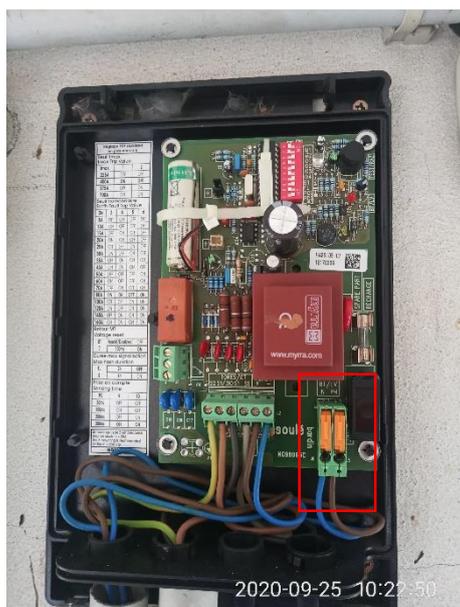
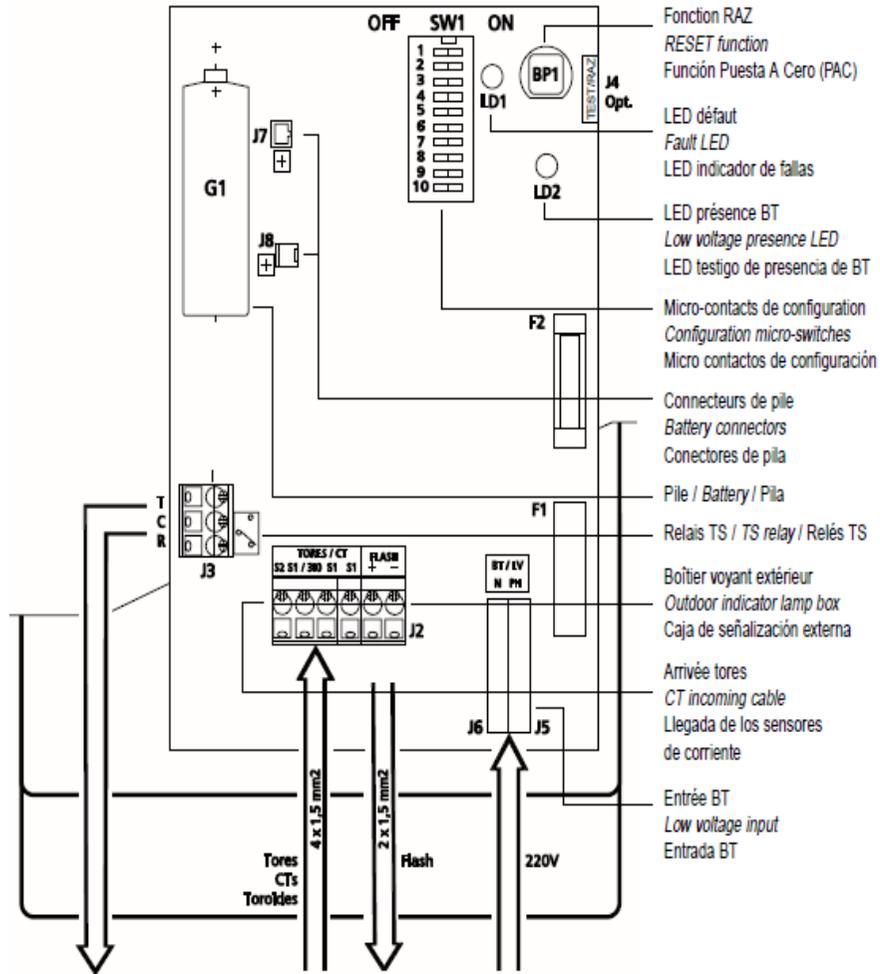


Figure 83: Alimentation auxiliaire Flair 279



Figure 84: Alimentation auxiliaire DAX

Annexe 5: Raccordement du DDA Flair 279



2020-07-10 10:56:34

Annexe 6: Seuils de réglages des protections des départs HTA

POSTE BELLEVUE					
Depart HTA	Seuils de réglage des protections en fonction des départs				
	TC	Seuil phase		Seuil homopolaire	
	RAPPORT TC	Maxi I PHASE Code: 50/51	Temporisation (ms)	Maxi I Homopolaire Code 50N/51N	Temporisation (ms)
Awendje	400/5 A	I>3= 600 A HT	300	IN2>1= 60 A	300
BARAKA	400/5 A	I>3= 600 A HT	300	IN2>1= 60 A	300
AKEBE	400/5 A	I>3= 600 A HT	300	IN2>1= 60 A	300
OLOUMI	800/5 A	I>3= 300 A HT	300	IN2>1= 32 A	300
INTER	800/5 A	I>3= 1200 A HT	300	IN2>1= 120 A	300
MELÉN	400/5 A	I>3= 600 A HT	300	IN2>1= 72 A	300
BESSIEUX	400/5 A	I>3= 600 A HT	300	IN2>1= 92 A	300
LIKOUALA	400/5 A	I>3= 600 A HT	300	IN2>1= 120 A	300
NKEMBO	400/5 A	I>3= 600 A HT	300	IN2>1= 80 A	300
CITE 1	400/5 A	I>3= 600 A HT	500	IN2>1= 96 A	500
LIAISON 1	400/5 A	I>3= 600 A HT	600	IN2>1= 96 A	600
LIAISON 2	400/5 A	I>3= 600 A HT	600	IN2>1= 96 A	600
LIAISON 2 BIS	800/5 A	I>3= 1200 A HT	600	IN2>1= 192 A	600

POSTE AMBOWE					
Depart HTA	Seuils de réglage des protections en fonction des départs				
	TC	Seuil phase		Seuil homopolaire	
	RAPPORT TC	Maxi I PHASE Code: 50/51	Temporisation (ms)	Maxi I Homopolaire Code 50N/51N	Tempo
43902	400/5 A	I>3= 600 A HT	600	IN2>1= 48 A	600
ANGONDJE	400/5 A	I>3= 600 A HT	500	IN2>1= 40 A	500
AVIATION	400/5 A	I>3= 600 A HT	500	IN2>1= 120 A	500
GROS BOUQUET	400/5 A	I>3= 300 A HT	500	IN2>1= 64 A	300
GUEGUE	400/5 A	I>3= 600 A HT	300	IN2>1= 84 A	300
SABLIERE	400/5 A	I>3= 600 A HT	500	IN2>1= 116 A	500
STADE AMITIE	400/5 A	I>3= 600 A HT	500	IN2>1= 68 A	500
OKALA	400/5 A	I>3= 600 A HT	500	IN2>1= 68 A	500
BEL AIR	400/5 A	I>3= 600 A HT	300	IN2>1= 0,05 A	300
UNIVERSITE	400/5 A	I>3= 600 A HT	300	IN2>1= 40A	300
ONDOGO	400/5 A	I>3= 600 A HT	300	IN2>1= 60A	300
TRIOMPHAL	400/5 A	I>3= 600 A HT	300	IN2>1= 76A	300
JARDIN BOTANIQUE	400/5 A	I>3= 600 A HT	300	IN2>1= 76A	300
3 QUARTIERS	600/5 A	I>3= 900 A HT	500	IN2>1= 156A	500

ETUDE DE L'AMELIORATION DE LA CONTINUTE DE SERVICE DU RESEAU DE DISTRIBUTION
HTA (20 kV) DE LIBREVILLE

POSTE Owendo					
Depart HTA	Seuils de réglage des protections en fonction des départs				
	TC	Seuil phase		Seuil homopolaire	
	RAPPORT TC	Maxi I PHASE Code: 50/51	Temporisation (ms)	Maxi I Homopolaire Code 50N/51N	Tempo
MINDOUBE	400/5 A	I>3= 600 A HT	500 ms	IN2>1= 48 A	500 ms
PORT MINERALIER	400/5 A	I>3= 600 A HT	300ms	IN2>1= 48 A	300 ms
EUROTRAG	400/5 A	I>3= 604 A HT	600 ms	IN2>1= 68 A	600ms
BIKELE	400/5 A	I>3= 600 A HT	500ms	IN2>1= 48 A	500ms
CDM	400/5 A	I>3= 600 A HT	500ms	IN2>1= 48 A	500ms
NOMBA DOMAINE	400/5 A	I>3= 600 A HT	300ms	IN2>1= 48 A	300ms
SOBRAGA	400/5 A	I>3= 520 A HT	500ms	IN2>1= 40 A	300ms
OLAM					

POSTE Base SEEG					
Depart HTA	Seuils de réglage des protections en fonction des départs				
	TC	Seuil phase		Seuil homopolaire	
	RAPPORT TC	Maxi I PHASE Code: 50/51	Temporisation (ms)	Maxi I Homopolaire Code 50N/51N	Tempo
LOUIS	400/5 A	I>3= 600 A HT	300ms	IN2>1= 80 A	300ms
BALLAY	400/5 A	I>3= 600 A HT	300ms	IN2>1= 144 A	300ms
NOMBAKELE	400/5 A	I>3= 600 A HT	300ms	IN2>1= 80 A	300ms
BATAVEA	400/5 A	I>3= 600 A HT	300ms	IN2>1= 80 A	300ms
HOPITAL	400/5 A	I>3= 600 A HT	300ms	IN2>1= 96 A	300ms
SIEGE	400/5 A	I>3= 600 A HT	300ms	IN2>1= 80 A	300ms
TR5,5	400/5 A	I>3= 600 A HT	300ms	IN2>1= 20 A	300ms
KOMO	400/5 A	I>3= 600 A HT	300ms	IN2>1= 80 A	300ms
LIAISON 1	400/5 A	I>3= 800 A HT	300ms	IN2>1= 144 A	300ms
LIAISON 2	400/5 A	I>3= 800 A HT	600ms	IN2>1= 144 A	600ms

Annexe 7: Les seuils de réglages du DDA DAX

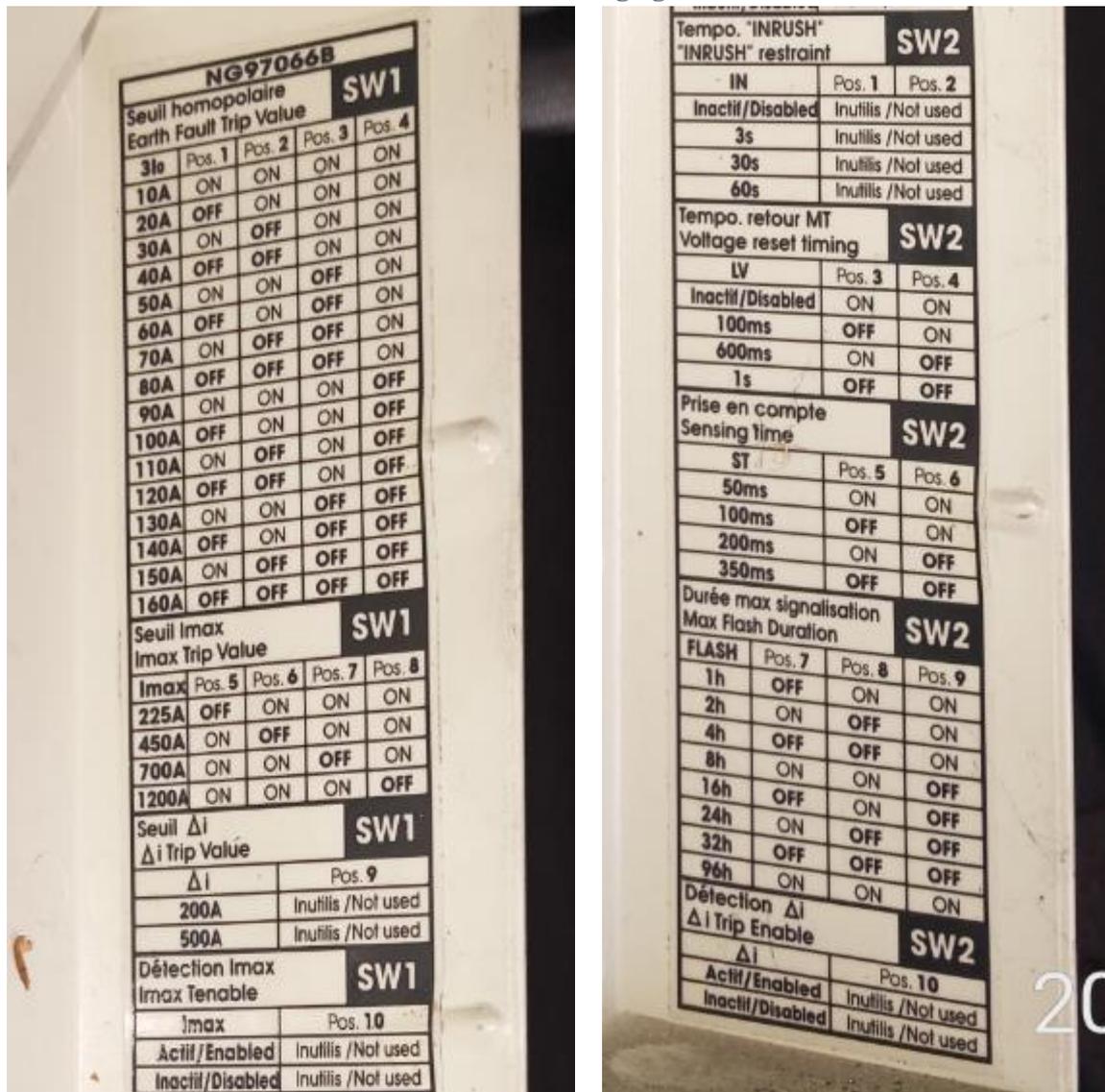
Paramètres de fonctionnement					
Titre	Désignation	Valeurs possibles	Usine	Unité	Informations complémentaires
3lo Seuil 1	Seuil homopolaire 1	5 - 10 - 15 - 20 - 25 - 30 - 40 50 - 60 - 70 - 80 - 100 - 120 140 - 160 - 180 - ***	80	A	Une valeur spéciale représentée par "***" permet de désactiver la détection des défauts homopolaires. 3lo Seuil 1 est le seuil standard.
3lo Seuil 2	Seuil homopolaire 2	5 - 10 - 15 - 20 - 25 - 30 - 40 50 - 60 - 70 - 80 - 100 - 120 140 - 160 - 180 - ***	***	A	Une valeur spéciale représentée par "***" permet de désactiver la détection des défauts homopolaires. 3lo Seuil 2 est disponible en option.
Imax	Seuil phase	225 - 450 - 630 - 700 - ***	450	A	Une valeur spéciale représentée par "***" permet de désactiver la détection des défauts phase.
Prise opte	Durée de prise en compte d'un défaut	60 - 100 - 200 - 300 - 360	300	ms	Durée au-delà de laquelle la surintensité est déclarée comme un défaut, valable pour les défauts homopolaires et les défauts phase.
Retard RL	Retard associé au basculement du contact de téléconduite	0 - 50 - 90 - 140	0	s	Temps d'attente entre l'activation de la signalisation lumineuse et le basculement du contact de téléconduite. Ce retard est destiné à filtrer les défauts fugitifs (éliminés par les cycles de réenclenchement) avant de signaler à la téléconduite.
Rearm Auto	Durée de signalisation	1 - 2 - 4 - 8 - 16 - 24 - 36 - 96	2	h	Durée au-delà de laquelle le détecteur se remet automatiquement en état de veille, après l'apparition de la signalisation lumineuse et en l'absence d'autres conditions.
Rearm Ext	Remise en état de veille par le basculement d'une entrée extérieure	Actif / Inhibé	Inhibé		L'entrée extérieure 1 du détecteur est destinée à recevoir un contact extérieur pour remettre le détecteur en état de veille. Disponible en option.
Rearm Ubt	Remise en état de veille par la présence de la tension auxiliaire	Actif / Inhibé	Actif		Disponible sur le détecteur avec alimentation auxiliaire.
Rearm I	Remise en état de veille par la présence du courant sur le réseau HTA	Actif / Inhibé	Inhibé		
Inrush	Filtrage du courant d'appel	Actif / Inhibé	Inhibé		Le détecteur a la possibilité de filtrer les courants d'appel, afin qu'ils ne soient pas pris comme des défauts. Cette possibilité ne peut pas être activée, si les paramètres "Rearm Ext", "Rearm Ubt" et "Rearm I" sont tous les trois inhibés ou si le paramètre "Prise Cpte" est inférieur à 200 ms.
Voyant	Type des voyants extérieurs installés	Fixe / Pulsé	Fixe		Le détecteur peut être connecté à différents voyants. Par défaut, le type doit être réglé sur "Fixe". Dans certains cas, le type "Pulse" peut être utilisé.
Contraste	Réglage du contraste de l'afficheur	-1 - 0 - +1	0		Le contraste de l'afficheur peut être adapté aux conditions d'utilisation.

Annexe 8: Seuils de réglages du Flair 279

SW1 :	I _{max}	1	2	SW1 : lh (3lo)	3	4	5	6
	225 A	OFF	OFF		5 A	OFF	OFF	OFF
	450 A	ON	OFF		10 A	ON	OFF	OFF
	575 A	OFF	ON		15 A	OFF	ON	OFF
	700 A	ON	ON		20 A	ON	ON	OFF
					25 A	OFF	OFF	ON
					30 A	ON	OFF	ON
					35 A	OFF	ON	ON
					40 A	ON	ON	ON
					50 A	OFF	OFF	OFF
					60 A	ON	OFF	OFF
					70 A	OFF	ON	OFF
					80 A	ON	ON	OFF
					100 A	OFF	OFF	ON
					120 A	ON	OFF	ON
					140 A	OFF	ON	ON
					160 A	ON	ON	ON

Configuration de la RAZ <i>RESET configuration</i>	Temps max. signalisation <i>Max. signalling time</i>	Temps d'acquisition du défaut <i>Fault acknowledgement time</i>
Configuración de la PAC	Tiempo máx. señalización	Tiempo de adquisición del defecto
SW1 :	SW1 :	SW1 :
INACTIVE	2h	50 ms
ACTIVE	4h	100 ms
		200 ms
		350 ms

Annexe 9: Seuils de réglages Flair 219



Annexe 10: Nombre de poste en coupure d'artère

Poste source bellevue		Poste source Owendo		Poste source Angondjé	
Départ HTA	Postes en coupure d'artère	Départ HTA	Postes en coupure d'artère	Départ HTA	Postes en coupure d'artère
AWENDJE	14	MINDOUBE	23	AMISSA	21
BARAKA	28	PORT MINERALIER	23	AVORBAM	6
OLOUMI	37	EUROTRAG	30	NAM	2
INTER	13	BIKELE	14	CAP	16
MELEN	11	CDM	14	LOTISSEMENT	18
BESSIEUX	24	NOMBA DOMAINE	14	CHÂTEAU	2
LIKOUALA	25	SOBRAGA	1		
NKEMBO	16	OLAM	4		
Total	168	Total	123	Total	65
Poste source bellevue		Poste source Base SEEG			
Départ HTA	Postes en coupure d'artère	Départ HTA	Postes en coupure d'artère		
ANGONDJE	11	BALLAY	23		
AVIATION	36	NOMBAKELE	7		
GROS BOUQUET	9	BATAVEA	27		
GUEGUE	31	HOPITAL	35		
SABLIERE	44	SIEGE	20		
STADE AMITIE	6	KOMO	20		
OKALA	9	LOUIS	9		
BEL AIR	3	Total	141		
UNIVERSITE	13				

ONDOGO	19	
TRIOMPHAL	28	
3 QUARTIERS	9	
Total	218	
Total des postes en coupure d'artère		715

ETUDE DE L'AMELIORATION DE LA CONTINUTE DE SERVICE DU RESEAU DE DISTRIBUTION
HTA (20 kV) DE LIBREVILLE

Annexe 11: Facture pile Lithium D



MATERIEL ELECTRIQUE
CLIMATISATION
VENTILATION
B.P. 1988 LIBREVILLE Gabon
Tél : 01.76.22.01 - 01.76.31.90
Fax: 01.76.62.68

Affaire: Pile Lithium		Devis N° : 2020-1013-001
Client :	SEEG	Date : 13 oct 2020
	BP : 2187 LIBREVILLE	Indice : A
	Contact : Diane OLLOMO	Délai: 4 Semaines Avion
	V/réf. Demande (mail) du 12-oct-20	Rédacteur: JC NZIENGUI

Item	Référence Fournisseur	Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire HT	Prix Total HT
1	ER34615EXA	Pile Lithium 3,6V 19AH D	Pce	100	32 800	3 280 000
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Prix net rendu Libreville

Pour une parité 1 euro = 655,957 FCFA

Délai hors fêtes

Validité de l'offre : 2 mois

Total Hors Taxes	3 280 000
TVA 18%	590 400
CSS 1%	32 800
Total TTC	3 903 200



ETUDE DE L'AMELIORATION DE LA CONTINUTE DE SERVICE DU RESEAU DE DISTRIBUTION
HTA (20 kV) DE LIBREVILLE

Annexe 12: Facture de pile Lithium format AA



MATERIEL ELECTRIQUE
CLIMATISATION
VENTILATION
B.P. 1988 LIBREVILLE Gabon
Tél : 01.76.22.01 - 01.76.31.90
Fax: 01.76.62.68

Affaire: Pile SAFT LS4500		Devis N° : 2020-0930-002
Client :	SEEG	Date : 30-sept.-20
	BP : 2187 LIBREVILLE	Indice : A
	Contact : Mme Diane OLLOMO	Délai: 3 Mois
	Viréf.: Demande (mail) du 30-sept.-20	Rédacteur : JC NZIENGUJ

Item	Référence Fournisseur	Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire HT	Prix Total HT
		Pile SAFT LS14500 -3,6V	Pce	100	12 330	1 233 000

Prix net rendu Libreville

Pour une parité 1 euro = 655,957 FCFA

Délai hors fêtes

Validité de l'offre : 2 mois

Total Hors Taxes	1 233 000
TVA 18%	221 940
CSS 1%	12 330
Total TTC	1 467 270



ETUDE DE L'AMELIORATION DE LA CONTINUTE DE SERVICE DU RESEAU DE DISTRIBUTION
HTA (20 kV) DE LIBREVILLE

Annexe 13: Facture Flair 279

Affaire: <i>Detecteur de défaut câble souterrain Flair 279</i>		Devis N°: 2020-0916-001
Client:	SEEG	Date: 17-sept-20
	<i>BP: 2187 LIBREVILLE</i>	Indice: B
	Contact: <i>Diane OLOMO</i>	Délai: 4,5 Mois Bateau
	Viréf.: <i>Demande (mail) du 12-août-20</i>	Rédacteur: JC NZIENGUI

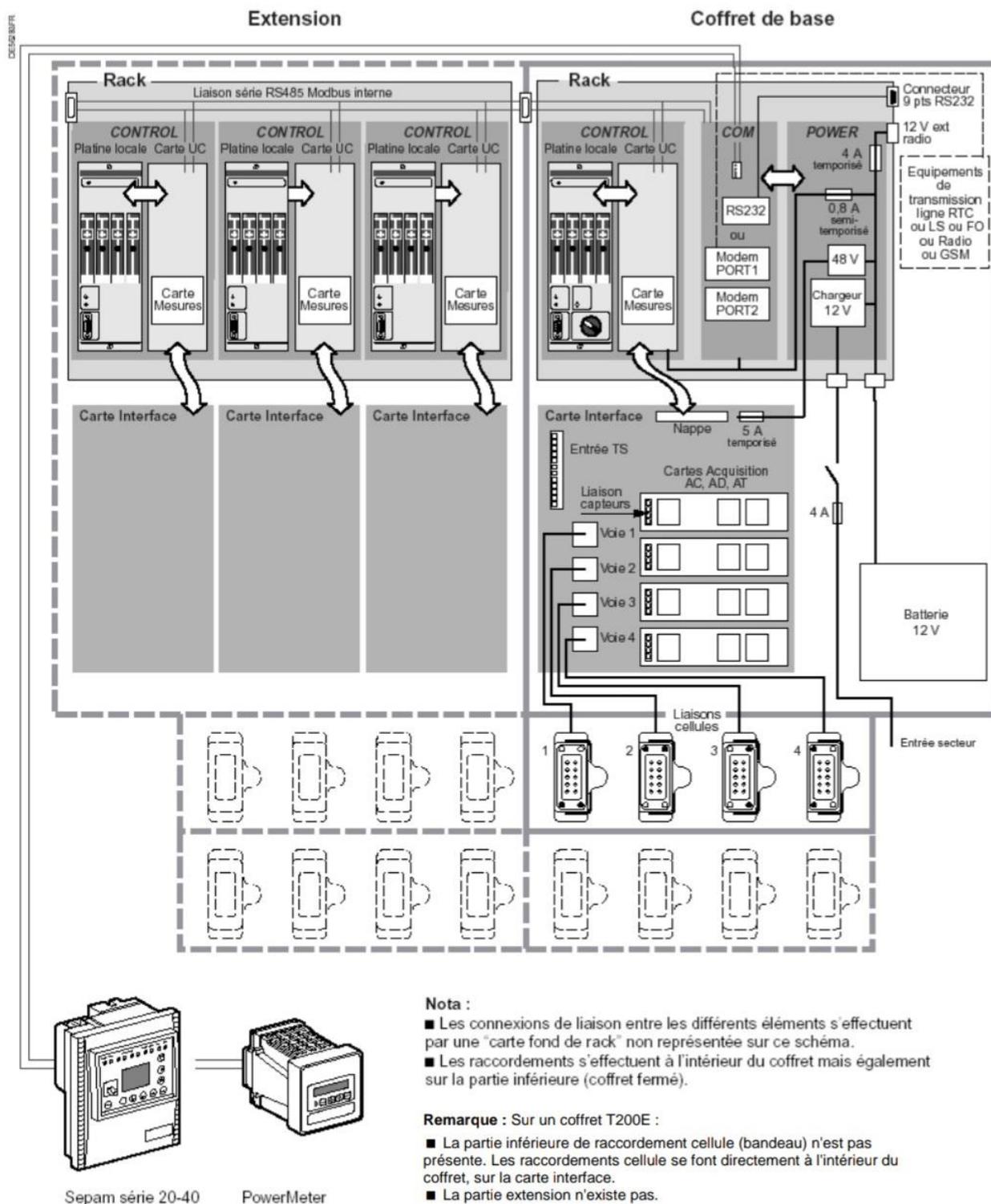
Item	Référence Fournisseur	Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire HT	Prix Total HT
1		Kit Flair 279 composé de :	Pce	100	621 500	62 150 000
1.1	5 9 9 5 6	Flair 279	Pce	1		
1.2	5 9 9 6 3	Jeu de 3 tores MF1 2200/1	Pce	1		
1.3	5 9 9 6 2	Faisceau court pour jeu de 3 tores ES MF1	Pce	1		
1.4	5 9 9 8 8	BVE - D - Voyant Extérieur Rouge / Vert	Pce	1		

Prix net rendu Libreville
Pour une parité 1 euro = 655,957 FCFA
Délai hors fêtes
Validité de l'offre : 2 mois

Total Hors Taxes	62 150 000
TVA 18%	11 187 000
CSS 1%	621 500
Total TTC	73 958 500


 B.P. 1988 LIBREVILLE - GABON
 Tél: 01.76.22.01 / 01.76.31.90

Annexe 14: Schéma de principe du T200 I



ETUDE DE L'AMELIORATION DE LA CONTINUTE DE SERVICE DU RESEAU DE DISTRIBUTION
HTA (20 kV) DE LIBREVILLE

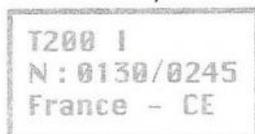
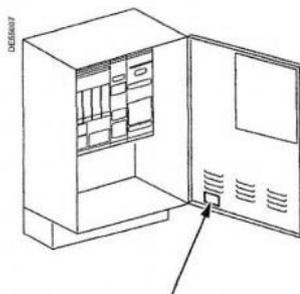
Annexe 15: Caractéristiques électriques du T200 I

Capacité				
	Interrupteur commandable		1 à 16 voies	
	Information par interrupteur		Ordres ouverture / fermeture, Positions ouvert / fermé, "Verrouillé" (sectionneur de terre)	
	Info. complémentaires		6 entrées digitales par module de contrôle	
Alimentation				
U alternatif	Caractéristiques		230Vac (±10%), 50Hz, 80 VA	
Alimentation	Isolement		par transformateur	
	Télécommunication		12V (1A permanent)	
Batterie	Motorisation		24V ou 48V (suivant modèle)	
	Type		Plomb étanche	
	Capacité		Modèle 48V : 12V-14Ah et 48V-7Ah Modèle 24V : 12V-14Ah et 24V-7Ah	
	Autonomie	de -15°C à +55°C	16h + 10 cycles O/F	
	Surveillance		Décharge profonde, tests périodiques	
Caractéristiques				
Diélectrique	Entrée U alternatif	CEI 255-4	Isolement (50Hz / 1mn) : 10kV Onde de choc (1.2 / 50µs) : 20 kV	
	Entrée tore	CEI 255-4	Isolement (50Hz / 1mn) : 2kV Onde de choc (1.2 / 50) : 5kV	
Electromagnétique	Transitoires rapides	CEI 1000-4-4	Niveau 4 : 4kV (secteur et capteurs), 2kV (autres circuits)	
	Décharges électrostatiques	CEI 1000-4-2	Niveau 3 ; 6kV au contact 8kV à l'air	
	Champs électromagnétique rayonné	CEI 1000-4-3	80MHz - 1GHz - 10V/m	
	Fréquence radio en MC	CEI 1000-4-6	0,15MHz à 80MHz - 10Veff	
	Ondes oscillatoires amorties	CEI 1000-4-12	2,5kV mode commun, 1kV mode différentiel	
	Champ magnétique impulsif	CEI 1000-4-9	1000 A/m crête	
Climatique	Ondes de choc	CEI 1000-4-5	Couplage entre fils de ligne 1kV, entre fil et masse 2kV	
	Champs magnétique 50Hz	CEI 1000-4-8	30A/m permanent et 300 A/m 1 à 3s	
	Température		-15°C à +55°C	
	Humidité relative	CEI 68-2-3	inférieure à 95% à 40°C	
Mécanique	Brouillard salin	CEI 68-2-11	168h	
	Température de stockage	CEI 68-2-14	-40°C à +70°C	
	Vibrations	CEI 68-2-6	10 à 500Hz ; 1g ou 0,075mn crête à crête	
	Dimensions	H x L x P	650mm x 310mm x 340mm	
	Poids		42kg /57kg avec extension	
	Protection	CEI 60529	IP3x	
Options				
Détecteur de défauts interne	Capacité		4 par module de contrôle	
	Type		Ampèremétrique à temps constant	
	Seuil défaut entre phases		Configurable de 100 à 750A	
	Seuil défaut homopolaire		Configurable de 20 à 160 A ou de 2 à 25 A	
	Durée du défaut		50 à 500 ms	
Détecteur de défauts externe	Mesure du courant phase		restituée localement et retransmise	
	Capacité		4 par module de contrôle	
Raccordement cellules	Type de raccordement		Connecteurs détrompés	
	Longueur de câble		3m, 6m, 10m, 15m	
Communication				
	protocoles	Liaison	connexion caractéristiques	
T200-IEC	IEC 870-5-101	Liaison permanente et non permanente	radio ligne directe	
T200-DNP	DNP3.0	liaison permanente et non permanente	radio ligne directe	
T200-MOD1	MODBUS 1	Liaison série permanente	RS 232 / RS485 configurable par jumpers	
T200-MOD2	MODBUS 2	Liaison série permanente et non permanente	Modem, radio ou RTC	gestion de rappels sur alarmes
T200-WSP	WISP+	Liaison série permanente et non permanente	RTC, PAKNET Lignes directes, radio	gestion de rappels sur alarmes
T200-HNZ/R	HNZ	Liaison série non permanente Modem inclus dans l'interface	T200 HNZT : PSTN T200-HNZR : radio	300/600 bauds (V 23) 200bds (R 38) ou 600 bds
T200-RTA1	Autres protocoles	non disponibles au catalogue ; sur demande		

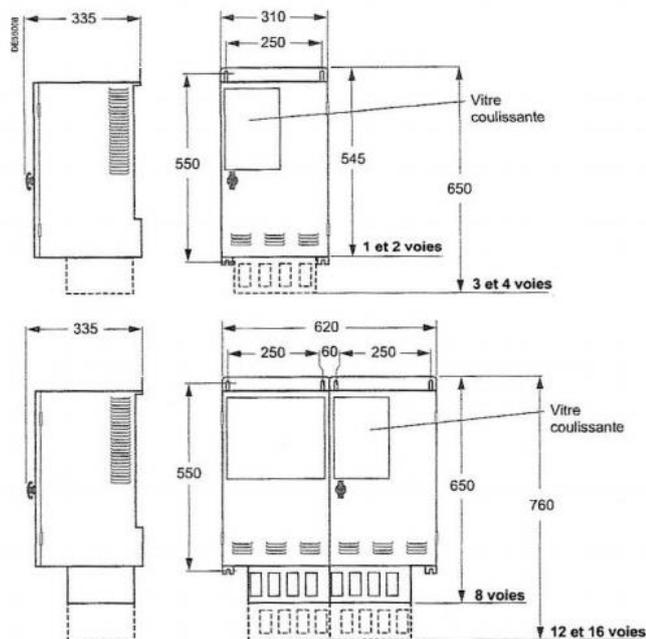
Schneider Electric

Annexe 16: Caractéristiques mécaniques du T200 I

Identification



Dimensions



Masses

Coffret 1 et 2 voies : 37 kg
Coffret 3 et 4 voies : 40 kg
Coffret 8 voies : 60 kg
Coffret 12 voies : 65 kg
Coffret 16 voies : 70 kg

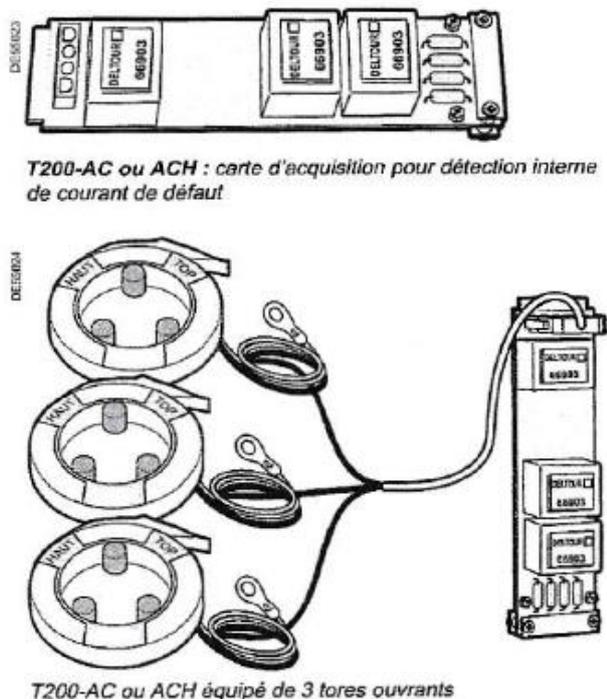
Ouverture du coffret

Les portes sont à ouverture latérale à droite. Tourner d'un quart de tour le bouton-verrou situé sur la gauche de la porte et ouvrir la porte. Dans le bouton-verrou, un trou permet de verrouiller totalement l'ouverture du coffret à l'aide d'un cadenas avec anse 8 mm. La vitre sur la porte du coffret permet de visualiser les informations sur la platine locale. Cette vitre peut coulisser, lorsque le bouton-verrou est à l'horizontal, afin d'accéder aux diverses actions possibles sur la platine locale.

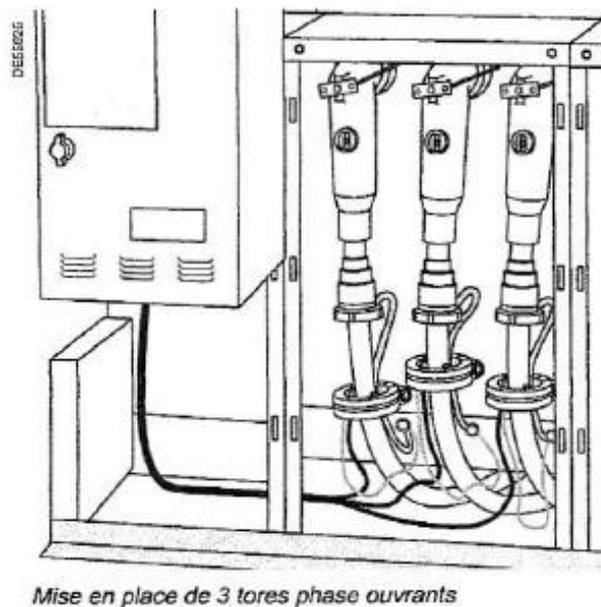
Fixation du coffret

Fixation murale par 4 vis de diamètre maximum 10 mm (8 mm conseillé) : 2 vis sur le dessus du coffret et 2 vis dans le bas.
Les entraxes ne sont pas réglables. Un gabarit de perçage fourni avec le coffret permet de définir l'emplacement des perçages à effectuer pour la fixation du coffret. Avec le coffret d'extension, la fixation est faite par 6 vis, 4 vis supérieures et 2 inférieures.
Veiller à ne pas masquer les ouïes d'aération afin de permettre une bonne circulation d'air (ouïes latérales sur les flancs gauche et droit et sur le fond).

Annexe 18: Equipement pour fonction DDA T200 I



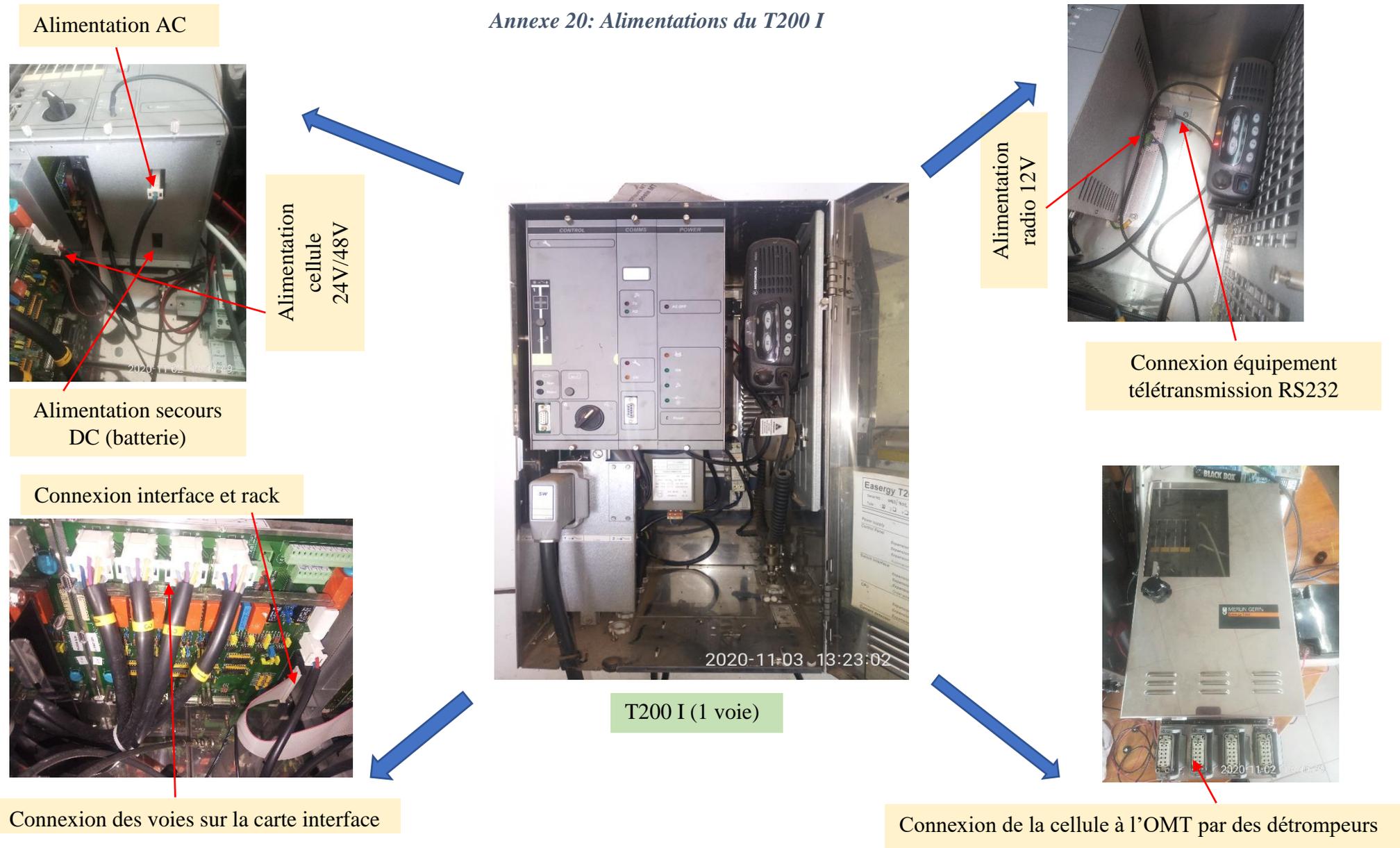
Annexe 17: Montage des tores pour T200 I



Annexe 19: Paramétrage du détecteur de défauts interne T200 I

Détecteur de défauts				
	SW1	SW2	SW3	SW4
DETECTEUR DE DEFAUTS				
Calibre Phase	: 500 A	500 A	500 A	500 A
Calibre Terre	: 20 A	20 A	20 A	20 A
Temps mini. du défaut	: 200ms	200ms	200ms	200ms
RAZ DEFAUT AUTOMATIQUE				
Par U alternatif	: oui	oui	oui	oui
Après temporisation	: 2h	2h	2h	2h
ECHAP=Retour				

Annexe 20: Alimentations du T200 I



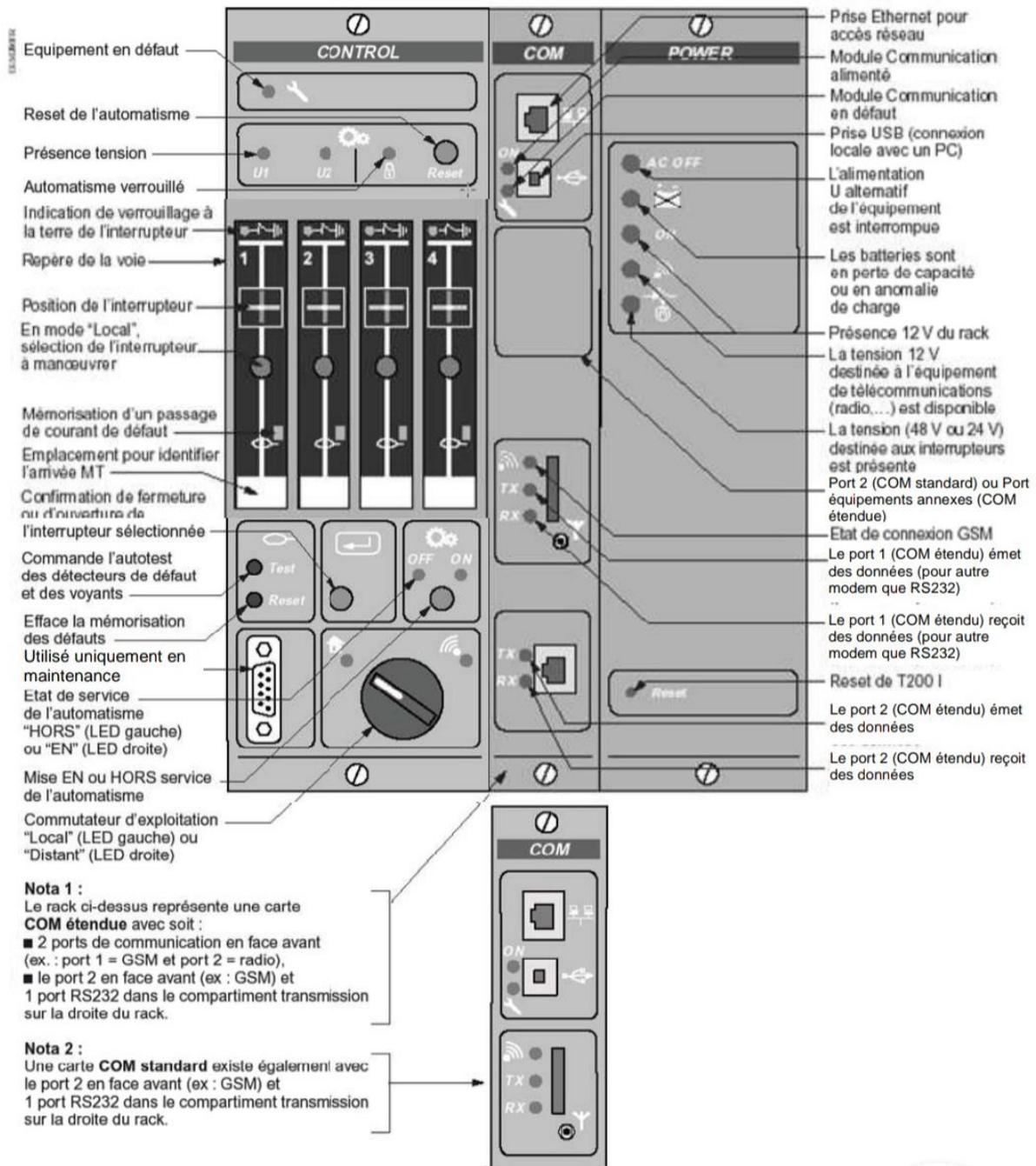
Annexe 21: Caractéristiques des DDA de l'OMT T200 I

Caractéristiques	Câbles			Précision
	Unipolaires isolés	Tripolaires	Unipolaires isolés	
type de détection	3 tores phase ouvrants ou 3 tores fermés	1 tore homopolaire ouvrant	2 tores phases et 1 tore homopolaire	précision
mesure de tension	phase - phase homopolaire standard	homopolaire	Phase - phase	
seuil détecteur de défaut	oui	non	oui	3%
phase :	100 à 750 A	pas de DD phase	100 à 750 A	3%
terre :	20 à 160 A	20 à 160 A ou 2-25 A	2 à 25 A	5% de 80 à 160 A 10% de 25 à 80 15% de 2 à 25 A
règlage (voie par voie)				
phase :	100 à 750 A, pas de 50 A	20 à 160 A, pas de 5 A	100 à 750 A, pas de 50 A	
terre :	20 à 160 A, pas de 5 A	ou 2 à 25 A, pas de 1 A	2 à 25 A, pas de 1 A	
temps de prise en compte configurable voie par voie		de 50 à 500 ms, pas de 25 ms		20 ms pour l = 1, 2 x s
seuil de dégagement		95% du seuil de déclenchement		3%
tenue aux valeurs limites	10 kA - 1 s	10 kA - 1 s	10 kA - 1 s	
Temps d'inhibition de RESET après prise en compte du défaut		3 s		10%

Annexe 22: Protocoles du T200 I

Communication	Protocole	Liaison	Connexion
T200-IEC	IEC 870-5-101	Liaison permanente et non permanente	Radio Ligne directe
T200-DNP	DNP3.0	Liaison permanente et non permanente	Radio Ligne directe
T200-MOD1	MODBUS1	Liaison série permanente	RS 232/RS485 configurable par jumpers
T200-MOD2	MODBUS2	Liaison série permanente et non permanente	Modem, radio ou RTC
T200-WSP	WISP+	Liaison série permanente et non permanente	RTC, PAKNET lignes directes, radio
T200-HNZ/R	HNZ	Liaison série non permanente et modem inclus dans l'interface	T200 HNZT: PSTN T200-HNZR: radio
T200-RTA1	Autre protocole	non disponible au catalogue: sur demande	

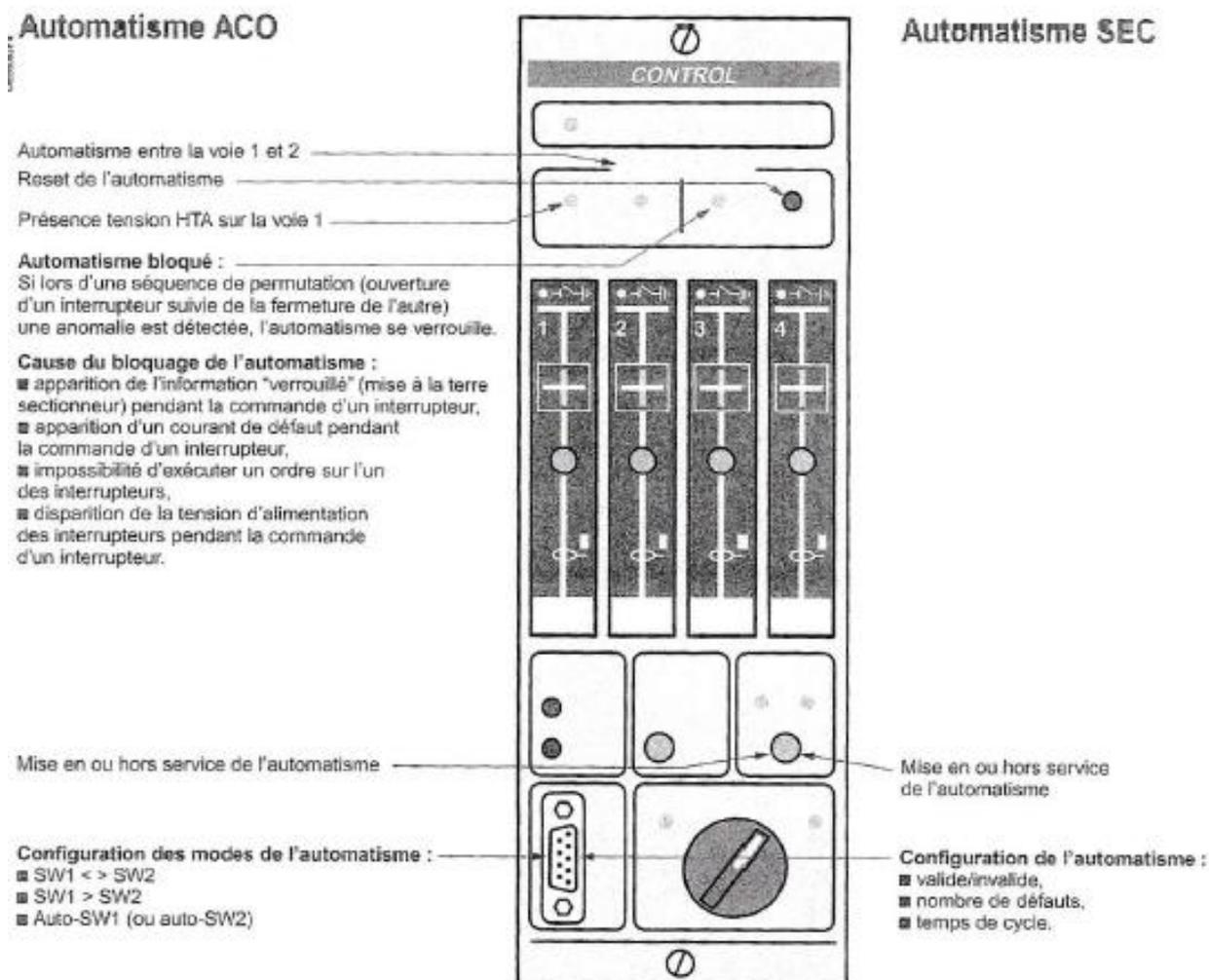
Annexe 23: Description de la signalisation et des commandes locale du T200 I



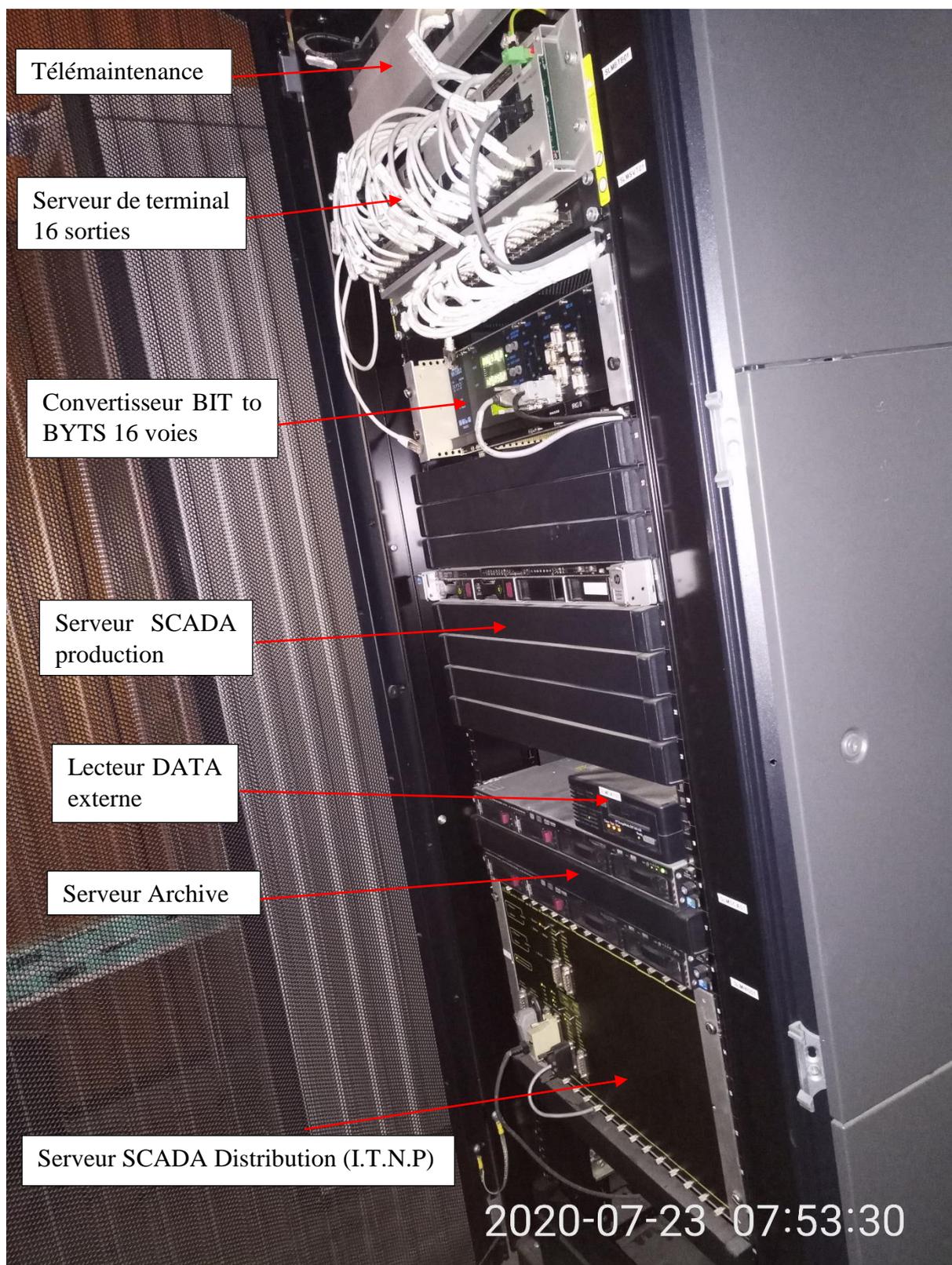
Annexe 24: Module Contrôle avec automatismes

Module Contrôle avec automatismes

Pour le fonctionnement, voir page précédente.



Annexe 25: SCADA de Libreville



Annexe 26:Diagnostic 1 à l'aide des voyants

Symptôme	Cause possible	Solution
<p>La led "Défaut équipement" sur le module de contrôle est éclairée.</p>  <p>(il est conseillé de disposer d'un micro-ordinateur connecté au module de contrôle) pour déterminer l'origine du défaut : Menu "Etats Equipement")</p>	T200 I équipé du module Serial line : plus de communication avec le superviseur de téléconduite.	Se reporter à la documentation spécifique.
	T200 I équipé d'un module de communication autre que "Serial line" : plus de dialogue entre le module de contrôle et le module de communication.	Remplacer le module de contrôle ou/et le module de communication.
	Module Mesures en défaut.	Voir dans la partie "Diagnostic à l'aide des événements horodatés" : "Défaut module détecteur de défauts".
	La tension de sortie du chargeur batteries est trop élevée ou trop basse.	Voir dans la partie "Diagnostic à l'aide des événements horodatés" : "Anomalie chargeur".
	Absence de l'alimentation des commandes électriques.	Voir ci-après "Led Présence 48 V éteinte".
	Les batteries sont en perte de capacité ou en anomalie de charge.	Voir ci-après "Led Anomalie batterie éclairée".
<p>La led "Manque U Alternatif" de la face avant du Alimentation est éclairée.</p> <p>AC OFF</p>	Fusible U alternatif HS.	Remplacer le fusible situé dans le bandeau inférieur du coffret. Fusible HPC, calibre 2A type gF de dimension 10x38mm.
	Le connecteur de sortie du transformateur est déconnecté.	Mettre en place le connecteur.
	Le coffret n'est pas alimenté.	Relier U alternatif.
	Absence momentanée de U alternatif.	Attendre le retour de la tension U alternatif (le coffret fonctionne sur batteries).
<p>La led "Anomalie batteries" de la face avant du module Alimentation est éclairée.</p> 	Les batteries sont en perte de capacité ou en anomalie de charge.	Vérifier que U alternatif est présent et que le chargeur fournit bien les tensions 12 V et 24 ou 48 V (Suivant modèle). Pour cela, déconnecter les batteries et mesurer la tension sur les connecteurs. → Réinitialiser le module Alimentation pour provoquer un test des batteries; si après 5 jours de charge le problème se reproduit, remplacer les batteries.
	<p>La led "Présence 12V Rack" de la face avant du module Alimentation est éteinte</p> <p>ON</p>	Fusible HS.
Si la led Manque U Alternatif est allumée, l'alimentation du coffret a été coupée de façon automatique suite à un manque U alternatif.		Vérifier la cause du manque U alternatif.
Alimentation du coffret interrompue de façon automatique suite à une baisse de la tension 12 V.		Vérifier le chargeur et les batteries. Procéder si nécessaire au changement du module Alimentation et/ou des batteries.
	Panne du module Alimentation.	Remplacer le module Alimentation.

Annexe 27:Diagnostic 2 à l'aide des voyants

Symptôme	Cause possible	Solution
La led "Présence 12V Radio" de la face avant du module Alimentation est éteinte 	Fusible HS.	Procéder au remplacement du fusible situé sur le flanc droit du rack. Fusible 5x20mm, 4A temporisé.
	Consommation sur la sortie > 1,3A ± 0,3 pendant 3mn.	Vérifier l'interface de transmission et réalimenter celle-ci en actionnant la touche Reset Alimentation située sur le module Alimentation.
	Si la led Manque U Alternatif est allumée, l'alimentation du coffret a été coupée de façon automatique suite à un manque U alternatif prolongé.	Vérifier la cause du manque U alternatif. Si U alternatif reste absent, possibilité de relancer un nouveau cycle d'alimentation de l'équipement à l'aide du bouton poussoir "Reset" situé sur le module Alimentation.
	Alimentation du coffret interrompue de façon automatique suite à une baisse de la tension 12 V.	Vérifier le chargeur et les batteries. Procéder si nécessaire au changement du module Alimentation et/ou des batteries.
La led "Présence 48V" de la face avant du module Alimentation est éteinte 	Panne du module Alimentation.	Remplacer le module Alimentation.
	Fusible HS.	Remplacer le fusible situé sur le module interface dans la partie inférieure gauche du coffret. Fusible 5x20mm, calibre 5A temporisé.
	Cordon de liaison 2 points fond de panier / module interface déconnecté.	Brancher le cordon sur le fond de panier et sur le module interface.
	Connecteur nappe déconnecté.	Brancher le connecteur nappe sur le fond de panier et sur la carte interface.
	Si la led Manque U Alternatif est allumée, l'alimentation du coffret a été coupée de façon automatique suite à un manque U alternatif prolongé.	Vérifier la cause du manque U alternatif. Si U alternatif reste absent, possibilité de relancer un nouveau cycle d'alimentation de l'équipement à l'aide du bouton poussoir "Reset" situé sur le module Alimentation.
	Alimentation du coffret interrompue de façon automatique suite à une baisse de la tension 12 V.	Vérifier le chargeur et les batteries. Procéder si nécessaire au changement du module Alimentation et/ou des batteries.
	Panne du module Interface.	Remplacer le module Interface.
	Panne du module Alimentation.	Remplacer le module Alimentation.
Tous les voyants du module de contrôle sont éteints	Panne du module CPU.	Remplacer le module CPU.
	L'équipement n'est pas sous tension.	Mettre l'équipement sous tension.
	Fusible alimentation HS	Procéder au changement du fusible situé sur le module Alimentation. Fusible 5x20mm, 0,8A semi temporisé.
	Panne du module de contrôle	Remplacer le module de contrôle
	Le programme de la carte ne tourne plus.	Faire une Reset à l'aide du bouton-poussoir "Reset" situé sur le module Alimentation.

Annexe 28: Quelques gammes de cellules installées dans les postes HTA/BT de Libreville



Figure 85: Cellules Ormazabal



Figure 86: Cellules Fluokit motorisées



Figure 87: Cellules VM6



Figure 88: Cellules SM6 motorisées

Annexe 29: Caractéristiques cellule SM6-24kV

Fiche technique du produit **SM61SWKAI3B4007** Caractéristiques SM6-24 IMT SRCH - Cellule interrupteur téléconduite HTA

Statut commercial : Commercialisé



Principales

Gamme de produits	SM6
Type de technologie	Cellule isolée dans l'air
Nom de l'appareil	IMT
Fonction produit	Interrupteur
Internal arc protection	12,5 kA 0,7 s
Fréquence du réseau	50 Hz
Service voltage (Us)	15...20 kV
[Icw] courant assigné de courte durée admissible	125 kV peak
Tension d'essai diélectrique	24 kV
[In] courant nominal	400 A
[Icw] courant assigné de courte durée admissible	12,5 kA 1 s
[Uimp] tension assignée de tenue aux chocs	50 kV 50 Hz for 1 min
Normes	NF C 13-100

Complémentaires

Cable connection	1 240 mm ² enroulement simple par phase
Entrée de câble	Inférieur
Courant jeu de barres	400 A
Type d'unité de commande	CIT motor mechanism
Control circuit voltage (Uc)	48 V
Nombre de contacts	4
Description des contacts	2 NO + 2 NC SW
Masse du produit	130 kg
Hauteur	1600 mm
Largeur	375 mm
Profondeur	940 mm

15 nov. 2020

Life is On | Schneider
ELECTRIC

1

Cause de non responsabilité : Cette documentation n'est pas destinée à remplacer ni ne peut servir à déterminer l'adéquation ou la fiabilité de ces produits dans le cadre d'une application spécifique.

Annexe 30: Bilan des OMT du RIC de Libreville

Poste Source	Départ HTA	OMT EXISTANT RIC LIBREVILLE							Observations
		N° d'ordre	N° Poste	cellules	Fonction	Automatisme	Nb. DDA	Nb. Voie	
SOUS-STATION D'ANGONDJE	Cap	RAS							Cellules motorisées absentes dans les postes
	Lotissement	1	1109	3I+P	point triple	NON	0	1	
	Amissa	1	1106	3I+P	Point triple	NON	0	1	
	Avorbam	1	21	3I+P	bouclage	NON	0	1	
		2	860	3I+P	point triple	NON	0	2	
	Château NAM	RAS							
	Total	4							
SOUS-STATION D'AMBOWE	Angondje	RAS							Manque d'expertise pour le raccordement OMT-Cellule
	Okala	1	875	3I+P	bouclage	NON	0	1	
	Stade de l'amitié	1	901	4I+P	point quadruple	NON	0	4	
		2	14	3I+P	bouclage	NON	0	1	
	Aviation	1	813	3I+P	bouclage	NON	0	1	
	Sablière	1	160	3I+P	point triple	NON	0	1	
		4	919	3I+P	point triple	NON	0	1	
	Guégué	2	510	3I+P	point triple	NON	0	1	
	Jeanne Ebori	1	46	3I+P	couplage	NON	0	1	
	El Rapha	1	10	3I+P	bouclage	NON	0	2	
	Gros bouquet	RAS							
	Université	1	195	3I+P	bouclage	NON	0	1	
		2	253	2I+P	bouclage	NON	0	1	
	Triomphal	1	247	3I+P	point triple	NON	0	1	
	Bel air	2	447	3I+P	bouclage	NON	0	1	
		3	824	3I+P	bouclage	NON	0	1	
	Ondogho	RAS							
Total	14								

ETUDE DE L'AMELIORATION DE LA CONTINUTE DE SERVICE DU RESEAU DE DISTRIBUTION HTA (20 kV) DE LIBREVILLE

SOUS-STATION DE BEULLEVUE	Inter	1	588	2I+P	point double	NON	0	1	Opérationnel
	Nkembo	1	699	2I+P	point double	NON	0	1	Opérationnel
	Bessieux	1	82	3I+P	bouclage	NON	0	1	Opérationnel
	Cité 1	RAS							
	Melen	1	866	2I+P	bouclage	NON	0	1	Absence cellules motorisées
		2	658	2I+P	point double	NON	0	1	Absence antenne, cellule motorisées
		3	63	2I+P	point double	NON	0	1	Manque d'expertise sur l'origine de la panne
	Awendje	1	67	3I+P	Point triple	NON	0	1	Opérationnel
	Oloumi	1	285	3I+P	bouclage	NON	0	1	Absence cellules motorisées
		2	630	3I+P	bouclage	NON	0	1	Opérationnel (1 voie sur 2)
		3	880	3I+P	point triple	NON	0	1	Problème de communication
		4	241	2I+P	point double	NON	0	1	Puc sans cellules motorisées. OMT au laboratoire
	Baraka	1	333	3I+P	Point triple	NON	0	1	Absence cellules motorisées
	Likouala	1	214	3I+P	bouclage	NON	0	1	
		2	32	2I+P	bouclage	NON	0	1	
		3	519	3I+P	point triple	NON	0	2	
		4	324	3I+P	point triple	NON	0	1	
5	918	3I+P	bouclage	NON	0	1	Opérationnel		
Akébé	RAS								
Total	17								
CENTRE	Komo	1	141	3I+P	bouclage	NON	0	1	Absence batterie, carte contrôle, interface, câble antenne coupé
		2	661	2I+P	point double	NON	0	1	Problème de communication
	Total	2							
POSTE BASE-SEEG	Batavés	1	398	3I+P	bouclage	NON	0	2	Manque d'expertise pour le raccordement OMT-Cellule
		2	5	3I+P	point triple	NON	0	1	
	Nombakélé	1	225	3I+P	bouclage	NON	0	1	Absence cellules motorisées
	Ballay	1	348	3I+P	point triple	NON	0	1	
		2	608	3I+P	bouclage	NON	0	1	
		3	2	3I+P	bouclage	NON	0	1	Opérationnel
	Siège	1	569	3I+P	Point triple	NON	0	1	Opérationnel
		2	207	3I+P	Point triple	NON	0	1	Absence cellules motorisées
	Hôpital	1	521	3I+P	point triple	NON	0	1	
		2	534	3I+P	Point triple	NON	0	1	
Total	10								

ETUDE DE L'AMELIORATION DE LA CONTINUTE DE SERVICE DU RESEAU DE DISTRIBUTION HTA (20 kV) DE LIBREVILLE

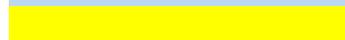
SOUS-STATION D'OWENDO	Bikélé	1	314	3H+P	Point triple	NON	0	1	Absence cellules motorisées
		2	217	3H+P	point triple	NON	0	1	OMT brûlé et cellules non motorisées
	Mindoubé	RAS							
	CDM	3	831	2I+P	point triple	NON	0	1	Absence cellules motorisées
	Nomba	1	756	2I+P	point double	NON	0	1	Absence cellules motorisées
		2	982	4I+P	point quadruple	NON	0	1	
	Port minéralier	1	236	3I+P	bouclage	NON	0	2	Manque d'expertise pour le raccordement OMT-cellules
		2	988	3I+P	point triple	NON	0	1	Absence de BT
		3	1274	3I+P	bouclage	NON	0	1	Absence cellule motorisées
		4	803	3I+P	point triple	NON	0	1	
		5	802	2I+P	bouclage	NON	0	1	Absence cellule motorisées, batterie, carte contrôle
	SOBRAGA	RAS							
	Olam	RAS							
	Eurotrag	1	883	2I+P	point double	NON	0	1	Absence cellules motorisées
	Total	11							
BILAN OMT							58		
BILAN OMT avec poste de repartition 996_1 et 2							60		

Légende

Ancien Projet



Nouveau Projet



DDA: détecteur de défaut ampèremétrique

NB: Un dysfonctionnement des batteries d'OMT non actif est possible à cause de la durée de non fonctionnement de l'appareil

Annexe 31: Amélioration OMT existant

Poste Source	Départ HTA	OMT EXISTANT RIC LIBREVILLE (Amélioration)									
		N° d'ordre	N° Poste	cellules	Fonction	Nb. DDA	Nb. Voie	ACHAT CELLULES			
SOUS-STATION D'ANGONDJE	Cap	RAS						IMT	IM	P	
	Lotissement	1	1109	3I+P	point triple	2	3	3	0	1	
	Amissa	1	1106	3I+P	Point triple	1 (coté P1271)	2 (coté P1271 et P119)	2	1	1	
	Avorbam	1	21	3I+P	bouclage	2 (coté P1309, 1272)		3	3	0	1
		2	860	3I+P	point triple	2 (coté P1294, 1395)		3	3	0	1
	Château	RAS									
	NAM	RAS									
	Total	4									

ETUDE DE L'AMELIORATION DE LA CONTINUTE DE SERVICE DU RESEAU DE DISTRIBUTION HTA (20 kV) DE LIBREVILLE

SOUS-STATION D'AMBOWE	Angondje	RAS									
	Okala	1	875	3I+P	bouclage	1 (coté P793)	1 (coté P793)	1	2	1	
	Stade de l'amitié	1	901	4I+P	point quadruple	3 (coté P14 et coté P1135, poste source)	3 (coté P14 et coté P1135, poste source)				
		2	14	3I+P	bouclage	1 (coté 1449, 1040)	3	3	0	1	
	Aviation	1	813	3I+P	bouclage	2 (coté P1590, 1408)	3	3	0	1	
	Sablière	1	160	3I+P	point triple	2 (coté P26 et P864)	3	3	0	1	
		4	919	3I+P	point triple	2 (coté P275 et P629)	3	3	0	1	
	Guégué	2	510	3I+P	point triple	2 (coté P486 et P804)	3	3	0	1	
	Jeanne Ebori	1	46	3I+P	couplage	1 (coté P80, 1191)	3	3	0	1	
	El Rapha	1	10	3I+P	bouclage	2 (coté P171 et P987)	2	2	1	1	
	Gros bouquet	RAS									
	Université	1	195	3I+P	bouclage	2 (coté P1293, 206)	2 (coté P1293, 206)	2	1	1	
		2	253	2I+P	bouclage	1 (coté P388)	1 (coté P388)	1	1	1	
	Triumphal	1	247	3I+P	point triple	1 (coté P808)	3	3	0	1	
	Bel air	2	447	3I+P	bouclage	2 (coté 1419, 73)	3	3	0	1	
		3	824	3I+P	bouclage	2 (coté P943, 670)	3	3	0	1	
	Ondogho	RAS									
	Total	14									

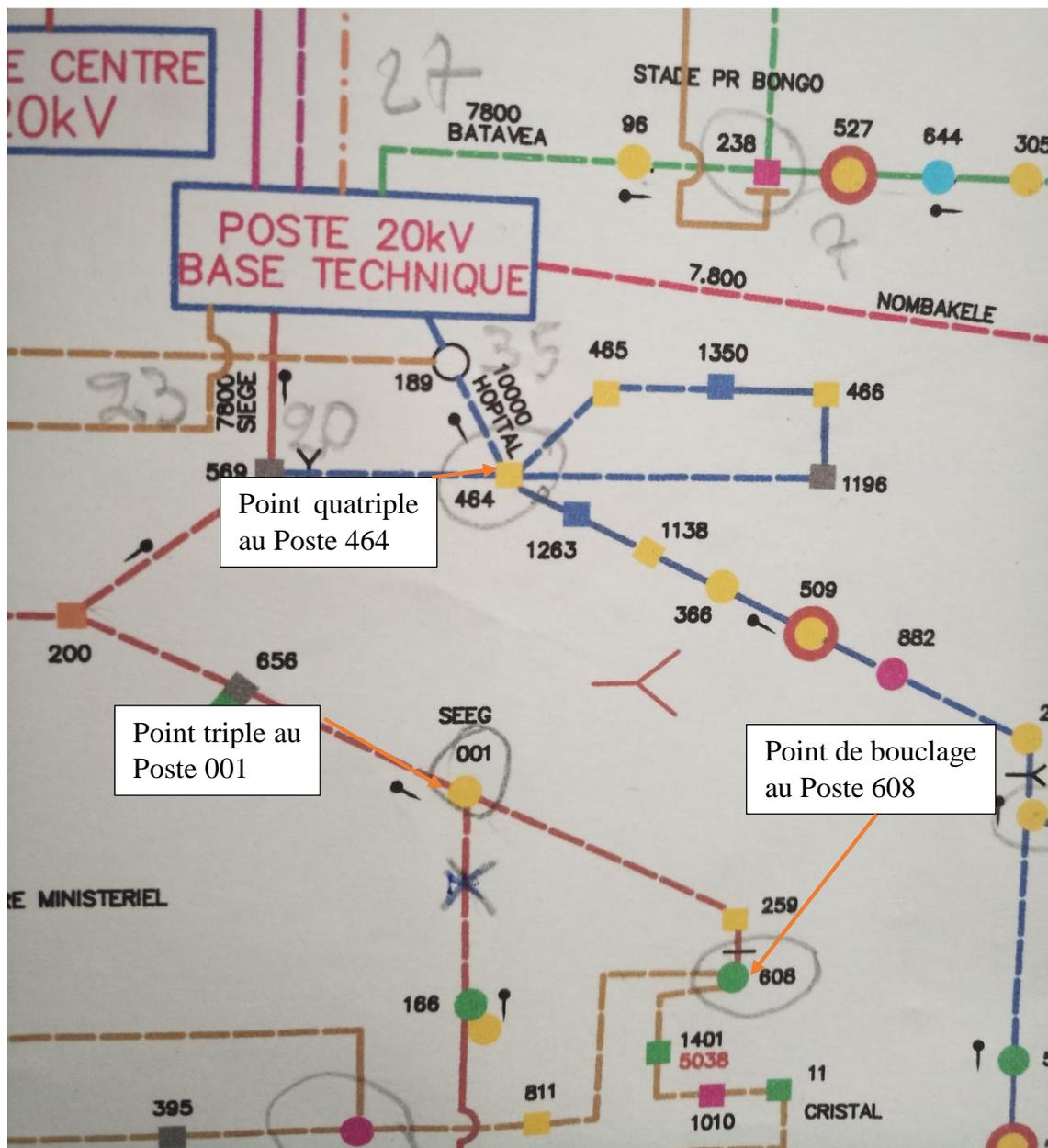
ETUDE DE L'AMELIORATION DE LA CONTINUTE DE SERVICE DU RESEAU DE DISTRIBUTION HTA (20 kV) DE LIBREVILLE

CENTRI	Komo	1	141	3I+P	bouclage	2 (coté P1147, 454)	3	3	0	1
		2	661	2I+P	point double	1 (coté P721)	2	2	0	1
	Total	2								
POSTE BASE-SEEG	Batavéa	1	398	3I+P	bouclage	2 (coté P196, 109)	3	3	0	1
		2	5	3I+P	point triple	2 (coté P398, 1007)	3	3	0	1
	Nombakélé	1	225	3I+P	bouclage	2 (coté P1056, 418)	3	3	0	1
	Ballay	1	348	3I+P	point triple	2 (coté P811, 395)	3	3	0	1
		2	608	3I+P	bouclage	2 (coté P259, 1401)	3	3	0	1
		3	2	3I+P	bouclage	2 (coté P436, 41)	3	3	0	1
	Siège	1	569	3I+P	Point triple	2 (coté P200, 464)	3	3	0	1
		2	207	3I+P	Point triple	2 (coté P977, P420)	3	3	0	1
	Hôpital	1	521	3I+P	point triple	1 (coté P773)	2 (coté P200, 965)	2	1	1
		2	534	3I+P	Point triple	2 (coté P437, 592)	3	3	0	1
	Total	10								

ETUDE DE L'AMELIORATION DE LA CONTINUTE DE SERVICE DU RESEAU DE DISTRIBUTION HTA (20 kV) DE LIBREVILLE

SOUS-STATION D'OWENDO	Bikélé	1	314	3I+P	Point triple	2 (coté P1457, 1183)	3	3	0	1
		2	217	3I+P	point triple	2 (coté P1183, 711)	3	3	0	1
	Mindoubé	RAS								
	CDM	3	831	2I+P	point triple	1 (coté P584)	1 (coté P584)	1	1	1
	Nomba	1	756	2I+P	point double	1 (coté P621)	2	2	0	1
		2	982	4I+P	point quadripl	3 (coté P1049, 980, 836)	4	4	0	1
	Port minéralier	1	236	3I+P	bouclage	2 (coté P1456, 1482)	3	3	0	1
		2	988	3I+P	point triple	2 (coté P989, 731)	3	3	0	1
		3	1274	3I+P	bouclage	1 (coté foyer du marin)	1 (coté foyer du marin)	1	2	1
		4	803	3I+P	point triple	2(côtés 1123 et 1165)	2(côtés 1123 et 1165)	2	1	1
		5	802	2I+P	bouclage	1 (coté P184)	1 (coté P184)	1	1	1
	SOBRAGA	RAS								
	Olam	RAS								
	Eurotrag	1	883	2I+P	point double	1 (coté P1128)	1 (coté P1128)	1	1	1
	Total	11						143	17	56
BILAN OMT						57				
BILAN OMT avec poste de repartition 996_1 et 2						59				

Annexe 32: Principe d'emplacement d'OMT dans les postes de distribution HTA



Annexe 33: Projection des OMT

Poste Source	Départ HTA	Projection OMT DU RIC DE LIBREVILLE						Achat cellules		
		N° d'ordre	N° Poste	cellules	Fonction	Nb. DDA	Nb. Voie	IMT	IM	P
SOUS-STATION D'ANGONDJE	Cap	1	1042	3I+P	point triple	2 (coté transfo et coté P1475)	2 (coté transfo et coté P1475)	2	1	1
		2	1045	3I+P	bouclage	2 (coté P1438, 1470)	3	3	0	1
	Lotissement	1	1150	3I+P	bouclage	2 (coté P1092, 1151)	3	3	0	1
		2	1109	3I+P	point triple	2	3	3	0	1
		3	1261	2I+p	bouclage	1 (coté P1106)	1 (coté P1106)	1	1	1
	Amissa	1	1175	3I+P	point triple	2	1 (coté P1092)	1	2	1
		2	1151	3I+P	point triple	1 (coté P1149)	2 (coté P1137 et P1149)	2	1	1
		3	1106	3I+P	Point triple	1 (coté P1271)	2 (coté P1271 et P119)	2	1	1
		4	1047	2I+P	bouclage	1 (coté poste repartition)	1 (coté poste repartition)	1	1	1
	Avorbam	1	1044	3I+P	point triple	2 (coté P1294 et P1395)	3	3	0	1
		2	21	3I+P	bouclage	2 (coté P1309, 1272)	3	3	0	1
		3	860	3I+P	point triple	2 (coté P1294 et P1395)	3	3	0	1
	Château NAM	RAS								
	Total		12	4	8					

ETUDE DE L'AMELIORATION DE LA CONTINUTE DE SERVICE DU RESEAU DE DISTRIBUTION HTA (20 kV) DE LIBREVILLE

SOUS-STATION D'AMBOWE	Angondje	1	1035	2I+P	point double	1 (coté 1029)	2	2	0	1
	Okala	1	875	3I+P	bouclage	1 (coté P793)	1 (coté P793)	1	2	1
		2	1040	3I+P	point triple	1 (coté 1038)	2 (coté P1247 et P1038)	2	1	1
	Stade de l'amitié	1	535	3I+P	bouclage	2 (coté angondjé, P901)	2 (coté angondjé, P901)	2	1	1
		2	901	4I+P	point quadruple	3 (coté P14 et coté P1135, poste source)	3 (coté P14 et coté P1135, poste source)	3	0	1
		3	1019	3I+P	bouclage	2 (coté 973, 1280)	3	3	0	1
		4	14	3I+P	bouclage	1 (coté 1449, 1040)	3	3	0	1
	Aviation	1	813	3I+P	bouclage	2 (coté P1590, 1408)	3	3	0	1
		2	645	2I+P	Point quadruple	1 (coté P994)	2 (coté P536 et P994)	2	0	1
		3	1063	3I+P	bouclage	2 (coté P1219, 1153)	3	3	0	1
	Sablière	1	160	3I+P	point triple	2 (coté P26 et P864)	3	3	0	1
		2	480	2I+P	point double	1 (coté 1268)	2	2	0	1
		3	897	3I+P	bouclage	1 (coté P876)	2 (coté P1340 et P876)	2	1	1
		4	919	3I+P	point triple	2 (coté P275 et P629)	3	3	0	1
	Guégué	1	380	3I+P	bouclage	2 (coté P146, 678)	3	3	0	1
		2	510	3I+P	point triple	2 (coté P486 et P804)	3	3	0	1
	Jeanne Ebori	1	46	3I+P	couplage	1 (coté P80, 1191)	3	3	0	1
		2	142	3I+P	Point triple	2 (coté P1420 et P604)	3	3	0	1
	El Rapha	1	10	3I+P	bouclage	2 (coté P171 et P987)	2	2	1	1
		2	115	3I+P	point triple	2 (coté P1228 et P1480)	3	3	0	1
	Gros bouquet	1	434	2I+P	bouclage	1 (coté 176)	1 (coté 176)	1	1	1
	Université	1	195	3I+P	bouclage	2 (coté P1293, 206)	2 (coté P1293, 206)	2	1	1
		2	253	2I+P	bouclage	1 (coté P388)	1 (coté P388)	1	1	1
	Triumphal	1	247	3I+P	point triple	1 (coté P808)	3	3	0	1
		2	537	3I+P	point triple	2 (coté P490 et P562)	3	3	0	1
	Bel air	1	1333	3I+P	bouclage	3 (coté 1020, 403, 12 mars)	3 (coté P1020, 12 mas, 403)	3	0	1
		2	447	3I+P	bouclage	2 (coté 1419, 73)	3	3	0	1
		3	824	3I+P	bouclage	2 (coté P943, 670)	3	3	0	1
	Ondogho	1	450	3I+P	Point triple	2 (coté P723 et P453)	3	3	0	1
		2	776	3I+P	Point triple	1 (coté P1140)	3	3	0	1
		3	940	3I+P	Point triple	2 (coté P1486 et P776)	3	3	0	1
		4	703	2I+P	bouclage	1 (coté P87)	1	1	1	1
Total		32	14	18						

ETUDE DE L'AMELIORATION DE LA CONTINUTE DE SERVICE DU RESEAU DE DISTRIBUTION HTA (20 kV) DE LIBREVILLE

SOUS STATION DE BELLEVUE	Inter	1	664	2I+P	bouclage	1 (coté P1184)	1 (coté 1184)	1	1	1
		2	588	2I+P	point double	1 (coté P270)	2	2	0	1
	Nkembo	1	490	2I+P	bouclage	1 (coté P537)	1 (coté P537)	1	1	1
		2	699	2I+P	point double	1 (coté P108)	2	2	0	1
		3	91	2I+P	point double	1 (coté P388)	2	2	0	1
	Bessieux	1	547	3I+P	Point triple	2 (coté P1300 et P415)	3	3	0	1
		2	82	3I+P	bouclage	2 (coté P997, 688)	3	3	0	1
		3	926	2I+P	point double	1 (coté P595)	2	2	0	1
	Cité 1	RAS								
	Melen	1	866	2I+P	bouclage	1 (coté P851)	1 (coté P851)	1	1	1
		2	898	3I+P	Point triple	1 (coté P1425)	3	3	0	1
		3	235	3I+P	Point triple	2 (coté P573 et P873)	3	3	0	1
		4	658	2I+P	point double	1 (Côté Poste 898)	1	1	1	1
		5	63	2I+P	point double	1 (coté Poste 1184)	1	1	1	1
		6	659	3I+P	Point triple	1 (coté P959)	3	3	0	1
		7	66	3I+P	Point triple	2 (coté P1235 et P1425)	3	2	1	1
	Awendje	1	413	2I+P	bouclage	1 (coté P140)	1 (coté P140)	1	1	1
		2	67	3I+P	Point triple	2 (coté P1322 et P334)	3	3	0	1
	Oloumi	1	308	2I+P	bouclage	1 (coté P333)	1 (coté P333)	1	1	1
		2	285	3I+P	bouclage	2 (coté P375, 826)	3	3	0	1
		3	630	3I+P	bouclage	2 (coté P130, 250)	3	3	0	1
		4	241							
		5	1259	2I+P	bouclage	1 (coté P471)	1 (coté P471)	1	1	1
		6	763	3I+P	point triple	2 (coté P19 et P1245)	3	3	0	1
		7	880	3I+P	point triple	2 (coté P128 et P243)	3	3	0	1
	Baraka	1	333	3I+P	Point triple	1 (coté P396)	3	3	0	1
		2	481	3I+P	Point triple	2 (coté P1074 et P1458)	3	3	0	1
	Likouala	1	214	3I+P	bouclage	2 (coté P736, coté akebe)	3	3	0	1
2		32	2I+P	bouclage	1 (coté P730)	1 (coté P730)	1	1	1	
3		519	3I+P	point triple	2 (coté P127 et P917)	3	3	0	1	
4		324	3I+P	point triple	2 (coté P429 et P429)	3	3	0	1	
5		918	3I+P	bouclage	2 (coté P120 et P1169)	3	3	0	1	
6		120	3I+P	bouclage	2 (coté P1336, 06))	3	3	0	1	
Akébé	1	125	3I+P	bouclage	2 (coté P1312, 627)	3	3	0	1	
	2	1131	2I+P	bouclage	1 (coté P189)	1 (coté P189)	1	1	1	
Total	34	17	17							

ETUDE DE L'AMELIORATION DE LA CONTINUTE DE SERVICE DU RESEAU DE DISTRIBUTION HTA (20 kV) DE LIBREVILLE

CENTRE	Komo	1	141	3I+P	bouclage	2 (coté P1147, 454)	3	3	0	1	
		2	661	2I+P	point double	1 (coté P721)	2	2	0	1	
	Total	2	2	0							
POSTE BASE - SEEG	Batavéa	1	238	4I+P	bouclage	3 (coté P730, 527)	4	4	0	1	
		2	398	3I+P	bouclage	2 (coté P196, 109)	3	3	0	1	
		3	5	3I+P	point triple	2 (coté P398, 1007)	3	3	0	1	
	Nombakélé	1	225	3I+P	bouclage	2 (coté P1056, 418)	3	3	0	1	
	Ballay	1	552	3I+P	bouclage	2 (coté P200, 965)	3	3	0	1	
		2	348	3I+P	point triple	2 (coté P811, 395)	3	3	0	1	
		3	608	3I+P	bouclage	2 (coté P259, 1401)	3	3	0	1	
		4	2	3I+P	bouclage	2 (coté P436, 41)	3	3	0	1	
	Siège	1	569	3I+P	Point triple	2 (coté P200, 464)	3	3	0	1	
		2	207	3I+P	Point triple	2 (coté P977, P420)	3	3	0	1	
		3	977	2I+P	bouclage	2	2	2	0	1	
		4	683	2I+P	bouclage	1 (coté P151)	2	2	0	1	
		5	1	3I+P	point triple	2 (coté P166, 259)	3	3	0	1	
	Hôpital	1	464	4I+P	point quadruple	1 (coté P1263)	1 (coté 1263)	1	3	1	
		2	189	3I+P	point triple	2 (coté P464, 848)	3	3	0	1	
		3	418	3I+P	Point triple	2 (coté P225, P151)	3	3	0	1	
		4	521	3I+P	point triple	1 (coté P773)	2 (coté P200, 965)	2	1	1	
		5	534	3I+P	Point triple	2 (coté P437, 592)	3	3	0	1	
		Total	18	10	8						

ETUDE DE L'AMELIORATION DE LA CONTINUTE DE SERVICE DU RESEAU DE DISTRIBUTION HTA (20 kV) DE LIBREVILLE

SOUS-STATION D'OWENDO	Bikélé	1	314	3I+P	Point triple	2 (coté P1457, 1183)	3	3	0	1	
		2	217	3I+P	point triple	2 (coté P1183, 711)	3	3	0	1	
		3	1425		bouclage	1 (coté P898)	1 (coté P898)	1	1	1	
	Mindoubé	1	603	2I+P	point double	1 (coté P583)	1 (coté P583)	1	1	1	
		2	70	2I+P	point double	1 (coté P708)	1 (coté P583)	1	1	1	
		3	585	3I+P	point triple	2 (coté P923, 1142)	3	3	0	1	
		4	1453	2I+P	point double	1 (coté P709)	1 (coté P709)	1	1	1	
		5	625	2I+P	point triple	2	2	2	0	1	
	CDM	1	495	3I+P	point triple	2 (coté 494 et 847)	3	3	0	1	
		2	846	2I+P	point triple	1 (coté P682)	1 (coté P682)	1	1	1	
		3	831	2I+P	point triple	1 (coté P584)	1 (coté P584)	1	1	1	
		4	792	2I+P	bouclage	1 (coté P1127)	1 (coté P1127)	1	1	1	
		5	777	2I+P	point double	1 (coté P539)	2	1	1	1	
		6	539	3I+P	point triple	2 (coté P526, 599)	3	3	0	1	
		7	1233	2I+P	bouclage	1 (coté P387)	1 (coté P387)	1	1	1	
	Nomba	1	756	2I+P	point double	1 (coté P621)	2	2	0	1	
		2	902	4I+P	point quadruple	3 (coté P1049, 900, 836)	4	4	0	1	
	Port minéralier	1	236	3I+P	bouclage	2 (coté P1456, 1482)	3	3	0	1	
		2	908	3I+P	point triple	2 (coté P989, 731)	3	3	0	1	
		3	1274	3I+P	bouclage	1 (coté foyer du marin)	1 (coté foyer du marin)	1	2	1	
			803	3I+P	point triple	2(côtés 1123 et 1165)	2(côtés 1123 et 1165)	2	1	1	
		4	1157	3I+P	point triple	2 (coté P1160, 344)	3	3	0	1	
	SOBRAGA	1	1273	4I	Chambre de bouclage	3 (coté P1318, Olam, foyer du marin)	4	4	0	0	
		2	1318	2I+P	point double	1 (coté P1273)	2	2	0	1	
	Olam	RAS									
	Eurotrag	1	803	2I+P	point double	1 (coté P1128)	1 (coté P1128)	1	1	1	
		2	460	4I+P	point quadruple	1 (coté P378)	1 (coté P378)	1	1	1	
		3	378	2I+P	point double	1 (coté P393)	1 (coté P393)	1	1	1	
		4	1391	2I+P	point double	1 (coté P735)	1 (coté P735)	1	1	1	
		5	1281	2I+P	point double	1 (coté P501)	1 (coté P501)	1	1	1	
6		675	2I+P	point double	1 (coté P769)	1 (coté P769)	1	1	1		
Total	30	11	19				150	34			

Prévision OMT RIC + 2 130
 OMT existant 60
 OMT à installer 70

Légende	
	Total OMT
	Existant
	Prévision

Annexe 34: Schéma du synoptique de Libreville

