

# Standard de distribution d'énergie électrique au Burkina Faso

|  |                                    |     |
|--|------------------------------------|-----|
|  | REFERENCE                          | REV |
|  | SWER-BF 01                         | 1   |
| INTITULE: Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:             | DATE : 9 mai 2006                  |     |
| RESEAU MT :  | PAGE 1 OF                          | 214 |
| RESEAU AERIEN MONOPHASE<br>AVEC RETOUR PAR LA TERRE<br>(SWER) DE 19,1 kV | DATE DE REVISION :<br>21 août 2006 |     |

## TABLE DES MATIERES

|  |    |
|--|----|
| AVANT-PROPOS .....   | 3  |
| 1 Portée .....   | 5  |
| 2 Références normatives .....  | 5  |
| 3 Définitions.....   | 5  |
| 4 Conditions .....   | 6  |
| 4.1 Intégration du marketing.....  | 6  |
| 4.2 Conditions générales pour SWER.....                                  | 6  |
| 4.3 Conditions particulières pour un système SWER 19,1 kV .....          | 7  |
| 4.4 Conditions particulières du micro SWER .....                         | 25 |
| 4.5 Exploitation BT sur les systèmes SWER.....                           | 26 |
| ANNEXE A.....  | 27 |
| Non applicable .....   | 27 |
| ANNEXE B.....  | 28 |
| Feuille d'inspection type .....  | 28 |
| ANNEXE C .....   | 31 |
| Formulaire de types de test d'électrode de mise à la terre .....         | 31 |
| ANNEXE D .....   | 34 |
| Philosophie, dispositifs et schémas de protection.....                   | 34 |
| Introduction .....   | 35 |
| D.1 Champs d'application .....   | 36 |
| D.2 Références Normatives.....   | 36 |
| D.3 Définitions et abréviations .....                                    | 37 |
| D.4 Conditions .....   | 38 |
| D.1 Contrôle des amorcages associés à la foudre sur une ligne SWER ..... | 49 |
| D.2 Information sur les produit et leur utilisation .....                | 51 |
| D.3 Approche régionale à l'utilisation de la protection SWER.....        | 52 |
| ANNEXE E.....  | 61 |
| Mise a la terre du réseau SWER.....                                      | 61 |
| E.1 Portée .....   | 61 |
| E.2 Références normatives.....   | 61 |
| E.3 Définitions .....  | 61 |
| E.4 Conditions.....  | 62 |
| E.1 Critères de choix de la résistivité pour le calcul .....             | 68 |
| ANNEXE F.....  | 77 |
| Intégration du Marketing et des ventes.....                              | 77 |
| Adaptation des technologies MT et des solutions d'alimentation .....     | 77 |
| Satisfaire un client par SWER .....                                      | 82 |

# Standard de distribution d'énergie électrique au Burkina Faso

|  |                                    |     |
|--|------------------------------------|-----|
|  | REFERENCE                          | REV |
|  | SWER-BF 01                         | 1   |
| INTITULE: Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:             | DATE : 9 mai 2006                  |     |
| RESEAU MT :  | PAGE 2 OF                          | 214 |
| RESEAU AERIEN MONOPHASE<br>AVEC RETOUR PAR LA TERRE<br>(SWER) DE 19,1 kV | DATE DE REVISION :<br>21 août 2006 |     |

---

|   |     |
|---|-----|
| ANNEXE G .....  | 89  |
| Etapas de la conception des projets SWER sous forme de liste de contrôle..... | 89  |
| ANNEXE H .....  | 92  |
| Liste des schémas.....  | 92  |
| Schémas de Montage.....   | 93  |
| Structures (Poteau - Portique) de ligne SWER 19 kV .....                      | 94  |
| Schémas de l'équipement.....  | 96  |
| Schémas des accessoires .....   | 97  |
| ANNEXE I .....  | 203 |
| Photos.....   | 203 |
| ANNEXE J .....  | 213 |
| Tableau de conversion SWG/mm .....  | 213 |

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 3</b>     | <b>SUR 214</b> |

---

## **AVANT-PROPOS**

Le standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso est un document élaboré à la base de la norme SCSASABB6 établie par la compagnie d'électricité de l'Afrique du Sud, ESKOM, et adapté au contexte burkinabè.

Le Comité technique de rédaction voudrait exprimer sa gratitude aux personnes qui ont contribué à la production du présent standard de distribution.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 4</b>     | <b>SUR 214</b> |

## INTRODUCTION

Le présent standard de distribution a été rédigé par un Comité technique composé des personnalités de la Direction générale d'énergie, du Fonds de développement de l'électrification et de la SONABEL, appuyées par le Conseiller technique principal du Ministère de l'énergie et des Mines et un consultant indépendant danois.

En 1997, un comité de réflexion sur la réduction des coûts de l'électrification a été établi par le Ministre de l'énergie et des Mines, appuyé par la coopération danoise. Le comité de réflexion a pris connaissance du SWER avec SONEEL au Cameroun et avec ESKOM, Afrique du Sud. Lors d'une visite d'étude en Afrique du Sud, le comité a obtenu un exemplaire de la norme sud-africaine pour le SWER et cette norme a servi à l'élaboration des premiers dossiers d'appel d'offres au Burkina Faso.

Plus tard, une collaboration plus étroite fut établie avec ESKOM et c'est dans ce cadre que la version plus récente de la norme sud-africaine a été obtenue. Cette version a servi de base pour la rédaction du présent standard. Il est cependant important de souligner que le présent standard est l'œuvre du Comité technique et que ESKOM n'encourt pas une responsabilité pour l'utilisation faite de sa norme.

La distribution monophasée avec retour par la terre consiste à rendre disponible une tension monophasée MT au niveau du client.

Le travail de développement a également eu pour conséquence l'identification des moteurs monophasés de capacité plus élevée et de méthodes pour produire de la BT triphasée pour des applications spéciales. Des moteurs monophasés de 5,5 et 7,5 kW ont été acquit pour démontrer au public l'existence de ce produit. De plus, le Comité s'est rendu compte de l'existence de convertisseurs mono/tri permettant l'utilisation de moteurs d'une puissance jusqu'à 30 kW, alimentés d'un réseau SWER.

En conclusion, en raison de ce travail de développement, les systèmes monophasés avec retour par la terre sont maintenant considérés comme une première option à la mise en place de programmes de développement de réseau.

Le présent standard qui décrit la technologie monophasée avec retour par la terre de 19 kV (SWER), avec un transformateur d'isolement (19 kV entre phase et terre) ou directement relié (dérivation d'un système de 33 kV entre phases), a été créé pour faciliter la distribution et l'électrification de la masse de la façon la plus rentable possible.

Il y a beaucoup de facteurs à considérer pour choisir correctement la technologie MT parmi celles qui sont actuellement disponibles, par exemple 15, 20 ou 33 kV triphasé, 15, 20 ou 33 kV biphasé et 19,1 kV SWER. Le lecteur se référera aux documents pertinents de planification et aux outils de conception disponibles pour faciliter la prise de décision.

Il est absolument impératif que les planificateurs et les concepteurs d'électrification soient eux-mêmes familiers avec les outils disponibles. Une source d'inspiration en pourrait être le site de ESKOM : [www.eskom.co.za](http://www.eskom.co.za). Moyennant un paiement, ceux qui le souhaitent pourront obtenir accès à l'intranet de ESKOM pour y découvrir une richesse d'informations. Le Comité technique pourrait renseigner concernant les modalités d'accès.

Le Comité technique tient à souligner que la pratique en matière de construction de réseaux de distribution en milieu rural en Afrique du Sud porte sur l'utilisation de supports bois cultivés et traités dans ce pays. Cela explique que certains plans et détails de montage affichent des solutions qui s'applique seulement dans le cas d'utilisation de supports bois. Si, au Burkina Faso, on optait pour ce genre de supports, ces plans pourraient être utilisés directement.

Cependant, la pratique courante au Burkina Faso porte sur l'utilisation de supports métalliques pour la MT. Cela amènerait, sur le plan de construction pratique, le besoin d'une adaptation des différentes solutions. Au niveau

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 5</b>     | <b>SUR 214</b> |

-----

sécuritaire, certaines modifications ont également été introduites dans le présent standard, notamment concernant la réalisation de la mise à la terre du système. Dans une annexe, des photos qui présente des solutions déjà mises en œuvre avec supports métalliques sont portées à titre d'inspiration.

## 1 Portée

Le présent standard de distribution couvre la construction d'un système aérien 19,1 kV monophasé avec retour par la terre (SWER) en dérivation de systèmes 15, 20 et 33 kV, par l'intermédiaire de transformateurs d'isolement de 15/19,1kV, 20/19,1 kV ou 33/19,1 kV. Référence au schéma 1 - réseau typique 19,1 kV (SWER) dérivé d'un réseau 15, 20 ou 33 kV.

Le standard est également applicable pour des dérivations directes d'un réseau primaire triphasé 33 kV alimenté à partir d'un poste convenablement conçu à cet effet. Référence au schéma 2 – Réseau primaire triphasée typique 33 kV avec dérivation de ligne SWER.

L'objectif Du standard est d'assurer que tous les systèmes aériens de distribution MT (jusqu'à une tension de 33 kV) sont établis en utilisant les structures et les matériels standards comme spécifiés ou des structures et matériels adaptés. Les matériels standards utilisés en Afrique du Sud sont totalement spécifiés dans un « guide de l'acheteur » qui pourrait être obtenu par le biais du Comité technique ou de l'intranet de ESKOM. Au Burkina Faso, la standardisation est actuellement faite au niveau fonctionnel, des matériels et non au niveau des matériels.

## 2 Références normatives

La technologie SWER s'inscrit comme un des outils à disposition de l'électrification rurale au Burkina Faso. Il en suit que le présent standard est subordonné à la législation burkinabè et des normes sécuritaires qui réglementent l'électrification au Burkina.

De façon sommaire et sans être limitatif, la mise en œuvre du SWER selon le présent standard doit respecter les dispositions citées ci-dessous sauf déviations indiquées dans le présent standard ou dans le dossier d'appel d'offres :

- Les règles burkinabè de protection de l'environnement.
- Les règles burkinabè de protection des travailleurs.
- Les définitions et protection contre les risques de contact avec des conducteurs actif ou masses mises accidentellement sous tension de l'arrêté interministériel (français) du 2 avril 1991
- Les dispositions de choix et mises en œuvre de supports, des distances à la masse et les calculs mécaniques de la norme NFC11-201, sauf les données climatiques et facteurs de sécurité

## 3 Définitions

3.1 SWER raccordé directement: Lignes SWER en dérivation directe de réseaux de 33 kV avec un poste source convenablement conçu.

3.2 transformateur distribution/consommateur : Un transformateur MT/BT approvisionnant un ou plusieurs clients.

3.3 transformateur d'isolement : Un transformateur qui sépare électriquement deux systèmes MT l'un de l'autre.

3.4 transformateur SWER d'isolement : Systèmes SWER en dérivation de réseaux de 15, 20 ou 33 kV par l'intermédiaire d'un transformateur d'isolement avec un secondaire phase/terre de 19,1 kV. Dans

ce contexte il sépare le SWER du système source.

3.5 Système monophasé avec retour par la terre (SWER) : Un système monophasé dans lequel le côté neutre des charges alimentées est relié par la terre. Habituellement, il n'y a pas un conducteur continu entre la source et le neutre des charges, le courant du neutre circule par l'intermédiaire d'électrodes dans la masse de la terre.

3.6 Conducteur de mise à la terre sous-jacent: Un conducteur de mise de terre (neutre du SRMT) installé sous un conducteur SWER, mis à la terre en deux ou plusieurs points et utilisé pour la mise à la terre de plusieurs transformateurs client. Normalement installé dans un village pour faciliter la mise à la terre en dehors du village.

3.7 Basse tension BT: Toutes les tensions inférieure à 1000 V.

3.8 Moyenne tension MT: Toutes les tensions de 1000 V à 50 kV (50 kV inclus)

3.9 Haute tension HT : Toutes les tensions supérieure de 50 kV à 132 kV (132 kV inclus)

3.10 Micro SWER: Un système monophasé avec retour par la terre relié directement aux réseaux 15 ou 20 kV et alimentant une charge maximale de 5kVA

## 4 Conditions

Pour clarifier le raisonnement sous-jacent à l'ingénierie développée dans ce document, la philosophie (ou la réflexion) qui a conduit aux préconisations est incluse dans ce § sur les conditions.

### 4.1 Intégration du marketing

Pour s'assurer que les avantages du SWER sont accessibles aux clients, une annexe sur les ventes et le marketing est incluse comme annexe F.

Cette annexe inclut l'information suivante :

- a) comment s'assurer que la technologie réponde à l'objectif actuel ;
- b) aux bénéfices des clients ;
- c) quelle type d'énergie électrique peut être livrée par des types de technologie comme le monophasé, le bi-phasé, le triphasé, limites de kVA ; et quelques exemples d'application.

### 4.2 Conditions générales pour SWER

Les concepts, le matériel et les méthodes de construction de lignes SWER sont semblables à ceux des normes existantes pour des lignes de système MT.

Les conditions générales pour les lignes aériennes 33 kV peuvent être trouvées dans NFC 11-201. Ces conditions générales incluent, mais ne se limitent pas à ce qui suit: poteaux, haubans, conducteurs, coordination de l'isolation, liaisons équipotentielles (bonding), tensions de conducteur, choix de structure, distances de sécurité (hauteur sous ligne etc), et conditions réglementaires.

#### 4.2.1 Concepts de projet

##### 4.2.1.1 Généralité

La conception d'électrification consiste dans un processus itératif entre la conception électrique (ADMD – After Diversity Maximum demand/consommation moyenne après application d'un facteur de foisonnement, chute de tension, ampleurs de défaut, etc...) et la conception physique. Le choix initial du tracé de lignes, et de la taille et

des positions des transformateurs n'est peut-être pas possible en raison des contraintes du terrain et de la répartition physique des clients ou du type de logements. Par conséquent il est nécessaire de revisiter les concepts électriques et physiques jusqu'à l'obtention d'un concept optimal entre la phase initiale et la phase finale.

Les projets SWER doivent nécessairement passer par un minimum de série d'étapes de conception afin de s'assurer que les projets puissent être réalisés d'une façon aussi flexible que possible. Pour aider l'ingénieur/le concepteur de projet, une série d'étapes de conception est proposée comme liste de contrôle en annexe G. Le personnel de conception est encouragé à employer cette liste de contrôle. Les coûts de projet sont directement liés à la conception physique finale, et c'est de la responsabilité du personnel de conception électrique d'assurer que le concept le plus efficace soit réalisé. Le géomètre est une ressource critique dans le processus, mais la responsabilité finale de la conception repose avec l'ingénieur de projet. La construction de concepts chers ou peu économiques ne doit pas être permise pour des raisons d'économies en heures de personnel au cours du processus itératif. Ceci étant dit, les retards sur le planning arrêté d'un projet ne seront pas tolérés.

#### **4.2.1.2 Spécifications**

Là où du matériel est livré par un entrepreneur externe, une liste complète de produits qu'il prévoit de livrer doit être soumise à l'approbation de l'ingénieur d'études.

### **4.3 Conditions particulières pour un système SWER 19,1 kV**

Cette section couvre les conditions particulières pour le poste de transformateur d'isolement, les lignes SWER, et de transformateurs usagers (distribution). Elle ne couvre pas la méthode de choix du SWER en tant que technologie de réseau.

#### **4.3.1 Introduction**

Le système SWER 19,1 kV est dérivé d'un transformateur d'isolement, (référence schéma 1) ou directement d'un système de distribution approprié 33 kV (référence schéma 2).

Les sections suivantes décrivent les conditions de chaque partie du réseau commençant au poste transformateur d'isolement et terminant aux bornes BT du transformateur client.

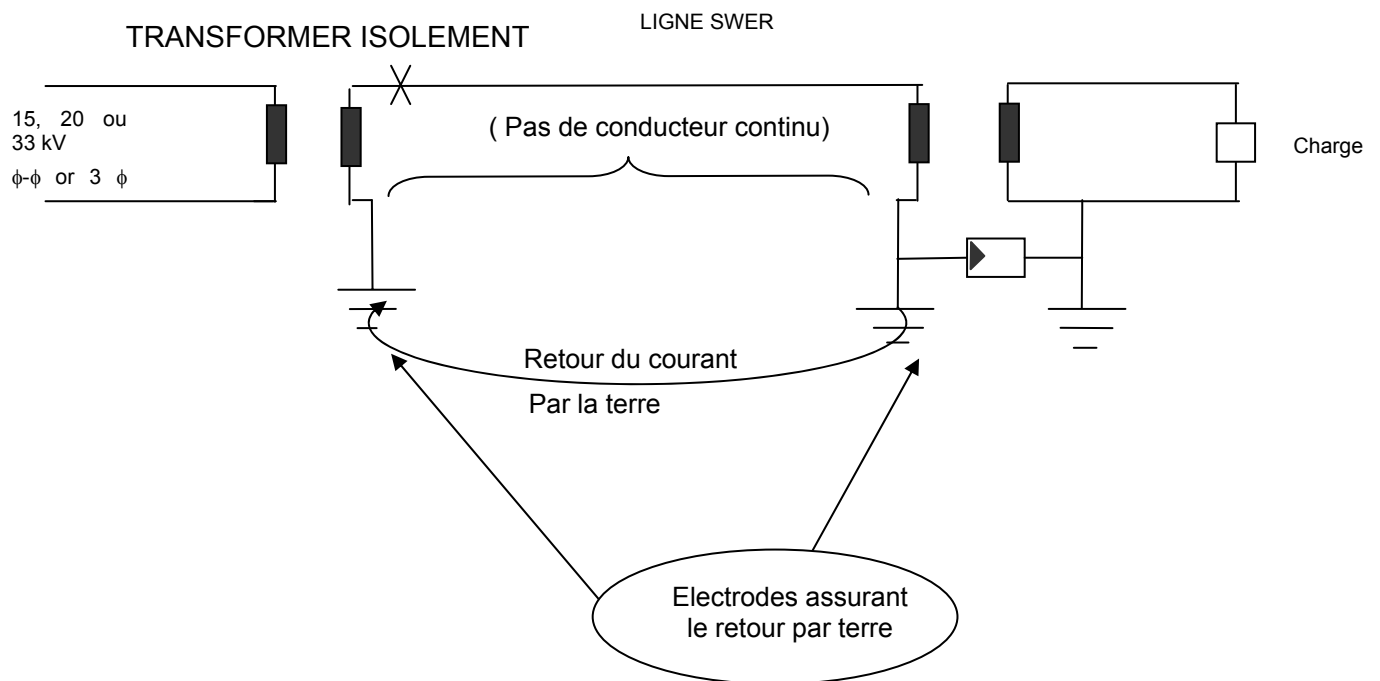


Schéma 1 : Réseau SWER 19,1 kV type en dérivation d'un réseau 15, 20 ou 33 kV (pour information seulement)

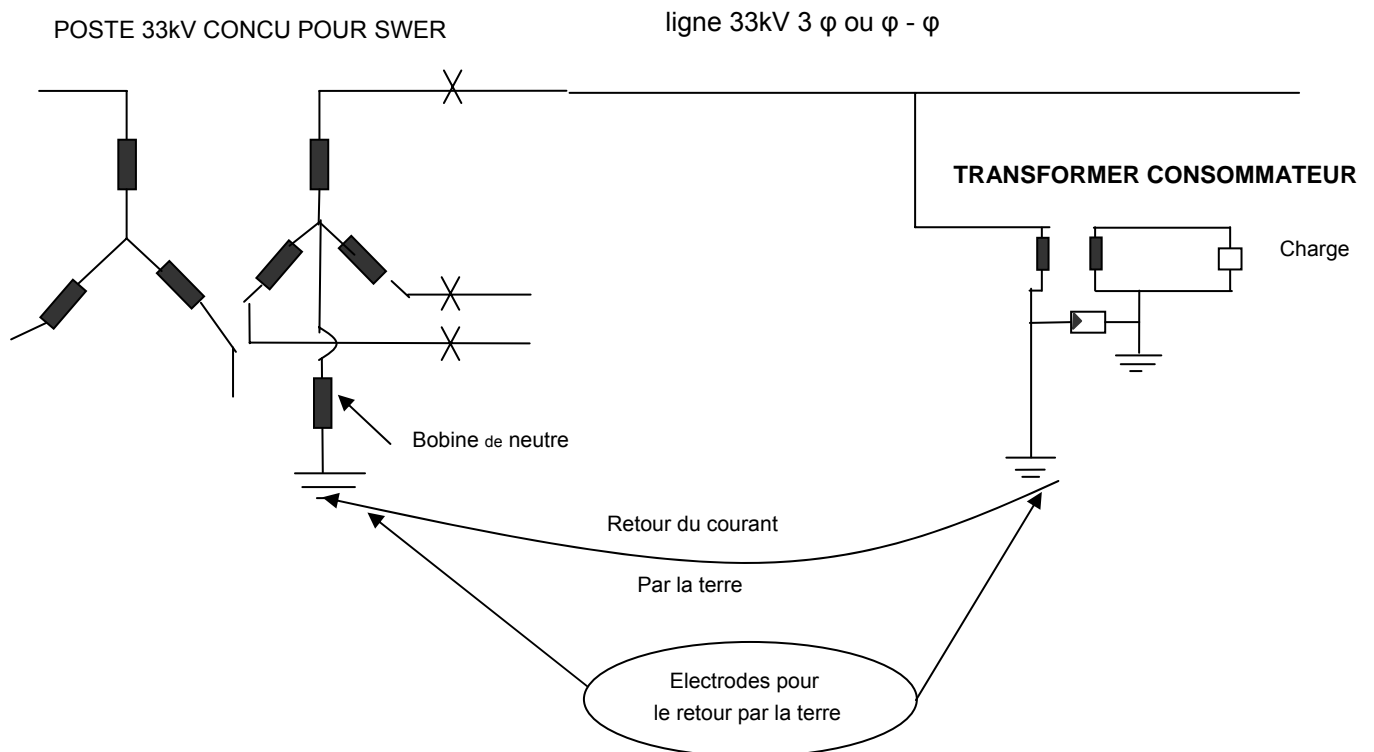


Schéma 2 – Réseau source 3 φ 33kV typique avec dérivation SWER



### 4.3.2 Paramètres pour des systèmes SWER au Burkina Faso

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Tension nominale                  | 19,1 kV (33 kV d'entre phases)          |
| Intensité maximale d'alimentation | 25 A                                    |
| Transformateurs d'isolement       | 50 KVA<br>100 KVA<br>200 KVA<br>400 KVA |

Note : Un transformateur de l'isolement 16 kVA n'est pas considéré en raison des contraintes de protection et de petite différence pratique de coût entre un transformateur d'isolement de 16 kVA et 50 kVA.

|                                 |                              |
|---------------------------------|------------------------------|
| Transformateurs de distribution | 16, 25, 32, 50 kVA monophasé |
|---------------------------------|------------------------------|

|  |              |       |
|--|--------------|-------|
| Tension d'électrode pour le calcul résistance max. | type de tige | 100 V |
|  | type fosse   | 32 V  |

|   |               |             |
|---|---------------|-------------|
| <b>Résistance max. MT de la terre au transformateur d'isolement (électrode type tige)</b> | <b>50 kVA</b> | <b>26 Ω</b> |
|   | 100 kVA       | 13 Ω        |
|   | 200 kVA       | 6 Ω         |
|   | 400 kVA       | 3 Ω         |

|  |             |      |
|--|-------------|------|
| Résistance max. MT de la terre au transformateur de distribution | 16 - 50 kVA | 30 Ω |
|--|-------------|------|

|   |   |
|---|---|
| Résistance BT de la terre au transformateur de distribution | la même philosophie que les systèmes MT triphasé et entre phases (référence à NFC 11-201) |
|---|---|

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Protection Tension maximale de pas | Réenclencheurs, fusibles et sectionneurs ou en combinaison : <32 V |
|------------------------------------|--|

|  |   |
|--|---|
| Niveau d'isolation de base de ligne NIB ou BIL | >250 kilovolt sur support bois ou 170 kV sur supports métalliques (idem une ligne traditionnelle 33 kV) |
|--|---|

|  |  |
|--|--|
| Niveau d'isolation de base d'équipement NIB ou BIL | >200 kilovolt pour transformateurs et 170 kV pour d'autres équipements |
|--|--|

#### Paramètres instantanés des parafoudres

|  |                 |
|--|-----------------|
| MT MCOV (source du système SWER : Transformateur d'isolement)        | 24 kV (minimum) |
| MT MCOV (source du système SWER: 33 kV en direct)                    | 24 kV (minimum) |
| BT MCOV neutre (source du système SWER : Transformateur d'isolement) | 5 (6) kV        |
| BT MCOV neutre (source du système SWER : 33 kV en direct)            | 5 (6) kV        |

### 4.3.3 Poste de transformateur d'isolement

#### 4.3.3.1 Structure de poste et disposition

Le standard offre des conceptions de postes sur structure poteau bois ou métallique avec les transformateurs de haut de poteau pour éviter la construction d'une clôture. Elle couvre ce qui suit :

#### **4.3.3.2 Transformateurs d'isolement**

Spécifications : Consulter DAO.

Taille : 50 KVA, 100 KVA, 200 KVA ou 400 KVA selon les besoins et le coût de conception.

Position : Aussi près possible d'une ligne MT biphasée ou triphasée existante, tenant compte de l'accessibilité, de conditions d'exploitation et de la résistivité du sol.

#### **4.3.3.3 Postes de transformateurs 200 kVA et de 400 kVA sur Poteau H:**

1 × 400 kVA ou 1 × 200 kVA

**Parafoudres : 6 (2 en parallèle par phase sur primaire et secondaire)**

**fusible à expulsion d'isolement 15, 20 ou 33kV sur primaire :1 unité/transformateur (référence à l'annexe D pour la taille)**

**Ligne SWER 33kV (ou by-pass de réenclencheur)**

**Fusible à expulsion : 1 (si installé)**

Réenclencheur (facultatif) : 1

Électrode de la terre : 1 par poste consistant normalement en deux électrodes Piquet de terre

: 1 La natte isolante de l'opérateur est également reliée à la terre par l'électrode principale

Enregistreur des intensités de pointe :1 unité (1 par transformateur)

Numéro de dessin :D-DT-0461 (consulter plans ESKOM)

#### **4.3.3.4 Postes sur poteau simple, 50 et 100 kVA**

Transformateur :1 × 50 kVA ou 1 × 100 kVA

Parafoudres :6 (2 en parallèle par phase sur le primaire et le secondaire)

Fusible à expulsion d'isolement 15, 20 ou 33 kV sur primaire :1 ensemble par transformateur  
(référence annexe D pour la taille)

Fusible à expulsion sur ligne SWER 33 kV :1(si installé)

Réenclencheur (facultatif) :1

Électrode de la terre :1 ensemble par poste comprenant normalement de deux électrodes tige

: 1 La natte isolante de l'opérateur est également reliée à la terre par l'électrode principale

Enregistreur des intensités de pointe :1 unités (1 transformateur)

Numéro de dessin :DDT 0460 (consulter plans ESKOM)

#### **4.3.3.5 Raccordement au système 15, 20 ou 33 kV kV**

Des fusibles à expulsion de distribution seront utilisés à faciliter l'isolement du transformateur du réseau SWER MT pour un défaut de transformateur SWER. Référence à l'annexe D pour la taille et les options de fusible et à D-DT-0460 et D-DT-0461 pour l'information sur la construction.

|   |                   |                |
|---|-------------------|----------------|
| Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:                | REFERENCE         | REV            |
| RÉSEAU MT:  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV | PAGE <b>11</b>    | SUR <b>214</b> |

#### **4.3.3.6 Raccordement d'un système SWER au secondaire du transformateur d'isolement**

Un réenclencheur monophasé ou un fusible à expulsion sur la distribution sont exigés pour s'assurer que l'intensité de charge du SWER n'excèdera pas 25 A en continu et déclenche les sections de la ligne en défaut du réseau. Le réenclencheur est présenté à la feuille D-DT-0464.

Référence à l'annexe D pour la conception de protection et les guides d'équipement, tailles, paramétrage et options.

#### **4.3.3.7 Equipement de contrôle des intensités de crête**

Un dispositif de mesures des intensités de crête est exigé lors de l'installation d'un transformateur d'isolement. C'est un dispositif simple comportant un TC surveillant l'intensité du neutre de retour.

Le secondaire du CT alimente un ampèremètre thermique d'intensité maximale (maximètre) dont les enregistrements des intensités de crête se font pour des intervalles de 15 minutes.

Le personnel d'exploitation peut employer cette lecture pour prévenir les planificateurs que la capacité du système SWER est atteinte.

#### **4.3.3.8 Parafoudres**

Les Parafoudres seront installés sur le côté primaire (15, 20 ou 33kV) du transformateur d'isolement. Deux parafoudres doivent être installés (en parallèle) à la fois sur le coté primaire et sur le coté SWER (charge/demande) du transformateur d'isolement. Les parafoudres montés coté ligne SWER seront de classe 36kV. Les parafoudres installés en parallèle doivent être du même type.

Les parafoudres installées du coté primaire seront de classe 15, 20 ou 33 kV.

Référence aux dessins D-DT-0460 et 0461.

Le ré-enclencheur, le cas échéant, sera équipé de deux parafoudres en parallèle à la fois coté source et coté charge si la densité de coup de foudre au sol est supérieure à 2 éclairs/km<sup>2</sup>/an

#### **4.3.3.9 Ligne MT de raccordement au transformateur d'isolement**

Cette ligne sera étudiée et construite conformément à la norme NFC 11-201. La ligne MT alimentant le transformateur d'isolement sera construite en biphasée. Il sera pertinent de prévoir l'installation d'une troisième phase pour l'avenir, lorsqu'un deuxième transformateur d'isolement sera requis. Généralement une deuxième ligne SWER sera alimentée d'une ligne 15, 20 ou 33 kV de section différente ou d'un réseau permettant une alimentation maillée évitant d'avoir recours à une troisième phase pour installer le transformateur d'isolement.

### **4.3.4 Lignes SWER**

#### **4.3.4.1 Général**

Les lignes SWER utilisent des matériaux et des techniques de construction similaires à ceux des lignes MT sauf si le standard ou le DAO stipule autre chose.

L'affichage du matériel est génériquement montré sur les schémas d'assemblage..

|   |                   |                |
|---|-------------------|----------------|
| Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:                | REFERENCE         | REV            |
| RÉSEAU MT:  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV | PAGE <b>12</b>    | SUR <b>214</b> |

#### **4.3.4.2 Isolateurs et niveau d'isolation de base (NIB) (référence au schéma 3)**

Cas de supports bois :

La coordination d'isolation, dans le cas de supports bois, des poteaux au NIB 250 kV sera réalisée en utilisant du fil nu (normalement 8 swg (Standard wire gauge) ou 3/3.35 câble d'hauban) descendant sur la longueur du poteau conformément aux dessins standards. Le câble d'hauban (3/3,35) est recommandé pour des zones corrosives.

Les isolateurs 33 kV pour des lignes SWER sont spécifiés dans NFC 11-201. Des isolateurs de type « non-Français » pourront être utilisés à conditions que leur niveau d'isolement est égale, au moins, au type prescrit.

La ligne de fuite de bois requise pour obtenir approximativement un NIB général de 250 kV en utilisant un isolateur (normalement un isolateur de poteau) avec un niveau de tension de tenue sous chocs d'onde de 200 kV est approximativement de 250 mm. Là où des isolateurs rigides sont employés pour la fixation les bretelles sur des supports d'ancrage, une ligne de fuite de bois de 250 mm au moins doit être prescrite pour assurer un NIB de la structure supérieur à 250 kV.

Toutes structures intermédiaires requièrent une isolation conforme à un NIB de 250kV par l'installation de conducteurs de décharge de foudre (CDF). Les haubans fonctionnent comme CDF quand ils sont installés sur une structure. Les structures équipées de parafoudres, par exemple les protections des transformateurs et des réenclencheurs n'ont pas besoin de câbles de décharge NIB car les évacuateurs sont fixés sur les parafoudres.

Le CDF de ligne SWER avec un câble de mise à la terre sous-jacent doit permettre une distance au poteau de 250 mm, mesurée à partir du matériel MT comme représenté sur les dessins de lignes. Il sera fixé par des agrafes au poteau et contourne le support au fond de fouille. Il ne doit pas être relié au câble de terre sous-jacent et sera situé sur le coté de poteau à la perpendiculaire de l'isolateur du fil de la terre. L'assemblage intermédiaire à 0°, D-DT-0400, illustre le montage typique.

Pour faciliter la pratique ci-dessus et dans l'intérêt de la standardisation, tous les haubans seront placés à 250 millimètres au-dessous du premier élément sous-tension du système MT.

Cas de supports métalliques :

Dans le cas de supports métalliques, l'isolement est réalisé comme pour une ligne 33 kV, selon la NFC 11-201.

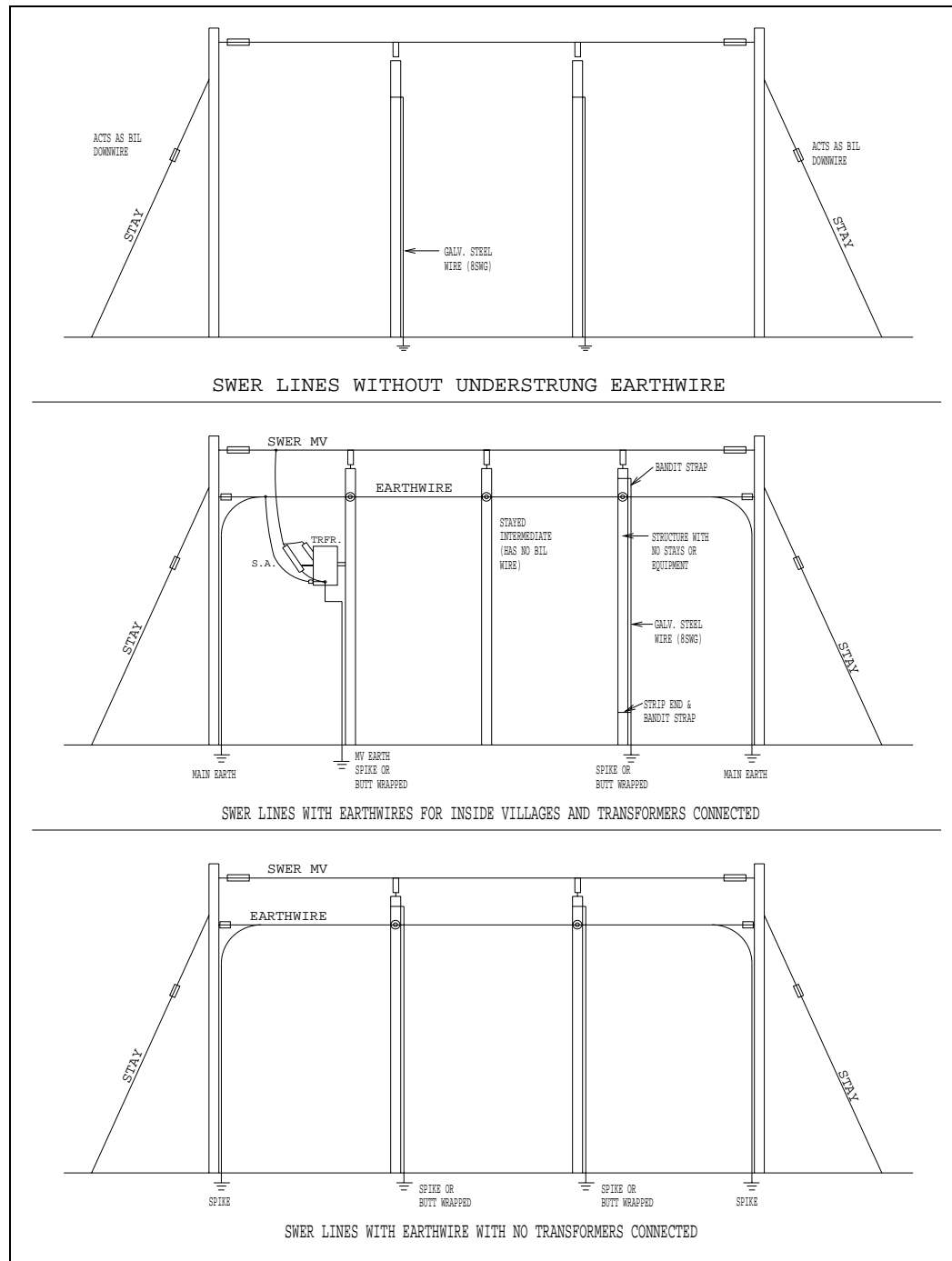


Figure 3: Mise à la terre et NIB (Basic Insulation Level, BIL) des lignes SWER sur supports bois  
 Le même principe s'applique pour supports métalliques, sauf les dispositions pour atteindre un NIB (BIL) de 250 kV

#### 4.3.4.3 Circuit SWER multiple (non recommandé)

Il peut être parfois avantageux avoir plus d'une ligne SWER alimenté d'un même point physique. Dans ce cas-ci les structures SWER peuvent porter plus d'un circuit SWER sur les tronçons initiaux de la ligne.

La philosophie suivante devra être appliquée :

##### 4.3.4.3.1 Marquage (pour les circuit SWER multiples)

Chaque circuit SWER sera marqué sur le poteau pour son identification sur la longueur de la ligne supportant plusieurs circuits. La première structure (support) contiguë à la ligne à « circuits multiples » sera également marquée par le numéro du circuit en question.

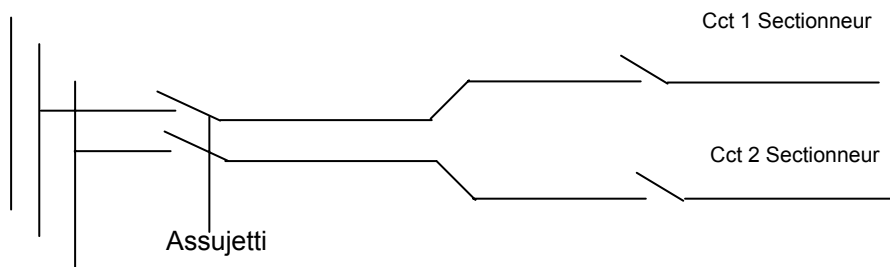
Un point d'isolement (ou liaison) sera installé là où un circuit SWER simple se branche sur une ligne SWER supportant plusieurs circuits.

##### 4.3.4.3.2 Exploitation (pour des circuits SWER multiples)

Sur la structure à circuits multiples, tous les circuits SWER seront isolés selon les règlements applicables antérieurement à la construction de la structure supportant les lignes.

Un point d'isolement (ou liaison) sera installé là où un circuit SWER simple se branche sur une ligne SWER supportant plusieurs circuits

Un commutateur à commande assujettie doit être placée à la source des circuits SWER multiples de telle sorte que les deux circuits soient commutés simultanément c'est-à-dire qu'un circuit ne peut pas être fermé tandis que l'autre est ouvert. Les deux circuits doivent être soit ouverts soit fermés pour un instant donné.



#### 4.3.4.4 Où utiliser un câble de la terre sous-jacent ?

Les fonctions primaires d'un câble de terre sous-jacent sont de permettre d'optimiser le nombre d'électrodes de mise à la terre pour des groupes de transformateurs en réalisant une répartition de la mise à la terre sur quelques électrodes principales. Un avantage supplémentaire est la localisation de ces électrodes principales en dehors d'un village loin des logements et des activités grand public.

Dans certains des villages, la résistivité de sol peut être trop élevée pour que des défauts phase/terre soient facilement détectés et éliminés par la protection. Dans ces cas, l'installation d'un câble de mise à la terre sous-jacent aura pour fonction de produire le courant de défaut nécessaire dans le cas d'une rupture du conducteur sous-tension entrant ainsi en contact avec le câble sous-jacent de mise à la terre. Dans les communautés où la résistivité de sol est supérieure à 1000  $\Omega\text{m}$  l'installation d'un câble de mise à la terre sous-jacent est recommandée.

Le câble de mise à la terre sous-jacent est une contrainte pour la longueur des portées en raison de la hauteur libre minimale sous portée. L'utilisation minimale de câble de mise à la terre sous-jacent conduira à des projets plus rentables.

Les structures standard permettant l'installation de câble de mise à la terre ont été conçues pour une longueur de portée de 200m respectant les conditions de sécurité électrique. Avec des poteaux de 11m, on respecte les conditions de sécurité électrique pour des longueurs de portée de 200m.

L'espacement entre la phase et le conducteur de la terre peut être augmenté pour permettre de plus longues portées respectant des distances de sécurité répondant aux conditions du site et aux objectifs de projet. C'est particulièrement applicable dans les zones accidentées. L'expérience a prouvé qu'une structure (support) permettant des portées de 200m est adéquate pour l'utilisation dans des villages.

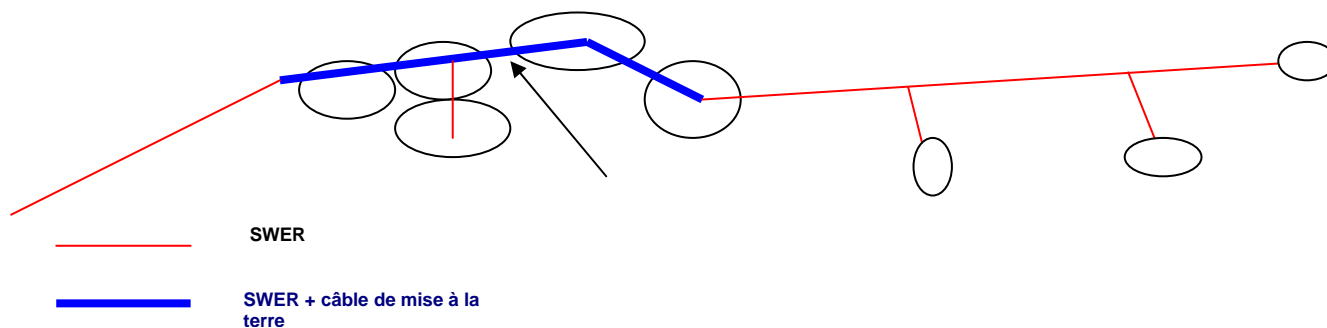
Le tableau suivant donne l'espacement exigé entre la phase et le câble de mise à la terre sous-jacent pour différentes longueurs de portée.

| Espacement Phase/câble de mise à la terre | Longueur maximum de portée |
|---|----------------------------|
| 700mm                                     | 200m                       |
| 900mm                                     | 400m                       |
| 1100mm                                    | 600m                       |
| 1300mm                                    | 800m                       |

Note : L'équation employée pour l'espacement (m) = L(km) + 0,5(m)

Ce qui suit constitue un guide pour les cas où l'installation d'un câble de mise à la terre sous-jacent est préconisée.

a) Là où les lignes SWER alimentent plusieurs zones de transformateurs qui sont contiguës voir le croquis ci-dessous.



b) Villages où la résistivité de sol sous la ligne SWER est, après mesure, assumée être trop élevée pour qu'un défaut phase/terre dû à la chute d'un conducteur puisse être éliminé par la protection. Si l'on assume que le cas le plus critique est constitué par la longueur de 10m du conducteur sous tension en contact avec le sol, l'usage d'un câble de mise à la terre sous-jacent est à considérer lorsque la résistivité superficielle du sol est supérieure 1500 Ωm le long de la ligne dans le village. Ceci demandera une réflexion au niveau de l'ingénierie.

Le câble de mise à la terre sous-jacent sera à tout moment traité comme conducteur de phase de BT

#### 4.3.4.5 Conducteurs

Les conducteurs à employer pour SWER sont ceux utilisés pour les réseaux MT triphasés.

Les calculs mécaniques seront faits selon la NFC 11-201, sauf pour les conditions climatiques et facteurs de sécurité qui sont indiqués dans le DAO.

|   |                   |                |
|---|-------------------|----------------|
| Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:                | REFERENCE         | REV            |
| RÉSEAU MT:  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV | PAGE <b>16</b>    | SUR <b>214</b> |

---

#### **4.3.4.6 Structures**

Il y a deux catégories de structures couvrant toutes les applications normalement rencontrées. Ceux-ci sont :

- a) structures pour le conducteur simple SWER, normalement utilisé entre le transformateur d'isolement et les villages et entre villages eux-mêmes ; et
- b) structures avec câble de mise à la terre sous-jacent (ou 2 conducteurs) SWER qui sont normalement employés pour les réseaux 19 kV dans un village couvert par plusieurs zones de transformateurs et où la résistivité de sol en dessous de la ligne excède un niveau de référence. (référence entre autres à 4.3.4.4)

Des exemples de ces structures peuvent être trouvés à l'annexe des dessins. Les détails des données de tirage pour ces structures sont fournies à l'annexe A.

Si l'on est dans un cas de figure pour laquelle il n'y a pas de structure disponible, une structure sera conçue et soumise au DT pour vérification. La philosophie du moindre de coût prévaudra toujours.

#### **4.3.4.7 Bretelles antivibratoires**

Des dispositifs antivibratoires de type à spirales ou bretelles seront obligatoirement à installer sur des lignes où la traction calculée en « Vent normal » est supérieure à 18 % de la tension de rupture. Le calcul de la longueur des bretelles fabriquées sur place sera à soumettre pour approbation avant montage.

C'est important de noter que seule l'augmentation de la traction contribue effectivement à l'obtention de portée plus longues sur des terrains plats.

#### **4.3.4.8 Longueurs de portée et tracé**

Note : Des lignes aériennes SWER ne doivent pas surplomber des bâtiments.

La philosophie du moindre coût exige que les structures seront pleinement utilisées dans la mesure du possible.

Le géomètre du projet sera instruit sur cette philosophie et les concepts seront à sa disposition. Le travail du géomètre est essentiel en termes de réduction des coûts.

#### **4.3.4.9 Haubans**

Les haubans illustrés ci-devant sur des structures sont conçus pour les charges mécaniques calculées par le concepteur. Des haubans supplémentaires ne seront pas acceptés à moins qu'ils soient absolument nécessaires en raison d'une contrainte particulière.

Les haubans de construction ne seront pas enlevés, ils seront légèrement détendus et laissés en place.

#### **4.3.4.10 Tracés de lignes**

Les tracés de ligne seront tels qu'ils soient conformes à l'objectif du moindre coût initial. Les facteurs suivants seront également pris en considération, mais ne doivent pas supplanter l'objectif de moindre coût au niveau de la conception détaillée et pratique:

##### **4.3.4.11.1 Lignes téléphoniques**

L'éloignement des lignes de téléphonie dépend d'un certain nombre de facteurs, l'un étant la longueur de ligne SWER en parallèle à la ligne téléphonique. Les éléments suivants peuvent être utilisés comme guide pratique :



| Longueur de ligne SWER et de téléphonie en parallèle | Distance d'éloignement |
|--|------------------------|
| Plus d'un (1) km                                     | 75m                    |
| Moins d'un (1) km                                    | 50m                    |

NOTE : Les intersections de lignes doivent être à angles droits (90°).

#### 4.3.4.11.2 Accès pour les équipes de lignes, maintenance et rétablissement du service.

En raison de la nature des zones dans lesquelles des réseaux SWER seront construits, l'aspect d'entretien des lignes SWER doit être pris en considération. Le tracé de ligne doit être accessible dans la limite du raisonnable pour des véhicules d'entretien, et les points de couplage seront localisés de façon qu'ils soient facilement accessibles permettant l'équipe d'entretien pour localiser défauts.

#### 4.3.4.11 Distances de protection

**4.3.4.12.1** La distance de protection minimale d'une phase sous tension à tout accessoire de haut de poteau sera de 500 mm. Cette distance est sensé correspondre à la réglementation concernant la protection des travailleurs relative à la médecine du travail . Le personnel de l'entrepreneur sera équipé d'un gabarit à la norme de 500 mm (règle ou bâton de 500 mm) qui sera utilisé pour vérifier continuellement des distances de sécurité, par exemple pour les bretelles pendant la construction des lignes et de l'équipement. Cette clause n'annule d'aucune façon d'autres distances de sécurité spécifiées par les dessins normatifs et autres clauses.

**4.3.4.12.2** Les distances de sécurité minimale au sol seront conformes à la réglementation au Burkinba Faso et aux prescription du DAO.

**4.3.4.12.3** Des câbles ONATEL ne seront pas installés sur les supports de lignes MT SWER.

#### 4.3.4.12 Jonctions et dérivations

Tous les jonctions de conducteurs et les dérivations sur des conducteurs seront réalisées en utilisant des matériaux conformément aux spécifications et avec les outils conçus pour les accessoires, les conducteurs et la mise en œuvre. Les compétences des personnes réalisant des jonctions et/ou des raccordements de conducteurs seront certifiées pour exécuter un tel travail et la certification sera approuvée par le contremaître des travaux responsable du chantier.

La nature de systèmes SWER conduit à la réalisation de longues portées et afin d'empêcher le gaspillage de conducteurs des jonctions dans les portées sont autorisés sous les réserves suivantes :

- une seule jonction est acceptée dans une quelconque portée et ceci pour permettre l'utilisation des tourets;
- traversées difficiles d'accès pour le travail de réparation ne doivent pas contenir des jonctions dans quelques portées que se soit;
- traversées de route ne doivent pas contenir de jonctions dans quelques portées que se soit;
- les jonctions doivent être établies au moins 10m du point le plus bas de la portée et au moins à 10m de toute structure (support).

## **4.3.5 Transformateurs SWER de distribution**

### **4.3.5.1 Spécifications**

Les transformateurs types monophasé 16, 25, 32 et 50 KVA sont montés sur poteau simple. Pour la spécification du transformateur, référence est faite aux prescriptions du DAO.

### **4.3.5.2 Raccordement au réseau SWER**

Si des sectionneurs en amont sont utilisés, raccorder les transformateurs en utilisant de porte-fusibles à expulsion préassemblées 36 kV, avec liens solides à la place de fusibles pour les transformateurs qui le requièrent pour les exigences de l'exploitation..

Si des sectionneurs ne sont pas utilisés, les liens solides doivent être remplacés par un fusible conçu pour la situation. (référence à l'annexe D)

### **4.3.5.3 Protection des parafoudres**

Le transformateur est protégé par deux parafoudres en parallèle et relié entre la ligne MT (SWER) et la cuve du transformateur (voir D-DT-0346). La cuve est reliée à la terre du système MT principal. L'installation de distribution est protégée des surtensions de système MT et de la tension permanente du retour de terre SWER en séparant la mise à la terre de système MT et BT et en installant un parafoudre sur le neutre comme décrit dans D-DT-3088. Les parafoudres montés en parallèle doivent être de même type.

NOTE -- un parafoudre 6 kV est installé sur le transformateur SWER d'isolement et sur un système SWER relié directement. Les risques de défaut de ces parafoudres dans certaines conditions sur un système SWER directement relié est très limité, toutefois des alternatives sont présentement à l'étude. Un parafoudre défectueux n'aura pas d'effet néfaste pour le client, mais constitue un risque de défaut pour le transformateur.

### **4.3.5.4 Structure (support)**

Les structures pour les transformateurs de distribution sont illustrées sur les schémas D-DT-0462 et D-DT-0463. Deux des transformateurs de distribution peuvent être montés sur un même poteau.

## **4.3.6 Raccordement aux Réseaux BT**

Le raccordement se fait à l'aide de fusibles externes ou de disjoncteurs BT..

## **4.3.7 Mise à la terre**

### **4.3.7.1 Introduction**

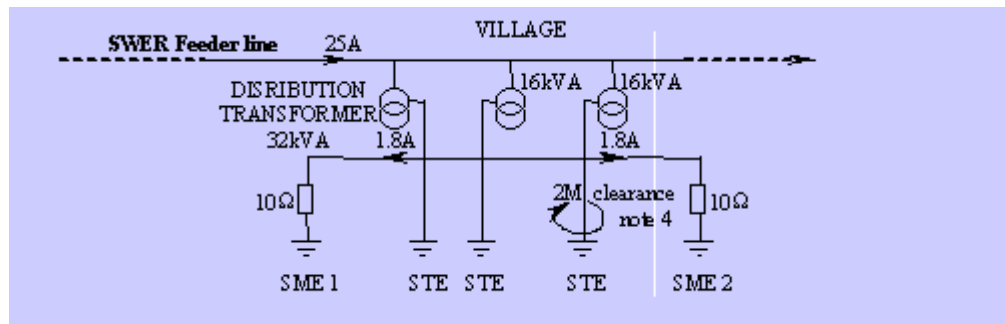
Les mesures de la résistivité de sol, le choix des électrodes et la qualité de l'installation sont des paramètres primordiaux du succès de réseaux SWER et une particulière attention sera portée à la présente partie sur la conception.

La mise à la terre SWER se compose d'électrodes spécifiques MT au niveau des transformateurs d'isolement, d'électrodes principales de système MT au niveau des transformateurs de distribution reliés à un câble de mise à la terre sous-jacent, d'électrodes de terre primaires et secondaires des transformateurs MT de distribution et d'électrodes séparées BT pour chaque transformateur de distribution. Le schéma 4 montre les concepts de mise à la terre du SWER.

L'amélioration de la valeur de la prise de terre par utilisation des agents chimiques n'est pas autorisée à moins que cette autorisation figure spécifiquement dans le DAO. Cette disposition a comme objectif d'éviter une situation où le bon fonctionnement du système dépend de la maintenance des puits de terre.

La théorie, la description, le processus et les outils utilisés pour déterminer le type et la taille d'électrodes pour la mise à la terre (type piquet de terre ou câble de fond de fosse) sont indiquées l'annexe E. Les conditions de construction et des matériaux sont illustrées sur des schémas

DDT 0210, DDT 0211, DDT 0212, DDT 0213, DDT 0214 et DDT 0215.



#### Notes :

1. les électrodes principales SWER de mise à la terre (résistance faible) (SME1 et SME 2) doivent être placées à l'extérieur du village afin d'éviter les problèmes de tension de pas ou de contact.
2. Il doit y avoir deux électrodes principales de terre par groupe de transformateurs.
3. La terre du poteau du transformateur (STE) est simplement assurée par un câble enfoui enroulé au pied du poteau à condition que. La valeur de résistance obtenue ne sera pas supérieure à 30 Ω. Elle doit être de petite étendue pour éviter les problèmes de tension de pas ou de contact dans le village.
4. Une distance de sécurité de deux mètres de tout élément conducteur en proximité (tel que clôture) doit être respectée autour du poteau d'un transformateur (en raison de la mise à terre) pour éviter les problèmes de tension de pas ou de contact.

Figure 5 — Schéma de mise à la terre MT par l'utilisation d'un câble de mise à la terre sous-jacent dans un village

#### 4.3.7.2 Mise à la terre du transformateur d'isolement

Le transformateur d'isolement a une électrode principale SME de mise à la terre qui complète le circuit de retour par la terre. Tout équipement du poste est relié à cette électrode principale. La taille et le type de l'électrode dépendent de la valeur nominale du transformateur de même que les conditions d'accès et de la terre. Se référer à l'annexe E. Il y aura au moins deux câbles isolés séparés qui relient le neutre et le réservoir du transformateur MT à cette électrode de mise à la terre pour réduire le risque de perte de terre à ce niveau. Ces câbles peuvent être reliés à une ou plusieurs électrodes. S'il y a plus d'une électrode à l'emplacement du transformateur, toutes les électrodes devront être raccordées entre elles. Se référer à D-DT-0210 et D-DT-0211 pour la structure (support) du transformateur d'isolement et à D-DT-0212 et D-DT-0213 pour les principes de raccordement de l'électrode de mise à la terre au câble de mise à la terre sous-jacent

Si, pour des raisons pratiques, la terre principale du transformateur d'isolement est éloignée du transformateur alors un piquet de terre sera foncé au point du transformateur d'isolement. Ce piquet de terre devra relier à la terre principale par le câble de mise à la terre sous-jacent. Il est toujours préférable d'avoir la terre principale au point du transformateur.

#### 4.3.7.3 Mise à la terre du transformateur de distribution

(Note : Cette section traite essentiellement de la mise à la terre MT. Pour la mise à la terre BT se référer à la NFC 11-201.

Il y a deux types d'électrodes MT de mise à la terre, des électrodes principales MT de mise à la terre et des électrodes secondaires MT de mise à la terre. La fonction de l'électrode principale MT de mise à la terre est d'assurer le retour du courant de charge et la fonction de l'électrode secondaire MT de mise à la terre est d'être

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 20</b>    | <b>SUR 214</b> |

-----

en appui (back-up) de l'électrode principale MT de mise à la terre lorsque le transformateur est raccordé à un câble de mise à la terre sous jacent

L'électrode principale de mise à la terre du transformateur de distribution peut être située soit à l'emplacement du transformateur de distribution ou être située à distance avec une mise à la terre réalisée par le câble de mise à la terre sous jacent. Se référer aux figures 3 et 5. Se référer au 4.3.4.4 pour les directives relatives à l'usage approprié de câble de mise à la terre sous jacent

L'agencement des électrodes BT de mise à la terre de chaque transformateur de distribution est effectué comme pour les autres systèmes MT, mais avec des résistances conçues pour coordonner les paramètres de protection SWER pour toute installation particulière. Se référer au tableau E2 en annexe E.

#### **4.3.7.3.1 Raccordements de transformateur de distribution à un câble de mise à la terre sous jacent**

Ceci se rapporte normalement aux installations d'au moins deux transformateurs de distribution dans un groupe comme décrit au 4.3.4.4. Se référer à la Fiche 1 de D-DT-0462 pour les informations concernant le raccordement. Le raccordement du neutre MT à la terre se fera par un câble nu au câble de mise à la terre sous-jacent, et par un câble isolé à électrode secondaire de mise à la terre, comme câble de fonds de fosse ou de piquet de terre lors de l'installation du transformateur de distribution. Normalement la technique du câble de fonds de fosse est employée pour les installations initiales et alors que celle du piquet de terre est utilisée lorsque vous ajoutez un transformateur à un poteau existant. C'est une condition que la valeur de résistance de la terre secondaire ne sera pas supérieure à 30  $\Omega$ .

#### **4.3.7.3.2 Cas d'un seul transformateur de distribution**

L'installation de l'électrode principale de mise à la terre devra être située au lieu du transformateur de distribution et deux câbles isolés devront relier le neutre MT à l'électrode. Se référer à D-DT-0210 et D-DT-0211 pour les informations relatives au raccordement. Se référer à la feuille 2 de D-DT-0462. Dans le cas d'un seul transformateur sur support métallique, ce support sera muni d'une gaine PE de haute densité (HDPE) solide jusqu'à une hauteur de 2 m hors sol. La gaine pourra consister de segments de gaine PE installée après le montage du support. La gaine doit être placée et fixée de façon à rendre tout contact avec le support métallique impossible.

#### **4.3.7.3.3 Mise à la terre du câble de mise à la terre sous jacent**

Le câble de mise à la terre sous jacent doit être relié aux électrodes principales MT de mise à la terre à différents points définis par la conception. Le paragraphe sur la redondance, § 4.3.7.5, détermine le nombre d'électrodes principales MT de mise à la terre qui devront être installées pour un réseau donné.

Il y aura au moins deux câbles isolés séparés reliant le câble de mise à la terre sous jacent à l'électrode principale de mise à la terre en tout endroit, se référer au D-DT-0212 et au D-DT-0213 pour les détails relatifs à la construction.

Le support des descentes des câbles de mise à la terre du neutre sous jacent, si ce support n'est pas du bois, doit être soit isolé par PE de haute densité (HDPE) jusqu'à une hauteur de 2 m ou être renfermé par une clôture de 2 m de hauteur et situé à une distance de 2 m au minimum par rapport au support.

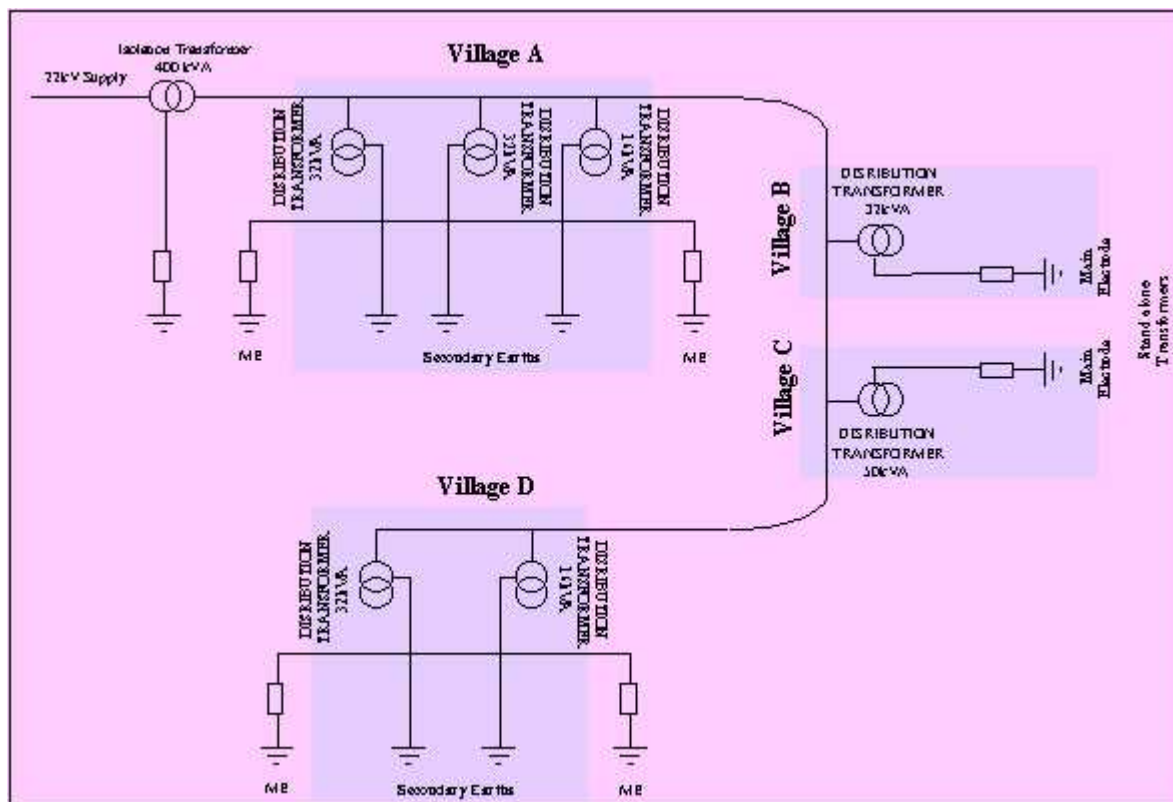


Figure 5 — Système typique SWER avec des transformateurs autonomes et un câble de mise à la terre sous jacent relié aux transformateurs

#### 4.3.7.4 Redondance d'électrode de mise à la terre

On suppose la résistivité minimale de sol pour la conception de l'électrode de mise à la terre à  $100\Omega\text{m}$ . Si la valeur de la résistivité est inférieure à  $100\Omega\text{m}$ , la conception de l'électrode sera faite sur une base de  $100\Omega\text{m}$ .

Pour les groupes de transformateurs avec un câble de mise à la terre sous-jacent, le nombre minimum d'électrodes principales de mise à la terre sera de deux. Celles-ci ne devront pas être installées au même endroit.

Pour chaque transformateur simple avec un câble de mise à la terre sous-jacent, il y aura au moins une électrode principale et une électrode secondaire de mise à la terre, soit comme câble de fond de fosse ou piquet de terre au lieu du transformateur.

Pour les groupes de transformateurs avec un câble de mise à la terre sous-jacent, la résistance nominale des électrodes de mise à la terre sera calculée de telle façon que la capacité des électrodes restantes après la perte d'une électrode principale suffira pour assurer à l'approvisionnement pour la demande installée sous ce câble de mise à la terre sous-jacent.

La taille de l'électrode ou des électrodes sera basée sur la capacité installée desservie par les électrodes. Si une capacité additionnelle est ajoutée, alors la conception des électrodes doit être contrôlée pour assurer qu'elles peuvent prendre la charge additionnelle. Un équipement d'essai portatif pourra être installé temporairement pour déterminer si l'installation d'électrodes supplémentaires est nécessaire ou, encore mieux,

un voltmètre permanent qui mesure la tension entre le neutre SWER et un neutre indépendant, par exemple le neutre BT, voir la clause suivante.

#### **4.3.7.5 Suivi d'état des électrodes de mise à la terre**

L'état des électrodes principales de mise à la terre est extrêmement important et on devra les vérifier physiquement au cours de mise de surveillance régulière de la ligne et des visites de site. L'inspection veillera à ce que le câble de mise à la terre soit intact sur toute sa longueur et soit solidement fixé à l'équipement. Un dispositif à installer sur des transformateurs de distribution choisis pour donner une indication sur l'état de l'électrode MT en mesurant la différence de potentiel entre les électrodes MT et BT est actuellement en cours d'élaboration.

#### **4.3.7.6 Etat des électrodes de mise à la terre — protection mécanique**

Il est important de protéger les câbles de terre isolés, tant au lieu des transformateurs d'isolement que de distribution contre les incendies et les dégâts mécaniques. Un tuyau aux parois épaisses de polyéthylène à haute densité (HDPE) doit être utilisé à cet effet. Ce tuyau devra être mécaniquement fort, résistant à la chaleur et ne prendra pas feu facilement. Les herbes épaisses, les buissons et les plantations de canne à sucre peuvent présenter des risques d'incendie pour ce tuyau protecteur. L'installation d'une électrode de mise à la terre dans un champ de canne à sucre n'est pas conseillée. Là où cela est jugé nécessaire, les alentours des poteaux dans un périmètre d'1m sera défriché de tout buisson pour éviter que le tuyau ne soit pas exposé à une chaleur de haute intensité en appliquant un herbicide, du type 1 Outspace 100GR (herbe) ou Outspace Super (Roundup) pour les arbustes.

#### **4.3.7.7 Électrodes des équipements auxiliaires**

On appliquera une électrode d'une valeur de 30  $\Omega$  pour la mise à la terre des masses métalliques des appareils auxiliaires, tels que réenclencheurs automatique, points de comptage, etc.

#### **4.3.7.8 Installations de transformateur**

Les terres MT et BT doivent être séparées de 5 m au minimum et un parafoudre neutre doit être installée entre le neutre de la BT et le réservoir de transformateur. Pour un système SWER 400 kVA, la norme de parafoudre ayant un MCOV de 5 (6) kV doit être appliquée pour les systèmes de 33 kV solidement mis à la terre.

Toutes parties métalliques, le réservoir de transformateur et le parafoudre MT doivent être reliés à la terre MT suivant le schéma 6 ci-dessous. Ce principe doit être appliqué aux transformateurs monophasés et biphasés.

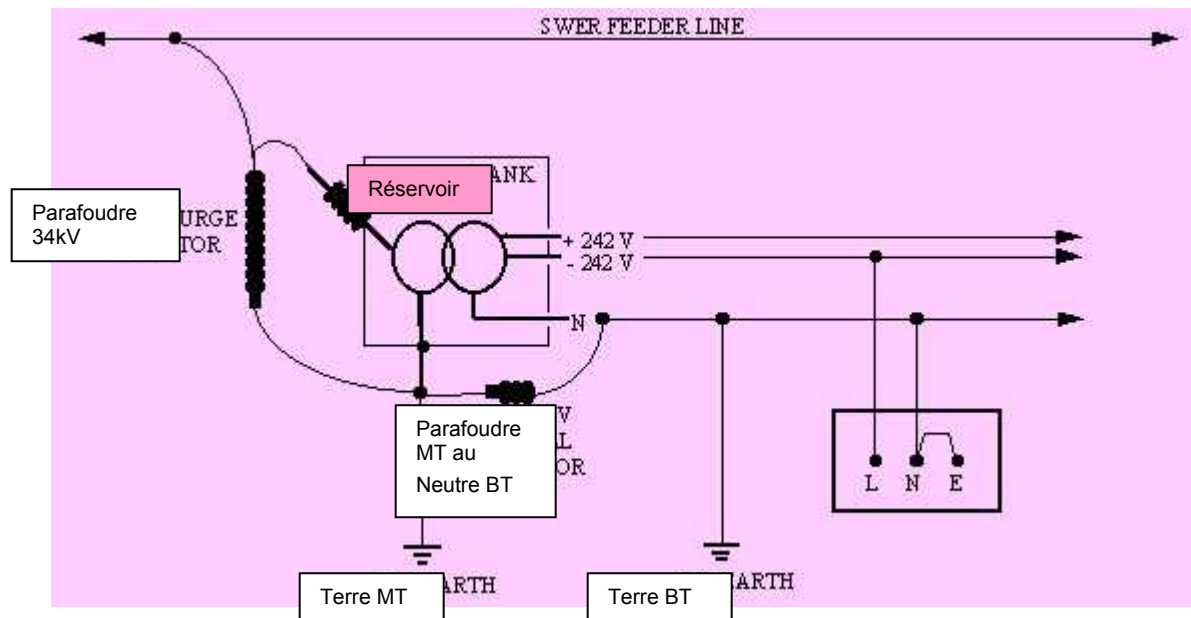


Figure 6 : Disposition de mise à la terre d'un transformateur de distribution SWER entre les terres MT et BT

La configuration de l'électrode de mise à la terre BT se fera conformément à NFC 11-201.

#### 4.3.7.9 Haubans

Tous les haubans doivent être équipés d'un isolateur d'haubans sur tous les réseaux MT et tous les postes de distribution BT pour éviter la circulation de courants dans la piste de retour.

#### 4.3.7.10 Bâtiments/propriétés client

Toute électrode installée à une distance de bâtiments ou propriétés d'un client inférieure à la longueur ou la profondeur de l'électrode doit être clôturée avec une distance de sécurité minimale de 2 m entre tout point de l'électrode et la clôture.

#### 4.3.7.11 Marquage de structures mise à la terre

Sur toutes les structures mises à la terre telles que les transformateurs et certains poteaux SWER, un marquage clair sera installé avertissant les populations des dangers à l'approche et à la manipulation des installations. Ce marquage sera dans les langues locales prédominantes dans la communauté. Des exemples sont inclus dans l'annexe E.C.

#### 4.3.7.12 Installation du réenclencheur

Le réservoir du réenclencheur doit être mis à la terre en utilisant soit

- 1) une électrode standard de 5 points montée en étoile si le réservoir est éloigné du transformateur d'isolement ou
- 2) la terre principale du transformateur d'isolement si le réservoir est placé au point du transformateur.

|   |                   |                |
|---|-------------------|----------------|
| Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:                | REFERENCE         | REV            |
| RÉSEAU MT:  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV | PAGE <b>24</b>    | SUR <b>214</b> |

---

#### **4.3.7.13 Processus de conception d'électrode de SWER**

Le processus de conception d'électrodes SWER est donné en annexe E. Ce processus doit être respecté pour garantir l'installation d'électrodes du type et de la taille appropriés. Se référer à l'annexe G qui donne les étapes de conception nécessaires pour un emplacement optimal des électrodes SWER et pour réussir un projet SWER.

#### **4.3.8 Protection**

La philosophie de base de la protection SWER et un cadre simple dans lequel l'appliquer sont présentés en annexe D. Si une conception n'entre pas précisément dans le cadre fourni, la philosophie est décrite en détails suffisants pour permettre d'exécuter une conception de protection détaillée.

#### **4.3.9 Repérage**

Les réseaux SWER seront marqués conformément aux pratiques utilisées sur tous les réseaux MT.

Les positions de fusible auront un marquage indiquant la taille et le type de fusible à installer à cette position.

#### **4.3.10 Inspection**

Tout système SWER doit être entièrement inspecté avant la mise sous tension.

Des fiches types d'inspection sont données en annexe B.

L'entrepreneur et l'ingénieur signeront les fiches d'inspection avant la mise sous tension.

Aucune omission dans les fiches types d'inspection contenues en B n'exemptera d' aucune manière l'entrepreneur ou l'ingénieur de leurs obligations conformément à la réglementation et les textes à respecter.

#### **4.3.11 Essai**

Le système MT SWER n'exige pas d'essai électrique particulier, cependant il est absolument vital de s'assurer que le système est conçu et installé conformément à ce standard. Tout raccordement électrique doit faire l'objet d'un contrôle physique pour assurer que l'équipement indiqué a été utilisé et que les raccordements sont adéquats.

Toutes les électrodes de mise à la terre devront être testées individuellement et leurs caractéristiques inscrites sur le formulaire de test d'électrode de mise à la terre donné en annexe C.

Un système complet MT de mise à la terre peut être testé en employant une méthode d'impédance de boucle qui indiquera que l'impédance générale de boucle du système de terre en question reste conforme aux conditions de conception. Cela n'indiquera cependant pas si une électrode a une impédance plus élevée que conçue lorsqu'une autre fait la compensation en ayant actuellement une impédance inférieure à celle qui a été projetée. Par exemple lorsque, sur un long réseau une électrode était très sèche et une autre était anormalement humide lorsque l'essai a eu lieu. La méthode réelle pour effectuer pratiquement un tel essai reste à être développée.

#### **4.3.12 Exploitation de systèmes SWER**

Les réseaux SWER n'ont pas de protection contre des défauts de terre sensible (défauts résistants). L'isolement de la ligne SWER se fera par le bon fonctionnement d'un réenclencheur et son paramétrage de surintensité ou par le fonctionnement d'un fusible. Cela signifie qu'un courant de défaut suffisant doit être présent pour actionner le dispositif de protection. Lorsque la mise à la terre pour les interventions sur la ligne par des



|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 25</b>    | <b>SUR 214</b> |

exploitants est obtenue par un simple piquet de terre enfoncé dans le sol à une profondeur de 300mm environ, il y a une forte chance que le fusible ou le réenclencheur ne réagissent pas, si la ligne est accidentellement mise sous tension avec des mises à la terre installées, en raison d'une résistance trop élevée de la terre au niveau du piquet de terre. Cette question a été soulevée par un comité national de régulation HT et un groupe de travail en Afrique du Sud dont la réponse en était que la prise de précautions au-delà des pratiques d'exploitation actuelles en matière de système MT n'était pas jugée nécessaire.

Par conséquent, les réseaux SWER doivent être exploités selon les mêmes principes que les réseaux conventionnels MT triphasés.

Pour question d'intérêt, des points de mise à la terre de qualité pour les exploitants pourraient être envisagés à des positions stratégiques d'exploitation pour assurer que les dispositifs de protection SWER déclencheraient la ligne SWER si ces terres étaient branchées et que la ligne était mise sous tension accidentellement. La raison pour laquelle cela n'est pas obligatoire est la suivante :

- a) Le groupe de travail sur les réglementations HT n'a pas jugé cela nécessaire en comparant SWER au fonctionnement de réseau conventionnel MT.
- b) La difficulté est de décider où situer les positions stratégiques d'exploitation.
- c) La responsabilité à long terme de l'entretien des terres pour s'assurer qu'elles fonctionnent comme prévu à leur conception pour une très faible probabilité qu'elles soient appelées à le faire

Un paillason de terre pour le personnel devra être fourni à chaque position d'exploitation d'un poste de transformateur d'isolement pour prévenir de tension de pas élevée dans le cas où l'opérateur, réalisant de manipulations au poste de transformateur d'isolement, commuterait sur un défaut. Un paillason typique et donné au Schéma D-DT-0420.

### **4.3.13 Pièces de rechange**

- b) Des pièces de rechange seront fournies et stockées selon les indications du DAO.

## **4.4 Conditions particulières du micro SWER**

### **4.4.1 Généralités**

Le micro SWER n'est actuellement pas envisagé au Burkina Faso. Néanmoins, comme la technologie existe, des projets micro SWER pourront être envisagés selon des conditions qui restent à définir, et suite à une autorisation préalable des autorités compétentes.

Le micro SWER est une technologie qui d'établir une alimentation en énergie SWER directement dérivée d'un réseau de 15 ou 20 kV ayant une protection contre le défaut de terre sensible. Ce mode d'approvisionnement est principalement conçu pour alimenter les stations de télécommunication radio mais il peut être employé pour toute alimentation de faible charge.

Les lignes SWER de ces approvisionnements en puissance sont reliées en dérivation directe de lignes principales 15 et 20 kV, permettant des approvisionnements SWER de respectivement 8,7 et 11,5 kV. Le principe est donc le même que pour le SWER dérivé en direct (sans transformateur d'isolement) d'une ligne 33 kV)

Le niveau d'isolement des composants de ligne sera de 145 kV (la famille d'équipement 24 kV) sauf pour les transformateurs ou le même niveau que pour le SWER 19,1 kV est appliqué, soit un BIL de 200 kV pour la partie du transformateur liée à la ligne SWER.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:                   | REFERENCE         | REV            |
| RÉSEAU MT:   | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA<br>TERRE (SWER) DE 19,1kV | PAGE <b>26</b>    | SUR <b>214</b> |

---

#### **4.5 Exploitation BT sur les systèmes SWER**

L'exploitation de BT sur les systèmes SWER est la même que pour les autres systèmes MT.

Pour les structures (supports) communes (BT et SWER sur la même structure) les distances de sécurité seront similaires à ceux des systèmes MT.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 27</b>    | <b>SUR 214</b> |

---

## **ANNEXE A**

**Non applicable**

## ANNEXE B

### Feuille d'inspection type

#### Formulaire d'inspection type des systèmes SWER

Ce formulaire ne contient que les exigences minimum et n'affranchira aucune personne ressource de sa responsabilité de réaliser un excellent travail conformément à la réglementation générale du sous-secteur d'énergie électrique du Burkina Faso

1 Référence de l'installation

1.1 Adresse électrique

1.2 Informations du Projet :

---



---



---



---



---



---



---

Exécuté par : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_ Signature : \_\_\_\_\_

NOTE — L'inspection des systèmes SWER commence lorsque les équipements sont livrés sur site et elle se poursuit jusqu'à la mise sous tension. L'important est de s'assurer que les équipements et les compétences requises pour la construction des systèmes SWER répondent à la norme retenue.

Type de Conducteur :

| Equipements Essentiels           | Fabricant | Code du Produit | Conformes aux spécifications | Action |
|----------------------------------|-----------|-----------------|------------------------------|--------|
| Isolateurs rigides (type Post)   |           |                 |                              |        |
| Chaînes d'isolateurs fût long    |           |                 |                              |        |
| Isolateurs BT                    |           |                 |                              |        |
| MT, fixation en alignement       |           |                 |                              |        |
| Pinces d'ancrage MT              |           |                 |                              |        |
| Pinces d'alignement BT           |           |                 |                              |        |
| Pinces d'ancrage BT              |           |                 |                              |        |
| Manchon en traction              |           |                 |                              |        |
| Manchon                          |           |                 |                              |        |
| Support fusible à expulsion      |           |                 |                              |        |
| Elément fusible à expulsion      |           |                 |                              |        |
| Réenclencheur                    |           |                 |                              |        |
| Piquets de terre                 |           |                 |                              |        |
| Conducteur cuivre isolé de 25 mm |           |                 |                              |        |

|                             |  |  |  |  |
|-----------------------------|--|--|--|--|
| Conducteur de cuivre massif |  |  |  |  |
|-----------------------------|--|--|--|--|

| Outils de compression      | Modèle | Dernier Test |
|----------------------------|--------|--------------|
|                            |        |              |
|                            |        |              |
|                            |        |              |
| Outils de réglage de ligne |        |              |
|                            |        |              |
|                            |        |              |
|                            |        |              |

## Contrôle de qualifications

| Compétence                             | Personne ressource | Certifié compétent |
|--|--------------------|--------------------|
| Manchons en traction                   |                    |                    |
|  |                    |                    |
|  |                    |                    |
| Manchon                                |                    |                    |
|  |                    |                    |
|  |                    |                    |
| Fixations sur isolateurs rigides       |                    |                    |
|  |                    |                    |
|  |                    |                    |
| Equipement de poteau                   |                    |                    |
|  |                    |                    |
|  |                    |                    |
| Tirage de ligne et réglage des câbles. |                    |                    |
|  |                    |                    |
|  |                    |                    |
| Compactage des fouilles de poteau      |                    |                    |
|  |                    |                    |
|  |                    |                    |

### Points d'Inspection

Les points de l'inspection qui devront avoir lieu avant que la construction puisse continuer.

| Mise à la terre   | Nombre d'Electrodes (1, 2,3 etc.) |
|---|-----------------------------------|
| Formulaire d'identification de l'électrode intégralement rempli                     |                                   |
| Profondeur de la tranchée 1 m (min)   |                                   |
| Longueur de position de la tranchée   |                                   |
| Caniveau — pose de cuivre massif  |                                   |
| Caniveau — raccordements et points (point central) de raccordement de câbles isolés |                                   |
| Compactage du remblai de caniveau   |                                   |
| Profondeur du piquet (électrode)  |                                   |
| Caniveau jusqu'à l'électrode forée 1 m (min) de profondeur                          |                                   |
| 20 % de la longueur de l'électrode verticale est isolée                             |                                   |
| Electrode — raccordement piquet ↔ câble isolé                                       |                                   |
| Technique de remblai de l'électrode-piquet  |                                   |
| Herbicide appliqué ?  |                                   |
| Contrôle physique de tous les raccordements au câble de mise à la terre sous jacent |                                   |

## ANNEXE C

### Formulaire de types de test d'électrode de mise à la terre

#### Mesure de résistivité et données caractéristiques d'électrode pour électrode principale de mise à la terre

##### C.1 Transformateur d'isolement/distribution

1 Référence de l'installation 1.1 Adresse électrique 1.2 Informations du Projet :

|       |       |
|-------|-------|
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |

2 Résultats de mesures de la résistivité 2.1 Types de Sol :

|       |                            |
|-------|----------------------------|
| _____ | Terre arabe, sol de jardin |
| _____ | Argile                     |
| _____ | Argile, sable et gravier   |
| _____ | Sable et gravier           |
| _____ | Ardoises, schiste et grès  |
| _____ | Roches cristallines        |

Exécuté par : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_ Signature : \_\_\_\_\_

**Tableau 1 — Mesure de la résistivité des sols pour les projets SWER — Résultats**

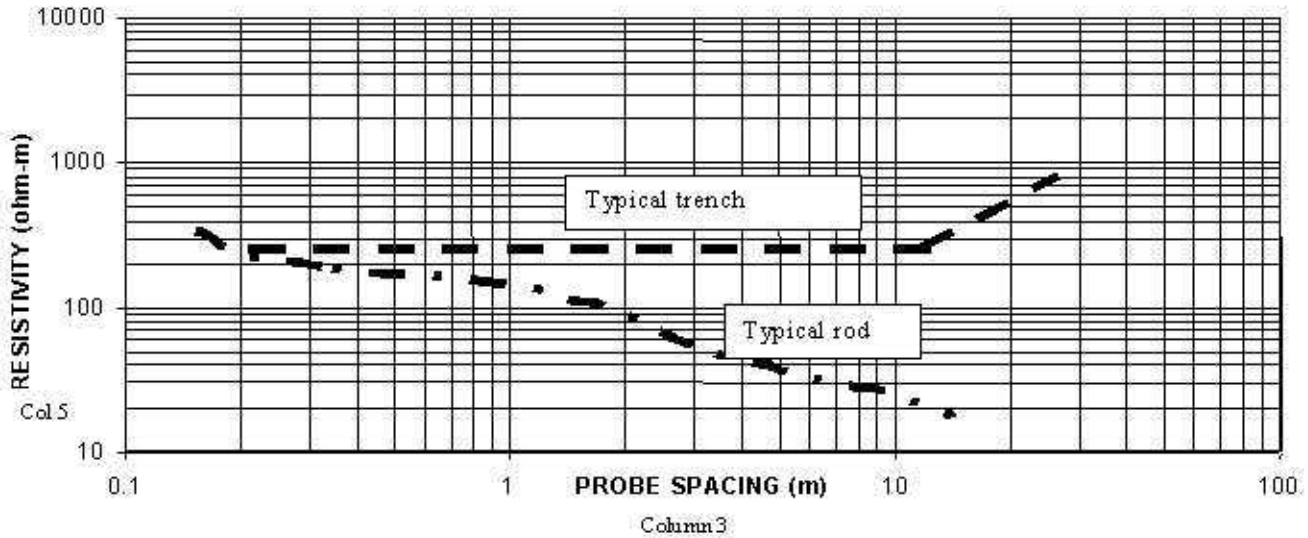
| Espacement des électrodes de test<br>a (m) | Profondeur de la couche du sous-sol examinée<br>D=0,8a (m) | Relevé de l'appareil de contrôle<br>R [ $\Omega$ ] | Facteur géométrique K<br>K = $2\pi_r$ | Résistivité [ $\Omega$ m]<br>$\rho = RK$ |
|--|--|--|---------------------------------------|--|
| 1  | 0,8  |  | 6,28                                  |  |
| 2  | 1,6  |  | 12,57                                 |  |
| 4  | 3,2  |  | 25,13                                 |  |
| 8  | 6,4  |  | 50,26                                 |  |
| 16   | 12,8   |  | 100,53                                |  |
| 32   | 16   |  | 201,06                                |  |
| 50   | 40   |  | 314,16                                |  |
| 100  | 80   |  | 628,32                                |  |

### C.2 Configuration et dimensions de l'électrode

Date : \_\_\_\_\_ Schéma de : \_\_\_\_\_

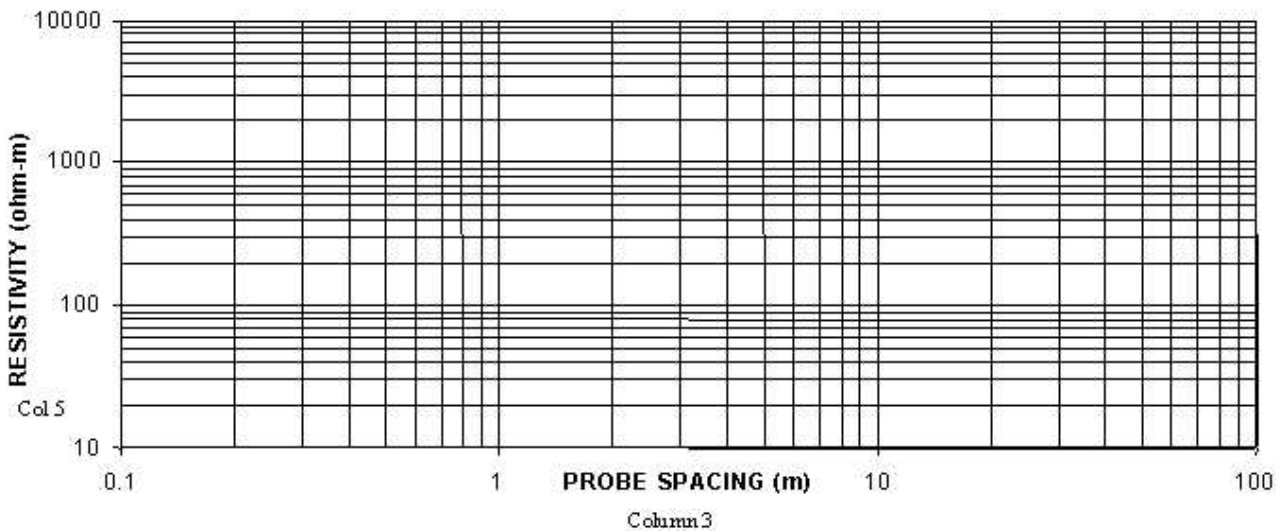
Signature : \_\_\_\_\_

Exemple qui oriente le concepteur vers une solution typique d'électrode horizontale en caniveau (Trench) ou vers une électrode verticale en puit forée ou creusé (Rod).



Note « Probe Spacing » représente la distance entre les électrodes de test

Report des résultats sur le graphique ci-dessous :





**C.3 Résistance de l'électrode : Résultats de mesure suivant la méthode des 61,8 %**

| Définition     | Position                  | Distance (m) | Résistance ( $\Omega$ ) |
|----------------|---------------------------|--------------|-------------------------|
| X              | Mesure C2                 |              |                         |
| R <sub>1</sub> | Mesure P2 à 0,2x          |              |                         |
| R <sub>2</sub> | Mesure P2 à 0,4x          |              |                         |
| R <sub>3</sub> | Mesure P2 à 0,5x          |              |                         |
| R <sub>4</sub> | Mesure P2 à 0,6x          |              |                         |
|                | <b>Mesure P2 à 0,618x</b> |              |                         |
| R <sub>5</sub> | Mesure P2 à 0,7x          |              |                         |
| R <sub>6</sub> | Mesure P2 à 0,8x          |              |                         |

**C.4 Résistance de l'électrode —résultats calculés par la méthode des quatre potentiels**

|       |   |                      |   |                       |   |                      |                      |   |                |
|-------|---|----------------------|---|-----------------------|---|----------------------|----------------------|---|----------------|
| R     | = | 0,1187R <sub>1</sub> | - | 0,4667R <sub>2</sub>  | + | 1,9816R <sub>4</sub> | 0,3961R <sub>6</sub> | = | _____ $\Omega$ |
| R     | = | 2,6108R <sub>2</sub> | + | 4,0508R <sub>3</sub>  | - | 0,1626R <sub>4</sub> | 0,2774R <sub>6</sub> | = | _____ $\Omega$ |
| R     | = | 1,8871R <sub>2</sub> | + | 1,1148R <sub>3</sub>  | + | 3,6837R <sub>4</sub> | 1,9114R <sub>5</sub> | = | _____ $\Omega$ |
| R     | = | 8,5225R <sub>3</sub> | + | 13,6816R <sub>4</sub> | - | 6,8803R <sub>5</sub> | 0,7210R <sub>6</sub> | = | _____ $\Omega$ |
| R (T) | = | R (av)               | = | _____ $\Omega$        |   |                      |                      |   |                |

Date : \_\_\_\_\_

Testé par : \_\_\_\_\_

Signature : \_\_\_\_\_

## ANNEXE D

### Philosophie, dispositifs et schémas de protection

| Table des matières  | Page |
|---|------|
| Introduction .....  | 45   |
| 1 Portée .....  | 47   |
| 2 Références Normatives .....   | 47   |
| 3 Définitions et abréviations .....   | 47   |
| 4 Conditions .....  | 48   |
| 4.1 Transformateur d'isolement SWER et réseau protégé par fusible .....                         | 49   |
| 4.2 Transformateur d'isolement SWER avec réenclencheur automatique, sectionneur et réseau ..... | 53   |
| 4.3 Protection de lignes principales triphasée 33 kV et dérivation SWER .....                   | 55   |
| <br>Annexes   |      |
| D.A Contrôle des chocs d'ondes associée à la foudre sur une ligne SWER.....                     | 57   |
| D.B Information sur l'utilisation du produit.....   | 59   |
| D.C Approche régionale pour l'utilisation du SWER .....   | 57   |
| D.F Informations commerciales et de vente .....   | 65   |

## Introduction

Un système de distribution SWER peut être construit en dérivation de réseau de 15, 20 ou 33kV en utilisant un transformateur d'isolement ayant un secondaire 19kV phase-terre ou directement relié à un réseau 33kV ayant un poste source conçue pour cela. Dans les deux cas, la masse générale de la terre est employée comme conducteur de retour pour les courants de défaut et de charge et c'est pourquoi les philosophies traditionnelles de protection associées aux systèmes MT trois ou quatre fils ne peuvent pas s'appliquer.

La protection des réseaux SWER est généralement obtenue au moyen de protection contre la surintensité pouvant distinguer les intensités de charge et les courants de défaut. La détection des défauts monophasés à la terre de forte impédance ne peut se faire au moyen de détection traditionnelle de défaut de terre sensible (SEF) puisque le courant de charge et celui de défaut circulent dans le même circuit et peuvent être d'intensité semblable. Pour cette raison, les dispositifs de détection de défauts de forte impédance pourraient être utilisés pour détecter les conducteurs cassés et d'autres défauts créant des arcs de forte impédance. Ces dispositifs sont déclenchés par une surintensité ou une perte de courant de charge suivis par des arcs.

Les systèmes de distribution SWER sont principalement destinés à la fourniture de solutions rentables de transfert de quantités relativement petites d'électricité (< 500kVA) sur de grandes distances. Il est important de ce fait que la protection appliquée soit appropriée au type d'équipements primaires installés.. Par exemple, les fusibles protègent généralement les lignes d'alimentation SWER en dérivation d'un transformateur d'isolement. Les réenclencheurs et sectionneurs automatiques ne sont appliqués que là où les conditions environnementales (par exemple densité d'éclairs de foudre) justifient des coûts d'investissements supplémentaires. De façon similaire, les dispositifs de détection de défaut de forte impédance ne sont rentables que lorsqu'ils sont appliqués à une Poste 33kV qui alimente un réseau SWER. La conception de système doit respecter les limites données dans les tableaux suivants. Pour toute question supplémentaire prière de vous adresser au département Technologie de Distribution.

Le risque pour la sécurité associé à un conducteur tombé par terre pour un système SWER n'est généralement pas plus grand que celui d'un système triphasé de 11kV ou même 22kV pour les raisons suivantes :

- a) la figure D.1 indique que la longueur du conducteur par terre, pour une résistivité spécifique du sol, pour créer un courant de 25A est très similaire à celle d'un système triphasé de 11 et 19kV SWER;
- b) un conducteur SWER cassé se trouvant sur la terre du côté de la charge n'est pas sous tension, à la différence d'un système triphasé où le conducteur restera sous tension par les deux autres phases raccordées et la charge;
- c) Les longueurs des portées SWER sont généralement plus grandes; ce qui conduit à une plus grande longueur du conducteur cassé en contact avec le sol; et
- c) la probabilité de défaut d'une ligne est, dans certains types de défaillance, proportionnelle au nombre de conducteurs et de ce fait une ligne SWER (un conducteur) présente un avantage par rapport à une ligne triphasée (3 conducteurs).



Figure D.1 — Longueur de conducteur au sol requise pour permettre à un courant de 25A de circuler pour une résistivité de sol et une tension de système donné

#### D.1 Champs d'application

Cette partie du standard de distribution couvre les conditions de protection des systèmes de distribution SWER en dérivation d'une source triphasée de 33kV ou d'un transformateur d'isolement raccordé entre deux phases d'un système conventionnel de 15 ou 20kV

#### D.2 Références Normatives

La protection d'un système SWER doit être, à la fois, adapté aux besoins de ce système même et être coordonnée avec le système en amont.

Le SWER n'est pas différent à d'autres systèmes d'alimentation lorsqu'il s'agit de la protection ampèremétrique : Un court-circuit au point le plus éloigné doit actionner l'organe de protection situé immédiatement en amont du défaut et les organes situés encore vers l'amont ne devaient pas réagir, en même temps qu'il doit être possible d'exploiter le système en pleine charge sans actionnement d'un organe de protection quelconque.

En termes de défauts à la terre le SWER diffère d'un système traditionnel. Les organes de détection habituellement utilisés ne sauront pas distinguer entre un défaut résistant (faible courant de défaut) à la terre et le courant de charge traversant la masse de la terre.

Dans un système SWER issu d'un transformateur d'isolement il faudra que l'amplitude du courant de défaut à la terre permet l'actionnement de la protection ampèremétrique, qui, de l'autre côté, doit être réglé à une valeur qui permet le courant de charge et, lors d'un enclenchement, le courant d'excitation des transformateurs, sans actionnement de la protection. Le système d'alimentation du transformateur d'isolement livre la puissance du SWER comme une charge bi-phasée. Des défauts à la terre du

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 37</b>    | <b>SUR 214</b> |

---

système SWER ne seront pas détectés par le système d'alimentation comme un défaut à la terre, mais comme un courant de charge biphasé.

Dans le cas de systèmes SWER dérivés en direct d'un système triphasé 33 kV (15 ou 20 kV pour le micro SWER), le seuil de détection de défauts à la terre doit être relevé pour permettre le courant de charge, qui est capté par l'électrode principale du poste source. Il existe un relais spécial qui est capable de distinguer entre un courant de charge et un conducteur par terre, mais une expérience pratique au Burkina Faso de ce relais n'existe pas encore.

En termes de références normatives, les normes et pratiques de la SONABEL sont à respecter, et une collaboration étroite entre le concepteur du système SWER et la SONABEL sur les aspects de protection est nécessaire.

### D.3 Définitions et abréviations

Pour les besoins de ce standard nous appliquerons les définitions et les abréviations suivantes :

#### D.3.1 Définitions

D.3.1.1 opération de protection différée : La fonctionnalité de protection se composant d'une famille de courbes ayant des temps de réponse inversement proportionnels au courant de défaut comme multiple du paramètre d'appel.

D.3.1.2 sauvegarde de fusible : Pratique par laquelle une cause de défaut est rapidement éliminée par le fonctionnement d'un disjoncteur en amont, bien que la position de défaut soit telle que le fusible aurait dû être le dispositif sectionneur.

D.3.1.3 opération de protection rapide : La fonctionnalité de protection permettant un fonctionnement rapide du disjoncteur, indépendamment du fait que son fonctionnement soit due à une fonction de protection instantanée (c'est à dire une opération sans différé intentionnel), à une fonction de protection rapide de courbe (c'est à dire consistant en une famille de courbes ayant des temps de fonctionnement approximativement constants (légèrement inverse) au multiple du paramètre d'appel), ou à une fonction instantanée ayant un temps de retard fixe relativement court.

D.3.1.4 temps de rétablissement : Le temps après qu'une opération de fermeture de disjoncteur pour laquelle les intensités mesurées sont inférieures au niveau de détection de défaut. A l'échéance de ce temps la séquence des protections est active.

D.3.1.5 fusible à répétition : Un fusible à expulsion pouvant automatiquement réactiver un nouvel élément du fusible juste après le fonctionnement du fusible.

D.3.1.6 sectionneur électronique monophasé : Un support de fusible à expulsion monté avec une liaison de sectionnement électronique pouvant détecter des impulsions de courant de défaut de transit et s'ouvrir pendant la période morte du réenclencheur en amont, après avoir détecté un nombre prédéterminé de défauts dans le temps de rétablissement du sectionneur. Le dispositif doit être rétabli manuellement

#### D.3.2 Abréviations

D.3.2.1 AR : réenclencheur automatique.

D.3.2.2 SEF : Défaut de terre sensible.

D.3.2.3 SES : Sectionneur électronique monophasé

D.3.2.4 SWER : Système monophasé avec retour par la terre.

#### D.4 Conditions

Les conditions des trois philosophies de protection de base pour les réseaux de distribution SWER sont couvertes c'est à dire :

- a) Les lignes principales SWER en dérivation d'un réseau de 15kV ou de 20kV par un transformateur d'isolement raccordé entre deux phases ayant une protection contre la surintensité utilisant de fusibles en série.
- b) Les lignes principales SWER en dérivation d'un réseau de 15kV ou de 20kV par des transformateurs d'isolement monophasés, raccordés entre deux phases, avec une protection contre la surintensité à l'aide d'un réenclencheur automatique, des sectionneurs et des fusibles;
- c) les lignes principales SWER raccordées directement à un système 33kV par un poste source convenablement conçu disposant de :
  - 1) protection de surintensité et de défaut à la terre du transformateur triphasé HT/33kV (HT suppose 50kV et plus),
  - 2) protection de surintensité, de défaut à la terre et de défaut de terre sensible (SEF) des lignes principale 33kV au Poste HT/33kV avec un réenclencheur automatique. Cela se fait grâce à un relais qui assure une protection SEF, de surintensité et de défaut à la terre par des techniques de reconnaissance des formes d'ondes du courant et qui a une fonction intégrée de réenclenchement automatique,
  - 3) protection de surintensité en aval grâce à une série du réenclencheurs, de sectionneurs et de fusibles.

La décision de n'utiliser que des fusibles ou une combinaison de fusibles, de sectionneurs et de ARs dépendra du comportement de la ligne en question, du coût du déplacement et du nombre de pannes envisageables dues à des facteurs environnementaux. L'annexe D.A présente les recommandations à cet égard.

#### D.4.1 Réseau SWER protégé par fusible et par transformateur d'isolement

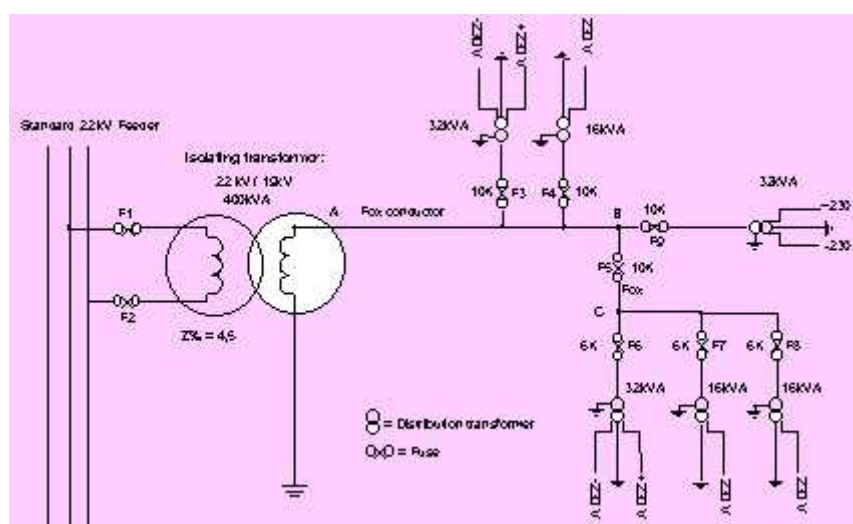


Figure D.2 — Lignes principales 11kV ou 22kV triphasées typiques ayant une ligne SWER entièrement protégés par fusibles en dérivation par un transformateur d'isolement.

La Figure D.2 illustre l'exemple d'un système SWER typique protégé par fusible en dérivation par un transformateur d'isolement. La fonction du transformateur d'isolement consiste à isoler de manière galvanique le réseau SWER du réseau de distribution triphasé, empêchant le courant SWER

d'affecter les relais de mesure de défaut de terre sur le réseau de 11kV/22kV (au Burkina Faso 15, 20 ou 33 kV). Les conditions de protection se présentent comme suit :

D.4.1.1 Il est recommandé que les fusibles primaires, F1 et F2, soient installés au transformateur d'isolement conformément au tableau D.1. La fonction de ces fusibles consiste à protéger le réseau de 11kV/22kV contre une défaillance de transformateur d'isolement et dans une certaine mesure de limiter les dommages du transformateur en cas de défaillance. La caractéristique nominale du fusible se fonde sur les considérations suivantes :

- a) Il a été décidé de normaliser les fusibles du type K afin d'en réduire le stock, mais ce commentaire n'est vrai que si l'on décide d'utiliser des fusibles de 22kV sur le réseau SWER au lieu de fusibles 33kV. Cette question est actuellement à l'étude. En raison des faibles niveaux de défaut présents dans les réseaux SWER les fusibles de type K de faible valeur (inférieure à 20K), bien qu'ils soient sensibles aux tensions transitoires seront recommandés;
- b) Les valeurs nominales suggérées pour le fusible du type K sont 30K, 20K, 15K, 10K et 6K. Le fusible 6K ne doit être utilisé qu'avec un réenclencheur 5 ou 10A avec bobines de déclenchement en séries ou dans certains cas en aval d'un fusible de 10K. Les fusibles de 30K, 20K et 15K seront réservés comme fusibles primaires de transformateur. Voir le tableau D.1.
- c) F1 et F2 ne sont pas supposés assurer la protection du transformateur contre les surcharges;
- d) Le calibrage d'une protection de surintensité d'un réseau 11kV/22kV doit être contrôlé et si le calibrage s'avère impossible pour un réseau donné les fusibles primaires peuvent être retirés pour résoudre le problème. Dans ce cas le calibrage devra être confirmée entre les fusibles secondaires et la protection du réseau 11kV/22kV

Tableau D.1 — Valeur nominale primaire du fusible de transformateur d'isolement

| TRFR d'isolement<br>(kVAa) | Valeur nominale de fusible (F1 et F2)<br>(Elément de fusible de Type K) |       |
|----------------------------|---|-------|
|                            | 11 kV   | 22 kV |
| 50                         | 30K   | 15K   |
| 100                        | 30K   | 15K   |
| 200                        | 30K   | 15K   |
| 400                        | 30K   | 15K   |

D.4.1.2 Un seul niveau de fusible est suggéré pour installation sur le réseau SWER, mais un deuxième niveau de fusible pourra être installé dans certains cas. Ces suggestions se basent sur les considérations suivantes :

- a) Le courant SWER est limité à un courant maximum de déclenchement de 30A, donc la valeur nominale maximum suggérée de fusible sera un fusible de 10K (F3 à F5 & F9) afin de limiter le courant potentiel entre 20A et 25A (intervalle de fonctionnement )..
- b) Un deuxième niveau de fusible, un fusible 6K (F6 à F8), pourra être installé comme fusible de transformateurs de distribution individuels au point de dérivation. La combinaison 10K/6K est sélective jusqu'à 150 A environ. L'utilisation de fusible 6K peut se justifier dans le cas où localiser le défaut soit très difficile à cause d'un réseau étendu ou d'un terrain inaccessible. Il faut

particulièrement veiller à ce que les fusibles 6K ne soient pas installés aux points du réseau où le niveau de défaut dépasse 150A au plus.

Le critère utilisé en b) ci-dessus est que, pour une coordination de fusible à fusible appropriée, le temps de réaction du fusible ayant la plus petite valeur nominale à un courant donné, mesuré sur la courbe du durée maximale de fusion, n'excède pas 75 % du temps de réaction du fusible ayant la plus grande valeur nominale mesuré sur la courbe du durée minimale de fusion pour le même courant.

L'inconvénient particulier des fusibles du type 6K et 10K est qu'ils sont sensibles aux tensions transitoires et peuvent être à l'origine de déclenchements intempestifs. Cela, cependant, est une réalité avec laquelle il faudra vivre puisque le niveau de courant maximal permis SWER (25A) dicte la valeur nominale maximale de fusible à utiliser.

Il est important de s'assurer que le fusible choisi puisse détecter un défaut de fin de zone. Le niveau de défaut minimum permis sera au moins  $4 \text{ à } 4.5 \times$  la valeur nominale de fusible. Ainsi un fusible de 10K ne réagira que pour des courants de défaut minimum de fin de zone se situant entre 40A et 45A.

Le Tableau D.2 présente le courant maximum de calibrage pour les combinaisons de valeur nominales de fusibles primaires et secondaires. Ce tableau s'applique à toutes les tailles de transformateurs d'isolement standard SWER, c'est-à-dire 50kVA, 100kVA, 200kVA et 400kVA.

Il est suggéré d'utiliser la combinaison de fusible 30K/10K pour les transformateurs d'isolement (50kVA, 100kVA, 200kVA et 400kVA) raccordés à une tension de source 11kV. Il faut cependant, remarquer que ces fusibles ne seront pas sélectifs pour des défauts francs sur le secondaire d'un transformateur 400kVA alimenté d'un réseau de 11kV

En pratique, ceci devrait ne pas poser problème puisqu'on utilisera normalement un réenclencheur SWER avec un transformateur d'isolement de 400kVA.

Il est suggéré que la combinaison de fusible 20K/10K soit utilisée pour les transformateurs d'isolement (50kVA, 100kVA et 200kVA) raccordés à une tension de source 22kV.

Il est suggéré que la combinaison de fusible 30K/10K soit utilisée pour un transformateur d'isolement 400kVA raccordé à une tension source de 22kV car elle fournira une sélectivité appropriée des fusibles primaire/ secondaire pour des défauts francs sur le secondaire du transformateur.

Tableau D.2 — Courants maximum pour la coordination de fusible primaire et secondaire de transformateur d'isolement

|                                      |                                 | Tension Source      |                     |                    |                  |
|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------------|
|                                      |                                 | 11kV                |                     | 22kV               |                  |
| Caractéristique de fusible (F1 & F2) | Valeur nominale du fusible (F3) | Courant secondaire  | Courant primaire    | Courant secondaire | Courant primaire |
| 30K                                  | 15K                             | Aucune coordination | Aucune coordination | 900A               | 780A             |
| 30K                                  | 10K                             | 470A                | 800A                | 900A               | 780A             |
| 20K                                  | 15K                             | Aucune coordination | Aucune coordination | 230A               | 200A             |
| 20K                                  | 10K                             | Aucune coordination | Aucune coordination | 550A               | 480A             |



|     |     |                        |                        |      |      |
|-----|-----|------------------------|------------------------|------|------|
| 15K | 10K | Aucune<br>coordination | Aucune<br>coordination | 350A | 300A |
|-----|-----|------------------------|------------------------|------|------|

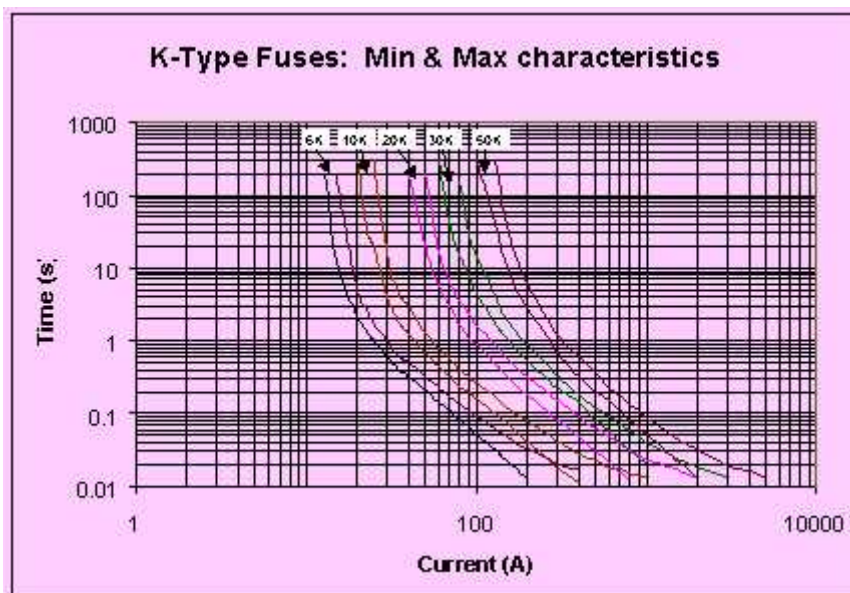


FIGURE D.3 — CARACTÉRISTIQUES DE FUSIBLE

D.4.1.3 Lorsque l'on conçoit un dispositif de protection, les considérations principales pour la configuration du système devront se baser sur ce qui suit :

- les niveaux de défaut maximum dans les différentes parties du réseau doivent être vérifiés pour assurer une coordination des fusibles en série;
- l'utilisation de fusibles 10K pour isoler les dérivations de la ligne principale en cas de défaut sur la dérivation;
- l'installation de fusibles 6K pour les transformateurs de distribution raccordés à une dérivation contrôlée par un fusible de 10K. On vérifiera que le niveau de défaut au point de fusible n'exécède pas 150A dans le pire des cas, autrement la coordination avec le fusible 10K en amont sera perdue;
- Protection** d'un groupe de transformateurs de distribution raccordés en dérivations d'une capacité installée de transformateur de moins de 150kVA par un fusible de 10 K ; et
- les tailles de fusible recommandées sont sensibles aux intensités transitoires et de ce fait l'utilisation de fusibles à répétitions sur le réseau SWER dans les zones de forte densité d'éclairs pourrait être considérée. L'annexe D.A présente les lignes directrices pour choisir de l'utilisation de fusibles, de fusibles à répétition ou un AR sur la base du comportement de la ligne en question, des coûts de déplacements et du nombre de défauts probables provoqués par des facteurs environnementaux. Vous trouverez de plus amples informations sur les fusibles à répétitions en annexe D.B.

On pourra employer le Tableau D.3 comme guide d'application des fusibles à répétitions. Il est important de prévoir l'effet d'échauffement du fusible en amont (sur le transformateur d'isolement primaire) dû à un défaut de fusible en aval sur le réseau SWER. Ceci est fait au tableau D.3 en doublant la période maximum de l'élimination du défaut par le fusible sur le réseau SWER. Ce temps de réaction doublé doit encore se conformer à la règle de 75%. Voir D.4.1.3 b). Les pourcentages

indiqués au tableau D.3 sont des rapports du temps doublé de réaction des fusibles SWER aux fusibles primaires de transformateur exprimés en pourcentages. Le "Y" indique que sélectivité soit obtenue pour le courant de défaut indiqué dans la colonne à gauche, et le "X" indique aucune réaction de fusible. Les deux cas dans la colonne du fusible 10K où les pourcentages sont légèrement supérieurs (76% et 77%) à la règle de 75% sont encore acceptables étant donné que la règle de 75% n'est pas une règle exacte.

Tableau D.3— Calibrage de Fusible à répétition avec des fusibles primaires de transformateur :

**Le double des durées maximales de l'élimination du défaut par les fusibles secondaires est appliqué**

| Niveau de défaut 19kV [A] | PRIMAIRE              |        |  |                       |        |  | SECONDAIRE     |            | CALIBRAGE DE FUSIBLE PRIMAIRE/ SECONDAIRE |       |                      |       |
|---------------------------|-----------------------|--------|--|-----------------------|--------|--|----------------|------------|---|-------|----------------------|-------|
|                           | Fusible de 30K @ 11kV |        |  | Fusible de 15K @ 22kV |        |  | Fusibles @19kV |            | 30K Fusible Primaire                      |       | 15K Fusible Primaire |       |
|                           | Ip                    | tp min |  | Ip                    | tp min |  | 6K 2xtmax      | 10K 2xtmax | 6K  | 10K   | 6K                   | 10K   |
| 30                        | 52,09                 | X      |  | 26,05                 | X      |  | 2              | 32         | X   | X     | X                    | X     |
| 40                        | 69,45                 | 40     |  | 34,73                 | 40     |  | 1              | 6          | Y 2,5%                                    | Y 15% | Y 2,5%               | Y 15% |
| 50                        | 86,82                 | 10     |  | 43,41                 | 18     |  | 0,64           | 2,6        | Y 6,4%                                    | Y 26% | Y 3,5%               | Y 14% |
| 60                        | 104,18                | 4,1    |  | 52,09                 | 4,7    |  | 0,46           | 1,6        | Y 11%                                     | Y 39% | Y 9,8%               | Y 34% |
| 70                        | 121,55                | 3      |  | 60,77                 | 2,2    |  | 0,36           | 1,14       | Y 12%                                     | Y 38% | Y 16%                | Y 52% |
| 80                        | 138,91                | 1,6    |  | 69,45                 | 1,4    |  | 0,26           | 0,8        | Y 16%                                     | Y 50% | Y 19%                | Y 57% |
| 90                        | 156,27                | 1,2    |  | 78,14                 | 1      |  | 0,22           | 0,64       | Y 18%                                     | Y 53% | Y 22%                | Y 64% |
| 100                       | 173,64                | 1      |  | 86,82                 | 0,7    |  | 0,18           | 0,54       | Y 18%                                     | Y 54% | Y 26%                | Y 77% |
| 120                       | 208,36                | 0,51   |  | 104,18                | 0,5    |  | 0,14           | 0,38       | Y 27%                                     | Y 75% | Y 28%                | Y 76% |

Le Tableau D.4 ci-dessous donne le courant de défaut maximum SWER, qui devrait cependant permettre à un fusible à répétition à deux éléments installé sur le réseau SWER de fonctionner avec les fusibles primaires mentionnés de transformateur d'isolement.

Tableau D.4— Courants de calibrage maximum pour le calibrage d'un fusible à répétition à deux éléments avec les fusibles primaires de transformateur d'isolement :

**Le double des durées maximales de l'élimination du défaut par les fusibles secondaires est appliqué**

| Valeur nominale du fusible primaire de transformateur d'isolement |      |   |      |
|---|------|---|------|
| 30K (Pour le 11kV primaire)                                       |      | 15K (Pour le 22kV primaire)                             |      |
| Valeur nominale du fusible à répétition à deux éléments           |      | Valeur nominale du fusible à répétition à deux éléments |      |
| 6K  | 10K  | 6K  | 10K  |
| 400A  | 120A | 400A  | 120A |

D.4.2 Réseau SWER protégé par transformateur d'isolement avec réenclencheur automatique, sectionneurs et fusibles

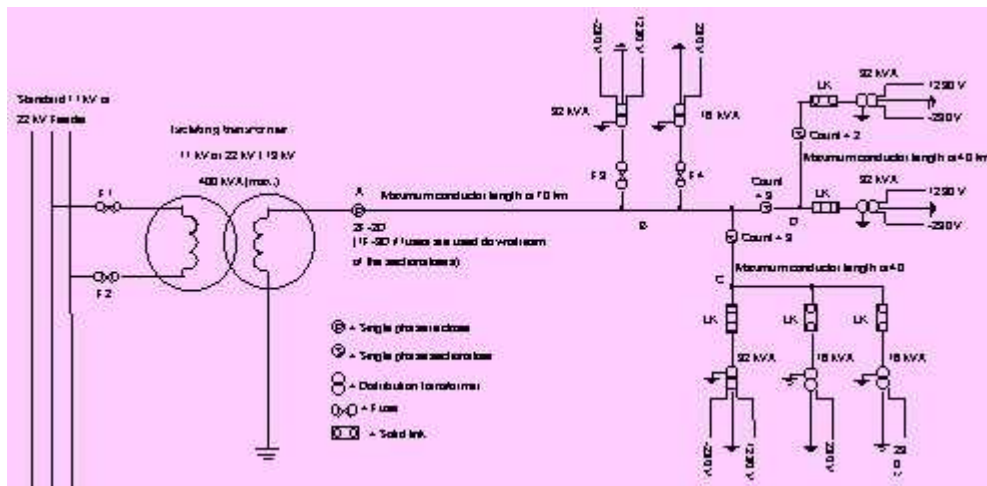


Figure D.4 — Lignes principales 11 kV ou 22kV triphasés types (au Burkina Faso 15, 20 ou 33 kV) avec un branchement de ligne SWER 19 kV par un transformateur d'isolement

La figure D.4 illustre un exemple de système typique de SWER en dérivation d'un transformateur d'isolement avec un AR monophasé, des sectionneurs électroniques monophasés et des fusibles. Le choix et le réglage de l'AR et du sectionneur et la sélection de la valeur nominale du fusible se fondent sur les considérations suivantes :

D.4.2.1 Un AR monophasé avec la capacité de réaliser des opérations de protection contre des surintensités rapides et différées est installé sur le secondaire du transformateur d'isolement. Les caractéristiques de base de l'AR permettent généralement l'utilisation d'un AR à fonctionnement hydraulique de moindre coût. Il est recommandé des AR à sectionnement par vacuum en raison de leur faible besoin d'entretien, mais actuellement il n'y a aucun réenclencheur hydraulique avec des bobines de déclenchement en série inférieure à 15A. De ce fait, il peut être nécessaire d'employer un réenclencheur électronique pour pouvoir fonctionner avec niveaux de défaut inférieurs à 30A.

D.4.2.2 La limitation à un maximum de 30A pour le courant SWER détermine le paramètre d'intervention de l'AR. Afin de limiter le courant éventuel à  $\pm 30A$ , la valeur de surintensité conditionnant l'intervention du AR est réglée à 30A en choisissant une bobine de déclenchement en série de 15A. Pour un AR ayant des bobines de déclenchement en série le paramètre d'intervention est toujours de 200% la valeur nominale de la bobine de déclenchement en série. Voir D.4.2.1.

D.4.2.3 Afin de permettre le sectionnement automatique de défaut on utilise au moins un sectionneur monophasé électronique sur chaque dérivation. Un maximum de deux sectionneurs peut être employé en série sur tout réseau donné car la coordination du comptage de défauts est problématique avec plus de deux sectionneurs en série.

D.4.2.4 Le courant de déclenchement du sectionneur sera inférieur au courant d'intervention du AR afin de s'assurer que le sectionneur enregistre un décompte de défaut lorsque l'AR se déclenche pour un défaut en aval du sectionneur.

D.4.2.5 Afin d'empêcher le sectionneur compte un défaut lorsque l'AR rétablit un défaut en amont, le courant de déclenchement du sectionneur sera calibré au-dessus du courant maximal de charge attendu sur la dérivation.

D.4.2.6 Pour maintenir une coordination appropriée entre AR et les fusibles en aval, la durée maximale de fusion du fusible sera inférieure au délai de l'AR pour tous les niveaux de défaut attendus. Vous observerez un temps de discrimination de 300 ms d'au moins entre le déclenchement AR et la durée maximale de fusion du fusible.

D.4.2.7 Il est important de s'assurer que AR détectera un défaut de fin de zone. Le niveau de défaut minimum admissible sera au moins 2 fois la valeur nominale des bobines de déclenchement en série. Le Tableau D.5 présente des longueurs maximales types de lignes principales SWER pour les conducteurs standard SWER et un AR disposant de bobines de déclenchement en série de 15A.

*Tableau D.5 — Longueur maximum de lignes principale en km sur la base des conditions de niveau de défaut minimum pour calibrer un AR avec bobine de déclenchement en série 15A*

| Conducteur | 50 kVA<br>(30 A) | 100 kVA<br>(30 A) | 200 kVA<br>(30 A) | 400 kVA<br>(30 A) |
|------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Bantam     | 102              | 104               | 105               | 106               |
| Magpie     | 140              | 143               | 144               | 144               |
| Squirrel   | 182              | 185               | 187               | 187               |
| Fox        | 221              | 224               | 226               | 226               |

NOTE — Calcul fait sur la base des hypothèses suivantes :

- résistance maximale admissible à l'électrode de mise à la terre du transformateur d'isolement.
- résistance de défaut de  $40\Omega$ .
- La construction des câbles alu-acier est comme suit

| Type     | Alu (nbre/diam.) | Acier (nbre/diam) |
|----------|------------------|-------------------|
| Bantam   | 3/1,68           | 4,1,68            |
| Magpie   | 3/2,12           | 4/2,12            |
| Squirrel | 6/2,11           | 1/2,11            |
| Fox      | 6/2,79           | 1/2,79            |

D.4.2.8 Lorsque l'on conçoit un dispositif de protection, les considérations principales pour la configuration du système devront se baser sur ce qui suit :

- la ligne directrice de l'annexe D.A. pour décider soit de l'utilisation de fusibles, de fusibles à répétitions ou d'AR, sur la base de la performance attendue du réseau ;
- les niveaux maxima de défaut majeurs doivent être vérifié pour assurer une coordination entre l'AR et les fusibles en aval et entre les fusibles en série;
- l'installation de fusibles 6K pour les transformateurs de distribution raccordés à une dérivation contrôlée par un fusible de 10K (F3 et F4). On vérifiera que le niveau de défaut au point de fusible n'excède pas 150A dans le pire des cas, autrement la coordination sera perdue avec le fusible de 10K en amont ; et
- le fusible pour un groupe de transformateurs raccordés en dérivations d'une capacité installée de transformateur de moins de 150kVA pour un fusible de 10K

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | REFERENCE         | REV            |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | PAGE <b>45</b>    | SUR <b>214</b> |

---

D.4.2.9 On suggère que le choix des fusibles primaires du transformateur d'isolement, F1 et F2, se fasse selon les valeurs énumérées au tableau D.6.

Tableau D.6 — Valeur nominale du fusible primaire du transformateur d'isolement

| TRFR d'isolement (kVA) | Valeur nominale du fusible (F1 et F2) (A) |                   |
|------------------------|---|-------------------|
|                        | 11 kV                                     | 22 kV             |
| 50                     | 50K                                       | 50K               |
| 100                    | 50K                                       | 50K               |
| 200                    | Lien sans fusible                         | 50K               |
| 400                    | Lien sans fusible                         | Lien sans fusible |

Les informations contenues au tableau D.5 ont été tirées des sections D.4.2.9.1 et D.4.2.9.2 ci-dessous.

On a supposé qu'un réenclencheur Cooper Power Systems V4E (ou un réenclencheur ayant des courbes de protection identiques) est utilisé sur le secondaire du transformateur d'isolement, et que l'impédance de la source est de zéro et que l'impédance du transformateur d'isolement est de 4%.

D.4.2.9.1 Pour un transformateur d'isolement raccordé entre phases à une ligne de 11kV :

D.4.2.9.1.1 La courbe A sera applicable jusqu'à une valeur de 250A sur le secondaire environ (434A sur le primaire) avec un fusible de 40K, 300A sur le secondaire (520A sur le primaire) avec un fusible de 50K, et jusqu'à 300 A environ sur le secondaire (520A sur le primaire) avec un fusible de 65K;

D.4.2.9.1.2 Les courbes B et D seront applicables jusqu'à une valeur de 200A environ sur le secondaire (374A sur le primaire) avec un fusible de 40K, 250A sur le secondaire (434A sur le primaire) avec un fusible de 50K, et jusqu'à 240A environ sur le secondaire (416A sur le primaire) avec un fusible de 65K;

D.4.2.9.1.3 La courbe C sera applicable jusqu'à une valeur de 100A environ sur le secondaire (173A sur le primaire) avec un fusible de 40K, 160A sur le secondaire (278A sur le primaire) avec un fusible de 50K, et jusqu'à 200A environ sur le secondaire (347A sur le primaire) avec un fusible de 65K;

Une marge de réaction de  $\pm 300$ ms a été employée pour déterminer les courants maxima approximatifs de calibrage pour le réenclencheur et les fusibles primaires.

Pour qu'un fusible primaire soit coordonné au réenclencheur sur le secondaire du transformateur au cours d'un défaut franc secondaire, le niveau de défaut secondaire maximum attendu doit être calculé. Les niveaux approximatifs de défaut pour les transformateurs d'isolement standard sont indiqués au tableau D.7.

Tableau D.7 — Niveaux de défaut secondaires de transformateur d'isolement

| Niveaux de défaut sur les secondaires de transformateur SWER, en admettant zéro comme impédance de source et 4% comme impédance du transformateur d'isolement |         |         |        |         |
|---|---------|---------|--------|---------|
| 50kVA   | 100kVA  | 200kVA  | 400kVA | 500kVA  |
| 65,45A  | 130,89A | 261,78A | 523,56 | 654,45A |

A partir des informations mentionnées et du tableau D-7 ci-dessus il est évident que seul un transformateur de 100kVA ou d'une valeur inférieure peut être protégé sur le primaire avec un fusible de 50K. Une valeur nominale de transformateur de 200kVA et plus provoquera une perte de coordination entre le réenclencheur et les fusibles primaires pour un défaut secondaire franc en aval du réenclencheur. Pour cette raison, il est conseillé de ne pas protéger par fusibles le primaire d'un transformateur d'isolement de 11kV/19,1kV pour des valeurs nominales de transformateur supérieures à 100kVA, c'est-à-dire des valeurs nominales de 200kVA et de 400kVA.

Un fusible de 65K n'apporte pas de gain réel en termes de tailles standard de transformateur, et de ce fait n'est pas recommandé.

D.4.2.9.2 Pour un transformateur d'isolement raccordé entre phases à une ligne de 22kV :

D.4.2.9.2.1 La courbe A sera applicable jusqu'à la valeur de 300A environ sur le secondaire (260A sur le primaire) avec un fusible de 40K, 380A sur le secondaire (330A sur le primaire) avec un fusible de 50K, et jusqu'à 480A sur le secondaire (416A sur le primaire) avec un fusible de 65K;

D.4.2.9.2.2 Les courbes B et D seront applicables jusqu'à la valeur 300A environ sur le secondaire (260A sur le primaire) avec un fusible de 40K, 400A sur le secondaire (347A sur le primaire) avec un fusible de 50K, et jusqu'à 490A environ sur le secondaire (425A sur le primaire) avec un fusible de 65K;

D.4.2.9.2.3 La courbe C sera applicable jusqu'à la valeur 255A environ sur le secondaire (220A sur le primaire) avec un fusible de 40K, 300A sur le secondaire (260A sur le primaire) avec un fusible de 50K, et jusqu'à 370A environ sur le secondaire (320A sur le primaire) avec un fusible de 65K;

Une marge de réaction de  $\pm 300ms$  a été employée pour déterminer les courants maxima approximatifs de calibrage pour le réenclencheur et les fusibles primaires.

A partir des informations mentionnées ci-dessus et du tableau D-7 il est évident que seul un transformateur de 200kVA ou en deçà peuvent être protégés sur le primaire avec un fusible de 50K que se soit pour du 11kV ou du 22kV. Le fusible de 40 K ne s'appliquera à une tension primaire de 11kV.

Si un fusible de 40K ou de 50K est employé sur le primaire d'un transformateur de 400kVA il se produira une perte de coordination entre le réenclencheur et les fusibles primaires pour un défaut secondaire franc. Pour cette raison, il est recommandé que le primaire du transformateur d'isolement de 400kVA 11kV/19.1kV soit relié par une connexion massive dans le logement de fusible d'expulsion, au lieu d'un fusible, car le fusible de 65K n'est pas un article standard d'Escom et des problèmes de coordination avec la protection en amont pourraient avoir lieu.

#### D.4.3 Protection de lignes primaires 33kV triphasées et dérivation SWER

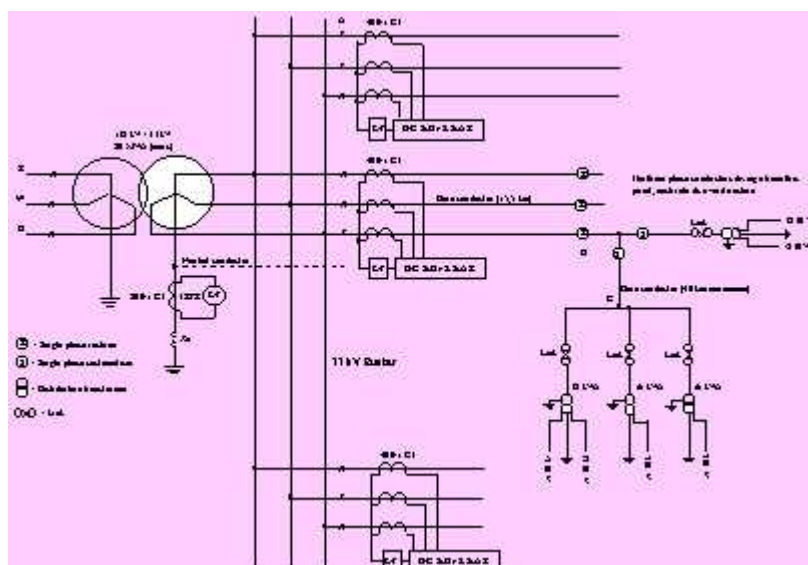


Figure D.5 — Ligne primaire 33 kV triphasée type avec lignes primaires SWER directement raccordées

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 48</b>    | <b>SUR 214</b> |

---

La figure D.5 illustre un poste 33kV type adapté pour une distribution SWER. De manière typique, trois ou quatre lignes primaires triphasées émanent d'un jeu de barre 33kV, chacune alimentant en énergie différents secteurs géographiques. Les lignes primaires SWER sont alors raccordées directement à chaque phase de la ligne de 33kV. Les conditions de protection se présentent comme suit :

D.4.3.1 La protection appliquée au point du transformateur HT/MT se fera conformément aux pratiques SONABEL, adaptées au besoin du SWER. Une exception à la philosophie de protection du transformateur est faite en ce qui concerne l'omission du disjoncteur du transformateur MT afin de réduire le coût du poste. En conséquence, la protection de transformateur déclenchera tous les disjoncteurs des départs MT en cas de défaut sur le transformateur.

D.4.3.2 La protection de la ligne primaire 33kV assurera la protection contre la surintensité et de défaut de la terre et incorporera une fonction de détection de défaut de forte impédance qui utilise les techniques de reconnaissance de formes d'onde de courant pour détecter les conducteurs cassés et les autres défauts d'impédance élevée qui créent des arcs. Des relais qui offrent l'enregistrement (oscillographie et événementiel), le comptage et la communication sérielle de défauts permettant de télé-régler les paramètres du relais et de télécharger les enregistrements sont à préférer.

D.4.3.3 Il est admis que la protection de la ligne primaire 33kV déclenchera pour un défaut de forte impédance en aval de l'AR monophasé utilisé sur une dérivation SWER. C'est parce que la fonction de détection de défaut de forte impédance de la protection de la ligne primaire permet à la protection de fonctionner sur des niveaux de courant très inférieurs à celui de l'AR.

D.4.3.4. En raison du risque de rétablissement complet après un défaut provoqué par la chute au sol d'un conducteur, la fonction de réenclenchement automatique sur le disjoncteur de ligne primaire 33kV pour un déclenchement suite à un défaut à haute impédance n'est pas conseillée. On pourra revoir cela sur la base de l'expérience locale acquise sur un comportement de ligne particulière.

D.4.3.5 Les conditions de protection pour une dérivation SWER qui est protégée par fusibles vous sont expliquées de D.4.1.2 à D. 4.1.4.

D.4.3.6 Les conditions de protection pour une dérivation SWER qui est protégée par un AR, des sectionneurs et des fusibles vous sont expliquées de D.4.2.1 à D.4.2.7.



## Annexe D

### D.1 Contrôle des amorçages associés à la foudre sur une ligne SWER

Le niveau d'isolement de base (Basic Insulation Level – BIL) d'une ligne SWER dans les secteurs de forte densité de coups de foudre doit être maintenu au dessus de 250kV. Ceci assure que les surtensions induites suite aux coups de foudre ne conduisent qu'à un faible pourcentage d'amorçages sur la ligne.

Un éclair qui frappe directement une ligne SWER peut provoquer à un court-circuit continu phase - terre (arc) sur la ligne. Le courant de défaut SWER sera renvoyé en retour sur la ligne primaire 11kV/ 22kV comme courant entre phases qui ne sera pas facilement détecté par la protection conventionnelle sur le côté primaire du transformateur d'isolement. D'ailleurs, il ne serait pas souhaitable de permettre aux défauts sur le réseau SWER d'initier une réaction de protection sur le système 11kV/22kV. La seule manière d'éliminer un tel court-circuit consistera en la détection d'une surintensité du côté SWER du transformateur d'isolement.

Le concepteur aura le choix d'utiliser un AR monophasé, un fusible à répétition (voir D.4.1.4 sur le calibrage du fusible à répétition) ou un fusible comme protection principale sur la ligne SWER pour éliminer le défaut. Ce choix dépend de la fiabilité sollicitée de la ligne, du coût d'entretien qu'implique le remplacement d'un fusible, de la longueur de la ligne et du volume d'activité de foudre dans le secteur. La figure D.A.1 relate le nombre de coups de foudre directs attendu sur une ligne, la longueur de la ligne et la densité de foudre.

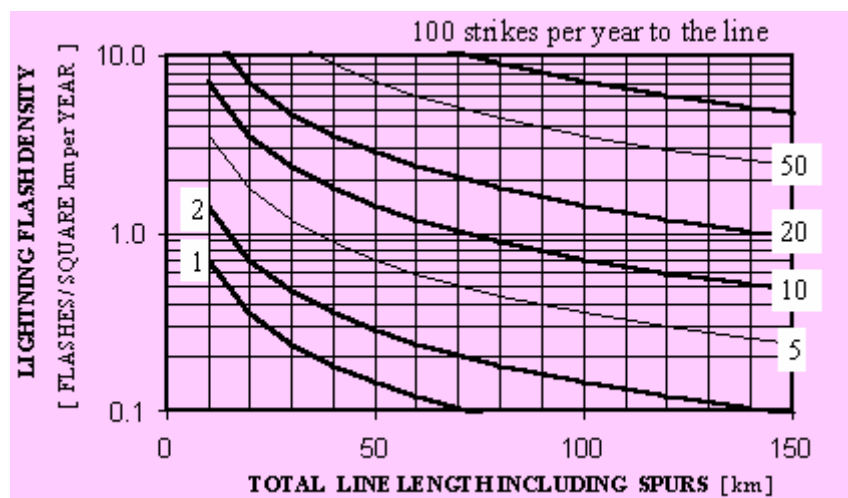


Figure D.A.1 — Nombre de coups de foudre sur une ligne SWER à l'année suivant la longueur de la ligne et la densité de foudre dans le secteur

Le choix d'utiliser un de ces dispositifs alternatifs de protection est déterminé en grande partie par le coût d'entretien comparé au coût des dispositifs de protection. La règle suivante est jugée raisonnable : Coût d'un fusible à répétition = ± R 2 500, Coût d'un réenclencheur automatique monophasé = ± R18 000, (Prix en 1997).

Tableau D.A.1 — Protection recommandée pour les différents nombres de foudres sur une ligne SWER

| Coup de foudres sur la ligne dans l'année | Type de protection recommandée |
|---|--------------------------------|
| Inférieur à 2                             | Fusible                        |
| 2 à 10                                    | Fusible à répétition           |
| Supérieur à 10                            | Réenclencheur automatique      |

Exemple :

La longueur totale d'un système SWER, y compris toutes les lignes de dérivation, est de 45 km: le secteur a une densité de foudre de 3 coups au km<sup>2</sup>/an. De la figure D.A.1 on peut déduire que cette ligne sera frappée par le foudre moins de 20 fois par an. Dans ce cas, le tableau D.A.1 recommande l'utilisation d'un disjoncteur de réenclencheur automatique.

## Annexe D

### D.2 Information sur les produit et leur utilisation

#### D.2.1 Fusible à répétition

Un fusible à répétition offre une alternative de moindre coût par rapport à un AR. Il a la capacité de remplacer automatiquement un fusible grillé par un nouveau fusible. Ceci permet un rétablissement rapide et automatique du courant aux clients après un défaut transitoire. Dans le cas de défauts continus, tous les fusibles à répétition sauteront. Ces fusibles à répétition sont généralement équipés de deux ou trois éléments de fusibles. Ces éléments sont disposés de telle manière qu'un élément de fusible frais remplace automatiquement un élément grillé dès que l'élément en service a fonctionné.

La position physique de ces fusibles à répétition devra être choisie de sorte qu'ils soient situés le plus près possible des routes afin que le personnel d'exploitation puisse en vérifier facilement la fonctionnalité tout en vaquant à d'autres tâches. Ceci éliminera les visites de routine des fusibles à répétition, et minimise également le nombre d'appel à l'astreinte puisqu'une mesure préventive aura été prise.

Le rapport entre le prix courant actuel d'un ensemble de fusible standard monophasé et celui d'un fusible à répétition ayant deux fusibles est de 1/4 environ. Cependant, cela est acceptable puisque la réduction de la fréquence d'appel à l'astreinte et la perte de revenu, sans compter la satisfaction client, l'emportent de loin sur la mise de fonds initiale plus élevée.

L'utilisation de fusibles sensibles pour des courants transitoires (< 20K) sur des réseaux SWER renforce le principe d'utiliser des fusibles à répétition puisque le déclenchement intempestif peut constituer des problèmes plus importants que dans le cas d'utilisation de fusibles de valeurs nominales inférieures à 20K.

Coordination Fusible – Fusibles à répétition

Voir D.4.1.4 en ce qui concerne du calibrage de fusible à répétition .

Coordination de Protection Electromécanique/ Réenclencheur Hydraulique– Fusibles à répétition

La section D.4.1.4 ne traite que du calibrage de fusible à répétition. Le même principe s'applique à ce cas, c'est à dire, le doublement de la durée maximum de réaction de l'élément de fusible chargé dans le fusible à répétition, s'applique aussi au calibrage du fusible à répétition – réenclencheur hydraulique, ou au cas où des relais de protections électromécaniques sont utilisés pour la protection de la ligne SWER. Ces deux dispositifs prennent un certain temps pour se réinitialiser après le fonctionnement du premier fusible à répétition, et ceci peut déclencher la protection en amont avant que le deuxième fusible à répétition ne réagisse si on n'a pas prévu dans le temps de réponse de la protection deux réactions de fusibles à répétition en succession rapide.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:                   | REFERENCE         | REV            |
| RÉSEAU MT:   | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA<br>TERRE (SWER) DE 19,1kV | PAGE <b>52</b>    | SUR <b>214</b> |

---

## **Annexe D**

(Explicatif)

### **D.3 Approche régionale à l'utilisation de la protection SWER**

**Cas exposé d'une direction régionale en Afrique du Sud, pouvant servir d'inspiration des concepteurs de systèmes SWER au Burkina Faso.**

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
RÉSEAU MT:  
RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE  
**SWER-BF 01**  
PAGE **53**

REV  
**1**  
SUR **214**

## Engineering Division

### Southern Region

Electricity Delivery Network Services

Cnr. Rennie Row Rd & Queens Drive  
Beacon Bay, East London

Private Bag X1  
Beacon Bay, 5205

☎ 0431 700-2111

☎ 0431 700-2233



## LIGNE DIRECTRICE RÉGIONALE POUR LA PROTECTION SWER

Rév. 1.3 – 15 Mai 2000

Par Richard Alschlager

Distribution (Région Sud) - EDNS Technology

### **Vue d'ensemble**

Cette présente annexe documente la pratique recommandée pour l'installation de protection sur des réseaux SWER (Système monophasé avec retour par la terre). Il est destiné à assister les planificateurs, les ingénieurs de projet, le personnel d'entretien de réseau et de la coordination ED à produire un guide d'utilisation standard qui sera simple et pourtant efficace.

### **INFORMATIONS PREALABLES A LA CONCEPTION**

Avant l'installation d'une protection adéquate sur une ligne SWER les informations suivantes sont requises:

1. Réglages de la protection en amont
2. Niveau de défaut au point du transformateur d'isolement (côté 19kV)
3. Niveau de défaut en bout de ligne SWER
4. Longueur de réseau SWER
5. Valeur nominale du transformateur d'isolement SWER

### **UTILISATION DE LA PHILOSOPHIE DE PROTECTION SWER**

La philosophie serait décrite d'une façon plus pertinente par le diagramme représenté à la figure D.C.1. En se fondant sur le diagramme, les informations suivantes deviennent essentielles.

### **UTILISATION DE FUSIBLES TYPE D**

Lorsque des fusibles type D sont utilisées, ils devront être utilisés conformément aux modalités suivantes :

Un ensemble de 30 fusibles de secours devra être maintenu dans un coffret résistant aux intempéries et à la corrosion fixée sur la structure supportant les fusibles. Le poteau devra être marqué d'une plaque indiquant, "Fusibles Type D uniquement". La plaque et les lettres devront être conformes aux normes Eskom. Le coffret sera fermé à clef E.

### **PARAMETRES DE RÉENCLENCHEUR SWER**

Deux types de réenclencheur SWER devront être requis :

- Le Réenclencheur V4E de Coopers devra être utilisé pour les niveaux de défaut en bout de ligne (End of Line - E.O. L) SWER de 50A ou plus. Le V4E a une bobine de déclenchement de valeur nominale minimum de 15A pour un appel de 30A.
- Le réenclencheur hydraulique monophasé Type E de Coopers devra être utilisé pour des niveaux de défaut inférieurs à 50A.

La valeur d'appel du réenclencheur devra être inférieure à 60% du courant minimum de défaut sur le réseau SWER. La valeur nominale de la bobine de déclenchement devra être de 50% de l'appel.

Le réenclencheur SWER devra normalement être doté d'une déviation (by-pass).

Les réglages de séquence ARC sont décrits dans l'organigramme à la figure D.C.2. Remarquez que le réglage 2 rapides - 2 lents, ne pourra être employé que si le dispositif protecteur en amont supporte la coordination séquentielle de zone sur son cycle de surintensité ARC. Ceci empêchera de multiples déclenchements inutiles chez les clients en amont du transformateur SWER.

### **PARAMETRES DES SECTIONNEURS SWER**

Le sectionneur unipolaire recommandé est celui du "Type Sect. 01", fabriqué par Haycolec Switchgear (Pty) Ltd et disponible chez Isotech (Pty) Ltd. Les réglages devront se faire comme suit :

- Le paramètre de décompte du courant devra être réglé à 2
- L'appel de courant du sectionneur devra être réglé entre 50% et 80% de l'appel courant de seuil du réenclencheur SWER et au moins à 1,3 fois la charge maximum attendue en aval. Choisir la

plus grande valeur possible de paramétrage pour éviter un faux décompte pendant les situations d'appel de transformateur. (inrush - pick-up traduit par )

**Les paramètres devront être réglés pour permettre le fonctionnement des fusibles en aval du sectionneur, en dépit du manque de contrôle de décompte.**

### Tableaux de fusibles SWER

Les tableaux suivants décrivent les valeurs recommandées pour les fusibles qui peuvent être installés en aval du réenclencheur SWER ou des fusibles du transformateur d'isolement SWER (Type D). FS signifie "Sauvegarde de fusible" (Fuse saving) et indique si on peut utiliser une philosophie de sauvegarde de fusible ou non. Est inclus dans ce tableau la puissance nominale minimum du transformateur d'isolement qui peut être utilisée avec les paramètres de sorte à obtenir une protection de surcharge.

**Tableau 2 – Tableau de fusibles en aval d'un Réenclencheur SWER Type-V4E**

| Bobine de Déclenchement en Série | Puissance Nominale Min. de Trfr | Courbe B   | Courbe C | Courbe D |
|----------------------------------|---------------------------------|------------|----------|----------|
| 15 A                             | 400 kVA                         | 6K - No FS | 10K – FS | 10K - FS |
| 25 A                             | 1 MVA                           | 10K – FS   | 10K – FS | 10K - FS |

**Tableau 3 – Tableau de fusibles en aval d'un Réenclencheur SWER Type -E**

| Bobine de Déclenchement en série | Puissance Nominale de Min. de Trfr. | Courbe B               | Courbe C | Courbe D |
|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|----------|----------|
| 5 A                              | 100 kVA                             | Aucune Valeur nominale | 6K – FS  | 6K - FS  |
| 10 A                             | 200 kVA                             | 6K - FS                | 6K – FS  | 6K - FS  |
| 15 A                             | 400 kVA                             | 6K - FS                | 6K – FS  | 6K - FS  |

**Tableau 4 – Tableau de fusibles en aval d'un transformateur d'isolement SWER protégé par fusibles**

| Fusible trafo d'isolement SWER       | Fusible Client |
|--------------------------------------|----------------|
| Fusible 3 D                          | Aucun          |
| Fusible 5 D                          | Aucun          |
| Fusible 10 D                         | 6 K            |
| Fusible 20 KV (Déviation uniquement) | 6 K            |

### Liaisons de sectionnement

Il est recommandé de placer des liaisons de sectionnement sur tous les 10 kilomètres le long d'une ligne principale SWER pour circonscrire facilement le défaut.

Indicateurs de chemin de défaut

Il est recommandé d'installer des indicateurs permanents de chemin de défaut le long d'une ligne principale tous les 10 km à partir du transformateur . Le produit recommandé pour cela est le CHK LT30. Il a été testé avec succès sur les réseaux SWER.

**Exemple construit 1 : SWER à Winterberg (voir les figures D.C.3 et D.C.4)**

Le réseau SWER de Winterberg proche de Graaff Reinet présente les paramètres suivants :

|  | Source d'Information  | Données                            |
|--|-----------------------|------------------------------------|
| KVA installé                                     | Schéma d'exploitation | 320 kVA                            |
| Clients Raccordés                                | Schéma d'exploitation | 10                                 |
| Longueur de Réseau                               | Schéma d'exploitation | 81 km                              |
| Protection en amont                              | Schéma d'exploitation | Réenclencheur Oorlog 22kV (ORG-56) |
| Type de protection en amont                      | Coordination ED       | Forme 5 (KFVME)                    |
| Protection en amont. Appel en surintensité (O/C) | Coordination ED       | 60A                                |
| Niveau de défaut au départ ligne SWER            | Planification         | 150A                               |
| Niveau de défaut en bout de ligne (E.O. L) SWER  | Planification         | 73A                                |
| Puissance nominale de trafo SWER                 | Schéma d'exploitation | 400KVA - 22/19kV                   |

**En raison de la longueur de la ligne SWER (81 kilomètres) et du niveau de défaut en bout de ligne SWER à 73A, un réenclencheur SWER devra être installé. En raison de la longueur du réseau (> 40 kilomètres), il est recommandé d'installer également un sectionneur SWER.**

#### *4.4.1.1 Paramètres de réenclencheur SWER*

- Le courant de défaut le plus faible est de 73A, la valeur d'appel recommandée devra être inférieure à 42 A. Utilisant un transformateur 400 KVA, l'appel minimum pour la protection de surcharge devra être de 30A.
- Une bobine de déclenchement en série 15A avec un appel de 30A devra être employée.
- Le réenclencheur en amont devra être une Forme 5 avec une fonction de coordination de séquence de zone disponible. Puisque l'on utilise un sectionneur SWER, la séquence ARC du réenclencheur devra être réglée pour des déclenchements 1 rapide, 2 différé. Ainsi le décompte de la Forme 5 Z.S.C. devra être réglé à 1 et son déclenchement rapide de surintensité doit être de 200 ms plus lent que le déclenchement rapide V4E
- La courbe des différés V4E devra être choisie pour s'accorder avec la courbe de surintensité du réenclencheur en amont. Dans cet exemple, à un courant de défaut 150 A, en admettant une marge de calibrage de 500 ms, toute courbe sera applicable (B, C ou D). La courbe B est choisie pour une élimination plus rapide de défaut.

#### *4.4.1.2 Fusible en aval*

**Une philosophie de sauvegarde de fusible a été utilisée dans cet exemple. A partir des tables de fusible, un V4E ayant une bobine de déclenchement 15A qui utilise la courbe de différé B, le fusible recommandé en aval est un fusible 6 K, c'est-à-dire que chacun des 10 clients SWER a un fusible 6K au point de raccordement.**

Paramètres de Sectionneur

- Les décomptes sont fixés à 2, pour permettre le fonctionnement du fusible en aval (réenclencheur SWER réglé au cycle ARC 1 F 2 D).



|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 57</b>    | <b>SUR 214</b> |

---

- Le facteur de charge sur SWER est habituellement extrêmement faible (admettons 0,3). Par conséquent la charge en aval du sectionneur est de 200 KVA et la charge maximum  $0,3 \times 200 \text{ KVA} = 60 \text{ KVA}$ . A 19 kV, la charge ne devra pas être supérieure à 3,2 A. Les paramètres 8A, 16A, 20A et 24A sont disponibles. Dans ce cas-ci, on a choisi 20A (67% du paramètre du réenclencheur)

FIGURE D.3.1 – DIAGRAMME LOGIQUE DE LA PHILOSOPHIE DE PROTECTION SWER

O/C : Over Current : surintensité  
 EOL : End of Line : Au bout de ligne

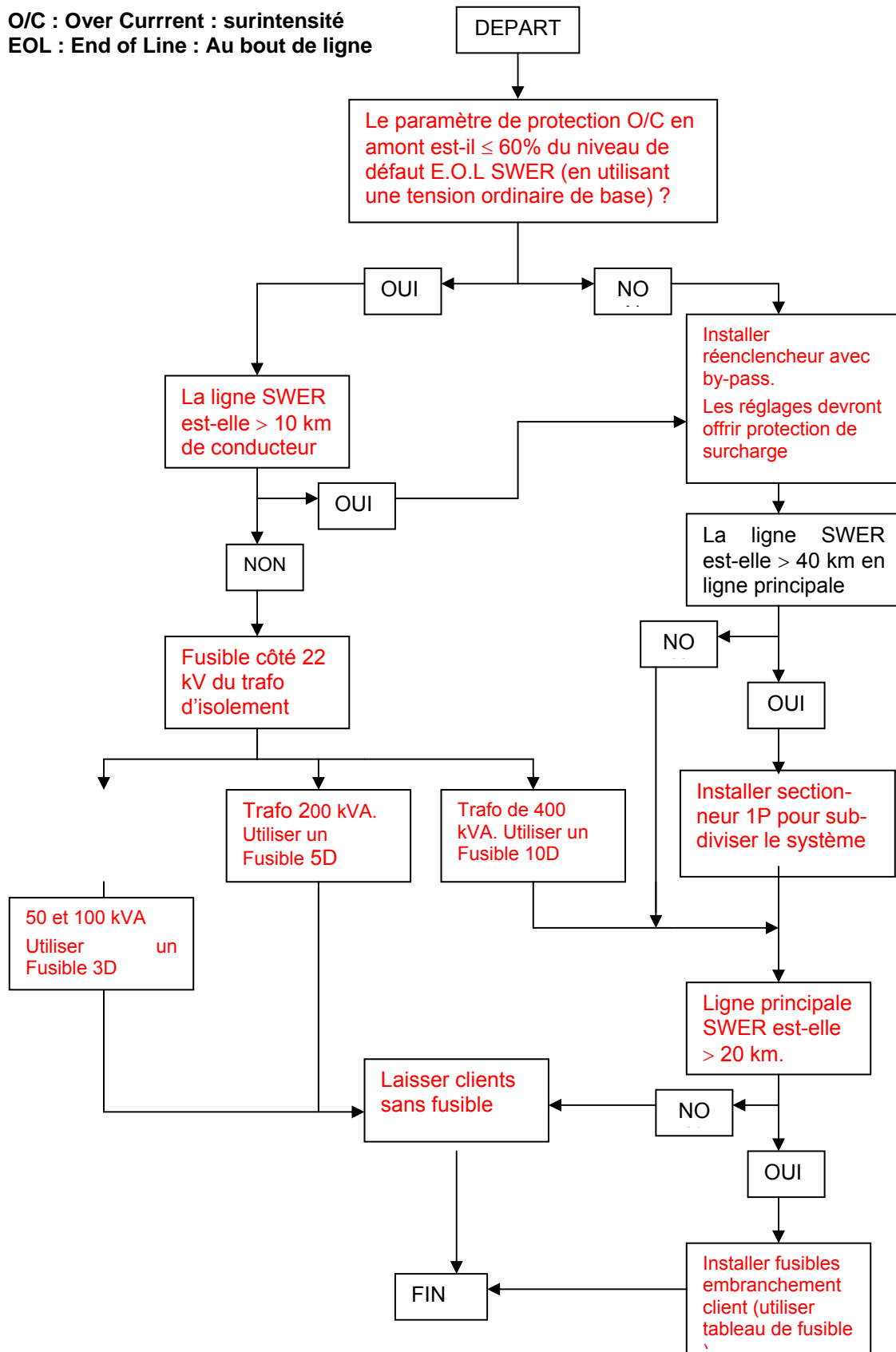
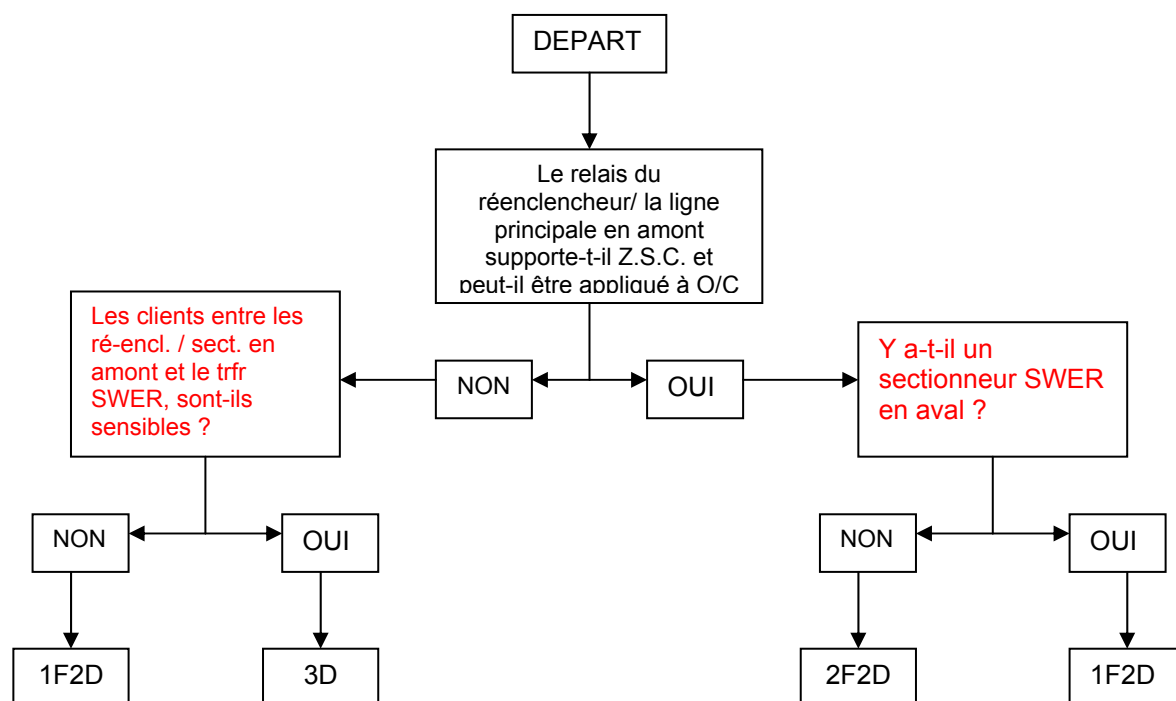


FIGURE D.3.2 – SEQUENCE ARC DU RÉENCLENCHEUR SWER



## Révisions

| Rev. No  | Date     | Par |   |
|----------|----------|-----|---|
| Rev. 1.0 | 18/09/99 | RJA |   |
| Rev. 1.1 | 01/03/00 | RJA | Disposition prise pour la protection de transformateurs d'isolement 100 kVA et 200 kVA  |
| Rev. 1.2 | 15/05/00 | RJA | <b>Les descriptions de plaque du fusible D ont été retirées et remplacées par "Conformément aux normes Eskom".</b>                            |
| Rev. 1.3 | 15/05/00 | RJA | Le paramètre du réenclencheur 35 A a été supprimé et une disposition «Déclenchement de surcharge» a été incluse dans les tableaux de réglage. |

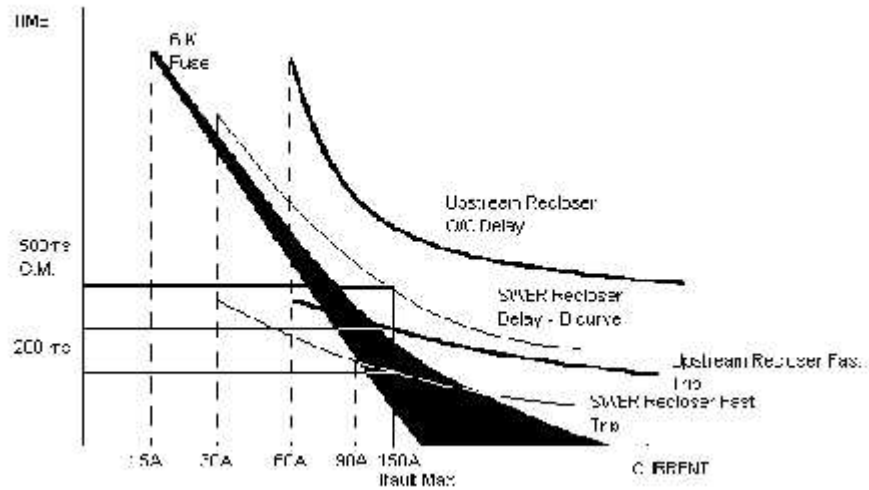


Figure D.C.3 : Exemple construit ou feuille de calibrage de la coordination de protection

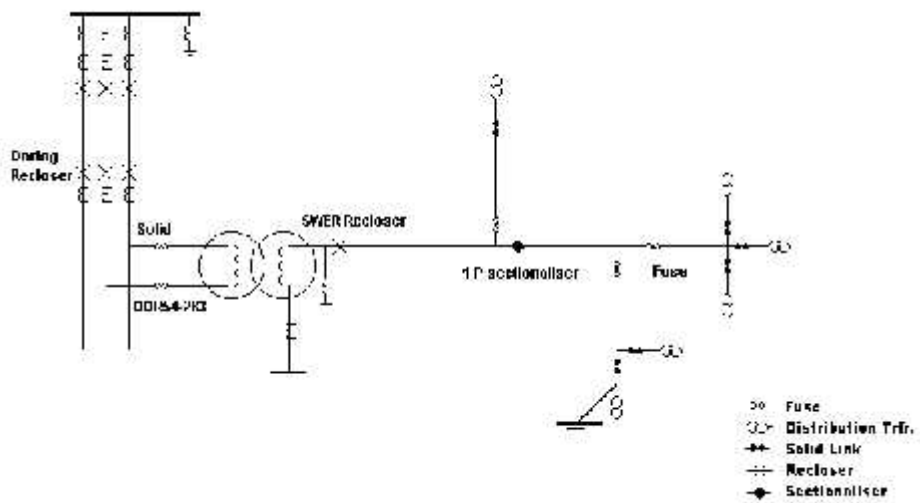


Figure D.C.4 : Exemple de schéma de réseau mis en application

## ANNEXE E

### Mise a la terre du réseau SWER

#### Introduction

Cette annexe traite de la mise à la terre de systèmes monophasés avec retour par la terre (SWER).

Les choses essentielles à retenir de cette annexe sont :

- la résistance de chaque électrode dépend des valeurs de charge et de la résistivité du sol, et le dimensionnement est déterminé par un programme informatique;
- un sertissage par replis devra être utilisé conformément à la norme MT pour les raccordements de terre. Les brides de terre ne sont pas jugées appropriées pour les électrodes SWER.
- L'électrode de mise à la terre est extrêmement importante parce qu'elle est conductrice permanente et les potentiels de tension de pas et de contact devront être maintenus à des niveaux de sécurité minimales.
- La résistance de l'électrode de terre devra être de 30  $\Omega$ , au maximum, pour assurer que la protection MT réponde comme prévu.

La mise à la terre SWER est extrêmement importante parce que cette technologie exige que les électrodes de terre assurent le retour du courant à tout moment. De ce fait, l'électrode de terre fonctionne sans interruption pour le courant de charge (fonctionnant comme un neutre) et sous des situations de défaut.

#### E.1 Portée

Cette section du standard de mise à la terre de la distribution concerne les équipements et les transformateurs à mettre à la terre dans des systèmes SWER. Elle traite de la méthode de choix d'électrodes pour répondre aux conditions de sol et à la conception de réseau.

#### E.2 Références normatives

Non-applicable.

#### E.3 Définitions

Les définitions énumérées ci-dessous s'appliquent.

**E.3.1** Elévation de potentiel de terre (GPR) : Elévation de potentiel d'un sol autour d'une électrode de terre. C'est le potentiel maximum du sol (la terre) généré par l'électrode qui ira en décroissant au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'électrode.

**E.3.2** Transformateur d'isolement : transformateur qui sépare électriquement deux systèmes MT. Dans ce contexte il séparera un système SWER du système source.

**E.3.3** Retour par la terre : système monophasé dans lequel le côté neutre des charges raccordées est relié à la terre. Habituellement il n'y a pas de conducteur continu entre la source et le neutre de charge, le courant neutre circulant à travers les électrodes dans la masse de terre.

**E.3.4** Tension de pas : différence de potentiel en proximité d'une électrode de terre pouvant circuler dans une personne d'un pied à l'autre en passant par le corps. L'exposition à la tension de contact présente normalement un danger plus grand que l'exposition à la tension de pas. Le contrôle de la tension de contact garantira généralement une tension de pas sécuritaire.

**E.3.5** Tension de contact : différence de potentiel en proximité d'une électrode de terre qui peut circuler à travers une personne par contact par une ou les deux mains avec une structure vers les pieds ou autre point du corps en contact avec la terre.

**E.3.6** Tension de transfert : différence de potentiel issue d'une l'électrode de terre qui peut circuler au travers d'une personne par la main (ou de mains) au contact d'une structure mise à la terre éloignée de l'électrode. La tension ? de transfert est plus dangereuse parce que le potentiel de la terre pour le chemin de retour de courant est plus bas.

## **E.4 Conditions**

### **E.4.1 Critère de sécurité**

Le critère de sécurité est déterminé par un facteur biologique — le seuil de fibrillation ventriculaire chez un être humain. La conception des électrodes est faite de façon à limiter les courants au travers le corps humain à des valeurs inférieures à ce seuil.

L'intensité sécuritaire ( $I_s$ ) qui peut passer à travers le corps d'une personne sans la tuer est décrite au schéma 14 en IEC 60479-1.

L'élévation de tension "sécuritaire" ( $V_s$ ) sur une électrode enfouie dans un sol ayant une résistivité superficielle  $\rho_s$  s'obtient alors par :

$$V_s = I_s \times (1,5 \rho_s + 1000) [1]$$

en utilisant une valeur  $I_s = 30$  mA, le rapport entre la tension de contact admissible et la résistivité du sol peut être défini.

De l'équation [1], la tension de contact 'sécuritaire' admissible augmente de façon linéaire avec la résistivité superficielle.

Cependant, dans la recommandation de tension de transfert, de contact et de pas maximale, cette valeur est prise comme constante à 32 V.

### **E.4.2 Configurations d'Electrodes de terre**

Les câbles de fond de fouille peuvent limiter les tensions de pas à la surface pendant que des piquets verticaux vont offrir un support conducteur vers les couches de terre profondes et créer un support moins vulnérable aux changements saisonniers. Deux configurations d'électrode devront être utilisées avec les systèmes de terre SWER :

- a) l'électrode de tranchée horizontale: Cette électrode peut prendre différentes formes géométriques mais le but sera de veiller à ce que la longueur calculée du cuivre soit en contact étroit avec la terre - un seul câble de terre par tranchée distante de 1m de la tranchée adjacente;
- b) l'électrode verticale forée en profondeur: Cette électrode devra être placée dans un trou foré à la profondeur calculée. Le forage devra être remblayé avec les matériaux de surface des environs;

Les deux types d'électrodes devront être partiellement isolées sur une partie du sol, pour les raisons avancées au E4.3 ci-dessous, ainsi qu'il suit :

- 1) le câble raccordant l'électrode de tranchée devra être isolé jusqu'au fond de la fouille (1 m de profondeur),
- 2) le câble raccordant l'électrode verticale devra être isolé sur 20 % de sa profondeur calculée, à partir de la surface.

Pour les électrodes de tranchée la configuration devra être déterminée par les conditions pratiques du sol où elles doivent être installées.

Des croquis de configurations d'électrode de fouille pour toute la gamme de transformateurs sont présentés des annexes E.C. à E.F

#### **E.4.3 Comment isoler l'électrode**

L'isolement d'une partie de l'électrode sous le sol a l'avantage d'atténuer le potentiel de terre à la surface, par rapport à l'élévation de potentiel de terre GPR (c'est-à-dire la tension au niveau de la partie nue de l'électrode en profondeur).

Les effets de l'isolation d'une partie de l'électrode ont été modélisés et les conclusions suivantes tirées:

- a) une électrode de tranchée d'une profondeur de 1 m peut répondre à un GPR de 54 V et le sol en surface aura une tension de contact 'sécuritaire' de 32 V. Cela signifie que le GPR à la surface est atténué à 60 % de sa valeur; et

Dans le présent standard, les électrodes de tranchée ont été conçues pour 32V c'est-à-dire que les atténuations n'ont pas été prises en compte.

- b) une électrode verticale isolée à 20 % de sa profondeur peut avoir un GPR 100V et le sol à la surface aura une tension de contact "sécuritaire" de 32V. Cette zone signifie que le GPR est atténué à 32 % de sa valeur.

#### **E.4.4 METHODE DE CONCEPTION D'ELECTRODE DE TERRE**

Un extrait de l'annexe G décrivant les étapes de la méthode pour trouver les concepts adéquats pour les électrodes de terre sur un réseau SWER donné a été décrit ci-dessous.

Visiter le site pour préparer les détails de conception:

- 1) Confirmer les positions de transformateur  
Sont elles pratiques du points de vue du client, da la ligne BT, du terrain et de l'exploitation?
- 2) choisir les positions éventuelles de l'électrode principale de terre pour  
Transformateur d'isolement  
Transformateurs de distribution  
Poser les questions suivantes :  
Y a-t-il de la place pour une électrode de tranchée ?  
Le sol est 'il assez meuble pour ouvrir une tranchée ?  
Peut-on y accéder avec une foreuse pour réaliser une électrode verticale forée profonde ?  
Est il bienséant d'installer des électrodes dans le village ?
  - 1) Confirmer les itinéraires de ligne éventuels.
  - 2) Effectuer des mesures de résistivité de sol aux emplacements envisageables pour les électrodes. Faire des mesures supplémentaires pour permettre des options de conception sans avoir à revenir sur le site.
  - 3) Remplir les exemplaires de formulaires types en annexe C
  - 4) Calculer les résistivités de sol et concevoir les électrodes principales en utilisant les tableaux ou le programme logiciel mentionnés en annexes EA et EB. Les PE qualifiés

pourront aussi utiliser le logiciel disponible. Choisir la meilleure option d'électrode verticale forée ou horizontale en tranchée.

En fonction des résultats obtenus, on pourra avoir à repositionner les électrodes pour obtenir un modèle optimum.

Si possible impliquer le Centre de Service Technique à cette visite particulière de site.

Les sections suivantes vous donnent plus de détails concernant les mesures de résistivité de sol et de la méthode de conception d'électrode.

#### **E.4.4.1 MESURE DE LA RESISTIVITE DE TERRE**

La résistance à la terre réelle d'une électrode est influencée par la résistivité du sol autour de celle-ci. Ainsi la longueur d'une électrode augmente avec une augmentation de la résistivité du sol. La mesure de la résistivité du sol joue donc un rôle central dans le processus général de mise à la terre.

La mesure de la résistivité du sol devra être faite en utilisant la méthode de Wenner, tout en respectant que les valeurs de l'espacement des mesures devront être conformes au tableau E.1.

**Tableau E.1 — Mesure de la résistivité du sol pour les projets SWER — Résultats de la mesure**

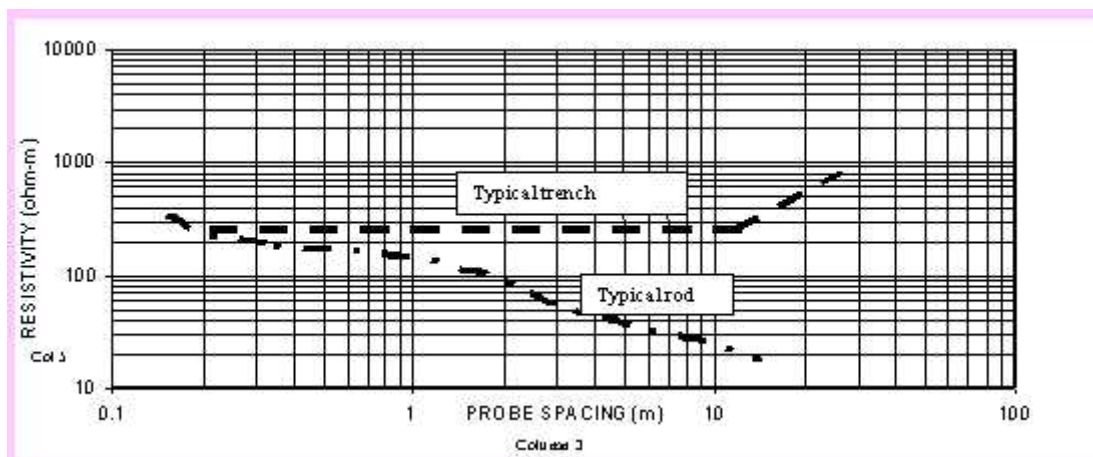
| Espacement des électrodes de mesure<br>a (m)<br>Colonne 1 | Profondeur de la couche du sous-sol examinée<br>D=0,8a<br>Colonne 2 | Relevé de l'appareil de mesure<br>R [Ω]<br>Colonne 3 | Facteur géométrique K<br>K = 2π <sub>v</sub><br>Colonne 4 | Résistivité [Ωm]<br>ρ = RK<br>Colonne 5 |
|---|---|--|---|---|
| 1   | 0,8   |  | 6,28  |   |
| 2   | 1,6   |  | 12,57   |   |
| 4   | 3,2   |  | 25,13   |   |
| 8   | 6,4   |  | 50,26   |   |
| 16  | 12,8  |  | 100,53  |   |
| 32  | 16  |  | 201,06  |   |
| 50  | 40  |  | 314,16  |   |
| 100   | 80  |  | 628,32  |   |

**Figure E.1 — Graphique de résistivité apparente**

Transférer les valeurs de la colonne 1 et de la colonne 5 sur le graphique ci-dessous. La forme de la courbe résultante indiquera si c'est une électrode de tranchée ou une électrode forée qui conviendra



du point de vue de la résistivité du sol. Le choix final du type d'électrode devra tenir compte des autres facteurs énumérés au E4.4



Notes :

« Probe Spacing » représente l'écart entre les électrodes de mesure  
 « Typical Trench » représente une situation où électrodes horizontales en caniveau semble le bon choix.

« Typical Rod » représente une situation où électrodes verticales (en puits forés ou creusés) semble le bon choix.

#### E.4.4.2 DETERMINATION DE LA TAILLE DE L'ÉLECTRODE

La taille de l'électrode de terre est déterminée par la résistivité du sol, le courant de charge, la tension de contact et la résistance maximale admissible de l'électrode pour satisfaire aux besoins de protection.

Des valeurs de résistance d'électrode de terre pour les tailles de transformateur les plus courantes sont données au tableau E.2. Les électrodes devront être conçues pour ces valeurs.

**Tableau E.2 — Valeurs de résistance d'électrode de terre requises pour les électrodes SWER**

| Capacité de transformateur (kVA) | Courant nominal (A) | Courant max. de charge de conception * (A) | Electrode de tranchée: Tension inférieure à 54 V (Ω) | Electrode verticale forée : Tension inférieure à 100 V (Ω) |
|----------------------------------|---------------------|--|--|--|
| 400                              | 21,0                | 30,0                                       | 1,8  | 3,3  |
| 200                              | 10,5                | 15,8                                       | 3,4  | 6,3  |
| 160                              | 8,4                 | 12,6                                       | 4,3  | 7,9  |
| 64                               | 3,4                 | 5,1  | 10,7   | 19,8   |
| 32                               | 1,7                 | 2,5  | 21,4   | 30,0   |
| 16                               | 0,8                 | 1,3  | 30,0   | 30,0   |

#### NOTES

\* Courant de conception basé sur 50 % de surcharge du transformateur mais limitée par le réglage de protection à 30 A maximum.

La résistance maximum de l'électrode de terre admise est de  $30\Omega$ . La conception de sécurité du parafoudre neutre dépend de cette valeur de résistance

Chaque électrode devra représenter les résistivités du modèle à deux couches et la capacité KVA correspondante

La résistivité de sol est rarement homogène et ainsi différents critères pourront être utilisés pour déterminer la valeur de résistivité dans le calcul de la résistance de l'électrode. La méthode de calcul employée se base sur un modèle de sol à deux couches et elle utilise des résistivités moyennes de couches supérieures et profondes.

Les lecteurs qui souhaitent enrichir leurs connaissances trouveront la description de cette méthode de calcul décrite en annexe E.A.

Un logiciel pour calculer la taille de l'électrode a été développé par DT. Ce programme calcule les tailles de l'électrode de tranchée et de l'électrode forée profonde. Il prévoit la satisfaction des critères avec 1 ou plusieurs électrodes.

Le concepteur de l'électrode devra assurer une certaine redondance, c'est-à-dire prévoir la possibilité de la perte d'une électrode. Le programme informatique prévoit cela.

Le modèle de résistivité à deux-couches qui est utilisé dans le calcul de la taille de l'électrode requiert comme entrées des résistivités moyennes en ce qui concerne les couches supérieure et profonde.

La résistivité de la couche supérieure se définit comme la moyenne des résistivités pour des espacements de mesure 1m à 4m.

C'est à dire : Résistivité de la couche supérieure =  $\rho(1m) + \rho(2m) + \rho(4m)$  divisé par 3

La résistivité de la couche profonde se définit comme la moyenne des résistivités pour des espacements de mesure 4m à 50m.

C'est à dire : Résistivité de la couche supérieure =  $\rho(4m) + \rho(8m) + \rho(16m) + \rho(32m) + \rho(50m)$  divisé par 5

Le logiciel fait ce calcul automatiquement à partir des mesures de terrain enregistrées.

Ce programme a été utilisé pour formuler des tableaux de référence rapides et ceux-ci ont été inclus en annexe E.B.

POUR POUVOIR UTILISER LES TABLEAUX LES RESISTIVITES DES COUCHES SUPERIEURES ET INFERIEURES DOIVENT ETRE CALCULEES. LA CELLULE DU TABLEAU QUI CORRESPOND AUX RESISTIVITES CALCULEES POUR LA COUCHE SUPERIEURE ET INFERIEURE DONNE LA TAILLE ET LA FORME DE L'ELECTRODE EXIGEE. IL EST RECOMMANDE QUE L'INGENIEUR DE PROJET UTILISE CES TABLEAUX POUR EVALUER LA TAILLE DE L'ELECTRODE ET LE LOGICIEL POUR EXECUTER LES CONCEPTIONS FINALES.

Les électrodes profondes descendant jusqu'à 160m peuvent être forées par la plupart des entrepreneurs de forage.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 67</b>    | <b>SUR 214</b> |

---

On remarquera à partir des tableaux que la taille des électrodes forées profondes n'est pas affectée par la résistivité de la couche supérieure, tandis que la taille des électrodes de tranchée est affectée par la résistivité de la couche profonde. D'où l'utilisation du modèle deux couches.

#### **E.4.4.3      *CONTRÔLE DE LA RESISTANCE D'UNE ELECTRODE DE TERRE***

L'électrode de terre installée devra être contrôlée pour s'assurer qu'elle répond aux critères nominaux.

## Annexe E (Information)

### E.1 Critères de choix de la résistivité pour le calcul

#### Electrodes de tranchée

Un modèle à deux couches est utilisé pour expliquer les critères de choix de la valeur la plus représentative de la résistivité de terre. Les valeurs de résistivité moyenne de la couche supérieure (1 m à 4 m) et profonde (4 m à 80 m) peuvent être très différentes et la méthode proposée ici tient compte de ces valeurs pour prendre une décision.

En général, l'augmentation de la résistivité de la couche profonde signifiera que l'électrode de tranchée doit également augmenter en taille. Cependant, la résistivité de la couche supérieure a également une influence sur la taille l'électrode.

Premièrement il y a une certaine longueur maximale,  $L_{t(max)}$ , de l'électrode de tranchée qui va fournir une mise à la terre sécuritaire dans les pires conditions de sol (estimées à 1200  $\Omega m$ ). Pour toute résistivité de la couche supérieure < à 1200  $\Omega m$ , la longueur nécessaire L de l'électrode sera moindre.

Si le rapport r, donné par la corrélation

$$r = L/L_{t(max)}$$

augmente en taille alors cela signifie que la résistivité de la couche profonde aura un plus grand effet dans la décision de la résistivité à utiliser. Réciproquement, une petite valeur r signifie que la résistivité de la couche supérieure aura une plus grande influence.

La formule qui affecte cette théorie est la suivante :

$$\rho = r \times \rho_1 + (1 - r) \times \rho_2$$

Où

$\rho$  est la résistivité à utiliser.

$\rho_1$  est la résistivité de la couche supérieure.

$\rho_2$  est la résistivité de la couche profonde.

r est le rapport de longueur utilisée en relation avec la longueur pour les pires cas de résistivité.

La valeur de résistivité obtenue est alors substituée dans les équations suivantes pour les électrodes

$$\text{For a trench electrode : } R = \frac{\rho}{2\pi L} I_n \left( \frac{L^2}{1,85 h d} \right)$$

$$\text{For a rod electrode : } R = \frac{\rho}{2\pi L} I_n \left( \frac{4L}{1,36 d} \frac{2h+L}{1,36 d 4h+L} \right)$$

horizontales de Tanchée et verticales forées (piquet) :

Où

- h est la profondeur d'enfouissement.
- d est le diamètre de conducteur.
- $\rho$  est la résistivité telle que calculée ci-dessus.
- L est la longueur à utiliser.
- R est la résistance exigée pour obtenir une électrode sécuritaire.

**E.2 Tailles d'électrodes verticales forcées en mètres pour différentes résistivités et charges raccordées**

|   | KVA Transformateur d'isolement |     |     |     |     |     |     |     | KVA Transformateur client |     |     |     |     |     |     |  |
|---|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
|   | 50                             | 100 | 200 | 400 | 16  | 32  | 48  | 64  | 96                        | 128 | 240 |     |     |     |     |  |
| quantité d'électrodes                             | 2                              | 2   | 4   | 2   | 4   | 2   | 4   | 1   | 1                         | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 4   |  |
| Résistivité moyenne à un profondeur de 3,2m à 50m |                                |     |     |     |     |     |     |     |                           |     |     |     |     |     |     |  |
| 100   | 4                              | 10  | 4   | 22  | 6   | 44  | 13  | 4   | 4                         | 4   | 4   | 5   | 6   | 12  | 5   |  |
| 200   | 10                             | 22  | 9   | 46  | 14  | 95  | 28  | 9   | 9                         | 9   | 9   | 10  | 13  | 27  | 12  |  |
| 300   | 16                             | 34  | 14  | 73  | 22  | 148 | 44  | 14  | 14                        | 14  | 14  | 15  | 21  | 42  | 19  |  |
| 400   | 22                             | 47  | 19  | 101 | 30  | 148 | 61  | 20  | 20                        | 20  | 20  | 21  | 29  | 58  | 26  |  |
| 500   | 28                             | 60  | 25  | 129 | 38  | 148 | 78  | 25  | 25                        | 25  | 25  | 27  | 36  | 72  | 34  |  |
| 600   | 34                             | 73  | 30  | 157 | 47  | 148 | 95  | 31  | 31                        | 31  | 31  | 33  | 45  | 90  | 42  |  |
| 700   | 40                             | 87  | 36  | 148 | 55  | 148 | 113 | 36  | 36                        | 36  | 36  | 39  | 53  | 107 | 50  |  |
| 800   | 47                             | 101 | 42  | 148 | 64  | 148 | 131 | 42  | 42                        | 42  | 42  | 45  | 62  | 125 | 57  |  |
| 900   | 53                             | 115 | 48  | 148 | 73  | 148 | 149 | 48  | 48                        | 48  | 48  | 51  | 70  | 140 | 65  |  |
| 1000  | 60                             | 129 | 54  | 148 | 82  | 148 | 167 | 54  | 54                        | 54  | 54  | 57  | 79  | 158 | 73  |  |
| 1100  | 67                             | 143 | 60  | 148 | 92  | 148 | 60  | 60  | 60                        | 60  | 60  | 64  | 88  | 148 | 88  |  |
| 1200  | 74                             | 157 | 66  | 148 | 100 | 148 | 66  | 66  | 66                        | 66  | 66  | 70  | 97  | 148 | 97  |  |
| 1300  | 80                             | 148 | 72  | 148 | 110 | 148 | 72  | 72  | 72                        | 72  | 72  | 77  | 106 | 148 | 106 |  |
| 1400  | 87                             | 148 | 79  | 148 | 120 | 148 | 78  | 78  | 78                        | 78  | 78  | 83  | 115 | 148 | 115 |  |
| 1500  | 94                             | 148 | 85  | 148 | 129 | 148 | 85  | 85  | 85                        | 85  | 85  | 90  | 123 | 148 | 123 |  |
| 1600  | 101                            | 148 | 91  | 148 | 138 | 148 | 91  | 91  | 91                        | 91  | 91  | 96  | 133 | 148 | 133 |  |
| 1700  | 108                            | 148 | 97  | 148 | 148 | 148 | 97  | 97  | 97                        | 97  | 97  | 103 | 142 | 148 | 142 |  |
| 1800  | 115                            | 148 | 104 | 148 | 157 | 148 | 103 | 103 | 103                       | 103 | 103 | 110 | 150 | 148 | 150 |  |
| 1900  | 122                            | 148 | 110 | 148 | 148 | 148 | 110 | 110 | 110                       | 110 | 110 | 117 | 160 | 148 | 160 |  |
| 2000  | 129                            | 148 | 116 | 148 | 148 | 148 | 116 | 116 | 116                       | 116 | 116 | 123 | 169 | 148 | 170 |  |

Chercher un autre emplacement       En dehors des profondeurs de forage standard. Utiliser plus d'électrodes ou un autre emplacement

La résistivité de surface n'affecte pas d'une façon significative la taille d'électrode et vous trouverez au dessus des résultats de programme basés sur la résistivité en profondeur et avec une résistivité de couche supérieure fixée à 100 Ωm

|                        | A        | B        | C        | D        |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|
|                        |          |          |          |          |
| Longueur Totale        | 3 x L    | 4 x L    | 8 x L    | 12 x L   |
| L. Maximum Recommandée | 20m      | 20m      | 20m      | 20m      |
| Espace exigé           | 40 x 20m | 40 x 20m | 20 x 20m | 40 x 40m |

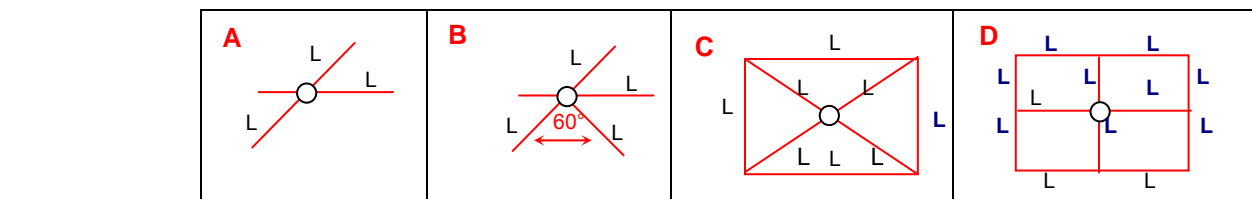
**Formes et longueurs des électrodes de tranchée pour transformateurs d'isolement**

Fondé sur un GPR 32 V, soit aucune atténuation n'a été permise. Pour les concepts avec un GPR de 54 V utiliser le logiciel

|   |      | Résistivité des couches supérieures (moyennes de relevés à 1m, 2m et 4 m) |                       |                       |                       |                       |                       |
|---|------|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|   |      | longueur m & forme ()   | longueur m & forme () | longueur m & forme () | longueur m & forme () | longueur m & forme () | longueur m & forme () |
| Résistivité profonde (moyennes des relevés à 4m, de 8m, de 16m, de 32m, de 50m) |      | 100   | 300                   | 600                   | 900                   | 1200                  | 1500                  |
| 50kVA<br>2 Electrodes   | 100  | 7 (A)   | 18 (A)                | 11 (C)                | 14 (C)                | 16 (C)                | 17 (C)                |
|   | 300  | 7 (A)   | 19 (A)                | 12 (C)                | 14 (C)                | 16 (C)                | 17 (C)                |
|   | 600  | 7 (A)   | 19 (A)                | 12 (C)                | 14 (C)                | 16 (C)                | 18 (C)                |
|   | 900  | 7 (A)   | 20 (A)                | 12 (C)                | 15 (C)                | 17 (C)                | 18 (C)                |
|   | 1200 | 7 (A)   | 20 (A)                | 12 (C)                | 15 (C)                | 17 (C)                | 18 (C)                |
|   | 1500 | 8 (A)   | 16 (B)                | 13 (C)                | 15 (C)                | 17 (C)                | 18 (C)                |
| 100kVA<br>100<br>2 Electrodes   | 100  | 15 (A)  | 16 (C)                | 16 (D)                | 20 (D)                |                       |                       |
|   | 300  | 16 (A)  | 16 (C)                | 17 (D)                | 20 (D)                |                       |                       |
|   | 600  | 17 (A)  | 17 (C)                | 17 (D)                |                       |                       |                       |
|   | 900  | 18 (A)  | 18 (C)                | 18 (D)                |                       |                       |                       |
|   | 1200 | 19 (A)  | 19 (C)                | 19 (D)                |                       |                       |                       |
|   | 1500 | 15 (B)  | 20 (C)                | 20 (D)                |                       |                       |                       |
| 200kVA<br>100<br>2 Electrodes   | 100  | 13 (C)  |                       |                       |                       |                       |                       |
|   | 300  | 14 (C)  |                       |                       |                       |                       |                       |
|   | 600  | 17 (C)  |                       |                       |                       |                       |                       |
|   | 900  | 20 (C)  |                       |                       |                       |                       |                       |
|   | 1200 | 17 (D)  |                       |                       |                       |                       |                       |
|   | 1500 |   |                       |                       |                       |                       |                       |
| 400kVA<br>100<br>2 Electrodes   | 100  | 18 (D)  |                       |                       |                       |                       |                       |
|   | 300  |   |                       |                       |                       |                       |                       |

dénote que le modèle d'électrode de tranchée dépasse la longueur totale maximum de 240m et qu'on devra utiliser une électrode verticale forcée ou un autre emplacement

1. Là où il n'y a aucun hauban, aucune clôture ou aucun logement à moins de 10 m de l'électrode le modèle GPR 54 V peut être utilisé
2. Distance aux clôtures = L/2 et 2m (min).
3. Distance jusqu'à l'électrode BT = L/2 ou 5m (min)
4. Profondeur de l'électrode = 1m.



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:

REFERENCE

REV

RÉSEAU MT:

**SWER-BF 01**

**1**

RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
TERRE (SWER) DE 19,1kV

PAGE

**72**

SUR

**214**

---

|                    |          |          |          |          |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|
| Longueur totale    | 3 x L    | 4 x L    | 8 x L    | 12 x L   |
| L. max recommandée | 20m      | 20m      | 20m      | 20m      |
| Espace exigé       | 40 x 20m | 40 x 20m | 20 x 20m | 40 x 40m |



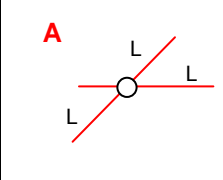
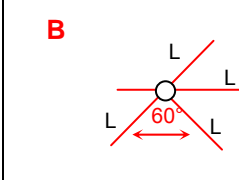
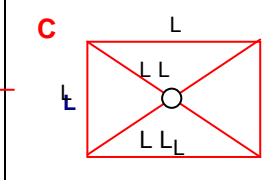
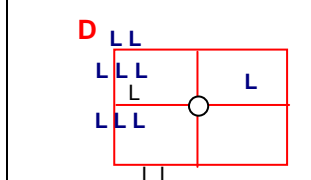
**Longueurs et formes d'électrode de tranchée pour transformateurs de distribution isolés 16kVA et 32kVA**

Fondé sur un GPR 32 V soit aucune atténuation n'a été permise. Pour les concepts avec un GPR 54V utiliser le logiciel

|   |      | Résistivité des couches supérieures (moyennes des relevés à 1m, 2m et 4 m) |                              |                              |                              |                              |                              |
|---|------|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|   |      | Longueur (L)<br>m & forme ()   | longueur (L)<br>m & forme () | longueur (L)<br>m & forme () | longueur (L)<br>m & forme () | longueur (L)<br>m & forme () | longueur (L)<br>m & forme () |
| Résistivité profonde<br>(moyennes des relevés à<br>8m, 16m, 32m, 50m) |      | 100  | 300                          | 600                          | 900                          | 1200                         | 1500                         |
| 16 kVA  | 100  | 3 (A)  | 6 (A)                        | 14 (A)                       | 16 (B)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       |
| 1 Electrode   | 300  | 3 (A)  | 6 (A)                        | 14 (A)                       | 16 (B)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       |
|   | 600  | 3 (A)  | 6 (A)                        | 14 (A)                       | 16 (B)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       |
|   | 1500 | 3 (A)  | 6 (A)                        | 14 (A)                       | 16 (B)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       |
| 32kVA   | 100  | 4 (A)  | 12 (A)                       | 19 (A)                       | 17 (B)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       |
| 1 Electrode   | 300  | 4 (A)  | 12 (A)                       | 19 (A)                       | 17 (B)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       |
|   | 600  | 4 (A)  | 12 (A)                       | 19 (A)                       | 17 (B)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       |
|   | 1500 | 4 (A)  | 12 (A)                       | 19 (A)                       | 17 (B)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       |

On remarquera que la résistivité profonde n'a pas aucun effet significatif sur la taille de l'électrode pour les petits transformateurs par conséquent les tailles d'électrode sont les mêmes pour la gamme des résistivités profonde indiquées au tableau

1. On peut utiliser un concept GPR 54V là où il n'y a aucun hauban, aucune clôture ou aucun logement à moins de 10m de l'électrode
2. Distance jusqu'aux clôtures = L/2 et 2m (min).
3. Distance jusqu'à l'électrode BT = L/2 ou 5m (min)
4. Profondeur de l'électrode = 1m.

|                    |  |  |  |  |
|--------------------|---|---|--|---|
| Longueur totale    | 3 x L   | 4 x L   | 8 x L  | 12 x L  |
| L. max recommandée | 20m   | 20m   | 20m  | 20m   |
| Espace exigé       | 40 x 20m  | 40 x 20m  | 20 x 20m   | 40 x 40m  |

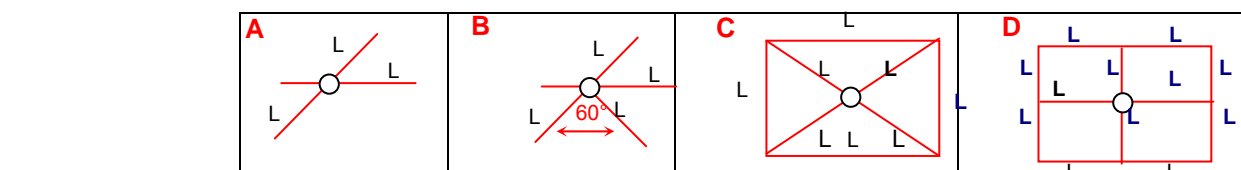
**Formes et longueurs des électrodes de tranchée pour des ensembles de 48 kVA à 240 kVA de transformateurs de distribution**

Fondé sur un GPR 32V, soit aucune atténuation n'a été permise. Pour des concepts de GPR 54 V utiliser le logiciel

|   |      | Résistivité des couches supérieures (moyennes des relevés à 1m, 2m et 4 m) |                              |                              |                              |                              |                              |
|---|------|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|   |      | longueur (L)<br>m & forme ()   | longueur (L)<br>m & forme () | longueur (L)<br>m & forme () | longueur (L)<br>m & forme () | longueur (L)<br>m & forme () | longueur (L)<br>m & forme () |
| Résistivité profonde<br>(moyennes des relevés<br>à 4m, 8m, 16m, 32m,<br>50 m) |      | 100  | 300                          | 600                          | 900                          | 1200                         | 1500                         |
| 48 kVA<br>2 Electrodes  | 100  | 3 (A)  | 8 (A)                        | 13 (A)                       | 16 (B)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       |
|   | 300  | 3 (A)  | 8 (A)                        | 13 (A)                       | 16 (B)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       |
|   | 600  | 3 (A)  | 8 (A)                        | 13 (A)                       | 16 (B)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       |
|   | 1500 | 3 (A)  | 8 (A)                        | 13 (A)                       | 16 (B)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       |
| 64 kVA<br>2 Electrodes  | 100  | 4 (A)  | 12 (A)                       | 19 (A)                       | 17 (B)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       |
|   | 300  | 4 (A)  | 12 (A)                       | 19 (A)                       | 17 (B)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       |
|   | 600  | 4 (A)  | 12 (A)                       | 19 (A)                       | 17 (B)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       |
|   | 1500 | 4 (A)  | 12 (A)                       | 19 (A)                       | 17 (B)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       |
| 96 kVA<br>2 Electrodes  | 100  | 7 (A)  | 20 (A)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       | 16 (C)                       | 17 (C)                       |
|   | 300  | 7 (A)  | 20 (A)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       | 16 (C)                       | 17 (C)                       |
|   | 600  | 7 (A)  | 20 (A)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       | 16 (C)                       | 17 (C)                       |
|   | 1500 | 7 (A)  | 20 (A)                       | 11 (C)                       | 14 (C)                       | 16 (C)                       | 17 (C)                       |
| 128 kVA<br>2 Electrodes   | 100  | 11 (A)   | 10 (C)                       | 15 (C)                       | 18 (C)                       | 14 (D)                       | 15 (D)                       |
|   | 300  | 11 (A)   | 10 (C)                       | 15 (C)                       | 18 (C)                       | 14 (D)                       | 15 (D)                       |
|   | 600  | 11 (A)   | 11 (C)                       | 17 (C)                       | 20 (C)                       | 15 (D)                       | 16 (D)                       |
|   | 1500 | 11 (A)   | 11 (C)                       | 17 (C)                       | 20 (C)                       | 15 (D)                       | 16 (D)                       |
| 240 kVA<br>2 Electrodes   | 100  | 20 (A)   | 19 (C)                       | 20 (D)                       |                              |                              |                              |
|   | 300  | 20 (A)   | 20 (C)                       | 20 (D)                       |                              |                              |                              |
|   | 600  | 16 (B)   | 14 (D)                       |                              |                              |                              |                              |
|   | 1500 | 11 (C)   | 18 (D)                       |                              |                              |                              |                              |

dénote que le concept d'électrode de fond de fouille dépasse la longueur totale maximum de 240m et qu'il faudra utiliser une électrode verticale forée ou length and a rod electrode should be used or another position is needed for the electrode

1. Un concept GPR de 54V peut être utilisé là où il n'y a aucun hauban, aucune clôture ou aucun logement à moins de 10m de l'électrode GPR design can be used
2. Distance jusqu'aux barrières = L/2 et 2m (min).
3. Distance jusqu'à l'électrode BT = L/2 ou 5m (min)
4. Profondeur de l'électrode = 1m



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:

REFERENCE

REV

RÉSEAU MT:

**SWER-BF 01**

**1**

RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
TERRE (SWER) DE 19,1kV

PAGE

**75**

SUR

**214**

---

|                          |          |          |          |          |
|--------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Longueur totale          | 3 x L    | 4 x L    | 8 x L    | 12 x L   |
| L.<br>recommandée<br>max | 20m      | 20m      | 20m      | 20m      |
| Espace exigé             | 40 x 20m | 40 x 20m | 20 x 20m | 40 x 40m |

## Annexe E

Panneaux d'avertissement (en langues locales) sur structures mises à la terre (poteaux – portiques)



Marquage type signalant un  
Danger

|          |  |
|----------|--|
| FRANÇAIS | Danger Haute Tension<br>N'approchez pas des poteaux et de l'équipement     |
| SEPEDE   | Mollo o mogolo wa kotse<br>Se batabele dikota le ditlabakelo               |
| XHOSA    | Lumkela ingozi yombane<br>Ungamesure li kwilipalinezixhobo zombane         |
| SETSWANA | Molelo o mogolo wa kotsi<br>O se ke wa atamela dikota le ditlamelo         |
| SESOTHO  | Mollo o moholo o kotsi<br>O se ke wa atamela ho dipalo le disebediswa      |
| ZULU     | Ingozi ugesi onamandla<br>Ugamesure li eduze kwezigxobo nezakhiwo zikagesi |

Les plaques signalant un danger doivent être fabriquées en se basant sur le texte suggéré ci-dessus.  
La langue traditionnelle devra être choisie en accord avec la zone de construction.

## **ANNEXE F**

(Information)

**Les informations de la présente annexe ne pourront pas automatiquement être transférées au conditions burkinabè.**

**L'annexe est gardé afin de montrer aux lecteurs du présent standard des considérations pour un projet d'électrification en Afrique du Sud, qui pourraient dans une certaine mesure être pertinentes au Burkina Faso également.**

### **Intégration du Marketing et des ventes**

La présente annexe contient les informations suivantes :

- a) comment marier la technologie à l'objectif actuel ;
- b) les avantages clients ;
- c) quel type d'énergie électrique peut être desservie par la technologie c'est-à-dire monophasé, biphasées, triphasées; limites kVA, et
- d) des exemples d'utilisation

### **Adaptation des technologies MT et des solutions d'alimentation**

Un système monophasé avec retour par la terre a comme toute autre technologie ses limites. Les facteurs les plus importants qui demandent à être mentionnés sont les suivants :

- a) Les réseaux 33 kV auxquels SWER peut être directement raccordé doivent être alimentés par un poste source ayant le neutre relié à la terre (NEC) et équipé d'un relais de détection d'arc. Par exemple le modèle Kokstad/Mzintlava et Matatiele/Mt. Fletcher.
- b) L'électrode de terre transporte un courant continu et est précisément conçu pour cette utilisation.
- c) Il n'y a aucune protection SEF. La protection consiste à protéger contre le défaut de terre par surintensité pour les transformateurs d'isolement et à détecter la surintensité et l'arc sur le SWER raccordé directement.
- d) L'alimentation BT est identique à celle des alimentations MT conventionnelles. Les alimentations BT triphasées sont disponibles en utilisant simplement la technologie de conversion (onduleurs) disponible sur le marché actuellement. Des moteurs monophasés et biphasés ont été développés et présentés dans un exposé séparé.
- e) Le courant de charge de SWER sur un réseau spécifique ne doit pas excéder 25 A en raison de l'effet que cette intensité de charge a sur les réseaux de télécommunications avoisinants

Cependant SWER peut être utilisé pour la plupart des situations d'alimentation qui ont des charges <500kVA et qui sont distantes de plus que quelques kilomètres. Ces situations comprennent :

- Électrification de villages
- Charge ponctuelle en milieu rural, par exemple Fermes isolées
- Lieux de villégiature
- Pompes et irrigation pivotante

Les moteurs monophasés sont importants dans l'utilisation SWER en particulier en ce qui concerne les charges de pompage types. Par le passé les distributeurs de pompe n'offraient pas de moteur de pompe monophasé pour les pompes qui demandaient plus de 4 kW de puissance car les couples de démarrage des moteurs monophasés n'étaient pas suffisants. Ceci a changé et les distributeurs, par exemple Alstom, proposent à présent des moteurs monophasés ayant des couples de démarrage équivalents à leurs semblables triphasés. La gamme de moteurs monophasés s'étend jusqu'à 37 kW.

Certains avantages à utiliser SWER ont été décrits dans les tableaux ci-dessous.

**Tableau 1 : Poteaux /Km**

Exemple : Ligne en terrain plat et poteaux de 11M

| Conducteur                           | TECHNOLOGIE (PORTÉES) |       |      |
|--------------------------------------|-----------------------|-------|------|
|                                      | 3φ                    | φ-à φ | SWER |
| ACSR Normal (Squirrel)               | 150M                  | 170M  | 190M |
| ACSR Acier haute résistance (Magpie) | 180M                  | 205M  | 240M |

**Table 2 : Poteaux pour une ligne longue de 6km**

| Conducteur                           | TECHNOLOGIE (Poteaux par 6km) |       |      |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------|------|
|                                      | 3φ                            | φ-à φ | SWER |
| ACSR Normal (Squirrel)               | 42                            | 37    | 33   |
| ACSR Acier haute résistance (Magpie) | 35                            | 31    | 27   |

NOTE : Une limitation est la distance de sécurité au sol des conducteurs et le nombre de poteaux proposé vise à illustrer la différence de technologies. Ce n'est pas absolu.

Sur un terrain accidenté, la technologie SWER devient bien plus avantageuse que les technologies triphasées et biphasées car la limitation de portée électrique ne s'applique pas. Des longueurs moyennes de portée > 350m peuvent être envisagées sur supports simples. Les portées vents sont également beaucoup plus grandes puisqu'il n'y a qu'un seul conducteur.

**Table 3 : HARDWARE, EQUIPEMENT ET ISOLATEURS DE LIGNE**

| Type de Structure | 3φ | φ-φ | SWER |
|-------------------|----|-----|------|
|                   |    |     |      |

|                                 |     |     |     |
|---------------------------------|-----|-----|-----|
| Isolateurs Intermédiaires & H/W | 3   | 2   | 1   |
| Isolateurs d'angle & H/W        | 6   | 4   | 2   |
| Isolateurs d'ancrage & H/W      | 3   | 2   | 1   |
| Parafoudre de Transformateurs   | 3   | 2   | 1   |
| Réenclencheur                   | 3 φ | 3 φ | 1 φ |
| Liaisons                        | 3   | 2   | 1   |

#### Tableau 4 : COÛTS

Ces coûts sont mieux illustrés en utilisant les coûts effectifs de projet comme au tableau ci-dessous :

| Projet                             | Coût de Ligne          |           | Coût/Client   |       |
|------------------------------------|------------------------|-----------|---------------|-------|
|                                    | Conventionnel          | SWER      | Conventionnel | SWER  |
| Mafefe                             | -                      |           | R3000+        | R2089 |
| Gemini                             | -                      |           | R3000+        | R2427 |
| Fertilis                           | -                      |           | R3000+        | R1851 |
| Ligne principale Gemini à Fertilis | R26815                 | R13950    | -             | -     |
| Antioche                           | Approx. R23400/km      | R12000/km | R2787         | R2605 |
| Sabi                               | FOX (Renard) R35000/km | R14150/km | -             | -     |
|                                    | Magpie R32000/km       | R11900/km |               |       |

SABI: ligne de 43km, 13 clients pour environ R1M (R77000/client) ce chiffre représente le coût tout compris, c'est-à-dire qu'il couvre l'ingénierie, les équipements, la main d'oeuvre, les frais généraux, etc.

Les coûts approximatifs des postes de transformateur d'isolement suivants sont communiqués pour information. Ils sont inclus dans les coûts de projet ci-dessus. Les coûts de transformateur d'isolement seront décomptés des coûts de la ligne SWER pour une comparaison du système SWER au système MT φ à φ.

| Description  | Coût    |
|--|---------|
| installation de transformateur d'isolement (réenclencheur) 200 kVA | R 61000 |
| installation de transformateur d'isolement (réenclencheur) 400 kVA | R 66000 |
| installation de transformateur d'isolement (fusible) 16 KVA        | R 17000 |
|  |         |

Les facteurs les plus importants à retenir dans ces tableaux se présentent comme suit :

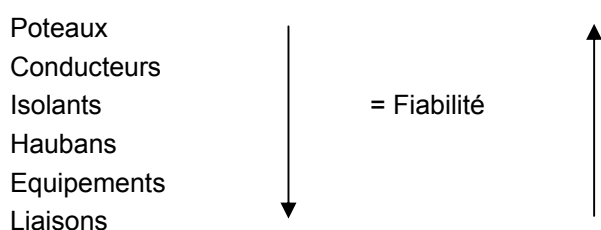
- SWER permet des portées beaucoup plus grandes que le système MT biphasé, réalisant une réduction significative du nombre de poteaux au fur et à mesure que le réseau SWER se

développe dans le temps c'est-à-dire que lorsque l'on choisit le SWER comme technologie de réseau il va continuer à générer des économies pendant sa durée de vie.

- b) SWER emploie moins de conducteurs, il n'a qu'un seul conducteur par poteau et il utilise moins d'équipement de ligne et de dispositifs de commutation que le système MT biphasé, ce qui lui confère une meilleure performance en terme de fiabilité.

### Tableau 6 : FIABILITE

Les raisons pour lesquelles le système SWER a une meilleure performance en terme de fiabilité propre que les technologies de ligne MT ont été démontrées ci-dessous.



Par exemple Antioche a été mis sous tension pendant 18 mois et :

1. Pas un seul défaut MT permanent jusqu'ici
2. Défaillance du réenclencheur
3. 2 fusibles grillés en raison d'une erreur de conception.
4. De nombreuses défaillances sur le système conventionnel ont eu pour conséquence des plaintes client.

### Tableau 7 : Longueurs de ligne SWER

Le tableau 7 indique la distance jusqu'à laquelle SWER peut être étendue pour des charges ponctuelles ou des charges distribuées pour différentes sections de conducteur. A partir de ce tableau on peut voir que SWER peut desservir la plupart des alimentations en milieu rural.

| Conducteur | Charge ponctuelle (cas minimum) |                         | Charge distribuée (cas type) |                         |
|------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------|
|            | 5% de chute de tension          | 10% de chute de tension | 5% de chute de tension       | 10% de chute de tension |
| Fox        | 41 km                           | 82 km                   | 82 km                        | 164 km                  |
| Squirrel   | 27 km                           | 53 km                   | 53 km                        | 107 km                  |
| Magpie     | 14 km                           | 28 km                   | 28 km                        | 56 km                   |
| Bantam     | 8 km                            | 15 km                   | 15 km                        | 31 km                   |

Hypothèse : Longueurs de ligne sur la base d'une charge de 25A à 19,1kV.

Pour décider si SWER est une technologie adaptée au client, la cotation pour une ligne SWER devra être comparée à une ligne MT biphasé et ensuite à une ligne MT triphasée. La ligne SWER doit être assez longue pour amortir le coût d'un transformateur d'isolement et l'investissement supplémentaire que le client aurait à payer pour les solutions monophasées telles que les moteurs de pompe.

### Avantages client

**Le client bénéficie de deux manières :**



- a) économies sur les coûts d'alimentation
- b) meilleure fiabilité offerte par une ligne SWER

Eskom y gagne en raison du faible nombre de poteaux et de la faible quantité d'équipements employés et la ligne SWER est beaucoup plus esthétique qu'une ligne triphasée.

#### Solutions d'alimentation monophasées

Une alimentation BT peut être fournie directement au client en monophasés (230 V) ou en biphasé (deux phases de 230 V ou une phase de 460 V pour les moteurs) à partir un transformateur monophasé client 32KVA ou 16KVA. Une alimentation biphasée 32KVA peut être augmentée à 64kVA et 96kVA en ajoutant des transformateurs.

UNE PUISSANCE TRIPHASEE PEUT ÊTRE MISE OBTENUE PAR DES CONVERTISSEURS STATIQUES ET ROTATIFS DISPONIBLES SUR LE MARCHÉ. CES DISPOSITIFS DEVRONT ÊTRE ACHETES PAR LE CLIENT ET FINANCES PAR LES ECONOMIES REALISEES SUR LES COÛTS DE LA LIGNE CLIENT. ESKOM PEUT APPORTER SON APPUI TECHNIQUE AU CLIENT.

#### Exemple d'utilisation

Un exemple qui mérite d'être cité ici porte sur des alimentations de cliniques en milieu rural. Le client a fait une demande d'alimentations triphasées 50 KVA standard. Le DT l'a approché pour vérifier si une alimentation triphasée était vraiment nécessaire pour ces cliniques. La seule utilisation éventuelle de cette alimentation était destinée à des besoins de pompage. Il en est ressorti de la consultation avec les distributeurs de pompes que les besoins de pompage pouvaient être satisfaits en utilisant des moteurs de pompage monophasés. Cela a permis à Eskom d'établir un devis pour l'alimentation des cliniques avec des technologies monophasées telles que le système MT biphasé et SWER. En conséquence 25 cliniques supplémentaires ont pu être raccordées sur l'économie réalisée avec le même budget disponible chez le client.

Il y a plusieurs autres exemples d'utilisation, dont trois ont été cités ci-dessous :

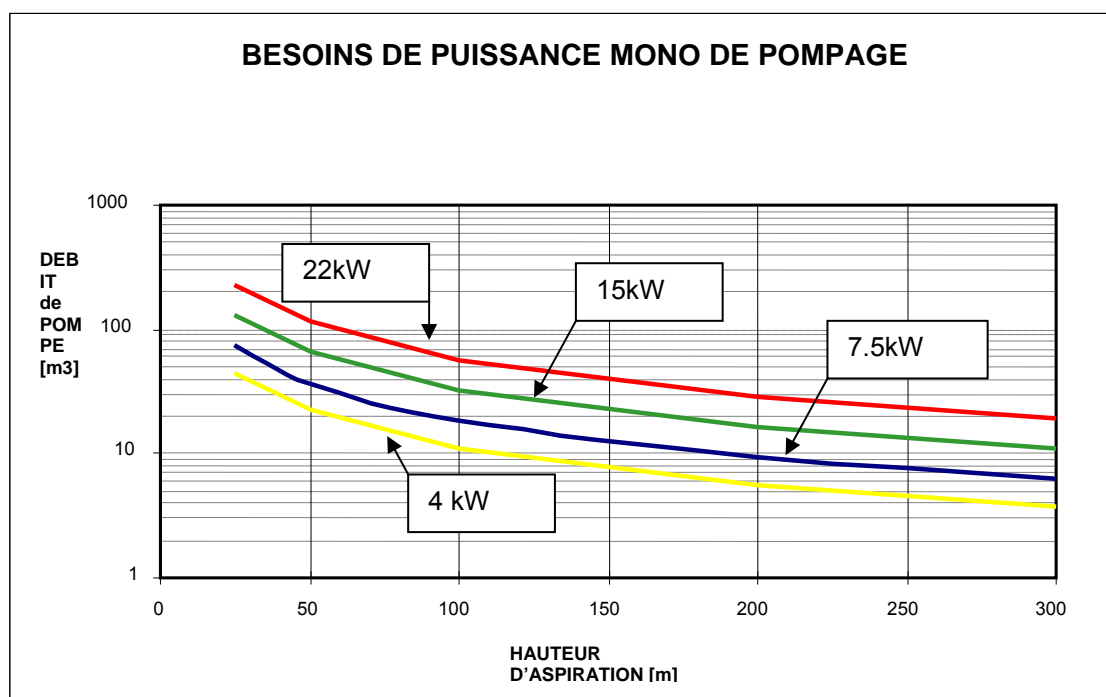
- a) Electrification Antioche à KZN (Région Est)  
(720 clients @ R2650/client)
- b) Sabi Sands Resorts, Mpumalanga (Région Nord-est)  
(13 clients, 41Km de ligne@ R77000/client)
- c) Irrigation Pivotante Kimberley (Région nord ouest)  
(SWER alimente un moteur monophasé 22kV, qui entraîne un alternateur 3φ pour alimenter les unités d'irrigation pivotante). Cette solution d'alimentation est très innovatrice.

Note : les moteurs 1φ sont des moteurs disponibles jusqu'à 22kW et le tableau suivant (tableau 8) vous montre les prix approximatifs des moteurs monophasés et des triphasés. Le tableau vous montre également la quantité de ligne SWER ou de ligne biphasé qui correspond au différentiel de prix. Par exemple l'installation d'un moteur monophasé 22kW est payé si 230m de SWER est installée au lieu d'une ligne triphasée.

**Tableau 8 – Coûts de moteurs triphasés contre coûts de moteurs monophasés**

| VALEUR NOMINALE DE MOTEUR | MONOPHASE Plus dispositif de | TRIPHASE Plus dispositif de | LONGUEUR DE LIGNE |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------|
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------|

|         | démarrage | démarrage | EQUIVALENTE<br>Ph-ph / SWER |
|---------|-----------|-----------|-----------------------------|
| 4 kW    | R 5 130   | R 2 138   | 150m / 85m                  |
| 7.5 kW  | R 6 515   | R 3 346   | 160m / 90m                  |
| 12.5 kW | R 10 918  | R 6 510   | 220m / 125m                 |
| 22 kW   | R 19 004  | R 11 041  | 400m / 230m                 |



**Graphique 1 : Capacité de pompage d'un moteur monophasé**

Le tableau ci-dessus vous décrit le débit d'eau qui peut être pompé par un moteur monophasé commandant une monopompe à différentes hauteurs d'aspiration. Par exemple une pompe commandée par un moteur 4 kW ayant une hauteur de 100m peut pomper 10 m<sup>3</sup>/h. Le message ici est que les moteurs monophasés conviendront à la plupart des utilisations de pompage en milieu rural.

Les moteurs monophasés ont été conçus pour des utilisations de couple élevé. Un démarreur motorand monophasé 22kW standard est capable de démarrer un broyeur à marteaux. La photo 8 décrit cette utilisation

### Satisfaire un client par SWER

De nombreux clients pensent qu'Escom ne distribue que des triphasés s'ils demandent des puissances supérieures à 16 KVA. Cela n'est plus le cas et des puissances allant jusqu'à 96kVA peuvent être fournies ponctuellement par une ligne MT SWER ou biphasée.

la principale chose à établir est de savoir si le client a réellement besoin d'une triphasée et ensuite de fournir au client plusieurs options d'alimentation pour satisfaire ses besoins. Cet exercice ne devra pas

être considéré comme terminé avant que le conseiller des ventes n'ait discuté des options techniques disponibles avec le bureau d'études et de la planification des ressources au bureau local de zone. Ce personnel technique connaît le plan général des réseaux de la zone et seront en mesure de communiquer au conseiller des ventes les informations nécessaires pour guider le client vers une option mutuellement profitable à Eskom et au client.

Le client peut ne pas savoir que de grands moteurs monophasés sont disponibles ou qu'un convertisseur électronique peut être utilisé pour convertir un système BT monophasé en système BT triphasé. Les surcoûts de moteurs et des convertisseurs monophasés à la charge du client sont minimes par rapport aux économies que ce client réalisera en utilisant des lignes MT biphasées ou SWER.

L'exemple suivant en a fait la démonstration :

Actuellement les lignes sont quotées aux prix standard suivants :

|          |         |
|----------|---------|
| Triphasé | R53 000 |
| Biphasé  | R35 775 |
| SWER     | R22 359 |

Il est donc possible d'économiser R17 225 au kilomètre avec une ligne biphasée et R30 641 au kilomètre avec une ligne SWER en comparaison avec une ligne triphasée.

Par conséquent pour une ligne de réseau de 10 kilomètres destinée à approvisionner un moteur de pompage 22 kW et des besoins triphasés 25 KVA les options pourraient ressembler à celles-ci :

|  | Triphasé | Biphasé | SWER    |
|--|----------|---------|---------|
| Coût de la Ligne MT                                | R530000  | R357750 | R223359 |
| Coût du transformateur d'isolement + réenclencheur | R0       | R0      | R42000  |
| Coût du transformateur Client                      | R12000   | R12000  | R25000  |
| Surcoûts des moteurs monophasés                    | R0       | R8000   | R8000   |
| Total  | R542000  | R377750 | R298359 |
| Economies par rapport au Triphasé                  | R0       | R164250 | R243641 |

Il est évident que les systèmes MT monophasés et SWER valent réellement le coût pour le client. À côté des bénéfices du client, ESKOM en tire profit grâce à la réduction du nombre de poteaux et du nombre d'équipement.

Il est à remarquer que les économies réalisées par 2 km de ligne SWER sont suffisantes pour payer le coût d'un transformateur d'isolement de 50kVA avec une protection par fusible. Par conséquent une méthode empirique pourrait consister à n'utiliser que du SWER si la longueur de ligne finale est supérieure à 2 km.

### **Coûts courants (typiques)**

|   | Triphasé | Biphasé  | SWER    |
|---|----------|----------|---------|
| Ligne de 1 km                                     | R53 000  | R 35 579 | R22 539 |
| transformateur d'isolement 50 KVA + réenclencheur | R0       | R0       | R42 000 |

|   |         |         |         |
|---|---------|---------|---------|
| transformateur d'isolement 100KVA + réenclencheur     | R0      | R0      | R46 000 |
| transformateur d'isolement 200KVA + réenclencheur     | R0      | R0      | R61 000 |
| transformateur d'isolement 400KVA + réenclencheur     | R0      | R0      | R66 000 |
| transformateur d'isolement 50KVA + fusible            | R0      | R0      | R17 000 |
| transformateur d'isolement 100KVA + fusible           | R0      | R0      | R21 000 |
| transformateur d'isolement 200KVA + fusible           | R0      | R0      | R36 000 |
| transformateur d'isolement 400KVA + fusible           | R0      | R0      | R41 000 |
| Moteur 4kW plus dispositif de démarrage               | R2 138  | R5 130  | R5 130  |
| Moteur 7,5kW plus dispositif de démarrage             | R3 346  | R6 515  | R6 515  |
| Moteur 15kW plus dispositif de démarrage              | R6 510  | R10 918 | R10 918 |
| Moteur 22kW plus dispositif de démarrage              | R11 041 | R19 004 | R19 004 |
| Convertisseur électronique monophasé 25KVA à triphasé | R0      | R15 000 | R15 000 |

Longueur de ligne rendant le SWER plus rentable qu'un système MT biphasé

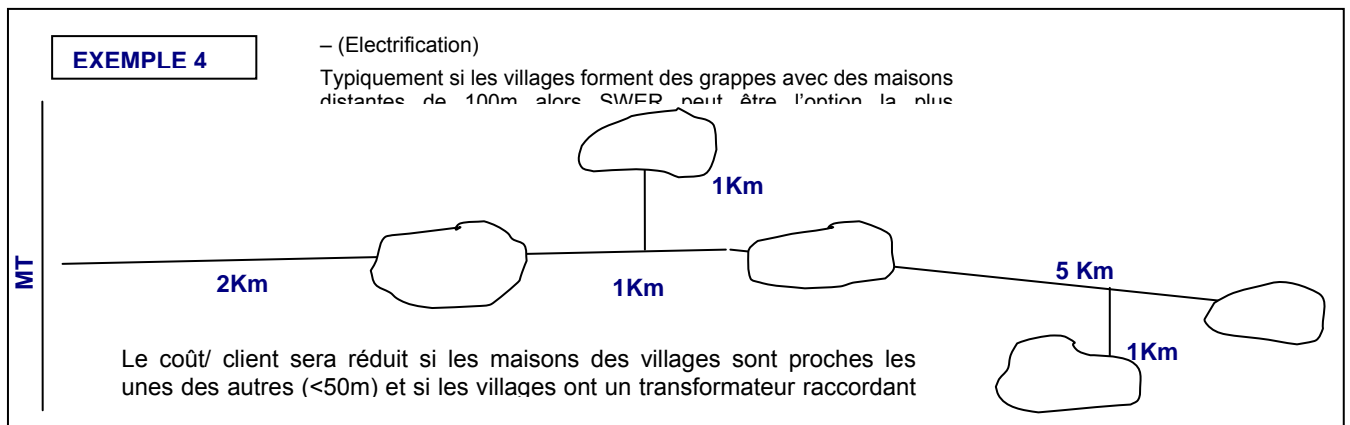
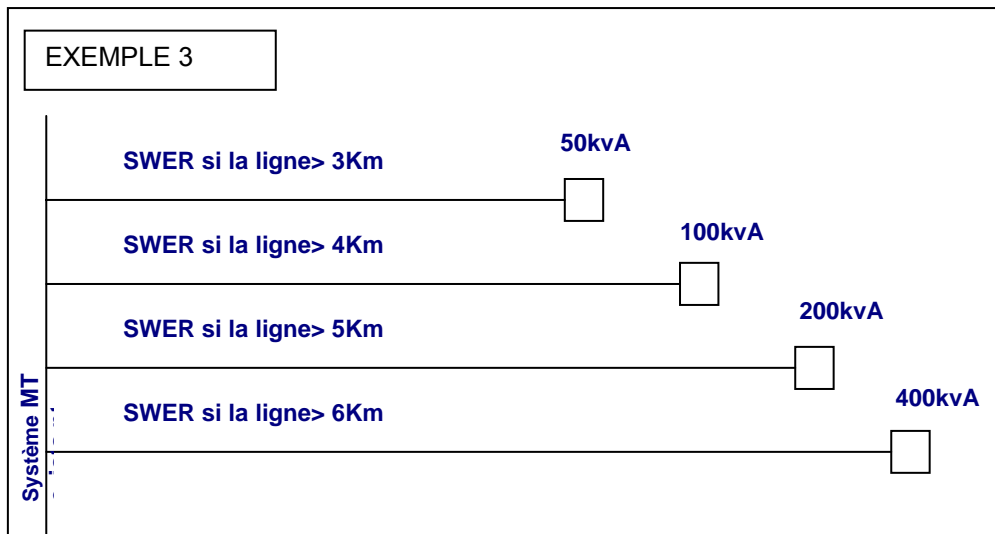
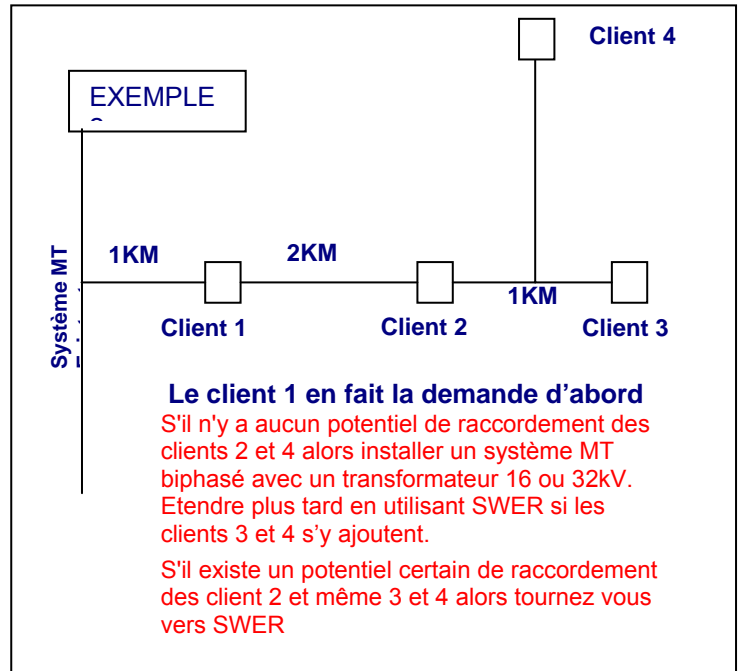
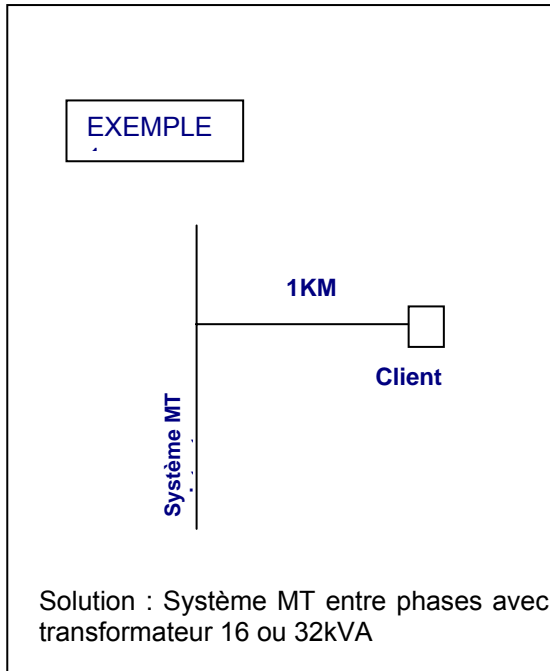
| Type de transformateur d'isolement SWER + protection | Coût type | Longueur de Ligne SWER |
|--|-----------|------------------------|
| transformateur d'isolement 50KVA + réenclencheur     | R42 000   | 4km                    |
| transformateur d'isolement 100KVA + réenclencheur    | R46 000   | 4km                    |
| transformateur d'isolement 200KVA + réenclencheur    | R61 000   | 5km                    |
| transformateur d'isolement 400KVA + réenclencheur    | R66 000   | 6km                    |
| transformateur d'isolement 50KVA + fusible           | R17 000   | 2km                    |
| transformateur d'isolement 100KVA + fusible          | R21 000   | 2km                    |
| transformateur d'isolement 200KVA + fusible          | R36 000   | 3km                    |
| transformateur d'isolement 400KVA + fusible          | R41 000   | 4km                    |

### Informations d'appel en cas de besoin

| Personne à contacter   | Téléphone    | E mail                        |
|--|--------------|-------------------------------|
| Service Technique Générale :<br>Ian Ferguson                     | 031 710 5367 | iaferguson@eskom.co.za        |
| Service Technique Générale :<br>Hendri Geldenhys                 | 011 871 2149 | geldenhuys.hendri@eskom.co.za |
| Service Technique des Moteurs Monophasés :<br>Dayalin Padayachee | 011 629 5323 | padayad@eskom.co.za           |
| Service Ventes Moteurs Monophasés :<br>Alsthom, Danie Steenkamp  | 011 899 1111 | djs@netactive.co.za           |
| Convertisseurs électroniques : Univ                              | 021 808 2290 | Jbeukes@ing.sun.ac            |

|                               |              |  |
|-------------------------------|--------------|--|
| de Stellenbosch, Johan Beukes | 082 5627627  |  |
| Pompes Howden                 | 031 700 4160 |  |
| Monopompes                    | 011 434 5128 |  |

Les exemples suivants démontrent en termes généraux là où le SWER peut représenter la meilleure option technique. Le SWER doit être la meilleure option technique. Il faut remarquer cependant que chaque circonstance doit être traitée au cas par cas. Le conseiller des ventes et les ingénieurs de la planification/ projet doivent travailler ensemble pour décider de la solution la plus adéquate. Il existe des outils pour vous aider au choix de technologie.



Le tableau suivant décrit les tarifs des options d'alimentation pour lesquelles des systèmes d'alimentation SWER ou biphasés standard sont disponibles (à la date de juillet 99)

| Alimentation (kVA) | Trafo (kVA) | PH | MCB (A) | Type de Compteur |              | Tarifs applicables    |   |
|--------------------|-------------|----|---------|------------------|--------------|-----------------------|---|
|                    |             |    |         | KWh/ prépayé     | Programmable | SPU                   | LPU                                       |
| 16                 | 16          | 1  | 10      | √                | —            | Tarif national Dx     | —   |
| 16                 | 16          | 1  | 80      | √                | —            | Tarif national 4 ou 1 | —   |
| 32                 | 32          | 2  | 80      | √                | —            | Tarif national 1      | Tarif Standard Ruraflex Nocturne          |
| 64                 | 2 x 32      | 2  | 160     | √                | —            | Tarif national 2      |   |
| 96**               | 3 x 32      | 2  | 225     | √                | —            | Tarif national 3      |   |
| 25                 | 25          | 3  | 40      | √                | √            | Tarif national 1 or 4 | Tarif Standard Ruraflex Nocturne          |
| 50                 | 50          | 3  | 80      | √                | √            | Tarif national 2      |   |
| 100                | 100         | 3  | 160     | √                | √            | Tarif national 3      |   |
| 100                | 100         | 3  | 160     | —                | √            | —                     | Tarif Standard Ruraflex Nocturne Miniflex |
| 150                | 200         | 3  | 225     | —                | √            |                       |   |
| 200                | 200         | 3  | 300     | —                | √            |                       |   |
| 315                | 315         | 3  | 450     | —                | √            |                       |   |
| 400                | 500         | 3  | 600     | —                | √            |                       |   |
| 500*               | 500         | 3  | 800     | —                | √            |                       |   |

## Notes :

1. Les tarifs Homelight Eclairage n'ont pas été inclus parce qu'ils font partie de la Norme de Branchements Electriques c'est à dire : - Section 1, Partie 8 Normes de Distribution.
2. Des compteurs programmables sont utilisés pour les tarifs LPU.
3. Les compteurs prépayés sont disponibles jusqu'à une puissance d'alimentations triphasées de 50 kVA, 50 kVA inclus.
4. les tailles de transformateur qui ne figurent pas au tableau des tailles d'alimentation standard ne

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 88</b>    | <b>SUR 214</b> |

seront pas proposées aux clients.

En Conclusion

### ***Les facteurs importants de la conception SWER***

- la conception de l'électrode de terre doit être spécifique au projet. Ce n'est pas difficile mais il faut le faire. L'installation doit être faite correctement et la résistance nominale doit être atteinte.
- La communauté doit être sensibilisée au danger lié à la manipulation des composantes MT.
- La proximité des lignes télécommunication (Telekom) doit être prise en compte et une approbation doit être obtenue pour la ligne SWER.

SWER comme option d'alimentation

SWER peut être utilisé pour la plupart des options d'alimentation ayant des charges <500kVA et distantes de quelques kilomètres. Ces options comprennent :

- Electrification de Villages
- Charges ponctuelles en milieu rural par exemple :
  - Fermes isolées
  - Lieux de villégiature
  - Pompes et irrigation pivotante
- Alimentations TELECOM
- Cliniques et écoles



## ANNEXE G

### Etapas de la conception des projets SWER sous forme de liste de contrôle

| Activité | Personne ressource   | Achèvement               |
|----------|--|--------------------------|
| 1        | <b>Choisir les zones probables des transformateurs en utilisant la cartographie disponible</b>   | Ingénieur de projet (PE) |
| 2        | Choisir l'itinéraire de la ligne SWER et l'itinéraire de la ligne d'alimentation SWER  | PE                       |
| 3        | Choisir le meilleur emplacement pour le transformateur d'isolement en tenant compte de : <ul style="list-style-type: none"> <li>5) L'exploitation du réseau SWER</li> <li>6) La minimisation du nombre de dérivations biphasées MT à partir du réseau MT existant que vous voulez réaliser</li> </ul>  | PE                       |
| 4        | Visiter le site pour préparer la conception de détail : <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Confirmer les emplacements de transformateur<br/>Sont-ils pratiques du point de vue du client, de la ligne BT, du terrain et de l'exploitation ?</li> <li>Choisir les emplacements éventuels des électrodes principales de terre pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>Le Transformateur d'isolement</li> <li>Les Transformateurs de distribution</li> </ul> </li> <li>Poser les questions suivantes : <ul style="list-style-type: none"> <li>Y a-t-il assez de place pour une électrode de tranchée?</li> <li>Le sol est-il assez meuble pour creuser une tranchée?</li> <li>Un équipement de forage peut-il y accéder au site dans le cas d'électrode verticale forée profonde?</li> <li>Est-il bienséant de disposer des électrodes dans le village ?</li> </ul> </li> <li>7) Confirmer les itinéraires possibles de la ligne.</li> <li>8) Faire des mesures de résistivité de sol aux emplacements envisagés des électrodes. Faire quelques mesures supplémentaires pour permettre des options de conception détaillée sans avoir à retourner sur le site.</li> <li>9) Remplir les formulaires types en annexe C</li> </ol> <p><b>Si possible impliquer le Centre de Services Techniques à cette visite.</b></p> | PE/Géomètre/<br>SDO      |
| 5        | Calculer les résistivités de sol et concevoir les électrodes principales en utilisant les tableaux en annexe E. Les Ingénieurs de Projet PE qualifiés peuvent également employer le logiciel disponible. Choisir la meilleure option d'électrode (tranchée ou forée).  | PE                       |
| 6        | Faire la première conception détaillée préliminaire. Accorder une attention particulière à l'emplacement du transformateur d'isolement et à l'utilisation des câbles de terre sous-jacents   | PE                       |
| 7        | Placer les électrodes de terre et préciser clairement dans l'étude d'exécution les types d'électrodes et leurs besoins nominaux.   | PE                       |

|    | Activité   | Personne ressource | Achèvement |
|----|--|--------------------|------------|
|    | Vous trouverez des formulaires modèles en annexe C pour cela.  |                    |            |
| 8  | Former le géomètre sur la conception SWER. Il doit avoir une connaissance les structures monofilaires et bifilaires (câble de terre sous-jacent). Les tableaux de portée en annexe A sont pour assurer les conceptions les plus économiques.   |                    |            |
| 9  | Faire le levé de la première conception détaillée d'exécution  | Géomètre           |            |
| 10 | Le géomètre et le Ingénieur de Projet doivent alors convenir des itinéraires définitifs de conception et des emplacements des électrodes principales MT  | Géomètre et PE     |            |
| 11 | Faire autant de mesures de résistivité que nécessaires si les emplacements d'électrode ont changé et concevoir des électrodes. Si le type et la résistivité de sol ne sont pas acceptables faire alors plus de mesures et de conceptions jusqu'à ce que l'électrode et l'emplacement soient définitifs. <b>Ne laisser pas cette activité en tant qu'activité de chantier à finaliser au cours de la construction.</b>  | PE                 |            |
| 12 | Discuter la conception finale avec le SDO et choisir les positions de d'accès aux fusibles et aux liaisons pleines. Discuter de la nécessité de réenclencheurs sur la base de la charge desservie et de la distance du Centre d'exploitation.  |                    |            |
| 13 | Concevoir la protection du réseau SWER en consultant l'annexe D et le Centre des ressources régionales pour les paramètres de protection.  | PE/Protection      |            |
| 14 | Echanger avec le SDO en ce qui concerne la position finale du réenclencheur, des fusibles et des liaisons pleines et les exigences de marquage par exemple le marquage avec le type et la taille de fusible au lieu de la boîte à fusible. <b>L'importance à faire réaliser le réseau comme conçu doit être mis en exergue.</b>  | PE/SDO             |            |
| 15 | Préparer le projet d'exécution définitif   | PE                 |            |
| 16 | Une fois que les personnes ressources chargées de la construction ont été choisies, s'assurer qu'elles comprennent la construction des systèmes SWER en particulier :<br>1) les structures monophasées MT<br>2) les structures de câble de sous-jacent, ayant une ligne MT et une ligne BT sur la même structure.<br>3) L'importance à employer les méthodes et les outils corrects de pour les jonctions et que ce travail doit être exécuté par une personne certifiée.<br>4) La construction d'électrodes de terre et les endroits où une l'inspection est requise avant que les travaux puissent se poursuivre.<br>5) Les feuilles d'inspection en annexe B<br>6) La différence de certains équipements par rapport aux systèmes conventionnels MT<br>7) Le raccordement de transformateurs<br>Les vérifications d'équipement et une approche professionnelle stricte sont fortement recommandées. | PE/Entrepreneur    |            |
| 17 | Former les personnes ressources chargées de liaison communautaire sur les électrodes SWER. La communauté doit savoir que si une personne sectionne ou endommage l'isolement d'une électrode SWER alors le fait d'entrer en contact avec toute  | PE                 |            |

|    | Activité  | Personne<br>ressource                                    | Achèveme<br>nt |
|----|---|--|----------------|
|    | partie dénudée aura probablement une conséquence mortelle.  |  |                |
| 18 | Former le chef des travaux à veiller attentivement en particulier à<br>1) la vérification des matériels<br>2) la certification des ouvriers de lignes à faire les jonctions<br>3) Les points d'inspection de l'électrode de terre<br>4) les longueurs de portée et la séparation entre la MT et le câble<br>de terre sous jacent au poteau.<br>5) Le montage des équipements conformément aux schémas par<br>exemple, l'orientation des consoles d'isolateurs de poteau | PE/<br>Direction du<br>projet /<br>Commis des<br>travaux |                |
| 19 | Impliquer le Centre d'Exploitation au cours de la construction  | Commis des<br>travaux                                    |                |
| 20 | Faire une dernière inspection du projet réalisé en compagnie des<br>SDO et organiser une session de formation pour leur expliquer<br>clairement comment le projet doit être exploité. Utiliser des<br>scénarios de défaut pour décrire ce qui pourrait se produire et<br>comment ils devront réagir face au problème  | PE/SDOs  |                |

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 92</b>    | <b>SUR 214</b> |

---

## **ANNEXE H**

### **Liste des schémas**

La présente annexe indique les schémas pertinents auxquels il est fait référence sous cette norme. Des détails complets apparaissent sur des feuilles séparées en annexe.

(Suite)

**Schémas de Montage**

| No.                       | Description  |
|---------------------------|--|
| D-DT-0210                 | Installation de l'électrode de terre principale forée de transformateur  |
| D-DT-0211                 | Installation de l'électrode de terre principale de tranchée de transformateur                                  |
| D-DT-0212                 | Installation de l'électrode de terre forée pour câble de terre sous jacent                                     |
| D-DT-0213                 | Installation de l'électrode de terre de tranchée pour câble de terre sous jacent                               |
| D-DT-0214                 | Installation d'électrode de terre secondaire – piquet  |
| D-DT-0215                 | Installation d'électrode de terre secondaire – câble de fond de fouille  |
| D-DT-0245                 | Installation de câble de terre sous jacent / isolateur rigide alignement de fil nu BT                          |
| D-DT-0246                 | Installation de câble de terre sous jacent / isolateur rigide ancrage de fil nu BT par console 'D'             |
| D-DT-0247                 | Installation de câble de terre sous jacent / fixation hélicoïdale sur isolateur rigide alignement de fil nu BT |
| D-DT-0248                 | Installation de câble de terre sous jacent / fixation hélicoïdale sur isolateur rigide ancrage de fil nu BT    |
| D-DT-0250                 | Assemblage Isolant/conducteur – fixation hélicoïdale sur cosse d'arrêt   |
| D-DT-0251                 | Assemblage Isolant/conducteur – pince d'ancrage  |
| D-DT-0253                 | Assemblage Isolant/conducteur – pince d'alignement   |
| D-DT-0256                 | Assemblage fixation hélicoïdale en rainure supérieure d'un isolateur rigide                                    |
| D-DT-0259                 | Assemblage fixation hélicoïdale en rainure latérale d'un isolateur rigide                                      |
| D-DT-0260<br>Feuil. 1 à 4 | Installation du compteur statistique du transformateur d'isolement 200/400 kVA                                 |
| D-DT-0270                 | Installation de transformateur sur simple support  |
| D-DT-0273                 | Double plate-forme pour transformateur d'isolement   |
| D-DT-0277                 | Installation du Transformateur de puissance  |
| D-DT-0278                 | Installation de l'enregistreur de courant de crête   |
| D-DT-0297                 | Installation de fusible d'expulsion sur poteau   |
| D-DT-0312/<br>D-DT-0341   | Installation d'hauban sur poteau en bois (Réseau MT)   |
| D-DT- 0343                | Installation d'hauban traversant BT/MT   |
| D-DT-0348                 | Distances de sécurité pour structures communes   |
| D-DT-0346                 | Installation de Parafoudres (comprend l'installation des Parafoudres parallèles)                               |
| D-DT-0373                 | Traversée en bois. Boulon à oeilletons de double ancrage.  |
| D-DT-0375                 | Traversée en bois. Boulon à oeillet d'ancrage  |
| D-DT-0378                 | Traversée en bois. Boulon à oeillet d'alignement   |
| D-DT-0383                 | Assemblage d'isolateur simple rigide type « post » sur poteau bois   |
| D-DT-0391                 | Traversée en bois. Assemblage d'isolateur simple rigide type « post » à tige filetée longue                    |

(Suite)

### Structures (Poteau - Portique) de ligne SWER 19 kV

| No.       | Description   |
|-----------|---|
| D-DT-0400 | Alignement (0 <sup>0</sup> )  |
| D-DT-0401 | Alignement (1 <sup>0</sup> à 10 <sup>0</sup> )                                      |
| D-DT-0402 | Alignement avec chaîne (10 <sup>0</sup> à 30 <sup>0</sup> )                         |
| D-DT-0403 | Double ancrage (0 <sup>0</sup> )  |
| D-DT-0404 | Double ancrage (1 <sup>0</sup> à 30 <sup>0</sup> )                                  |
| D-DT-0406 | Double ancrage (30 <sup>0</sup> à 90 <sup>0</sup> )                                 |
| D-DT-0407 | Arrêt simple  |
| D-DT-0410 | Alignement (0 <sup>0</sup> ) avec câble de terre sous-jacent                        |
| D-DT-0411 | Alignement (1 <sup>0</sup> à 10 <sup>0</sup> ) avec câble de terre sous-jacent      |
| D-DT-0412 | En alignement (10 <sup>0</sup> à 30 <sup>0</sup> ) avec câble de terre sous-jacent  |
| D-DT-0413 | Double ancrage (0 <sup>0</sup> ) avec câble de terre sous-jacent                    |
| D-DT-0414 | Double ancrage (1 <sup>0</sup> à 30 <sup>0</sup> ) avec câble de terre sous-jacent  |
| D-DT-0416 | Double ancrage (30 <sup>0</sup> à 90 <sup>0</sup> ) avec câble de terre sous-jacent |
| D-DT-0417 | Arrêt simple avec câble de terre sous-jacent  |
| D-DT-0418 | Arrêt simple de câble de terre sous-jacent  |
| D-DT-0420 | Transformateur d'isolement sur support simple (50 kVA et 100 kVA)                   |
| D-DT-0421 | Transformateur d'isolement sur support à quatre poteaux (200 kVA et 400 kVA)        |

### Plans de montage

#### Postes, Mise à la terre et accessoires de Structures (Poteau - Portique)

| No.       | Description   |
|-----------|---|
| D-DT-0450 | Plan d'Ensemble d'une dérivation SWER                                   |
| D-DT-0451 | Plan d'Ensemble d'une dérivation SWER avec câble de terre sous-jacent   |
| D-DT-0460 | Poste de transformateur d'isolement sur poteau simple                   |
| D-DT-0461 | Poste de transformateur d'isolement sur support à quatre poteaux (en H) |
| D-DT-0462 | Transformateur de distribution unique SWER — 16 kVA ou 32 kVA           |
| D-DT-0463 | Deux transformateurs de distribution SWER — 2 × 32 kVA                  |
| D-DT-0464 | Réenclencheur SWER sur support simple                                   |
| D-DT-0465 | Coupe-circuit SWER à expulsion  |
| D-DT-0468 | Transformateur de distribution unique pour MV micro SWER — 5KVA         |

(Suite)

**Dessins des matériels**

| No.       | Description  |
|-----------|--|
| D-DT-3004 | Ecrou à œil de M20                                   |
| D-DT-3005 | Boulon à œil de M20 x 50                             |
| D-DT-3007 | Chape d'attelage                                     |
| D-DT-3008 | Pince d'alignement à berceau                         |
| D-DT-3010 | Manille type D                                       |
| D-DT-3012 | Tirant d'haubans, M20                                |
| D-DT-3014 | Rondelle de fibre                                    |
| D-DT-3015 | Tige filetée M20 x 350                               |
| D-DT-3017 | Isolateur rigide type « Post », 22Kv                 |
| D-DT-3019 | Connecteur de sertissage en H                        |
| D-DT-3022 | Console de fixation, Coffret de comptage de Type "F" |
| D-DT-3026 | Coss0065 de 16mm                                     |
| D-DT-3027 | Traversée en fer U de 1300 mm                        |
| D-DT-3042 | Chaîne d'isolateur type long Rod 22kV                |
| D-DT-3046 | Console haut de poteau                               |
| D-DT-3050 | Tige M20 x 50 pour isolateur rigide type « Post »    |
| D-DT-3058 | Pince PG   |

(Suite)

## Schémas de l'équipement

| No.       | Description   |
|-----------|---|
| D-DT-3064 | Armour rod  |
| D-DT-3065 | Fixation d'arrêt hélicoïdale préformée              |
| D-DT-3069 | Fixation d'arrêt hélicoïdale préformée pour haubans |
| D-DT-3074 | Cosse à sertissage                                  |
| D-DT-3080 | Fixation préformée latérale                         |
| D-DT-3081 | Fixation préformée rainure supérieure               |
| D-DT-3090 | Vis à bois/tire-fond                                |
| D-DT-3091 | Piquet de terre                                     |
| D-DT-3092 | Coupleur de piquets de terre                        |
| D-DT-3093 | Bride de Piquet de terre                            |
| D-DT-3094 | Isolateur d'arrêt                                   |
| D-DT-3096 | Console type "D"                                    |
| D-DT-3098 | Manchon de milieu de portée                         |
| D-DT-3109 | Montant de Poteau avec serre-fils                   |
| D-DT-3110 | Chape, boucle                                       |
| D-DT-3114 | Haut de poteau 7/4 avec bague                       |
| D-DT-3124 | Brin de câble 7/4                                   |
| D-DT-3127 | Tuyau, LPDE   |



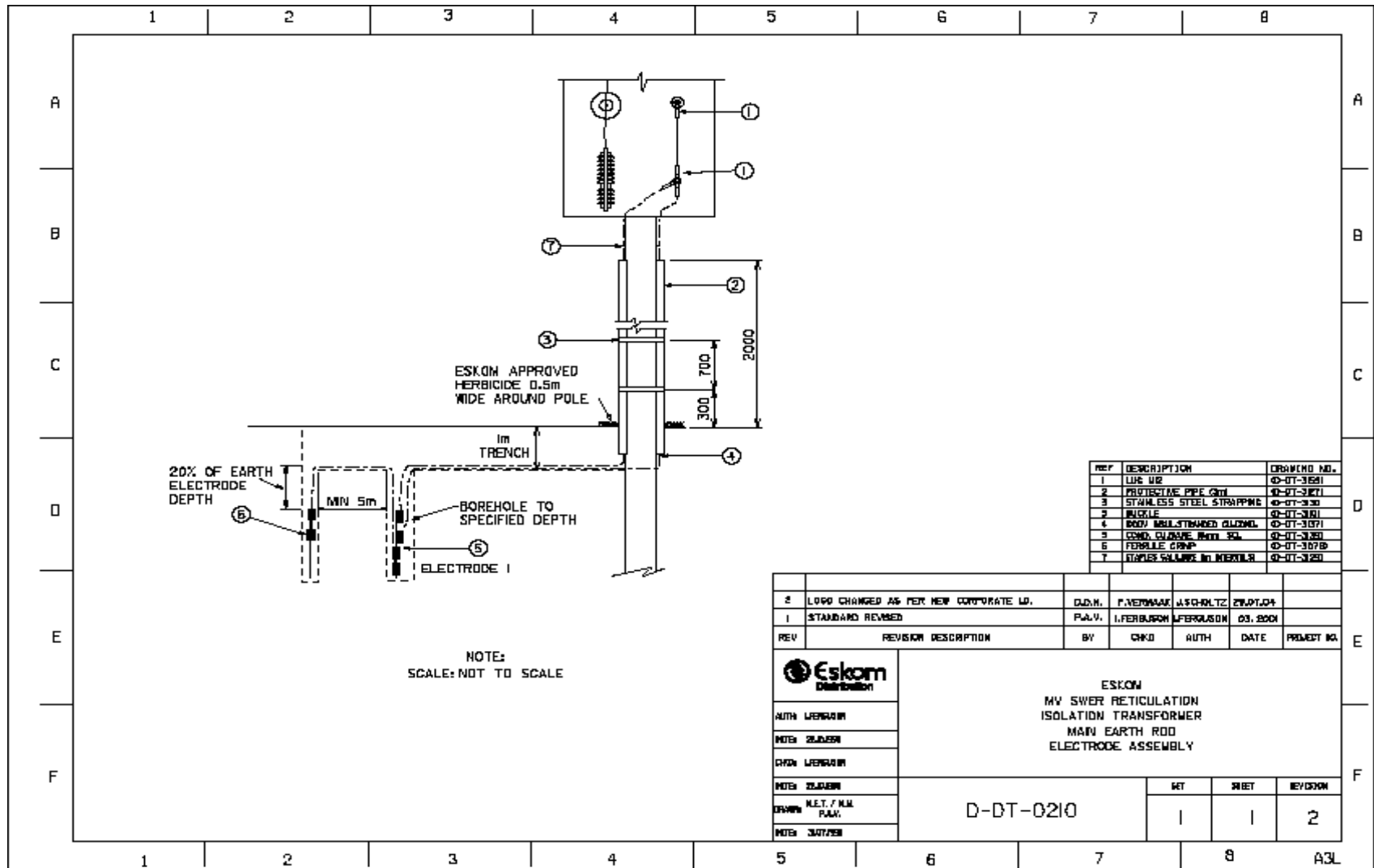
(Fin)

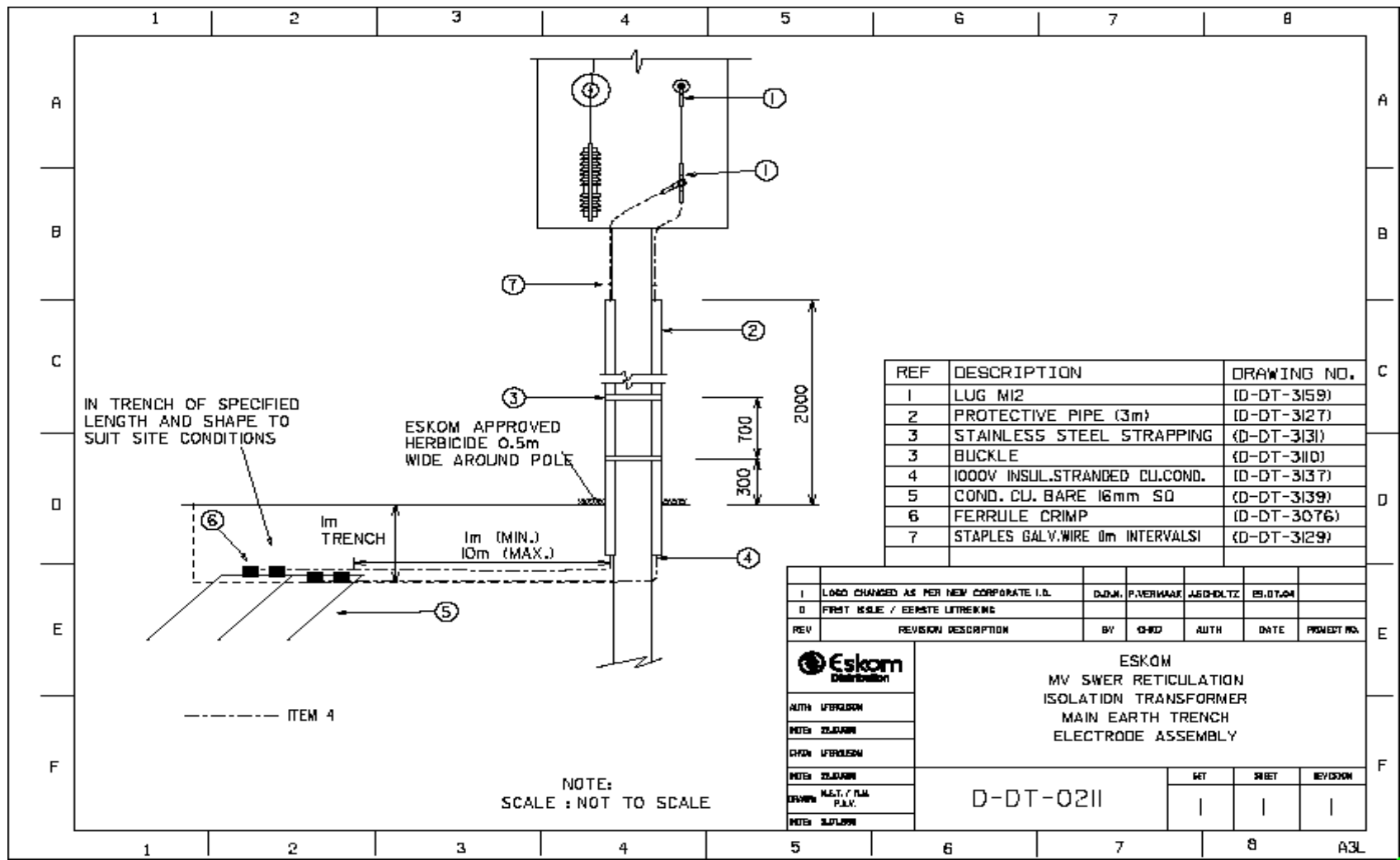
**Schémas des accessoires**

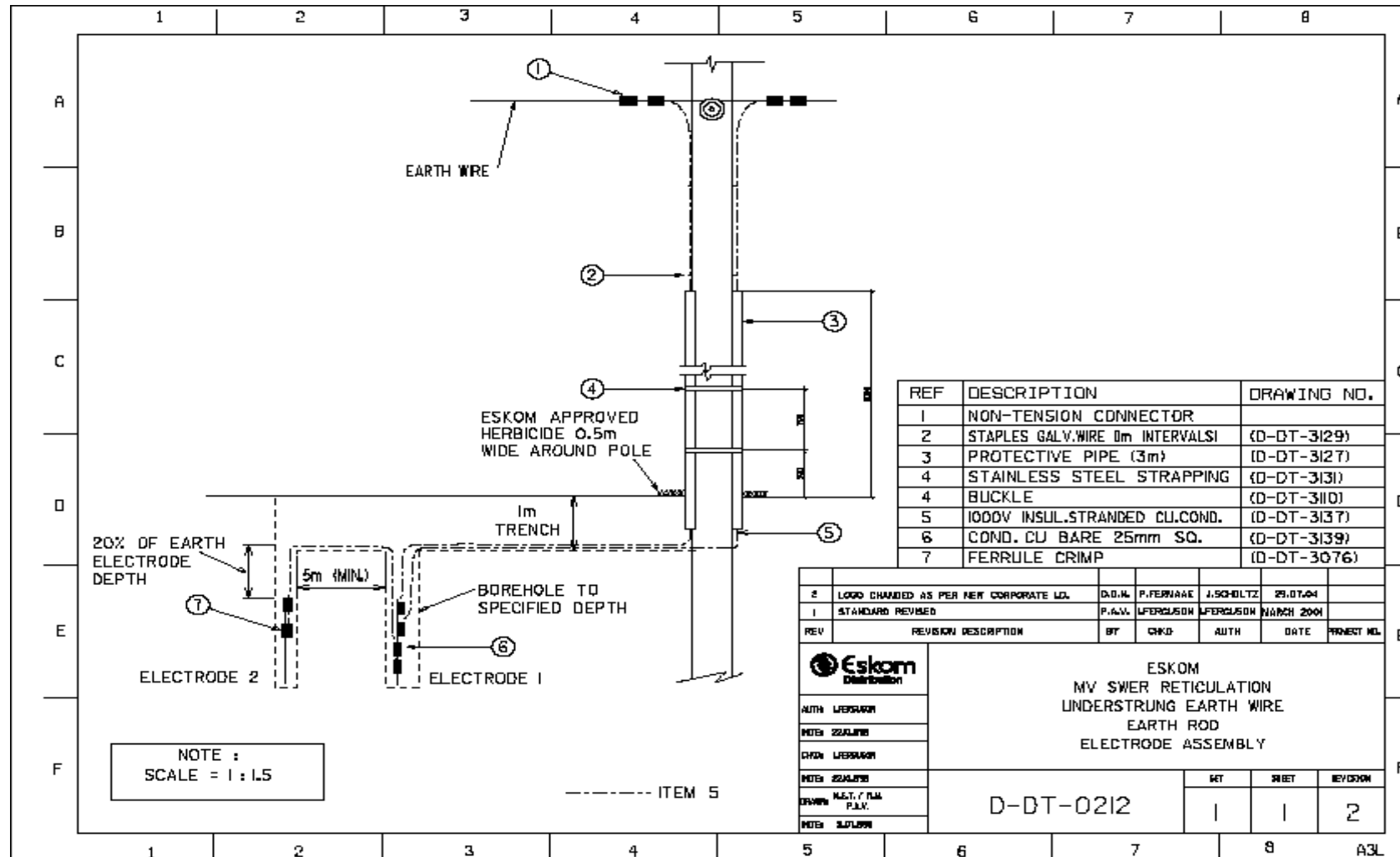
| No.       | Description   |
|-----------|---|
| D-DT-3020 | Installation de plate-forme de transformateur d'isolement |
| D-DT-3022 | Console pour coffret compteur                             |
| D-DT-3203 | Coffret d'enregistrement du courant de crête              |

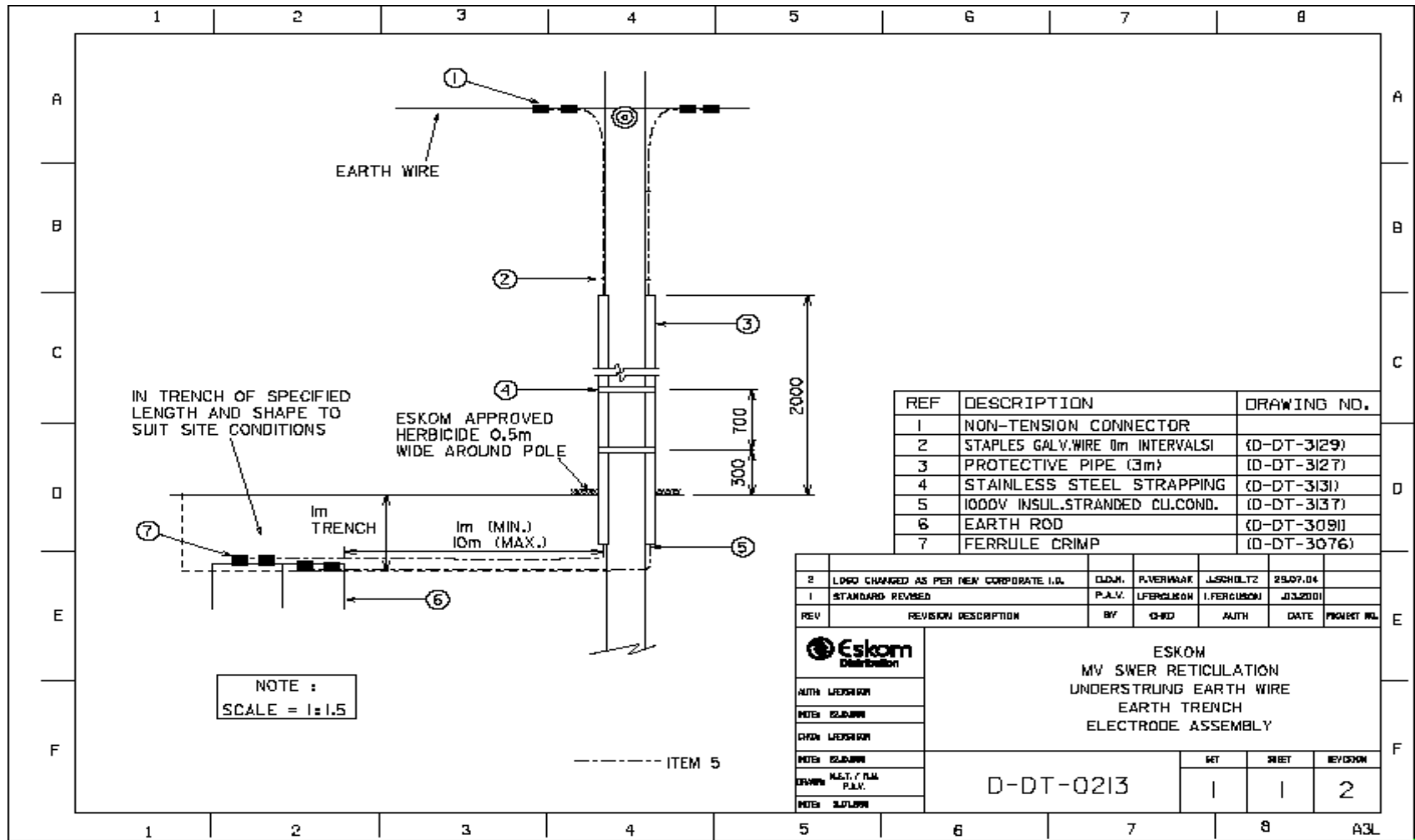
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

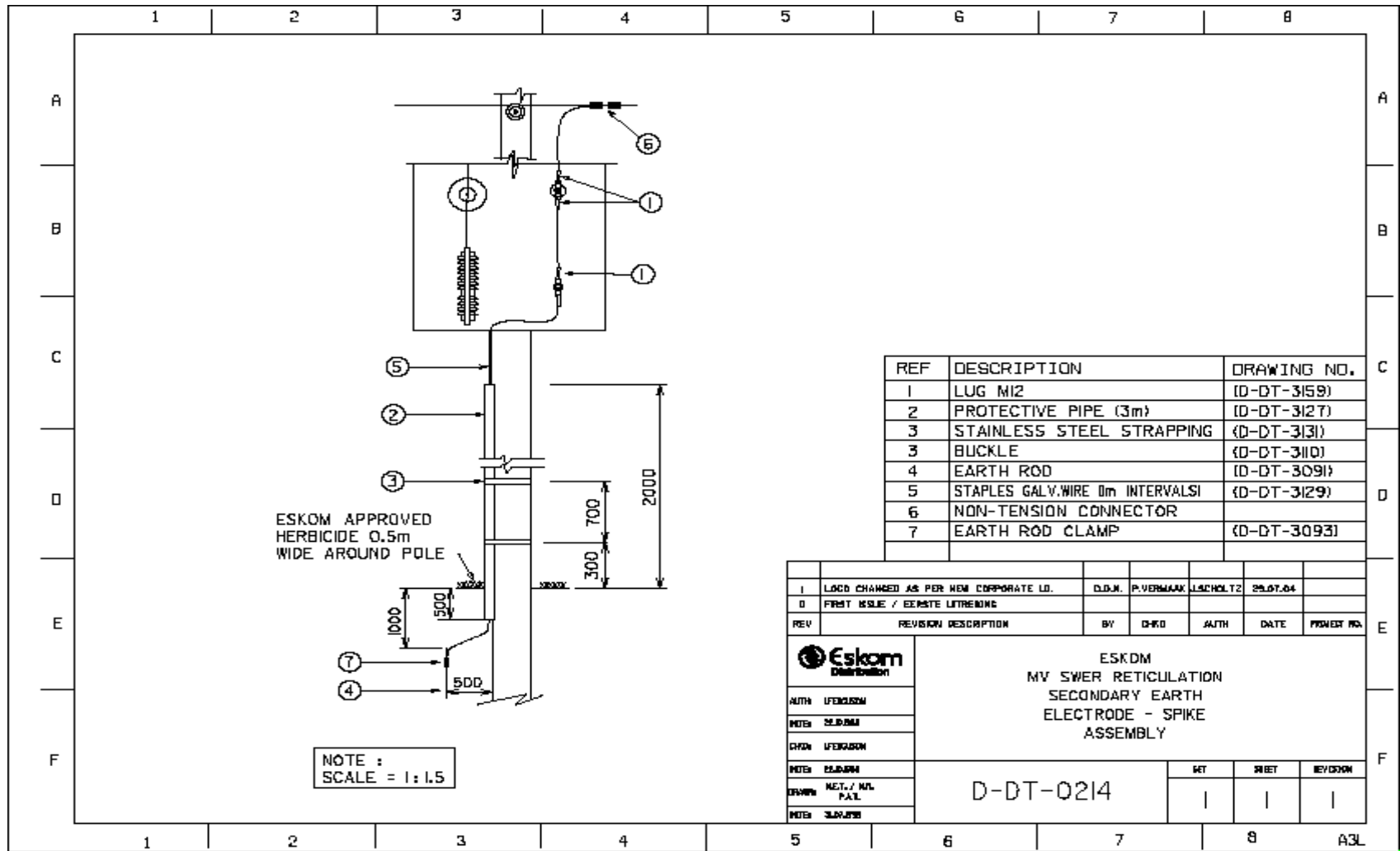
REFERENCE REV  
 SWER-BF 01 1  
 PAGE 98 SUR 214





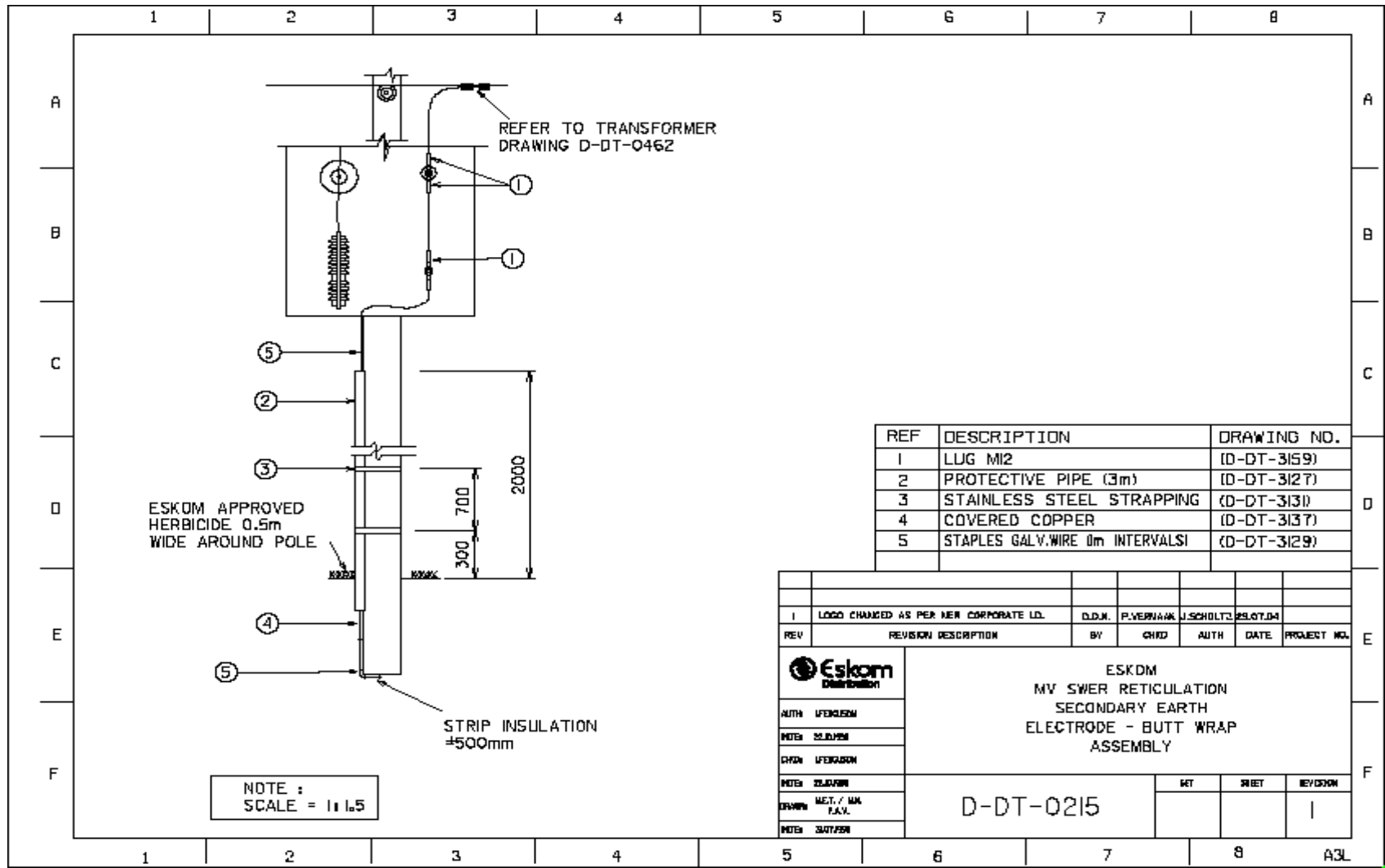






| REF | DESCRIPTION                    | DRAWING NO. |
|-----|--------------------------------|-------------|
| 1   | LUG M12                        | {D-DT-3159} |
| 2   | PROTECTIVE PIPE (3m)           | {D-DT-3127} |
| 3   | STAINLESS STEEL STRAPPING      | {D-DT-3131} |
| 3   | BUCKLE                         | {D-DT-3110} |
| 4   | EARTH ROD                      | {D-DT-3091} |
| 5   | STAPLES GALV.WIRE 0m INTERVALS | {D-DT-3129} |
| 6   | NON-TENSION CONNECTOR          |             |
| 7   | EARTH ROD CLAMP                | {D-DT-3093} |

| 1         | LOGO CHANGED AS PER NEW CORPORATE ID. | D.D.M.  | P.VERMAAK | L.SCHOLTZ | 29.07.04 |             |  |
|-----------|---------------------------------------|---|-----------|-----------|----------|-------------|--|
| 0         | FIRST ISSUE / ESKOM LITRETING         |   |           |           |          |             |  |
| REV       | REVISION DESCRIPTION                  | BY  | CHKD      | AUTH      | DATE     | PROJECT NO. |  |
|           |                                       | ESKOM<br>MV SWER RETICULATION<br>SECONDARY EARTH<br>ELECTRODE - SPIKE<br>ASSEMBLY |           |           |          |             |  |
| AUTH      | UFG/DM                                |   |           |           |          | REV         |  |
| DATE      | 24.08.04                              |   |           |           |          | REV         |  |
| CHKD      | UFG/DM                                |   |           |           |          | REV         |  |
| DATE      | 24.08.04                              |   |           |           |          | REV         |  |
| CHKD      | NET./M.L. P.A.L.                      |   |           |           |          | REV         |  |
| DATE      | 24.08.04                              |   |           |           |          | REV         |  |
| D-DT-0214 |                                       |   |           |           |          | REV         |  |
|           |                                       |   |           |           |          | REV         |  |
|           |                                       |   |           |           |          | REV         |  |



| REF | DESCRIPTION                    | DRAWING NO. |
|-----|--------------------------------|-------------|
| 1   | LUG MI2                        | (D-DT-3159) |
| 2   | PROTECTIVE PIPE (3m)           | (D-DT-3127) |
| 3   | STAINLESS STEEL STRAPPING      | (D-DT-3131) |
| 4   | COVERED COPPER                 | (D-DT-3137) |
| 5   | STAPLES GALV.WIRE 0m INTERVALS | (D-DT-3129) |

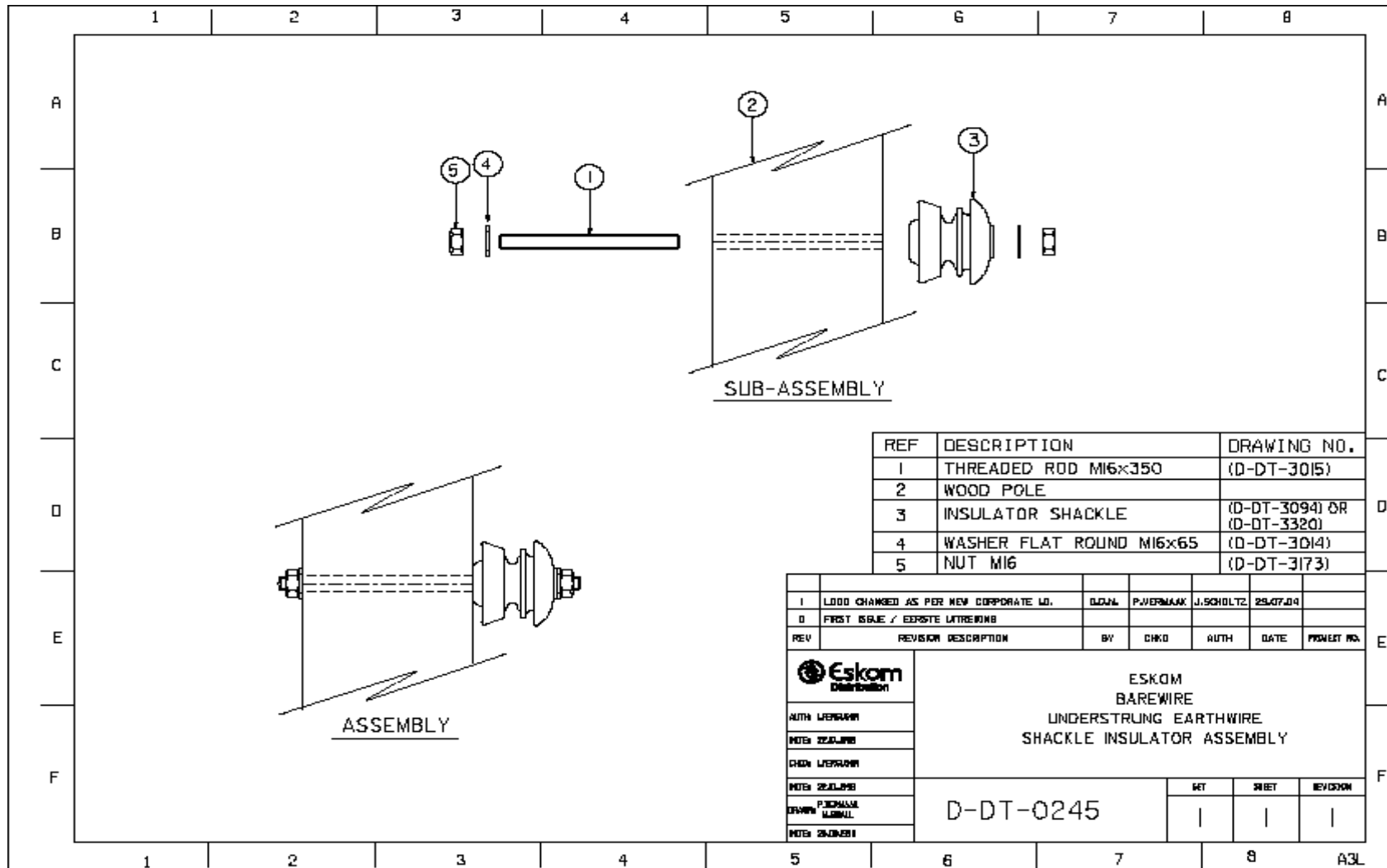
| REV | REVISION DESCRIPTION                  | BY     | CHKD       | AUTH      | DATE     | PROJECT NO. |
|-----|---------------------------------------|--------|------------|-----------|----------|-------------|
| 1   | LOGO CHANGED AS PER NEW CORPORATE ID. | D.D.M. | P.VERNANCK | J.SCHOLTZ | 29.07.04 |             |

|  |   |           |               |                 |
|--|---|-----------|---------------|-----------------|
|  | ESKDM<br>MV SWER RETICULATION<br>SECONDARY EARTH<br>ELECTRODE - BUTT WRAP<br>ASSEMBLY                             |           |               |                 |
|  | AUTH: UFERKDM<br>NOTE: 24/07/04<br>CHN: UFERKDM<br>NOTE: 24/07/04<br>DRAWN: MET./M.A.<br>P.A.V.<br>NOTE: 24/07/04 | D-DT-0215 |               | SET<br>01/07/04 |
|  |   |           | REVISION<br>1 |                 |

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

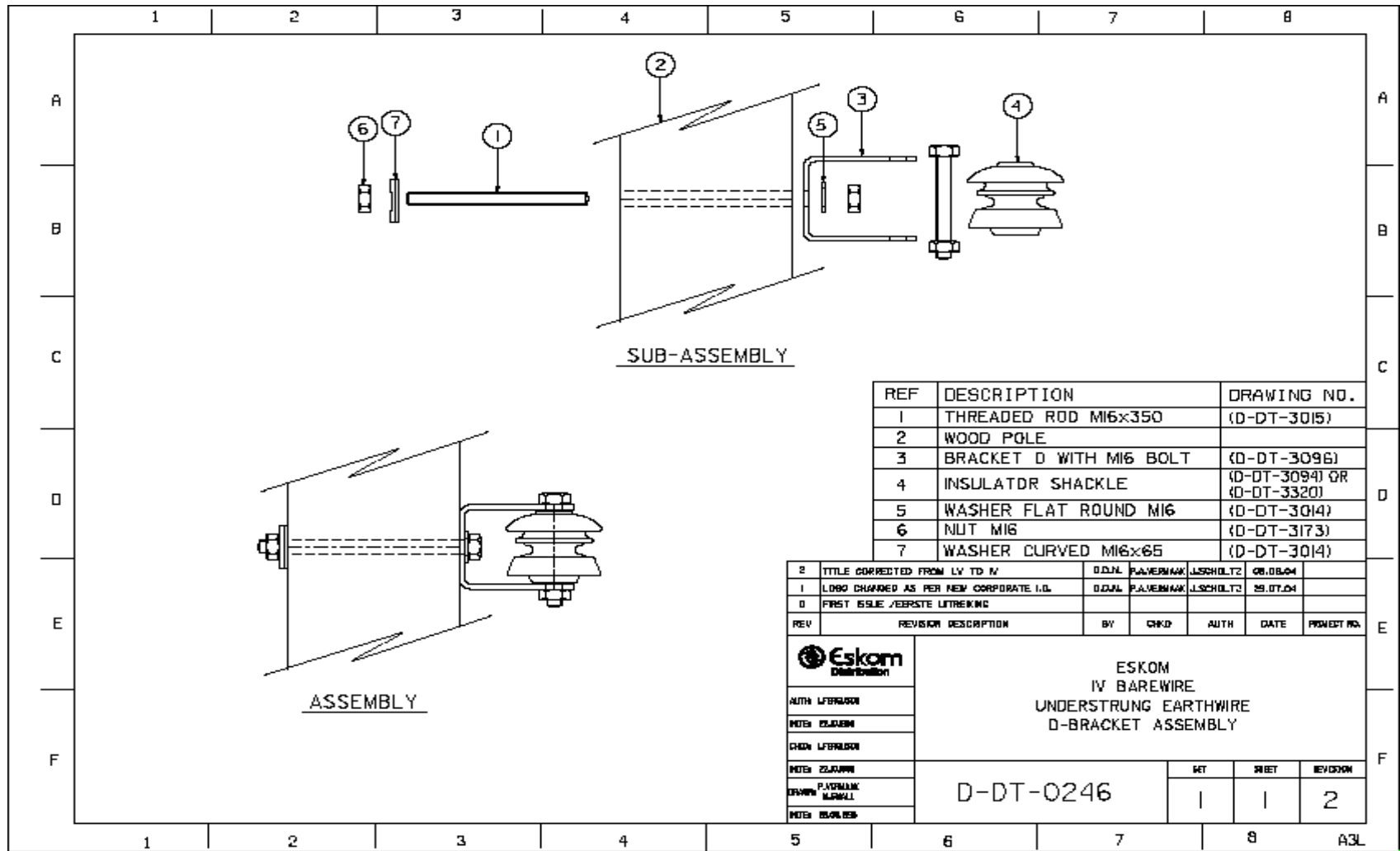
REFERENCE      REV  
**SWER-BF 01**      **1**  
 PAGE      104      SUR      214





Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE      REV  
**SWER-BF 01**      **1**  
 PAGE      105      SUR      214



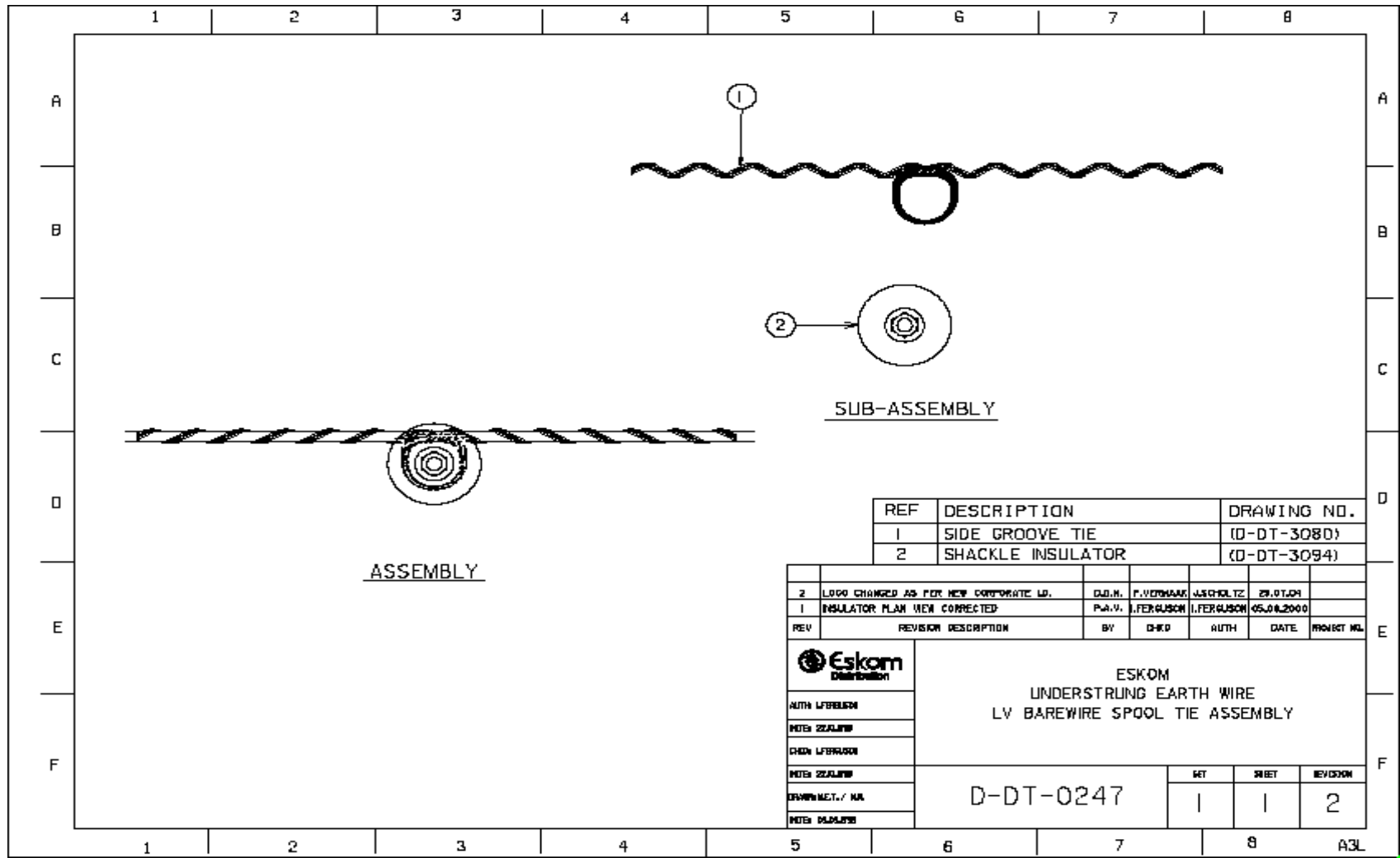
| REF | DESCRIPTION             | DRAWING NO.                   |
|-----|-------------------------|-------------------------------|
| 1   | THREADED ROD M16x350    | (D-DT-3015)                   |
| 2   | WOOD POLE               |                               |
| 3   | BRACKET D WITH M16 BOLT | (D-DT-3096)                   |
| 4   | INSULATR SHACKLE        | (D-DT-3094) OR<br>(D-DT-3320) |
| 5   | WASHER FLAT ROUND M16   | (D-DT-3014)                   |
| 6   | NUT M16                 | (D-DT-3173)                   |
| 7   | WASHER CURVED M16x65    | (D-DT-3014)                   |

| 2   | TITLE CORRECTED FROM LV TO IV          | D.D.J. | P.A.VENNAK | J.SCHOLTZ | 06.08.04 |             |
|-----|--|--------|------------|-----------|----------|-------------|
| 1   | LOGO CHANGED AS PER NEW CORPORATE I.D. | D.D.J. | P.A.VENNAK | J.SCHOLTZ | 29.07.04 |             |
| 0   | FIRST ISSUE /EERSTE UITVERING          |        |            |           |          |             |
| REV | REVISION DESCRIPTION                   | BY     | CHKD       | AUTH      | DATE     | PROJECT NO. |

|                |  |  |     |     |          |
|----------------|--|--|-----|-----|----------|
|                |  | <b>ESKOM</b><br>IV BAREWIRE<br>UNDERSTRUNG EARTHWIRE<br>D-BRACKET ASSEMBLY |     |     |          |
| AUTH: LFERLOO  |  | <b>D-DT-0246</b>   | REV | REV | REVISION |
| NOTE: ELOOEN   |  |  | 1   | 1   | 2        |
| CHKD: LFERLOO  |  |  |     |     |          |
| NOTE: ZSLOOEN  |  |  |     |     |          |
| DRAWN: LFERLOO |  |  |     |     |          |
| NOTE: ELOOEN   |  |  |     |     |          |

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

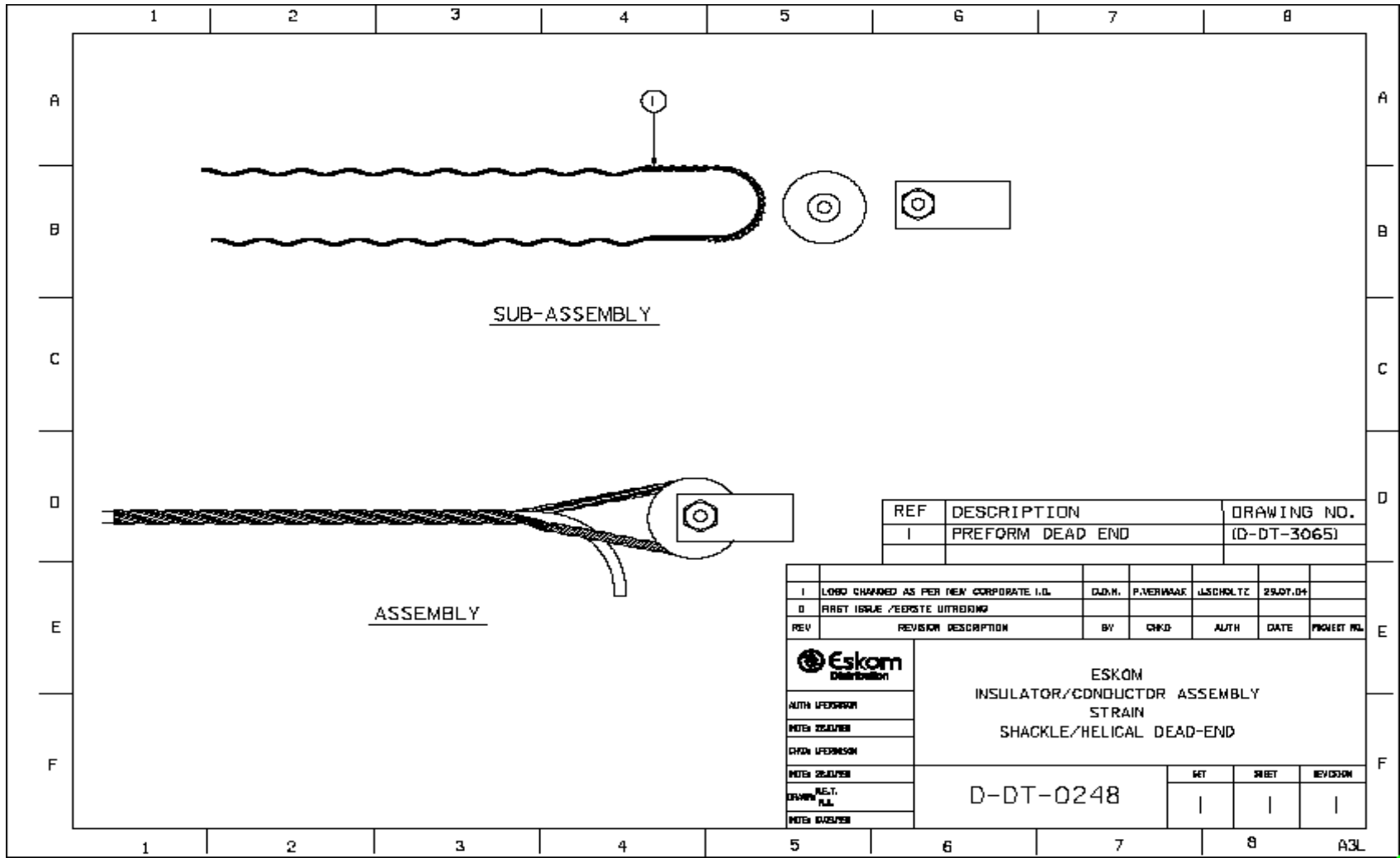
REFERENCE      REV  
**SWER-BF 01**      **1**  
 PAGE      106      SUR      214

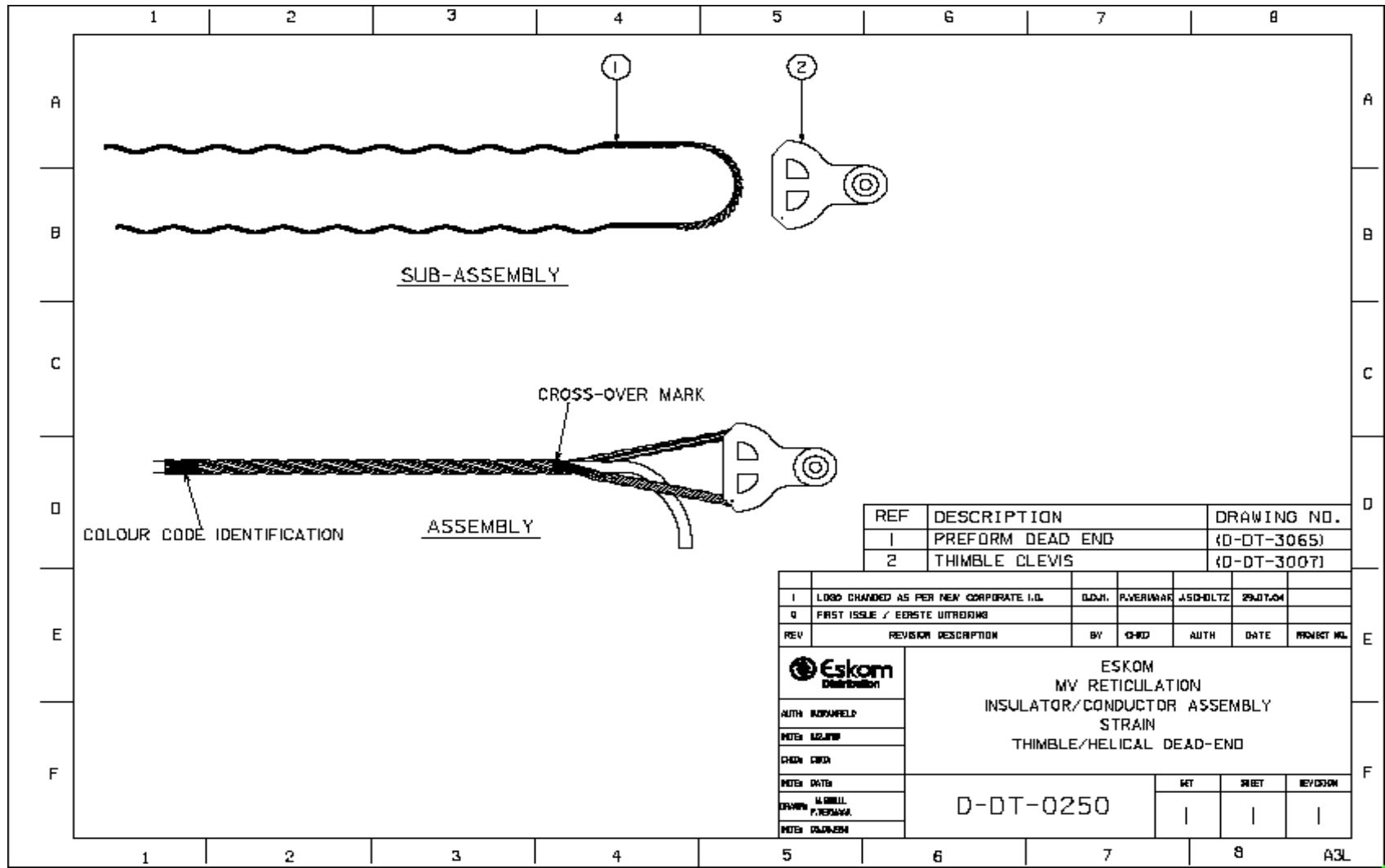


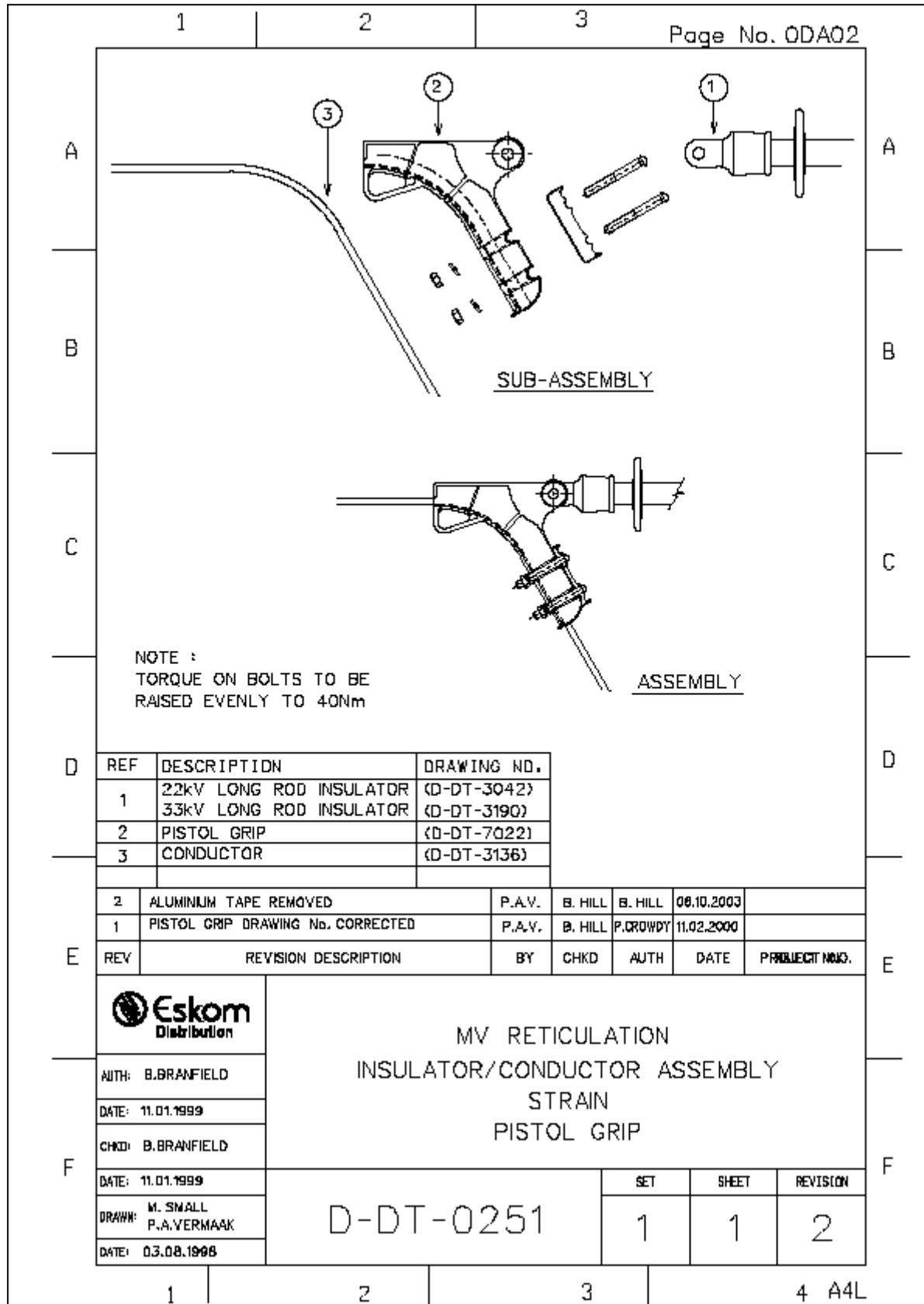
| REF | DESCRIPTION       | DRAWING NO. |
|-----|-------------------|-------------|
| 1   | SIDE GROOVE TIE   | (D-DT-3080) |
| 2   | SHACKLE INSULATOR | (D-DT-3094) |

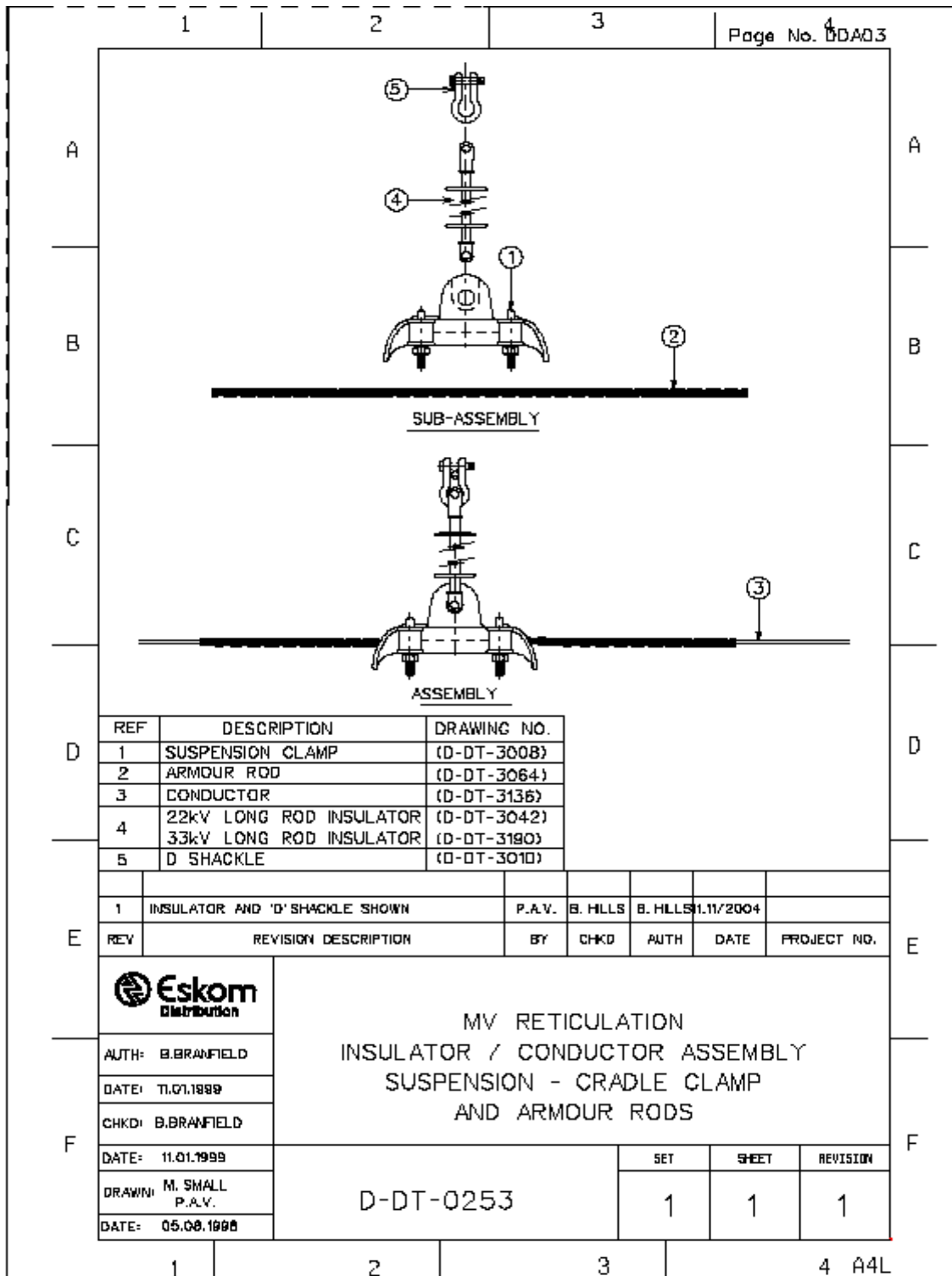
| REV | REVISION DESCRIPTION                   | BY     | CHKD       | AUTH       | DATE       | PROJCT NO. |
|-----|--|--------|------------|------------|------------|------------|
| 2   | LOGO CHANGED AS PER NEW CORPORATE LOGO | D.J.H. | P.VERMAAK  | J.SCHOLTZ  | 29.01.09   |            |
| 1   | INSULATOR PLAN VIEW CORRECTED          | P.A.V. | J.FERGUSON | J.FERGUSON | 05.08.2000 |            |

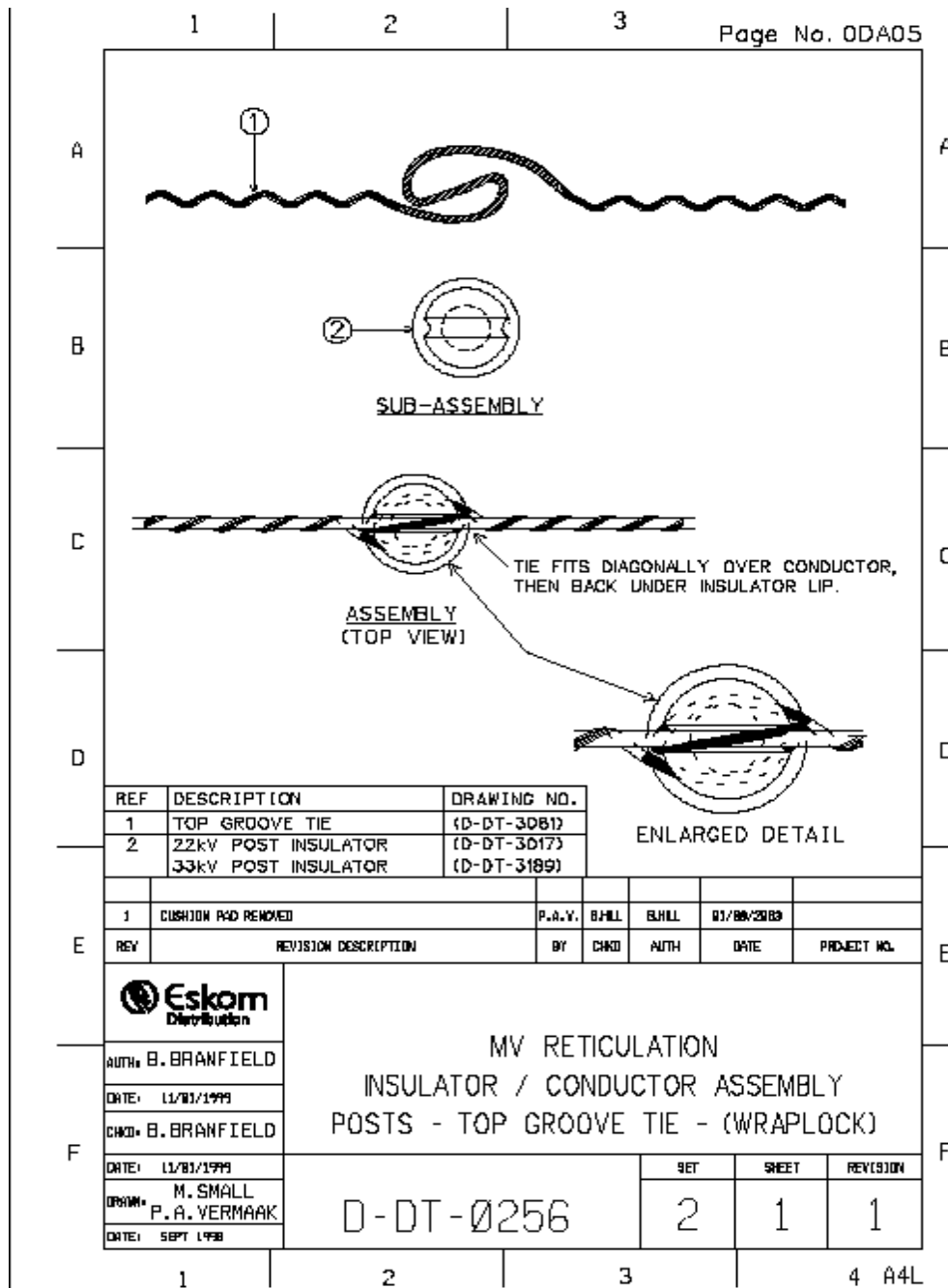
|  |  |        |          |
|--|--|--------|----------|
|  | <b>ESKOM</b><br>UNDERSTRUNG EARTH WIRE<br>LV BAREWIRE SPOOL TIE ASSEMBLY |        |          |
|  | D-DT-0247  |        |          |
|  | SET  | SUBSET | REVISION |
|  | 1  | 1      | 2        |
|  |  |        |          |

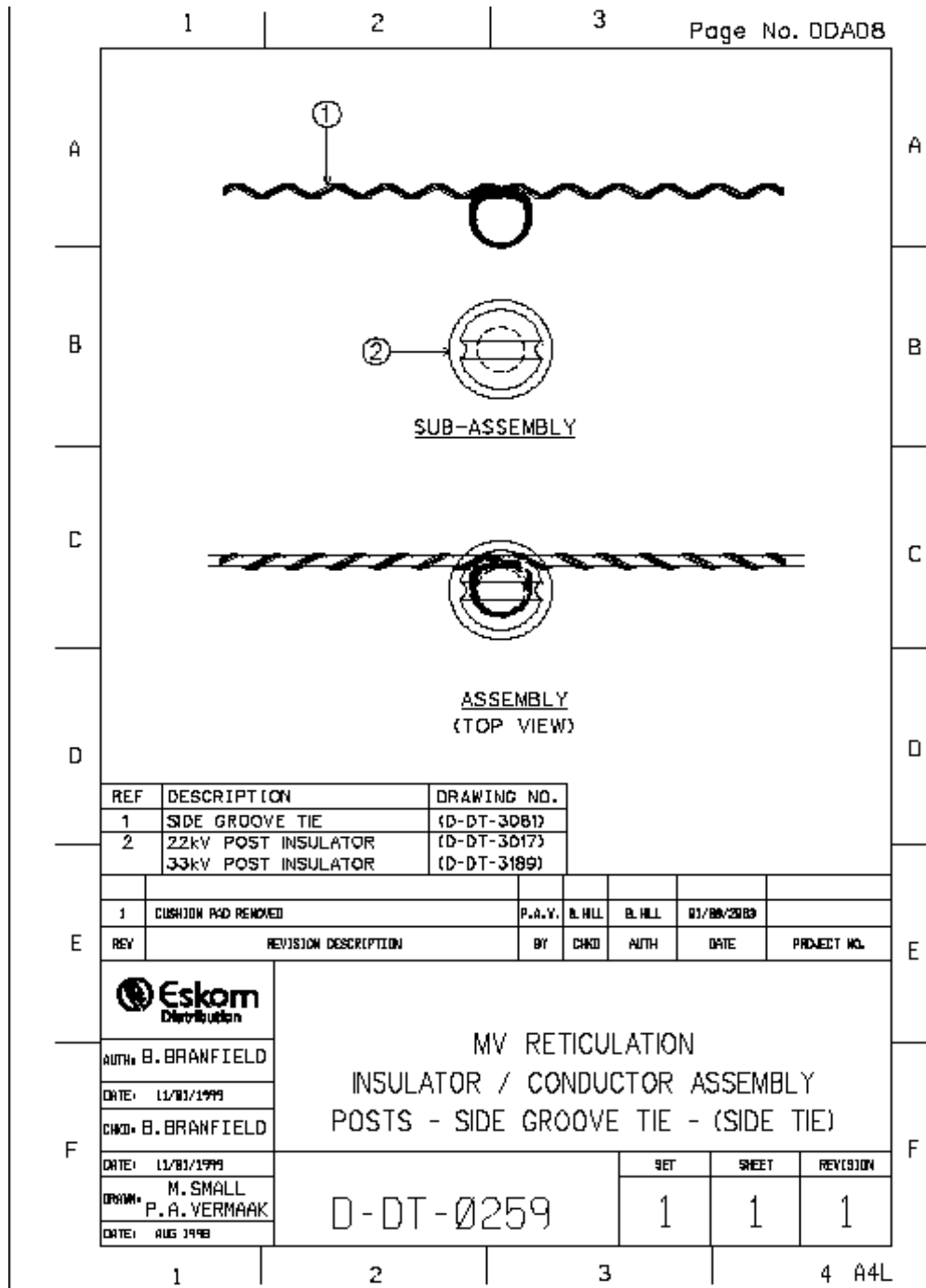








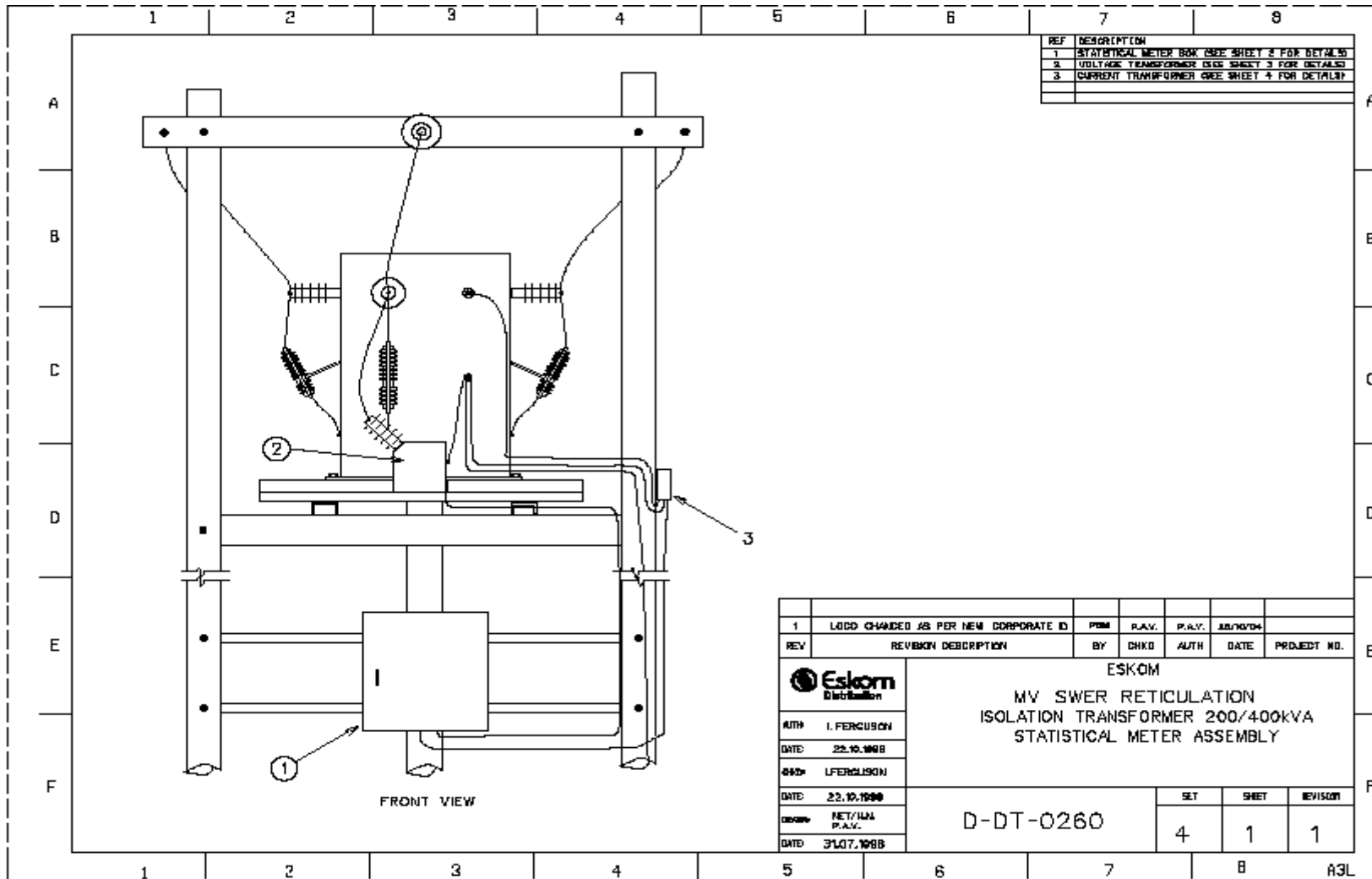






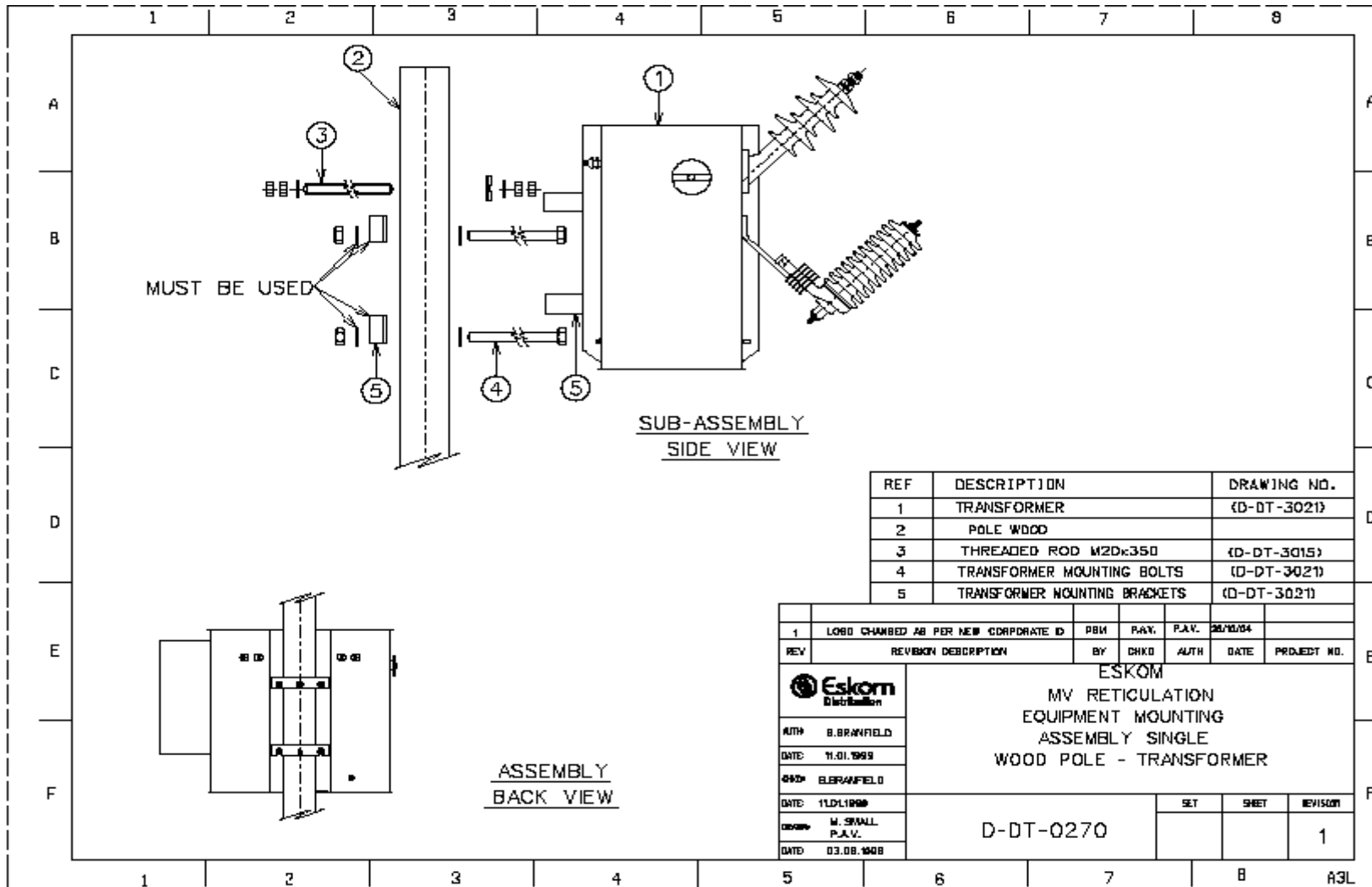
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

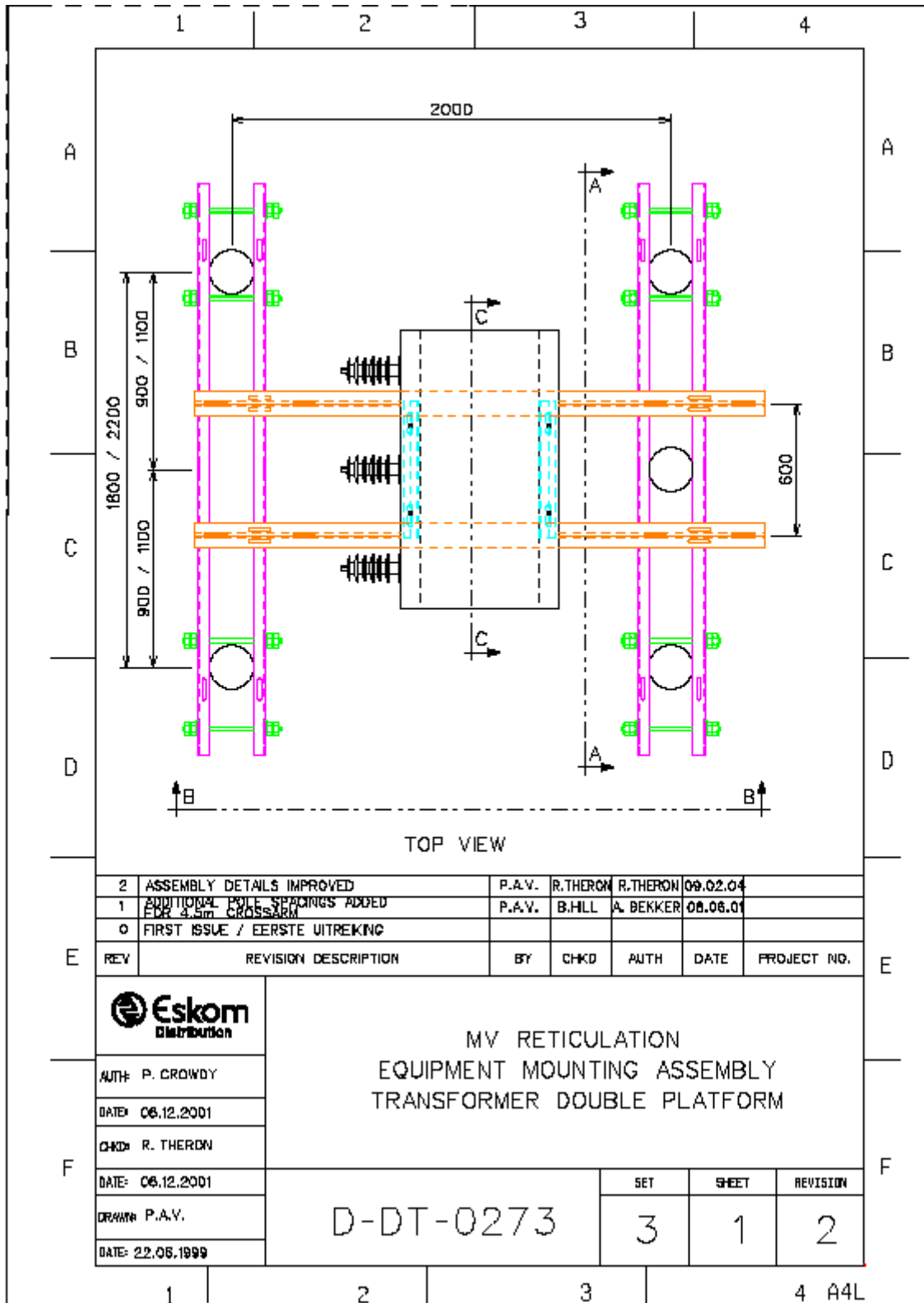
REFERENCE REV  
 SWER-BF 01 1  
 PAGE 113 SUR 214

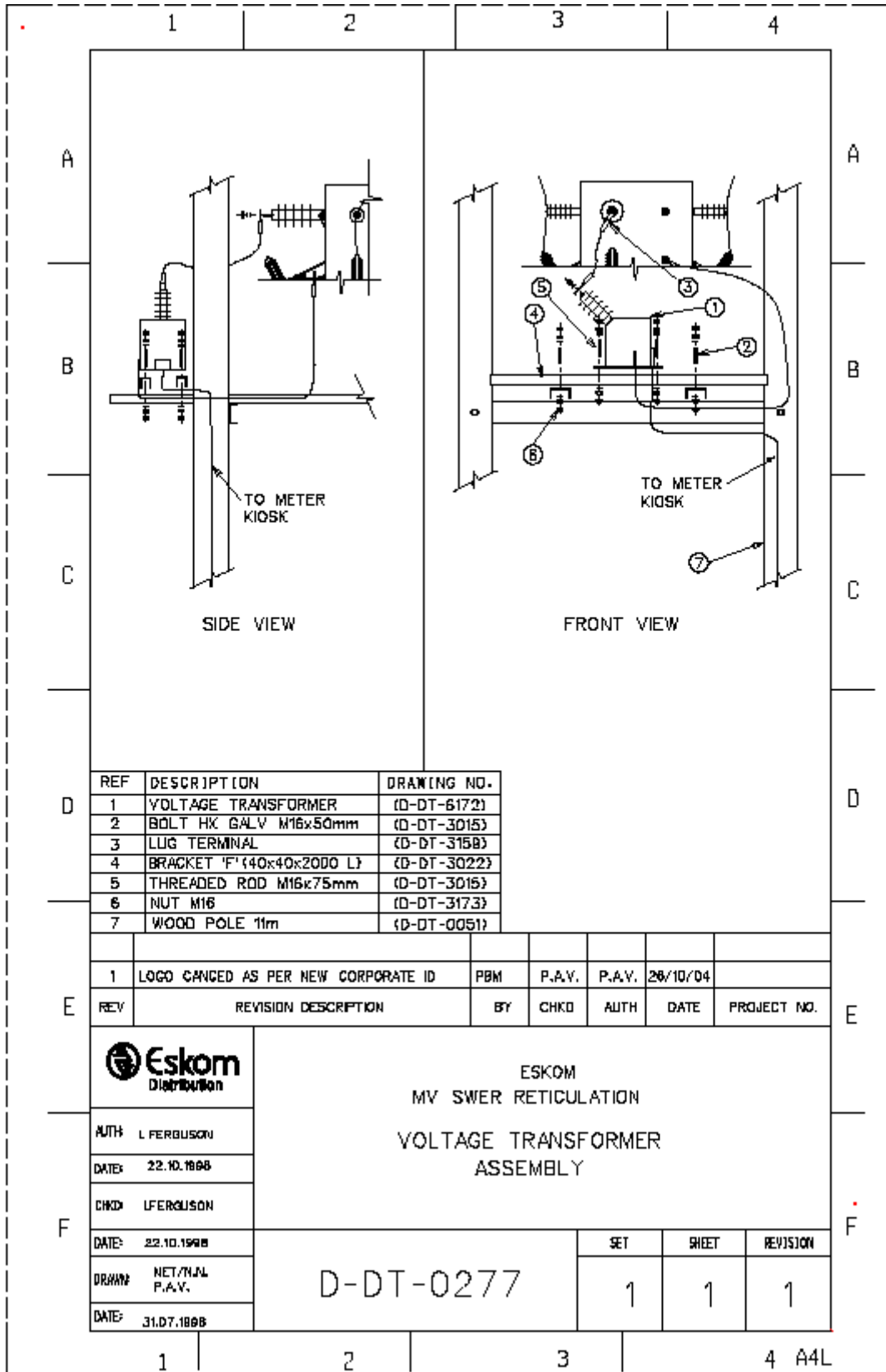


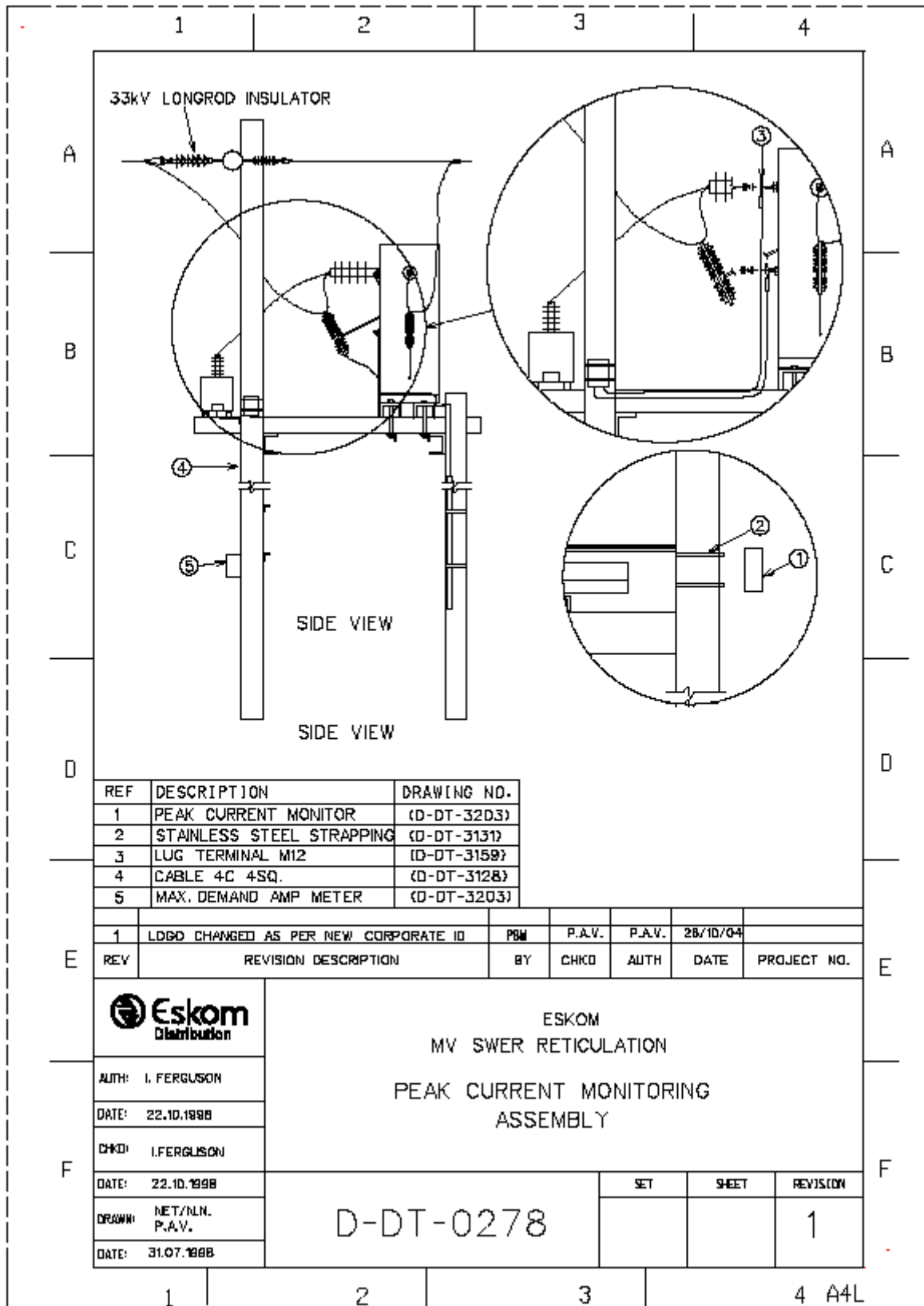
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

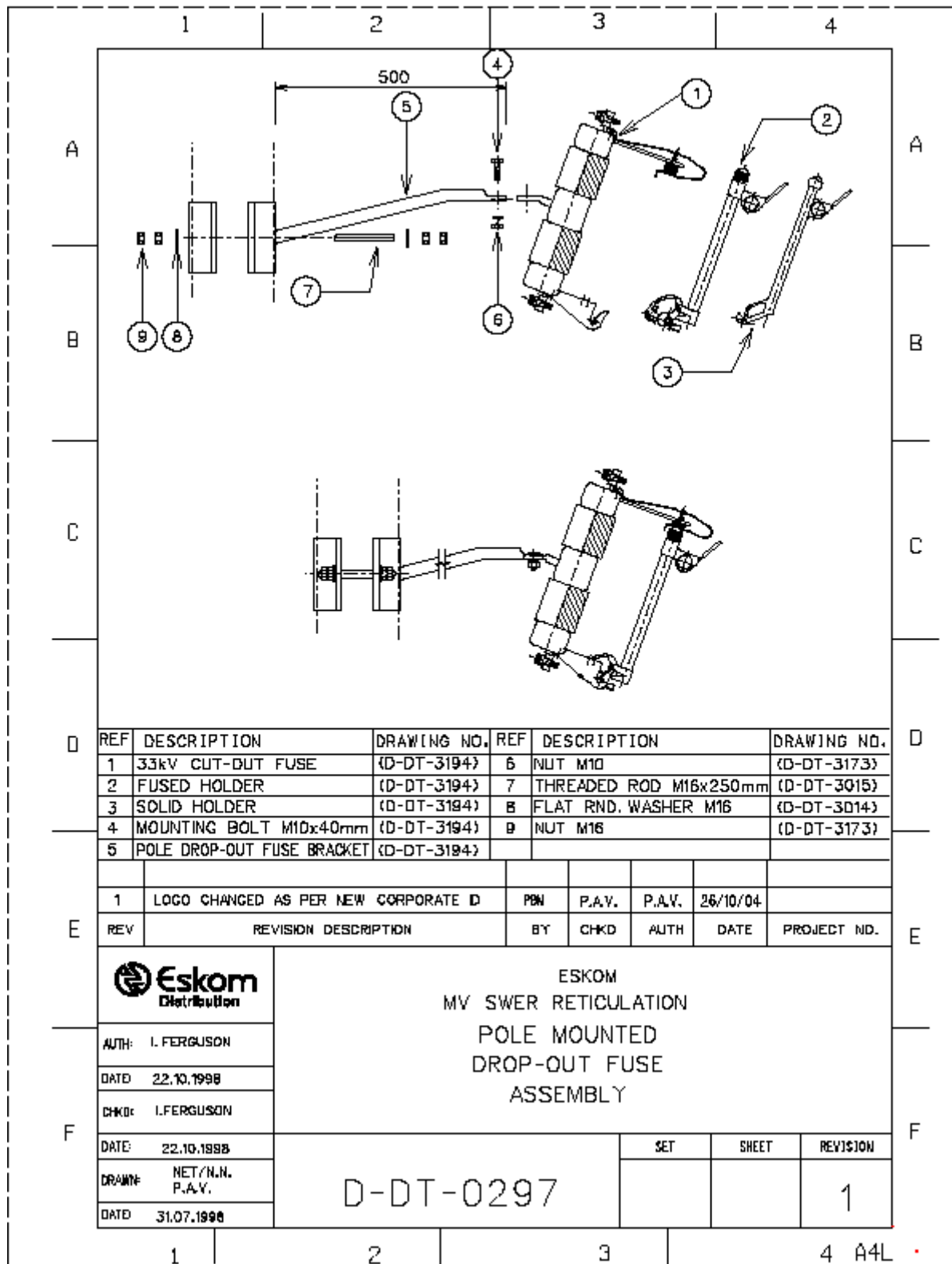
REFERENCE      REV  
 SWER-BF 01      1  
 PAGE 114      SUR 214



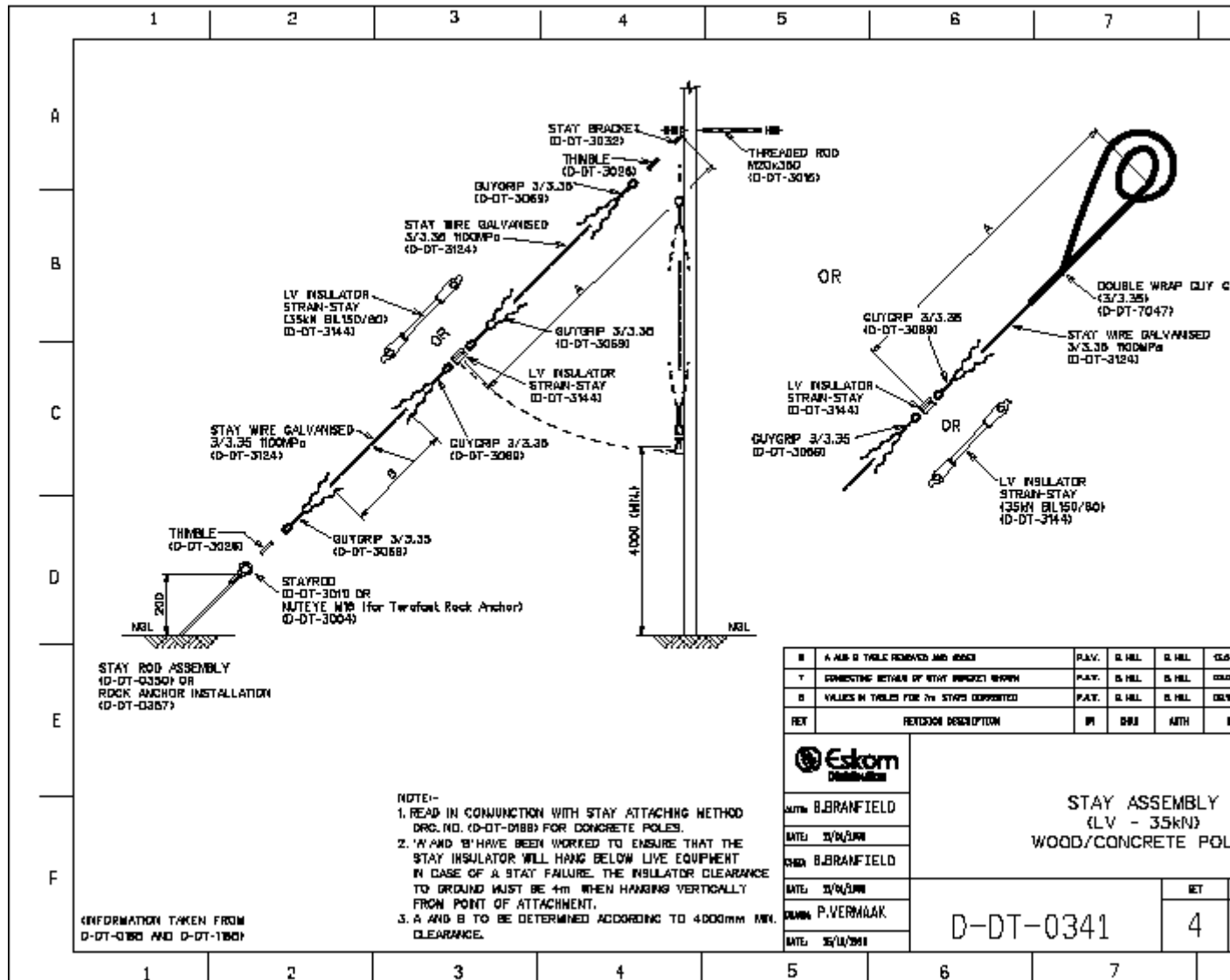








|                    |   |            |   |                          |          |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
|--------------------|---|------------|---|--------------------------|----------|----------------|---------|----------|---------------|---|-------------------------------------|----------------|---------|---------|--------------------|--|---|---|--------|---------|---|----------|--|-----|----------------------|----|-----------|----------|------------|-------------|---------------|---|---|--|
| 1                  | 2   | 3          | Page No. ODB05  |                          |          |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
| A                  |   |            | <p>0-30° STAYS<br/>CHICADEE 2S, A, C<br/>KINGBIRD 3S, A, C</p> <p>30-60° STAYS<br/>SQUIRREL 5, B<br/>FOX 5, B<br/>MINK 5, B<br/>HARE 2S, A, C<br/>CHICADEE 3S, A, C<br/>KINGBIRD 3S, A2, B, C</p> <p>60-90° STAYS<br/>SQUIRREL 5, B<br/>FOX 5, B<br/>MINK 5, A, C<br/>HARE 2S, A, B, C<br/>CHICADEE 3S, A, B, C<br/>KINGBIRD 3S, A2, B, C</p> | A                        |          |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
| B                  | <p>• S - CONSTRUCTION STAYS<br/>SLACK OFF AFTER INSTALLATION</p> <p>• WHERE 2 x S ARE REQUIRED USE<br/>TOP AND BOTTOM PHASE.</p> <p>• WHERE 1 x S IS REQUIRED USE<br/>MIDDLE PHASE</p> <p>NDTE :<br/>FOR CHICADEE AND KINGBIRD USE 19/2.65 STAY WIRE<br/>AND 24mm DIAMETER STAYRODS MIN. 2.4m LONG.</p> <p>STRAIN (± 30 - 90 DEG. DEVIATION)</p>  |            |   | B                        |          |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
| C                  |   |            | <p>0-30° STAYS<br/>SQUIRREL 2S, B<br/>FOX 2S, B<br/>MINK 2S, B<br/>HARE 2S, B</p> <p>30-60° STAYS<br/>SQUIRREL 2S, B<br/>FOX 2S, B<br/>MINK 2S, B<br/>HARE 2S, A, C</p> <p>60-90° STAYS<br/>SQUIRREL 2S, B<br/>FOX 2S, B<br/>MINK 2S, A, C<br/>HARE 2S, A, C, D, E</p>  | C                        |          |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
| D                  | <p>• S - CONSTRUCTION STAYS<br/>SLACK OFF AFTER INSTALLATION.</p> <p>• FOR MINK AND HARE CONDUCTOR<br/>USE DOUBLE CROSSARM.</p> <p>STRAIN H-POLE</p>  |            |   | D                        |          |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
| E                  | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:5%;">5</td> <td style="width:45%;">MV HEAVY CONDUCTOR ADDED</td> <td style="width:10%;">P.A.V.</td> <td style="width:10%;">B. HILL</td> <td style="width:10%;">B. HILL</td> <td style="width:10%;">03.05.04</td> <td style="width:10%;"></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CHICADEE AND KINGBIRD OPTIONS SHOWN</td> <td>P.A.V.</td> <td>B. HILL</td> <td>B. HILL</td> <td>27.01.04</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>CLARITY WHERE 2 x S STAYS ARE REQUIRED &amp; DOUBLE X-ARMS REQUIRED FOR HARE AND MINK</td> <td>P.A.V.</td> <td>B. HILL</td> <td>B. HILL</td> <td>07.05.03</td> <td></td> </tr> <tr> <td>REV</td> <td>REVISION DESCRIPTION</td> <td>BY</td> <td>CHKD</td> <td>AUTH</td> <td>DATE</td> <td>PROJECT NO.</td> </tr> </table> |            | 5   | MV HEAVY CONDUCTOR ADDED | P.A.V.   | B. HILL        | B. HILL | 03.05.04 |               | 4 | CHICADEE AND KINGBIRD OPTIONS SHOWN | P.A.V.         | B. HILL | B. HILL | 27.01.04           |  | 3 | CLARITY WHERE 2 x S STAYS ARE REQUIRED & DOUBLE X-ARMS REQUIRED FOR HARE AND MINK | P.A.V. | B. HILL | B. HILL   | 07.05.03 |  | REV | REVISION DESCRIPTION | BY | CHKD      | AUTH     | DATE       | PROJECT NO. |               | E |   |  |
| 5                  | MV HEAVY CONDUCTOR ADDED  | P.A.V.     | B. HILL   | B. HILL                  | 03.05.04 |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
| 4                  | CHICADEE AND KINGBIRD OPTIONS SHOWN   | P.A.V.     | B. HILL   | B. HILL                  | 27.01.04 |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
| 3                  | CLARITY WHERE 2 x S STAYS ARE REQUIRED & DOUBLE X-ARMS REQUIRED FOR HARE AND MINK   | P.A.V.     | B. HILL   | B. HILL                  | 07.05.03 |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
| REV                | REVISION DESCRIPTION  | BY         | CHKD  | AUTH                     | DATE     | PROJECT NO.    |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
| F                  |   |            | <p>MV RETICULATION<br/>STAY ATTACHMENT<br/>ANGLES</p>   |                          |          | F              |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
|                    | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:33%;">AUTH: P. CROWDY</td> <td style="width:33%;"></td> <td style="width:33%;"></td> </tr> <tr> <td>DATE: MAY 1996</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CHKD: J. SMAN</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DATE: MAY 1996</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DRWN: P.A. VERMAAK</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DATE: 31.05.1995</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>   |            | AUTH: P. CROWDY   |                          |          | DATE: MAY 1996 |         |          | CHKD: J. SMAN |   |                                     | DATE: MAY 1996 |         |         | DRWN: P.A. VERMAAK |  |   | DATE: 31.05.1995  |        |         | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:33%;"></td> <td style="width:33%;"></td> <td style="width:33%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">D-DT-0312</td> <td style="text-align: center;">SET<br/>5</td> <td style="text-align: center;">SHEET<br/>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">REVISION<br/>5</td> <td></td> </tr> </table> |          |  |     |                      |    | D-DT-0312 | SET<br>5 | SHEET<br>1 |             | REVISION<br>5 |   | F |  |
| AUTH: P. CROWDY    |   |            |   |                          |          |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
| DATE: MAY 1996     |   |            |   |                          |          |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
| CHKD: J. SMAN      |   |            |   |                          |          |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
| DATE: MAY 1996     |   |            |   |                          |          |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
| DRWN: P.A. VERMAAK |   |            |   |                          |          |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
| DATE: 31.05.1995   |   |            |   |                          |          |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
|                    |   |            |   |                          |          |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
| D-DT-0312          | SET<br>5  | SHEET<br>1 |   |                          |          |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
|                    | REVISION<br>5   |            |   |                          |          |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |
| 1                  | 2   | 3          | 4 A4L   |                          |          |                |         |          |               |   |                                     |                |         |         |                    |  |   |   |        |         |   |          |  |     |                      |    |           |          |            |             |               |   |   |  |



|     |   |        |         |         |            |
|-----|---|--------|---------|---------|------------|
| B   | A AND B THIMBLE REMOVED AND RESED           | P.A.V. | B. HILL | B. HILL | 05/01/2011 |
| T   | CONNECTING BETWEEN OF STAY INSULATOR WIRING | P.A.V. | B. HILL | B. HILL | 05/01/2011 |
| B   | VALUES IN TABLE FOR 7th STAYS CORRECTED     | P.A.V. | B. HILL | B. HILL | 05/01/2011 |
| REV | REVISION DESCRIPTION                        | BY     | CHKD    | AMTD    | DATE       |

**Estkom**  
Distribution

auth: B.BRANFIELD  
DATE: 05/01/2011  
CHKD: B.BRANFIELD  
DATE: 05/01/2011  
DRAWN: P.VERMAAK  
DATE: 05/01/2011

**STAY ASSEMBLY (LV - 35kV) WOOD/CONCRETE Poles**

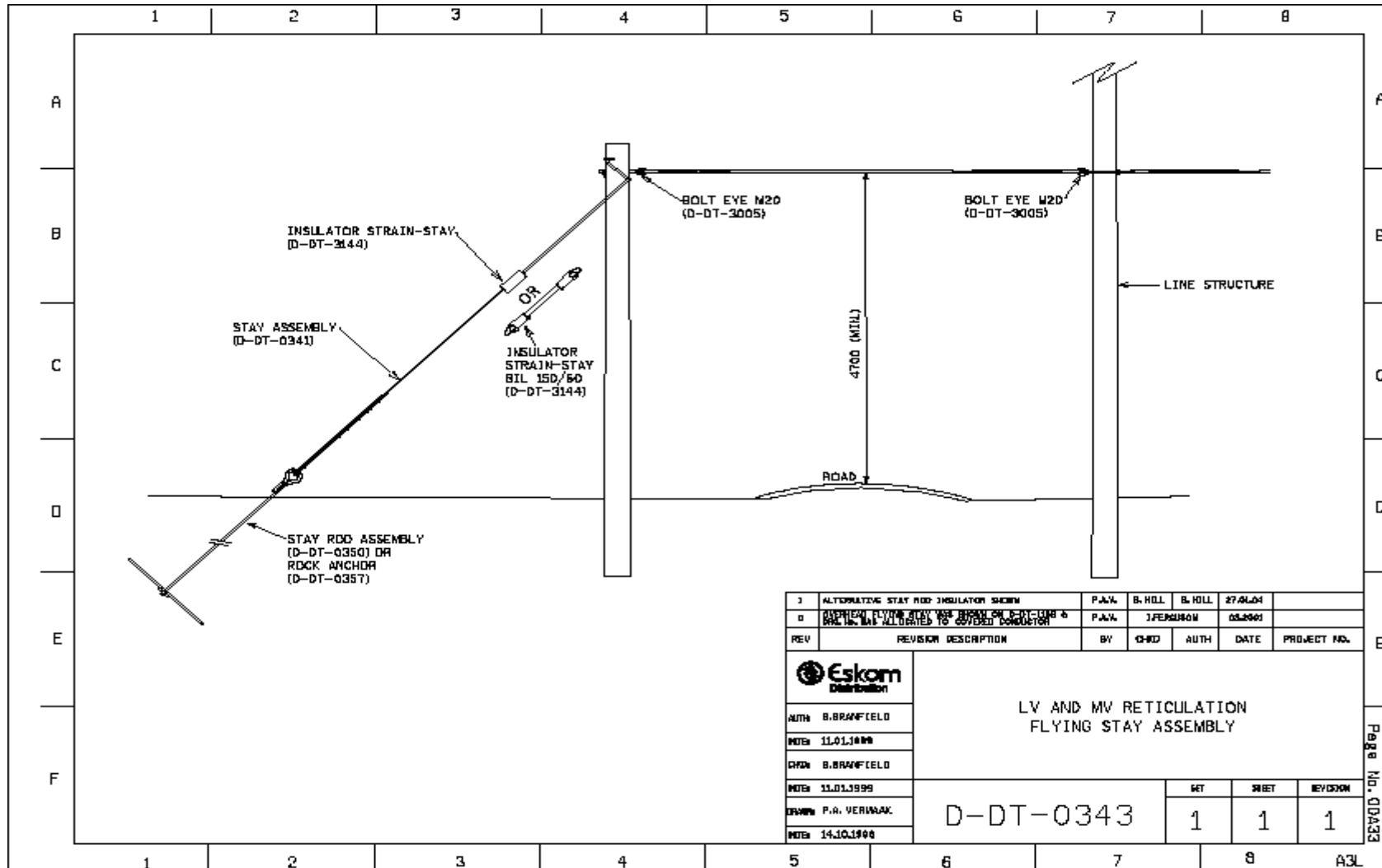
D-DT-0341

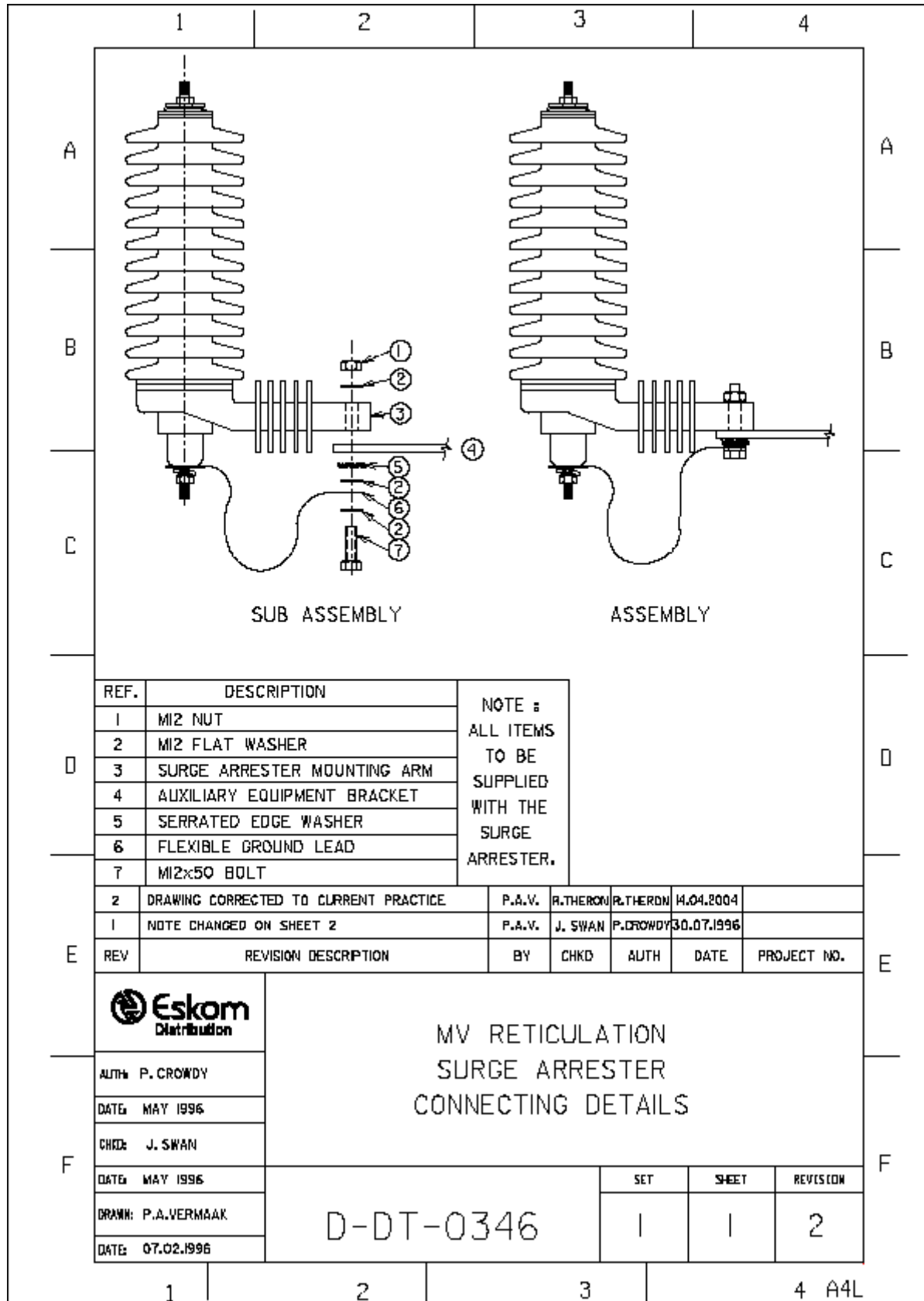
|     |   |
|-----|---|
| REV | 4 |
|-----|---|

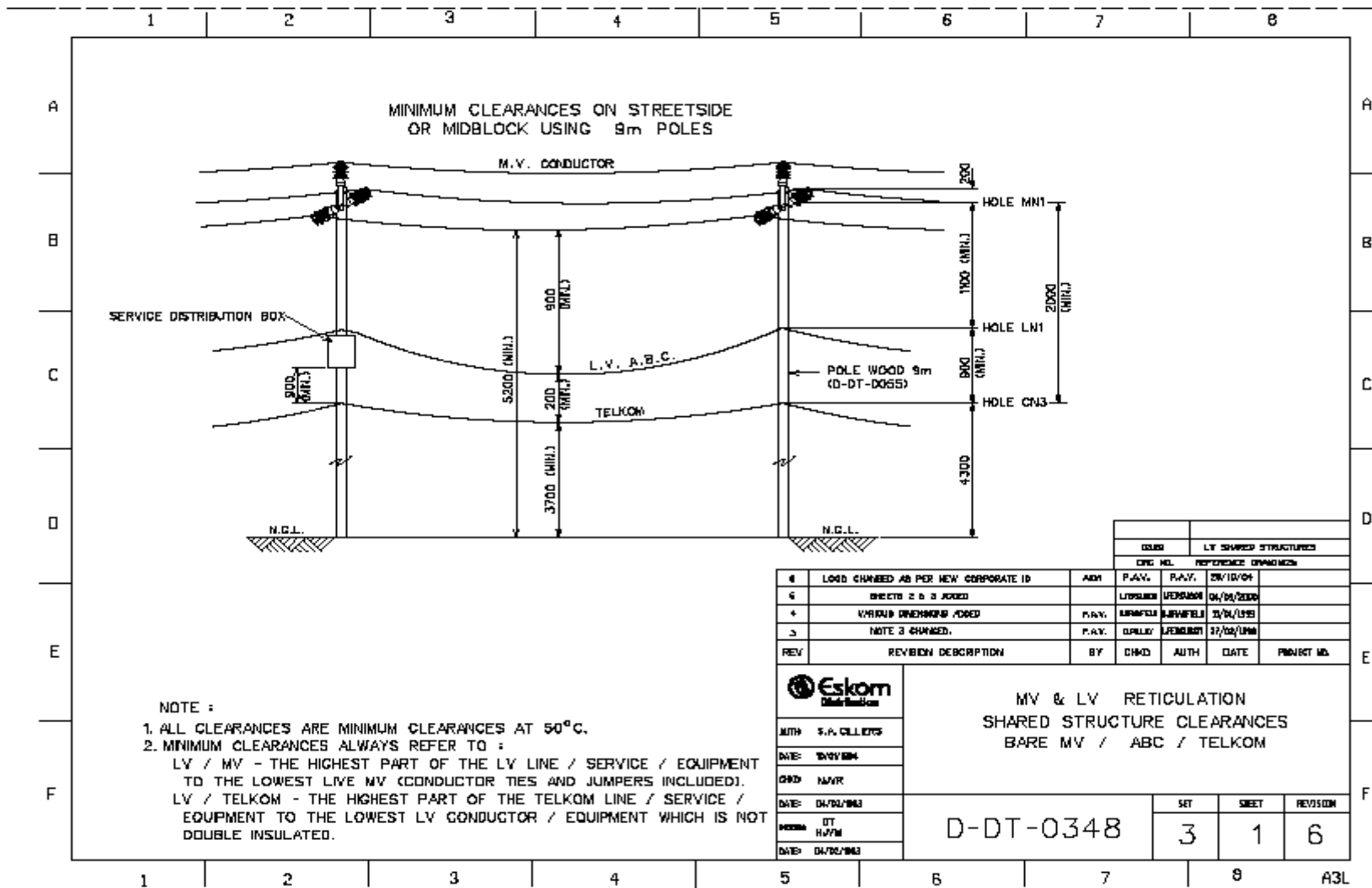


Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE REV  
 SWER-BF 01 1  
 PAGE 121 SUR 214







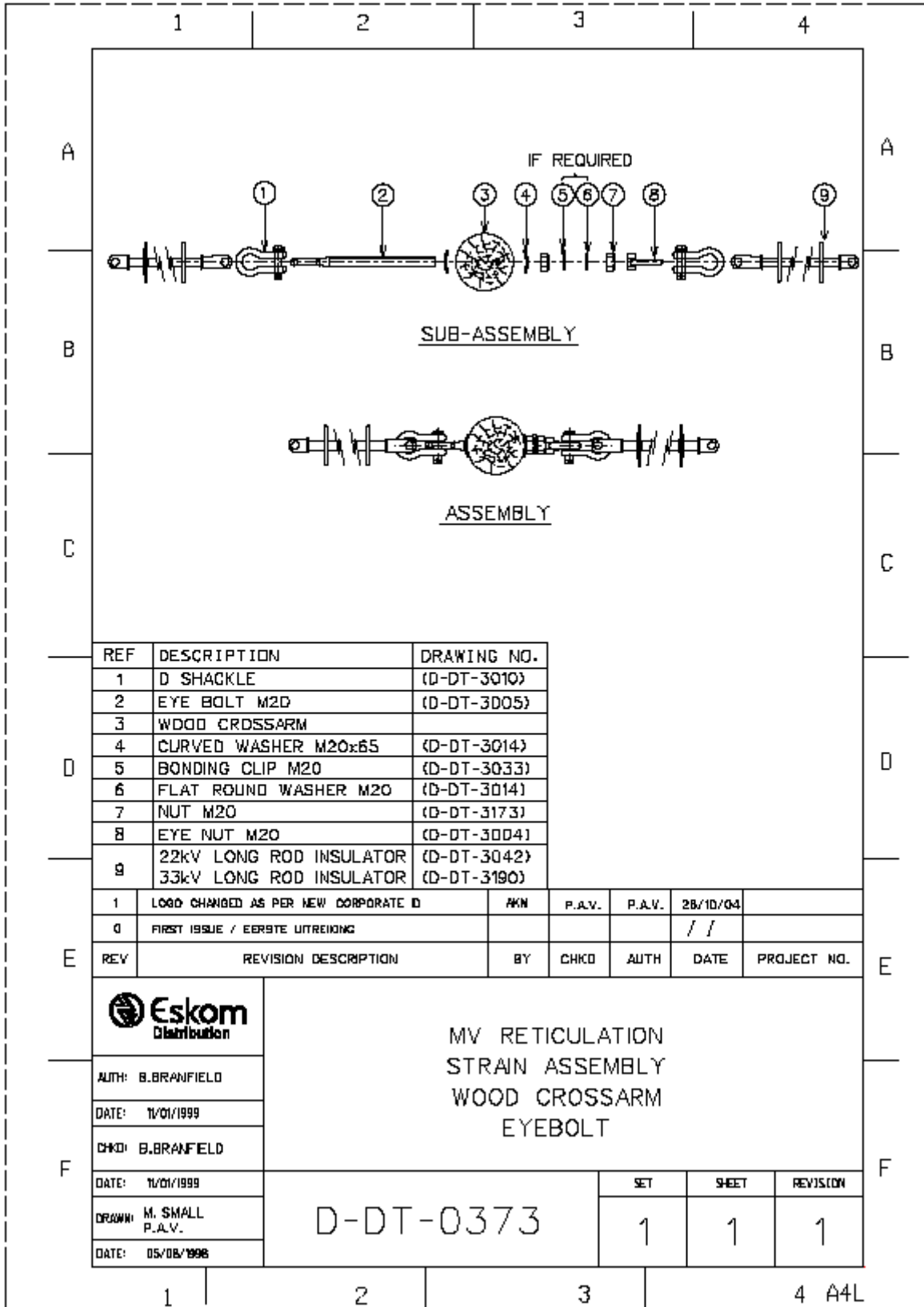
NOTE :

- ALL CLEARANCES ARE MINIMUM CLEARANCES AT 50° C.
- MINIMUM CLEARANCES ALWAYS REFER TO :  
 LV / MV - THE HIGHEST PART OF THE LV LINE / SERVICE / EQUIPMENT TO THE LOWEST LIVE MV (CONDUCTOR TIES AND JUMPERS INCLUDED).  
 LV / TELKOM - THE HIGHEST PART OF THE TELKOM LINE / SERVICE / EQUIPMENT TO THE LOWEST LV CONDUCTOR / EQUIPMENT WHICH IS NOT DOUBLE INSULATED.

| REV | REVISION DESCRIPTION                 | BY     | CHKD      | AUTH      | DATE       | PROJECT NO. |
|-----|--------------------------------------|--------|-----------|-----------|------------|-------------|
| 6   | LOAD CHANGED AS PER NEW CORPORATE ID | ADM    | P.A.V.    | P.A.V.    | 04/10/2000 |             |
| 5   | DIRECTS 2 & 3 ADDED                  |        | LIFOUSSON | LIFOUSSON | 04/04/2000 |             |
| 4   | VARIABLE DIMENSIONS ADDED            | P.A.V. | BARAFOL   | BARAFOL   | 21/04/1999 |             |
| 3   | NOTE 3 CHANGED.                      | P.A.V. | OUALLEY   | LIFOUSSON | 27/02/1998 |             |

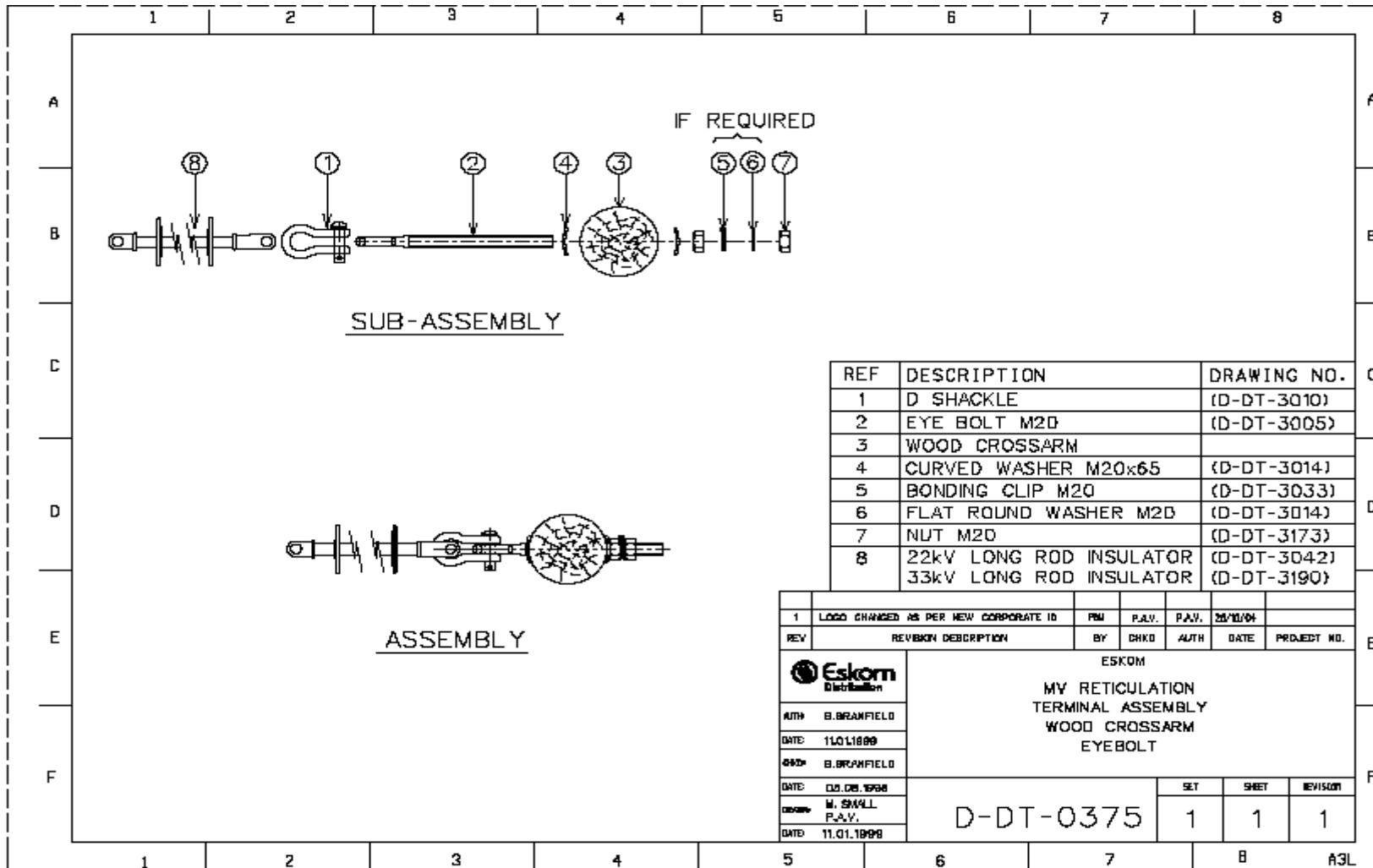
  

|       |              |   |       |          |   |
|-------|--------------|---|-------|----------|---|
| Eskom |              | MV & LV RETICULATION<br>SHARED STRUCTURE CLEARANCES<br>BARE MV / ABC / TELKOM |       |          |   |
| AUTH: | S.A. OLLIERS |   |       |          |   |
| DATE: | 10/01/04     |   |       |          |   |
| CHKD: | N.A.V.R      |   |       |          |   |
| DATE: | 04/04/04     | SET   | SHEET | REVISION |   |
| DATE: | 04/04/04     | D-DT-0348   | 3     | 1        | 6 |



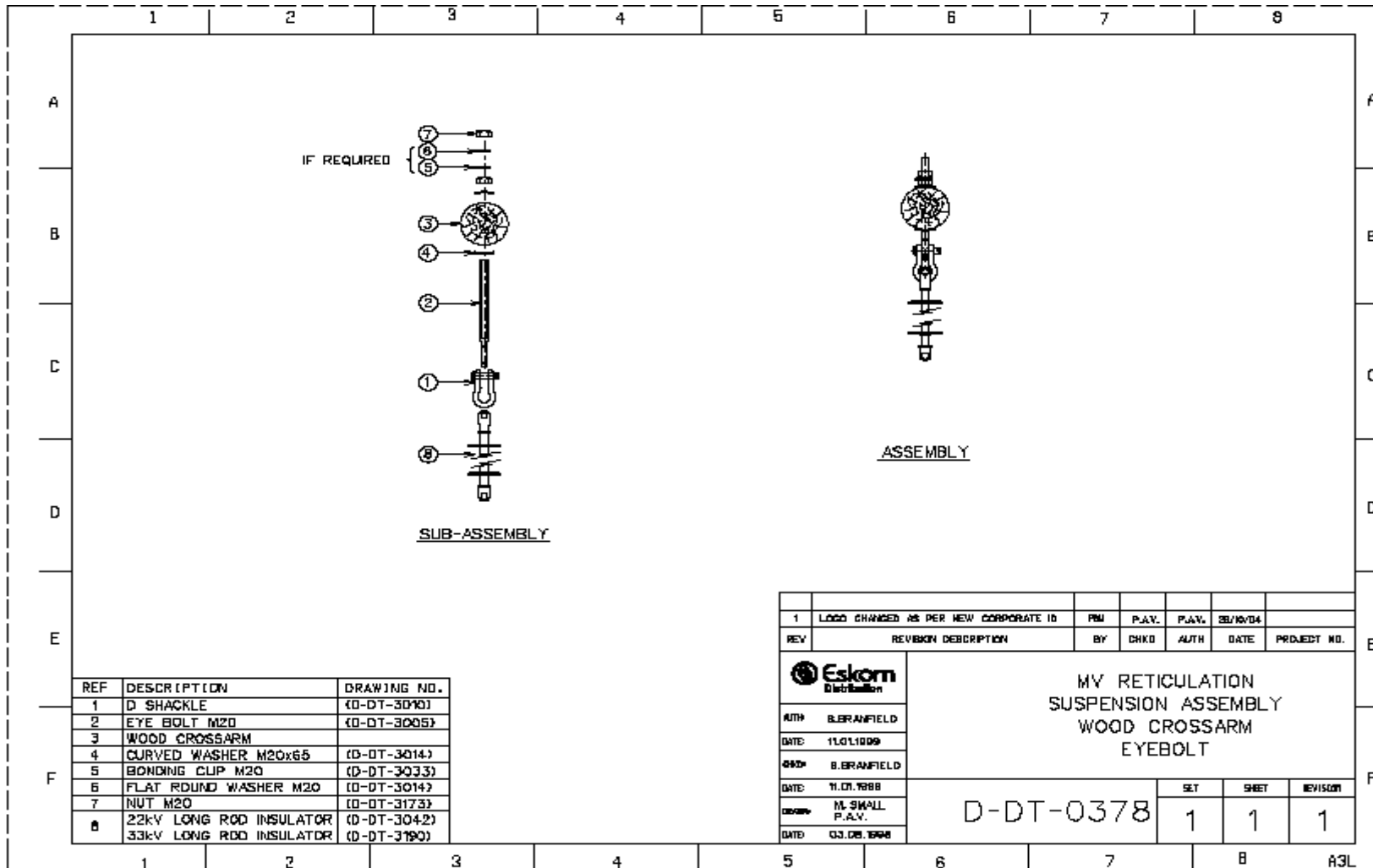
|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                    | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA<br/>TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 125</b>   | <b>SUR 214</b> |

---



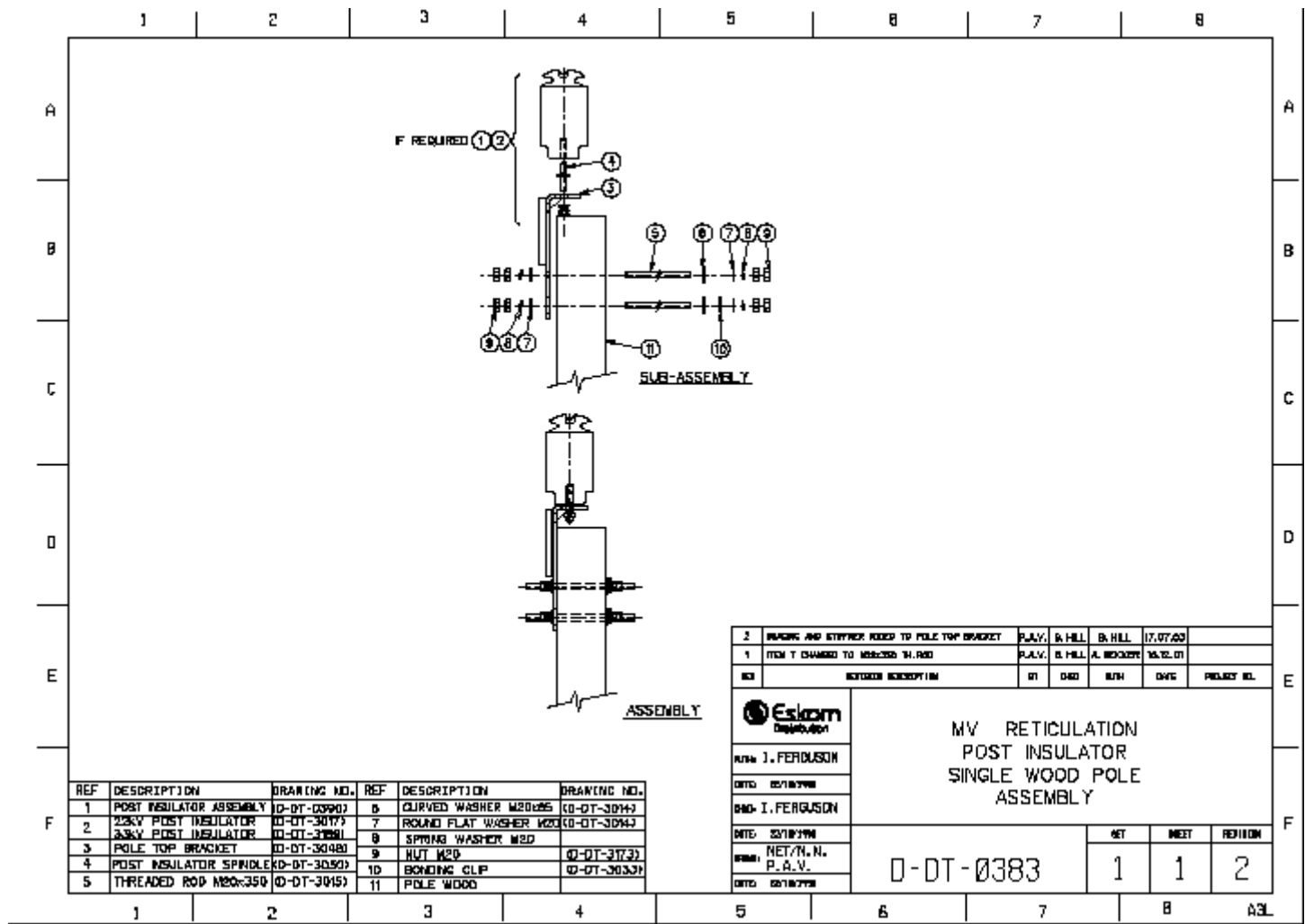
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE SWER-BF 01  
 REV 1  
 PAGE 127 SUR 214



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

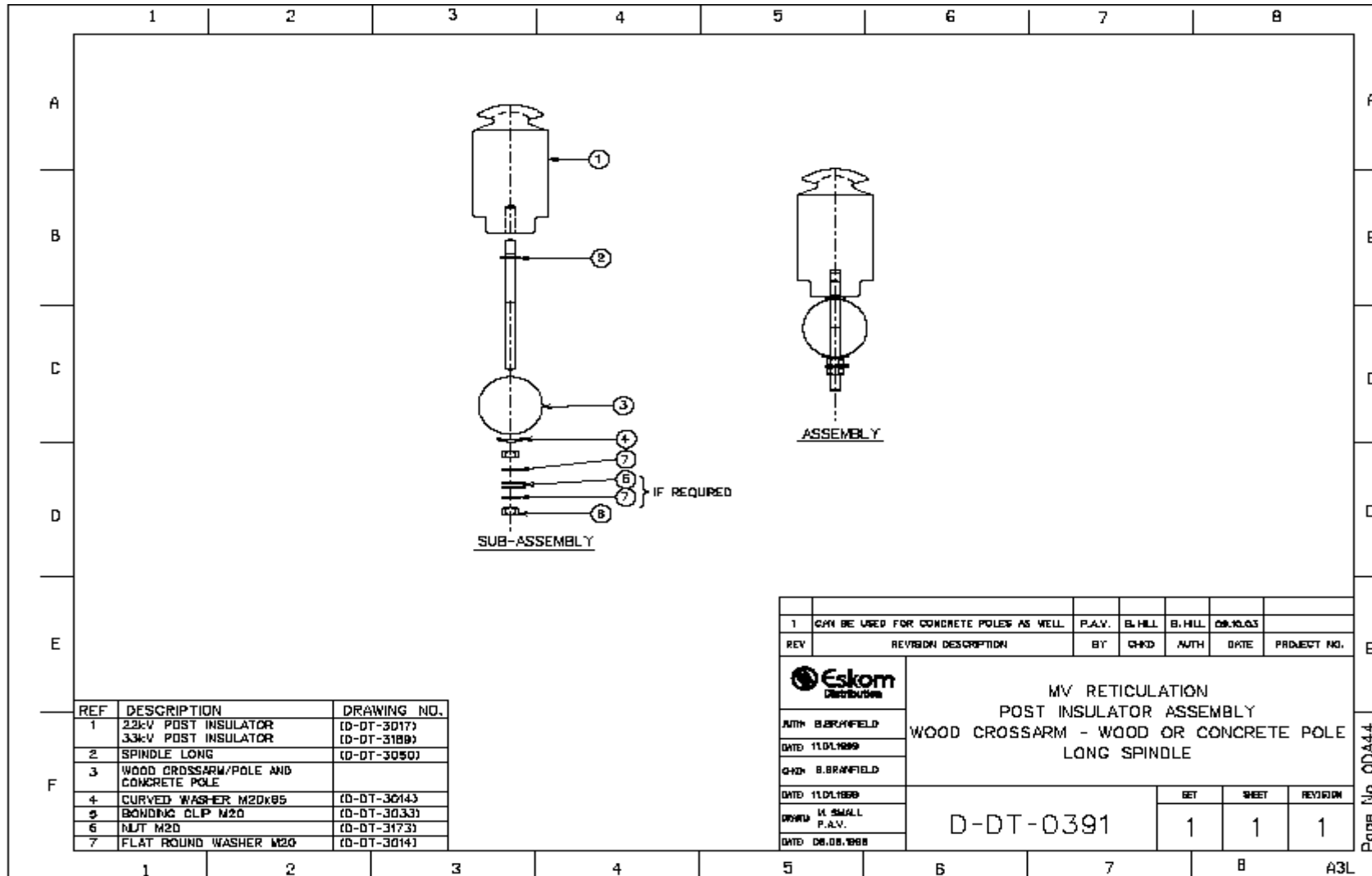
REFERENCE REV  
 SWER-BF 01 1  
 PAGE 128 SUR 214





Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

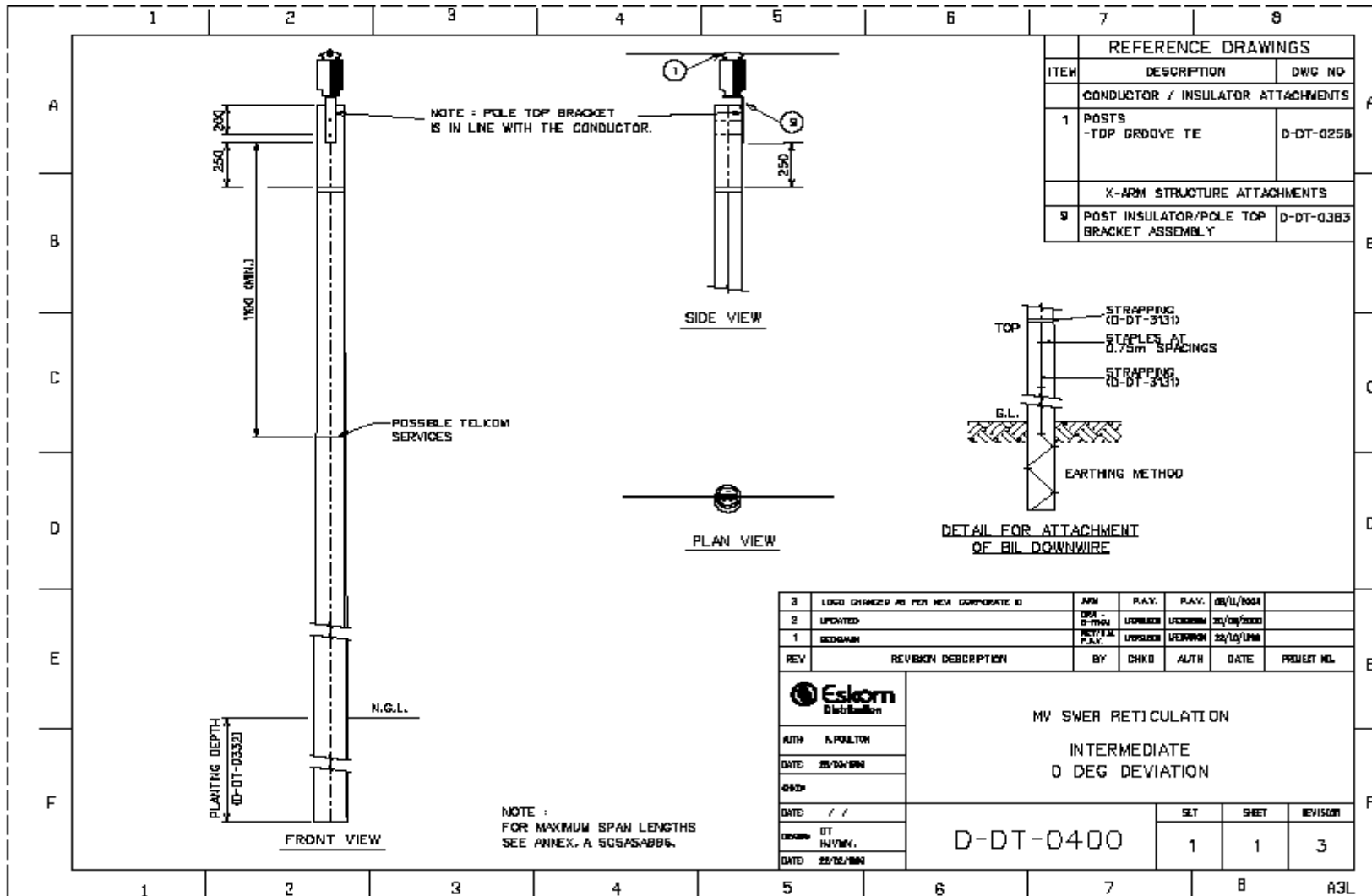
REFERENCE REV  
 SWER-BF 01 1  
 PAGE 129 SUR 214



Page No. ODA44

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE SWER-BF 01  
 PAGE 130 SUR 214  
 REV 1



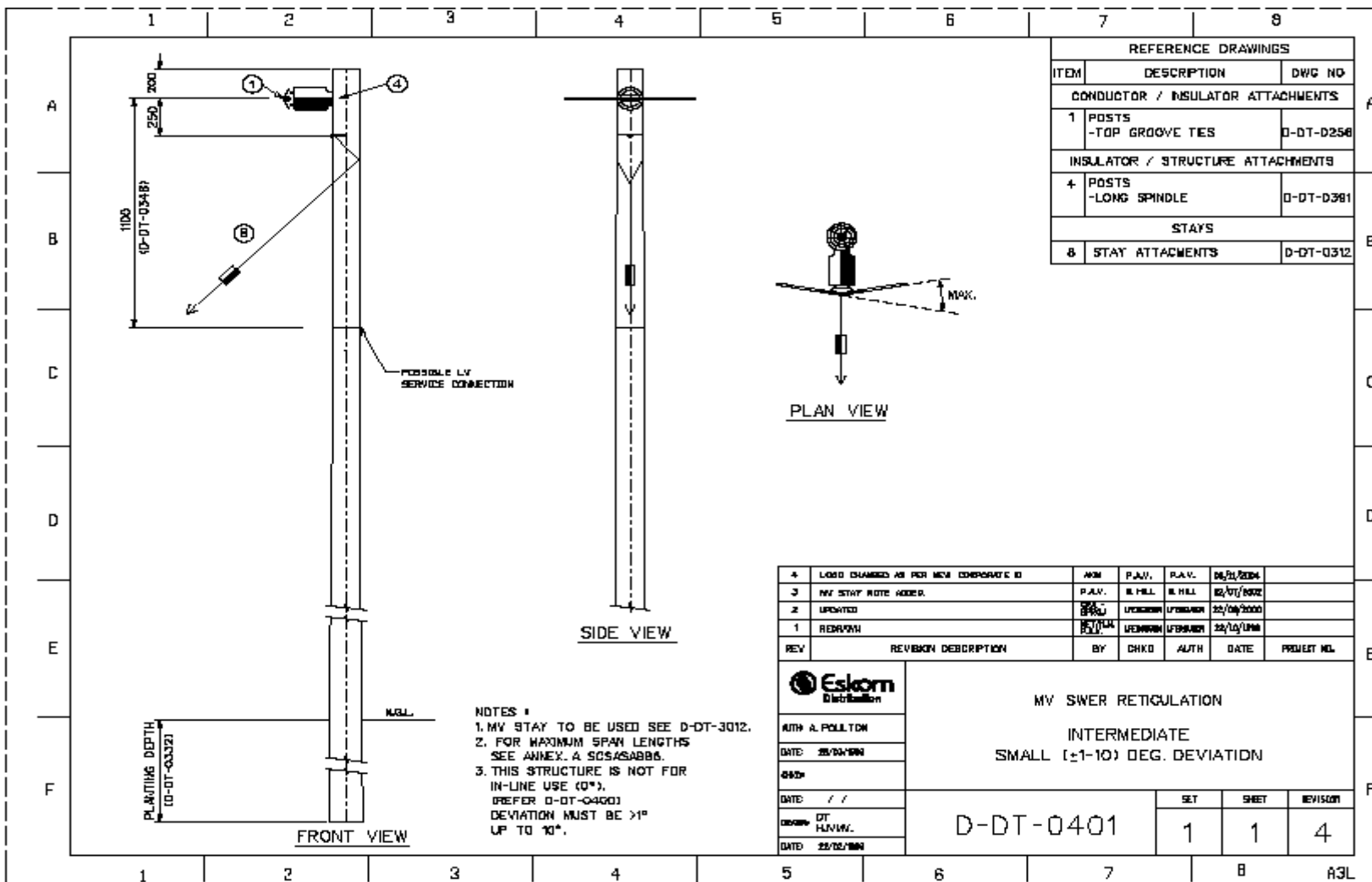
|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 131</b>   | <b>SUR 214</b> |

---

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

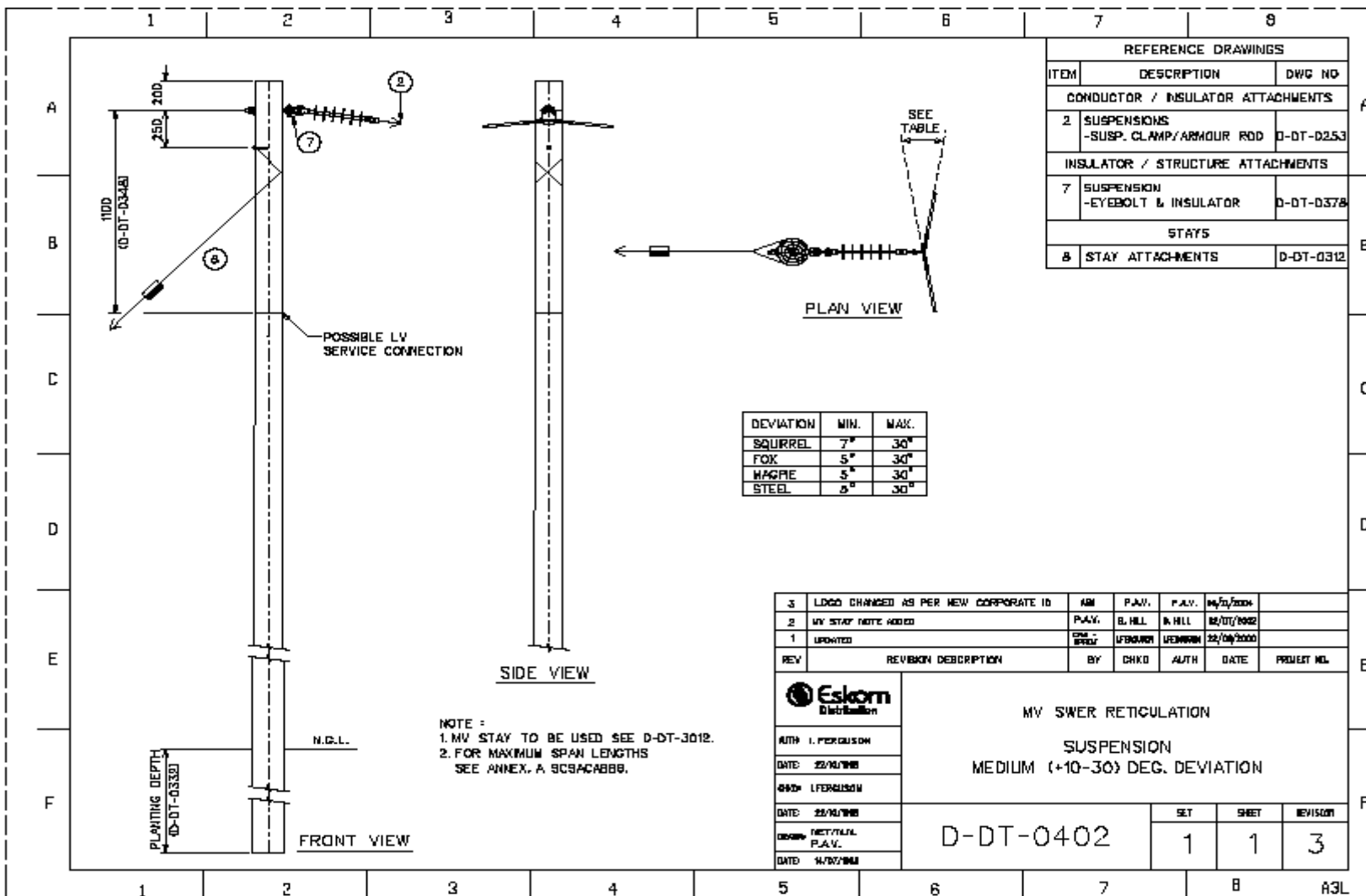
REFERENCE SWER-BF 01  
 PAGE 132 SUR 214

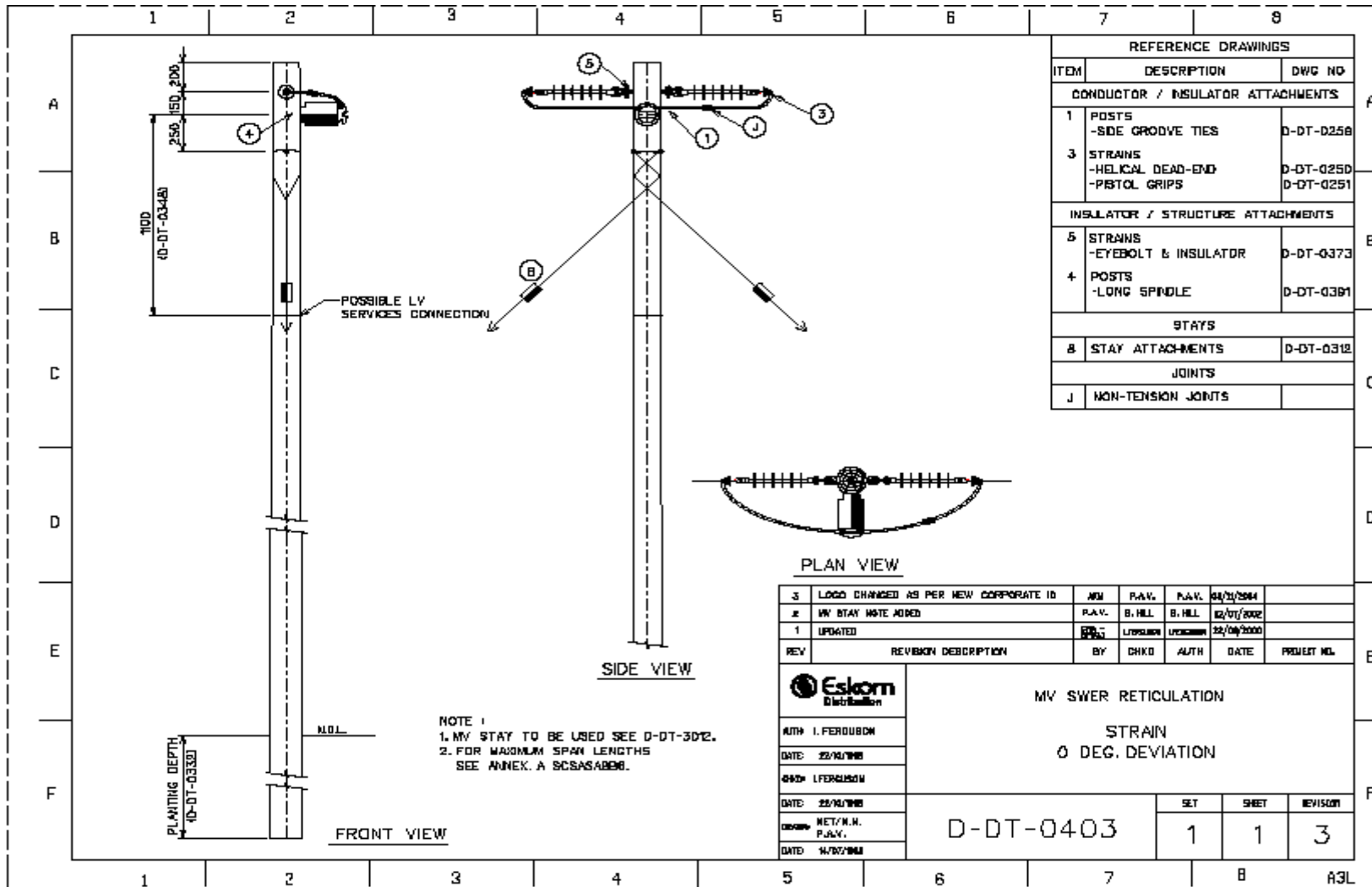
REV 1



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

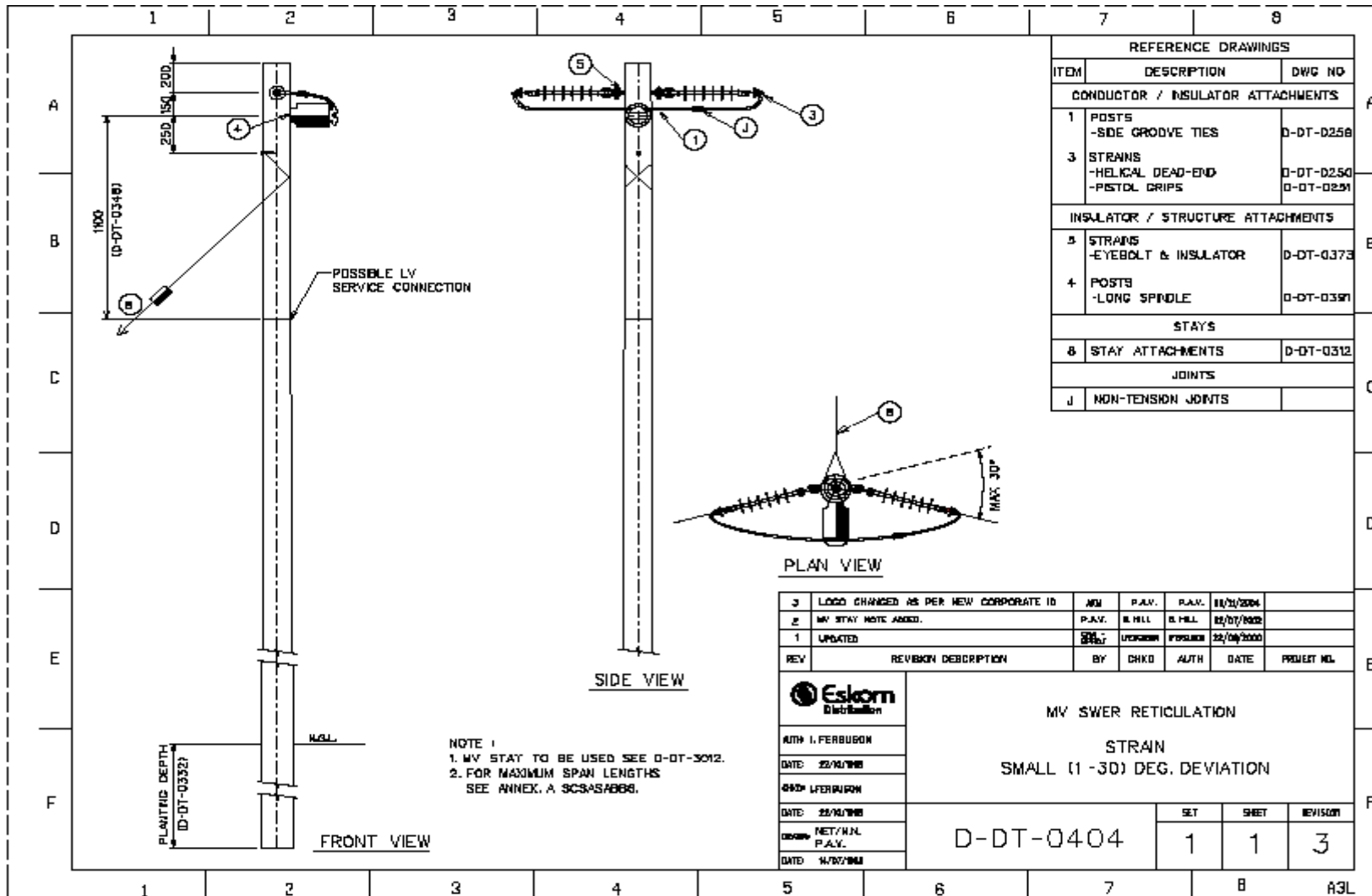
REFERENCE SWER-BF 01  
 PAGE 133 SUR 214  
 REV 1





Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

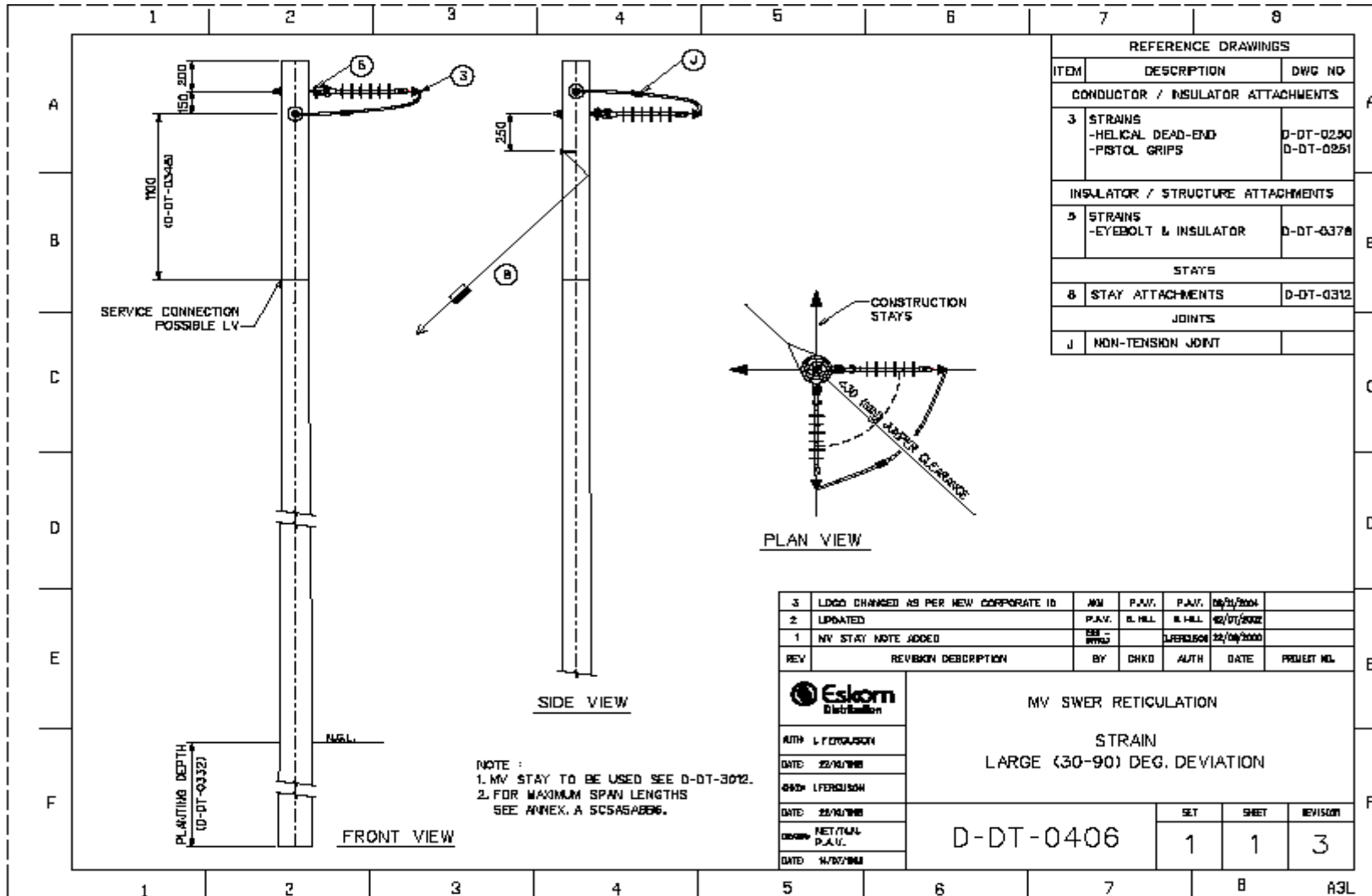
REFERENCE SWER-BF 01  
 PAGE 135 SUR 214  
 REV 1



|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                    | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA<br/>TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 136</b>   | <b>SUR 214</b> |

---



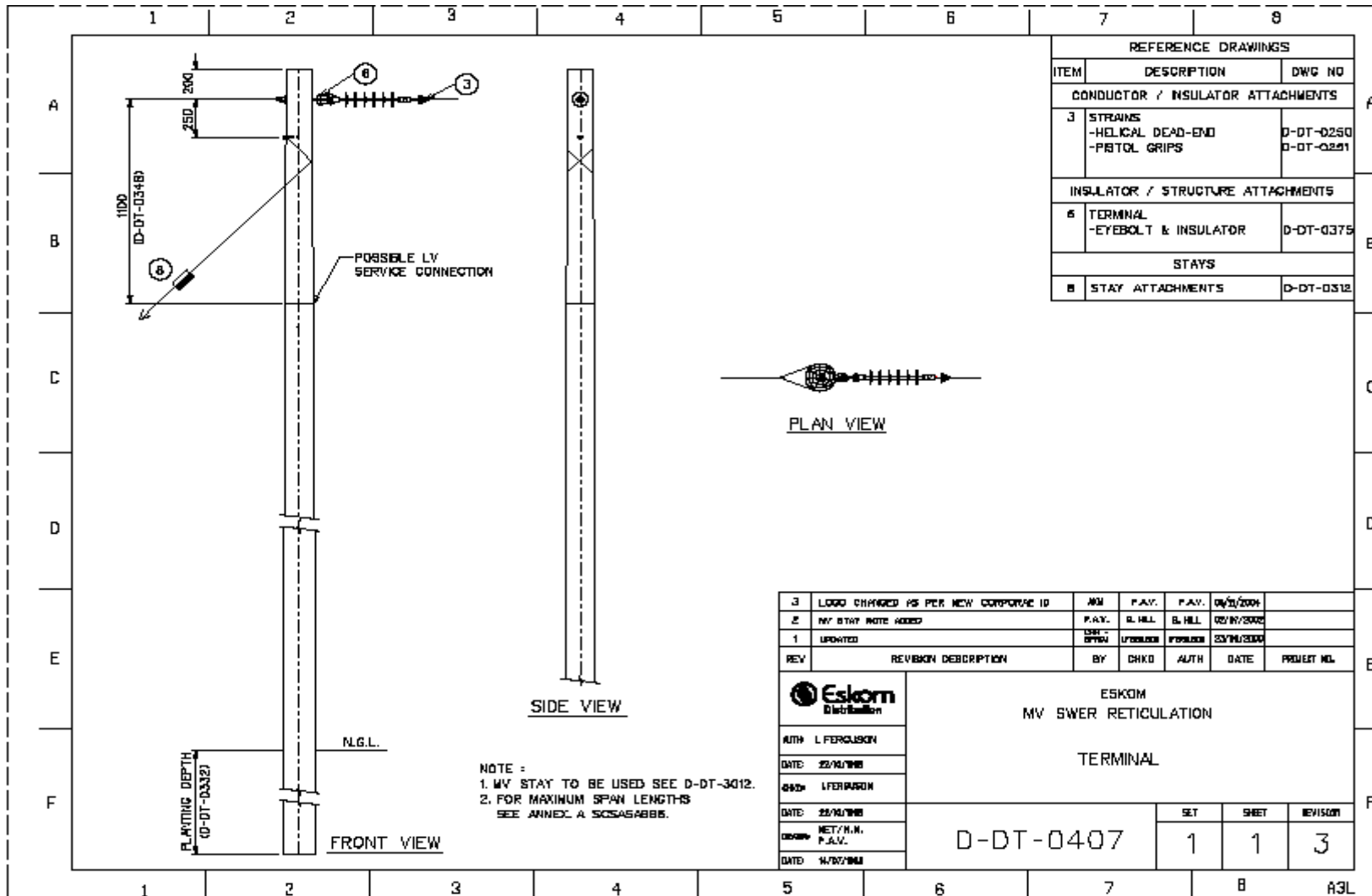


|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 138</b>   | <b>SUR 214</b> |

---

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE SWER-BF 01  
 PAGE 139 SUR 214  
 REV 1

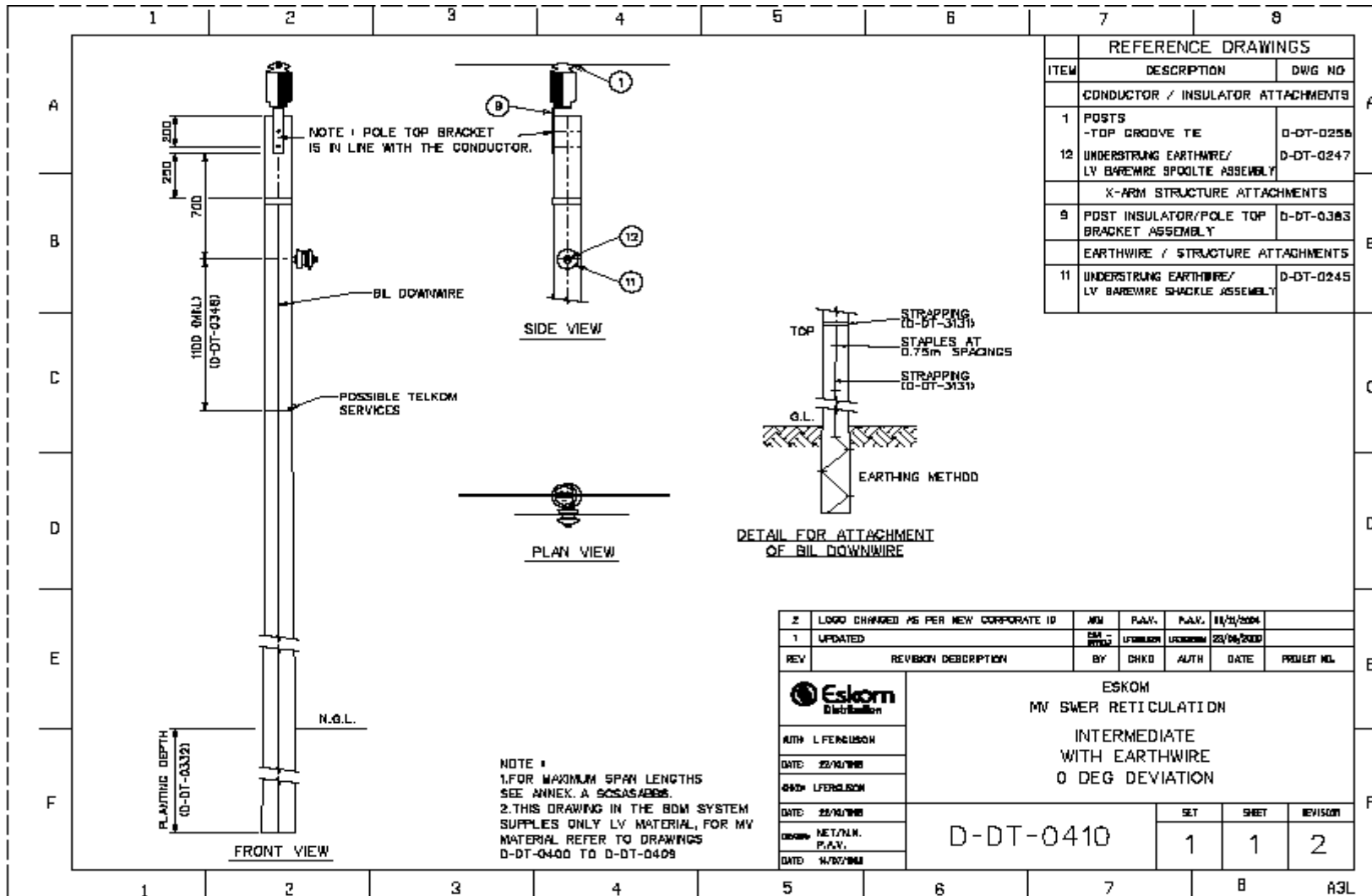


|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                    | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA<br/>TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 140</b>   | <b>SUR 214</b> |

---

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE SWER-BF 01  
 PAGE 141 SUR 214  
 REV 1

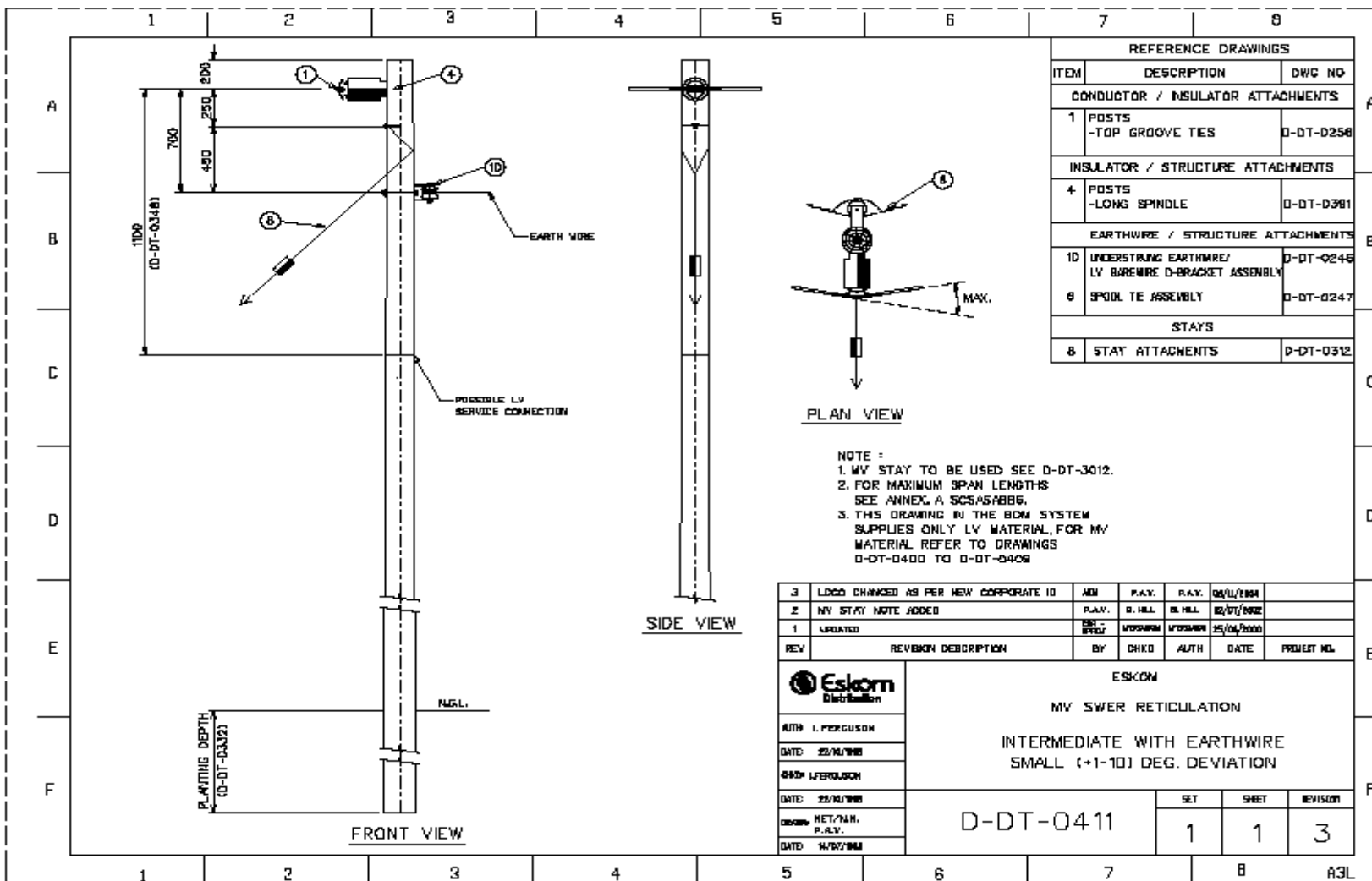


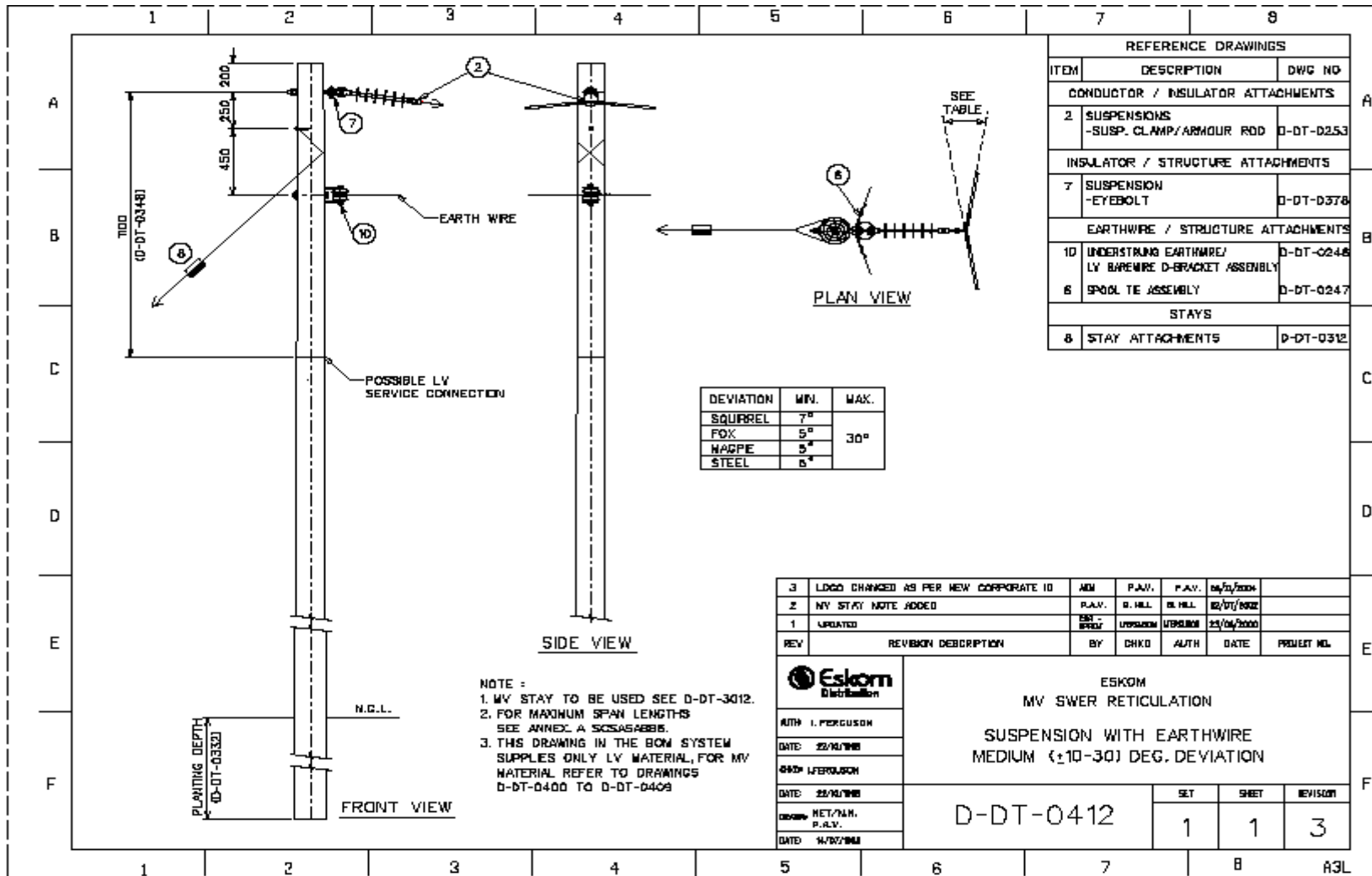
|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 142</b>   | <b>SUR 214</b> |

---

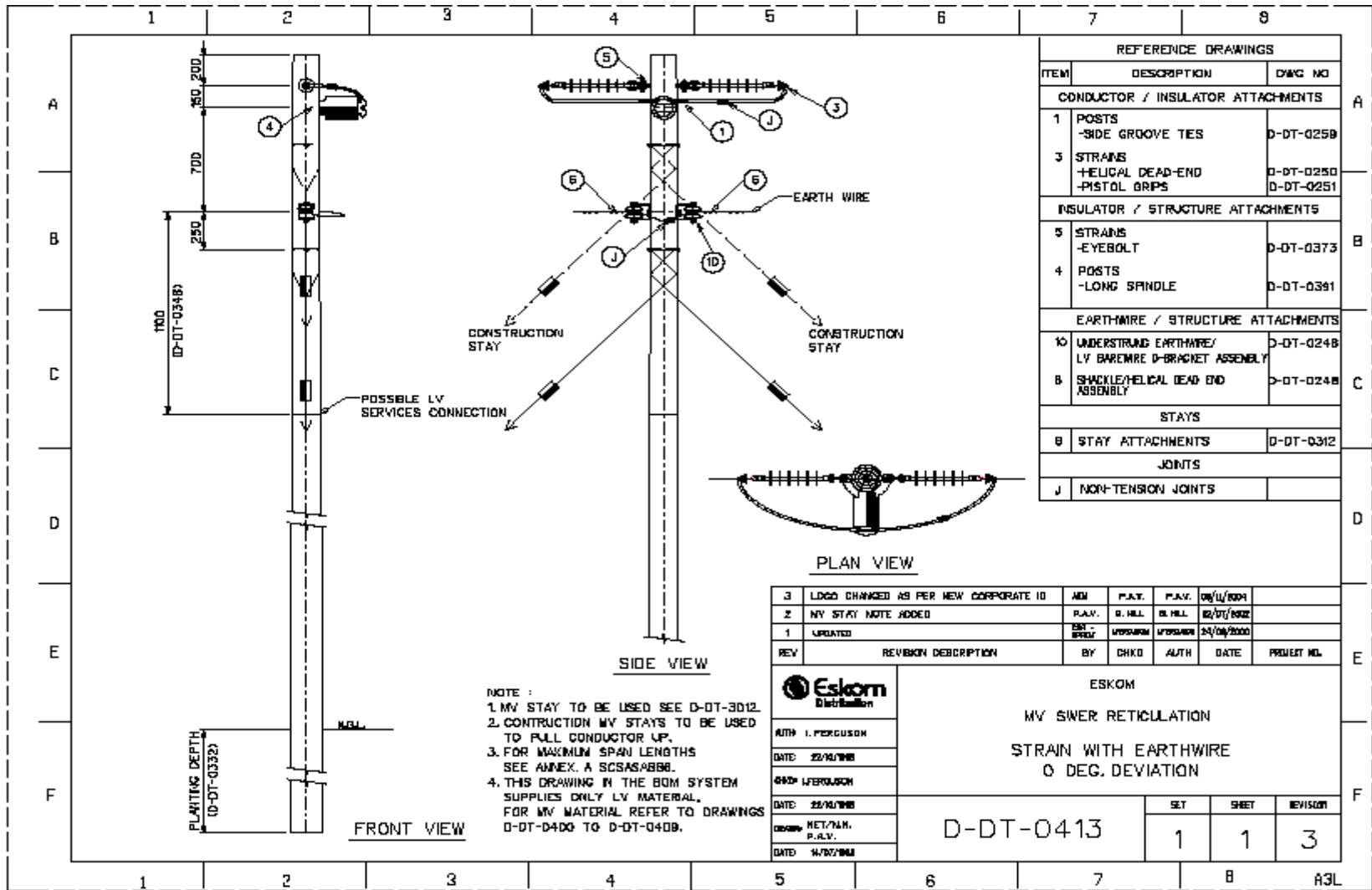
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE SWER-BF 01  
 PAGE 143 SUR 214  
 REV 1



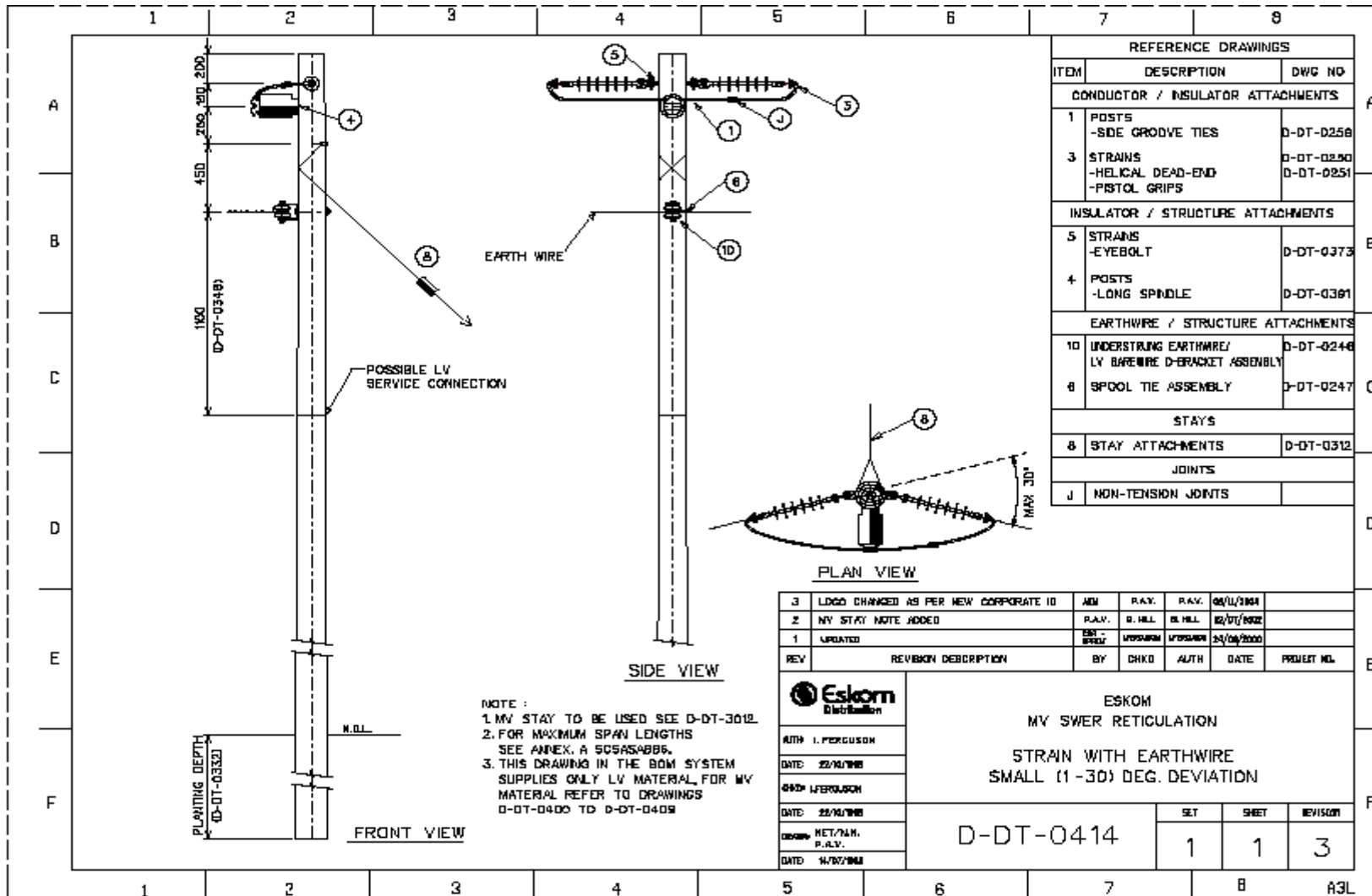






|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 146</b>   | <b>SUR 214</b> |

---

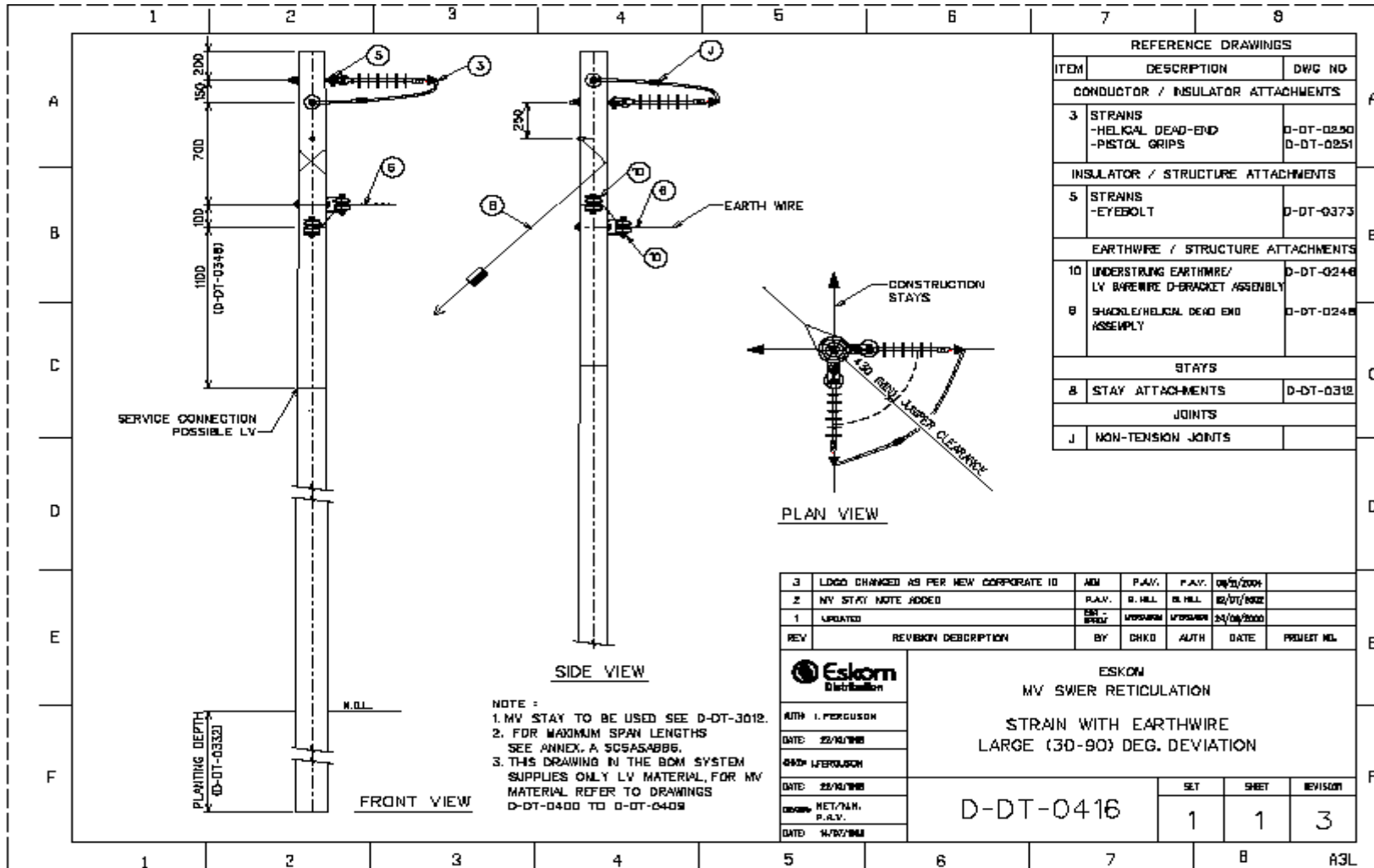


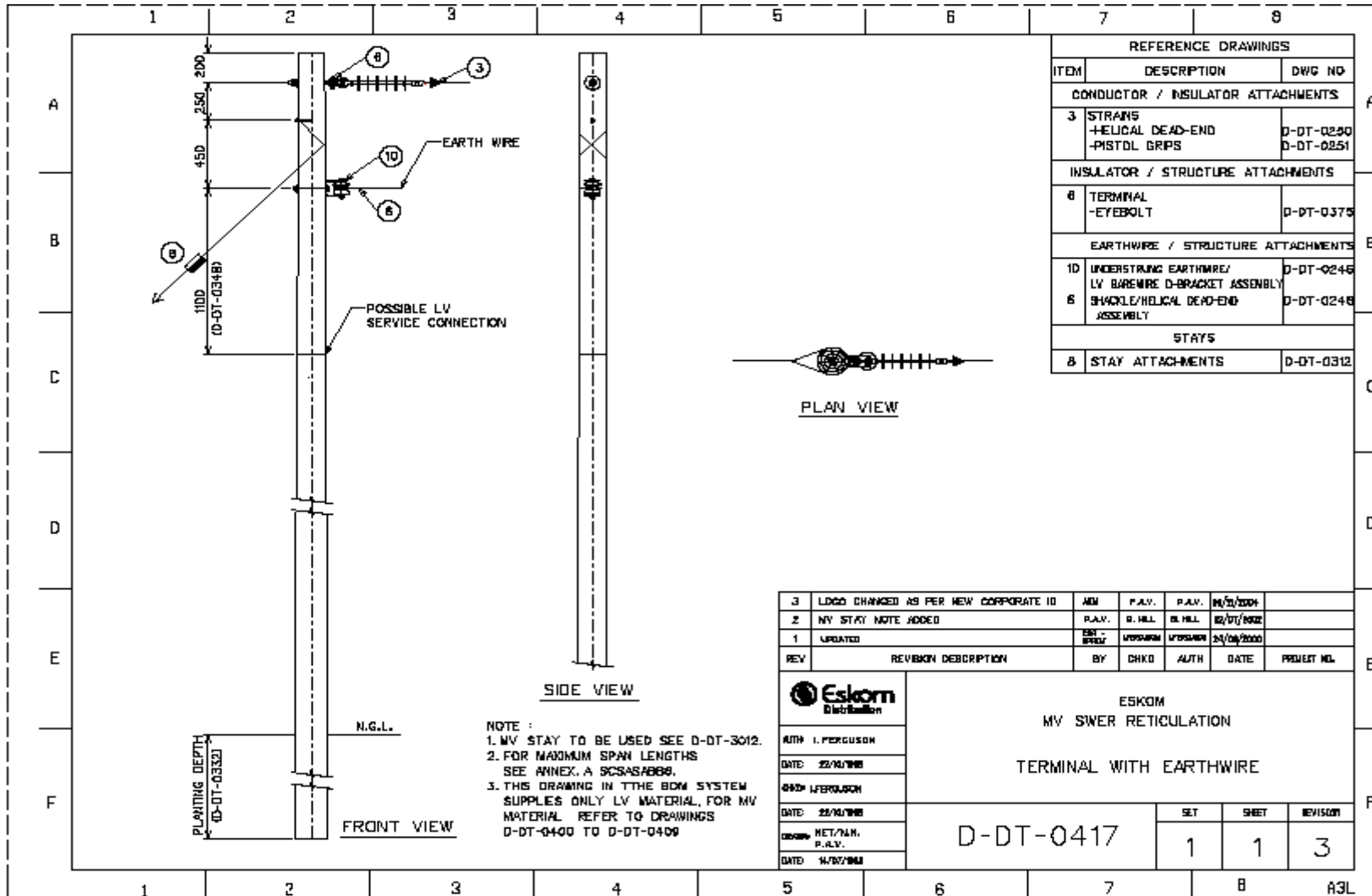
| REFERENCE DRAWINGS                       |  |                        |
|--|--|------------------------|
| ITEM                                     | DESCRIPTION  | DWG NO                 |
| <b>CONDUCTOR / INSULATOR ATTACHMENTS</b> |  |                        |
| 1  | POSTS<br>-SIDE GROOVE TIES                               | D-DT-0258              |
| 3  | STRAINS<br>-HELICAL DEAD-END<br>-PISTOL GRIPS            | D-DT-0250<br>D-DT-0251 |
| <b>INSULATOR / STRUCTURE ATTACHMENTS</b> |  |                        |
| 5  | STRAINS<br>-EYEBOLT                                      | D-DT-0373              |
| 4  | POSTS<br>-LONG SPINDLE                                   | D-DT-0361              |
| <b>EARTHWIRE / STRUCTURE ATTACHMENTS</b> |  |                        |
| 10                                       | UNDERSTRUNG EARTHWIRE/<br>LV BAREWIRE D-BRACKET ASSEMBLY | D-DT-0246              |
| 8  | SPOOL TIE ASSEMBLY                                       | D-DT-0247              |
| <b>STAYS</b>                             |  |                        |
| 8  | STAY ATTACHMENTS   | D-DT-0312              |
| <b>JOINTS</b>                            |  |                        |
| J  | NON-TENSION JOINTS                                       |                        |

| REV | REVISION DESCRIPTION                 | BY         | CHKD                | AUTH                | DATE       | PROJECT NO. |
|-----|--------------------------------------|------------|---------------------|---------------------|------------|-------------|
| 3   | LOGO CHANGED AS PER NEW CORPORATE ID | NEW        | P.A.V.              | P.A.V.              | 06/11/2004 |             |
| 2   | MV STAY NOTE ADDED                   | P.A.V.     | B. HILL             | B. HILL             | 02/07/2002 |             |
| 1   | UPDATED                              | EST. PROJ. | M. P. S. / M. P. S. | M. P. S. / M. P. S. | 24/06/2000 |             |

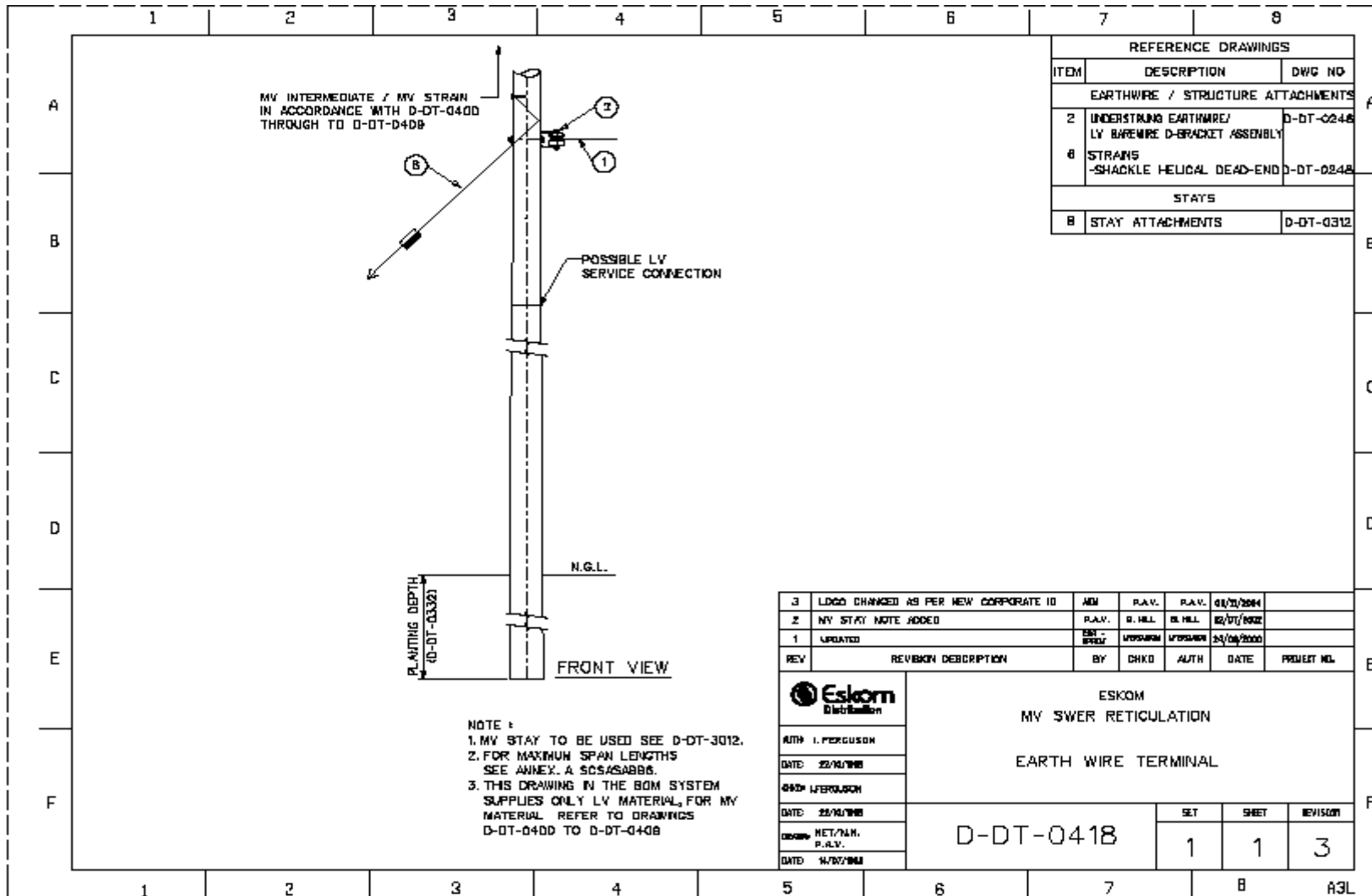
|  |   |           |                                   |
|--|---|-----------|-----------------------------------|
|  | <b>ESKOM</b><br>MV SWER RETICULATION<br>STRAIN WITH EARTHWIRE<br>SMALL (1-30) DEG. DEVIATION                              |           |                                   |
|  | AUTH: I. FERGUSON<br>DATE: 22/01/98<br>CHKD: I. FERGUSON<br>DATE: 22/01/98<br>DESGN: HET/NAH.<br>P.S.V.<br>DATE: 14/07/98 | D-DT-0414 | SET: 1<br>SHEET: 1<br>REVISION: 3 |





|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                    | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA<br/>TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 150</b>   | <b>SUR 214</b> |

---



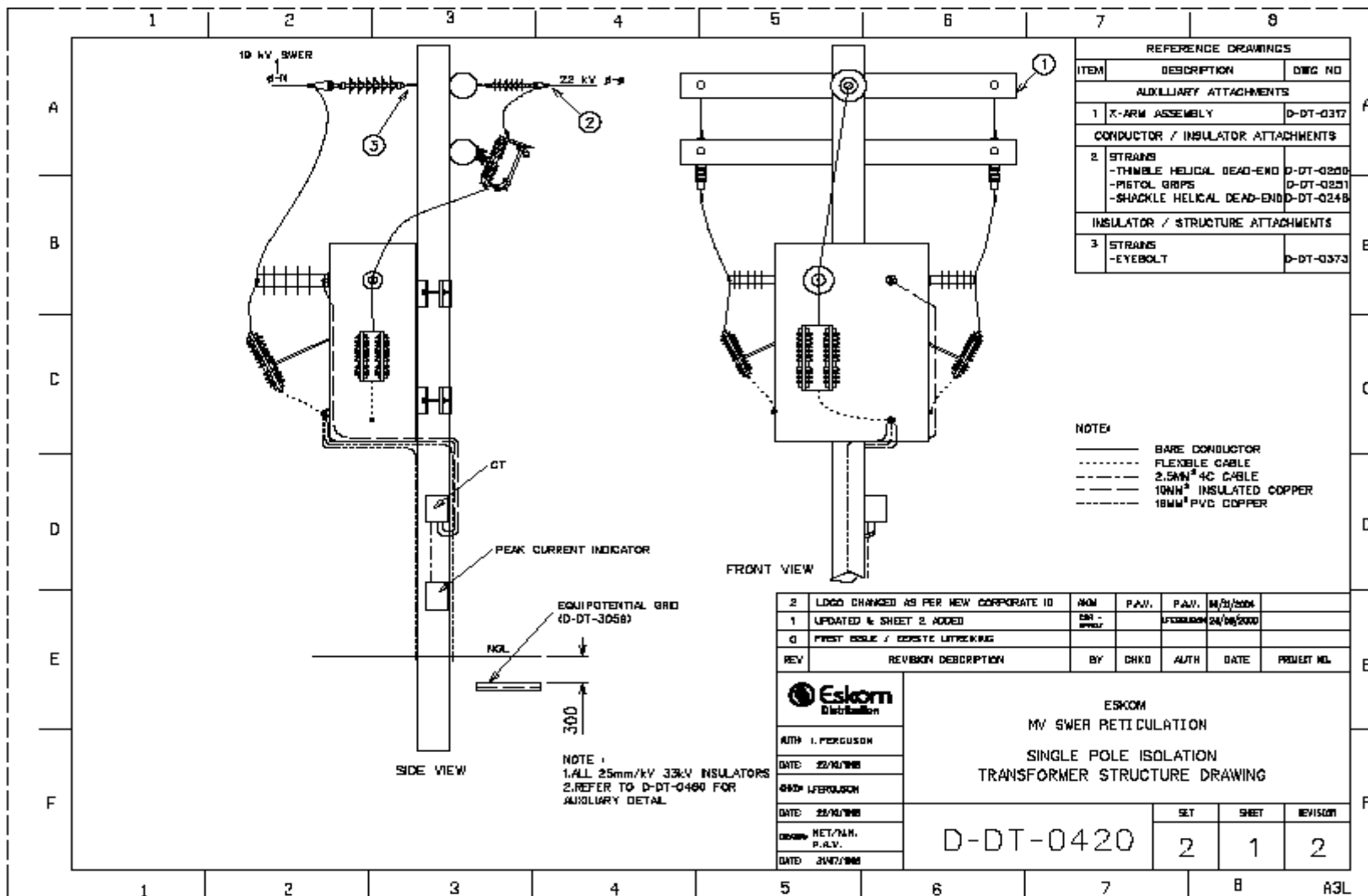
|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                    | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA<br/>TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 152</b>   | <b>SUR 214</b> |

---



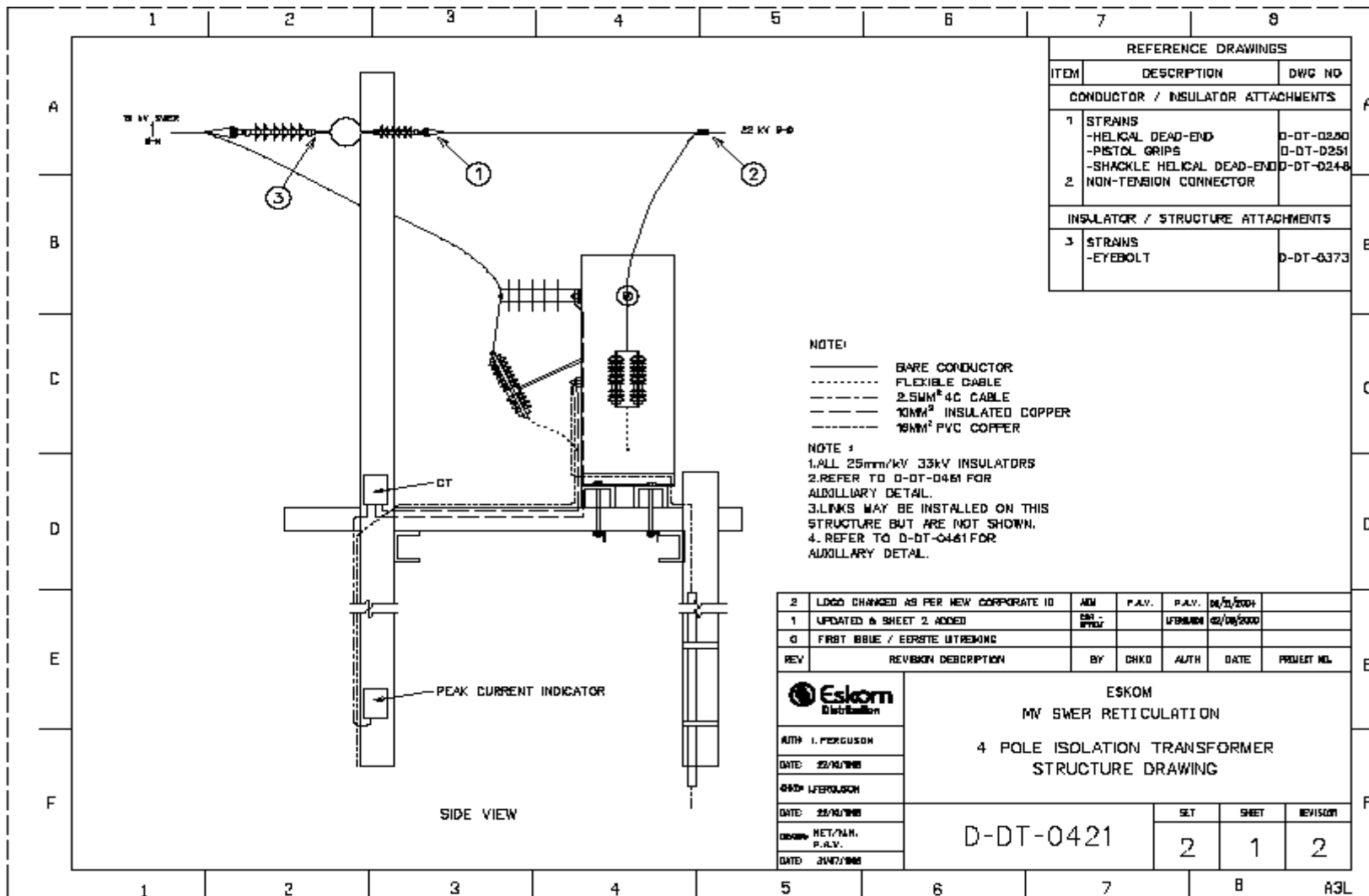
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE SWER-BF 01  
 PAGE 153 SUR 214  
 REV 1



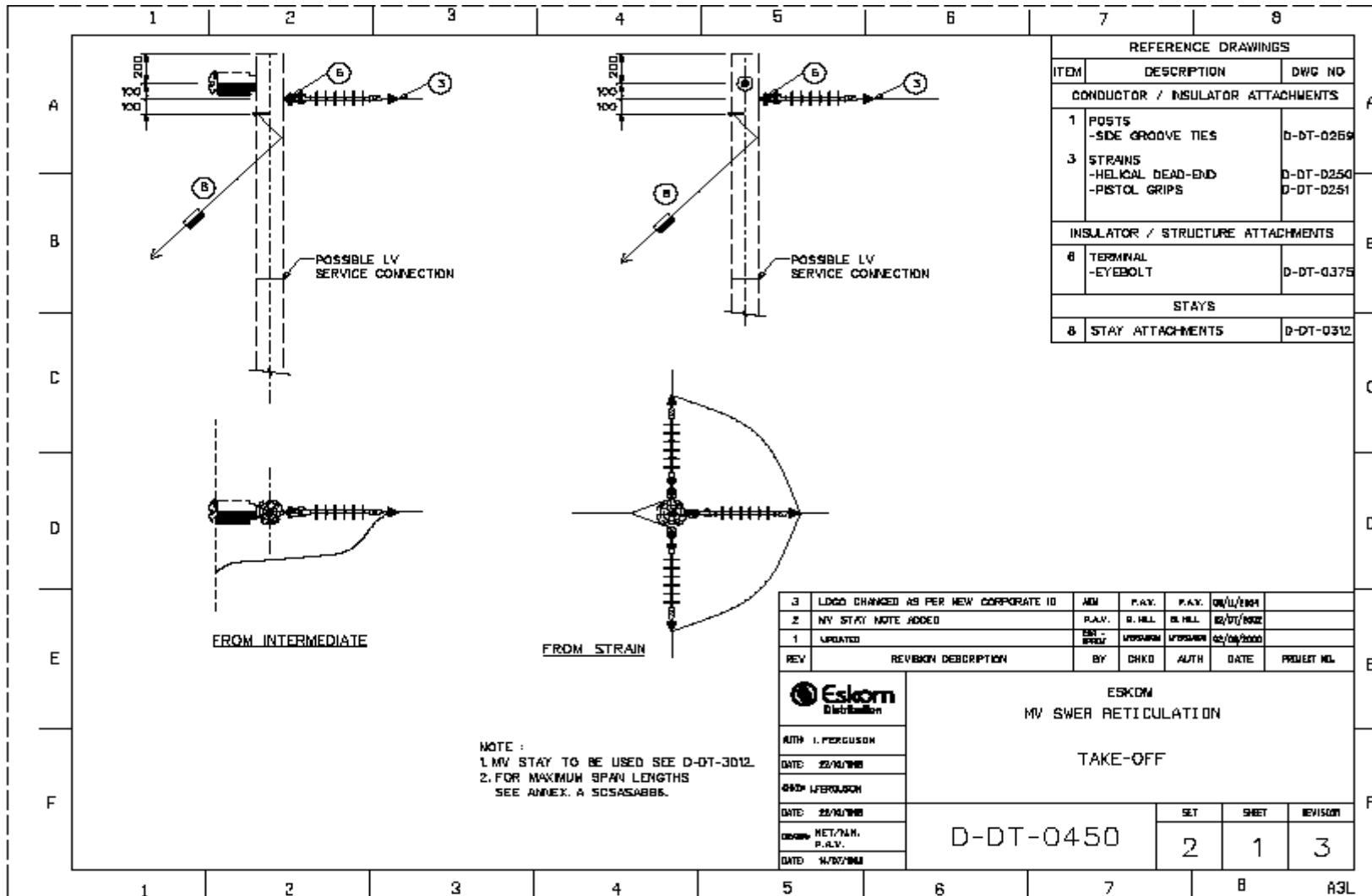
|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                    | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA<br/>TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 154</b>   | <b>SUR 214</b> |

---



|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 156</b>   | <b>SUR 214</b> |

---



|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 158</b>   | <b>SUR 214</b> |

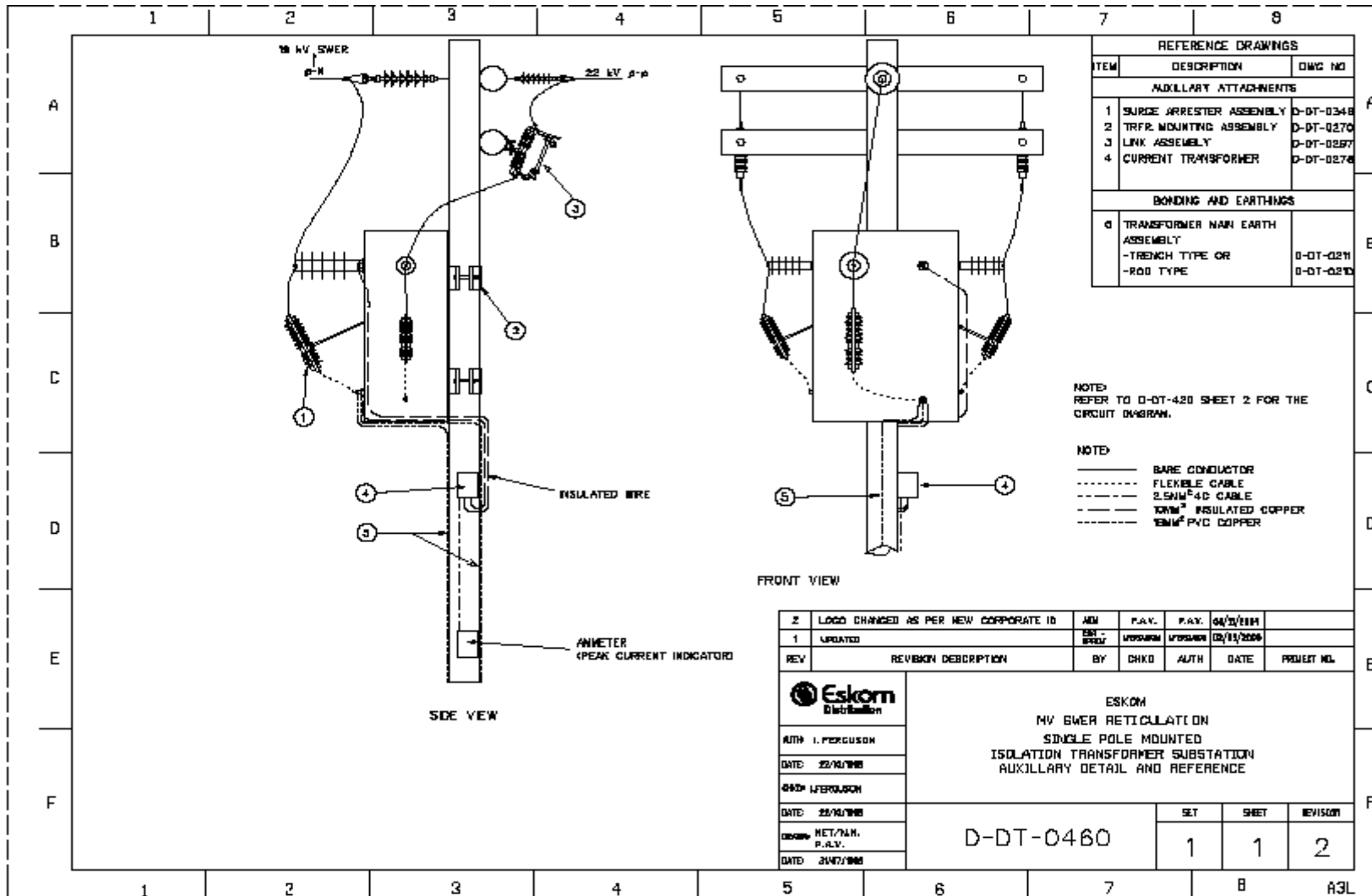
---

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                    | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA<br/>TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 159</b>   | <b>SUR 214</b> |

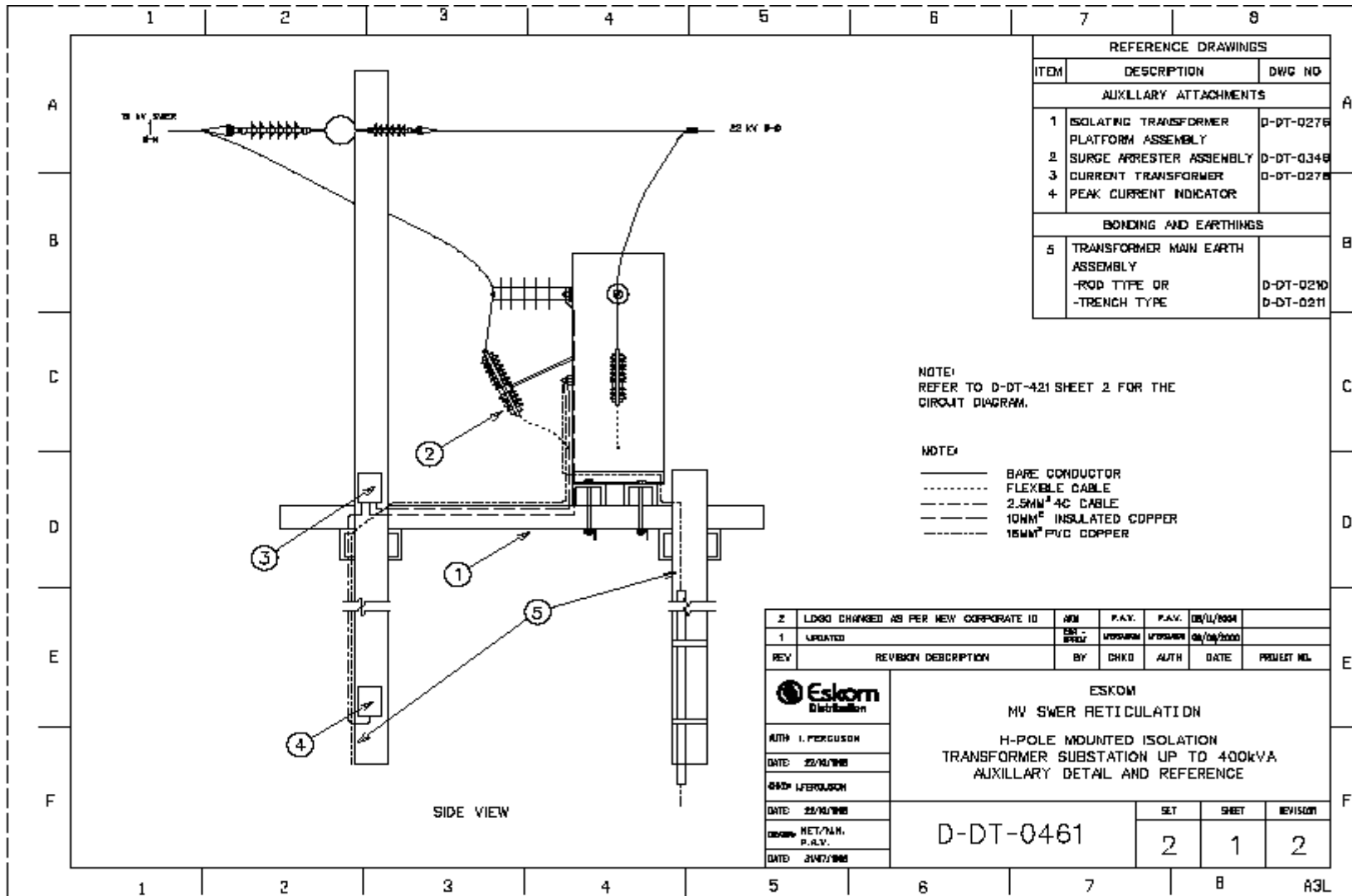
---

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE SWER-BF 01  
 PAGE 160 SUR 214  
 REV 1

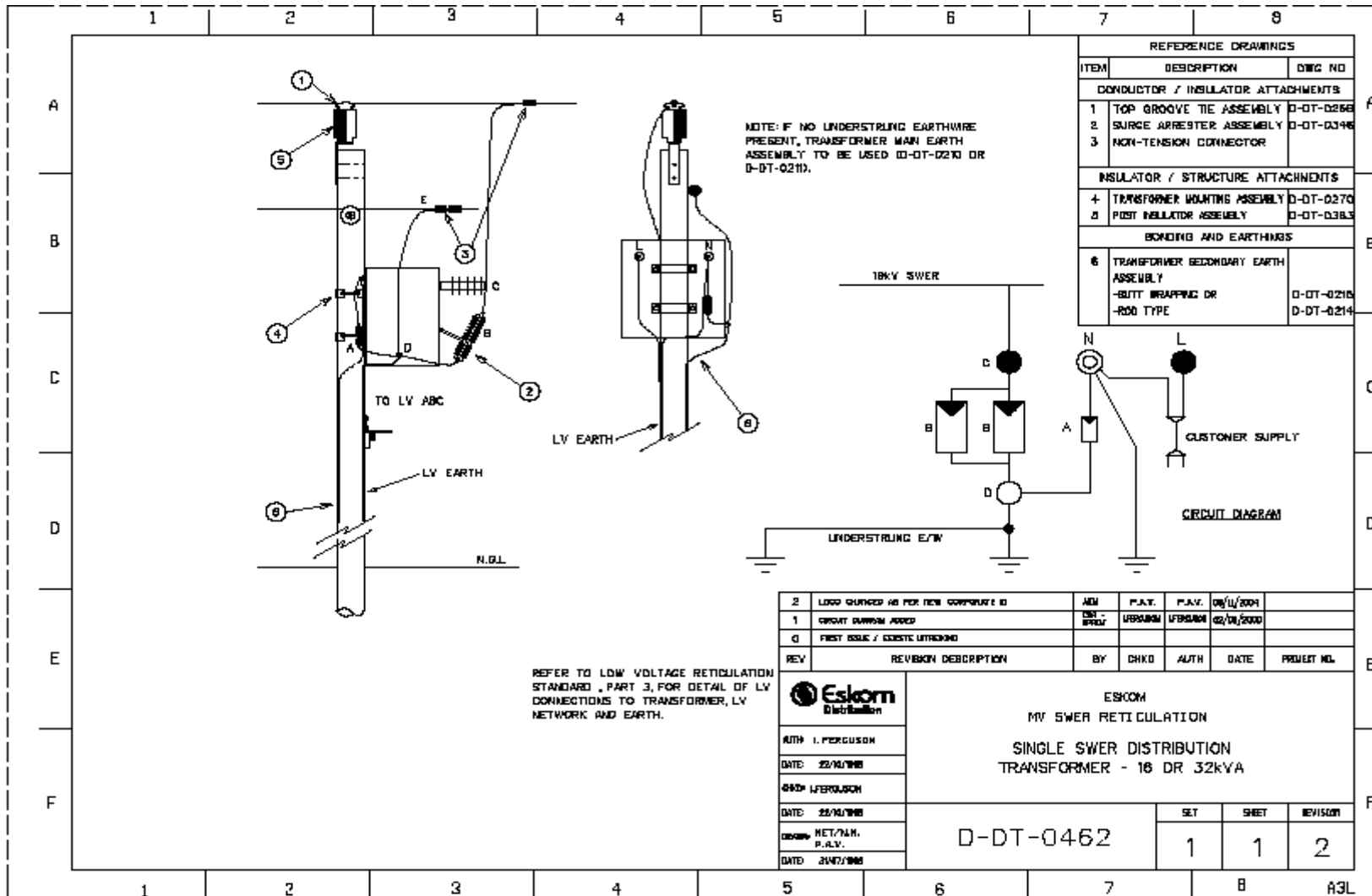






|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 162</b>   | <b>SUR 214</b> |

---

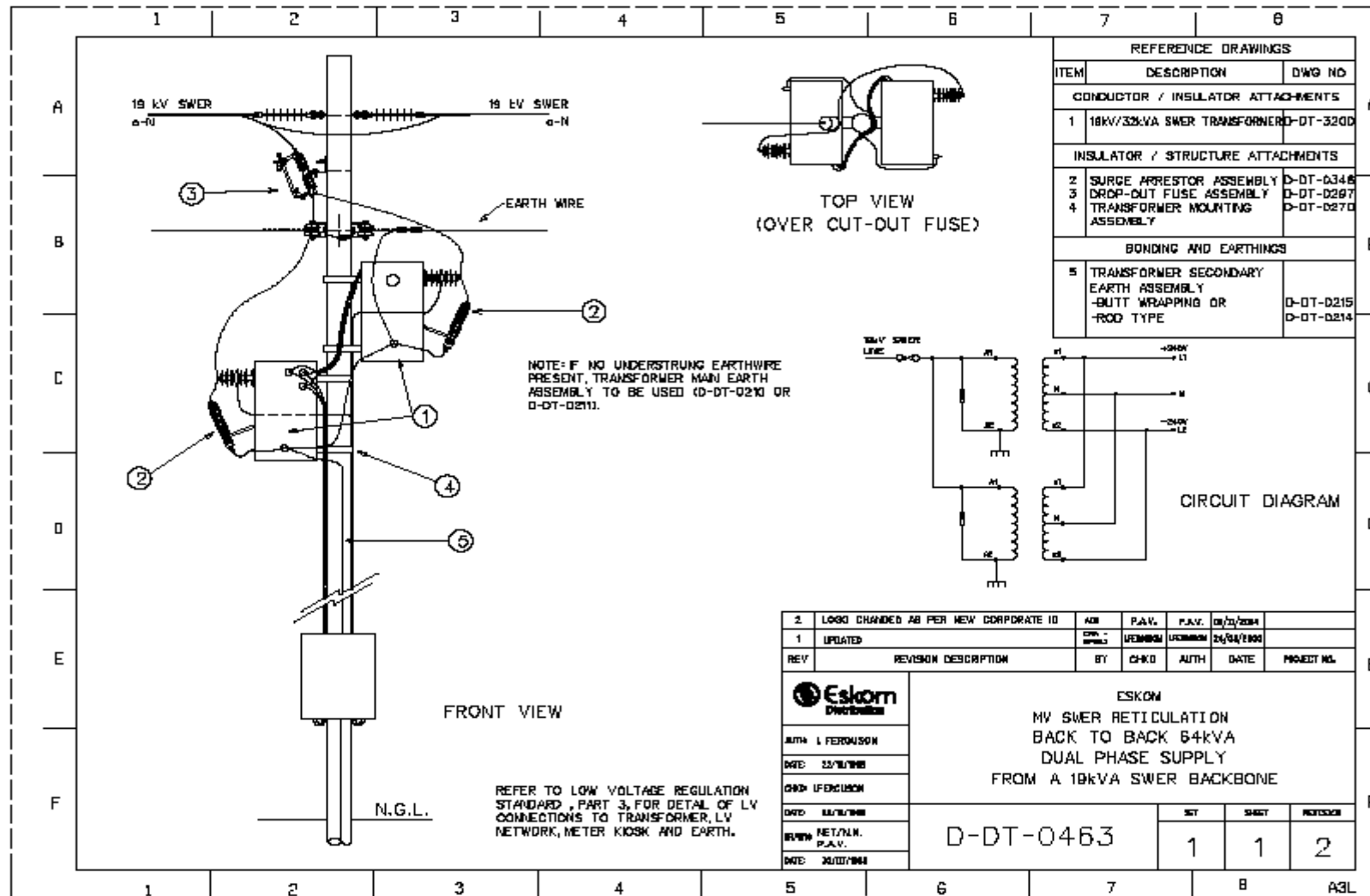


|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                    | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA<br/>TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 164</b>   | <b>SUR 214</b> |

---

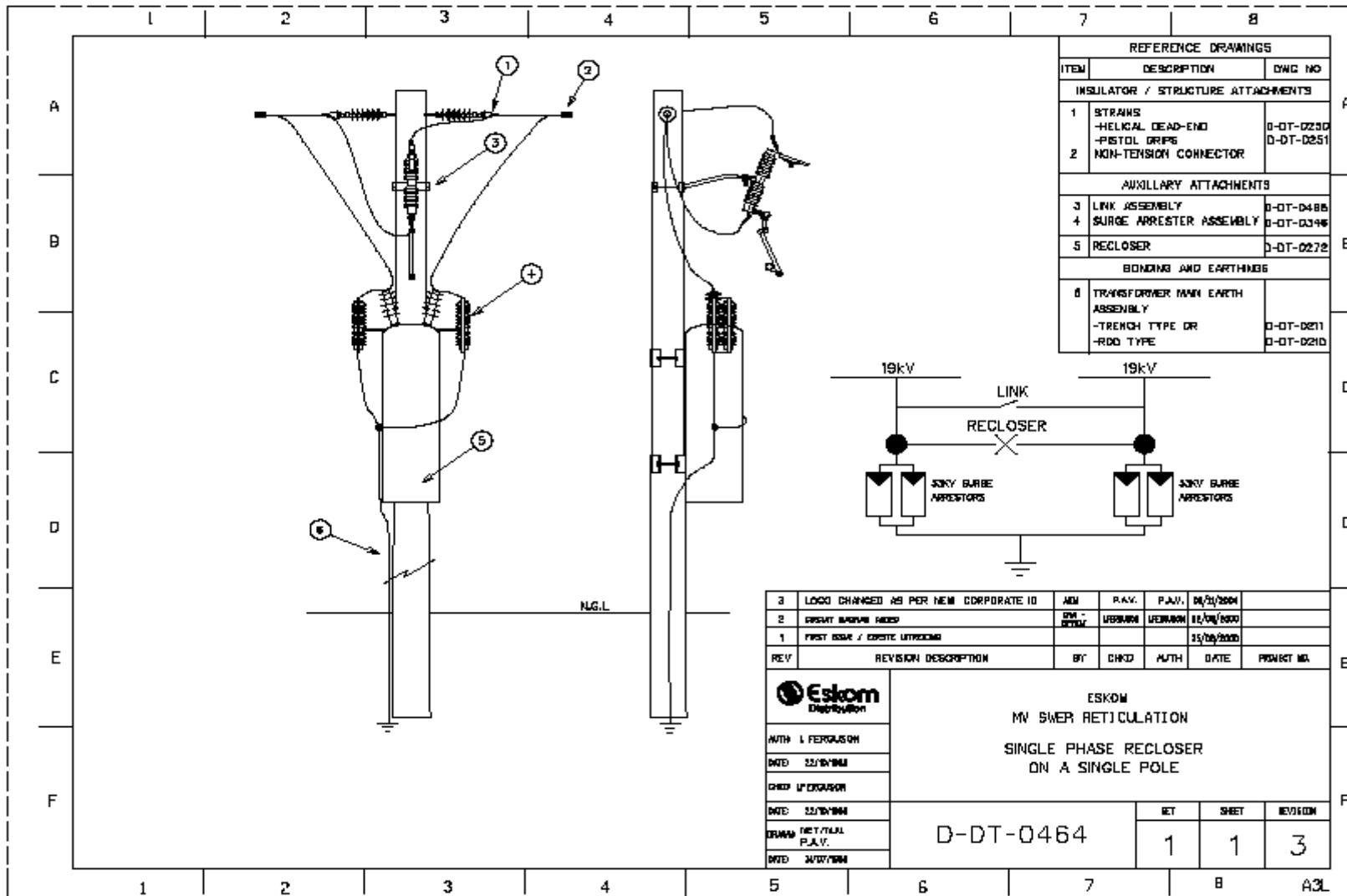
Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE SWER-BF 01  
 PAGE 165 SUR 214  
 REV 1



Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE REV  
 SWER-BF 01 1  
 PAGE 166 SUR 214

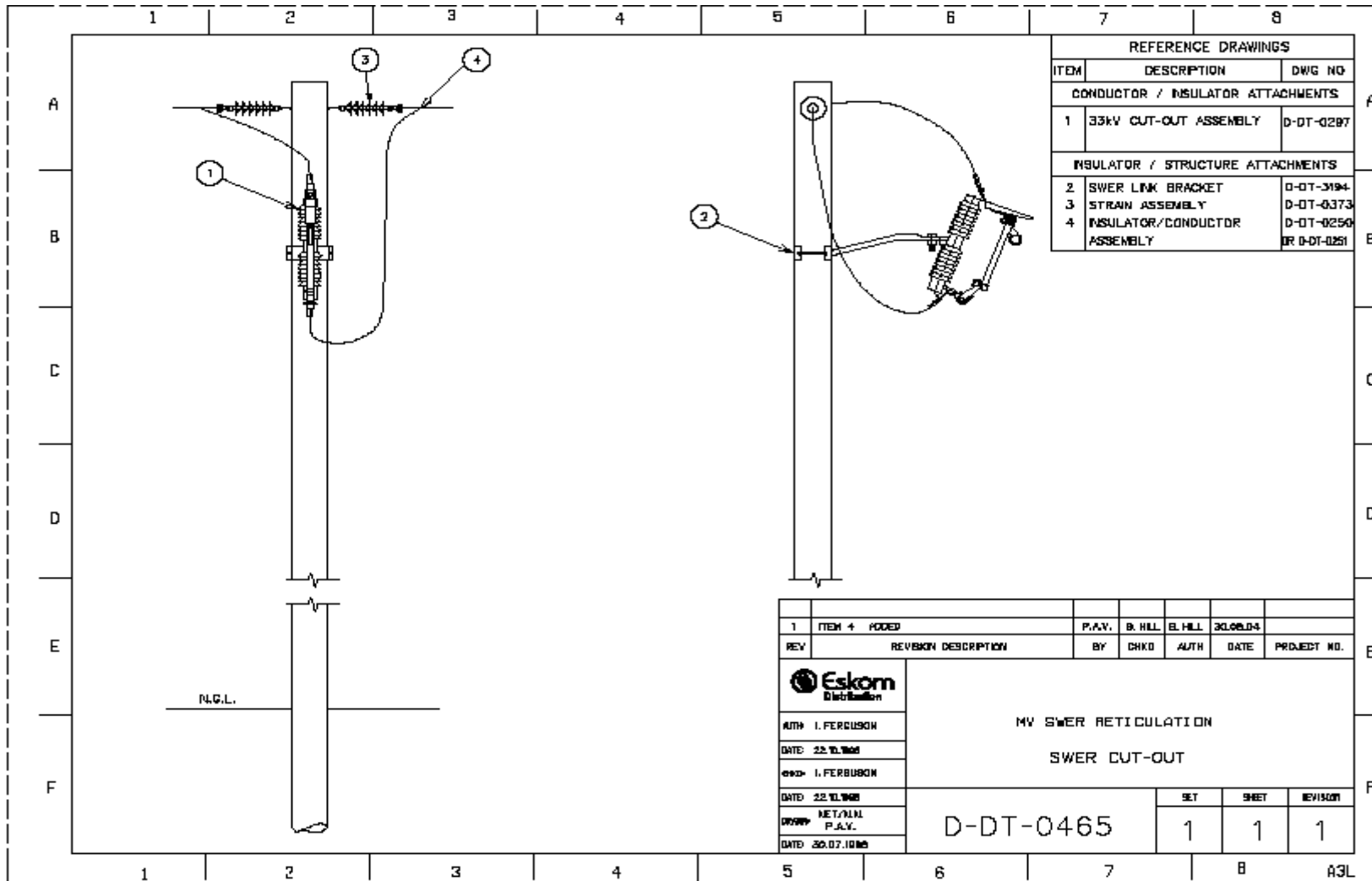


|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:</b>                    | <b>REFERENCE</b>  | <b>REV</b>     |
| <b>RÉSEAU MT:</b>  | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| <b>RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA<br/>TERRE (SWER) DE 19,1kV</b> | <b>PAGE 167</b>   | <b>SUR 214</b> |

---

Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

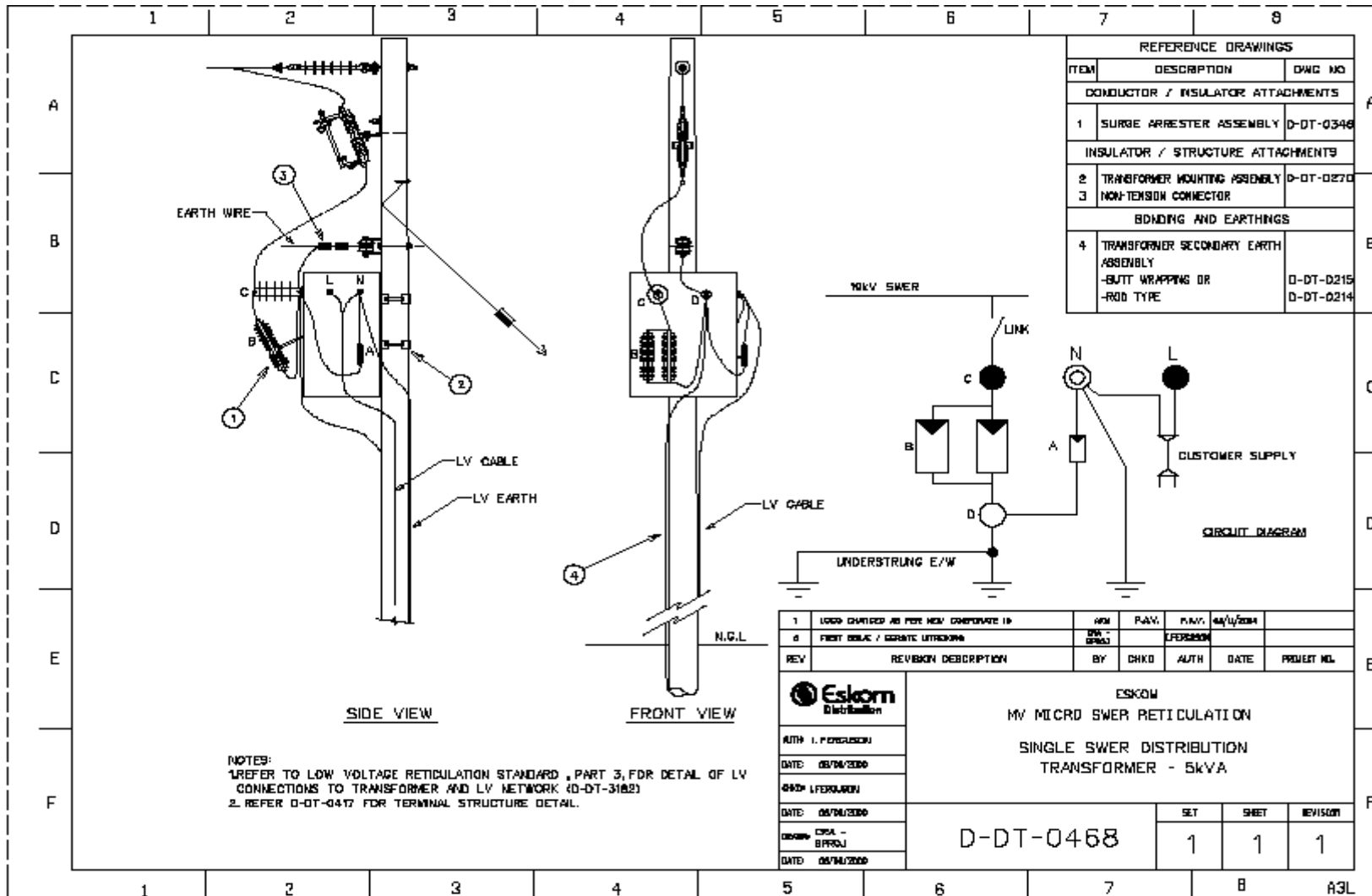
REFERENCE SWER-BF 01  
 PAGE 168 SUR 214  
 REV 1

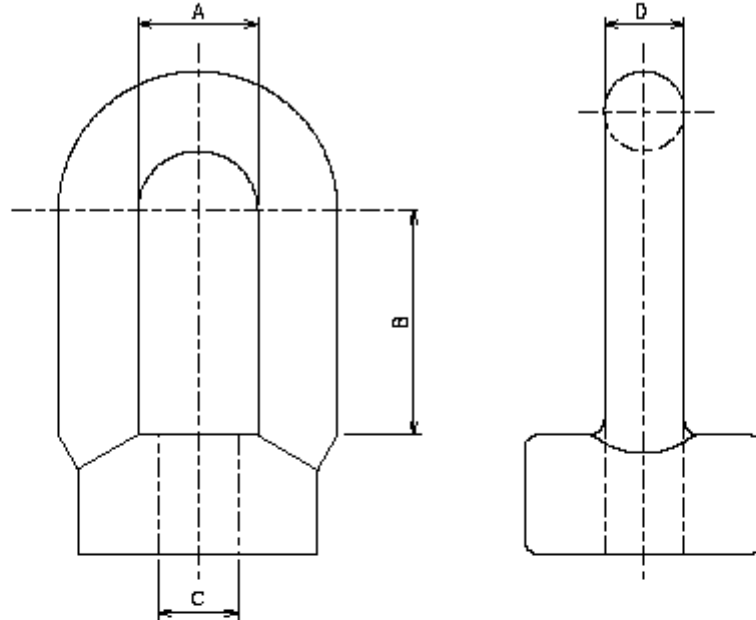




Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:  
 RÉSEAU MT:  
 RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA  
 TERRE (SWER) DE 19,1kV

REFERENCE SWER-BF 01  
 PAGE 169 SUR 214  
 REV 1



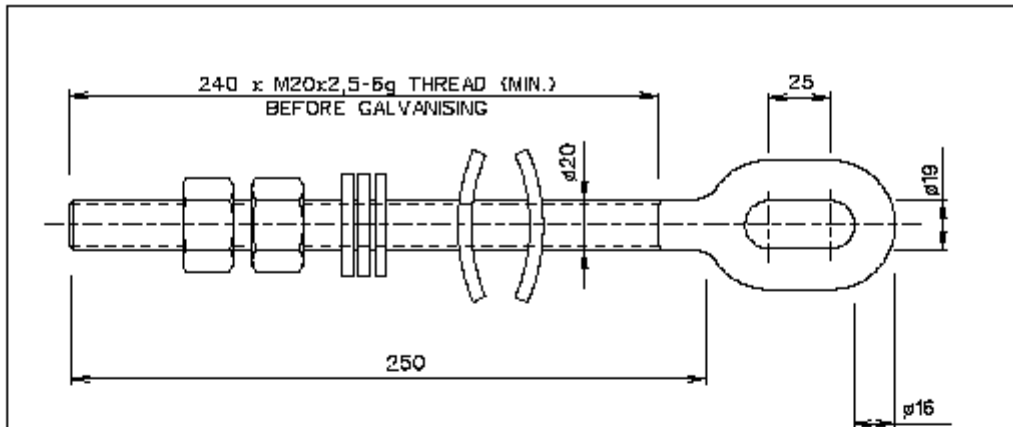


NOTE :

1. MAXIMUM ECCENTRICITY OF HOLES IS 0.84mm.
2. DRAWING NOT FOR MANUFACTURING PURPOSES.

|   | M16                         | M20                         |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| A | 25                          | 30                          |
| B | 35                          | 45                          |
| C | M16x2.0-BH<br>0.38 OVERSIZE | M20x2.5-6H<br>0.38 OVERSIZE |
| D | 13                          | 16                          |

|   |                                       |   |                              |
|---|---------------------------------------|---|------------------------------|
| ITEM  |                                       | :- NUT, EYE M16 AND M20   |                              |
| MATERIAL SPECIFICATION  |                                       | :- BS 6681  |                              |
| CORROSION SPECIFICATION:-   |                                       | SANS 121 OR ISO 1461  |                              |
| STANDARD SPECIFICATION  |                                       | :- SANS 135, NRS 018-3  |                              |
| ESKOM SPECIFICATION   |                                       | :-  |                              |
| TEST AND CERTIFICATION :-   |                                       | TYPE TEST AT MIN FAILING LOAD AND CERTIFICATE VALID SAMPLE TEST CERTIFICATE TO BE PROVIDED FOR THE PRODUCTION RUN ASSOCIATED WITH EACH DELIVERY |                              |
| INSPECTION  | yes                                   | no  | ESKOM RELEASE NOTE           |
|   |                                       |   | yes                          |
|   |                                       |   | no                           |
| IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS |                                       |   |                              |
| 14  | STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED      | D.D.N.  | P.A.VERMAAK                  |
| 13  | STANDARD SANS CHANGED TO SANS         | D.D.N.  | P.A.VERMAAK                  |
| 12  | LOGO CHANGED AS PER CORPORATE I.D.    | D.D.N.  | P.VERMAAK J.SCHOLTZ          |
| 11  | GALV./CORROSION CHANGED IN TECH.DESC. | P.A.V.  | B. HILL A. BENKER            |
| REV   | REVISION DESCRIPTION                  | BY  | CHKD ALTH DATE REF. DRAWINGS |
| AUTH:   | S.A.CLIERS                            | DATE:   | MARCH 93                     |
| CHKD:   |                                       | DATE:   |                              |
| DRAWN:  | R. V. R.                              | DATE:   | 18-09-93                     |
| SCALE   |                                       | Eskom Distribution  |                              |
| CAD REF. SERIES 3004  |                                       | SAP. No. AS ABOVE   |                              |
| FILE No. 3004   |                                       | D-DT-3004   |                              |
|   |                                       | SET   | SHEET                        |
|   |                                       | 2   | 1                            |
|   |                                       | REVISION  |                              |
|   |                                       | 14  |                              |

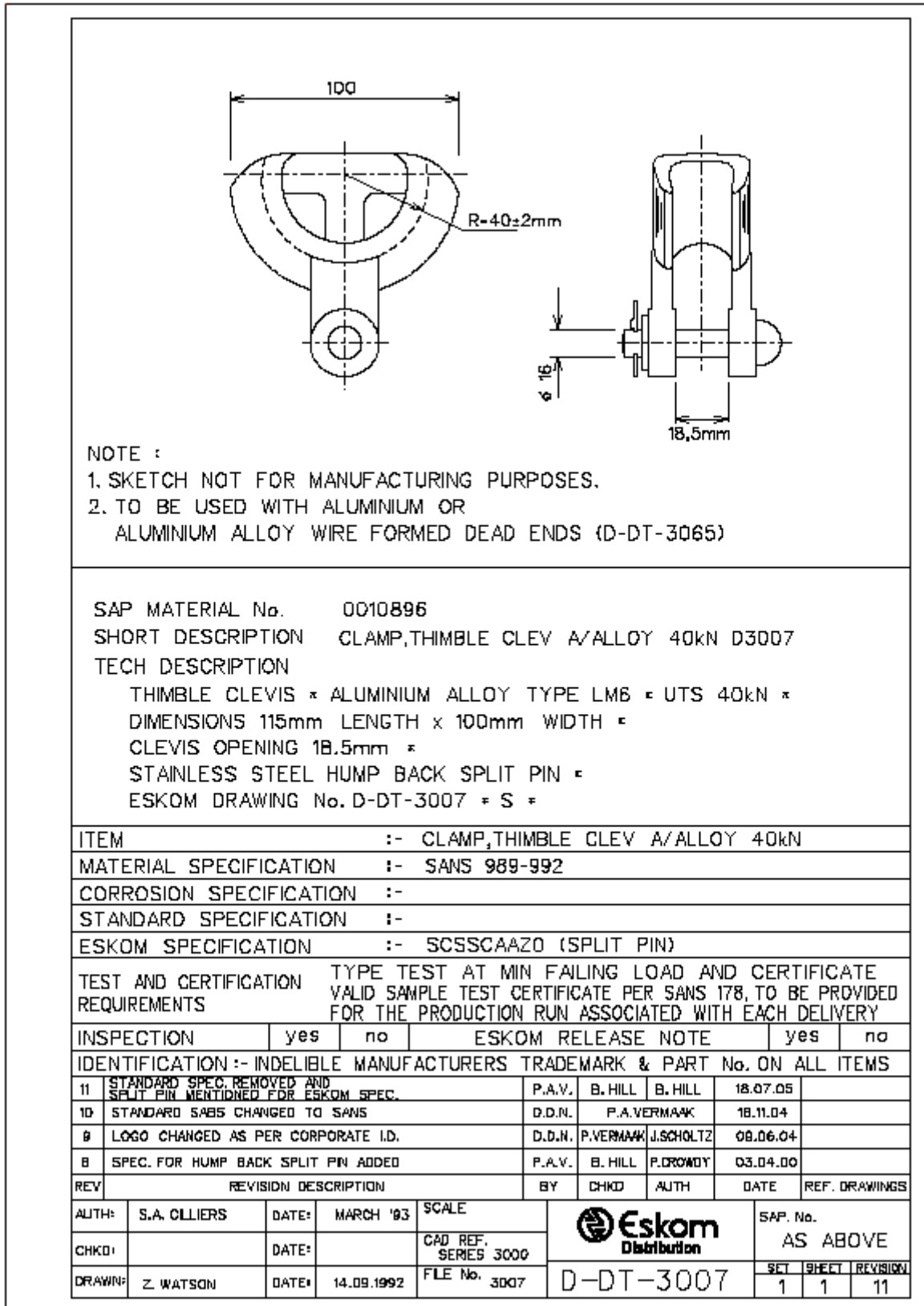


NOTE :  
SKETCH NOT FOR MANUFACTURING PURPOSES.

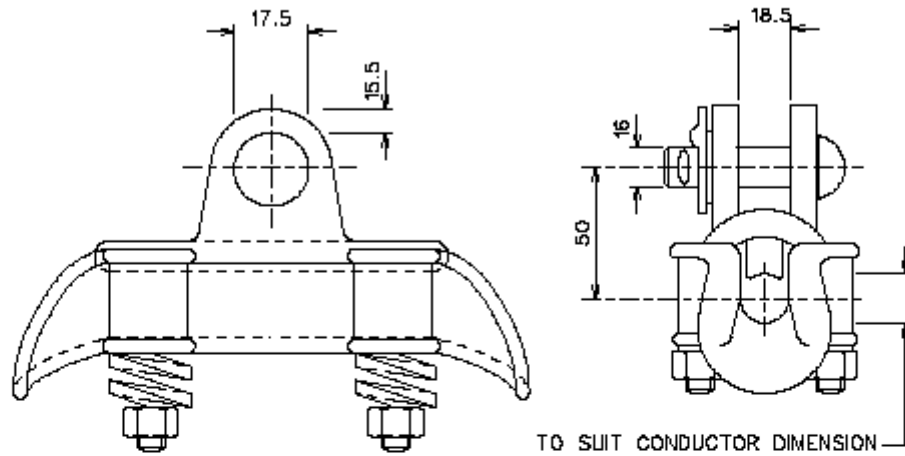
SAP MATERIAL No. 0163768  
SHORT DESCRIPTION BOLT, EYE GALV M20x250 D3005  
TECH DESCRIPTION

EYE BOLT \* GRADE 300W FORGED STEEL \* HOT DIPPED GALVANISED \*  
M20x2.5-6g BEFORE GALVANISING \* 250mm LONG WITH 240mm THREAD \*  
SUPPLIED WITH TWO CURVED WASHERS 65mm x 65mm x 6mm THICK  
WITH 22 DIA. BOLT HOLE 75mm TO (D-DT-3014),  
THREE FLAT (ROUND) WASHERS 63.5-65.0 SQ x 2.8-3.5 THICK WITH  
22.0-22.6mm DIA. BOLT HOLE TO (D-DT-3014)  
AND TWO HEXAGON NUTS \*  
MINIMUM FAILING LOAD 70kN \*  
ESKOM DRAWING No. D-DT-3005 \*

| ITEM  | :- BOLT, EYE GALV M20x250  |          |                    |                      |            |   |     |       |          |   |   |    |
|---|--|----------|--------------------|----------------------|------------|---|-----|-------|----------|---|---|----|
| MATERIAL SPECIFICATION  | :- SANS 1431, BS 6681  |          |                    |                      |            |   |     |       |          |   |   |    |
| CORROSION SPECIFICATION   | :- SANS 121 OR ISO 1461  |          |                    |                      |            |   |     |       |          |   |   |    |
| STANDARD SPECIFICATION  | :- SANS 135 AND SANS 178   |          |                    |                      |            |   |     |       |          |   |   |    |
| ESKOM SPECIFICATION   | :-   |          |                    |                      |            |   |     |       |          |   |   |    |
| TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS   | TYPE TEST AT MIN FAILING LOAD AND CERTIFICATE<br>:- VALID SAMPLE TEST CERTIFICATE, PER SANS 178 TO BE PROVIDED<br>FOR THE PRODUCTION RUN ASSOCIATED WITH EACH DELIVERY |          |                    |                      |            |   |     |       |          |   |   |    |
| INSPECTION  | yes  | no       | ESKOM RELEASE NOTE | yes                  | no         |   |     |       |          |   |   |    |
| IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS |  |          |                    |                      |            |   |     |       |          |   |   |    |
| 12  | STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED   | D.D.N.   | P.A.VERMAAK        | 05.04.2005           |            |   |     |       |          |   |   |    |
| 11  | STANDARD SANS CHANGED TO SANS  | D.D.N.   | P.A.VERMAAK        | 05.01.2005           |            |   |     |       |          |   |   |    |
| 10  | FAILING LOAD CHANGED TO 70KN   | P.A.V.   | B. HILL            | B. HILL              | 08.11.2004 |   |     |       |          |   |   |    |
| 9   | LOGO CHANGED AS PER CORPORATE LD.  | D.D.N.   | P.A.V              | J.SCHOLTZ            | 09.08.04   |   |     |       |          |   |   |    |
| REV   | REVISION DESCRIPTION   | BY       | CHKD               | ALTH                 | DATE       | REF. DRAWINGS   |     |       |          |   |   |    |
| AUTH:   | S.A.CILLIERS   | DATE:    | MARCH 93           | SCALE                |            | SAP. No.<br>AS ABOVE  |     |       |          |   |   |    |
| CHKD:   |  | DATE:    |                    | CAD REF. SERIES 3000 |            |   |     |       |          |   |   |    |
| DRAWN:  | R. V .R.   | DATE:    | 18.08.93           | FILE No. 3005        |            |   |     |       |          |   |   |    |
| D-DT-3005   |  |          |                    |                      |            | <table border="1"> <tr> <th>SET</th> <th>SHEET</th> <th>REVISION</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>12</td> </tr> </table> | SET | SHEET | REVISION | 1 | 1 | 12 |
| SET   | SHEET  | REVISION |                    |                      |            |   |     |       |          |   |   |    |
| 1   | 1  | 12       |                    |                      |            |   |     |       |          |   |   |    |

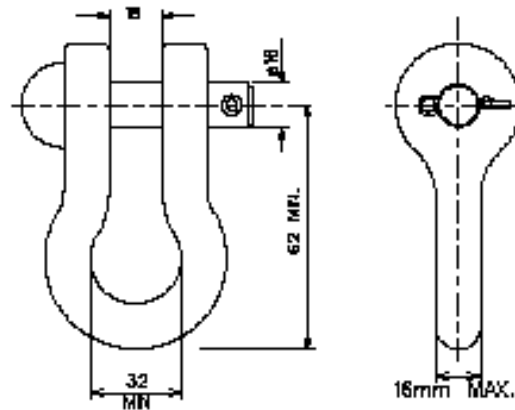


...ldgn\dms00384\3007 R10A.dgn 2005/07/18 02:59:04



NOTE :  
SKETCH NOT FOR MANUFACTURING PURPOSES

|   |   |   |                    |                         |         |   |               |                      |       |          |   |   |    |
|---|---|---|--------------------|-------------------------|---------|---|---------------|----------------------|-------|----------|---|---|----|
| ITEM  |   | :- CLAMP,SUSP CRADLE                        |                    |                         |         |   |               |                      |       |          |   |   |    |
| MATERIAL SPECIFICATION  |   | :- SANS 121 OR ISO 1461, DIE CAST ALUMINIUM |                    |                         |         |   |               |                      |       |          |   |   |    |
| CORROSION SPECIFICATION:-   |   | SANS 121 OR ISO 1461                        |                    |                         |         |   |               |                      |       |          |   |   |    |
| STANDARD SPECIFICATION :-   |   | SANS 178, SANS 135                          |                    |                         |         |   |               |                      |       |          |   |   |    |
| ESKOM SPECIFICATION   |   | :- SCSSCAAZO                                |                    |                         |         |   |               |                      |       |          |   |   |    |
| TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS:- TYPE TEST TO BE SUPPLIED                |   |   |                    |                         |         |   |               |                      |       |          |   |   |    |
| INSPECTION  | yes   | no  | ESKOM RELEASE NOTE |                         |         | yes   | no            |                      |       |          |   |   |    |
| IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS |   |   |                    |                         |         |   |               |                      |       |          |   |   |    |
| 13  | STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED                    |   | D.D.N.             | P.A.VERMAAK             |         | 08.04.2005  |               |                      |       |          |   |   |    |
| 12  | STANDARD SABS CHANGED TO SANS                       |   | D.D.N.             | P.A.VERMAAK             |         | 13.11.2004  |               |                      |       |          |   |   |    |
| 11  | U-BOLTS, BOLT TORQUE, HEX. NUTS AND KEY ADDED       |   | P.A.V.             | B. HILL                 | B. HILL | 11.12.04  |               |                      |       |          |   |   |    |
| 10  | MATERIAL FOR THE CRADLE SUSPENSION CLAMP IDENTIFIED |   | P.A.V.             | B. HILL                 | B. HILL | 01.08.2003  |               |                      |       |          |   |   |    |
| REV   | REVISION DESCRIPTION                                |   | BY                 | CHKD                    | ALTH    | DATE  | REF. DRAWINGS |                      |       |          |   |   |    |
| AUTH:   | S.CILLIERS  | DATE:                                       | MARCH 1993         | SCALE<br>N.T.S.         |         |   |               |                      |       |          |   |   |    |
| CHKD:   |   | DATE:                                       |                    | CAD REF.<br>SERIES 3000 |         |   |               | S&P. No.<br>AS ABOVE |       |          |   |   |    |
| DRAWN:  | Z.WATSON  | DATE:                                       | 14.09.1992         | FILE No.<br>3008        |         | <table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>13</td> </tr> </table> |               | SET                  | SHEET | REVISION | 2 | 1 | 13 |
| SET   | SHEET   | REVISION                                    |                    |                         |         |   |               |                      |       |          |   |   |    |
| 2   | 1   | 13  |                    |                         |         |   |               |                      |       |          |   |   |    |
|   |   |   |                    | D-DT-3008               |         |   |               |                      |       |          |   |   |    |

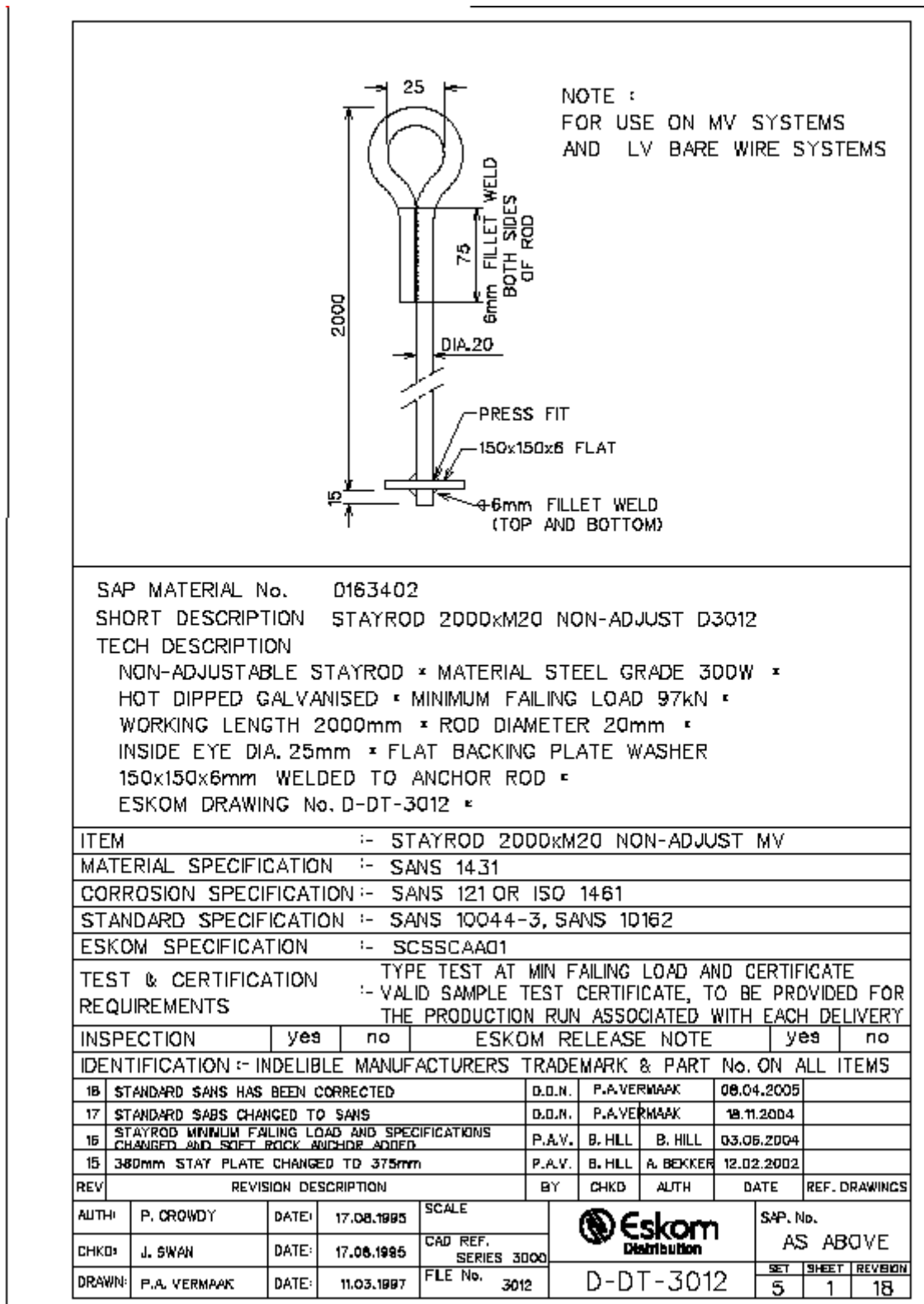


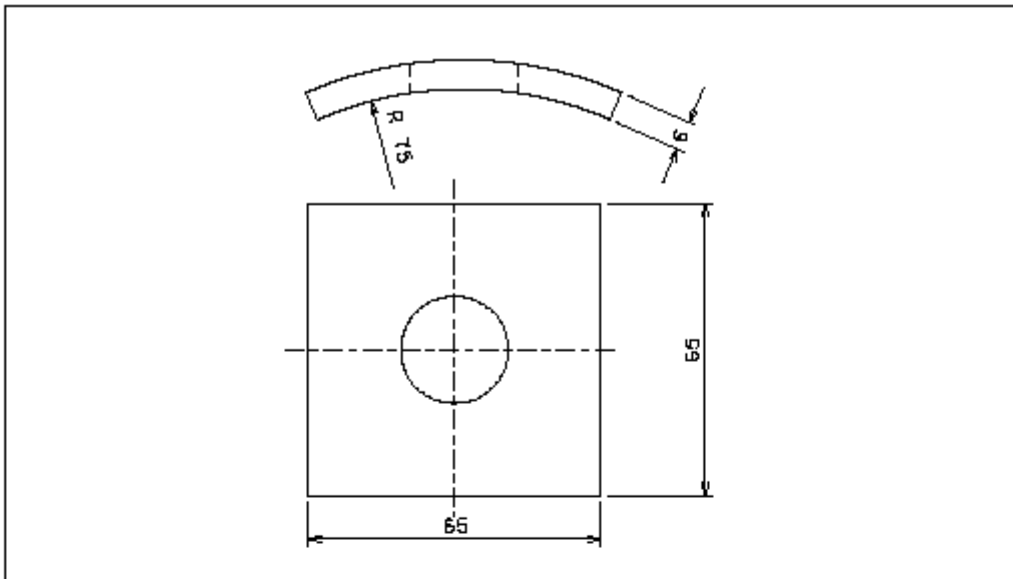
NOTE :  
SKETCH NOT FOR MANUFACTURING PURPOSES.

SAP MATERIAL No. D1B3400  
SHORT DESCRIPTION SHACKLE, D H/BACK PIN 70KN D3010  
TECH DESCRIPTION

LINE TYPE D-SHACKLE WITH PIN \*  
FORGED STEEL GRADE 300W \* HOT DIPPED GALVANISED \*  
APERTURE 18mm \*  
ULIMATE TENSILE STRENGTH 70KN \*  
SUPPLIED ASSEMBLED WITH ONE STAINLESS STEEL HUMPBACK SPLIT PIN \*  
SPLIT PIN TO BE FITTED TO SHACKLE \*  
ESKOM DRAWING No. D-DT-3010 \*

|   |   |      |                    |                       |  |
|---|---|------|--------------------|-----------------------|--|
| ITEM  | :- SHACKLE, D STRAIGHT PIN 70KN   |      |                    |                       |  |
| MATERIAL SPECIFICATION  | :- SANS 1431  |      |                    |                       |  |
| CORROSION SPECIFICATION   | :- SANS 121 OR ISO 1461   |      |                    |                       |  |
| STANDARD SPECIFICATION  | :- SANS 17B   |      |                    |                       |  |
| ESKOM SPECIFICATION   | :- TRMASAA1, SCSSCAA20  |      |                    |                       |  |
| TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS   | TYPE TEST AT MIN FAILING LOAD & CERTIFICATE<br>VALID SAMPLE TEST CERTIFICATE, PER SANS 178 TO BE PROVIDED<br>FOR THE PRODUCTION RUN ASSOCIATED WITH EACH DELIVERY |      |                    |                       |  |
| INSPECTION  | ybb   | no   | ESKOM RELEASE NOTE |                       | ybb no   |
| IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS |   |      |                    |                       |  |
| 12  | STANDARD SABS HAS BEEN CORRECTED  |      | D.D.N.             | P. R. VERMAAK         | 08.04.05   |
| 11  | STANDARD SABS CHANGED TO SANS   |      | D.D.N.             | P. R. VERMAAK         | 18.11.04   |
| 10  | HUMPBACK SPLIT PIN SUPPLIED FITTED TO D-SHACKLE NOTED   |      | P.A.V.             | B. HILL B. HILL       | 05.11.04   |
| 9   | LOGO CHANGED AS PER CORPORATE I.D.  |      | D.D.N.             | P. VERMAAK J. SCHULTZ | 08.08.04   |
| REV   | REVISION DESCRIPTION  |      | BY                 | CHKD                  | DATE   |
| AUTH  | S.A. DILLERS  | DATE | MARCH 03           | SCALE                 |  |
| CHKD  |   | DATE |                    | DWG REF. SERIES 3000  |  SWP. No.<br>AS ABOVE |
| DRAWN   | Z. WATSON   | DATE | 14.08.02           | FILE No. 3010         |  |
|   |   |      |                    | D-DT-3010             |  |



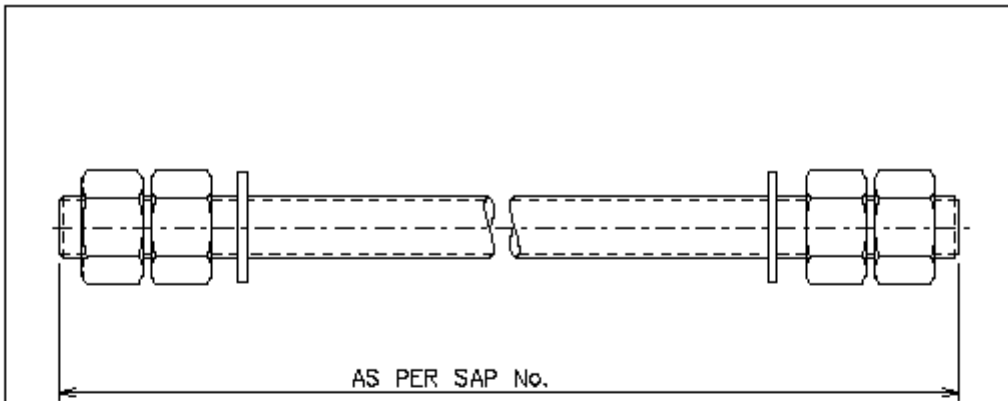


SAP MATERIAL No. 0163879  
 SHORT DESCRIPTION WASHER,CURVED M16 65SQx6T 18D HOLE D3014  
 TECH DESCRIPTION  
 SQUARE CURVED SADDLE WASHER \* FOR M16 USE \*  
 GRADE 300W STEEL \* HOT DIPPED GALVANISED \*  
 65mm x 65mm x 6mm THICK WITH 18 DIA. BOLT HOLE \* 75mm RADIUS \*  
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3014 \*

SAP MATERIAL No. 0163896  
 SHORT DESCRIPTION WASHER,CURVED M20 65SQx6T 22D HOLE D3014  
 TECH DESCRIPTION  
 SQUARE CURVED SADDLE WASHER \* FOR M20 USE \*  
 GRADE 300W STEEL \* HOT DIPPED GALVANISED \*  
 65mm x 65mm x 6mm THICK WITH 22 DIA. BOLT HOLE \* 75mm RADIUS \*  
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3014 \*

|   |  |                             |                    |             |             |          |                      |
|---|--|-----------------------------|--------------------|-------------|-------------|----------|----------------------|
| ITEM  |  | :- WASHERS                  |                    |             |             |          |                      |
| MATERIAL SPECIFICATION  |  | :- SANS 1431                |                    |             |             |          |                      |
| CORROSION SPECIFICATION   |  | :- SANS 121 OR ISO 1461     |                    |             |             |          |                      |
| STANDARD SPECIFICATION  |  | :- SANS 1149 TABLES 3, 4, 5 |                    |             |             |          |                      |
| ESKOM SPECIFICATION   |  | :-                          |                    |             |             |          |                      |
| TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS:-   |  |                             |                    |             |             |          |                      |
| INSPECTION  | yes  | no                          | ESKOM RELEASE NOTE |             |             | yes      | no                   |
| IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS |  |                             |                    |             |             |          |                      |
| 14  | STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED   |                             | D.D.N.             | P.A.VERMAAK |             | 08/04/05 |                      |
| 13  | STANDARD SANS CHANGED TO SANS  |                             | D.D.N.             | P.A.VERMAAK |             | 18/11/04 |                      |
| 12  | CORROSION SPEC. CHANGED AND TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS REVISED              |                             | P.A.V.             | B.HILL      | B.HILL      | 03/12/02 |                      |
| 11  | M16.38 SQ.FLAT WASHER REMOVED, M16 SQ.FLAT WASHER ADDED & VARIOUS DIMENSIONS CHANGED |                             | P.A.V.             | G.STANFORD  | P.CROWDY    | 08/03/00 |                      |
| REV   | REVISION DESCRIPTION   |                             | BY                 | CHKD        | ALTH        | DATE     | REF. DRAWINGS        |
| AUTH:   | S.A.CILLIERS   | DATE:                       | MARCH 03           | SCALE       | N.T.S.      |          | SAP. No.<br>AS ABOVE |
| CHKD:   |  | DATE:                       |                    | CAD REF.    | SERIES 3000 |          |                      |
| DRAWN:  | Z.WATSON   | DATE:                       | 14/09/92           | FILE No.    | 3014        |          |                      |
|   |  |                             | D-DT-3014          |             | SET         | SHEET    | REVISION             |
|   |  |                             |                    |             | 6           | 1        | 14                   |





NOTE :  
SKETCH NOT FOR MANUFACTURING PURPOSES.

SAP MATERIAL No. 0163868  
 SHORT DESCRIPTION ROD, THREADED E/PL. M6x500 WASH+NUTS D3015  
 TECH DESCRIPTION  
 FULL THREADED ROD M6x1.6-6g BEFORE ELECTRO PLATING x 500mm LG. \*  
 GRADE 300W STEEL \* ELECTRO PLATED \*  
 COMPLETE WITH TWO FLAT SQUARE WASHERS M6 50SQ.(D-DT-3014),  
 AND FOUR HEXAGON NUTS \*  
 PACKAGING : SHRINK WRAPPED 10 PER PACK COMPLETE WITH  
 NUTS AND WASHERS \*  
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3015 \*

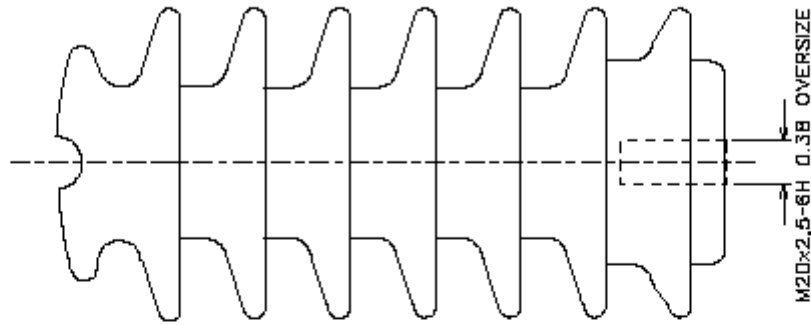
|                                     |                                    |  |  |  |  |
|-------------------------------------|------------------------------------|--|--|--|--|
| ITEM                                | :- ROD THREADED                    |  |  |  |  |
| MATERIAL SPECIFICATION              | :- SANS 1431                       |  |  |  |  |
| CORROSION SPECIFICATION             | :- SANS 121 OR ISO 1461, SANS 4042 |  |  |  |  |
| STANDARD SPECIFICATION              | :-                                 |  |  |  |  |
| ESKOM SPECIFICATION                 | :-                                 |  |  |  |  |
| TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS | :-                                 |  |  |  |  |

|                |  |    |                    |     |    |
|----------------|--|----|--------------------|-----|----|
| INSPECTION     | yes  | no | ESKOM RELEASE NOTE | yes | no |
| IDENTIFICATION | :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS |    |                    |     |    |

|    |  |       |                     |          |  |
|----|--|-------|---------------------|----------|--|
| 17 | SANS SPEC. CORRECTED & M24x850+1200 T/RODS ADDED | D.D.N | CRAIG CLARK         | 24.05.05 |  |
| 18 | STANDARD SANS CHANGED TO SANS                    | D.D.N | P.A.VERMAAK         | 18.11.04 |  |
| 15 | M24 x 1200 LONG THREADED ROD ADDED.              | D.D.N | G.WHYTE G.WHYTE     | 30.08.04 |  |
| 14 | LOGO CHANGED AS PER CORPORATE I.D.               | D.D.N | P.VERMAAK J.SCHOLTZ | 09.06.04 |  |

|        |                      |          |          |                      |      |      |      |   |  |     |       |          |   |
|--------|----------------------|----------|----------|----------------------|------|------|------|---|--|-----|-------|----------|---|
| REV    | REVISION DESCRIPTION |          |          | BY                   | CHKD | ALTH | DATE | REF. DRAWINGS   |  |     |       |          |   |
| AUTH:  | S.A.GILLIERS         | DATE:    | MARCH 93 | SCALE                |      |      |      | SAP. No.  |  |     |       |          |   |
| CHKD:  |                      | DATE:    |          | CAD REF. SERIES 3000 |      |      |      | AS ABOVE  |  |     |       |          |   |
| DRAWN: | R.V.R.               | DATE:    | 14-09-92 | FILE No. 3015        |      |      |      | <table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1</td> <td>17</td> </tr> </table> |  | SET | SHEET | REVISION | 5 |
| SET    | SHEET                | REVISION |          |                      |      |      |      |   |  |     |       |          |   |
| 5      | 1                    | 17       |          |                      |      |      |      |   |  |     |       |          |   |

TYPICAL



NOTE :

1. CREEPAGE DISTANCE :

- 20mm/kV LIGHT AND MEDIUM POLLUTION AREAS.
- 31mm/kV HEAVY AND VERY HEAVY POLLUTION AREAS.

2. CANTILEVER STRENGTH :

- 4kN POST INSULATORS ARE TO BE USED ON ALL LINES UP TO OAK/HARE CONDUCTORS.
- 10kN POST INSULATORS TO BE USED WITH ALL CONDUCTORS AT ROAD CROSSINGS AND ON LINES WITH CONDUCTORS LARGER THAN OAK/HARE UP TO KINGBIRD CONDUCTOR.

|                                     |   |          |                    |           |             |      |   |     |       |          |   |   |    |
|-------------------------------------|---|----------|--------------------|-----------|-------------|------|---|-----|-------|----------|---|---|----|
| ITEM                                | :- INSUL,POST 22kV  |          |                    |           |             |      |   |     |       |          |   |   |    |
| FAILING LOAD (kN)                   | :- 4kN AND 10kN MINIMUM   |          |                    |           |             |      |   |     |       |          |   |   |    |
| CREEPAGE DISTANCE (mm)              | :- 20mm/kV & 31mm/kV  |          |                    |           |             |      |   |     |       |          |   |   |    |
| MATERIAL SPECIFICATION              | :-  |          |                    |           |             |      |   |     |       |          |   |   |    |
| STANDARD SPECIFICATION              | :- F-NECK   |          |                    |           |             |      |   |     |       |          |   |   |    |
| ESKOM SPECIFICATION                 | :- SCSSCABIB  |          |                    |           |             |      |   |     |       |          |   |   |    |
| TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS | TYPE TEST AT MIN FAILING LOAD AND CERTIFICATE :- EACH ITEM TO BE ROUTINE TESTED TO 60% MIN FAILING LOAD |          |                    |           |             |      |   |     |       |          |   |   |    |
| INSPECTION                          | yes   | no       | ESKOM RELEASE NOTE | yes       | no          |      |   |     |       |          |   |   |    |
| IDENTIFICATION                      | :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS  |          |                    |           |             |      |   |     |       |          |   |   |    |
| 13                                  | SILICON AND CAPPED POST INSULATORS ADDED  | P.A.V.   | G.STANFORD         | J.SCHOLTZ | 04.05.2005  |      |   |     |       |          |   |   |    |
| 12                                  | TINNED CU BAR EXTENDED BY 100mm   | P.A.V.   | G.WHYTE            |           | 09.12.04    |      |   |     |       |          |   |   |    |
| 11                                  | COLOUR CODING ADDED TO INSULATORS TO HELP IDENTIFY DIFFERENT KV ON INSULATORS                           | P.A.V.   | G.STANFORD         | R.THERON  | 23.04.2004  |      |   |     |       |          |   |   |    |
| 10                                  | 22kV 10kN 31mm/kV INSULATOR TECH DISCRPTION CHANGED FROM OAK/HARE TO KINGBIRD CONDUCTOR                 | P.A.V.   | B. HILL            | B. HILL   | 08.10.2003  |      |   |     |       |          |   |   |    |
| REV                                 | REVISION DESCRIPTION  |          | BY                 | CHKD      | AUTH        | DATE | REF. DRAWINGS   |     |       |          |   |   |    |
| AUTH:                               | S.A. CILLIERS   | DATE:    | MARCH 93           | SCALE     | N.T.S.      |      | <br>S&P. No. AS ABOVE   |     |       |          |   |   |    |
| CHKD:                               |   | DATE:    |                    | CAD REF.  | SERIES 3000 |      |   |     |       |          |   |   |    |
| DRAWN:                              | Z. WATSON   | DATE:    | 14.09.92           | FILE No.  | 3017        |      |   |     |       |          |   |   |    |
| D-DT-3017                           |   |          |                    |           |             |      | <table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1</td> <td>13</td> </tr> </table> | SET | SHEET | REVISION | 5 | 1 | 13 |
| SET                                 | SHEET   | REVISION |                    |           |             |      |   |     |       |          |   |   |    |
| 5                                   | 1   | 13       |                    |           |             |      |   |     |       |          |   |   |    |

FRONT VIEW

FRONT VIEW (CRIMPED)

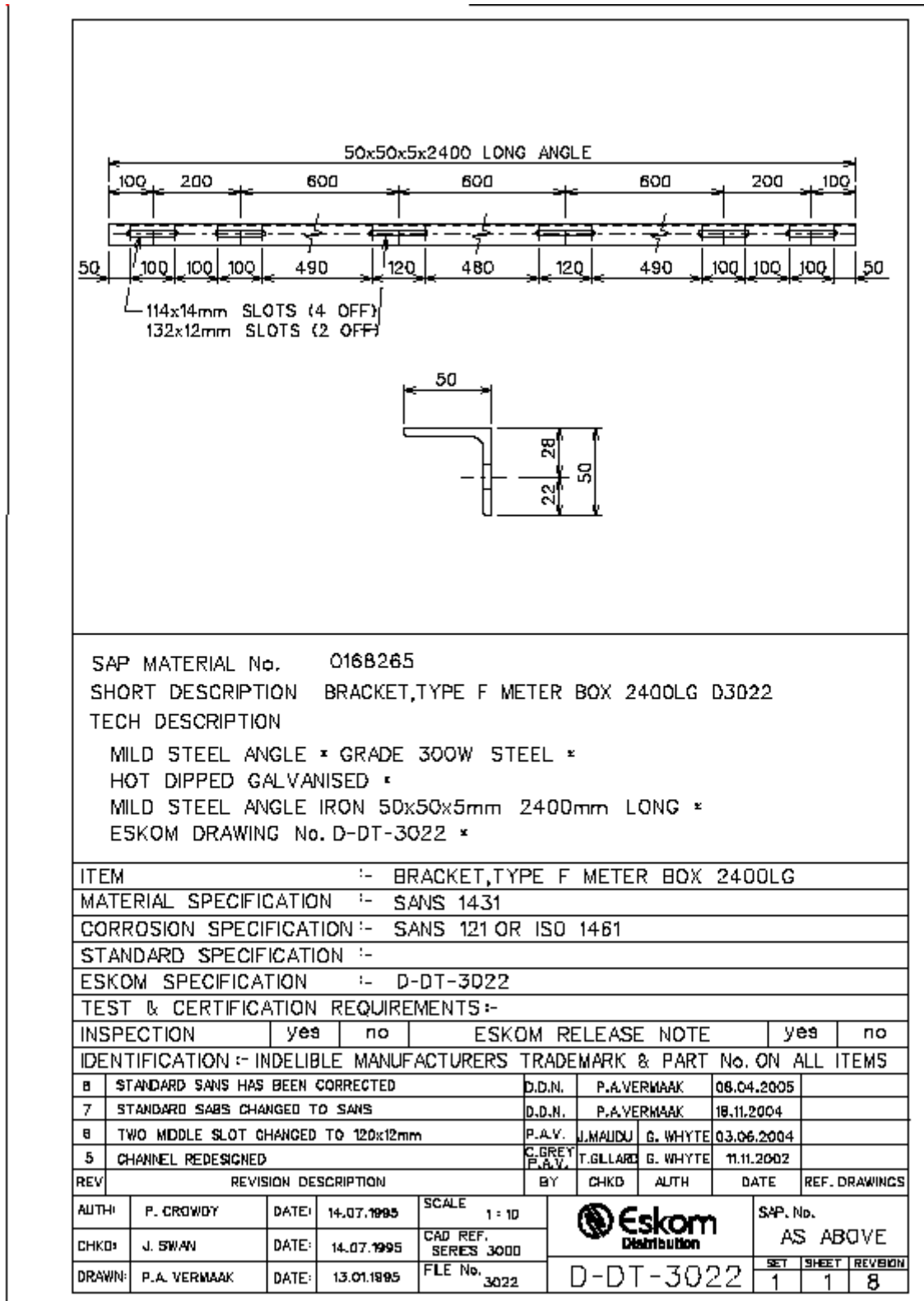
APPLICATION

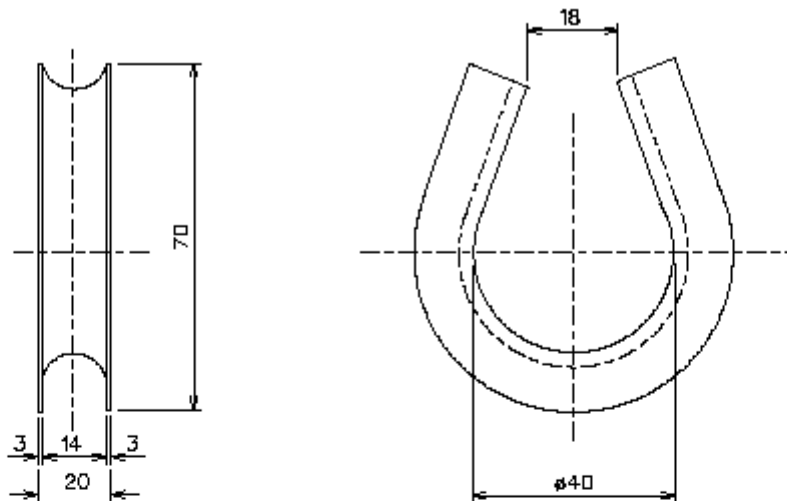
SIDE VIEW

**NOTE :**

1. CONDUCTOR DIAMETER RANGE  
 MAIN : 4.11 TO 8.43mm  
 TAP : 4.11 TO 8.43mm
2. APPLICATION AL TO AL AND AL TO CU
3. CRIMP WITH DIE SIZE 'O' [125U-0].
4. 'O' DIE COMPATIBLE WITH FFG TOOLS:
  - BURNDY Y35
  - SIEMEL C12
  - BRICK 12 TON COMPRESSION TOOL
  - ALCON 12A

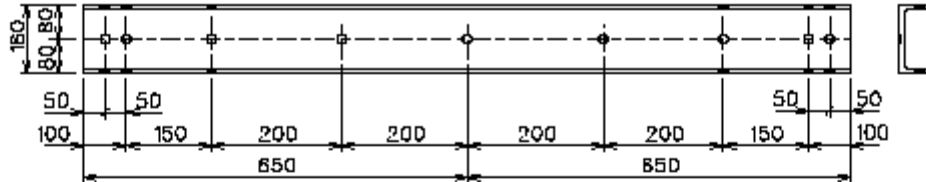
| SAP MATERIAL No.                  | Ø168675   |          |                      |                      |      |               |  |     |       |          |   |   |
|-----------------------------------|---|----------|----------------------|----------------------|------|---------------|--|-----|-------|----------|---|---|
| SHORT DESCRIPTION                 | H CRIMP, COMPRESSION CONNECTOR D3019  |          |                      |                      |      |               |  |     |       |          |   |   |
| TECH DESCRIPTION                  | CRIMPON ALUMINIUM CONNECTOR TYPE H *<br>NON STRAIN CONNECTOR FOR AL TO AL AND AL TO CU CONNECTIONS *<br>FOR COMPACTED STRANDED ACSR, ALUMINIUM 25-50mm,<br>STRANDED OR SOLID COPPER 16mm CONDUCTOR *<br>PREGREASED AND INDIVIDUALLY PACKED *<br>ESKOM DRAWING No. D-DT-3019 * |          |                      |                      |      |               |  |     |       |          |   |   |
| ITEM                              | :- H CRIMP COMPRESSION CONNECTOR  |          |                      |                      |      |               |  |     |       |          |   |   |
| MATERIAL SPECIFICATION            | :- ALUMINIUM  |          |                      |                      |      |               |  |     |       |          |   |   |
| CORROSION SPECIFICATION           | :- NRS 01B-5  |          |                      |                      |      |               |  |     |       |          |   |   |
| STANDARD SPECIFICATION            | :- NRS 01B-5  |          |                      |                      |      |               |  |     |       |          |   |   |
| ESKOM SPECIFICATION               | :- DISSCAAL4  |          |                      |                      |      |               |  |     |       |          |   |   |
| TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS | :-  |          |                      |                      |      |               |  |     |       |          |   |   |
| INSPECTION                        | yes no ESKOM RELEASE NOTE yes no  |          |                      |                      |      |               |  |     |       |          |   |   |
| IDENTIFICATION                    | :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS  |          |                      |                      |      |               |  |     |       |          |   |   |
| 4                                 | LOGO CHANGED AS PER NEW CORPORATE I.D.  | D.D.J    | P.A.VERMAAK          | 18.11.04             |      |               |  |     |       |          |   |   |
| 3                                 | PREGREASED AND INDIVIDUALLY PACKED ADDED TO TECH. DESCRIPTION   | P.A.V.   | MRAPAPA G. STAMFORD  | 11.11.03             |      |               |  |     |       |          |   |   |
| 2                                 | CORROSION PROTECTION ADDED AND VARIOUS AMENDMENTS MADE  | P.A.V.   | G.WHYTE P. CROWDY    | 17.02.97             |      |               |  |     |       |          |   |   |
| 1                                 | DIMENSION AND SHORT DESCRIPTION CHANGED AND VARIOUS AMENDMENTS MADE   | P.A.V.   | L.FERDUSON P. CROWDY | 18.01.88             |      |               |  |     |       |          |   |   |
| REV                               | REVISION DESCRIPTION  | BY       | CHKD                 | ALTH                 | DATE | REF. DRAWINGS |  |     |       |          |   |   |
| AUTH:                             | P.CROWDY  | DATE:    | 14.07.95             | SCALE                |      |               | SAP. No.   |     |       |          |   |   |
| CHKD:                             | J. SWAN   | DATE:    | 14.07.95             | CAD REF. SERIES 3000 |      |               | AS ABOVE   |     |       |          |   |   |
| DRAWN:                            | P.A. VERMAAK  | DATE:    | 27-01-95             | FILE No. 3019        |      |               | <table border="1" style="font-size: small;"> <tr> <th>SET</th> <th>SHEET</th> <th>REVISION</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>4</td> </tr> </table> | SET | SHEET | REVISION | 1 | 1 |
| SET                               | SHEET   | REVISION |                      |                      |      |               |  |     |       |          |   |   |
| 1                                 | 1   | 4        |                      |                      |      |               |  |     |       |          |   |   |



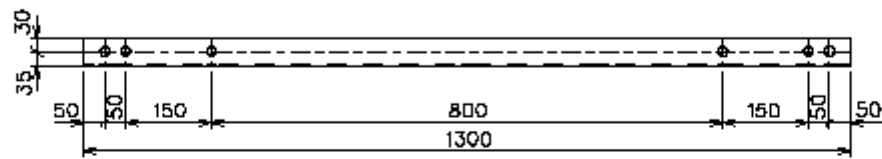


SAP MATERIAL No. 0163399  
 SHORT DESCRIPTION THIMBLE,ST TO FIT 14mm DIA. WIRE D3026  
 TECH DESCRIPTION  
 BARE WIRE ROPE THIMBLE (OPEN PATTERN) \*  
 GRADE 300W STEEL \* HOT DIPPED GALVANISED \*  
 SIZE : 70x40mm \*  
 WITH AN OPENING TO SUIT 14mm DIAMETER STAY WIRE \*  
 SUITABLE FOR 14mm STAY WIRE \*  
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3026 \*

|   |                                    |        |                    |               |   |
|---|------------------------------------|--------|--------------------|---------------|---|
| ITEM  | :- THIMBLE, ST TO FIT 14 WIRE      |        |                    |               |   |
| MATERIAL SPECIFICATION  | :- SANS 1431                       |        |                    |               |   |
| CORROSION SPECIFICATION   | :- SANS 121 OR ISO 1461            |        |                    |               |   |
| STANDARD SPECIFICATION  | :- NRS 022                         |        |                    |               |   |
| ESKOM SPECIFICATION   | :- D-DT-3026                       |        |                    |               |   |
| TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS   | :-                                 |        |                    |               |   |
| INSPECTION  | yes                                | no     | ESKOM RELEASE NOTE | yes           | no  |
| IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS |                                    |        |                    |               |   |
| 12  | STANDARD SABS HAS BEEN CORRECTED   | D.D.N  | P.A.VERMAAK        | 08.04.06      |   |
| 11  | STANDARD SABS CHANGED TO SANS      | D.D.N. | P.A.VERMAAK        | 23.11.04      |   |
| 10  | LOGO CHANGED AS PER CORPORATE I.D. | D.D.N. | P.VERMAAK,LSCHOLTZ | 09.08.04      |   |
| 9   | THIMBLE OPENING 14mm INDICATED     | P.A.V. | B. HILL P. DROWDT  | 12-10-99      |   |
| REV   | REVISION DESCRIPTION               | BY     | CHKD               | ALTH          | DATE REF. DRAWINGS                                |
| AUTH:   | S.A. CLLIERS                       | DATE:  | MARCH 93           | SCALE         | SAP. No. AS ABOVE<br>SET SHEET REVISION<br>1 1 12 |
| CHKD:   |                                    | DATE:  |                    | CAD REF. 3026 |   |
| DRAWN:  | Z. WATSON                          | DATE:  | 14-08-92           | FILE No. 3028 |   |
|   |                                    |        |                    | D-DT-3026     |   |



ELEVATION

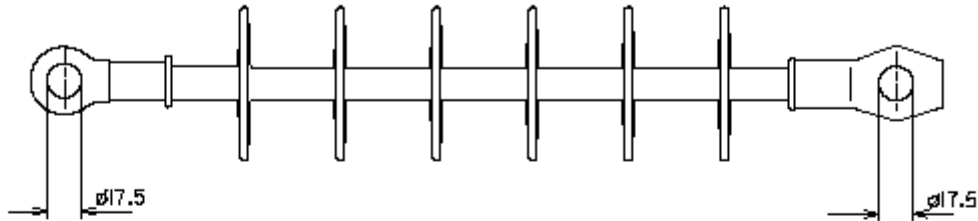


PLAN

NOTE :  
FOR USE ON FOX/MINK CONDUCTOR

SAP MATERIAL No. D168562  
 SHORT DESCRIPTION XARM,ST CHANNEL 1300LG FOX/MINK D3027  
 TECH DESCRIPTION  
 STEEL CROSSARM \* PARALLEL FLANGED CHANNEL (PFC)  
 160x65x19 x 1300 LONG \* STEEL GRADE 300W \*  
 HOT DIPPED GALVANISED \* ALL HOLES 22mm DIAMETER \*  
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3027 \*

| ITEM  | :- XARM,ST CHANNEL 1300LG FOX/MINK   |          |                    |                      |          |                   |  |     |       |          |   |
|---|--|----------|--------------------|----------------------|----------|-------------------|--|-----|-------|----------|---|
| MATERIAL SPECIFICATION  | :- SANS 1431   |          |                    |                      |          |                   |  |     |       |          |   |
| CORROSION SPECIFICATION   | :- SANS 121 OR ISO 1461  |          |                    |                      |          |                   |  |     |       |          |   |
| STANDARD SPECIFICATION  | :-   |          |                    |                      |          |                   |  |     |       |          |   |
| ESKOM SPECIFICATION   | :- D-DT-3027   |          |                    |                      |          |                   |  |     |       |          |   |
| TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS   | :-   |          |                    |                      |          |                   |  |     |       |          |   |
| INSPECTION  | yes  | no       | ESKOM RELEASE NOTE | yes                  | no       |                   |  |     |       |          |   |
| IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS |  |          |                    |                      |          |                   |  |     |       |          |   |
| 6   | STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED   | D.D.N.   | P.J.VERMAAK        | 08.04.05             |          |                   |  |     |       |          |   |
| 6   | STANDARD SANS CHANGED TO SANS  | D.D.N.   | P.J.VERMAAK        | 23.11.04             |          |                   |  |     |       |          |   |
| 7   | LOGO CHANGED AS PER CORPORATE ID.  | D.D.N.   | P.VERMAAK          | J.SCHOLTZ            | 08.06.04 |                   |  |     |       |          |   |
| 6   | 22mm HOLE ADDED AND 22mm HOLE REMOVED FROM FLANGE AND DRAWING FORMAT CHANGED | P.A.V.   | D.PILLAY           | F. CROWDY            | 02.08.87 |                   |  |     |       |          |   |
| REV   | REVISION DESCRIPTION   | BY       | CHKD               | ALTH                 | DATE     | REF. DRAWINGS     |  |     |       |          |   |
| AUTH:   | S.A. CILLERS   | DATE:    | MARCH 93           | SCALE                |          |                   |  |     |       |          |   |
| CHKD:   |  | DATE:    |                    | CAD REF. SERIES 3000 |          |                   |  |     |       |          |   |
| DRAWN:  | 2. WATSON  | DATE:    | 14-08-92           | FILE No. 3027        |          |                   |  |     |       |          |   |
|   |  |          |                    |                      |          | SAP. No. AS ABOVE |  |     |       |          |   |
|   |  |          |                    |                      |          | D-DT-3027         | <table border="1"> <tr> <th>SET</th> <th>SHEET</th> <th>REVISION</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>9</td> </tr> </table> | SET | SHEET | REVISION | 1 |
| SET   | SHEET  | REVISION |                    |                      |          |                   |  |     |       |          |   |
| 1   | 1  | 9        |                    |                      |          |                   |  |     |       |          |   |




NOTE :

1. CLEVIS TONGUE IN-LINE.  
CLEVIS ON EARTH SIDE, TONGUE ON LIVE SIDE.
2. CREEPAGE DISTANCE :
  - \* 20mm/kV LIGHT AND MEDIUM POLLUTION AREAS.
  - \* 31mm/kV HEAVY AND VERY HEAVY POLLUTION AREAS.
3. HUMP BACK SPLIT PINS TO HOLD CLEVIS PIN IN PLACE, MUST BE MANUFACTURED AND TESTED IN ACCORDANCE WITH SCSSCAAZD.

|                                     |   |         |                    |                      |          |                              |    |
|-------------------------------------|---|---------|--------------------|----------------------|----------|------------------------------|----|
| ITEM                                | INSUL,SUSP/LONGROD 22kV   |         |                    |                      |          |                              |    |
| FAILING LOAD (kN)                   | 40kN MINIMUM  |         |                    |                      |          |                              |    |
| CREEPAGE DISTANCE (mm)              | 20mm/kV & 31mm/kV   |         |                    |                      |          |                              |    |
| MATERIAL SPECIFICATION              | -   |         |                    |                      |          |                              |    |
| STANDARD SPECIFICATION              | -   |         |                    |                      |          |                              |    |
| ESKOM SPECIFICATION                 | SCSSCAB18, SCSSCAAZD  |         |                    |                      |          |                              |    |
| TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS | TYPE TEST AT MIN FAILING LOAD AND CERTIFICATE<br>- EACH ITEM TO BE ROUTINE TESTED TO 60% MIN FAILING LOAD |         |                    |                      |          |                              |    |
| INSPECTION                          | yes   | no      | ESKOM RELEASE NOTE |                      |          | YES                          | ND |
| IDENTIFICATION                      | - INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS   |         |                    |                      |          |                              |    |
| 12                                  | LOGO CHANGED AS PER NEW CORPORATE ID.   | D.P.J.L | P.VERMAAK          | J.SCHOTZ             | 08.06.04 |                              |    |
| 1                                   | ESKOM SPECIFICATION CHANGED   | P.A.V.  | G.STANFORD         | A. BEKKER            | 09.05.02 |                              |    |
| 10                                  | SPEC FOR HUMP BACK SPLIT PIN & 20mm/kV UNIT ADDED, 25mm/kV REMOVED & POLLUTION TERMINOLOGY CHANGED        | P.A.V.  | G.STANFORD         | P.CROWDY             | 25JUL00  |                              |    |
| 8                                   | CLEVIS PIN HOLE CORRECTED   | P.A.V.  | G.STANFORD         | P.CROWDY             | 05.1.99  |                              |    |
| REV                                 | REVISION DESCRIPTION  | BY      | CHKD               | AUTH                 | DATE     | REF. DRAWINGS                |    |
| AUTH:                               | S.A. CILLIERS   | DATE:   | MARCH 93           | SCALE                |          | SAP. No.<br>AS ABOVE         |    |
| CHKD:                               |   | DATE:   |                    | CAD REF. SERIES 300D |          |                              |    |
| DRAWN:                              | Z. WATSON   | DATE:   | 02-11-92           | FILE No. 3042        |          | SET SHEET REVISION<br>2 1 12 |    |
|                                     |   |         |                    | D-DT-3042            |          |                              |    |

FOR DETAILS  
SEE SHEET 2

SAP MATERIAL No. 0168552  
SHORT DESCRIPTION BRACKET,POLE TOP 402x60x110 ARM D3046  
TECH. DESCRIPTION  
POLE TOP (ALSO KNOWN AS L-TYPE) BRACKET \*  
STEEL GRADE 300W \* HOT DIPPED GALVANISED \*  
CONSISTING OF :  
CROSSMEMBER 60 WIDE x 110 ARM x 402 LG x 12mm THICK FLAT STEEL  
(1 OFF) (ITEM 1) WITH  
CROSSMEMBER STIFFNER 25 x 25 x 3 x 220 LONG ANGLE  
(1 OFF) (ITEM 2) AND  
CROSSMEMBER BRACE 50 x 50 x 71 x 6 THICK FLAT STEEL (ITEM 3)  
CUT TO FIT AS PER DRAWING \*  
ALL WELDED TO BRACKET WITH 5mm CONTINUOUS WELD AND  
TO CONFORM TO SANS 0162-11 \*  
ALL HOLES TO BE 22mm \*  
NO COLD BENDING ALLOWED \*  
TOLERANCE ON DIMENSIONS +2mm AND ON DRILLING CENTRES +1mm \*  
USED TO SUPPORT A POST INSULATOR AT THE TOP OF A POLE \*  
ESKOM DRAWING NO.D-DT-3046 \*

|   |   |          |                    |           |             |   |     |       |          |   |   |    |
|---|---|----------|--------------------|-----------|-------------|---|-----|-------|----------|---|---|----|
| ITEM  | :- BRACKET,POLE TOP 402x60x110 ARM              |          |                    |           |             |   |     |       |          |   |   |    |
| MATERIAL SPECIFICATION  | :- SANS 1431                                    |          |                    |           |             |   |     |       |          |   |   |    |
| CORROSION SPECIFICATION   | :- SANS 121                                     |          |                    |           |             |   |     |       |          |   |   |    |
| STANDARD SPECIFICATION  | :-  |          |                    |           |             |   |     |       |          |   |   |    |
| ESKOM SPECIFICATION   | :- D-DT-3046                                    |          |                    |           |             |   |     |       |          |   |   |    |
| TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS:-   |   |          |                    |           |             |   |     |       |          |   |   |    |
| INSPECTION  | yes   | no       | ESKOM RELEASE NOTE |           |             | yes   | no  |       |          |   |   |    |
| IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS |   |          |                    |           |             |   |     |       |          |   |   |    |
| 14  | ITEM 3 FLAT STEEL SHORTENED TO ACCOMMODATE POLE | P.A.V.   | B. HILL            | 18.07.05  |             |   |     |       |          |   |   |    |
| 13  | STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED                | D.D.N.   | P.A.VERMAAK        | 08.04.05  |             |   |     |       |          |   |   |    |
| 12  | STANDARD SABS CHANGED TO SANS                   | D.D.N.   | P.A.VERMAAK        | 23.11.04  |             |   |     |       |          |   |   |    |
| REV   | REVISION DESCRIPTION                            | BY       | CHKD               | AUTH      | DATE        | REF. DRAWINGS   |     |       |          |   |   |    |
| ALTH:   | S.A.CILLIERS                                    | DATE:    | 10-01-'04          | SCALE     | 1:2         | <br>SAP. No.<br>AS ABOVE                      |     |       |          |   |   |    |
| CHKD:   |   | DATE:    |                    | CAD REF.  | SERIES 3000 |   |     |       |          |   |   |    |
| DRAWN:  | Z. WATSON                                       | DATE:    | 14-08-'02          | FILE No.  | 3046        |   |     |       |          |   |   |    |
|   |   |          |                    | D-DT-3046 |             | <table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>14</td> </tr> </table> | SET | SHEET | REVISION | 2 | 1 | 14 |
| SET   | SHEET   | REVISION |                    |           |             |   |     |       |          |   |   |    |
| 2   | 1   | 14       |                    |           |             |   |     |       |          |   |   |    |

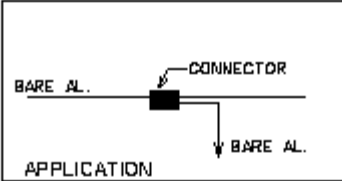
...User\dgn\dms00384\3046 R14.dgn 2005/07/18 03:04:08



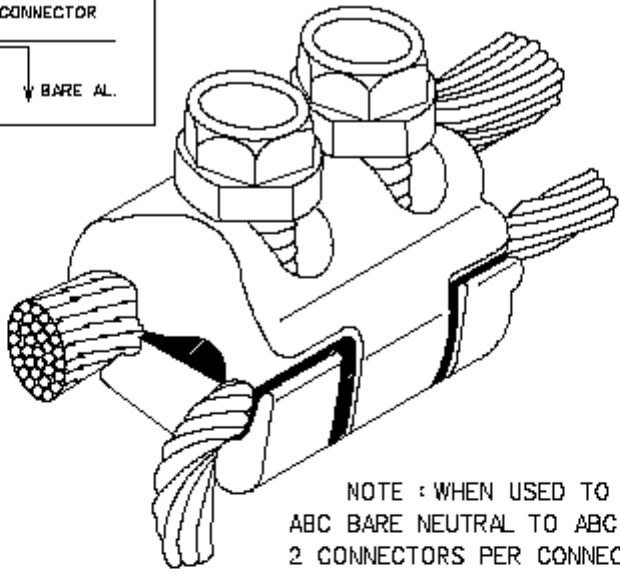
NOTE: (NOT REQUIRED FOR NON-FORGED UNITS)

1. MAXIMUM UNTHREADED LENGTH OF 5mm ALLOWED.
2. MATERIAL UNDERCUT TO ALLOW A NUT TO SCREW FLUSH ONTO THE COLLAR.

|                                   |  |          |                    |                      |          |   |     |       |          |   |   |    |
|-----------------------------------|--|----------|--------------------|----------------------|----------|---|-----|-------|----------|---|---|----|
| ITEM                              | :- REGULAR SPINDLES M20x50, M20x250 / SWIVEL M20x250   |          |                    |                      |          |   |     |       |          |   |   |    |
| MATERIAL SPECIFICATION            | :-   |          |                    |                      |          |   |     |       |          |   |   |    |
| CORROSION SPECIFICATION           | :- SANS 121 OR ISO 1461  |          |                    |                      |          |   |     |       |          |   |   |    |
| STANDARD SPECIFICATION            | :-   |          |                    |                      |          |   |     |       |          |   |   |    |
| ESKOM SPECIFICATION               | :- SCSSCAAH8   |          |                    |                      |          |   |     |       |          |   |   |    |
| TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS | :- TYPE SAMPLE AND ROUTINE TESTS AS PER SPEC. SCSSCAAH8  |          |                    |                      |          |   |     |       |          |   |   |    |
| INSPECTION                        | yes  | no       | ESKOM RELEASE NOTE | yes                  | no       |   |     |       |          |   |   |    |
| IDENTIFICATION                    | :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS   |          |                    |                      |          |   |     |       |          |   |   |    |
| 6                                 | CORROSION SPEC. CORRECTED AND PIN INSULATOR M20x250 SHANK CONC. M20x250 RATCHET SPINDLE & 30 A/F ADDED | P.A.V.   | G.STANFORD         | B. HILL              | 28.04.05 |   |     |       |          |   |   |    |
| 14                                | ONE CURVED WASHER REMOVED FROM 0160400   | P.A.V.   | B. HILL            | B. HILL              | 13.02.04 |   |     |       |          |   |   |    |
| 15                                | INTERFACE BRACKET ADDED  | P.A.V.   | B. HILL            | B. HILL              | 09.10.03 |   |     |       |          |   |   |    |
| 12                                | VARIOUS SPECIFICATIONS CHANGED   | P.A.V.   | G.STANFORD         | A. BEKKER            | 20.06.02 |   |     |       |          |   |   |    |
| REV                               | REVISION DESCRIPTION   | BY       | CHKD               | ALTH                 | DATE     | REF. DRAWINGS   |     |       |          |   |   |    |
| AUTH:                             | S.A. GILLERS   | DATE:    | MARCH 1992         | SCALE                |          | SAP. No.<br>AS ABOVE  |     |       |          |   |   |    |
| CHKD:                             |  | DATE:    |                    | CAD REF. SERIES 3000 |          |   |     |       |          |   |   |    |
| DRAWN:                            | A. STEWART   | DATE:    | 02.11.1992         | FILE No. 3050        |          |   |     |       |          |   |   |    |
| D-DT-3050                         |  |          |                    |                      |          | <table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>1</td> <td>15</td> </tr> </table> | SET | SHEET | REVISION | 8 | 1 | 15 |
| SET                               | SHEET  | REVISION |                    |                      |          |   |     |       |          |   |   |    |
| 8                                 | 1  | 15       |                    |                      |          |   |     |       |          |   |   |    |




APPLICATION



NOTE : WHEN USED TO CONNECT ABC BARE NEUTRAL TO ABC BARE NEUTRAL 2 CONNECTORS PER CONNECTION POINT ARE REQUIRED.

SAP MATERIAL No. 0165495  
 SHORT DESCRIPTION CLAMP, P/G 2B AL-AL 4-15 DIA M+T D3058  
 TECH. DESCRIPTION  
 PARALLEL GROOVE CLAMP (PG CLAMP) \* ALUMINIUM TO ALUMINIUM \*  
 M8 x 45 LONG - GRADE 316 STAINLESS STEEL BOLTS (HEX. HEAD)  
 M8 BOLTS TORQUED TO 15NM \*  
 TO DIN EN 24017 (2 OFF), EACH BOLT SUPPLIED WITH  
 M8 - GRADE 316 STAINLESS STEEL WASHERS \*  
 MAIN AND TAP CONDUCTOR 4 TO 15mm DIAMETER \*  
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3058 \*

|   |                                       |  |                              |
|---|---------------------------------------|--|------------------------------|
| ITEM  |                                       | :- CLAMP, P/G  |                              |
| MATERIAL SPECIFICATION  |                                       | :- SCSSCAAS7   |                              |
| CORROSION SPECIFICATION :-  |                                       |  |                              |
| STANDARD SPECIFICATION  |                                       | :- NRS D18-5, IEC B1284, DIN NE 24017  |                              |
| ESKOM SPECIFICATION   |                                       | :- SCSSCAAS7   |                              |
| TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS:- SCSSCAAS7                               |                                       |  |                              |
| INSPECTION  | yes                                   | no   | ESKOM RELEASE NOTE           |
|   |                                       |  | yes no                       |
| IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS |                                       |  |                              |
| 13  | LOGO CHANGED AS PER NEW CORPORATE ID. | D.D.N.   | P.A.VERMAAK 23.11.04         |
| 12  | BI-METAL P/G CLAMPS ADDED             | P.A.V.   | T.GILLARD G. WHYTE 11.11.02  |
| 11  | NOTE RE. BOLT TORQUED 15NM ADDED      | P.A.V.   | B. HILL B. HILL 14.08.02     |
| 10  | BOLTS CHANGED FROM AL TO S/STEEL      | P.A.V.   | B. HILL A. BEKKER 30.03.01   |
| REV   | REVISION DESCRIPTION                  | BY   | CHKD AUTH DATE REF. DRAWINGS |
| AUTH:   | S.A. GILLERS                          | DATE:  | MARCH 93                     |
| CHKD:   |                                       | DATE:  |                              |
| DRAWN:  | A.STEWART                             | DATE:  | 02-11-92                     |
|   |                                       | SCALE  |                              |
|   |                                       | CAD REF. SERIES 3000   |                              |
|   |                                       | FILE No. 3058  |                              |
|   |                                       |  |                              |
|   |                                       | D-DT-3058  |                              |
|   |                                       | SAP. No.   | AS ABOVE                     |
|   |                                       | SET  | SHEET                        |
|   |                                       | 2  | 1                            |
|   |                                       | REVISION   | 13                           |

FORMED ARMOUR RODS



NOTE :

DO NOT USE FOR REPAIR IF  
MORE THAN ONE OUTER STRAND IS BROKEN.

SAP MATERIAL No. 0168464  
SHORT DESCRIPTION ARMOR ROD,HELICALLY FORM ACAC/SQRL D3064

HELICALLY FORMED ARMOUR ROD SETS \*  
ALUMINIUM ALLOY OR GALVANISED STEEL\* CONDUCTOR COLOUR CODE ORANGE \*  
USED ON BARE ACACIA/SQUIRREL CONDUCTOR OR EQUIVALENT \*  
PACKED IN CARTONS AND SETS INDIVIDUALLY LABELLED \*  
ESKOM DRAWING No. D-DT-3064 \*

|                                     |  |          |                       |                      |      |  |     |       |          |   |   |   |
|-------------------------------------|--|----------|-----------------------|----------------------|------|--|-----|-------|----------|---|---|---|
| ITEM                                | :- ARMOUR ROD,HELICALLY FORMED                               |          |                       |                      |      |  |     |       |          |   |   |   |
| MATERIAL SPECIFICATION              | :- ALUMINIUM ALLOY OR GALVANISED STEEL                       |          |                       |                      |      |  |     |       |          |   |   |   |
| CORROSION SPECIFICATION             | :- SANS 182-5  |          |                       |                      |      |  |     |       |          |   |   |   |
| STANDARD SPECIFICATION              | :- BS 3288   |          |                       |                      |      |  |     |       |          |   |   |   |
| ESKOM SPECIFICATION                 | :- SCSSCAAN4   |          |                       |                      |      |  |     |       |          |   |   |   |
| TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS | :-   |          |                       |                      |      |  |     |       |          |   |   |   |
| INSPECTION                          | yes  | no       | ESKOM RELEASE NOTE    | yes                  | no   |  |     |       |          |   |   |   |
| IDENTIFICATION                      | :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS |          |                       |                      |      |  |     |       |          |   |   |   |
| 6                                   | STANDARD SABS CHANGED TO SANS                                | DD.NL    | P.VERMAAK             | 23.11.04             |      |  |     |       |          |   |   |   |
| 7                                   | LOGO CHANGED AS PER CORPORATE I.D.                           | DD.NL    | P.VERMAAK J.SCHOLTZ   | 15.08.04             |      |  |     |       |          |   |   |   |
| 8                                   | ACACIA ARMOUR ROD INCORPORATED WITH SQUIRREL ARMOUR ROD      | P.A.V.   | M.RAPAPA H.OELDENHUIS | 27.08.00             |      |  |     |       |          |   |   |   |
| 5                                   | MSN No., SHORT AND TECH. DESCRIPTIONS CHANGED                | P.A.V.   | N.RAPAPA B. HILL      | 01.09.98             |      |  |     |       |          |   |   |   |
| REV                                 | REVISION DESCRIPTION   | BY       | CHKD                  | ALTH                 | DATE | REF. DRAWINGS  |     |       |          |   |   |   |
| AUTH:                               | P. CROWDY  | DATE:    | 14.07.95              | SCALE                |      | SAP. No.<br>AS ABOVE   |     |       |          |   |   |   |
| CHKD:                               | J. SWAN  | DATE:    | 14.07.95              | CAD REF. SERIES 3000 |      |  |     |       |          |   |   |   |
| DRAWN:                              | P.A. VERMAAK   | DATE:    | 26.04.95              | FILE No. 3064        |      |  |     |       |          |   |   |   |
|                                     |  |          |                       | D-DT-3064            |      | <table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>8</td> </tr> </table> | SET | SHEET | REVISION | 2 | 1 | 8 |
| SET                                 | SHEET  | REVISION |                       |                      |      |  |     |       |          |   |   |   |
| 2                                   | 1  | 8        |                       |                      |      |  |     |       |          |   |   |   |



NOTE :  
SKETCH NOT FOR MANUFACTURING PURPOSES.

SAP MATERIAL No. 0D11042  
SHORT DESCRIPTION DEAD END,HELICALLY FORMED SQR/ACAC D3065  
TECH DESCRIPTION  
HELICALLY FORMED DEAD END \* ALUMINIUM ALLOY \*  
CONDUCTOR COLOUR CODE ORANGE \*  
USED ON BARE SQUIRREL AND ACACIA CONDUCTOR OR EQUIVALENT \*  
PACKED IN CARTON AND INDIVIDUALLY LABELLED \*  
ESKOM DRAWING No. D-DT-3065 \*

SAP MATERIAL No. 0168472  
SHORT DESCRIPTION DEAD END,HELICALLY FORMED MAGPIE D3065  
TECH DESCRIPTION  
HELICALLY FORMED DEAD END \* GALVANISED STEEL \*  
CONDUCTOR COLOUR CODE GREEN \*  
USED ON BARE MAGPIE CONDUCTOR OR EQUIVALENT \*  
PACKED IN CARTON AND INDIVIDUALLY LABELLED \*  
ESKOM DRAWING No. D-DT-3065 \*

ITEM :- DEAD END,HELICALLY FORMED

MATERIAL SPECIFICATION :- ALUMINIUM ALLOY

CORROSION SPECIFICATION :- SANS 182-5

STANDARD SPECIFICATION :- BS 3288

ESKOM SPECIFICATION :- SCSSCAAN4

TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS :-

|            |     |    |                    |     |    |
|------------|-----|----|--------------------|-----|----|
| INSPECTION | yes | no | ESKOM RELEASE NOTE | yes | no |
|------------|-----|----|--------------------|-----|----|

IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS

|   |   |        |                      |            |  |
|---|---|--------|----------------------|------------|--|
| 6 | STANDARD SANS CHANGED TO SANS   | D.D.N. | PAVERMAN             | 05.01.2005 |  |
| 7 | LOGO CHANGED AS PER CORPORATE I.D.                                    | D.D.N. | P.VERMAK J.SCHULTZ   | 10.05.04   |  |
| 8 | ACACIA ITEM TO BE INCORPORATED WITH SQUIRREL AND 25/50mm ARE REMOVED  | P.A.V. | GLSTANFORD P. CROWDY | 03.03.00   |  |
| 5 | NSM No., SHORT AND TECH DESCRIPTIONS CHANGED AND ADDITION ITEMS ADDED | P.A.V. | MRAFAPA A. ABRUSIE   | 02.09.06   |  |

| REV    | REVISION DESCRIPTION | BY    | CHKD       | ALTH                 | DATE | REF. DRAWINGS |
|--------|----------------------|-------|------------|----------------------|------|---------------|
| AUTH:  | S.A. OLLIERS         | DATE: | MARCH 93   | SCALE                |      |               |
| CHKD:  |                      | DATE: |            | CAD REF. SERIES 3000 |      |               |
| DRAWN: | A.STEWART            | DATE: | 10-11-1992 | FILE No. 3065        |      |               |



SAP. No.  
AS ABOVE

D-DT-3065

|     |       |          |
|-----|-------|----------|
| SET | SHEET | REVISION |
| 2   | 1     | 8        |



GRIP (GUY)

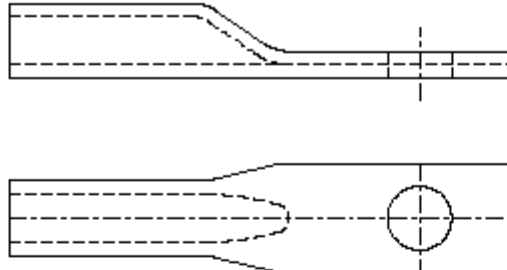
SAP MATERIAL No. 0168541  
 SHORT DESCRIPTION GUYGRIP,D/END ST COND 3/3,35 D3069  
 TECH DESCRIPTION

(GUY) GRIP DEAD END \* STEEL \* HOT DIPPED GALVANISED \*  
 FOR USE WITH 1100MPA STAY WIRE 3/3.35 \* COLOUR CODE BLACK \*  
 APPROXIMATE LENGTH OF FITTING ±660mm \*  
 PACKED IN CARTON & INDIVIDUALLY LABELLED \*  
 ESKOM DRAWING NO. D-DT-3069 \*

SAP MATERIAL No. 0010850  
 SHORT DESCRIPTION GUYGRIP,D/END ST COND 7/4 D3069  
 TECH DESCRIPTION

(GUY) GRIP DEAD END \* STEEL \* HOT DIPPED GALVANISED \*  
 FOR USE WITH 1100MPA STAY WIRE 7/4.0 \* COLOUR CODE GREEN \*  
 APPROXIMATE LENGTH OF FITTING ±960mm \*  
 PACKED IN CARTON & INDIVIDUALLY LABELLED \*  
 ESKOM DRAWING NO. D-DT-3069 \*

|                                     |  |          |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |
|-------------------------------------|--|----------|--------------------|----------------------|--|-----|-------|----------|---|---|---|
| ITEM                                | :- GUYGRIP,D/END ST COND                                     |          |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| MATERIAL SPECIFICATION              | :-   |          |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| CORROSION SPECIFICATION             | :- SANS 182-5  |          |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| STANDARD SPECIFICATION              | :- SANS 182  |          |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| ESKOM SPECIFICATION                 | :- SCSSCAAN4   |          |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS | :-   |          |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| INSPECTION                          | yes  | no       | ESKOM RELEASE NOTE | yes                  | no   |     |       |          |   |   |   |
| IDENTIFICATION                      | :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS |          |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| 6                                   | STANDARD SABS CHANGED TO SANS                                | D.D.N.   | P.VERMAK           | 23.11.04             |  |     |       |          |   |   |   |
| 7                                   | LD60 CHANGED AS PER CORPORATE I.D.                           | D.D.N.   | P.VERMAK J.SCHOLTZ | 15.06.04             |  |     |       |          |   |   |   |
| 8                                   | LENGTH OF FITTINGS CHANGED                                   | P.A.V.   | B.HILL M.RAPAPA    | 15.07.98             |  |     |       |          |   |   |   |
| 5                                   | NSN 3879 TO 104 0001 REMOVED                                 | P.A.V.   | A.ABROSE D.PILLAY  | 21.01.98             |  |     |       |          |   |   |   |
| REV                                 | REVISION DESCRIPTION   | BY       | CHKD               | ALTH                 | DATE REF. DRAWINGS   |     |       |          |   |   |   |
| AUTH:                               | P. CROWDY  | DATE:    | 17-07-95           | SCALE                | SAP. No. AS ABOVE  |     |       |          |   |   |   |
| CHKD:                               | J. SWAN  | DATE:    | 17-07-95           | CAD REF. SERIES 3000 |  |     |       |          |   |   |   |
| DRAWN:                              | A. STEWART   | DATE:    | 10-11-1992         | FILE No. 3069        |  |     |       |          |   |   |   |
|                                     |  |          |                    | D-DT-3069            | <table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>8</td> </tr> </table> | SET | SHEET | REVISION | 1 | 1 | 8 |
| SET                                 | SHEET  | REVISION |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| 1                                   | 1  | 8        |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |



NOTE :  
SKETCH NOT FOR MANUFACTURING PURPOSE.

SAP MATERIAL No. 0180039  
SHORT DESCRIPTION LUG,AL 6.3-9.0DIA IB M12 ODEG 1/C D3074  
TECH. DESCRIPTION

TERMINAL LUG \* COMPRESSION INDENT CRIMP \* ALUMINIUM \*  
LUG 0 DEGREES \* PALM HOLE M12 BOLT CLEARANCE \*  
CONDUCTOR : MAGPIE 6.35mm DIA., SQUIRREL 6.33mm DIA. OR  
ACACIA 6.24mm DIA. AND FOX 6.37mm DIA OR 35 6.31mm DIA. \*  
CONDUCTOR COLOUR CODE ORANGE, GREEN AND BLUE \*  
MAXIMUM TUBE INSIDE DIAMETER OF 9.0mm DIA. \*  
FILLED WITH JOINTING COMPOUND AND CAPPED \*  
INDIVIDUALLY PACKED IN SEALED PLASTIC BAG \*  
FOR USE WITH HYDRAULIC 4-POINT SHALLOW INDENTATION CRIMPING TOOL \*  
ESKOM DRAWING No. D-DT-3074 \*

|                                     |   |          |                      |            |               |  |               |     |       |          |   |
|-------------------------------------|---|----------|----------------------|------------|---------------|--|---------------|-----|-------|----------|---|
| ITEM                                | * - LUG,ALUMINIUM INDENT CRIMP  |          |                      |            |               |  |               |     |       |          |   |
| MATERIAL SPECIFICATION              | * -   |          |                      |            |               |  |               |     |       |          |   |
| CORROSION SPECIFICATION             | * -   |          |                      |            |               |  |               |     |       |          |   |
| STANDARD SPECIFICATION              | * -   |          |                      |            |               |  |               |     |       |          |   |
| ESKOM SPECIFICATION                 | * - SCSSCAAG5   |          |                      |            |               |  |               |     |       |          |   |
| TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS | * - TYPE TEST AND PRODUCTION SAMPLE TEST  |          |                      |            |               |  |               |     |       |          |   |
| INSPECTION                          | yes   | no       | ESKOM RELEASE NOTE   | YES        | NO            |  |               |     |       |          |   |
| IDENTIFICATION                      | :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS<br>FITTING REF., CONDUCTOR SIZE, DIE SIZE AND CRIMPING RANGE |          |                      |            |               |  |               |     |       |          |   |
| 6                                   | LOGO CHANGED AS PER CORPORATE I.D.  |          | D.D.H.               | P.VERMAAK  | J.SCHULTZ     | 16.06.01   |               |     |       |          |   |
| 5                                   | SET-UP UPPER LIMIT ON TUBE SIZES CHANGED  |          | P.A.V.               | E.STAMFORD | B. HILL       | 1.07.00  |               |     |       |          |   |
| 4                                   | ALL LUGS REPLACED WITH RANGE TAKING LUGS  |          | P.A.V.               | E.STAMFORD | P.CROWDY      | 28.03.00   |               |     |       |          |   |
| 3                                   | D99D TO 076 009 REMOVED FROM SH.T.3, IPR 4<br>HORNET COND. SIZE CORRECTED & C/CRIMPS REMOVED                              |          | P.A.V.               | E.STAMFORD | N. RAPAPA     | 25.1.98  |               |     |       |          |   |
| REV                                 | REVISION DESCRIPTION  |          | BY                   | CHKD       | ALTH          | DATE   | REF. DRAWINGS |     |       |          |   |
| AUTH:                               | P. CROWDY   | DATE:    | 17.07.1995           |            |               | SAP. No.   |               |     |       |          |   |
| CHKD:                               | J. SWAN   | DATE:    | 17.07.1995           |            |               | AS ABOVE   |               |     |       |          |   |
| DRAWN:                              | P.A. VERMAAK  | DATE:    | 07.06.1995           |            |               | <table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>5</td> </tr> </table> |               | SET | SHEET | REVISION | 2 |
| SET                                 | SHEET   | REVISION |                      |            |               |  |               |     |       |          |   |
| 2                                   | 1   | 5        |                      |            |               |  |               |     |       |          |   |
| SCALE                               |   |          | CAD REF. SERIES 3000 |            | FILE NO. 3074 |  | D-DT-3074     |     |       |          |   |

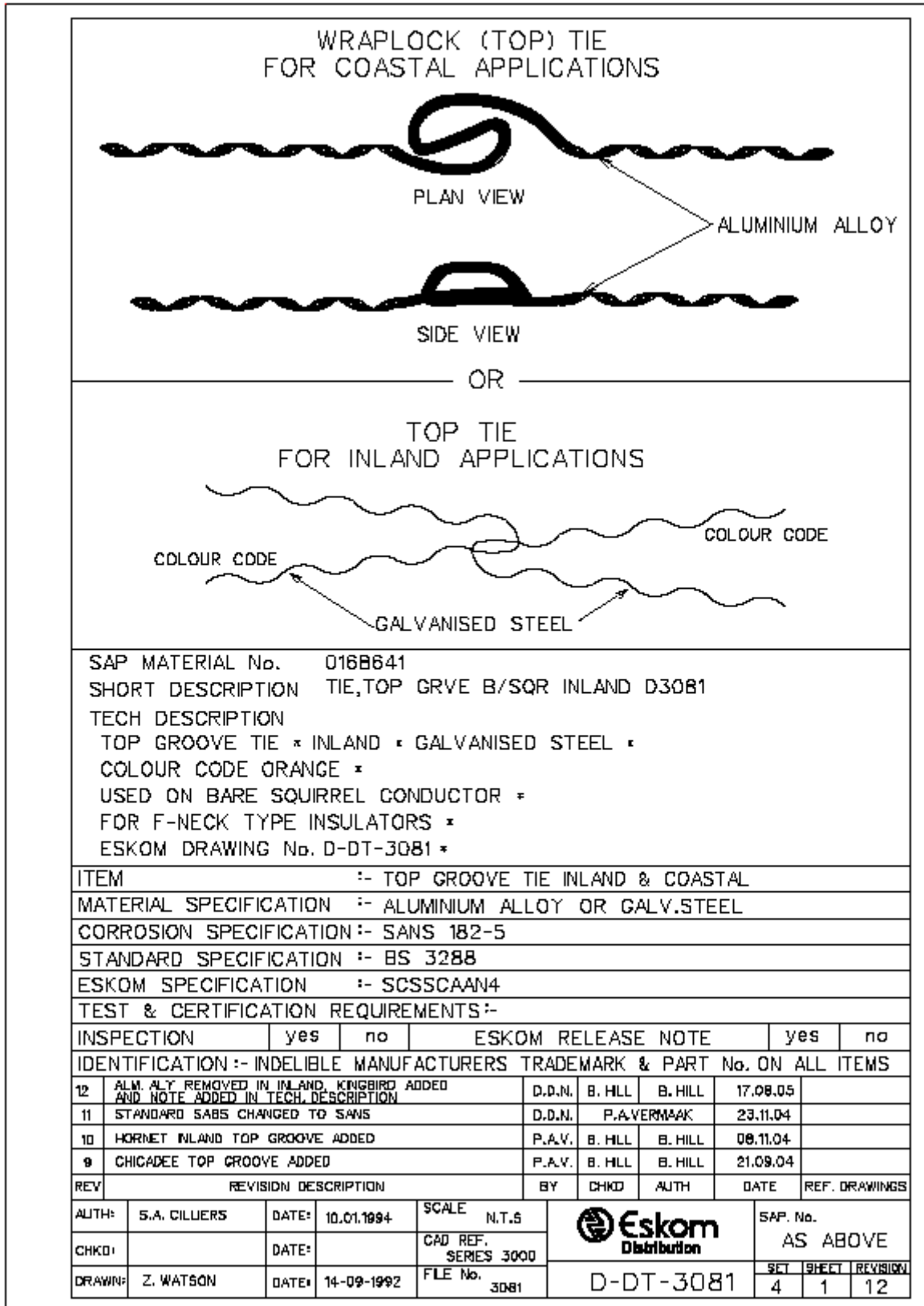


NOTE :  
DRAWING NOT FOR MANUFACTURING PURPOSES.

SAP MATERIAL No. 0180581  
SHORT DESCRIPTION TIE,SIDE GROVE B/ACACIA+SQUIR COAST D3080  
TECH DESCRIPTION

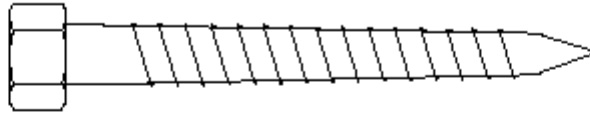
SIDE GROOVE TIE \* COASTAL \* ALUMINIUM ALLOY OR STAINLESS STEEL \*  
CONDUCTOR COLOUR CODE ORANGE \* INCLUDES NEOPRENE PADDING \*  
USED ON BARE ACACIA AND BARE SQUIRREL CONDUCTOR \*  
FOR TYPE F-NECK INSULATORS \*  
ESKOM DRAWING No. D-DT-3080 \*

|   |   |          |                      |               |            |               |   |     |       |          |   |   |
|---|---|----------|----------------------|---------------|------------|---------------|---|-----|-------|----------|---|---|
| ITEM  | :- SIDE GROOVE TIE                                |          |                      |               |            |               |   |     |       |          |   |   |
| MATERIAL SPECIFICATION  | :- ALUMINIUM ALLOY OR GALVANISED STEEL            |          |                      |               |            |               |   |     |       |          |   |   |
| CORROSION SPECIFICATION   | :- SANS 1B2-5                                     |          |                      |               |            |               |   |     |       |          |   |   |
| STANDARD SPECIFICATION  | :- BS 3288  |          |                      |               |            |               |   |     |       |          |   |   |
| ESKOM SPECIFICATION   | :- SCSSCAAN4                                      |          |                      |               |            |               |   |     |       |          |   |   |
| TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS:-   |   |          |                      |               |            |               |   |     |       |          |   |   |
| INSPECTION  | yes   | no       | ESKOM RELEASE NOTE   | yes           | no         |               |   |     |       |          |   |   |
| IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS |   |          |                      |               |            |               |   |     |       |          |   |   |
| 11  | STANDARD SABS CHANGED TO SANS                     | D.D.N.   | P.A.VERMAAK          | 23.11.04      |            |               |   |     |       |          |   |   |
| 10  | CHICADEE AND KINGBIRD SIDE TIES ADDED             | P.A.V.   | B. HILL              | B. HILL       | 06.10.2003 |               |   |     |       |          |   |   |
| 9   | NEOPRENE PADDING REMOVED FROM INLAND DEPTIONS     | P.A.V.   | B. HILL              | B. HILL       | 29.07.2002 |               |   |     |       |          |   |   |
| 8   | RANGE TAKING CHANGED ON CERTAIN COASTAL SIDE TIES | P.A.V.   | B. HILL              | A. BEKKER     | 14.02.2002 |               |   |     |       |          |   |   |
| REV   | REVISION DESCRIPTION                              | BY       | CHKD                 | ALTH          | DATE       | REF. DRAWINGS |   |     |       |          |   |   |
| AUTH:   | T.R. BRODING                                      | DATE:    | SCALE                |               |            | SAP. No.      |   |     |       |          |   |   |
| CHKD:   |   | DATE:    | CAD REF. SERIES 3000 |               |            | AS ABOVE      |   |     |       |          |   |   |
| DRAWN:  | A. STEWART  | DATE:    | 10-11-1992           | FILE No. 3080 |            | D-DT-3080     | <table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1</td> <td>11</td> </tr> </table> | SET | SHEET | REVISION | 4 | 1 |
| SET   | SHEET   | REVISION |                      |               |            |               |   |     |       |          |   |   |
| 4   | 1   | 11       |                      |               |            |               |   |     |       |          |   |   |



...User\dgn\dms00384\3081 R12.dgn 2005/07/18 03:08:22





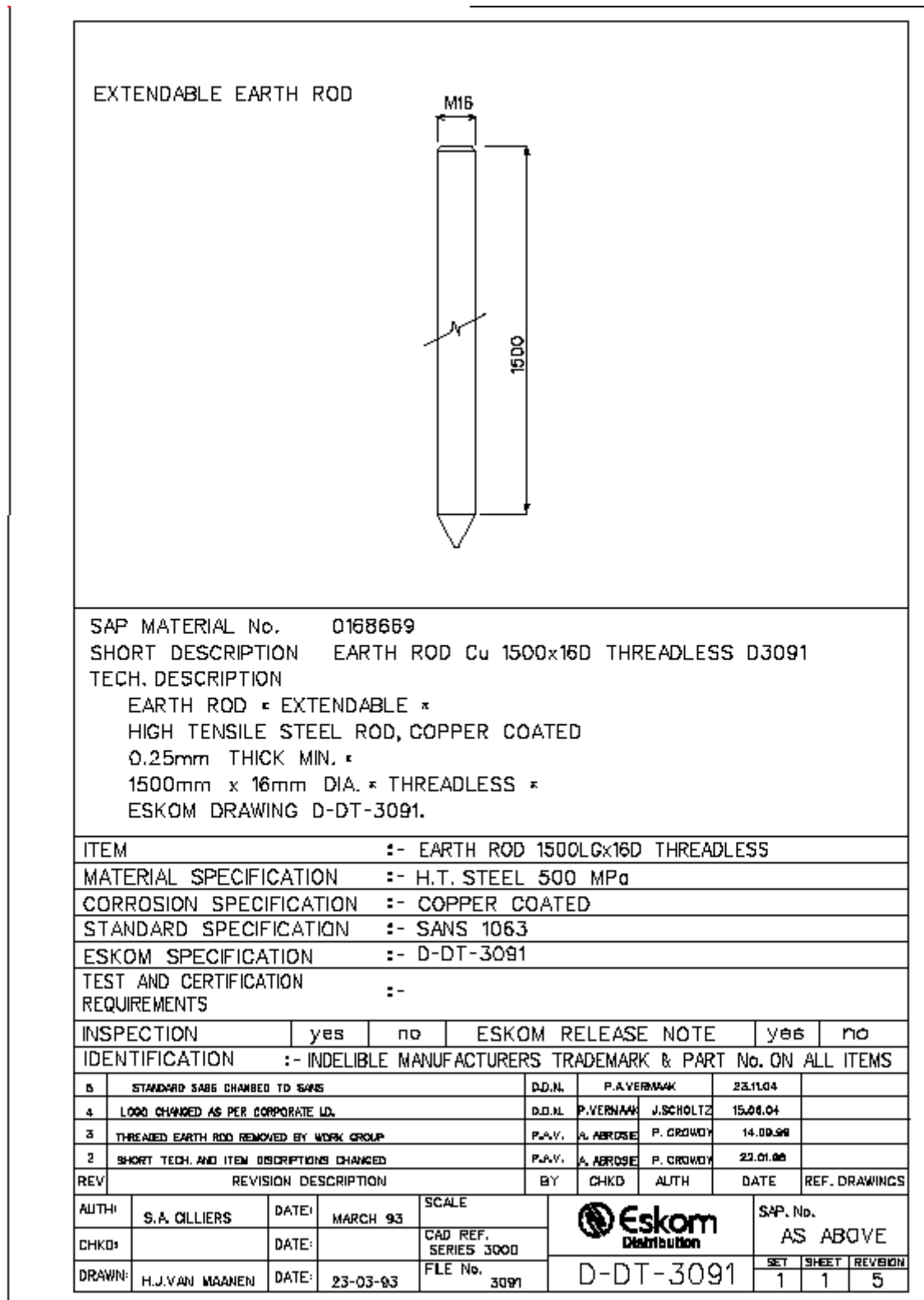
NOTE :  
SKETCH NOT FOR MANUFACTURING PURPOSES.

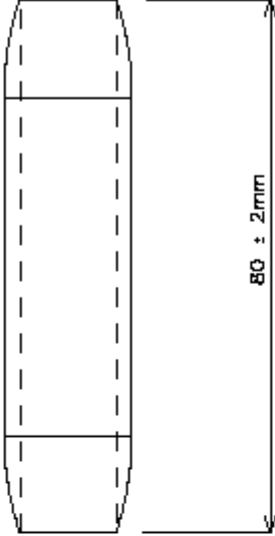

SAP MATERIAL No. D163B03  
SHORT DESCRIPTION COACH SCREW,GALV 75x12 HEX HD D3090

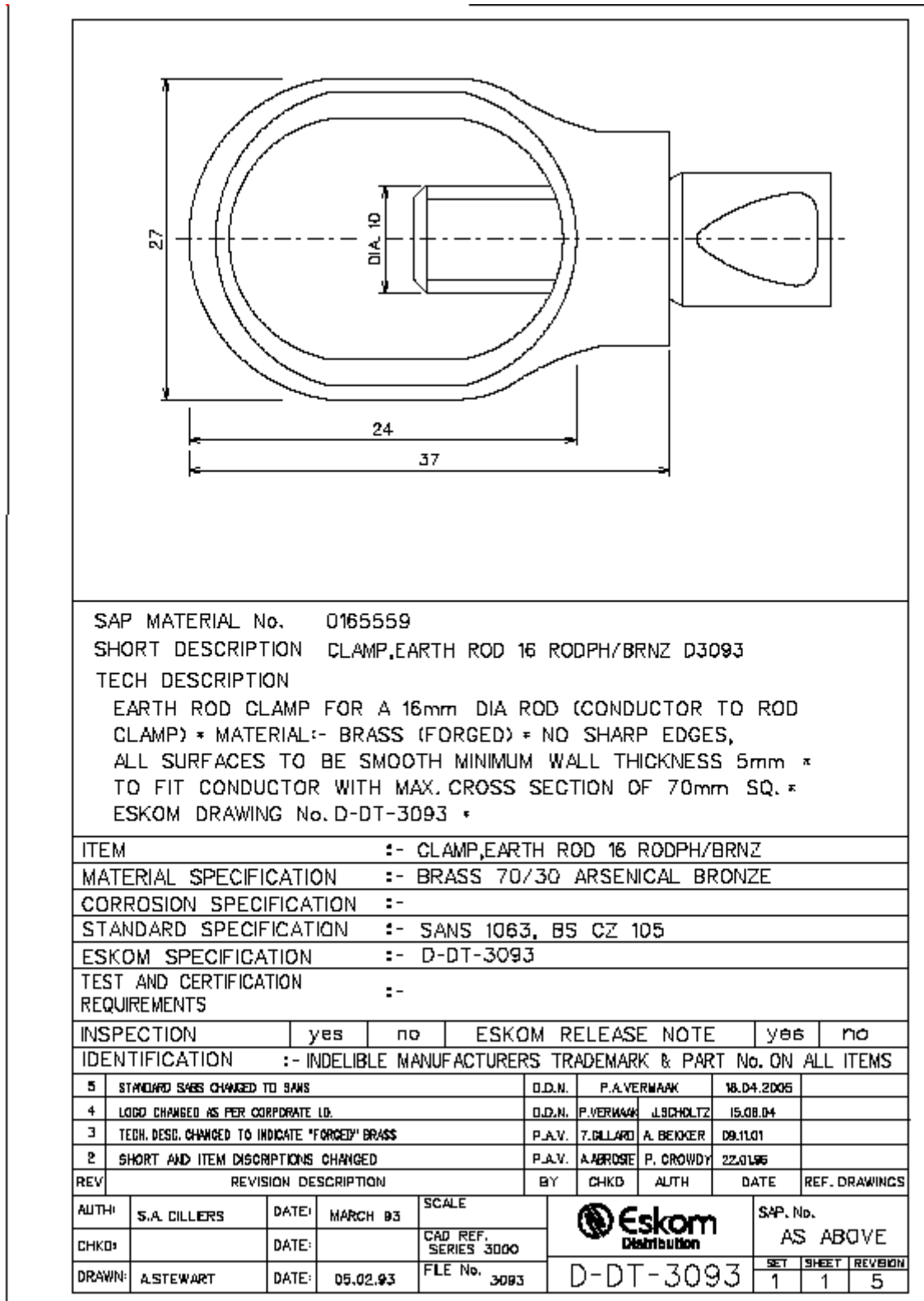
TECH. DESCRIPTION

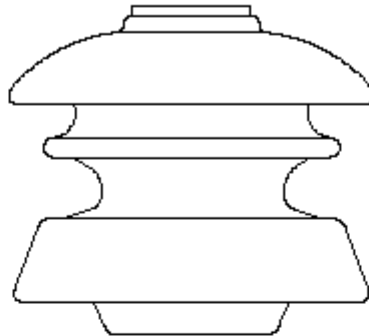
HEXAGON HEAD SCREW (COACH SCREW) \*  
HOT DIPPED GALVANISED \* HEX HEAD \* 12mm DIA THREAD \*  
LENGTH 75mm \* WOOD SCREW THREAD \* PURCHASED IN kg's \*  
ESKOM DRAWING No. D-DT-3090 \*

|                                     |  |          |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |
|-------------------------------------|--|----------|--------------------|----------------------|--|-----|-------|----------|---|---|---|
| ITEM                                | :- COACH SCREW,GALVANISED                                    |          |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| MATERIAL SPECIFICATION              | :- SANS 1431   |          |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| CORROSION SPECIFICATION             | :- SANS 121 OR ISO 1461                                      |          |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| STANDARD SPECIFICATION              | :- SANS 1171   |          |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| ESKOM SPECIFICATION                 | :-   |          |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS | :-   |          |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| INSPECTION                          | yes  | no       | ESKOM RELEASE NOTE | yes                  | no   |     |       |          |   |   |   |
| IDENTIFICATION                      | :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS |          |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| 7                                   | STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED                             | D.D.N.   | P.A.VERNAK         | 18.04.2003           |  |     |       |          |   |   |   |
| 8                                   | STANDARD SANS CHANGED TO SANS                                | D.D.N.   | P.A.VERNAK         | 23.11.04             |  |     |       |          |   |   |   |
| 5                                   | LOGO CHANGED AS PER CORPORATE LD.                            | D.D.N.   | P.VERMAK J.SCHOLTZ | 15.08.04             |  |     |       |          |   |   |   |
| 4                                   | PURCHASING REQUIREMENT SHOWN                                 | P.A.V.   | M.RAPAPA A.ABROSE  | 03.08.98             |  |     |       |          |   |   |   |
| REV                                 | REVISION DESCRIPTION   | BY       | CHKD               | ALTH                 | DATE REF. DRAWINGS   |     |       |          |   |   |   |
| AUTH:                               | S.A. DILLERS   | DATE:    | MARCH 93           | SCALE                | SAP. No.<br>AS ABOVE   |     |       |          |   |   |   |
| CHKD:                               |  | DATE:    |                    | CAD REF. SERIES 3000 |  |     |       |          |   |   |   |
| DRAWN:                              | A.STEWART  | DATE:    | 08-03-93           | FILE No. 3090        |  |     |       |          |   |   |   |
|                                     |  |          |                    | D-DT-3090            | <table border="1"> <tr> <td>SET</td> <td>SHEET</td> <td>REVISION</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>7</td> </tr> </table> | SET | SHEET | REVISION | 1 | 1 | 7 |
| SET                                 | SHEET  | REVISION |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| 1                                   | 1  | 7        |                    |                      |  |     |       |          |   |   |   |



|    |                                     |          |                     |                      |  |     |       |          |   |   |   |
|---|-------------------------------------|----------|---------------------|----------------------|--|-----|-------|----------|---|---|---|
| SAP MATERIAL No. 016866B<br>SHORT DESCRIPTION EARTH ROD COUPLER,P/BR THREADLESS D3092<br>TECH. DESCRIPTION<br>EARTH ROD COUPLER * THREADLESS *<br>TAPERED SPLINES IN COUPLER BORE TO ENSURE GOOD CONNECTION *<br>OVERALL LENGTH 80 ± 2 *<br>ESKOM DRAWING D-DT-3092 * |                                     |          |                     |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| ITEM  | :- EARTH ROD COUPLER,P/BR M16x80L   |          |                     |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| MATERIAL SPECIFICATION  | :- SANS 1063                        |          |                     |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| CORROSION SPECIFICATION   | :-                                  |          |                     |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| STANDARD SPECIFICATION  | :- SANS 1063                        |          |                     |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| ESKOM SPECIFICATION   | :-                                  |          |                     |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS   | :-                                  |          |                     |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| INSPECTION  | yes no ESKOM RELEASE NOTE yes no    |          |                     |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS   |                                     |          |                     |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| 5   | STANDARD SANS CHANGED TO SANS       | D.O.N.   | P.AYERMAK           | 23.11.04             |  |     |       |          |   |   |   |
| 4   | LOGO CHANGED AS PER CORPORATE ID.   | D.O.N.   | P.VERMAAK J.SCHOLTZ | 16.08.04             |  |     |       |          |   |   |   |
| 3   | THREADED EARTH ROD REMOVED          | P.A.V.   | A.BROSIE P.CROWDY   | 14.09.00             |  |     |       |          |   |   |   |
| 2   | SHORT AND ITEM DESCRIPTIONS CHANGED | P.A.V.   | A.BROSIE P.CROWDY   | 22.01.88             |  |     |       |          |   |   |   |
| REV   | REVISION DESCRIPTION                | BY       | CHKD                | ALTH                 | DATE REF. DRAWINGS   |     |       |          |   |   |   |
| AUTH:   | S.A. CILLIERS                       | DATE:    | MARCH 93            | SCALE                |  SAP. No.<br>AS ABOVE  |     |       |          |   |   |   |
| CHKD:   |                                     | DATE:    |                     | CAD REF. SERIES 3000 |  |     |       |          |   |   |   |
| DRAWN:  | H.J.VAN MAANEN                      | DATE:    | 23-03-93            | FILE No. 3092        |  |     |       |          |   |   |   |
|   |                                     |          |                     | D-DT-3092            | <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>SET</th> <th>SHEET</th> <th>REVISION</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> </table> | SET | SHEET | REVISION | 1 | 1 | 5 |
| SET   | SHEET                               | REVISION |                     |                      |  |     |       |          |   |   |   |
| 1   | 1                                   | 5        |                     |                      |  |     |       |          |   |   |   |



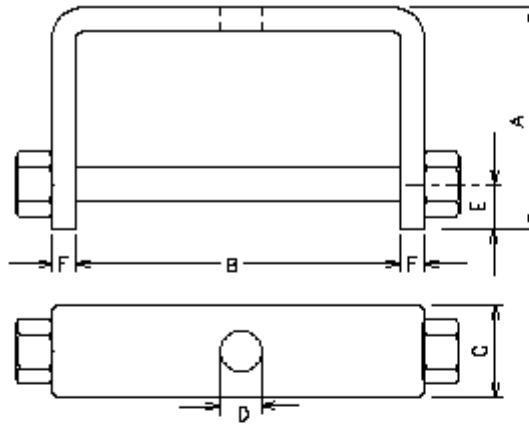


SAP MATERIAL No. D167321  
 SHORT DESCRIPTION INSUL,SHACKLE 75HTx88DIA PORC D3094  
 TECH DESCRIPTION  
 SHACKLE INSULATOR \* OVERALL HEIGHT 75mm \*  
 OVERALL DIA. 88mm \* WAIST DIA. 41mm \*  
 MOUNTING HOLE DIAMETER 17mm \* PORCELAIN \*  
 DRY WITHSTAND VOLTAGE 25kV \* WET WITHSTAND VOLTAGE 14kV  
 PUNCTURE VOLTAGE 39kV \* MECHANICAL STRENGTH 17.80kN \*  
 USED ON LOW VOLTAGE APPLICATION \*  
 ESKOM DRAWING NO D-DT-3094 \*

|                                     |   |       |                    |                      |          |                             |
|-------------------------------------|---|-------|--------------------|----------------------|----------|-----------------------------|
| ITEM                                | :- INSUL,SHACKLE PORCEL   |       |                    |                      |          |                             |
| FAILING LOAD (kN)                   | :-  |       |                    |                      |          |                             |
| CREEPAGE DISTANCE (mm)              | :-  |       |                    |                      |          |                             |
| MATERIAL SPECIFICATION              | :- YES  |       |                    |                      |          |                             |
| STANDARD SPECIFICATION              | :- SANS 161   |       |                    |                      |          |                             |
| ESKOM SPECIFICATION                 | :-  |       |                    |                      |          |                             |
| TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS | TYPE TEST AT MIN FAILING LOAD AND CERTIFICATE<br>:- EACH ITEM TO BE ROUTINE TESTED<br>TO 60% MIN FAILING LOAD |       |                    |                      |          |                             |
| INSPECTION                          | yes   | no    | ESKOM RELEASE NOTE | yes                  | no       |                             |
| IDENTIFICATION                      | :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS  |       |                    |                      |          |                             |
| 7                                   | STANDARD SANS CHANGED TO SANS   |       | D.D.N.             | P.VERMAK             | 23.11.04 |                             |
| 8                                   | LOGO CHANGED AS PER CORPORATE LD.   |       | D.D.N.             | P.VERMAK J.SCHULTZ   | 13.06.04 |                             |
| 5                                   | 100 HT. x 74mm DIA SHACKLE INSULATOR ADDED  |       | P.A.V.             | N. ROPAPA P. CROWDY  | 08.08.88 |                             |
| 4                                   | 165H 3070 IN 40+ DING REPLACED WITH 3070 IN 40+ 2242 AND DRAWING FORMAT CHANGED                               |       | P.A.V.             | D. PILLAY P. CROWDY  | 10.08.97 |                             |
| REV                                 | REVISION DESCRIPTION  |       | BY                 | CHKD                 | ALTH     | DATE REF. DRAWINGS          |
| AUTH:                               | S.A. CLLIERS  | DATE: | 10.01.94           | SCALE                |          | SAP. No.<br>AS ABOVE        |
| CHKD:                               |   | DATE: |                    | CAD REF. SERIES 3000 |          |                             |
| DRAWN:                              | A.STEWART   | DATE: | 08-03-93           | FILE No. 3094        |          |                             |
| D-DT-3094                           |   |       |                    |                      |          | SET SHEET REVISION<br>2 1 7 |

NOTE :

BRACKET SUITABLE FOR S.1 AND S.05 SIZE LV SHACKLE INSULATORS



| A   | B  | C  | D    | E  | F | BOLTS   |
|-----|----|----|------|----|---|---------|
| 120 | 91 | 50 | 17.5 | 20 | 6 | M16x125 |

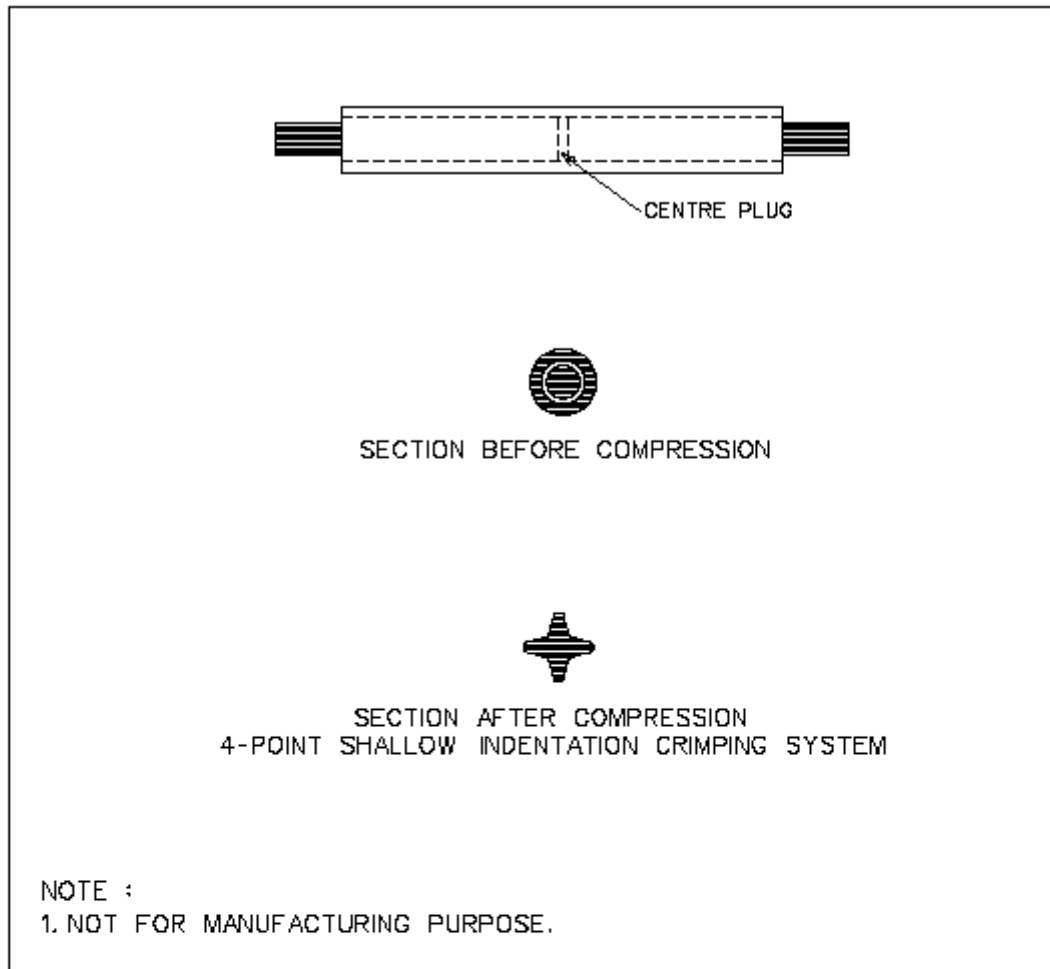
SAP MATERIAL No. 0168776

SHORT DESCRIPTION BRACKET, D GALV 120x50x91 17.5mm D3096

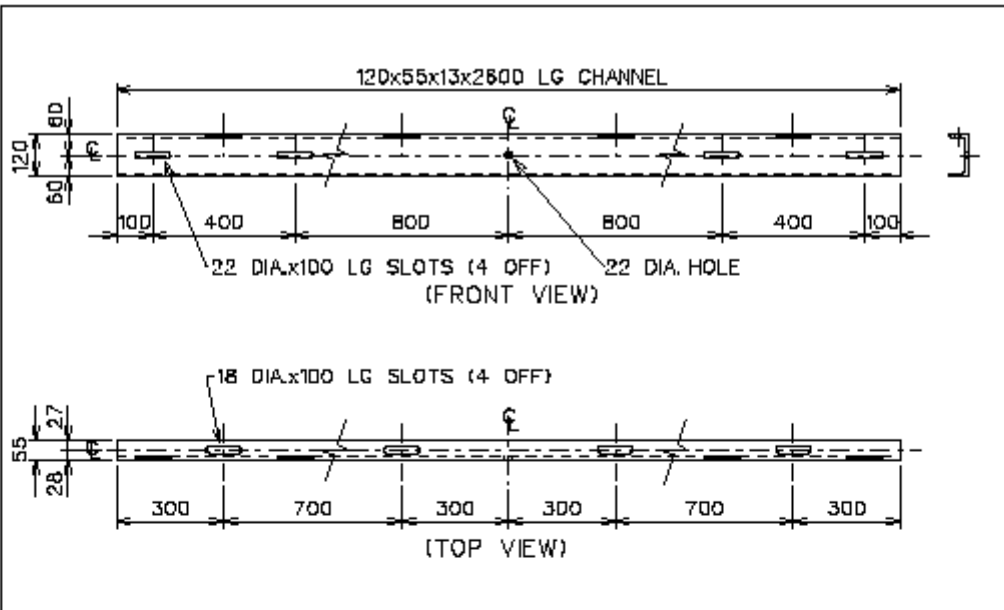
TECH DESCRIPTION

D-BRACKET FOR SHACKLE INSULATOR \*  
 GRADE 300W STEEL \* HOT DIPPED GALVANISED \*  
 MATERIAL DIMENSIONS 50mm WIDE x 6mm THICK FLAT STEEL \*  
 SUPPLIED WITH HEX. BOLT M16x125 AND ONE HEX. NUT \*  
 17.5mm DIA. HOLE \*  
 ALL OF THE ABOVE PACKAGED AS A UNIT.  
 ALL PACKAGING IS TO BE SUITABLE FOR STORAGE OUTDOORS \*  
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3096 \*

|                                     |   |       |                    |                      |         |                   |               |          |
|-------------------------------------|---|-------|--------------------|----------------------|---------|-------------------|---------------|----------|
| ITEM                                | :- BRACKET, D GALV  |       |                    |                      |         |                   |               |          |
| MATERIAL SPECIFICATION              | :- SANS 1431  |       |                    |                      |         |                   |               |          |
| CORROSION SPECIFICATION             | :- SANS 121 OR ISO 1461   |       |                    |                      |         |                   |               |          |
| STANDARD SPECIFICATION              | :-  |       |                    |                      |         |                   |               |          |
| ESKOM SPECIFICATION                 | :- D-DT-3096  |       |                    |                      |         |                   |               |          |
| TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS | :-  |       |                    |                      |         |                   |               |          |
| INSPECTION                          | yes   | no    | ESKOM RELEASE NOTE |                      |         | yes               | no            |          |
| IDENTIFICATION                      | :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS    |       |                    |                      |         |                   |               |          |
| 8                                   | STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED                                |       | D.D.N.             | P.A.VERMAAK          |         | 18.04.2005        |               |          |
| 7                                   | STANDARD SABS CHANGED TO SANS                                   |       | D.D.N.             | P.A.VERMAAK          |         | 23.11.2004        |               |          |
| 6                                   | LOGO CHANGED AS PER CORPORATE I.D. AND NOTE RE. PACKAGING ADDED |       | D.D.N.<br>P.A.V.   | B. HILL              | B. HILL | 03.05.2004        |               |          |
| 5                                   | 135x50x102 D-BRACKET ADDED                                      |       | P.A.V.             | S.DHLAMINI, RAPAPA   |         | 04.01.1999        |               |          |
| REV                                 | REVISION DESCRIPTION  |       | BY                 | CHKD                 | AUTH    | DATE              | REF. DRAWINGS |          |
| AUTH:                               | P. CROWDY   | DATE: | 14.07.1995         | SCALE                |         | SAP. No. AS ABOVE |               |          |
| CHKD:                               | J. SWAN   | DATE: | 14.07.1995         | CAD REF. SERIES 300D |         |                   |               |          |
| DRAWN:                              | P.A. VERMAAK  | DATE: | 30.03.1995         | FILE No. 3096        |         |                   |               |          |
|                                     |   |       |                    |                      |         | D-DT-3096         |               |          |
|                                     |   |       |                    |                      |         | SET               | SHEET         | REVISION |
|                                     |   |       |                    |                      |         | 2                 | 1             | 8        |



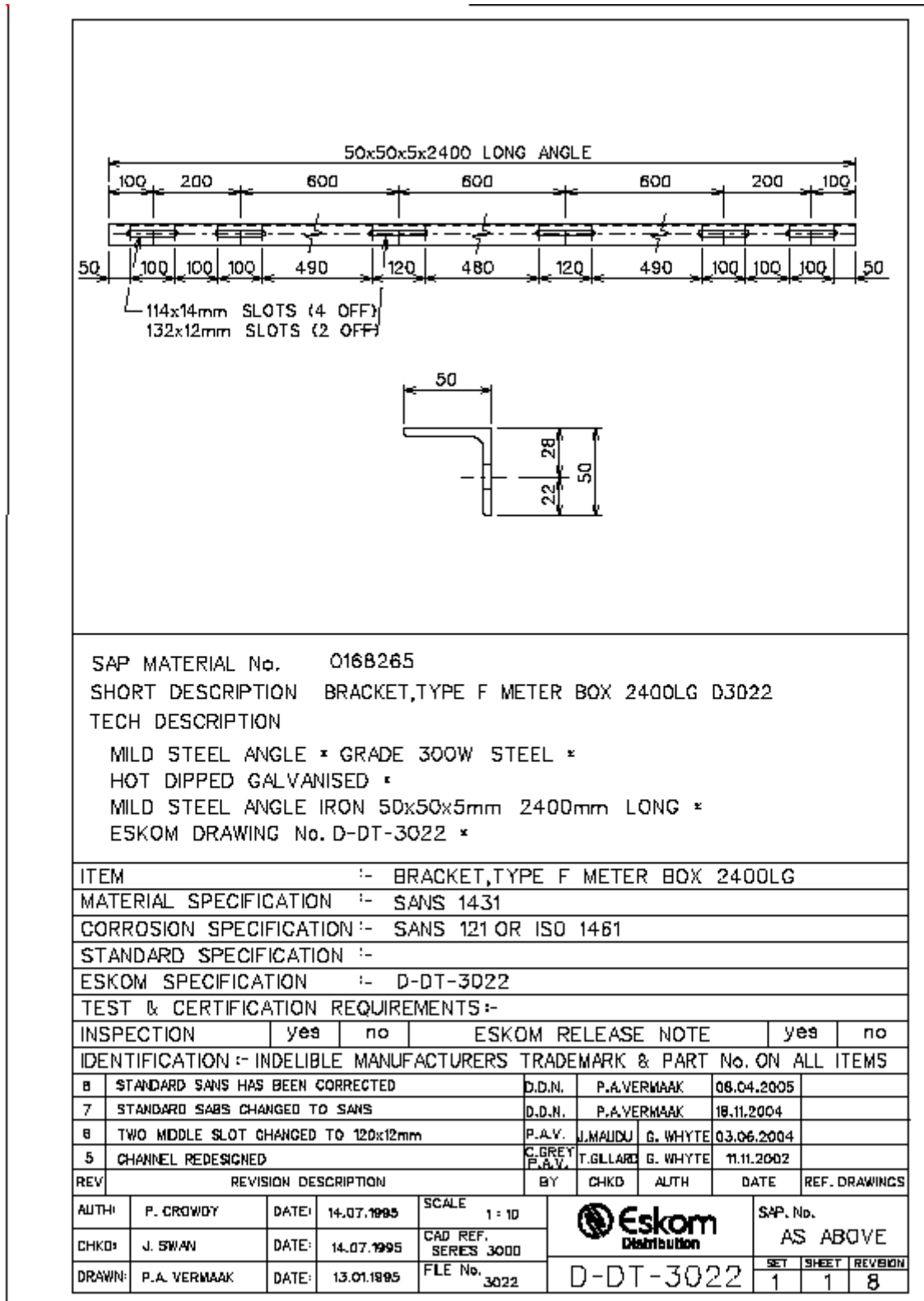
|                                     |   |        |                    |                      |                   |               |          |
|-------------------------------------|---|--------|--------------------|----------------------|-------------------|---------------|----------|
| ITEM                                | :- JOINT, NON-TENSION BI-METAL AND ALUMINIUM  |        |                    |                      |                   |               |          |
| MATERIAL SPECIFICATION              | :-  |        |                    |                      |                   |               |          |
| CORROSION SPECIFICATION             | :-  |        |                    |                      |                   |               |          |
| STANDARD SPECIFICATION              | :-  |        |                    |                      |                   |               |          |
| ESKOM SPECIFICATION                 | :- SCSSCAAG5/SCSSCAAU5  |        |                    |                      |                   |               |          |
| TEST AND CERTIFICATION REQUIREMENTS | :- TYPE TEST AND PRODUCTION SAMPLE TEST   |        |                    |                      |                   |               |          |
| INSPECTION                          | yes   | no     | ESKOM RELEASE NOTE | yes                  | no                |               |          |
| IDENTIFICATION                      | :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS FITTING REF., CONDUCTOR SIZE, DIE SIZE AND CRIMPING RANGE  |        |                    |                      |                   |               |          |
| 9                                   | 6-BA, 32.3, 85.4 CU, 8-94L 85.4CU, CHC AL-D.025 CU, CHC AL-D.05 CU, CHC AL-D.01 CU, 6-BA - 8-15AL D, CHC-CHC & CHC - DAK/HAR ADDED & 0185798, 0185797, 0185802, 0185803, 0185859 & 0185836 C/CRIMPS REMOVED | P.A.V. | B. HILL            | B. HILL              | 21.09.04          |               |          |
| 8                                   | LOGO CHANGED AS PER CORPORATE I.D.  | D.D.N. | P.VERMAAK          | J.SCHOLTZ            | 15.08.04          |               |          |
| 7                                   | SET-UP UPPER LIMIT ON TUBE SIZES CHANGED  | P.A.V. | G.STANFORD         | B. HILL              | 11.07.00          |               |          |
| 6                                   | SAP No.'s CORRECTED FOR 4.5-8.0 & 7.4-15.0 AND HORNET SAP No. CORRECTED   | P.A.V. | G.STANFORD         | P. CROWDY            | 02.03.00          |               |          |
| REV                                 | REVISION DESCRIPTION  | BY     | CHKD               | AUTH                 | DATE              | REF. DRAWINGS |          |
| ALTH:                               | P. CROWDY   | DATE:  | 17-07-95           | SCALE                |                   |               |          |
| CHKD:                               | J. SWAN   | DATE:  | 17-07-95           | CAD REF. SERIES 3000 |                   |               |          |
| DRAWN:                              | P.A. VERMAAK  | DATE:  | 23.05.1995         | FILE No. 3098        |                   |               |          |
|                                     |   |        |                    |                      | SAP. No. AS ABOVE |               |          |
| D-DT-3098                           |   |        |                    |                      | SET               | SHEET         | REVISION |
|                                     |   |        |                    |                      | 8                 | 1             | 9        |

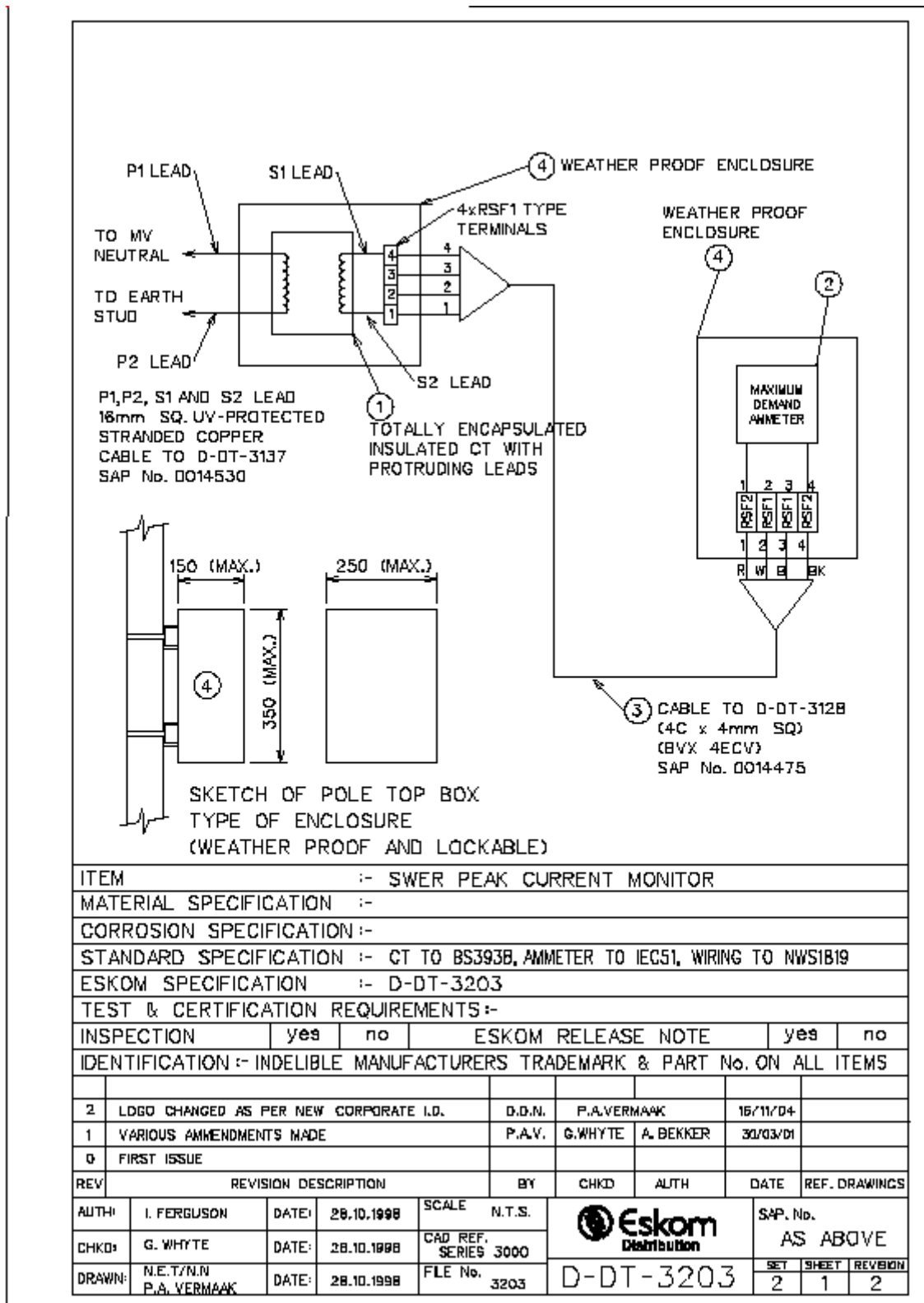


SAP MATERIAL No. 0175465  
 SHORT DESCRIPTION PLATFORM,EQUIP H-POLE 2600mm LG. D3020  
 TECHN. DESCRIPTION  
 H-POLE MOUNTED EQUIPMENT PLATFORM \*  
 MATERIAL GRADE 300 W STEEL \* HOT DIPPED GALVANISED \*  
 CONSISTING OF :  
 120x55x13x2600 LONG CHANNELS (2 OFF),  
 M20x450 THREADED RODS (D-DT-3015) (4 OFF) AND 12x75 LONG  
 COACH SCREWS (D-DT-3090) (4 OFF) \* ALL OF THE ABOVE PACKAGED  
 AS A UNIT. ALL PACKAGING IS TO BE SUITABLE FOR STORAGE OUTDOORS \*  
 TOLERANCES ON DIMENSIONS ±2mm AND ON DRILLING CENTRES ±1mm \*  
 ESKOM DRAWING No. D-DT-3020 \*

|   |   |                                     |                    |                         |           |  |               |
|---|---|-------------------------------------|--------------------|-------------------------|-----------|--|---------------|
| ITEM  |   | :- PLATFORM,EQUIP H-POLE 2600mm LG. |                    |                         |           |  |               |
| MATERIAL SPECIFICATION  |   | :- SANS 1431                        |                    |                         |           |  |               |
| CORROSION SPECIFICATION   |   | :- SANS 121 OR ISD 1461             |                    |                         |           |  |               |
| STANDARD SPECIFICATION  |   | :-                                  |                    |                         |           |  |               |
| ESKOM SPECIFICATION   |   | :- D-DT-3020                        |                    |                         |           |  |               |
| TEST & CERTIFICATION REQUIREMENTS:-   |   |                                     |                    |                         |           |  |               |
| INSPECTION  | yes   | no                                  | ESKOM RELEASE NOTE |                         |           | yes                                      | no            |
| IDENTIFICATION :- INDELIBLE MANUFACTURERS TRADEMARK & PART No. ON ALL ITEMS |   |                                     |                    |                         |           |  |               |
| 7   | STANDARD SANS HAS BEEN CORRECTED              |                                     | D.D.N.             | P.A.VERMAAK             |           | 08.04.2004                               |               |
| 8   | STANDARD SABS CHANGED TO SANS                 |                                     | D.D.N.             | P.A.VERMAAK             |           | 18.11.2004                               |               |
| 5   | NOTE RE. PACKAGING ADDED                      |                                     | P.A.V.             | B. HILL                 | B. HILL   | 03.08.2004                               |               |
| 4   | ASSEMBLED MASS REMOVED FROM TECH. DESCRIPTION |                                     | P.A.V.             | R.THERON                | R. THERON | 10.03.2003                               |               |
| REV   | REVISION DESCRIPTION                          |                                     | BY                 | CHKD                    | ALTH      | DATE                                     | REF. DRAWINGS |
| AUTH:   | P.CROWDY                                      | DATE:                               | 14.07.1995         | SCALE<br>1:15 + 1:10    |           | SAP. No.<br>AS ABOVE                     |               |
| CHKD:   | J.SWAN  | DATE:                               | 14.07.1995         | CAD REF.<br>SERIES 3000 |           |  |               |
| DRAWN:  | P.A.VERMAAK                                   | DATE:                               | 13.01.1995         | FILE No.<br>3020        |           | D-DT-3020<br>SET SHEET REVISION<br>1 1 7 |               |







|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| Standard de mise en œuvre de SWER au Burkina Faso:                   | REFERENCE         | REV            |
| RÉSEAU MT:   | <b>SWER-BF 01</b> | <b>1</b>       |
| RESEAU AERIEN MONOPHASE AVEC RETOUR PAR LA<br>TERRE (SWER) DE 19,1kV | PAGE <b>203</b>   | SUR <b>214</b> |

---

## **ANNEXE I**

**Photos**

**(Information)**

**Photos de solutions pratiques basées sur l'utilisation de supports métalliques**



Disjoncteur triphasé utilisé comme monophasé. Garango



Transformateur d'isolement. Garango



Transformateur d'isolement. Garango



Transformateur d'isolement et, plus loin, disjoncteur SWER. Garango



Support d'alignement SWER. Entre Garango et Béguédo





Poste de comptage. Béguédo



Poste de comptage. Béguédo



Poste de distribution. Béguedo





Puits de grand diamètre pour électrode verticale. Béguédo

## ANNEXE J

### Tableau de conversion SWG/mm

SWG (Standard Wire Gauge) est un système de numérotation des diamètres standards de conducteurs.

| SWG gauge no. | Diameter Inches | Diameter mm |
|---------------|-----------------|-------------|
| 7/0           | 0.500           | 12.7        |
| 6/0           | 0.464           | 11.786      |
| 5/0           | 0.432           | 10.973      |
| 4/0           | 0.400           | 10.160      |
| 3/0           | 0.372           | 9.449       |
| 2/0           | 0.348           | 8.839       |
| 0             | 0.324           | 8.230       |
| 1             | 0.300           | 7.620       |
| 2             | 0.276           | 7.010       |
| 3             | 0.252           | 6.401       |
| 4             | 0.232           | 5.893       |
| 5             | 0.212           | 5.385       |
| 6             | 0.192           | 4.877       |
| 7             | 0.176           | 4.470       |
| 8             | 0.160           | 4.064       |
| 9             | 0.144           | 3.658       |
| 10            | 0.128           | 3.251       |
| 11            | 0.116           | 2.946       |
| 12            | 0.104           | 2.642       |
| 13            | 0.092           | 2.337       |
| 14            | 0.080           | 2.032       |
| 15            | 0.072           | 1.8288      |
| 16            | 0.064           | 1.6256      |
| 17            | 0.056           | 1.4224      |
| 18            | 0.048           | 1.2192      |
| 19            | 0.040           | 1.0160      |

---

|    |        |        |
|----|--------|--------|
| 20 | 0.036  | 0.9144 |
| 21 | 0.032  | 0.8128 |
| 22 | 0.028  | 0.7112 |
| 23 | 0.024  | 0.6096 |
| 24 | 0.022  | 0.5588 |
| 25 | 0.020  | 0.5080 |
| 26 | 0.018  | 0.4572 |
| 27 | 0.0164 | 0.4166 |
| 28 | 0.0148 | 0.3759 |
| 29 | 0.0136 | 0.3454 |
| 30 | 0.0124 | 0.3150 |
| 31 | 0.0116 | 0.2946 |
| 32 | 0.0108 | 0.2743 |
| 33 | 0.0100 | 0.2540 |
| 34 | 0.0092 | 0.2337 |
| 35 | 0.0084 | 0.2134 |
| 36 | 0.0076 | 0.1930 |
| 37 | 0.0068 | 0.1727 |
| 38 | 0.0060 | 0.1524 |
| 39 | 0.0052 | 0.1321 |
| 40 | 0.0048 | 0.1219 |
| 41 | 0.0044 | 0.1118 |
| 42 | 0.0040 | 0.1016 |
| 43 | 0.0036 | 0.0914 |
| 44 | 0.0032 | 0.0813 |
| 45 | 0.0028 | 0.0711 |
| 46 | 0.0024 | 0.0610 |
| 47 | 0.0020 | 0.0508 |
| 48 | 0.0016 | 0.0406 |
| 49 | 0.0012 | 0.0305 |
| 50 | 0.0010 | 0.0254 |