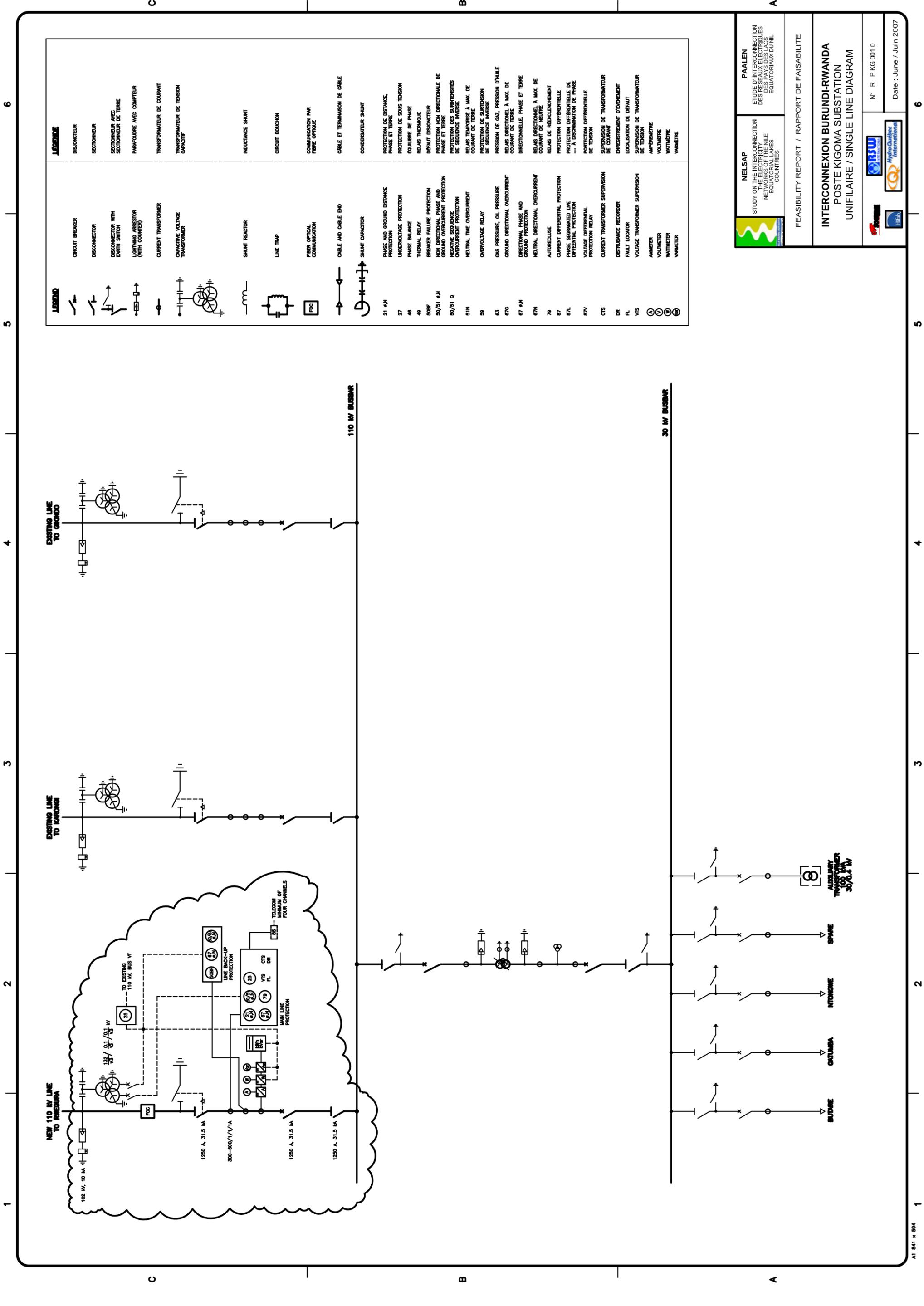


ANNEXE D : SCHÉMAS UNIFILAIRES



| LEGEND | LEGENDE |
|--------|---------------------------------------|
| | DISJONCTEUR |
| | SECTIONNEUR |
| | SECTIONNEUR AVEC SECTIONNEUR DE TERRE |
| | PANFOUDRE AVEC COMPTEUR |
| | TRANSFORMATEUR DE COURANT |
| | TRANSFORMATEUR DE TENSION CAPACITIF |
| | INDUCTANCE SHUNT |
| | CIRCUIT BOUCHON |
| | COMMUNICATION PAR FIBRE OPTIQUE |
| | CABLE ET TERMINISON DE CABLE |
| | CONDENSATEUR SHUNT |

| | |
|----------|---|
| 21 kA | PHASE AND GROUND DISTANCE PROTECTION |
| 27 | UNDERVOLTAGE PROTECTION |
| 46 | PHASE BALANCE |
| 49 | THERMAL RELAY |
| 50BF | BREAKER FAILURE PROTECTION |
| 50/51 kA | NON DIRECTIONAL PHASE AND GROUND OVERCURRENT PROTECTION |
| 50/51 Q | NEGATIVE SEQUENCE OVERCURRENT PROTECTION |
| 51N | NEUTRAL TIME OVERCURRENT |
| 59 | OVERVOLTAGE RELAY |
| 63 | GAS PRESSURE, OIL PRESSURE |
| 67G | GROUND DIRECTIONAL OVERCURRENT |
| 67 kA | DIRECTIONAL PHASE AND GROUND PROTECTION |
| 67N | NEUTRAL DIRECTIONAL OVERCURRENT |
| 79 | AUTORECLOSE |
| 87 | CURRENT DIFFERENTIAL PROTECTION |
| 87L | PHASE SEGREGATED LINE DIFFERENTIAL PROTECTION |
| 87V | VOLTAGE DIFFERENTIAL PROTECTION RELAY |
| CTS | CURRENT TRANSFORMER SUPERVISION |
| DR | DISTURBANCE RECORDER |
| FL | FAULT LOCATOR |
| VTS | VOLTAGE TRANSFORMER SUPERVISION |
| ⓐ | AMMETER |
| ⓑ | VOLTMETER |
| ⓒ | WATTMETER |
| ⓓ | VARMETER |

NELSAP
STUDY ON THE INTERCONNECTION OF THE ELECTRICITY NETWORKS IN THE GREAT RIFT VALLEY OF THE GREAT RIFT VALLEY COUNTRIES

PAALEN
ETUDE D'INTERCONNEXION DES RESEAUX ELECTRIQUES DES PAYS SAHILIENS ET DES PAYS SAHILIENS EQUATORIAUX DU NIL

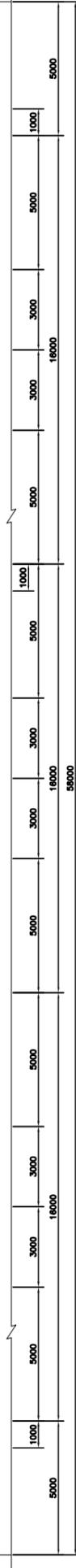
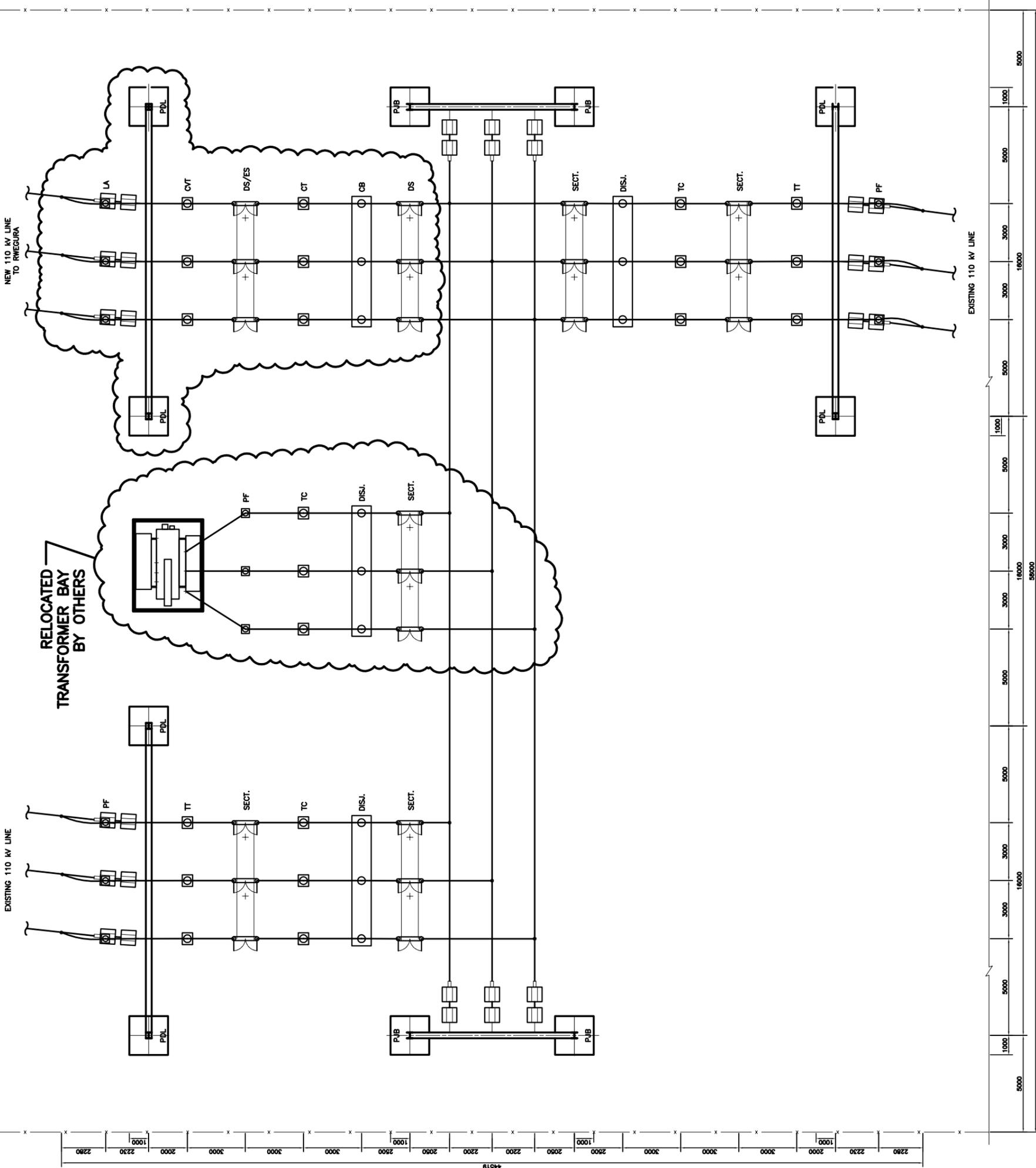
FEASIBILITY REPORT / RAPPORT DE FAISABILITE

INTERCONNEXION BURUNDI-RWANDA
POSTE KIGOMA SUBSTATION
UNIFILAIRE / SINGLE LINE DIAGRAM

N° R P.KG.0010
Date : June / Juin 2007

Hydro Québec International
E.ON Energy Research Center
E.ON Energy Research Center

| LEGENDE | | |
|---------|--------------------------------|--------------------------------------|
| CB | CIRCUIT BREAKER | DISJONCTEUR |
| CT | CURRENT TRANSFORMER | TRANSFORMATEUR DE COURANT |
| CVT | CAPACITIVE VOLTAGE TRANSFORMER | TRANSFORMATEUR DE TENSION CAPACITIF |
| DS/ES | DISCONNECTOR | SECTIONNEUR |
| DS/ES | DISCONNECTOR WITH EARTH SWITCH | SECTIONNEUR AVEC SECTIONNEUR DE MALT |
| GTR | GROUNDING TRANSFORMER | TRANSFORMATEUR DE MALT |
| LA | LIGHTNING ARRESTER | PARAFODRE |
| PA | PANTOGRAPH DISCONNECTOR | SECTIONNEUR TYPE PANTOGRAPH |
| PI | POST INSULATOR | ISOLATEUR RIGIDE |
| SHR | SHUNT REACTOR | REACTANCE SHUNT |
| TR | TRANSFORMER | TRANSFORMATEUR |



PLAN
1:100

NELSAP
STUDY ON THE INTERCONNECTION
OF THE ELECTRICITY
NETWORKS IN THE GREAT
LAKES REGION OF THE
EQUATORIAL LAKES
COUNTRIES

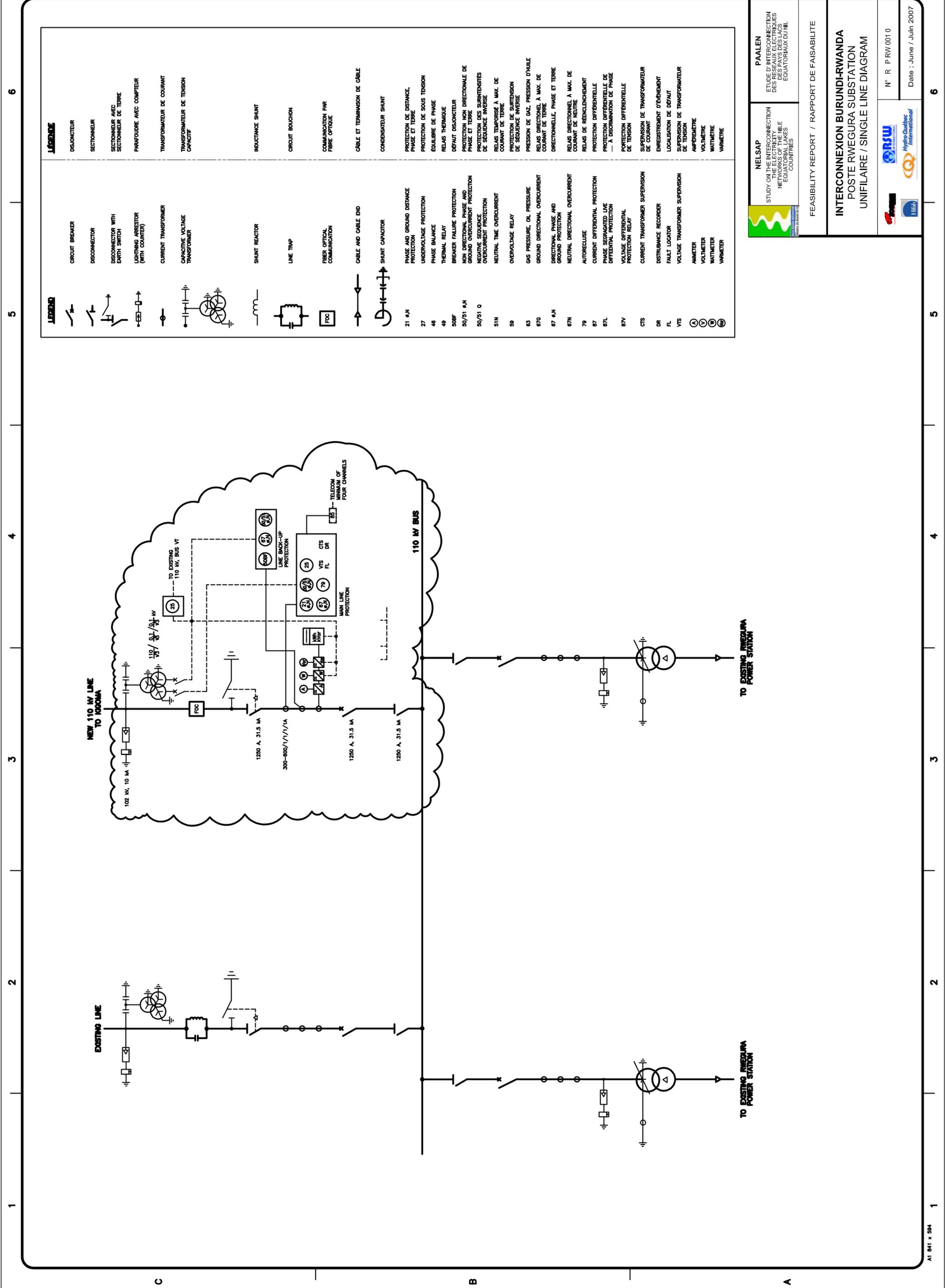
PAALEN
ETUDE D'INTERCONNEXION
DES RESEAUX ELECTRIQUES
DES GRANDS LACS
EQUATORIAUX DU NIL

FEASIBILITY REPORT / RAPPORT DE FAISABILITE

INTERCONNEXION BURUNDI-RWANDA
POSTE KIGOMA SUBSTATION
VUE EN PLAN / PLAN VIEW

N° R P KG 002 0
Date : June / Juin 2007

Hydro Québec International
EHEC



| LEGENDE | |
|---------|-----------------------------------|
| | CIRCUIT BREAKER |
| | DISCONNECTOR |
| | DISCONNECTOR WITH EARTH SWITCH |
| | LIGHTNING ARRESTOR (WITH COUNTER) |
| | CURRENT TRANSFORMER |
| | CAPACITIVE VOLTAGE TRANSFORMER |
| | SHUNT REACTOR |
| | LINE TRAP |
| | FIBER OPTICAL COMMUNICATION |
| | CABLE AND CABLE END |
| | SHUNT CAPACITOR |

| | | |
|-------|----|---|
| 21 | 4A | PHASE AND GROUND DISTANCE PROTECTION |
| 27 | | UNDERVOLTAGE PROTECTION |
| 46 | | PHASE BALANCE |
| 48 | | THERMAL RELAY |
| 50BF | | BREAKER FAILURE PROTECTION |
| 50/51 | 4A | NON DIRECTIONAL PHASE AND GROUND OVERCURRENT PROTECTION |
| 50/51 | Q | NEGATIVE SEQUENCE OVERCURRENT PROTECTION |
| 51N | | NEUTRAL TIME OVERCURRENT |
| 59 | | OVERVOLTAGE RELAY |
| 63 | | GAS PRESSURE, OIL PRESSURE |
| 67C | | GROUND DIRECTIONAL OVERCURRENT |
| 67 | 4A | DIRECTIONAL PHASE AND GROUND PROTECTION |
| 67N | | NEUTRAL DIRECTIONAL OVERCURRENT |
| 79 | | AUTORECLUSE |
| 87 | | CURRENT DIFFERENTIAL PROTECTION |
| 87L | | PHASE SEPARATED LINE DIFFERENTIAL PROTECTION |
| 87V | | VOLTAGE DIFFERENTIAL PROTECTION RELAY |
| CTS | | CURRENT TRANSFORMER SUPERVISION |
| DR | | DISTURBANCE RECORDER |
| FL | | FAULT LOCATOR |
| VTS | | VOLTAGE TRANSFORMER SUPERVISION |
| | | AMMETER |
| | | VOLTMETER |
| | | WATTMETER |
| | | VARIOMETER |

| LEGENDE | |
|---------|-------------------------------------|
| | DISJONCTEUR |
| | SECTIONNEUR |
| | SECTIONNEUR AVEC TERRE |
| | PARAFONDRE AVEC COMPTEUR |
| | TRANSFORMATEUR DE COURANT |
| | TRANSFORMATEUR DE TENSION CAPACITIF |
| | INDUCTANCE SHUNT |
| | CIRCUIT BOUCHON |
| | COMMUNICATION PAR FIBRE OPTIQUE |
| | CABLE ET TERMINATION DE CABLE |
| | CONDENSATEUR SHUNT |

| | | |
|--|--|--|
| | | PROTECTION DE DISTANCE, PHASE ET TERRE |
| | | PROTECTION DE SOUS TENSION |
| | | EQUILIBRE DE PHASE |
| | | RELAIS THERMIQUE |
| | | DEFAUT DISJONCTEUR |
| | | PROTECTION NON DIRECTIONALE DE PHASE ET TERRE |
| | | PROTECTION DES SURTENSIONS DE SEQUENCE INVERSE |
| | | RELAIS TEMPORISE A MAX. DE COURANT DE TERRE |
| | | PROTECTION DE SURTENSION DE SEQUENCE INVERSE |
| | | PRESSION DE GAZ, PPRESSION D'HUILE |
| | | RELAIS DIRECTIONNEL A MAX. DE COURANT DE TERRE |
| | | DIRECTIONNELLE, PHASE ET TERRE |
| | | RELAIS DIRECTIONNEL A MAX. DE COURANT DE NEUTRE |
| | | RELAIS DE REENCLICHEMENT |
| | | PROTECTION DIFFERENTIELLE |
| | | PROTECTION DIFFERENTIELLE DE ... A DISCRIMINATION DE PHASE |
| | | PROTECTION DIFFERENTIELLE DE TENSION |
| | | SUPERVISION DE TRANSFORMATEUR DE COURANT |
| | | ENREGISTREMENT D'EVENEMENT |
| | | LOCALISATION DE DEFAUT |
| | | SUPERVISION DE TRANSFORMATEUR DE TENSION |
| | | AMPERMETRE |
| | | VOLTMETRE |
| | | WATTMETRE |
| | | VARIOMETRE |

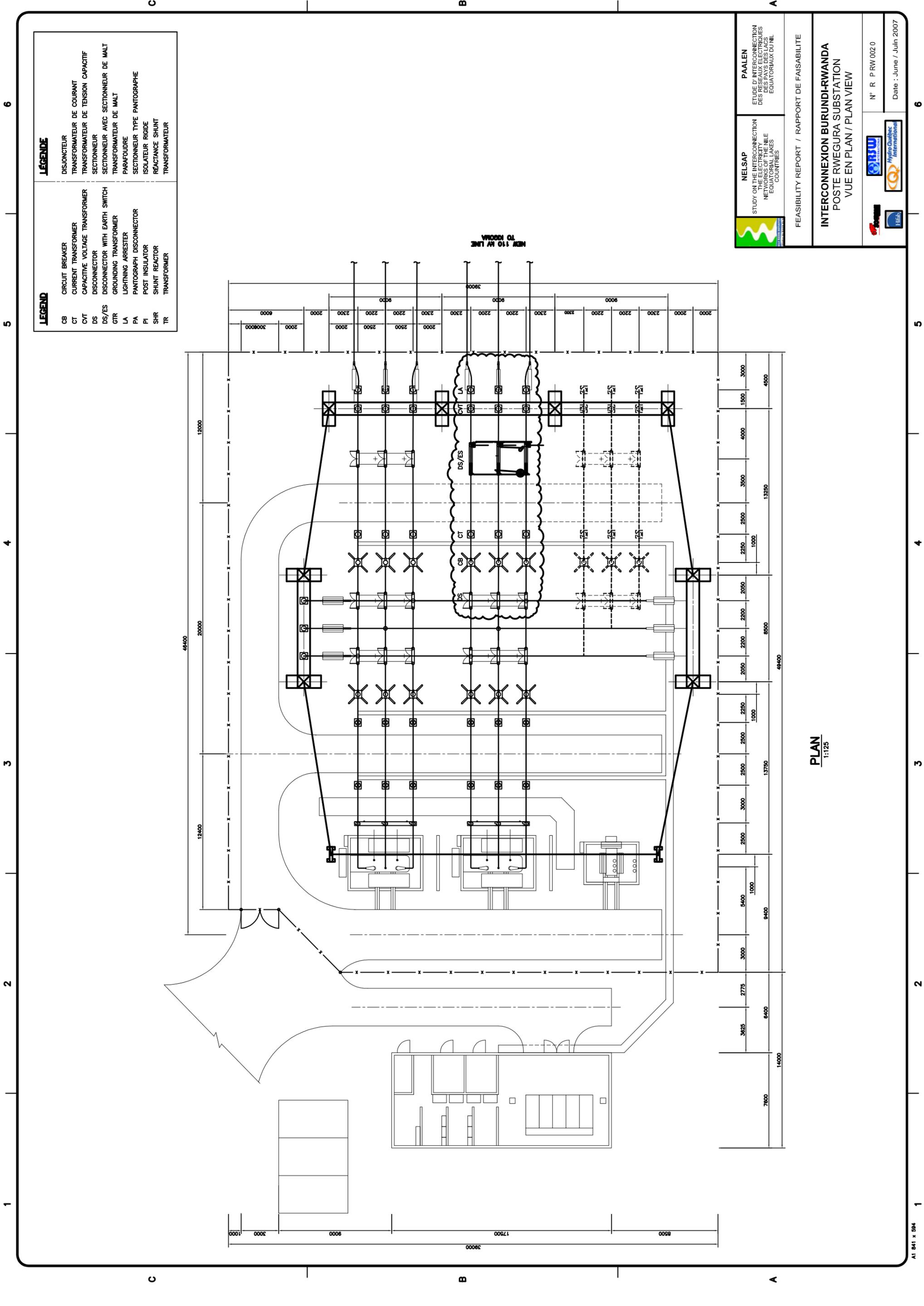
NELSAP
STUDY ON THE INTERCONNECTION OF THE ELECTRICITY NETWORKS BETWEEN BURUNDI, RWANDA AND EQUATORIAL GUINEA COUNTRIES

PAALEN
ETUDE D'INTERCONNEXION DES RESEAUX ELECTRIQUES DES PAYS BURUNDI, RWANDA ET EQUATORIAUX DU NIL

FEASIBILITY REPORT / RAPPORT DE FAISABILITE

INTERCONNEXION BURUNDI-RWANDA
POSTE RWEGURA SUBSTATION
UNIFILAIRE / SINGLE LINE DIAGRAM

N° R P RW 0010
Date : June / Juin 2007

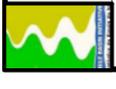


LEGENDE

- | | | |
|-------|--------------------------------|--------------------------------------|
| CB | CIRCUIT BREAKER | DISJONCTEUR |
| CT | CURRENT TRANSFORMER | TRANSFORMATEUR DE COURANT |
| CVT | CAPACITIVE VOLTAGE TRANSFORMER | TRANSFORMATEUR DE TENSION CAPACITIF |
| DS | DISCONNECTOR | SECTIONNEUR |
| DS/ES | DISCONNECTOR WITH EARTH SWITCH | SECTIONNEUR AVEC SECTIONNEUR DE MALT |
| GTR | GROUNDING TRANSFORMER | TRANSFORMATEUR DE MALT |
| LA | LIGHTNING ARRESTER | PARAFODRE |
| PA | PANTOGRAPH DISCONNECTOR | SECTIONNEUR TYPE PANTOGRAPH |
| PI | POST INSULATOR | ISOLATEUR RIGIDE |
| SHR | SHUNT REACTOR | REACTANCE SHUNT |
| TR | TRANSFORMER | TRANSFORMATEUR |

LEGENDE

- | | | |
|-------|--------------------------------|--------------------------------------|
| CB | CIRCUIT BREAKER | DISJONCTEUR |
| CT | CURRENT TRANSFORMER | TRANSFORMATEUR DE COURANT |
| CVT | CAPACITIVE VOLTAGE TRANSFORMER | TRANSFORMATEUR DE TENSION CAPACITIF |
| DS | DISCONNECTOR | SECTIONNEUR |
| DS/ES | DISCONNECTOR WITH EARTH SWITCH | SECTIONNEUR AVEC SECTIONNEUR DE MALT |
| GTR | GROUNDING TRANSFORMER | TRANSFORMATEUR DE MALT |
| LA | LIGHTNING ARRESTER | PARAFODRE |
| PA | PANTOGRAPH DISCONNECTOR | SECTIONNEUR TYPE PANTOGRAPH |
| PI | POST INSULATOR | ISOLATEUR RIGIDE |
| SHR | SHUNT REACTOR | REACTANCE SHUNT |
| TR | TRANSFORMER | TRANSFORMATEUR |



NELSAP
STUDY ON THE INTERCONNECTION
THE ELECTRICITY NETWORKS IN
BURUNDI, RWANDA, TANZANIA AND
EQUATORIAL LAKES
COUNTRIES

PAALEN
ETUDE D'INTERCONNECTION
DES RESEAUX ELECTRIQUES
BURUNDI, RWANDA, TANZANIE
EQUATORIAUX DU NIL

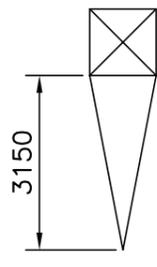
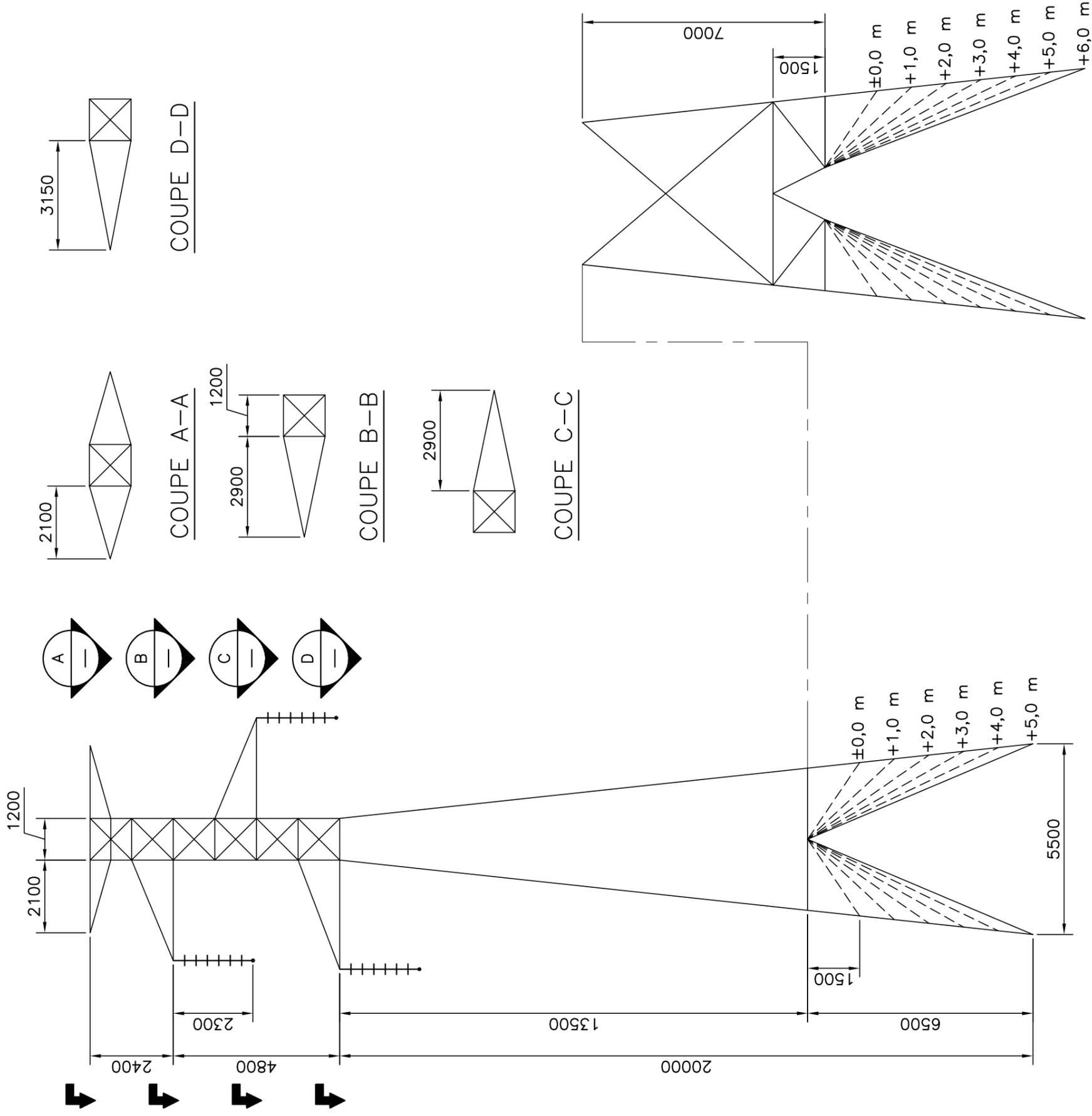
FEASIBILITY REPORT / RAPPORT DE FAISABILITE
INTERCONEXION BURUNDI-RWANDA
POSTE RWEGERA SUBSTATION
VUE EN PLAN / PLAN VIEW



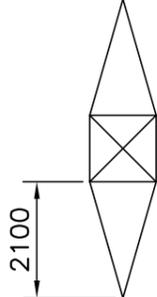
N° R P RW 002 0
Date : June / Juin 2007

PLAN
1:125

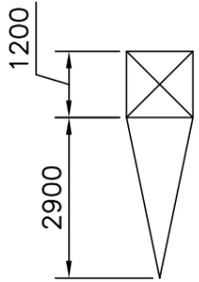
ANNEXE E : ÉPURES DES PYLÔNES



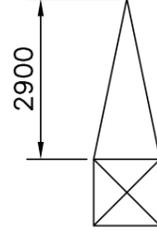
COUPE D-D



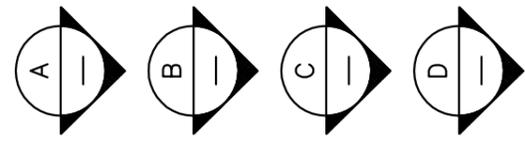
COUPE A-A



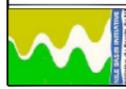
COUPE B-B



COUPE C-C



1:125
 SCALE / ECHELLE 0 1,25 2,50 4,00 5,50 6,25 m



NELSAP
 STUDY ON THE INTERCONNECTION
 THE ELECTRICITY
 NETWORKS OF THE NILE
 EQUATORIAL LAKES
 COUNTRIES

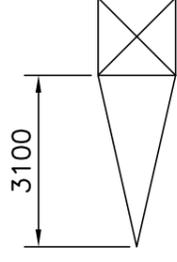
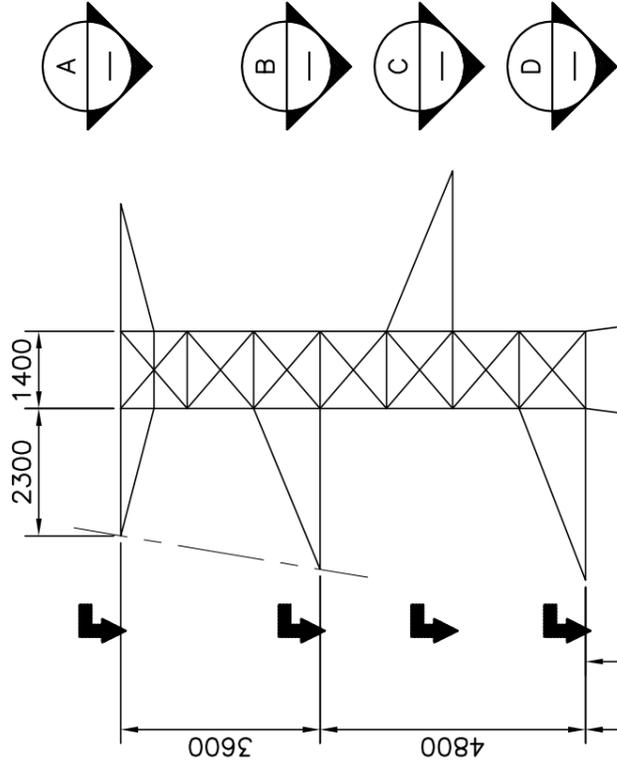
PAALEN
 ETUDE D'INTERCONNECTION
 DES RESEAUX ELECTRIQUES
 DES PAYS DES LACS
 EQUATORIAUX DU NIL

FEASIBILITY REPORT / RAPPORT DE FAISABILITE

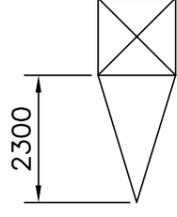
INTERCONNECTION BURUNDI-RWANDA
 110 KV-ÉPURE PYLÔNE D'ALIGNEMENT
 DE 0° À 2°



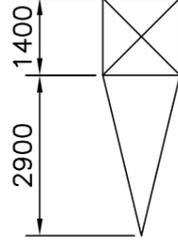
N° R L BR 100 0
 Date : June / Juin 2007



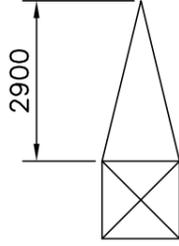
COUPE D-D



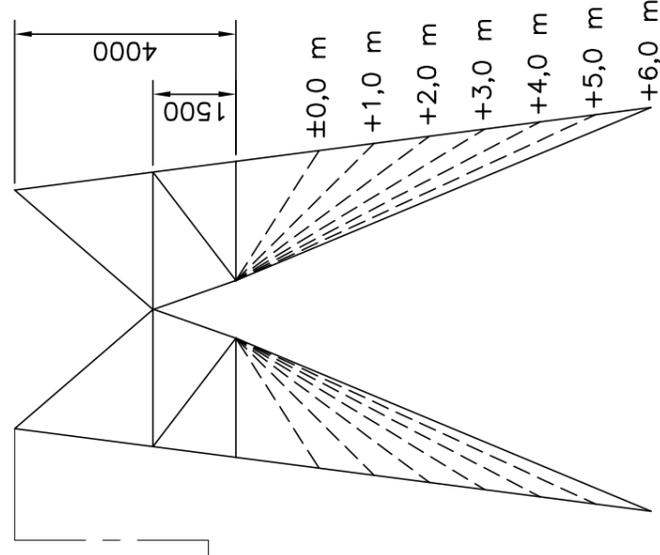
COUPE A-A



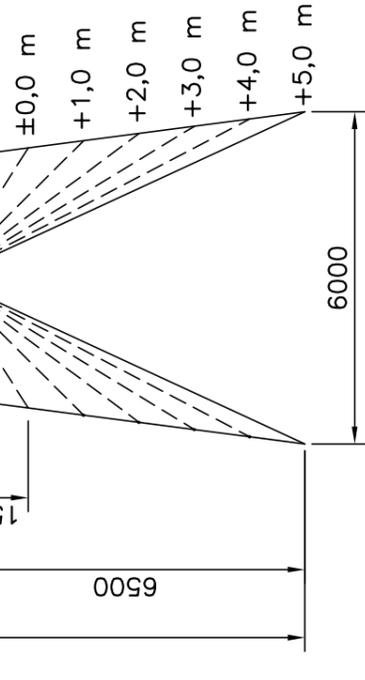
COUPE B-B



COUPE C-C



AUCUNE CHAÎNE EN SUSPENSION
POUR LA BRETELLE.



1:125
SCALE / ECHELLE 0 1,25 2,50 3,75 5,00 6,25 m



NELSAP
STUDY ON THE INTERCONNECTION
THE ELECTRICITY
NETWORKS OF THE NILE
EQUATORIAL LAKES
COUNTRIES

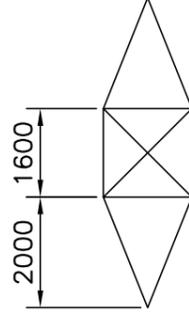
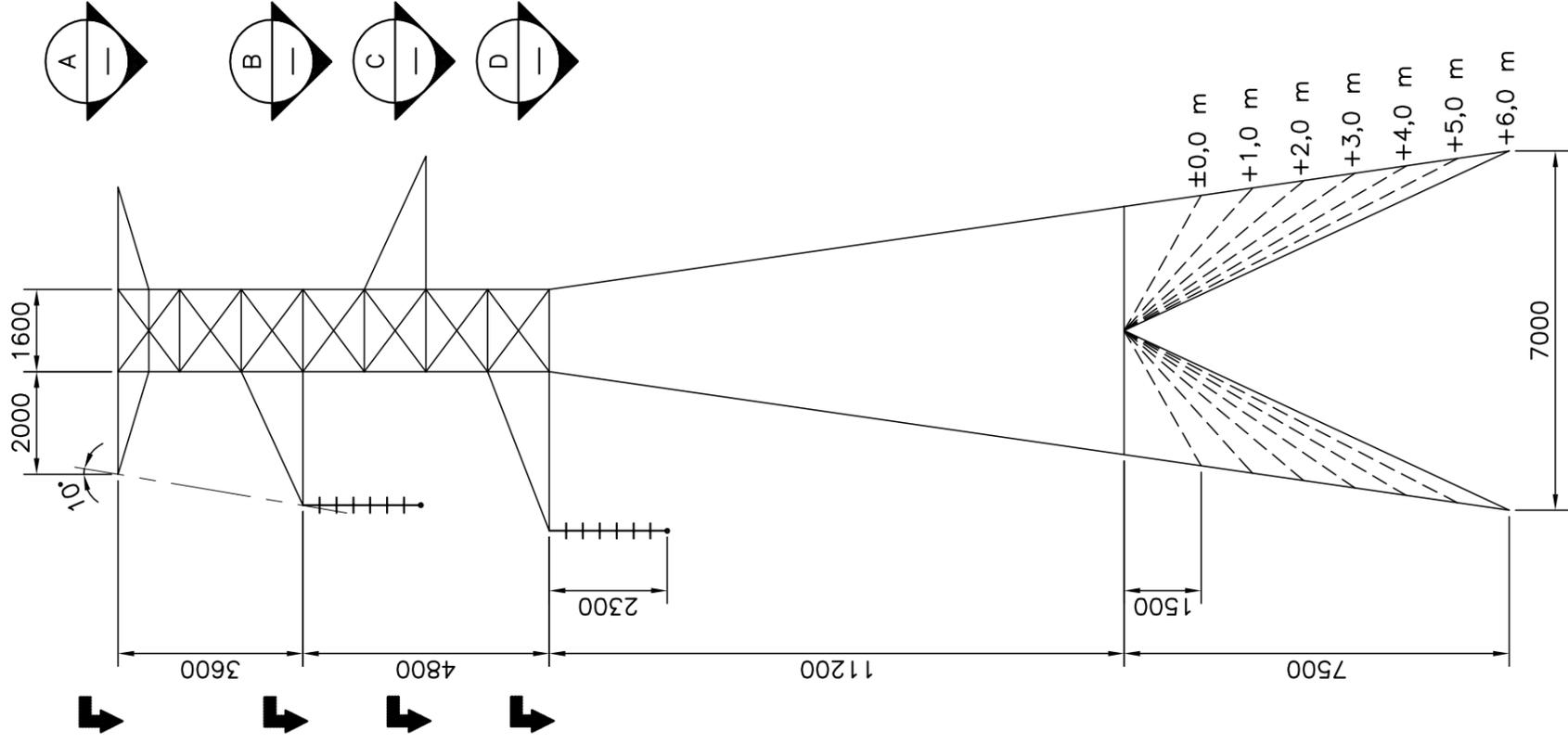
PAALEN
ETUDE D'INTERCONNECTION
DES RESEAUX ELECTRIQUES
DES PAYS DES LACS
EQUATORIAUX DU NIL

FEASIBILITY REPORT / RAPPORT DE FAISABILITÉ

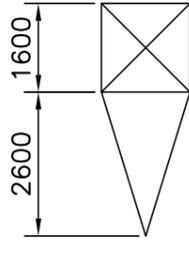
INTERCONNEXION BURUNDI-RWANDA
110 KV-ÉPURE PYLÔNE D'ANGLE DE 0° À 15°



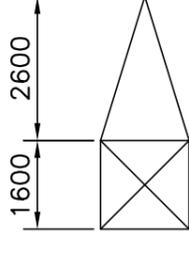
N° R L BR 101 0
Date : June / Juin 2007



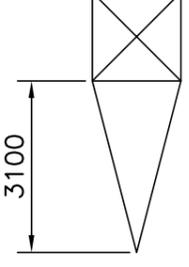
COUPE A-A



COUPE B-B



COUPE C-C

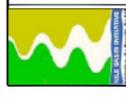


COUPE D-D

CHAÎNE DE SUSPENSION DE LA BRETELLE
REQUISE SEULEMENT POUR LES PHASES
A L'EXTÉRIEUR DE L'ANGLE DE LA LIGNE.

1:125

SCALE / ECHELLE 0 1,25 2,50 3,75 5,00 6,25 m



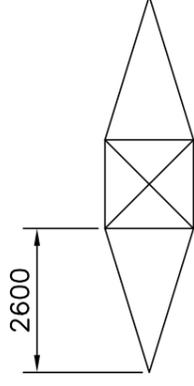
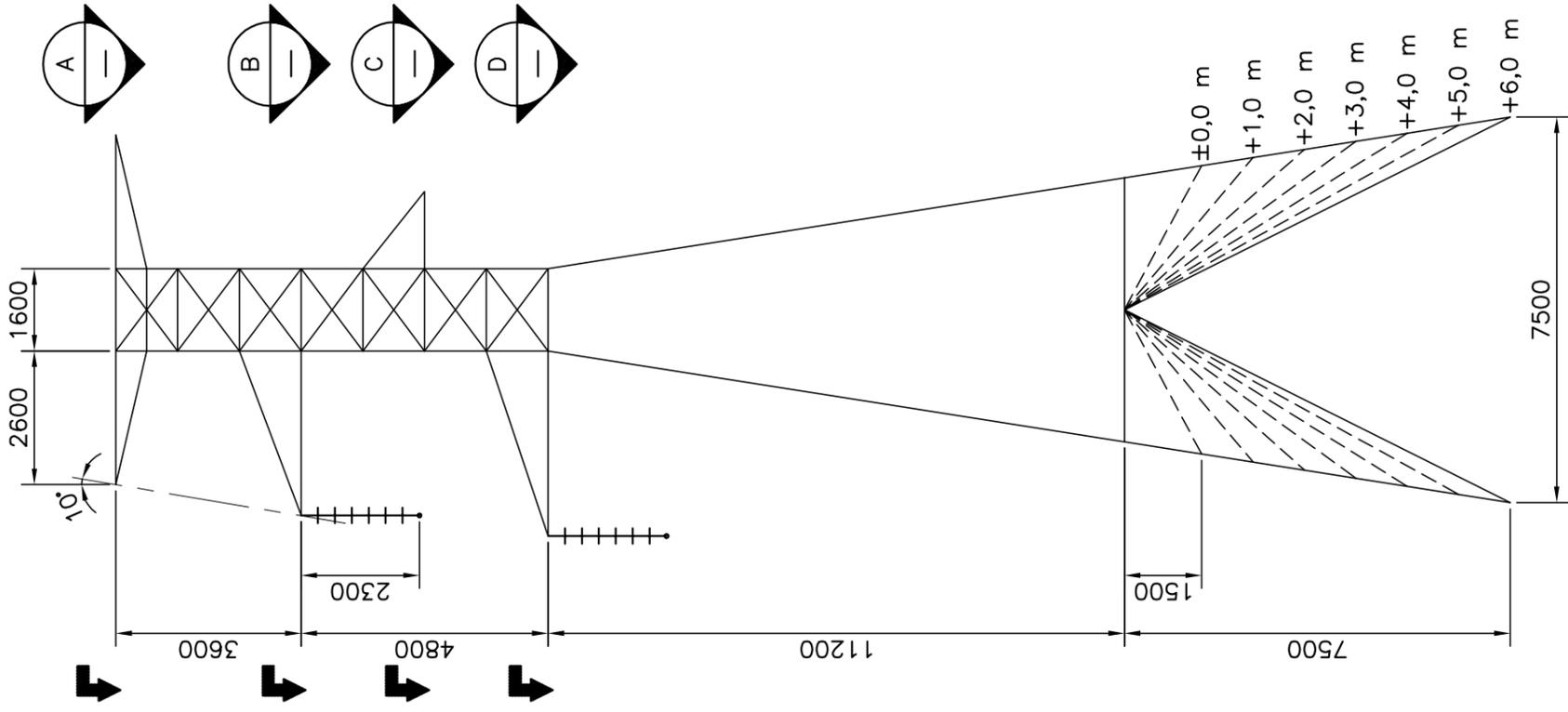
NELSAP
STUDY ON THE INTERCONNECTION
THE ELECTRICITY
NETWORKS OF THE NILE
EQUATORIAL LAKES
COUNTRIES

PAALEN
ETUDE D'INTERCONNECTION
DES RESEAUX ELECTRIQUES
DES PAYS DES LACS
EQUATORIAUX DU NIL

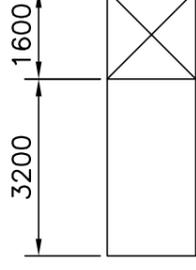
FEASIBILITY REPORT / RAPPORT DE FAISABILITÉ

INTERCONNECTION BURUNDI-RWANDA
110 KV-ÉPURE PYLÔNE D'ANGLE
DE 15° À 60° ET D'ARRÊT À 0°

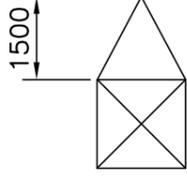
N° R L BR 102 0
Date : June / Juin 2007



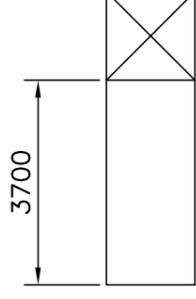
COUPE A-A



COUPE A-A



COUPE B-B



COUPE C-C

CHAÎNE DE SUSPENSION DE LA BRETELLE
REQUISE SEULEMENT POUR LES PHASES
À L'EXTÉRIEUR DE L'ANGLE DE LA LIGNE

1:125

SCALE / ECHELLE 0 1,25 2,50 3,75 5,00 6,25 m



NELSAP
STUDY ON THE INTERCONNECTION
OF THE ELECTRICITY
NETWORKS OF THE NILE
EQUATORIAL LAKES
COUNTRIES

PAALEN
ETUDE D'INTERCONNECTION
DES RESEAUX ELECTRIQUES
DES PAYS DES LACS
EQUATORIAUX DU NIL

FEASIBILITY REPORT / RAPPORT DE FAISABILITÉ

INTERCONNECTION BURUNDI-RWANDA
110 KV-ÉPURE PYLÔNE D'ANGLE DE 60° À 90°

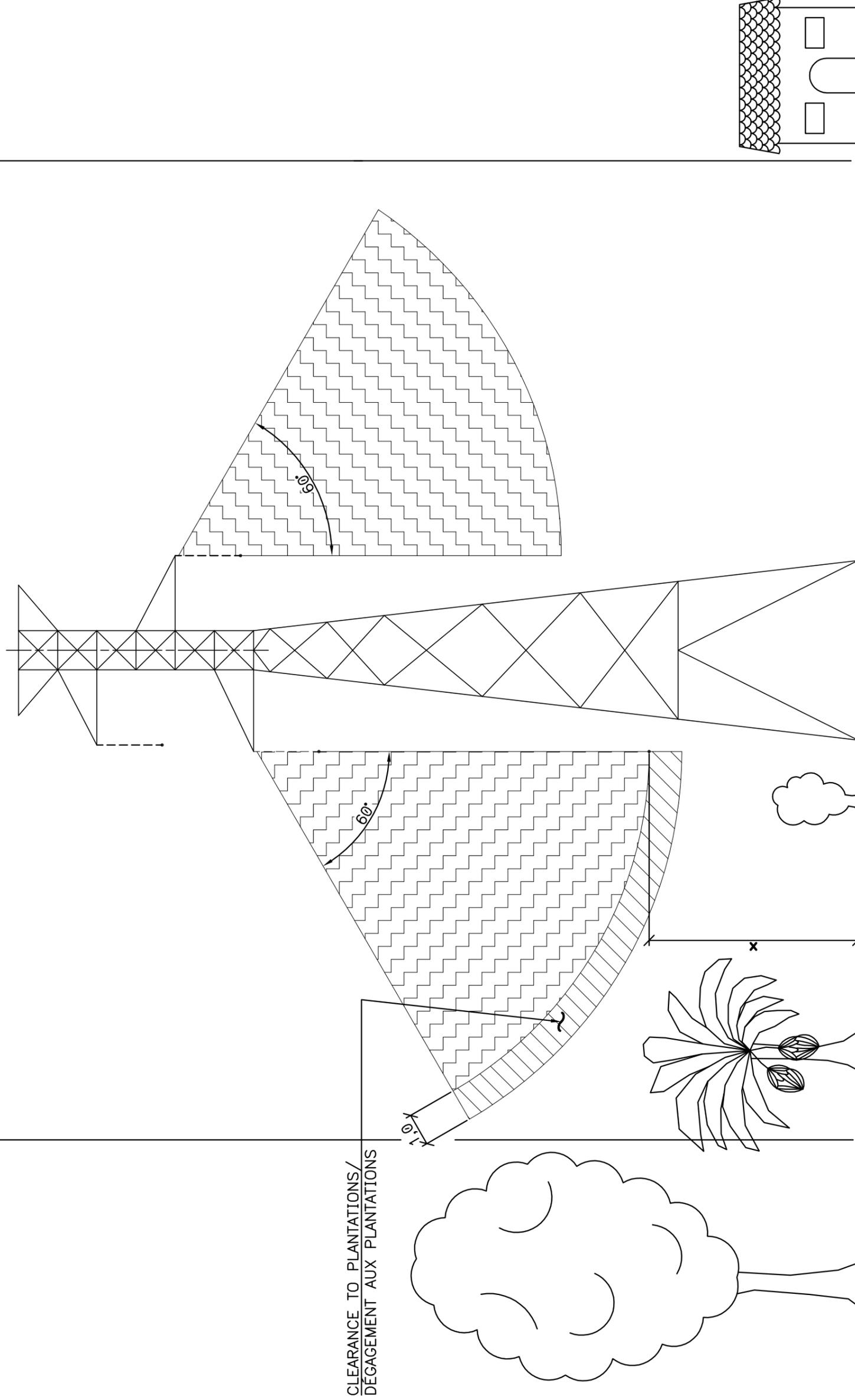


N° R L BR 103 0

Date : June / Juin 2007

ANNEXE F : DÉGAGEMENT ÉLECTRIQUE

EMPRISE 30,0 m RIGHT OF WAY



CLEARANCE TO PLANTATIONS/
DÉGAGEMENT AUX PLANTATIONS

EUCALYPTUS

BANANA
BANANIER

BUSH
BUISSON

| CLEARANCE TO GROUND/ DÉGAGEMENT AU SOL | x (m) |
|---|----------|
| 220 kV | 8,0 |
| 110 kV | 7,0 |

NOTE : RULLING SPAN
PORTÉE DÉTERMINANTE : 350 m

SCALE / ÉCHELLE 0 1,25 2,50 3,75 5,00 6,25 m



NELSAP
STUDY ON THE INTERCONNECTION
THE ELECTRICITY
NETWORKS OF THE NILE
EQUATORIAL LAKES
COUNTRIES

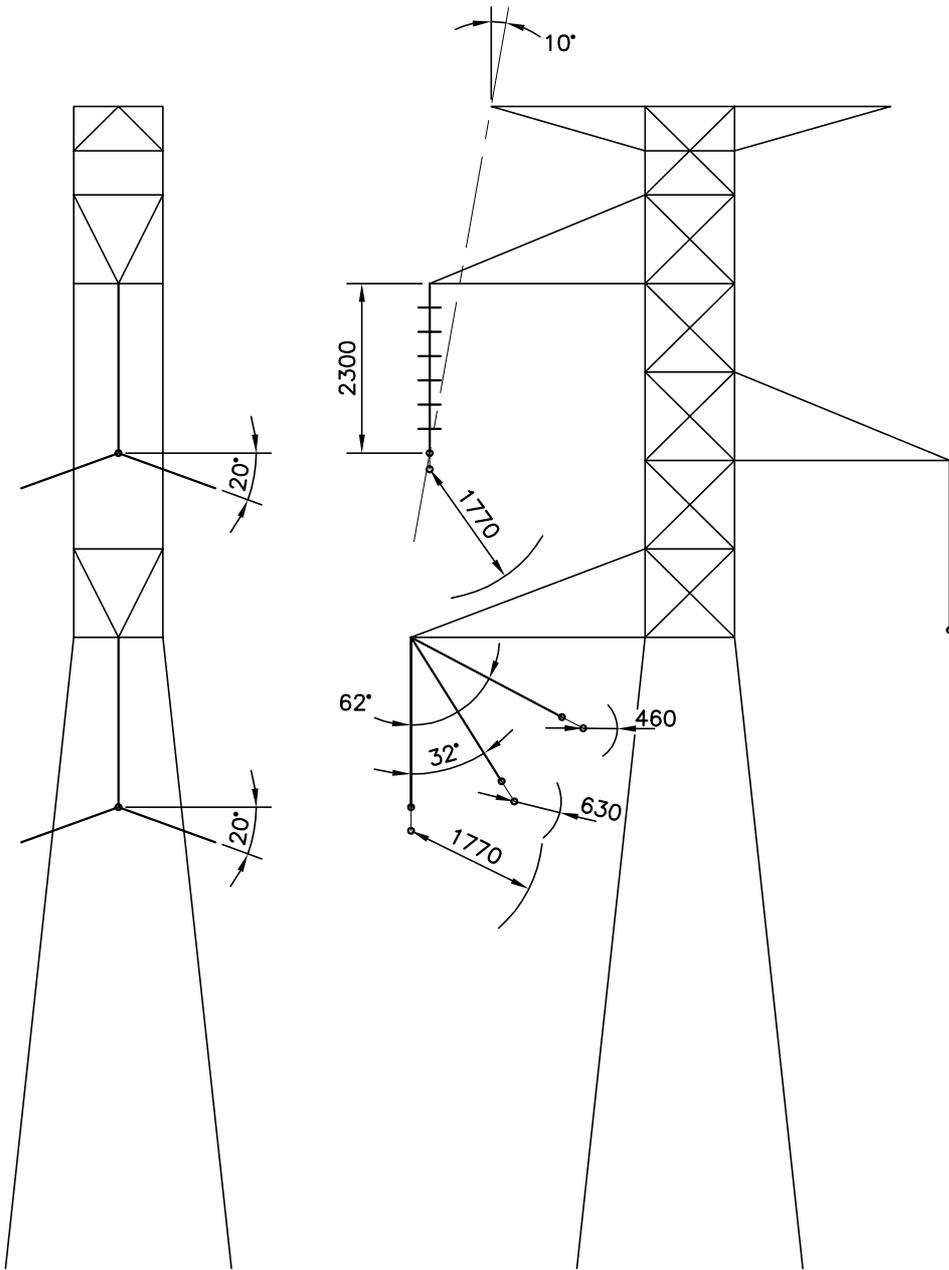
PAALEN
ETUDE D'INTERCONNECTION
DES RESEAUX ELECTRIQUES
DES PAYS DES LACS
EQUATORIAUX DU NIL

FEASIBILITY REPORT / RAPPORT DE FAISABILITÉ

INTERCONNEXION BURUNDI-RWANDA-RDC
110 & 220 kV - DÉGAGEMENTS DE L'EMPRISE



N° R.LBR 0310
Date : June / Juin 2007



1:100

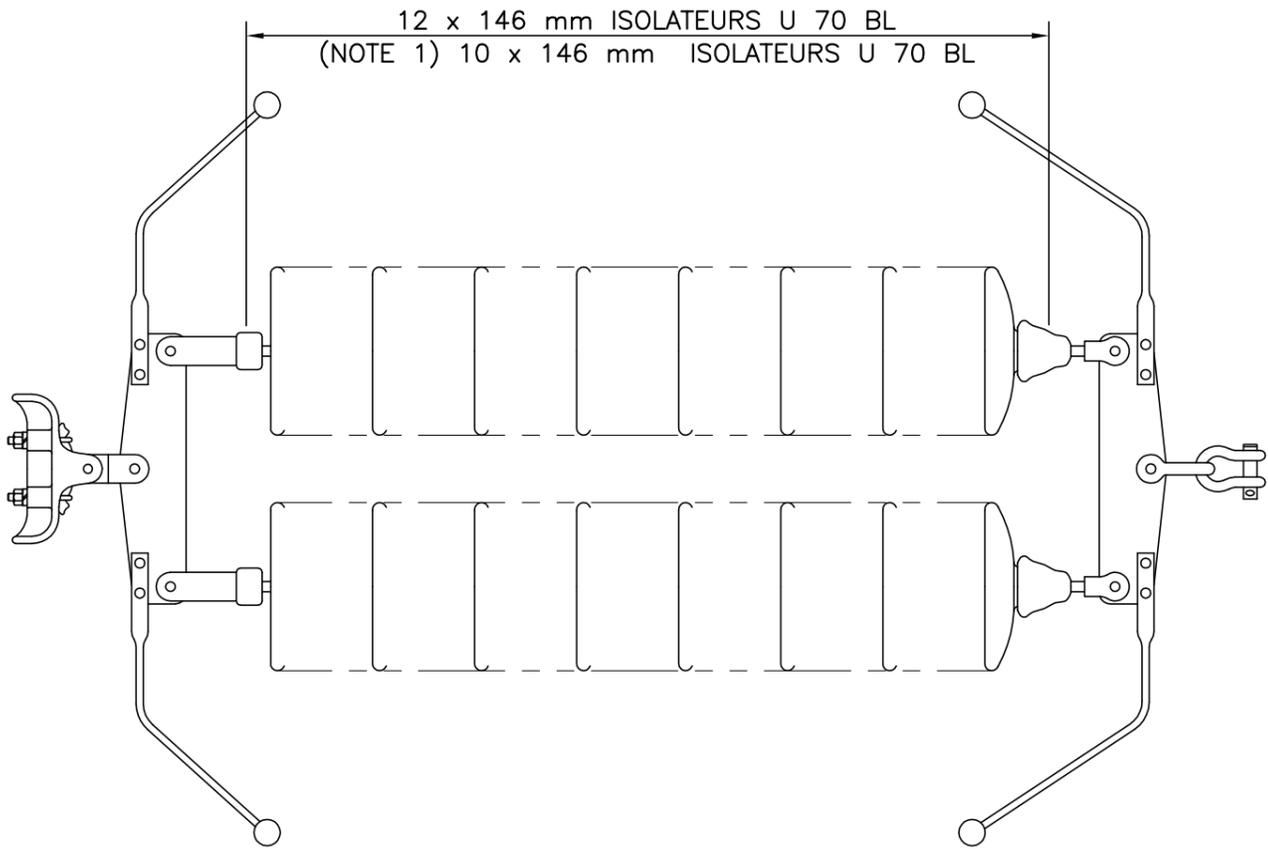
SCALE / ÉCHELLE 0 1,00 2,00 3,00 4,00 5,00 m

| | | |
|---|--|---|
|  | <p>NELSAP STUDY ON THE INTERCONNECTION THE ELECTRICITY NETWORKS OF THE NILE EQUATORIAL LAKES COUNTRIES</p> | <p>PAALEN ETUDE D'INTERCONNECTION DES RESEAUX ELECTRIQUES DES PAYS DES LACS EQUATORIAUX DU NIL</p> |
| | <p>FEASIBILITY REPORT / RAPPORT DE FAISABILITÉ</p> | |
| <p>INTERCONNEXION BURUNDI-RWANDA DÉGAGEMENT ÉLECTRIQUE 110 kV - PYLÔNE D'ALIGNEMENT 0°À 2°</p> | | |
|  | <p>N° R L BR 104 0 Date : June / Juin 2007</p> | |

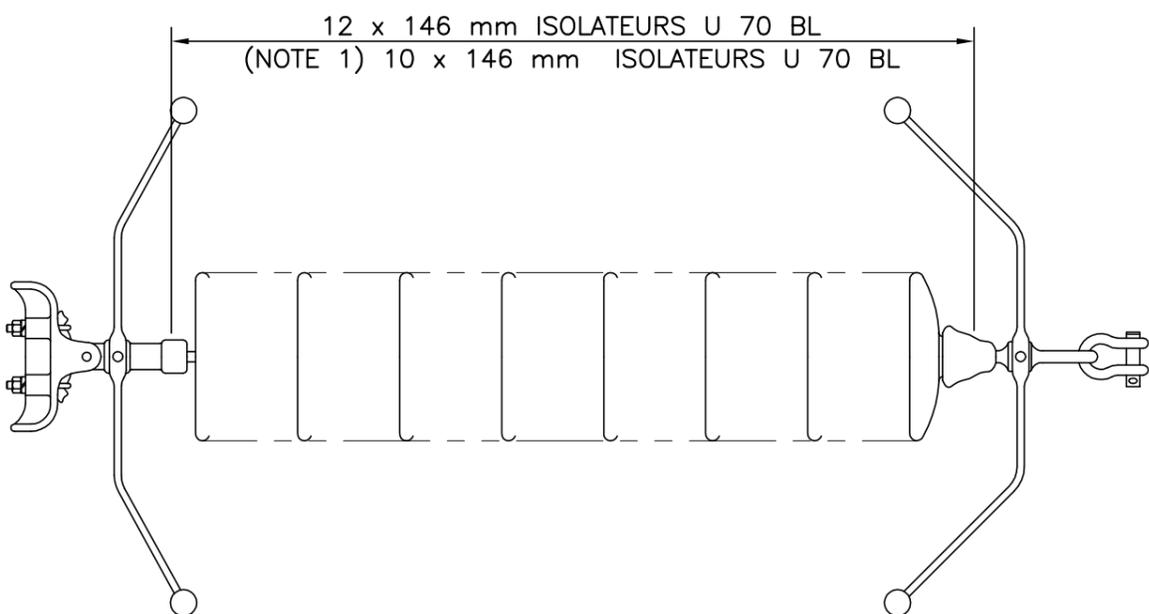
ANNEXE G : CHAÎNE D’ISOLATEUR

NOTES:

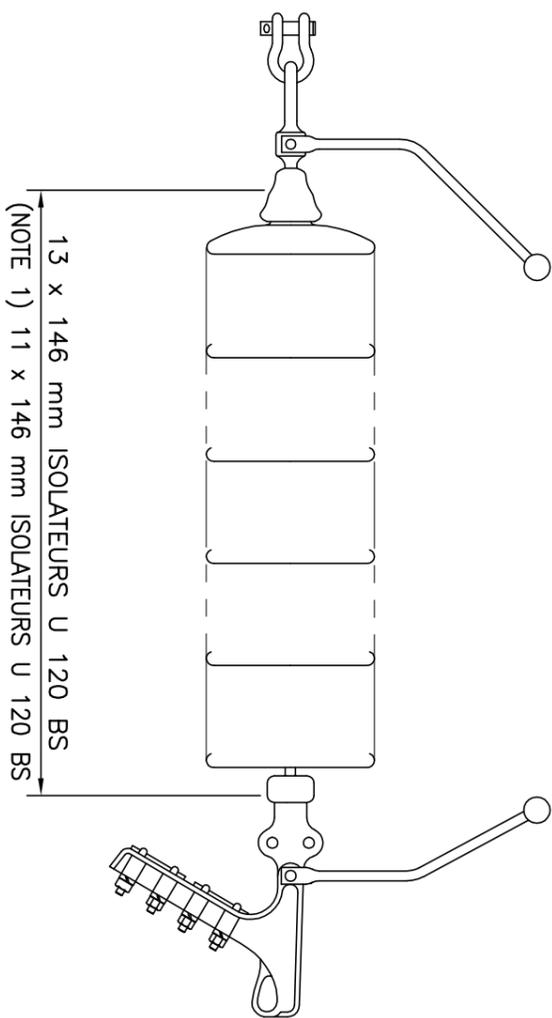
1. CONVERSION DES LIGNES 70 KV A 110 KV.



CHÂÎNE DOUBLE EN SUSPENSION



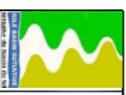
CHÂÎNE SIMPLE EN SUSPENSION



CHÂÎNE SIMPLE EN ARRÊT

1:10

SCALE / ÉCHELLE 0 100 200 300 400 500 mm

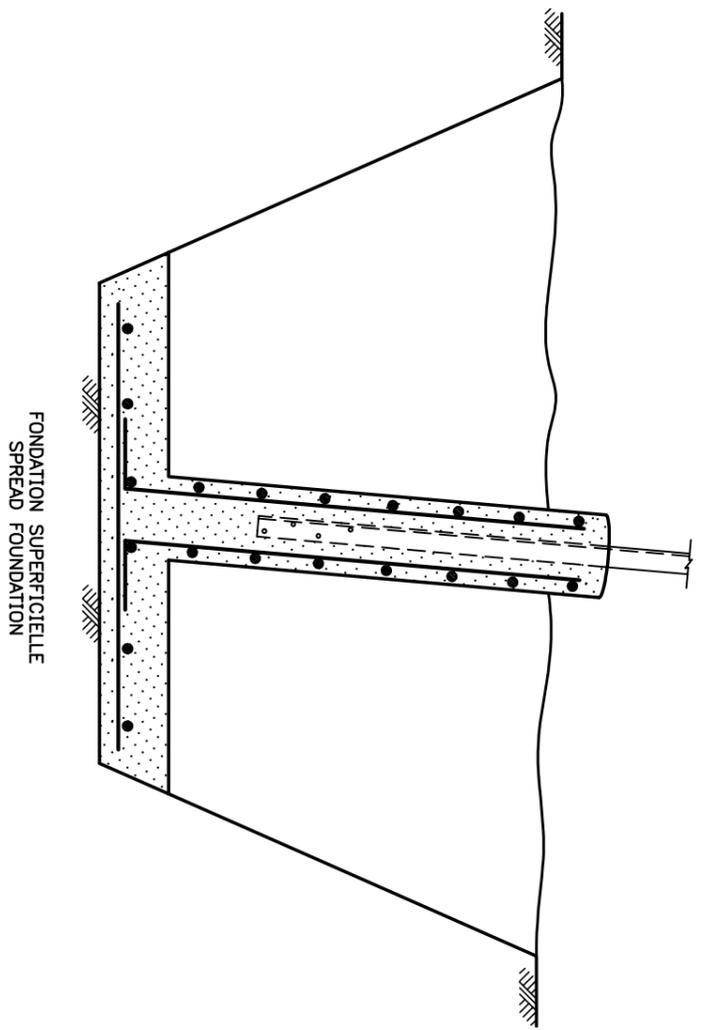
| | |
|---|--|
|  <p>NELSAP STUDY ON THE INTERCONNECTION THE ELECTRICITY NETWORKS OF THE NILE EQUATORIAL LAKES COUNTRIES</p> |  <p>PALEN ETUDE D'INTERCONNECTION DES RESEAUX ELECTRIQUES DES PAYS DES LACS EQUATORIAUX DU NIL</p> |
|---|--|

FEASIBILITY REPORT / RAPPORT DE FAISABILITÉ

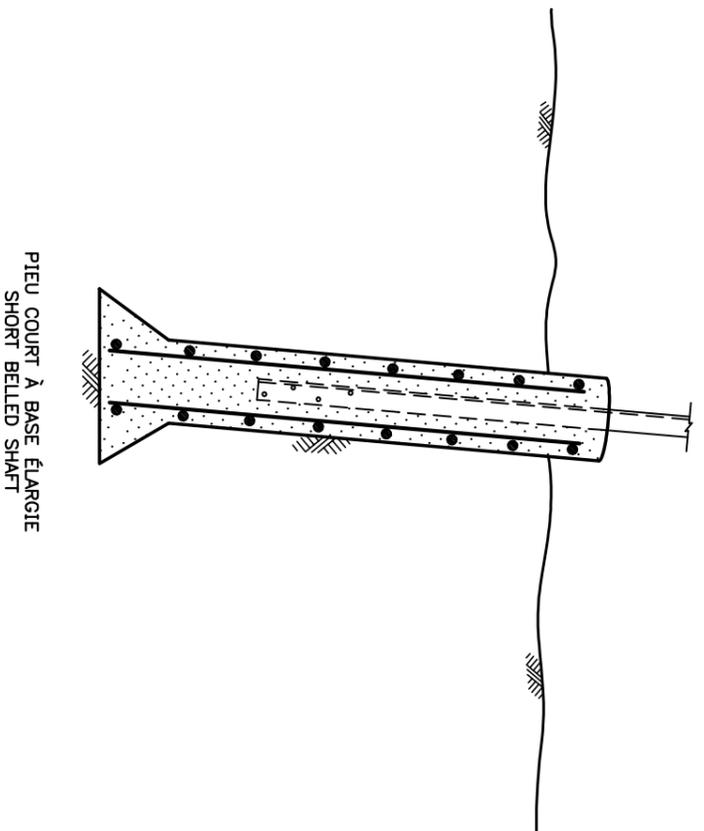
INTERCONNEXION BURUNDI-RWANDA
110 KV - CHÂÎNES D'ISOLATEURS

| | |
|---|--|
|  <p>Socotra Hydro Québec International</p> | <p>N° R L BR 105 0 Date : June / Juin 2007</p> |
|---|--|

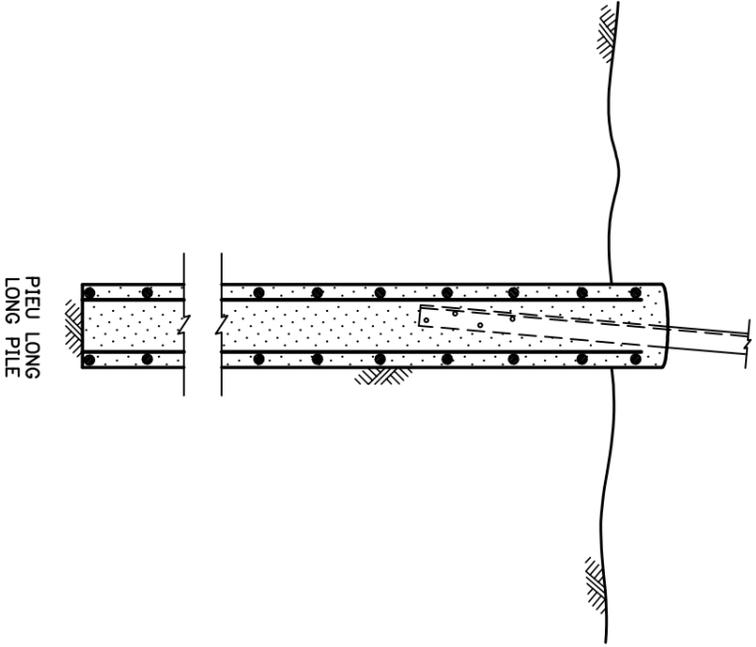
ANNEXE H : FONDATIONS



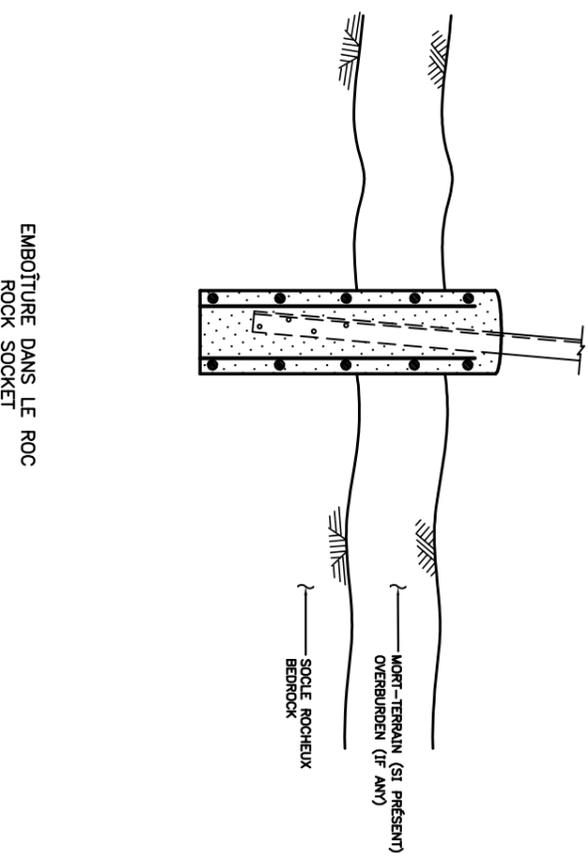
FONDATION SUPERFICIELLE
SPREAD FOUNDATION



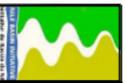
PIEU COURT À BASE ÉLARGIE
SHORT BELLED SHAFT



PIEU LONG
LONG PILE



EMBOÎTURE DANS LE ROC
ROCK SOCKET



NIELSAP
STUDY ON THE INTERCONNECTION
THE ELECTRICITY
NETWORKS OF THE NILE
EQUATORIAL LAKES
COUNTRIES

PALEN
ETUDE D'INTERCONNECTION
DES RESEAUX ELECTRIQUES
DES PAYS DES LACS
EQUATORIAUX DU NIL

FEASIBILITY REPORT / RAPPORT DE FAISABILITE

**INTERCONNEXION BURUNDI-RWANDA
FONDATIONS**



N° R L BR 200 1
Date : June / Juin 2007

ANNEXE I : COÛTS DÉTAILLÉS

110 KV LINE BURUNDI - RWANDA (BETWEEN KIGOMA AND RWEGURA)

| No | ITEM | | UNIT | EST Qty | Supply | | Sea | | Inland | | Erection | | Total price | |
|-----|--|--|-----------|---------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|------------|-------------|------------|
| | DESCRIPTION | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount |
| 1.0 | GENERAL WORKS | | | | | | | | | | | | | |
| | Including complete design, manufacturing, testing, transport, loading, unloading, intermediate storage, erection installation, testing and commissioning. | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Check survey, review of tower plotting and preparation of profile drawings and tower schedule. | | route km | 103 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 1 922 | \$ 197 955 | \$ 1 922 | \$ 197 955 |
| 1.2 | Sub-soil investigation at support locations by means of machine boring, including all necessary drilling, sampling, soil penetration test (SPT), establishment of ground water level, laboratory testing and determination of soil/water aggressiveness | | per tower | 10 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 1 279 | \$ 12 791 | \$ 1 279 | \$ 12 791 |
| 1.3 | Sub-soil investigation at support locations by means of in situ penetrometer, vane test or bearing test. | | per tower | 271 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 259 | \$ 70 116 | \$ 259 | \$ 70 116 |
| 1.4 | Specialist soil investigation | | | 5 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 2 243 | \$ 11 213 | \$ 2 243 | \$ 11 213 |
| 1.5 | Clearing the right-of-way & construction of all required access and maintenance roads | | lump sum | 1 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 75 799 | \$ 75 799 | \$ 75 799 | \$ 75 799 |
| | SUB - TOTAL CARRIED TO SUMMARY OF PRICES | | | | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 367 873 | \$ - | \$ 367 873 |
| 2.0 | FOUNDATIONS | | | | | | | | | | | | | |
| | All Foundations for Tower Types according to the specification, including all transport, excavation, installation of stubs, all necessary reinforcement, shuttering, concreting, backfilling, compacting, complete tower earthing and their connections to tower | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Type A Tower, Good rock at low depth (5a) | | per tower | 5 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 761 | \$ 3 805 | \$ 761 | \$ 3 805 |
| 2.2 | Type A Tower, Bad rock at low depth (5b) | | per tower | 12 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 2 469 | \$ 29 628 | \$ 2 469 | \$ 29 628 |
| 2.3 | Type A Tower, Good Soil (3) | | per tower | 33 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 1 945 | \$ 64 185 | \$ 1 945 | \$ 64 185 |
| 2.4 | Type A Tower, Very good soil (1) | | per tower | 66 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 1 231 | \$ 81 246 | \$ 1 231 | \$ 81 246 |
| 2.5 | Type A Tower, Good soil submerged (2) | | per tower | 3 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 3 890 | \$ 11 670 | \$ 3 890 | \$ 11 670 |
| 2.6 | Type A Tower, Poor soil (4) | | per tower | 16 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 4 619 | \$ 73 896 | \$ 4 619 | \$ 73 896 |

110 KV LINE BURUNDI - RWANDA (BETWEEN KIGOMA AND RWEGURA)

| No | ITEM DESCRIPTION | UNIT | EST Qty | Supply | | Sea | | Inland | | Erection | | Total price | |
|--|---|-------------|---------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|------------|-------------|------------|
| | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount |
| 2,7 | Type B Tower, Good rock at low depth (5a) | per tower | 5 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 857 | \$ 4 285 | \$ 857 | \$ 4 285 |
| 2,8 | Type B Tower, Bad rock at low depth (5b) | per tower | 11 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 3 185 | \$ 35 035 | \$ 3 185 | \$ 35 035 |
| 2,9 | Type B Tower, Good Soil (3) | per tower | 29 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 2 063 | \$ 59 827 | \$ 2 063 | \$ 59 827 |
| 2,10 | Type B Tower, Very good soil (1) | per tower | 58 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 1 484 | \$ 86 072 | \$ 1 484 | \$ 86 072 |
| 2,11 | Type B Tower, Good soil submerged (2) | per tower | 2 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 4 126 | \$ 8 252 | \$ 4 126 | \$ 8 252 |
| 2,12 | Type B Tower, Poor soil (4) | per tower | 14 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 9 986 | \$ 139 804 | \$ 9 986 | \$ 139 804 |
| 2,13 | Type C Tower, Good rock at low depth (5a) | per tower | 1 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 1 508 | \$ 1 508 | \$ 1 508 | \$ 1 508 |
| 2,14 | Type C Tower, Bad rock at low depth (5b) | per tower | 1 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 3 647 | \$ 3 647 | \$ 3 647 | \$ 3 647 |
| 2,15 | Type C Tower, Good Soil (3) | per tower | 3 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 3 776 | \$ 11 328 | \$ 3 776 | \$ 11 328 |
| 2,16 | Type C Tower, Very good soil (1) | per tower | 7 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 2 687 | \$ 18 809 | \$ 2 687 | \$ 18 809 |
| 2,17 | Type C Tower, Good soil submerged (2) | per tower | 0 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 7 552 | \$ - | \$ 7 552 | \$ - |
| 2,18 | Type C Tower, Poor soil (4) | per tower | 2 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 14 181 | \$ 28 362 | \$ 14 181 | \$ 28 362 |
| 2,19 | Type D Tower, Good rock at low depth (5a) | per tower | 0 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 1 783 | \$ - | \$ 1 783 | \$ - |
| 2,20 | Type D Tower, Bad rock at low depth (5b) | per tower | 0 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 4 319 | \$ - | \$ 4 319 | \$ - |
| 2,21 | Type D Tower, Good Soil (3) | per tower | 1 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 4 409 | \$ 4 409 | \$ 4 409 | \$ 4 409 |
| 2,22 | Type D Tower, Very good soil (1) | per tower | 2 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 2 966 | \$ 5 932 | \$ 2 966 | \$ 5 932 |
| 2,23 | Type D Tower, Good soil submerged (2) | per tower | 0 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 8 818 | \$ - | \$ 8 818 | \$ - |
| 2,24 | Type D Tower, Poor soil (4) | per tower | 0 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 17 181 | \$ - | \$ 17 181 | \$ - |
| 2,25 | Tower type A, foundation poor soil . Foundation type test to ultimate loads including mobilisation and all testing equipment in accordance with C3.6.13 | per footing | 1 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 10 119 | \$ 10 119 | \$ 10 119 | \$ 10 119 |
| 2,26 | Tower type A, foundation very good soil. Foundation type test to ultimate loads including mobilisation and all testing equipment in accordance with C3.6.13 | per footing | 1 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 6 731 | \$ 6 731 | \$ 6 731 | \$ 6 731 |
| 2,27 | Tower type A, foundation sgood soil. Foundation type test to ultimate loads including mobilisation and all testing equipment in accordance with C3.6.13 | per footing | 1 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 7 445 | \$ 7 445 | \$ 7 445 | \$ 7 445 |
| 2,28 | Anchor rod type test in accordance with C3.6.13 | per anchor | 0 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 4 810 | \$ - | \$ 4 810 | \$ - |
| SUB - TOTAL CARRIED TO SUMMARY OF PRICES | | | | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 695 995 | \$ - | \$ 695 995 |

110 KV LINE BURUNDI - RWANDA (BETWEEN KIGOMA AND RWEGURA)

| No | ITEM DESCRIPTION | UNIT | EST Qty | Supply | | Sea | | Inland | | Erection | | Total price | |
|------------|---|-----------|---------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-------------|------------|
| | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount |
| 3.0 | TOWER GROUNDING | | | | | | | | | | | | |
| | All tower groundings including excavation, laying of counterpoise, connection to towers including all clamps or other connections, corrosion protection, backfilling, compaction and measuring of ohmic value | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | Basic grounding, consisting of 2 x three (3) ground rods 1m long and 5m counterpoise | per tower | 271 | \$ 92 | \$ 24 801 | \$ 3 | \$ 868 | \$ 29 | \$ 7 936 | \$ 22 | \$ 6 056 | \$ 146 | \$ 39 661 |
| 3.2 | Grading rings as specified in C4.4.3 | per tower | 2 | \$ 90 | \$ 180 | \$ 3 | \$ 6 | \$ 29 | \$ 58 | \$ 48 | \$ 95 | \$ 170 | \$ 339 |
| 3.3 | Grounding comprising 7/4.0mm galvanised steel wire on all the line (twice) | km | 103 | \$ 1 616 | \$ 166 448 | \$ 57 | \$ 5 826 | \$ 242 | \$ 24 967 | \$ 323 | \$ 33 290 | \$ 2 238 | \$ 230 530 |
| | SUB - TOTAL CARRIED TO SUMMARY OF PRICES | | | | 191 429 | | 6 700 | | 32 961 | | 39 441 | | 270 531 |
| 4.0 | STEEL TOWERS | | | | | | | | | | | | |
| | Supply and erection of hot dip galvanised lattice steel towers according to the design including stubs, stub extensions, leg extensions, earthing connections and measuring of earth resistance and submittance of record to Employer/ Engineer, warning and da | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | Type A Tower Basic body and crossarms (without legs) - Suspension 0 @ 2° | each | 135 | \$ 3 080 | \$ 415 818 | \$ 137 | \$ 18 481 | \$ 1 217 | \$ 164 329 | \$ 379 | \$ 51 197 | \$ 4 814 | \$ 649 824 |
| 4.2 | Type A Tower, Extra over for 7.0m Body Extension | each | 54 | \$ 1 415 | \$ 76 421 | \$ 63 | \$ 3 396 | \$ 559 | \$ 30 201 | \$ 174 | \$ 9 409 | \$ 2 212 | \$ 119 427 |
| 4.3 | Type A Tower, Extra over for each +0.0m Leg Extension | each | 136 | \$ 62 | \$ 8 491 | \$ 3 | \$ 377 | \$ 25 | \$ 3 356 | \$ 8 | \$ 1 045 | \$ 98 | \$ 13 270 |
| 4.4 | Type A Tower, Extra over for each +1.0m Leg Extension | each | 72 | \$ 104 | \$ 7 492 | \$ 5 | \$ 333 | \$ 41 | \$ 2 961 | \$ 13 | \$ 922 | \$ 163 | \$ 11 709 |
| 4.5 | Type A Tower, Extra over for each +2.0m Leg Extension | each | 72 | \$ 146 | \$ 10 489 | \$ 6 | \$ 466 | \$ 58 | \$ 4 145 | \$ 18 | \$ 1 291 | \$ 228 | \$ 16 392 |
| 4.6 | Type A Tower, Extra over for each +3.0m Leg Extension | each | 72 | \$ 187 | \$ 13 486 | \$ 8 | \$ 599 | \$ 74 | \$ 5 330 | \$ 23 | \$ 1 660 | \$ 293 | \$ 21 075 |
| 4.7 | Type A Tower, Extra over for each +4.0m Leg Extension | each | 48 | \$ 229 | \$ 10 989 | \$ 10 | \$ 488 | \$ 90 | \$ 4 343 | \$ 28 | \$ 1 353 | \$ 358 | \$ 17 173 |
| 4.8 | Type A Tower, Extra over for each +5.0m Leg Extension | each | 84 | \$ 271 | \$ 22 726 | \$ 12 | \$ 1 010 | \$ 107 | \$ 8 981 | \$ 33 | \$ 2 798 | \$ 423 | \$ 35 516 |
| 4.9 | Type A Tower, Extra over for each +6.0m Leg Extension | each | 56 | \$ 312 | \$ 17 482 | \$ 14 | \$ 777 | \$ 123 | \$ 6 909 | \$ 38 | \$ 2 152 | \$ 488 | \$ 27 320 |
| 4.10 | Type B Tower Basic body and crossarms (without legs) - Suspension 2 @ 15° | each | 119 | \$ 4 956 | \$ 589 767 | \$ 200 | \$ 23 776 | \$ 1 948 | \$ 231 812 | \$ 599 | \$ 71 327 | \$ 7 703 | \$ 916 681 |
| 4.11 | Type B Tower, Extra over for 4.0m Body Extension | each | 28 | \$ 1 473 | \$ 41 256 | \$ 59 | \$ 1 663 | \$ 579 | \$ 16 216 | \$ 178 | \$ 4 989 | \$ 2 290 | \$ 64 124 |
| 4.13 | Type B Tower, Extra over for each +0.0m Leg Extension | each | 180 | \$ 100 | \$ 18 083 | \$ 4 | \$ 729 | \$ 39 | \$ 7 108 | \$ 12 | \$ 2 187 | \$ 156 | \$ 28 106 |

110 KV LINE BURUNDI - RWANDA (BETWEEN KIGOMA AND RWEGURA)

| No | ITEM DESCRIPTION | UNIT | EST Qty | Supply | | Sea | | Inland | | Erection | | Total price | |
|------|--|-----------|---------|------------|-----------|------------|----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|------------|
| | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount |
| 4,14 | Type B Tower, Extra over for each +1.0m Leg Extension | each | 72 | \$ 167 | \$ 12 055 | \$ 7 | \$ 486 | \$ 66 | \$ 4 738 | \$ 20 | \$ 1 458 | \$ 260 | \$ 18 738 |
| 4,15 | Type B Tower, Extra over for each +2.0m Leg Extension | each | 60 | \$ 234 | \$ 14 064 | \$ 9 | \$ 567 | \$ 92 | \$ 5 528 | \$ 28 | \$ 1 701 | \$ 364 | \$ 21 860 |
| 4,16 | Type B Tower, Extra over for each +3.0m Leg Extension | each | 84 | \$ 301 | \$ 25 316 | \$ 12 | \$ 1 021 | \$ 118 | \$ 9 951 | \$ 36 | \$ 3 062 | \$ 468 | \$ 39 349 |
| 4,17 | Type B Tower, Extra over for each +4.0m Leg Extension | each | 28 | \$ 368 | \$ 10 314 | \$ 15 | \$ 416 | \$ 145 | \$ 4 054 | \$ 45 | \$ 1 247 | \$ 573 | \$ 16 031 |
| 4,18 | Type B Tower, Extra over for each +5.0m Leg Extension | each | 24 | \$ 435 | \$ 10 448 | \$ 18 | \$ 421 | \$ 171 | \$ 4 107 | \$ 53 | \$ 1 264 | \$ 677 | \$ 16 239 |
| 4,19 | Type B Tower, Extra over for each +6.0m Leg Extension | each | 28 | \$ 502 | \$ 14 064 | \$ 20 | \$ 567 | \$ 197 | \$ 5 528 | \$ 61 | \$ 1 701 | \$ 781 | \$ 21 860 |
| 4,20 | Type C Tower Basic body and crossarms (without legs) - DE 15 @ 60° | each | 14 | \$ 6 613 | \$ 92 578 | \$ 270 | \$ 3 782 | \$ 2 598 | \$ 36 368 | \$ 847 | \$ 11 864 | \$ 10 328 | \$ 144 592 |
| 4,21 | Type C Tower, Extra over for each +0.0m Leg Extension | each | 28 | \$ 134 | \$ 3 753 | \$ 5 | \$ 153 | \$ 53 | \$ 1 474 | \$ 17 | \$ 481 | \$ 209 | \$ 5 862 |
| 4,22 | Type C Tower, Extra over for each +1.0m Leg Extension | each | 4 | \$ 223 | \$ 894 | \$ 9 | \$ 37 | \$ 88 | \$ 351 | \$ 29 | \$ 115 | \$ 349 | \$ 1 396 |
| 4,23 | Type C Tower, Extra over for each +2.0m Leg Extension | each | 0 | \$ 313 | \$ - | \$ 13 | \$ - | \$ 123 | \$ - | \$ 40 | \$ - | \$ 488 | \$ - |
| 4,24 | Type C Tower, Extra over for each +3.0m Leg Extension | each | 4 | \$ 402 | \$ 1 609 | \$ 16 | \$ 66 | \$ 158 | \$ 632 | \$ 52 | \$ 206 | \$ 628 | \$ 2 512 |
| 4,25 | Type C Tower, Extra over for each +4.0m Leg Extension | each | 0 | \$ 491 | \$ - | \$ 20 | \$ - | \$ 193 | \$ - | \$ 63 | \$ - | \$ 768 | \$ - |
| 4,26 | Type C Tower, Extra over for each +5.0m Leg Extension | each | 12 | \$ 581 | \$ 6 970 | \$ 24 | \$ 285 | \$ 228 | \$ 2 738 | \$ 74 | \$ 893 | \$ 907 | \$ 10 886 |
| 4,27 | Type C Tower, Extra over for each +6.0m Leg Extension | each | 8 | \$ 670 | \$ 5 362 | \$ 27 | \$ 219 | \$ 263 | \$ 2 106 | \$ 86 | \$ 687 | \$ 1 047 | \$ 8 374 |
| 4,28 | Type D Tower Basic body and crossarms (without legs) - DE 60 @ 90° | each | 3 | \$ 8 266 | \$ 24 798 | \$ 338 | \$ 1 013 | \$ 3 247 | \$ 9 741 | \$ 1 059 | \$ 3 178 | \$ 12 910 | \$ 38 730 |
| 4,29 | Type D Tower, Extra over for each +0.0m Leg Extension | each | 8 | \$ 168 | \$ 1 340 | \$ 7 | \$ 55 | \$ 66 | \$ 527 | \$ 21 | \$ 172 | \$ 262 | \$ 2 094 |
| 4,30 | Type D Tower, Extra over for each +1.0m Leg Extension | each | 0 | \$ 279 | \$ - | \$ 11 | \$ - | \$ 110 | \$ - | \$ 36 | \$ - | \$ 436 | \$ - |
| 4,31 | Type D Tower, Extra over for each +2.0m Leg Extension | each | 0 | \$ 391 | \$ - | \$ 16 | \$ - | \$ 154 | \$ - | \$ 50 | \$ - | \$ 611 | \$ - |
| 4,32 | Type D Tower, Extra over for each +3.0m Leg Extension | each | 0 | \$ 503 | \$ - | \$ 21 | \$ - | \$ 197 | \$ - | \$ 64 | \$ - | \$ 785 | \$ - |
| 4,33 | Type D Tower, Extra over for each +4.0m Leg Extension | each | 0 | \$ 614 | \$ - | \$ 25 | \$ - | \$ 241 | \$ - | \$ 79 | \$ - | \$ 960 | \$ - |
| 4,34 | Type D Tower, Extra over for each +5.0m Leg Extension | each | 0 | \$ 726 | \$ - | \$ 30 | \$ - | \$ 285 | \$ - | \$ 93 | \$ - | \$ 1 134 | \$ - |
| 4,35 | Type D Tower, Extra over for each +6.0m Leg Extension | each | 4 | \$ 838 | \$ 3 351 | \$ 34 | \$ 137 | \$ 329 | \$ 1 316 | \$ 107 | \$ 429 | \$ 1 308 | \$ 5 234 |
| 4,36 | Aircraft warning spheres 60cm diameter | each | 0 | \$ 103 | \$ - | \$ 5 | \$ - | \$ 62 | \$ - | \$ 12 | \$ - | \$ 181 | \$ - |
| 4,37 | Welding of tower bolts & nuts and painting over with Anti-rust and galvanizing paint including Steel Cradle guards | per tower | 271 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 73 | \$ 19699 | \$ 73 | \$ 19 699 |

110 KV LINE BURUNDI - RWANDA (BETWEEN KIGOMA AND RWEGURA)

| No | ITEM DESCRIPTION | UNIT | EST Qty | Supply | | Sea | | Inland | | Erection | | Total price | |
|------------|--|----------|---------|------------|--------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|
| | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount |
| | SUB - TOTAL CARRIED TO SUMMARY OF PRICES | | | | \$ 1 459 415 | | \$ 61 320 | | \$ 574 850 | | \$ 198 489 | | \$ 2 294 073 |
| 5.0 | TOWER LOAD TESTS | | | | | | | | | | | | |
| 5.1 | Tower type test to ultimate loading including, supply, erection and dismantling. The test shall include a minimum of 4 (four) Loading cases. (NB. cost of tests are split between Ethiopia and Djibouti) Tower type A | per test | 1 | \$ 42 202 | \$ 42 202 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 42 202 | \$ 42 202 |
| 5.2 | Tower type B | per test | 1 | \$ 46 341 | \$ 46 341 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 46 341 | \$ 46 341 |
| 5.3 | Tower type C | per test | 1 | \$ 74 250 | \$ 74 250 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 74 250 | \$ 74 250 |
| 5.4 | Tower type D | per test | 1 | \$ 77 879 | \$ 77 879 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 77 879 | \$ 77 879 |
| 5.4 | Tower Type Test witnessing, as per A2.21 | per trip | 1 | \$ 18 259 | \$ 18 259 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 18 259 | \$ 18 259 |
| | SUB - TOTAL CARRIED TO SUMMARY OF PRICES | | | | \$ 258 931 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 258 931 |
| 6.0 | LINE CONDUCTOR INSULATORS AND FITTINGS | | | | | | | | | | | | |
| | Supply and installation of Complete Insulator Sets including insulators, all types of clamps, armour rods, extension links, pilot insulator sets, counterweights and all connectones to Tower. | | | | | | | | | | | | |
| 6.1 | Normal Suspension insulator set for single "HAWK" conductor including all clamps and fittings, armour rods and connections to tower, arcing device both ends | each | 528 | \$ 228 | \$ 120 384 | \$ 8 | \$ 4 213 | \$ 46 | \$ 24 077 | \$ 23 | \$ 12 144 | \$ 305 | \$ 160 818 |
| 6.2 | Double Suspension insulator set for single "HAWK" conductor including all clamps and fittings, armour rods and connections to tower, arcing device both ends | each | 0 | \$ 426 | \$ - | \$ 15 | \$ - | \$ 85 | \$ - | \$ 45 | \$ - | \$ 571 | \$ - |
| 6.3 | Normal Tension Insulator set for single "HAWK" conductor including all connections to towers, clamps and fittings, armour rods arcing device both ends. | each | 570 | \$ 270 | \$ 153 900 | \$ 9 | \$ 5 387 | \$ 54 | \$ 30 780 | \$ 27 | \$ 15 390 | \$ 360 | \$ 205 457 |
| 6.4 | Mid - span tension joint for "HAWK" conductor. | each | 102 | \$ 13 | \$ 1 275 | \$ 0 | \$ 45 | \$ 2 | \$ 230 | \$ 10 | \$ 1 020 | \$ 25 | \$ 2 569 |
| 6.5 | Electrical Performance Test witnessing of suspension strings as per A2.21, costs are split between Ethiopia and Djibouti | per test | 1 | \$ 18 259 | \$ 18 259 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 18 259 | \$ 18 259 |
| 6.6 | Electrical Performance Test witnessing of tension strings as per A2.21, costs are split between Ethiopia and Djibouti | per test | 1 | \$ 18 259 | \$ 18 259 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 18 259 | \$ 18 259 |

110 KV LINE BURUNDI - RWANDA (BETWEEN KIGOMA AND RWEGURA)

| No | ITEM | | UNIT | EST Qty | Supply | | Sea | | Inland | | Erection | | Total price | |
|------------|---|-----------|------|-----------|--------------|----------|------------|-----------|------------|----------|------------|-----------|--------------|--------|
| | DESCRIPTION | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount |
| | SUB - TOTAL CARRIED TO SUMMARY OF PRICES | | | | \$ 312 077 | \$ 9 645 | \$ 55 086 | \$ 28 554 | \$ 405 363 | | | | | |
| 7,0 | OPGW FITTINGS AND ACCESSORIES | | | | | | | | | | | | | |
| | Supply and installation of complete Sets of Fittings, including all types of clamps, extension links, armor rods, counterweights, earth bonds and all connections to Tower. | | | | | | | | | | | | | |
| 7,1 | Suspension set for OPGW | each | 159 | \$ 117 | \$ 18 575 | \$ 4 | \$ 650 | \$ 20 | \$ 3 158 | \$ 25 | \$ 4 018 | \$ 166 | \$ 26 400 | |
| 7,2 | Straight through double Tension set for OPGW | each | 75 | \$ 257 | \$ 19 287 | \$ 9 | \$ 675 | \$ 44 | \$ 3 279 | \$ 51 | \$ 3 817 | \$ 361 | \$ 27 058 | |
| 7,3 | Double dead end tension set, including down the tower connection to joint box on suspension or tension tower for OPGW | each | 35 | \$ 300 | \$ 10 510 | \$ 11 | \$ 368 | \$ 51 | \$ 1 787 | \$ 95 | \$ 3 339 | \$ 457 | \$ 16 003 | |
| 7,4 | Tension terminal dead end down set for OPGW | each | 2 | \$ 200 | \$ 400 | \$ 7 | \$ 14 | \$ 34 | \$ 68 | \$ 65 | \$ 130 | \$ 306 | \$ 612 | |
| 7,5 | Joining Box for OPGW/OPGW, for use within the transmission line, including fixing, splicing and download clamps, with feed through sets, suitable for up to 72 SMF/ NZSDF fibres and OPGW, types as per specification | each | 35 | \$ 1 295 | \$ 45 325 | \$ 45 | \$ 1 586 | \$ 220 | \$ 7 705 | \$ 338 | \$ 11 829 | \$ 1 898 | \$ 66 445 | |
| 7,6 | Terminal Box for OPGW/FOC, for the connection at substation gantry, including fixing, splicing and download clamps, for up to 72 SMF/ NZSDF fibres and OPGW/FOC, types as per specification | each | 2 | \$ 1 254 | \$ 2 509 | \$ 44 | \$ 88 | \$ 213 | \$ 427 | \$ 687 | \$ 1 375 | \$ 2 199 | \$ 4 398 | |
| 7,7 | Suspension set for OHGW | per tower | 176 | \$ 117 | \$ 20 592 | \$ 4 | \$ 721 | \$ 20 | \$ 3 501 | \$ 25 | \$ 4 410 | \$ 166 | \$ 29 223 | |
| 7,8 | Straight through double Tension set for OHGW | per tower | 95 | \$ 257 | \$ 24 415 | \$ 9 | \$ 855 | \$ 44 | \$ 4 151 | \$ 51 | \$ 4 853 | \$ 361 | \$ 34 273 | |
| | SUB - TOTAL CARRIED TO SUMMARY OF PRICES | | | | \$ 141 613 | \$ 4 956 | \$ 24 074 | \$ 33 770 | \$ 204 413 | | | | | |
| 8,0 | CONDUCTOR AND SHIELD WIRE | | | | | | | | | | | | | |
| | Supply, stringing and installation including all joints, sleeves, jumper loops, spacers and necessary dampers, earthing connections and all downloads | | | | | | | | | | | | | |
| 8,1 | ACSR Conductor Code Name "HAWK"; 3 phases, simple bundled, stringing of single circuit. | route km | 103 | \$ 14 481 | \$ 1 491 589 | \$ 507 | \$ 52 206 | \$ 2 172 | \$ 223 738 | \$ 3 982 | \$ 410 187 | \$ 21 143 | \$ 2 177 720 | |
| 8,2 | Single Optical Groundwire (OPGW) with 24 fibres, including all splicing and connections to joint boxes. | route km | 103 | \$ 4 000 | \$ 412 000 | \$ 289 | \$ 29 764 | \$ 1 700 | \$ 175 100 | \$ 1 238 | \$ 127 561 | \$ 7 227 | \$ 744 425 | |
| 8,3 | Factory inspection, tests, conductors as per A2.21 | per test | 1 | \$ 18 259 | \$ 18 259 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 18 259 | \$ 18 259 | |
| 8,4 | Factory inspection, tests, OPGW as per A2.21 | per test | 1 | \$ 18 259 | \$ 18 259 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 18 259 | \$ 18 259 | |

110 KV LINE BURUNDI - RWANDA (BETWEEN KIGOMA AND RWEGURA)

| No | ITEM DESCRIPTION | UNIT | EST Qty | Supply | | Sea | | Inland | | Erection | | Total price | |
|-----|---|----------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|-------------|-----------------|
| | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount |
| 8,5 | Galvanized steel wire, OHGW, 9.1mm, nuance 1100 | route km | 103 | \$ 506 | \$ 52 118 | \$ 18 | \$ 1 824 | \$ 139 | \$ 14 332 | \$ 76 | \$ 7 818 | \$ 739 | \$ 76 092 |
| | SUB - TOTAL CARRIED TO SUMMARY OF PRICES | | | | \$ 1 992 226 | \$ 83 794 | \$ 413 171 | | \$ 545 566 | | | | \$ 3 034 757 |
| | GÉNÉRAL WORK | | | | | | | | | | | | \$ 367 872,96 |
| | FOUNDATION | | | | | | | | | | | | \$ 695 994,50 |
| | 3.0 TOWER GROUNDING | | | | | | | | | | | | \$ 270 530,63 |
| | 4.0 STEEL TOWERS | | | | | | | | | | | | \$ 2 294 073,02 |
| | 5.0 TOWER LOAD TESTS | | | | | | | | | | | | \$ 258 931,02 |
| | 6.0 LINE CONDUCTOR INSULATORS AND FITTINGS | | | | | | | | | | | | \$ 405 362,67 |
| | 7.0 OPGW FITTINGS AND ACCESSORIES | | | | | | | | | | | | \$ 204 413,05 |
| | 8.0 CONDUCTOR AND SHIELD WIRE | | | | | | | | | | | | \$ 3 034 756,56 |
| | 9.0 SPARES (1.9% of the total) | | | | | | | | | | | | \$ 143 106,75 |
| | SUBTOTAL | | | | | | | | | | | | \$ 7 675 041,16 |
| | SITE SUPERVISION (6%) | | | | | | | | | | | | \$ 460 502,47 |
| | CONTINGENCE | | | | | | | | | | | | \$ 767 504,12 |
| | TOTAL : | | | | | | | | | | | | \$ 8 903 047,74 |

**SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION**

KIGOMA 110/33 KV SUBSTATION

ALL RATES AND AMOUNTS IN : **USD**

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | Sea transport | Insurance | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|------------|---|-----------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|---------------|-----------|-------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 1,0 | LIGHTNING ARRESTORS | | | | | | | | | | | | | |
| 1,1 | 108 KV, 10 kA | | No. | 3 | 4 000 | 12 000 | 840 | 300 | 84 | - | 300 | 900 | 900 | 14 124 |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | - | 12 000 | 840 | 300 | 84 | - | - | 900 | 900 | 14 124 |
| 2,0 | CAPACITIVE VOLTAGE TRANSFORMERS | | | | | | | | | | | | | |
| 2,1 | $\frac{110KV}{\sqrt{3}} / \frac{0.1}{\sqrt{3}} / 0.1$ KV CVT $\sqrt{3}$ | | No. | 3 | 9 000 | 27 000 | 1 890 | 675 | 189 | - | 200 | 600 | 600 | 30 354 |
| 2,2 | Line trap | | No. | 2 | 5 000 | 10 000 | 700 | 250 | 70 | - | 150 | 300 | 300 | 11 320 |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | - | 37 000 | 2 590 | 925 | 259 | - | - | 900 | 900 | 41 674 |
| 3,0 | DISCONNECTOR | | | | | | | | | | | | | |
| 3,1 | 110 KV Disconnector, center break, with earthing switch | | No. | 1 | 20 000 | 20 000 | 1 400 | 500 | 140 | - | 1 600 | 1 600 | 1 600 | 23 640 |
| 3,2 | 110 KV Disconnector , 3-Pole | | No. | 0 | 18 000 | - | - | - | - | - | 1 500 | - | - | - |
| 3,3 | 110 KV Busbar Disconnector, pantographic type | | No. | 0 | 15 000 | - | - | - | - | - | 1 800 | - | - | - |
| 3,4 | 110 KV Disconnector, center break type | | No. | 1 | 18 000 | 18 000 | 1 260 | 450 | 126 | - | 1 801 | 1 801 | 1 801 | 21 637 |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | - | 38 000 | 2 660 | 950 | 266 | - | 6 701 | 3 401 | 3 401 | 45 277 |

**SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION**

KIGOMA 110/33 KV SUBSTATION

ALL RATES AND AMOUNTS IN : **USD**

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | Sea transport | Insurance | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|------------|---|-----------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|---------------|-----------|-------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 4.0 | CURRENT TRANSFORMERS | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | 110 KV, 300-600/11/1A, 3 cores | | No. | 3 | 13 000 | 39 000 | 2 730 | 975 | 273 | - | - | 200 | 600 | 43 578 |
| 4.2 | | | No. | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | - | 39 000 | 2 730 | 975 | 273 | - | - | - | 600 | 43 578 |
| 5.0 | CIRCUIT BREAKER | | | | | | | | | | | | | |
| 5.1 | 110 KV circuit breakers, live tank, 3 single pole | | No. | 1 | 80 000 | 80 000 | 5 600 | 2 000 | 560 | - | - | 2 500 | 2 500 | 90 660 |
| 5.2 | | | No. | | - | - | - | - | - | - | - | 2 500 | - | - |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | - | 80 000 | 5 600 | 2 000 | 560 | - | - | - | 2 500 | 90 660 |
| 6.0 | POWER TRANSFORMER | | | | | | | | | | | | | |
| 6.1 | Power transformer, 110/33KV, 25/31.5 MVA, complete with rails and accessories | | No. | 0 | 450 000 | - | - | - | - | - | - | 10 000 | - | - |
| 6.2 | 33 kV Grounding transformer | | No. | 0 | 35 000 | - | - | - | - | - | - | 8 750 | - | - |
| 6.3 | 110 KV 10 MVAR 3 phase Shunt Reactor / Neutral reactor | | No. | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

**SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION**

KIGOMA 110/33 KV SUBSTATION

ALL RATES AND AMOUNTS IN : **USD**

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | Sea transport | Insurance | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|------------|---|-----------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|---------------|-----------|-------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 7,0 | RIGID BUS SYSTEM AND INTER CONNECTION OF ELECTRICAL EQUIPMENT | | | | | | | | | | | | | |
| 7,1 | Aluminium Alloy tube for 110 kV busbar | | lot | 0 | 8 000 | - | - | - | - | - | - | 2 500 | - | - |
| 7,2 | Post insulators for 110 kV busbar | | lot | 0 | 8 000 | - | - | - | - | - | - | 1 500 | - | - |
| 7,3 | 110 kV Post insulators for line and transformer bay. | | lot | 0 | 6 000 | - | - | - | - | - | - | 1 000 | - | - |
| 7,4 | Conductor, insulator strings, Clamps and Hardware, aluminium conductor for equipment interconnections | | lot | 1 | 10 000 | 10 000 | 700 | 250 | 70 | - | - | 2 000 | 2 000 | 13 020 |
| 7,5 | 110 KV post insulator for shunt reactor bay | | lot | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | |
| 8,0 | FIBER OPTIC COMMUNICATION | | | | | | | | | | | | | |
| 8,1 | PDH / SDH optical multiplexer equipment complete with all required functions | | lot | 1 | 26 700 | 26 700 | 1 869 | 668 | 187 | - | - | 350 | 350 | 29 773 |
| 8,2 | Optical amplifier / booster | | No | 1 | 20 000 | 20 000 | 1 400 | 500 | 140 | - | - | 250 | 250 | 22 290 |
| 8,3 | Telephone and data interfacing equipment (PCM, Digital distribution frame) | | lot | 1 | 21 500 | 21 500 | 1 505 | 538 | 151 | - | - | 250 | 250 | 23 943 |
| 8,4 | Fiber optic cable | | lot | 1 | 1 700 | 1 700 | 119 | 43 | 12 | - | - | 1 300 | 1 300 | 3 173 |

**SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION**

KIGOMA 110/33 KV SUBSTATION

ALL RATES AND AMOUNTS IN : **USD**

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | | Sea transport | | Insurance | | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|---|---|-----------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|--------|---------------|--------|------------|--------|-------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | Amount | Amount | Amount | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 8,5 | PC based Network Management System | | lot | 1 | 11 000 | 11 000 | 770 | 275 | 77 | - | - | 1 400 | 1 400 | 13 522 | | | |
| 8,6 | Digital electronic exchange | | No. | 1 | 52 000 | 52 000 | 3 640 | 1 300 | 364 | - | - | 500 | 500 | 57 804 | | | |
| 8,7 | Normal subscriber set, desk type, indoor | | No. | 1 | 100 | 100 | 7 | 3 | 1 | - | - | 100 | 100 | 210 | | | |
| 8,8 | Outdoor subscriber set, wall type, weather proof | | No. | 1 | 1 200 | 1 200 | 84 | 30 | 8 | - | - | 150 | 150 | 1 472 | | | |
| 8,9 | Telephone cable | | lot | 1 | 1 100 | 1 100 | 77 | 28 | 8 | - | - | 1 500 | 1 500 | 2 712 | | | |
| 8,10 | Low voltage cables and all required installation material | | lot | 1 | 7 800 | 7 800 | 546 | 195 | 55 | - | - | 2 200 | 2 200 | 10 796 | | | |
| 8,11 | Connecting hardware, clamps and accessories | | lot | 1 | 1 100 | 1 100 | 77 | 28 | 8 | - | - | 600 | 600 | 1 812 | | | |
| 8,12 | Installation tools, mechanical fittings and cross connection cabinets | | lot | 1 | 4 200 | 4 200 | 294 | 105 | 29 | - | - | 250 | 250 | 4 878 | | | |
| 8,13 | Equipment not included in above but considered essential for complete installation and all interfacings. Give details in a separate sheet | | lot | 1 | 8 600 | 8 600 | 602 | 215 | 60 | - | - | 1 200 | 1 200 | 10 677 | | | |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | - | 157 000 | 10 990 | 3 925 | 1 099 | - | - | - | 10 050 | 183 064 | | |

**SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION**

KIGOMA 110/33 KV SUBSTATION

ALL RATES AND AMOUNTS IN : **USD**

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | Sea transport | Insurance | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|---|--|-----------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|---------------|-----------|-------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 9,0 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.1 | Cabinets complete with auxiliary devices and terminal blocks | | No. | 1 | 7 000 | 7 000 | 490 | 175 | 49 | - | - | 500 | 500 | 8 214 |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |
| 10,0 | 33 KV METAL CLAD SWITCHGEAR | | | 0 | | | | | | | | | | |
| 10.1 | Transformer feeder with 33 kV + VT | | No. | 0 | 42 200 | - | - | - | - | - | - | 800 | - | - |
| 10.2 | 33 kV Line feeder cubicle | | No. | 0 | 40 000 | - | - | - | - | - | - | 800 | - | - |
| 10.3 | 33 kV auxiliary cubicle with all accessories. | | No. | 0 | 36 200 | - | - | - | - | - | - | 800 | - | - |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |
| 11,0 | 33 KV OUTDOOR EQUIPMENT | | | | | | | | | | | | | |
| 11.1 | 33 kV Disconnecter with earthing switch, 3-pole, 630A, vertical break | | No. | 0 | 7 000 | - | - | - | - | - | - | 600 | - | - |
| 11.2 | 33 kV Disconnecter with earthing switch, 3-pole, 1250A, vertical break | | No. | 0 | 13 000 | - | - | - | - | - | - | 500 | - | - |

**SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION**

KIGOMA 110/33 kV SUBSTATION

ALL RATES AND AMOUNTS IN : **USD**

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | Sea transport | Insurance | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|---|---|-----------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|---------------|-----------|-------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 11.3 | 27 kV, 10kA lightning arresor | | No. | 0 | 800 | - | - | - | - | - | - | 100 | - | - |
| 11.4 | Support steel | | lot | 0 | 2 700 | - | - | - | - | - | - | 2 000 | - | - |
| 11.5 | Bus, cable, conductor and hardware | | No. | 0 | 30 200 | - | - | - | - | - | - | 800 | - | - |
| 11.6 | 33/0.4 kV 315 KVA auxiliary transformer indoor type complete with all accessories | | No. | 0 | 26 600 | - | - | - | - | - | - | 800 | - | - |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.0 | CONTROL AND RELAY PANELS | | | | | | | | | | | | | |
| 12.1 | Control and signalling panel for incoming & out going 110 kV line bays | | No. | 1 | 15 000 | 15 000 | 1 050 | 375 | 105 | - | - | 1 000 | 1 000 | 17 530 |
| 12.2 | Control and signalling panel for 110/33 kV transformer | | No. | 0 | 15 000 | - | - | - | - | - | - | 1 000 | - | - |
| 12.3 | Mosaic type Control, Metering and Signaling board | | No. | 0 | 45 000 | - | - | - | - | - | - | 1 000 | - | - |
| 12.4 | Protection panel for 110 kV incoming & out going line bays | | No. | 1 | 60 000 | 60 000 | 4 200 | 1 500 | 420 | - | - | 1 000 | 1 000 | 67 120 |
| 12.5 | Protection panel for 110/33 kV transformer bay | | No. | 0 | 30 000 | - | - | - | - | - | - | 1 000 | - | - |
| 12.6 | Protection panel for grounding transformer | | No. | 0 | 5 000 | - | - | - | - | - | - | 1 000 | - | - |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |
| 84 650 | | | | | | | | | | | | | | |

**SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION**

KIGOMA 110/33 KV SUBSTATION

ALL RATES AND AMOUNTS IN : **USD**

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | Sea transport | Insurance | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|---|---|-----------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|---------------|-----------|-------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 13.0 | Digital Control and Monitoring System | | | | | | | | | | | | | |
| 13.1 | Common Equipment | | lot | 0 | 93 000 | - | - | - | - | - | - | 2 500 | - | - |
| 13.2 | Furniture | | lot | 0 | 4 000 | - | - | - | - | - | - | 300 | - | - |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.0 | AC AUXILIARY SERVICES | | | | | | | | | | | | | |
| 14.1 | AC auxiliary service board complete with all equipment | | lot | 0 | 14 000 | - | - | - | - | - | - | 600 | - | - |
| 14.2 | Emergency lighting system DC 125 VDS lamps and emergency hand lamps system lighting | | lot | 0 | 22 500 | - | - | - | - | - | - | 4 500 | - | - |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.0 | DC AUXILIARY SERVICES | | | | | | | | | | | | | |
| 15.1 | Battery 125 V complete with all accessories (60 cells), 220 Ah | | Sets | 0 | 13 000 | - | - | - | - | - | - | 1 500 | - | - |
| 15.2 | Battery charger, 125 V DC,50A, DC | | Sets | 0 | 9 000 | - | - | - | - | - | - | 400 | - | - |
| 15.3 | 125 V DC Distribution board | | Sets | 0 | 6 000 | - | - | - | - | - | - | 600 | - | - |
| 15.4 | Battery 48 VDC battery complete with all accessories 26 cells, 220 Ah | | No. | 0 | 4 500 | - | - | - | - | - | - | 1 300 | - | - |

**SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION**

KIGOMA 110/33 KV SUBSTATION

ALL RATES AND AMOUNTS IN : **USD**

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | Sea transport | Insurance | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|---|---|-----------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|---------------|-----------|-------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 15,5 | Battery charger, 48 V DC | | No. | 0 | 8 000 | - | - | - | - | - | - | 300 | - | - |
| 15,6 | 48VDC Distribution board | | No. | 0 | 5 000 | - | - | - | - | - | - | 500 | - | - |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |
| 16,0 | GALVANIZED STEEL STRUCTURES | | | | | | | | | | | | | |
| 16,1 | Steel fabricated structure for 110 and 33 kV line termination intermediate gantries and switch yard bus support | | lot | 1 | - | - | - | - | - | - | 17 850 | - | - | 17 850 |
| 16,2 | Steel fabricated structure for shield wire tower and switchyard lighting support | | lot | 1 | - | - | - | - | - | - | 12 000 | - | - | 12 000 |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |
| 17,0 | RTU / SCADA INTERFACE PANEL | | | | | | | | | | | | | |
| 17,1 | RTU Panel with all cabling and connecting | | No. | | 10 200 | - | - | - | - | - | - | 300 | - | - |
| 17,2 | SCADA Interface panels complete with all BCU, cables and connectors, PC, workstation, hardware and soft ware | | No. | | 7 800 | - | - | - | - | - | - | 300 | - | - |
| 17,3 | Cross connection panels | | set | | 8 500 | - | - | - | - | - | - | 400 | - | - |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 850 | | | | | | | | | | | | | | |

**SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION**

KIGOMA 110/33 KV SUBSTATION

ALL RATES AND AMOUNTS IN : **USD**

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | Sea transport | Insurance | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|-------------|--|-----------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|---------------|-----------|-------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 18.0 | SUBSTATION GROUNDING | | | | | | | | | | | | | |
| 18,1 | Cable, rods, conductor, connectors and hard ware | | lot | 1 | 5 000 | 5 000 | 350 | 125 | 35 | - | - | 2 000 | 2 000 | 7 510 |
| 18,2 | Portable maintenance earthing cables, 3 phase set. | | set | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | 5 000 | 350 | 125 | 35 | - | - | - | 2 000 | 7 510 |
| 19.0 | SHIELD WIRE SYSTEM | | | | | | | | | | | | | |
| 19,1 | Conductor, Clamps and Hardware etc | | lot | 1 | 1 000 | 1 000 | 70 | 25 | 7 | - | - | 500 | 500 | 1 602 |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | 1 000 | 70 | 25 | 7 | - | - | - | 500 | 1 602 |
| 20.0 | MISCELLANEOUS | | | | | | | | | | | | | |
| 20,1 | Control and signalling cable | | lot | 1 | 5 000 | 5 000 | 350 | 125 | 35 | - | - | 5 000 | 5 000 | 10 510 |
| 20,2 | Low voltage cable | | lot | 1 | 5 000 | 5 000 | 350 | 125 | 35 | - | - | 5 000 | 5 000 | 10 510 |
| 20,3 | 33 kV power cable | | lot | | 30 000 | - | - | - | - | - | - | 4 100 | - | - |
| 20,4 | Steel or plastic conduit and cable tray | | lot | 1 | 2 000 | 2 000 | 140 | 50 | 14 | - | - | 500 | 500 | 2 704 |
| 20,5 | Switch yard lighting and power outlets | | lot | | 35 000 | - | - | - | - | - | - | 10 200 | - | - |
| 20,6 | Supply of Embedded steel parts | | lot | | 6 000 | - | - | - | - | - | - | 900 | - | - |
| 20,7 | Boxes for padlocks and keys | | lot | | 500 | - | - | - | - | - | - | 100 | - | - |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | 12 000 | 840 | 300 | 84 | - | - | - | 10 500 | 23 724 |

**SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION**

KIGOMA 110/33 KV SUBSTATION
ALL RATES AND AMOUNTS IN : **USD**

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | Sea transport | Insurance | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|---|--|-----------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|---------------|-----------|-------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 21,0 | CIVIL WORKS | | | | | | | | | | | | | |
| 21,1 | General site preparation & earth work including internal access road, drainage system, gravelling substation area, gate and fences | | lot | 1 | - | - | - | - | - | 10 000 | 10 000 | - | - | 10 000 |
| 21,2 | Equipment foundations and embedded parts | | lot | 1 | - | - | - | - | - | 68 800 | 68 800 | - | - | 68 800 |
| 21,3 | Control building | | lot | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 21,4 | Water supply System, Septic tank and septic system | | lot | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 21,5 | Cable tranches, ducts and covers | | lot | 1 | - | - | - | - | - | 5 571 | 5 571 | - | - | 5 571 |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 84 371 | - | - | 84 371 |

NB:- The column designated as 'civil works' shall include the costs of civil design, supply of design drawings, materials and civil construction!!

**SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION**

RWEGURA 110/33 KV SUBSTATION

ALL RATES AND AMOUNTS IN : **USD**

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | Sea transport | Insurance | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|------------|--|------------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|---------------|-----------|-------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 1.0 | LIGHTNING ARRESTORS | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | 108 KV, 10 kA | | No. | 3 | 4 000 | 12 000 | 840 | 300 | 84 | - | 300 | 900 | 900 | 14 124 |
| 1.2 | 27 KV 10 kA outdoor type | | No. | 0 | 700 | - | - | - | - | - | 100 | - | - | - |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | - | 12 000 | 840 | 300 | 84 | - | - | - | 900 | 14 124 |
| 2.0 | CAPACITIVE VOLTAGE TRANSFORMERS | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | $\frac{110KV}{\sqrt{3}} / \frac{0.1}{\sqrt{3}} / 0.1$ KV CVT | $\sqrt{3}$ | No. | 3 | 9 000 | 27 000 | 1 890 | 675 | 189 | - | 200 | 600 | 600 | 30 354 |
| 2.2 | Line trap | | No. | 0 | 5 000 | - | - | - | - | - | 150 | - | - | - |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | - | 27 000 | 1 890 | 675 | 189 | - | - | - | 600 | 30 354 |
| 3.0 | DISCONNECTOR | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | 110 KV Line Disconnector with earthing switch , 3-Pole | | No. | 1 | 20 000 | 20 000 | 1 400 | 500 | 140 | - | 1 600 | 1 600 | 1 600 | 23 640 |
| 3.2 | 110 KV Disconnector , 3-Pole | | No. | 0 | 18 000 | - | - | - | - | - | 1 500 | - | - | - |
| 3.3 | 110 KV Busbar Disconnector, pantographic type | | No. | 0 | 15 000 | - | - | - | - | - | 1 800 | - | - | - |
| 3.4 | 110 KV Disconnector, center break type | | No. | 1 | 18 000 | 18 000 | 1 260 | 450 | 126 | - | 1 801 | 1 801 | 1 801 | 21 637 |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | - | 38 000 | 2 660 | 950 | 266 | - | 6 701 | 3 401 | 3 401 | 45 277 |

SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION

RWEGURA 110/33 KV SUBSTATION
ALL RATES AND AMOUNTS IN : USD

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | Sea transport | Insurance | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|------|---|-----------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|---------------|-----------|-------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 4.0 | CURRENT TRANSFORMERS | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | 110 KV, 300-600/1/1/1A, 3 cores | | No. | 3 | 13 000 | 39 000 | 2 730 | 975 | 273 | - | - | 200 | 600 | 43 578 |
| 4.2 | | | No. | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | |
| 5.0 | CIRCUIT BREAKER | | | | | | | | | | | | | |
| 5.1 | 110 KV circuit breakers, live tank, 3 single pole | | No. | 1 | 80 000 | 80 000 | 5 600 | 2 000 | 560 | - | - | 2 500 | 2 500 | 90 660 |
| 5.2 | | | No. | | | - | - | - | - | - | - | 2 500 | - | - |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | |
| 6.0 | POWER TRANSFORMER | | | | | | | | | | | | | |
| 6.1 | Power transformer, 110/33KV, 30/37.5 MVA, complete with rails and accessories | | No. | 0 | 450 000 | - | - | - | - | - | - | 10 000 | - | - |
| 6.2 | 33 kV Grounding transformer | | No. | 0 | 35 000 | - | - | - | - | - | - | 8 750 | - | - |
| 6.3 | 110 KV 10 MVAR 3 phase Shunt Reactor / Neutral reactor | | No. | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | |

**SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION**

RWEGURA 110/33 KV SUBSTATION

ALL RATES AND AMOUNTS IN : **USD**

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | Sea transport | Insurance | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|------------|---|-----------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|---------------|-----------|-------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 7,0 | RIGID BUS SYSTEM AND INTER CONNECTION OF ELECTRICAL EQUIPMENT | | | | | | | | | | | | | |
| 7,1 | Aluminium Alloy tube for 110 kV busbar | | lot | 0 | 8 000 | - | - | - | - | - | - | 2 500 | - | - |
| 7,2 | Post insulators for 110 kV busbar | | lot | 0 | 8 000 | - | - | - | - | - | - | 1 500 | - | - |
| 7,3 | 110 kV Post insulators for line and transformer bay. | | lot | 0 | 6 000 | - | - | - | - | - | - | 1 000 | - | - |
| 7,4 | Conductor, insulator strings, Clamps and Hardware, aluminium conductor for equipment interconnections | | lot | 1 | 10 000 | 10 000 | 700 | 250 | 70 | - | - | 2 000 | 2 000 | 13 020 |
| 7,5 | 110 kV post insulator for shunt reactor bay | | lot | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | - | 10 000 | 700 | 250 | 70 | - | - | - | 2 000 | 13 020 |
| 8,0 | FIBER OPTIC COMMUNICATION | | | | | | | | | | | | | |
| 8,1 | PDH / SDH optical multiplexer equipment complete with all required functions | | lot | 1 | 26 700 | 26 700 | 1 869 | 668 | 187 | - | - | 350 | 350 | 29 773 |
| 8,2 | Optical amplifier / booster | | No | 1 | 20 000 | 20 000 | 1 400 | 500 | 140 | - | - | 250 | 250 | 22 290 |
| 8,3 | Telephone and data interfacing equipment (PCM, Digital distribution frame) | | lot | 1 | 21 500 | 21 500 | 1 505 | 538 | 151 | - | - | 250 | 250 | 23 943 |
| 8,4 | Fiber optic cable | | lot | 1 | 1 700 | 1 700 | 119 | 43 | 12 | - | - | 1 300 | 1 300 | 3 173 |

**SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION**

RWEGURA 110/33 KV SUBSTATION

ALL RATES AND AMOUNTS IN : **USD**

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | | Sea transport | | Insurance | | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|---|---|-----------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|--------|---------------|--------|------------|--------|-------------|--------|-----------------------------------|---------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | Amount | Amount | Amount | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 8,5 | PC based Network Management System | | lot | 1 | 11 000 | 11 000 | 770 | 275 | 77 | - | - | 1 400 | 1 400 | 1 400 | 13 522 | | |
| 8,6 | Digital electronic exchange | | No. | 1 | 52 000 | 52 000 | 3 640 | 1 300 | 364 | - | - | 500 | 500 | 500 | 57 804 | | |
| 8,7 | Normal subscriber set, desk type, indoor | | No. | 1 | 100 | 100 | 7 | 3 | 1 | - | - | 100 | 100 | 100 | 210 | | |
| 8,8 | Outdoor subscriber set, wall type, weather proof | | No. | 1 | 1 200 | 1 200 | 84 | 30 | 8 | - | - | 150 | 150 | 150 | 1 472 | | |
| 8,9 | Telephone cable | | lot | 1 | 1 100 | 1 100 | 77 | 28 | 8 | - | - | 1 500 | 1 500 | 1 500 | 2 712 | | |
| 8,10 | Low voltage cables and all required installation material | | lot | 1 | 7 800 | 7 800 | 546 | 195 | 55 | - | - | 2 200 | 2 200 | 2 200 | 10 796 | | |
| 8,11 | Connecting hardware, clamps and accessories | | lot | 1 | 1 100 | 1 100 | 77 | 28 | 8 | - | - | 600 | 600 | 600 | 1 812 | | |
| 8,12 | Installation tools, mechanical fittings and cross connection cabinets | | lot | 1 | 4 200 | 4 200 | 294 | 105 | 29 | - | - | 250 | 250 | 250 | 4 878 | | |
| 8,13 | Equipment not included in above but considered essential for complete installation and all interfacings. Give details in a separate sheet | | lot | 1 | 8 600 | 8 600 | 602 | 215 | 60 | - | - | 1 200 | 1 200 | 1 200 | 10 677 | | |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | - | 157 000 | 10 990 | 3 925 | 1 099 | - | - | - | - | 10 050 | 183 064 | |

SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION

RWEGURA 110/33 KV SUBSTATION

ALL RATES AND AMOUNTS IN : USD

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | Sea transport | Insurance | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|---|--|-----------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|---------------|-----------|-------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 9,0 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9,1 | Cabinets complete with auxiliary devices and terminal blocks | | No. | 1 | 7 000 | 7 000 | 490 | 175 | 49 | - | - | 500 | 500 | 8 214 |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |
| 10,0 | 33 KV METAL CLAD SWITCHGEAR | | | 0 | | | | | | | | | | |
| 10,1 | Transformer feeder with 33 kV + VT | | No. | 0 | 42 200 | - | - | - | - | - | - | 800 | - | - |
| 10,2 | 33 kV Line feeder cubicle | | No. | 0 | 40 000 | - | - | - | - | - | - | 800 | - | - |
| 10,3 | 33 kV auxiliary cubicle with all accessories. | | No. | 0 | 36 200 | - | - | - | - | - | - | 800 | - | - |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |
| 11,0 | 33 KV OUTDOOR EQUIPMENT | | | | | | | | | | | | | |
| 11,1 | 33 kV Disconnecter with earthing switch, 3-pole, 630A, vertical break | | No. | 0 | 7 000 | - | - | - | - | - | - | 600 | - | - |
| 11,2 | 33 kV Disconnecter with earthing switch, 3-pole, 1250A, vertical break | | No. | 0 | 13 000 | - | - | - | - | - | - | 500 | - | - |

**SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION**

RWEGURA 110/33 KV SUBSTATION

ALL RATES AND AMOUNTS IN : **USD**

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | Sea transport | Insurance | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|---|---|-----------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|---------------|-----------|-------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 11.3 | 27 kV, 10kA lightning arresor | | No. | 0 | 800 | - | - | - | - | - | - | 100 | - | - |
| 11.4 | Support steel | | lot | 0 | 2 700 | - | - | - | - | - | - | 2 000 | - | - |
| 11.5 | Bus, cable, conductor and hardware | | No. | 0 | 30 200 | - | - | - | - | - | - | 800 | - | - |
| 11.6 | 33/0.4 kV 315 KVA auxiliary transformer indoor type complete with all accessories | | No. | 0 | 26 600 | - | - | - | - | - | - | 800 | - | - |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.0 | CONTROL AND RELAY PANELS | | | | | | | | | | | | | |
| 12.1 | Control and signalling panel for incoming & out going 110 kV line bays | | No. | 1 | 15 000 | 15 000 | 1 050 | 375 | 105 | - | - | 1 000 | 1 000 | 17 530 |
| 12.2 | Control and signalling panel for 110/33 kV transformer | | No. | 0 | 15 000 | - | - | - | - | - | - | 1 000 | - | - |
| 12.3 | Mosaic type Control, Metering and Signaling board | | No. | 0 | 45 000 | - | - | - | - | - | - | 1 000 | - | - |
| 12.4 | Protection panel for 110 kV incoming & out going line bays | | No. | 1 | 60 000 | 60 000 | 4 200 | 1 500 | 420 | - | - | 1 000 | 1 000 | 67 120 |
| 12.5 | Protection panel for 110/33 kV transformer bay | | No. | 0 | 30 000 | - | - | - | - | - | - | 1 000 | - | - |
| 12.6 | Protection panel for grounding transformer | | No. | 0 | 5 000 | - | - | - | - | - | - | 1 000 | - | - |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | - | 75 000 | 5 250 | 1 875 | 525 | - | - | - | 2 000 | 84 650 |

**SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION**

RWEGURA 110/33 KV SUBSTATION

ALL RATES AND AMOUNTS IN : **USD**

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | Sea transport | Insurance | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|---|---|-----------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|---------------|-----------|-------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 13.0 | Digital Control and Monitoring System | | | | | | | | | | | | | |
| 13.1 | Common Equipment | | lot | 0 | 93 000 | - | - | - | - | - | - | 2 500 | - | - |
| 13.2 | Furniture | | lot | 0 | 4 000 | - | - | - | - | - | - | 300 | - | - |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.0 | AC AUXILIARY SERVICES | | | | | | | | | | | | | |
| 14.1 | AC auxiliary service board complete with all equipment | | lot | 0 | 14 000 | - | - | - | - | - | - | 600 | - | - |
| 14.2 | Emergency lighting system DC 125 VDS lamps and emergency hand lamps system lighting | | lot | 0 | 22 500 | - | - | - | - | - | - | 4 500 | - | - |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.0 | DC AUXILIARY SERVICES | | | | | | | | | | | | | |
| 15.1 | Battery 125 V complete with all accessories (60 cells), 220 Ah | | Sets | 0 | 13 000 | - | - | - | - | - | - | 1 500 | - | - |
| 15.2 | Battery charger, 125 V DC,50A, DC | | Sets | 0 | 9 000 | - | - | - | - | - | - | 400 | - | - |
| 15.3 | 125 V DC Distribution board | | Sets | 0 | 6 000 | - | - | - | - | - | - | 600 | - | - |
| 15.4 | Battery 48 VDC battery complete with all accessories 26 cells, 220 Ah | | No. | 0 | 4 500 | - | - | - | - | - | - | 1 300 | - | - |

**SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION**

RWEGURA 110/33 KV SUBSTATION

ALL RATES AND AMOUNTS IN : **USD**

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | Sea transport | Insurance | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|---|---|-----------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|---------------|-----------|-------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 15,5 | Battery charger, 48 V DC | | No. | 0 | 8 000 | - | - | - | - | - | - | 300 | - | - |
| 15,6 | 48VDC Distribution board | | No. | 0 | 5 000 | - | - | - | - | - | - | 500 | - | - |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |
| 16,0 | GALVANIZED STEEL STRUCTURES | | | | | | | | | | | | | |
| 16,1 | Steel fabricated structure for 110 and 33 kV line termination intermediate gantries and switch yard bus support | | lot | 1 | - | - | - | - | - | - | 14 100 | - | - | 14 100 |
| 16,2 | Steel fabricated structure for shield wire tower and switchyard lighting support | | lot | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |
| 17,0 | RTU / SCADA INTERFACE PANEL | | | | | | | | | | | | | |
| 17,1 | RTU Panel with all cabling and connecting | | No. | 0 | 10 200 | - | - | - | - | - | - | 300 | - | - |
| 17,2 | SCADA Interface panels complete with all BCU, cables and connectors, PC, workstation, hardware and soft ware | | No. | 0 | 7 800 | - | - | - | - | - | - | 300 | - | - |
| 17,3 | Cross connection panels | | set | 0 | 8 500 | - | - | - | - | - | - | 400 | - | - |
| SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | | | | | | | | | | | |

**SCHEDULE OF PRICES
SUPPLY AND ERECTION**

RWEGURA 110/33 KV SUBSTATION

ALL RATES AND AMOUNTS IN : **USD**

| Item | Description | Reference | Unit | Est. Qty. | Supply (FOB) | | Inland transport. | Sea transport | Insurance | Civil Works | | Erection, Testing & commissioning | | Total Amount |
|-------------|--|-----------|------|-----------|--------------|--------|-------------------|---------------|-----------|-------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------|
| | | | | | Unit Price | Amount | | | | Unit Price | Amount | Unit Price | Amount | |
| 18.0 | SUBSTATION GROUNDING | | | | | | | | | | | | | |
| 18,1 | Cable, rods, conductor, connectors and hard ware | | lot | 1 | 5 000 | 5 000 | 350 | 125 | 35 | - | 2 000 | 2 000 | 2 000 | 7 510 |
| 18,2 | Portable maintenance earthing cables, 3 phase set. | | set | 1 | 6 000 | 6 000 | 420 | 150 | 42 | - | 300 | 300 | 300 | 6 912 |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | - | 11 000 | 770 | 275 | 77 | - | - | - | 2 300 | 14 422 |
| 19.0 | SHIELD WIRE SYSTEM | | | | | | | | | | | | | |
| 19,1 | Conductor, Clamps and Hardware etc | | lot | 1 | 1 000 | 1 000 | 70 | 25 | 7 | - | 500 | 500 | 500 | 1 602 |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | - | 1 000 | 70 | 25 | 7 | - | - | - | 500 | 1 602 |
| 20.0 | MISCELLANEOUS | | | | | | | | | | | | | |
| 20,1 | Control and signalling cable | | lot | 1 | 5 000 | 5 000 | 350 | 125 | 35 | - | 5 000 | 5 000 | 5 000 | 10 510 |
| 20,2 | Low voltage cable | | lot | 1 | 5 000 | 5 000 | 350 | 125 | 35 | - | 5 000 | 5 000 | 5 000 | 10 510 |
| 20,3 | 33 kV power cable | | lot | 0 | 30 000 | - | - | - | - | - | - | 4 100 | - | - |
| 20,4 | Steel or plastic conduit and cable tray | | lot | 1 | 2 000 | 2 000 | 140 | 50 | 14 | - | 500 | 500 | 500 | 2 704 |
| 20,5 | Switch yard lighting and power outlets | | lot | 0 | 35 000 | - | - | - | - | - | - | 10 200 | - | - |
| 20,6 | Supply of Embedded steel parts | | lot | 0 | 6 000 | - | - | - | - | - | - | 900 | - | - |
| 20,7 | Boxes for padlocks and keys | | lot | 0 | 500 | - | - | - | - | - | - | 100 | - | - |
| | SUB-TOTAL CARRIED OUT TO SUMMARY OF PRICES | | | | - | 12 000 | 840 | 300 | 84 | - | - | - | 10 500 | 23 724 |

ANNEXE J : RÉFÉRENCES

- Bart F., 1993. Montagnes d’Afrique; Terres paysannes. Le cas du Rwanda. CEGET-CNRS, PUB (Espaces tropicaux n° 7), 588 p.
- D’Huart J.-P. ;Van der Becke J.-P.; Wilson R., 1985. Parc National des Volcans/Plan de gestion (document élaboré pour l’Office Rwandais du Tourisme et des Parcs Nationaux par le WWF et l’UICN comme contribution au Projet Gorille de Montagne). Kigali, ORTPN, 54 p.
- Institut National pour l’Environnement et la Conservation de la Nature (INECN), 2000. Stratégie nationale et plan d’actions en matière de la diversité biologique. République du Burundi, Ministère de l’aménagement du territoire et de l’environnement/PNUD/FEM. 120 p.
- Jost C., 1987. Contraintes d’aménagement en région volcanique tropicale. La chaîne des Birunga au Rwanda. Strasbourg/Ruhengeri, Université Louis Pasteur/Université Nationale du Rwanda, 283 p.
- Lepage, Denis, 2006. Avibase. [En ligne] <http://www.bsc-eoc.org/avibase/avibase.jsp?pg=home&lang=FR>
- MINECOFIN, 2000.- La vision 2020. Kigali. 54 p.
- MINECOFIN, 2004. Plan Directeur d’Alimentation en eau des communautés rurales et du Bétail de la Province d’Umutara. Kigali. 143 p.
- MININFRA, 2004 : - Le projet de loi organique portant organisation de l’habitat au Rwanda. 27pp.
- MINITERE, 2003. - La politique nationale de l’environnement au Rwanda. Kigali. 40 p.
- MINITERE, 2004. – La politique nationale foncière. Kigali. 35 p.
- Murererehe, Sabin, Juin 2000. Etat des ressources forestières au Rwanda. MINAGRI. Commission européenne et FAO.
- Oki, D.S., S.B. Gingerich, and R.L. Whitehead. 1999, Hawaii In Ground Water Atlas of the United States, Segment 13, Alaska, Hawaii, Puerto Rico, and the U.S. Virgin Islands: U.S. Geological Survey Hydrologic Investigations Atlas 730-N, p. N12-N22, N36.
- ORTPN, 2004. Plan de zonage du parc national des volcans. Kigali. 125 pp.
- République du Burundi, 2001. Convention cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques. Première communication nationale. Ministère de l’Aménagement du Territoire et de l’Environnement. 199 p.
- République du Burundi, 2005. Rapport des résultats des consultations communautaires en commune de Musigati. Consultations participatives pour l’élaboration du Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté complet au Burundi. 43 p.
- République du Rwanda, 2004. Recensement général de la population et de l’habitat Rwanda : 16-30 août 2002. Atlas Geo-Démographique du Rwanda. MINECOFIN/SNR Kigali, MINECOFIN/SNR, 113 p.
- République du Rwanda, 2002. Plan de développement communautaire. Province de Gisenyi/District de Mutura Gisenyi, CRDP, 111 p.
- République du Rwanda, 2004. Etude sur les indicateurs de développement et le système de suivi-évaluation du PADDEP (Rapport définitif). Province de Ruhengeri. Ruhengeri, PADDEP, 108 p.
- Sirven P. et al., 1974. Géographie du Rwanda. Bruxelles/Kigali, Editions A. de Boeck/Editions Rwandaises, 174 p.
- Vande Weghe (J.P.), 1990. Akagera, l’eau, l’herbe & le feu. Imprimerie et Editions Lannoo. S.A. Bruxelles. Belgique.
- WCS, IGCP, CARE, 2004. Socio-economic surveys around montane forests in Uganda, Rwanda and DRC. Draft report.
- Weber W. et al., 1987. Ruhengeri et ses ressources (Profil de l’environnement de la Préfecture de Ruhengeri/Rwanda). Kigali, Projet RRAM (ETMA/USAID), 89 p.

ANNEXE K : LISTE DES ORGANISMES RENCONTRES

Liste des organismes rencontrés lors de l’inventaire et des visites de terrain

Liste des Personnes et organismes rencontrés au Burundi

| Nom et prénom | Position | Institution |
|-----------------------------------|--|---|
| Monsieur Herménégilde RUPEREZA | Coordonnateur des programmes | Geste humanitaire |
| Madame Solange HABONIMANA | Directrice Adjointe | Office national du Tourisme (ONT), Ministère de l’Environnement et de l’Aménagement du Territoire |
| Madame Emmanuella NGENZEBUHORO | Directrice de l’Environnement | Direction générale de l’Environnement, Ministère de l’Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l’Environnement |
| Monsieur Astère BARAGWANDIKA | Directeur des Forêts | Ministère de l’Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l’Environnement |
| Monsieur Damien NINDORERA | Conseiller juridique | Institut National pour l’Environnement et la Conservation de la Nature (INECN), Ministère de l’Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l’Environnement |
| Monsieur Alphonse FOFO | Conseiller principal du Directeur Général | Institut National pour l’Environnement et la Conservation de la Nature (INECN), Ministère de l’Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l’Environnement |
| Monsieur Gabriel HAKIZIMANA | Directeur de l’Environnement | Institut National pour l’Environnement et la Conservation de la Nature (INECN), Ministère de l’Environnement et de l’Aménagement du Territoire |
| Monsieur Édouard NIYONZIMA | Trésorier | Association de protection de l’environnement Biraturaba |
| Madame Odette KAYITESI | Ministre | Ministère de l’Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l’environnement |
| Monsieur Anaclet NZIRIKWA’ | Conseiller Juridique | Ministère de l’Aménagement du Territoire, du tourisme et de l’Environnement |
| Monsieur Ruzima SALVATOR | Coordonnateur National | Projet Action environnementale du Bassin du Nil |
| Col. Joseph NZEYIMANA | Directeur | Régie des Services aéronautiques |
| Ir. Didace YAMUREMYE | Chargé des infrastructures | Régie des Services aéronautiques |
| Monsieur Damien NINDORERA | Conseiller Juridique | Institut National pour l’Environnement et la Conservation de la Nature (INECN), Ministère de l’Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l’Environnement |
| Monsieur Oscar NDAYIZIGA | Directeur Général | Institut National pour l’Environnement et la Conservation de la Nature (INECN), Ministère de l’Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l’Environnement |

| Nom et prénom | Position | Institution |
|--------------------------------|---|--|
| Monsieur Alphonse FOFO | Conseiller principal à l’INECN, chargé de la gestion de la Réserve de la Rusizi | Institut National pour l’Environnement et la Conservation de la Nature (INECN), Ministère de l’Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l’Environnement |
| Monsieur Léonidas BAMBARA | Conseiller a la Direction Technique de l’INECN et ancien Chef de Parc National de la Kibira | Institut National pour l’Environnement et la Conservation de la Nature (INECN), Ministère de l’Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l’Environnement |
| Monsieur Louis NDUWIMANA | Chef de programme | Programme Lutte contre la pauvreté au PNUD Bujumbura |
| Monsieur Dieudonné NDAGIJEMANA | Directeur Technique à l’INECN charge de la gestion des aires protégées | Institut National pour l’Environnement et la Conservation de la Nature (INECN), Ministère de l’Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l’Environnement |
| Monsieur Pierre BARAMPANZE | Directeur de l’énergie au Burundi | Ministère de l’Énergie et des Mines |
| Madame Aline IRIMBERE | Conseillère | Département de l’Environnement, de la Recherche et de l’Éducation Environnementales de l’Institut National pour l’Environnement et la Conservation de la Nature (INECN), Ministère de l’Aménagement du Territoire, du Tourisme et de l’Environnement |
| Monsieur NOLASQUE | Conseiller principal | Département de l’Énergie, Direction Générale de l’Eau et de l’Énergie, Ministère de l’Énergie et des Mines |
| Monsieur Térance MBONABUCA | Directeur Général | Administration du Territoire |
| Monsieur Gabriel KANYAMUGAMBWE | Chef | Réserve naturelle de la Rusizi |
| Monsieur Freddy NIYONGERE | Technicien Principal | Société Nationale d’Électricité |

Liste des Personnes et organismes rencontrés au Rwanda

| Nom et prénom | Position | Institution |
|---------------------------|---|---|
| M Augustin HATEGEKA | Chargé d'étude et Planification | Projet UPEGAZ ¹ , MININFRA ² |
| M Aloys Makuza Kanamugire | Directeur Technique/Electricité | ELECTROGAZ |
| M Charles Kanyamihigo | Directeur d'exploitation/électricité | ELECTROGAZ |
| M Gaspard Niyiragira | Assistant technique/Aménagement des marais | Projet d'Appui au Secteur Rural/MINAGRI |
| M Stany Nizeyimana | Chef de la Centrale Electrique de Gisenyi | ELECTROGAZ |
| M Paul Mbonimpa | Chef de la Station de Gisenyi | ELECTROGAZ |
| M Méthode Ntagungira | Chef de Poste de Ngoma/Butare | ELECTROGAZ |
| M Josaphate Mugemanyi | Chef de la Station Butare | ELECTROGAZ |
| M Jacinthe Sana | Chef de Poste de Kigoma | ELECTROGAZ |
| M Gaspard Niyiragira | Assistant technique/Aménagement des marais | Projet d'Appui au Secteur Rural/MINAGRI ³ |
| M Désiré Florent Nzayanga | Chargé de Programme Énergétique | Initiative du Bassin du Nil |
| M Albert Yaramba | Coordinateur du projet | Projet National d'Alimentation en eau potable et Assainissement en Milieu Rural |
| M Frank Rutabingwa | Coordinateur du Projet | Projet d'Appui à la foresterie (PAFOR) |
| M Robert Kashemeza | Maire | District de Nyagatare/Province de l'Est |
| M Daniel | Chargé de la Carte pédologique | MINAGRI |
| M Syldio Gakwisi | Chargé du service d'analyse des données météorologiques | Service National de Météorologie/MININFRA |
| M Vital Nzabanita | Chargé de la Cartographie | Service National des Statistiques/MINECOFIN ⁴ |
| M Innocent Gashugi | Chargé d'Etude d'Impact Environnemental | Rwanda Environment Management Authority/MINITERE |
| M Eugène Kayijamahe | Chargé de Recherche au Centre GIS de Butare | Université National de Butare |
| M Kayitaba Gallican | Coordinateur du Groupe de travail chargé de préparer le Schéma Directeur d'Utilisation des Terres au Rwanda | MINITERE ⁵ |
| Mme Prisca Mujawayezu | Secrétaire Exécutive | Conseil de Concertation des Organisations d'appui aux Initiatives de Base/CCOAB |

¹ UPEGAZ : Unité de production et d'extraction du gaz

² MININFRA : Ministère des Infrastructures

³ MINAGRI : Ministère de l'Agriculture et de l'énergie

⁴ MINECOFIN : Ministère des Finances et de la Planification économique

⁵ MINITERE : Ministère des Terres, de l'Environnement, des Forêts, de l'Eau et des Mines.

INITIATIVE DU BASSIN DU NIL – PROGRAMME AUXILIAIRE D’ACTION DES PAYS DES LACS EQUATORIAUX DU NIL
ETUDE D’INTERCONNEXION DES RESEAUX ELECTRIQUES DES PAYS DES LACS EQUATORIAUX DU NIL
RAPPORT DE FAISABILITE – VOLUME 4 – INTERCONNEXION BURUNDI – RWANDA

| Nom et prénom | Position | Institution |
|----------------------------|---|---|
| Mme Agnès Mujawayezu | Secrétaire Exécutive | Collectif des Organisations Rwandaises de Promotion de la Femme, de la Paix et du Développement (PROFEMME TWESE HAMWE). |
| M Fidèle Ruzigandekwe | Directeur Exécutif | Agence Rwandaise de Conservation de la Faune et la Flore Sauvage/Rwanda Wildlife Agency |
| M Donatien | Chargé de l'expropriation | MINITERE |
| M Adrien Ruberanziza | Chargé des juridictions Gacaca/Habitant du Village de Birembo | Cellule Runyinya/Village de Birembo |
| M Roger MUGISHA | Agent | Institut National de Statistique/Kigali |
| M Denis | Chargé de la Cartographie | Electrogaz, Kigali |
| M Népomuscène RUGEMINTWAZA | Chargé du suivi évaluation | Projet d' appui à la décentralisation /PNUD/MINALOC, Kigali |
| M Didace KAYIRANGA | Chercheur | Institut Agronomique du Rwanda(ISAR/Rubona) |
| M Ignace RWAKAYIRU | Consultant, Expert en Politique de population | Centre CIEDEP/Kigali |
| M Antoine KAPITENI | Coordinateur | Projet de Gestion intégré des écosystèmes critiques, MINITERE, Kigali |
| M Viateur NGIRUWONSANGA | Coordinateur | Projet SIG/HIMO(Système intégré de Gestion de Haute intensité de Main d' oeuvre)/Halpage Rwanda, Ruhengeri |
| Mme Rita RWIRANGIRA | Chargée du Rapatriement et Réintégration des réfugiés | Conseil National pour les Réfugiés, Kigali |
| M Hycinthe SANA | Chef de poste de Transformation électrique | Kigoma |
| Mme Yvonne MUREBWAYIRE | Chargée des Relations Publiques | Association PRO Femmes Twese Hamwe, Kigali |
| Mme Claudine ZANINKA | Chef de Division | Direction de la planification Stratégique et de Suivi de Réduction de la Pauvreté, MINECOFIN, Kigali |
| | | ORTPN, Kigali |
| | | Université National du Rwanda, Butare |
| | | Musée National du Rwanda, Butare |

ANNEXE L : PHOTOS LE LONG DU CORRIDOR



Départ Ligne 110 kV – Poste Rwegura



Au Nord de Rwegura



Départ des Lignes – Poste Kigoma



Ligne 30 kV – Butare

ANNEXE M : ELECTRIFICATION RURALE

SOMMAIRE

| | |
|---|----------|
| 1. ELECTRIFICATION RURALE | 2 |
| 1.1. INTRODUCTION | 2 |
| 1.2. LIMITES DE L’ETUDE | 2 |
| 1.3. SOLUTIONS ENVISAGEABLES | 3 |
| 1.3.1. LE COUPLAGE CAPACITIF | 3 |
| 1.3.2. LES POSTES DE TRANSFORMATION CAPACITIFS | 4 |
| 1.3.3. LES TRANSFORMATEURS DE TENSION MONOPHASES SOUS SF6 | 6 |
| 1.3.4. LES CABLES DE GARDE ISOLES | 7 |
| 1.4. RESUME DES DIFFERENTES TECHNOLOGIES D’ELECTRIFICATION RURALE | 13 |

1. ELECTRIFICATION RURALE

1.1. INTRODUCTION

On trouve dans les pays en développement de nombreux cas de petites villes, villages et fermes situés le long des lignes HT mais qui ne sont pas électrifiées car ces lignes HT servent uniquement à alimenter les villes principales ou évacuer la puissance de centrales électriques éloignées. Ces villages sont parfois à plus de 100 km du poste de transformation HT/MT le plus proche. En raison des faibles quantités d’énergie à fournir (quelques dizaines ou centaines de kW) et des distances considérables à couvrir, le recours à des lignes MT triphasées conventionnelles et/ou à des postes HT/MT supplémentaires n’est pas justifiable du point de vue économique malgré les aspects sociaux, et conduit également à ajouter un impact sur l’environnement.

Il est logique d’envisager l’utilisation des lignes HT qui passent à proximité des villages pour alimenter ces derniers. Plusieurs techniques existent qui sont discutées ci-après. Il convient de noter également un avantage annexe non négligeable qui est l’intérêt des villageois pour la ligne HT dans la mesure où celle-ci leur apporte l’électricité alors que dans le cas contraire ils n’en ont que les inconvénients.

L’objectif de ce chapitre est de déterminer si l’électrification rurale à partir des nouvelles lignes HT se justifie et le cas échéant de définir la technique la plus appropriée. Ainsi les différentes techniques d’électrification rurale à partir des lignes HT sont présentées dans une première partie. Une analyse spécifique pour chacune des lignes d’interconnexion du projet est ensuite réalisée.

1.2. LIMITES DE L’ETUDE

La comparaison des différentes solutions d’électrification rurale s’arrête à l’alimentation des « postes sources d’électrification rurale » : c’est-à-dire aux postes MT ou BT répartis le long des lignes HT, qui alimenteront les villages ou autres charges.

Les réseaux ruraux MT ou BT eux-mêmes (les lignes des postes sources aux villages, ou les lignes entre villages par exemple) ne sont pas décrits ni comparés dans cette partie puisque leur technologie est classique et est indépendante de la solution d’alimentation des postes sources d’électrification rurale.

Les solutions préconisées doivent aussi s’apprécier en tenant compte des solutions déjà développées ou expérimentées dans les pays, de manière à réduire les technologies différentes le long d’une même interconnexion. La mutualisation des pièces de rechange pour une même technologie est par exemple une source d’économie appréciable. Il en est de même pour la formation des exploitants.

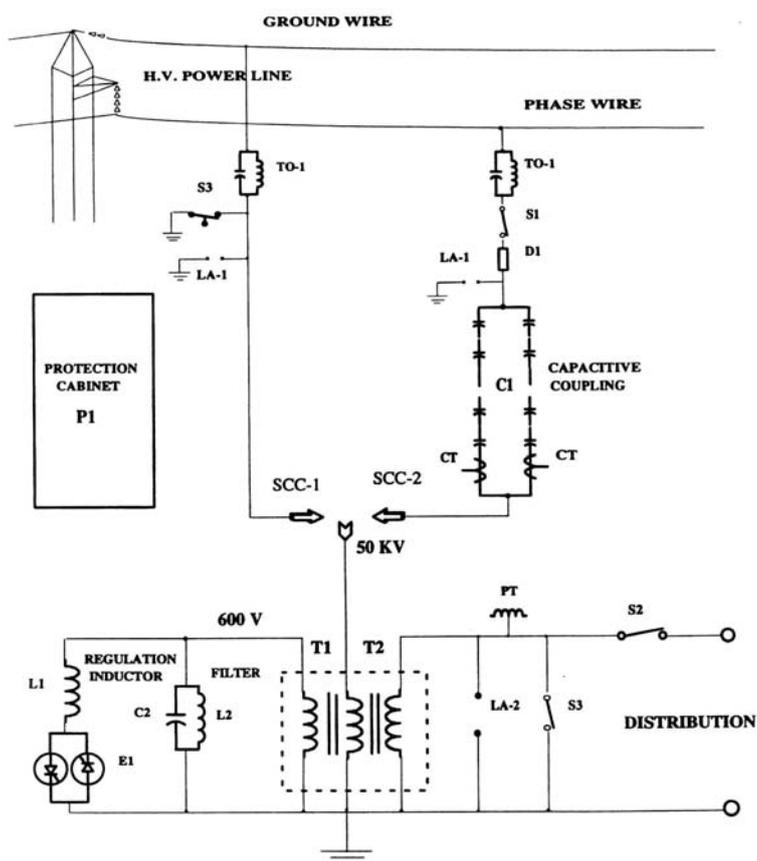
1.3. SOLUTIONS ENVISAGEABLES

Mis à part la solution de base qui consiste à créer un poste HT/MT simplifié et de construire des lignes MT parallèles à la ligne HT, quatre solutions sont envisageables et décrites ci-après :

- Le couplage capacitif,
- Les postes de transformation capacitifs,
- Les transformateurs de tension monophasés sous SF6,
- Les câbles de garde isolés.

1.3.1. LE COUPLAGE CAPACITIF

Les schémas de distribution par couplage capacitif ont été proposés par l'IREQ (Canada) et sont décrits dans la publication « Capacitive Coupling Substations » de CEGELEC/BC CHECO-IREQ. Le schéma de principe en est donné ci-dessous.



Dans ce schéma, nommé SCC (Capacitive Coupling System), des petites charges sont alimentées en tension induite par couplage capacitif dans un câble de garde ou un conducteur isolé d'un tronçon de ligne HT, au moyen d'un transformateur MT/BT branché entre le câble à potentiel flottant et la terre. Ce schéma ne permet de desservir que des charges monophasées très petites (de l'ordre de 0,5 kW par km de câble isolé dans une ligne à 161 kV à simple terre). Ce schéma est donc particulièrement adapté à l'alimentation de relais radio ou autres répéteurs d'information bien qu'il se trouve en

compétition avec les alimentations par panneaux solaires sur lesquels il a néanmoins l’avantage de ne pas nécessiter un gros système de chargeur et batteries.

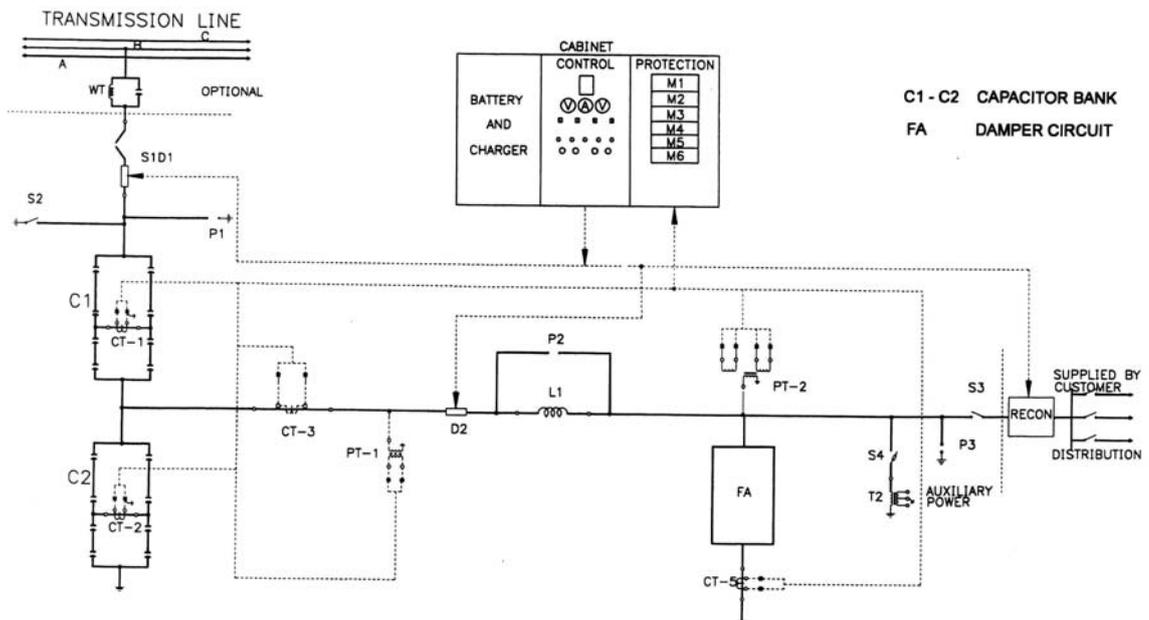
L’IREQ rapporte sur une alimentation monophasée jusqu’à 70 kVA dans une ligne 220 kV. Des équipements spéciaux (inductance contrôlée à thyristors et circuit filtre) sont nécessaires dans chaque village pour obtenir une tension d’alimentation relativement constante malgré la variation de la charge. En effet, le SCC fonctionne comme un partiteur de tension, dans lequel une branche est la capacité équivalente constante entre le câble flottant et les conducteurs du circuit HT, et l’autre branche est l’impédance variable de la charge transférée au primaire du transformateur MT/BT, dont découle la nécessité du réglage de tension.

Le schéma SCC à câble(s) flottant(s) n’est pas applicable pour le volet électrification rurale du projet d’interconnexion des réseaux électriques des pays des lacs équatoriaux du Nil, parce que :

- La puissance qu’il est possible d’alimenter est très petite, inférieure de deux ordres de grandeur à la puissance d’un schéma à câble de Garde Isolé (jusqu’à 10 000-12 000 kW),
- Le schéma ne permet pas la distribution normale triphasée, qui est préférable ou nécessaire dans certains villages.

1.3.2. LES POSTES DE TRANSFORMATION CAPACITIFS

Pour l’alimentation en triphasé des charges relativement importantes (jusqu’à 2 000 kVA, l’IREQ a proposé le schéma d’un pont diviseur capacitif triphasé formé par trois bancs de condensateurs de grande puissance suivant le schéma ci-dessous.



Pour empêcher les fluctuations de la tension due aux variations de la charge, et pour limiter les surtensions pendant les courts-circuits dans le réseau de distribution, l’IREQ utilise une inductance protégée par un varistor à oxydes métalliques connecté en parallèle. Pour empêcher la féro-résonance, il faut aussi un réseau complexe d’amortissement. La protection du banc triphasé de condensateurs (puissance de l’ordre de 15 MVAR) est

assurée par un disjoncteur de manœuvre (« load interrupter ») ou par un disjoncteur côté alimentation HT et par les protections conventionnelles des bancs de condensateurs HT.

Les postes à ponts de condensateurs HT triphasés sont proposés pour remplacer les petits postes avec transformateurs HT/MT conventionnels. Le coût est de l'ordre de 2 MEUR pour un poste 115 kV, qui peut alimenter jusqu'à 2 MVA en MT. Ce coût est du même ordre de coût qu'un petit poste conventionnel avec transformateur abaisseur 115 kV/MT, qui par ailleurs peut alimenter une puissance bien supérieure en MT (10 MVA ou plus). En effet, le poste nécessite une travée HT similaire à celle nécessaire pour un transformateur HT/MT (sectionneur, disjoncteur de manœuvre ou normal, parafoudres, circuits bouchon, transformateurs de courant, transformateurs de tension). Pour une travée 225 kV le un coût sera notablement plus important.

Il convient aussi de remarquer qu'au Canada le coût d'un poste à pont de condensateurs peut être intéressant par rapport au coût d'un poste conventionnel avec un transformateur HT/MT, ce qui n'est pas forcément le cas dans d'autres continents pour les raisons suivantes :

- Le coût des condensateurs fabriqués en Amérique du Nord est bas, fréquemment plus bas que dans d'autres continents ;
- Le coût des transformateurs de puissance fabriqués en Amérique du Nord est généralement plus haut qu'en d'autres continents ;
- En Amérique du Nord on fabrique des disjoncteurs de manœuvre (« load interrupter ») à HT, tandis qu'en Europe les fabricants ne fournissent que des disjoncteurs normaux pour la HT.

Le point principal pour l'évaluation du schéma à pont de condensateurs est que l'électrification rurale le long des interconnexions des réseaux électriques des pays des lacs équatoriaux du Nil envisage l'alimentation de plusieurs villages distribués le long de tronçons de plusieurs centaines de km de ligne HT. L'application de ce schéma demanderait l'installation de plusieurs postes le long de la ligne, ou bien, pour limiter le nombre de postes la construction de lignes MT le long des lignes HT pour alimenter tous les villages. La première solution est très coûteuse (coût d'installation et d'entretien) et le réseau serait compliqué à cause de la présence d'un grand nombre de postes et d'équipements non conventionnels. La deuxième solution entraîne un coût important de lignes MT (construction et exploitation).

Enfin le schéma à pont de condensateurs est parfaitement adapté à des lignes très chargées dont il est intéressant de compenser la réactance, ce qui est le cas des lignes canadiennes considérées par l'IREQ. Dans le cas du projet d'interconnexions des réseaux électriques des pays des lacs équatoriaux du Nil, ces conditions techniques sont loin d'être vérifiées et constituent plutôt un inconvénient. En effet :

a) Les lignes HT étant peu chargées pendant plusieurs années à venir, il serait nécessaire d'installer, pour chaque poste de 2 MVA, une réactance shunt d'environ 15 MVar (valeur indicative en 225 kV), pour compenser l'excès de Mvar capacitif produit par le pont diviseur. Il y aurait donc un investissement supplémentaire et aussi une petite augmentation des pertes par rapport au poste conventionnel. Seulement dans un avenir lointain, hors de l'horizon des études, on pourrait peut-être utiliser les condensateurs du poste pour le re-phasage du réseau.

b) Le facteur de puissance naturelle des charges dans les zones d'intérêt, lors de la pointe du soir est fréquemment de l'ordre de 0,9 au niveau MT. Quand il sera nécessaire de faire du re-phasage, la solution la plus convenable sera l'installation de condensateurs à MT.

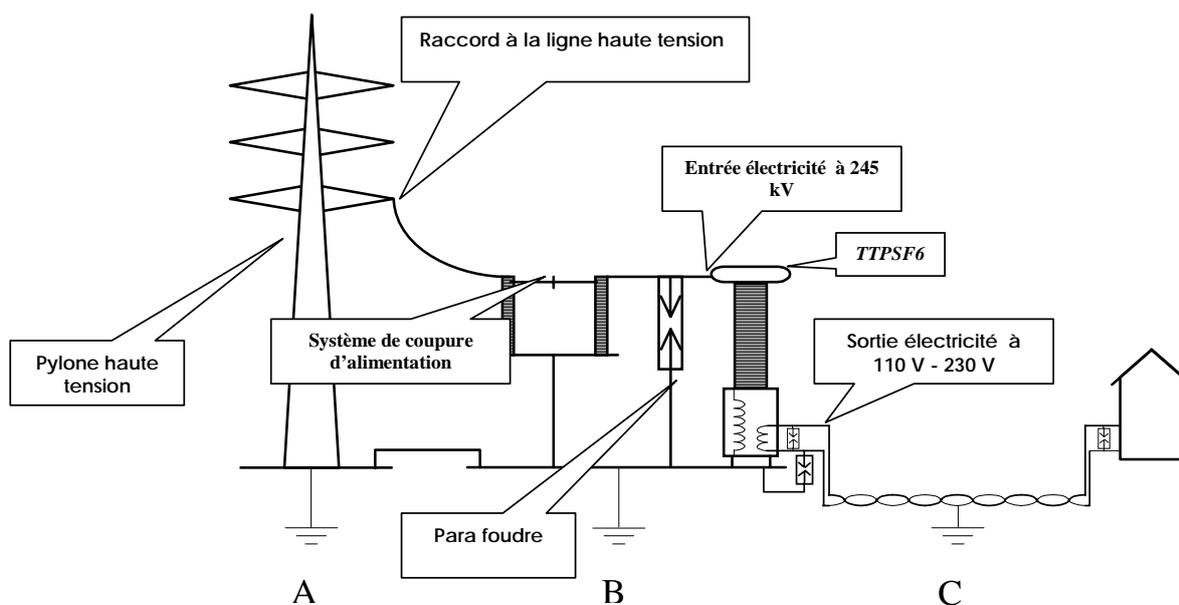
c) Le poste source d’électrification rurale sont généralement installés loin des extrémités réceptrices des lignes HT. Cela réduit l’efficacité du re-phasage qui, par ailleurs, n’est pas requis pendant plusieurs années d’exploitation, comme expliqué plus haut.

1.3.3. LES TRANSFORMATEURS DE TENSION MONOPHASES SOUS SF6

Cette technologie a été développée par Christian Pans Enregie & Expansion (CPEE) et l’Université de Liège (ULG Belgique), et a été expérimentée avec succès à Makola (Congo-Brazzaville) en 2002.

Le TTPSF6 est un transformateur de tension isolé au gaz SF6 de construction standard et pouvant fournir jusqu’à 50 KVA, la tension passant directement de la ligne haute tension (75-245 KV) aux basses tensions usuelles (110-220 V) sans utilisation de sous-stations.

Le TTPSF6 permet à des villages situés à moins de 5 km des lignes hautes tension mais non raccordés, d’être approvisionnés en électricité et ainsi améliorer leur condition de vie (ex. assurer l’alimentation en eau par l’alimentation électrique d’un groupe de pompage, création d’activité artisanale ou industrielle simple).



Les avantages de cette technologie sont

- La manipulation aisée grâce à son poids léger (1400 kg), le système d’alimentation peut être aisément déplacé.
- Une transformation directe de 245 kV en 230 V sans sous-stations électriques
- Un coût réduit pour une petite unité d’alimentation, en évitant les intermédiaires de transformation du voltage et en utilisant des transformateur de tension HT standards destinés à la mesure dans les réseaux de transport (coût approximatif 250.000 € / unité de transformation)

Cette technologie est peu adaptée au volet électrification rurale le long des interconnexions des réseaux électriques des pays des lacs équatoriaux car :

- Sa puissance par unité est très restreinte (50 kVA max) comparée aux besoins des villages. L’énergie fournie est sous forme monophasée. Hors, l’usage de triphasé est nécessaire pour le pompage à partir d’une certaine puissance (de l’ordre de 100 kW pour un moteur asynchrone triphasé avec démarrage étoile/triangle), le pompage d’eau étant l’une des principales applications de l’électrification rurale.
- Le fonctionnement en sécurité du dispositif (notamment en cas choc de foudre sur la ligne) demande une très bonne mise à la terre, compliquée à mettre en œuvre dans des terrains en latérite à forte résistivité.
- Comme pour la solution utilisant le couplage capacitif, cette solution met en œuvre un transformateur de tension capacitif, ce qui sur une ligne déjà peu chargée (puissance transitant très inférieur à la puissance naturelle de la ligne) augmentera les besoins en compensation réactive et donc un surinvestissement.
- La standardisation des ces TT donne des poste sources d’électrification rurale uniquement en BT. La distance limite des charges pouvant être alimentées est donc diminuée par rapport aux autres solutions d’électrification rurale qui proposent aussi des postes sources en MT. La distance maximale des charges par rapport à la ligne est de l’ordre de 5 km.

1.3.4. LES CABLES DE GARDE ISOLES

Une solution inédite a été proposée, et appliquée dès 1985. Elle consiste à isoler le(s) câble(s) de garde des pylônes des lignes HT à l’aide d’isolateurs suspendus et à alimenter ce(s) câble(s) en MT (20-34,5 kV) à partir du poste HT/MT à une extrémité de la ligne HT. Les transformateurs de distribution peuvent de cette manière être connectés entre le(s) câble(s) de garde et la terre pour desservir les villages le long de la ligne HT.

1.3.4.1. DESCRIPTION GENERALE

Les schémas de lignes à câbles de garde isolés (CDGI) sont illustrés dans les diagrammes ci-après. Les schémas A et B sont destinés à la distribution monophasée ; les schémas C et D sont applicables quand la ligne à HT est protégée par deux câbles de garde ; ils peuvent alimenter également des charges triphasées Le schéma A est applicable aux lignes HT avec un seul câble de garde. Les schémas à CDGI ont été conçus en combinant deux techniques autrefois appliquées séparément dans divers pays :

- Utilisation de câbles de garde isolés sur les longues lignes à THT transportant d’importantes quantités d’énergie, pour réduire les pertes par effet Joule dues aux courants induits dans les câbles en acier ou en « allumoweld », et/ou pour les télécommunications par courants porteurs sur les câbles mêmes ;
- Construction des lignes de distribution à MT monophasées à un seul conducteur, avec retour du courant par la terre, pour alimenter les charges peu importantes et très éloignées (distribution rurale).

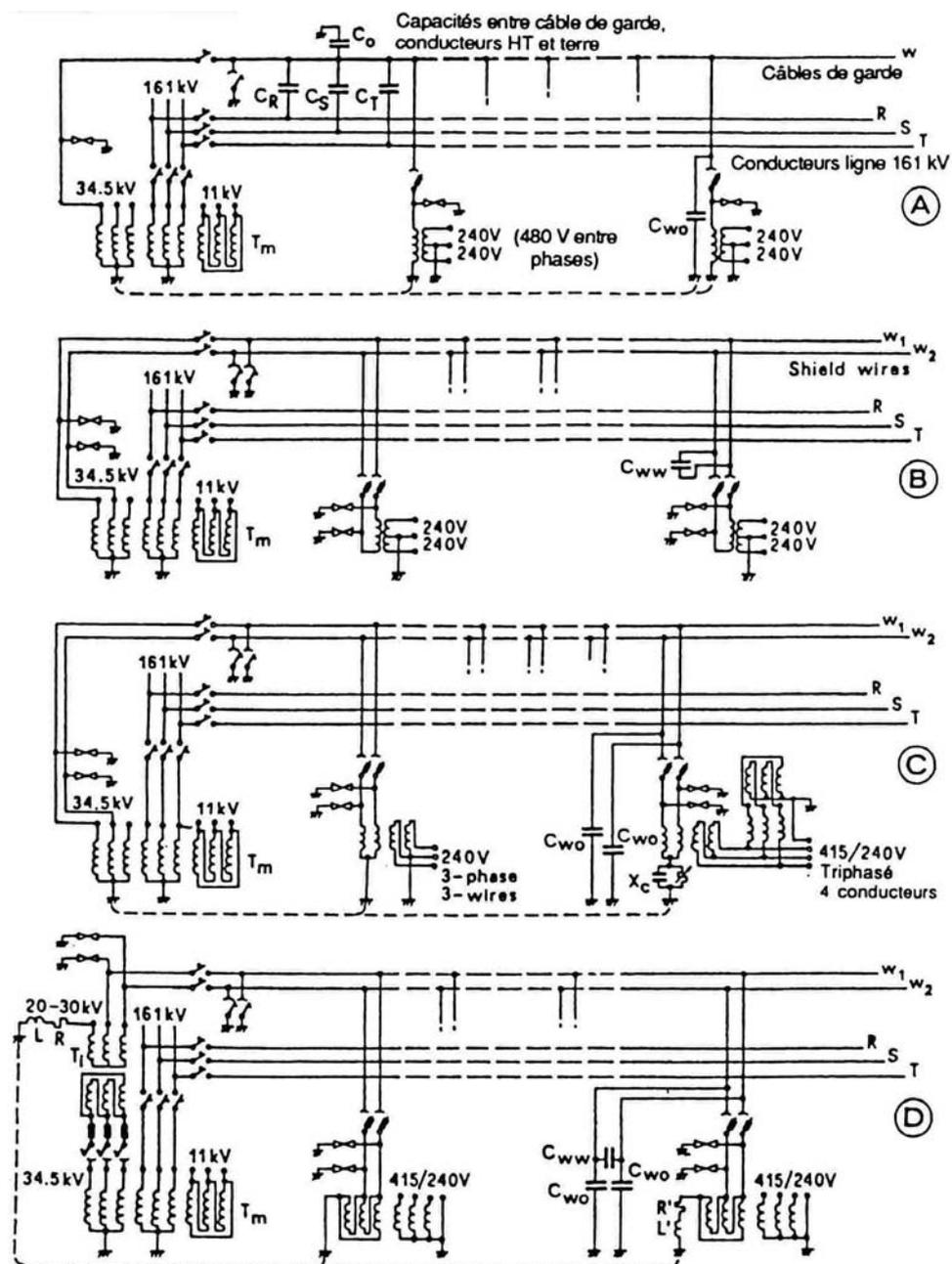
1.3.4.2. COMPARAISON DES SCHEMAS

Le retour du courant par la terre (schémas A, C et D) est le principe le plus économique lorsque la résistivité du sol n’est pas exceptionnellement grande, parce que le coût des électrodes de mise à la terre est peu élevé pour le flux de courant considéré. Le retour par la terre est un « conducteur » disponible partout, de coût négligeable (limité au coût des

électrodes terminaux) et de grande fiabilité (n'est pas exposé au risque d'interruption, ou de défaillance de l'isolement comme les conducteurs conventionnels).

Le circuit de retour par la terre a une résistance nettement inférieure à celle des conducteurs de distribution classiques : elle est évaluée à $10-4\pi^2f$ (ohm/km), soit 0,05 ohm/km à 50 Hz, ce qui correspond à un câble en aluminium de 570 mm² de section.

Les schémas à retour par la terre A et C sont faisables sans transformateur intercalés si le neutre du réseau d'alimentation MT est directement mis à la terre ou si le réseau est mis à la terre par l'intermédiaire soit d'un transformateur de mise à la terre, soit par une bobine d'inductance de neutre de faible impédance. Le retour métallique du schéma B et le retour d'alimentation MT fonctionne avec le neutre non mis à la terre ou avec une mise à la terre de haute impédance.



Dans le schéma B, dit « monophasé à retour métallique », le retour du courant par la terre est évité. Il est faisable si la ligne HT est équipée avec deux CDGI utilisés pour alimenter les transformateurs de distribution MT/BT.

Le schéma C dit en « V », exige deux câbles de garde isolés alimentés par les deux phases d’un réseau MT à neutre mis à la terre. Dans les postes de distribution, il y a deux transformateurs MT/BT monophasés branchés entre chaque câble de garde et la terre. Les enroulements secondaires BT sont connectés en triangle ouvert (connexion en « V ») et fournissent par conséquent, quand la charge est nulle, une source triphasée symétrique permettant de desservir une petite quantité de charge triphasée en plus des charges monophasées. L’ajout, entre le neutre des transformateurs connectés en « V » et la terre, d’un condensateur (X_c) choisi de manière à compenser la chute de tension dans la réactance du circuit de retour par la terre, permet d’augmenter considérablement les charges triphasées qui peuvent être desservies, sans dépasser les 2 % de tension inverse limite prévue dans les réseaux BT.

Le transformateur de mise à la terre connecté aux bornes BT des transformateurs connectés en « V » génère le neutre destiné aux consommateurs de BT monophasés branchés entre une phase et le neutre.

Le schéma D est dit « triphasé ». Les deux câbles de garde isolés et le retour par la terre forment un circuit triphasé déséquilibré. La résistance du conducteur de terre est nettement inférieure à celle de n’importe quel câble de garde ; la réactance du conducteur de terre est généralement légèrement inférieure à celle des câbles métalliques. La capacité entre les deux câbles de garde est beaucoup inférieure à la capacité entre chaque câble de garde et la terre. Le principe appliqué est de rendre symétrique la ligne formée par les deux câbles de garde et le circuit de retour par la terre à l’aide de dispositifs de compensation simples : une résistance en série avec une réactance sur le circuit de mise à la terre (R-L) pour en amener l’impédance au niveau de celle des câbles de garde ; un condensateur branché entre les deux câbles de garde (C_{ww}) pour élever la capacité entre câbles au mêmes valeurs de la capacité câble-terre.

La ligne à CDGI « triphasée » est alimentée par des tensions symétriques triphasées à l’aide d’un transformateur intercalé (T_i), ou plus économiquement par l’enroulement tertiaire d’un transformateur HT/MT. Une borne de phase de l’enroulement qui alimente la ligne à CDGI « triphasé » est mise à terre à travers l’impédance de compensation R-L.

Selon les caractéristiques de la charge, dans le schéma « triphasé » des transformateurs MT/BT triphasés avec une borne primaire à la terre, ou monophasés, sont connectés le long de la ligne. Le schéma à CDGI (D) peut alimenter une charge 100 % triphasée. Il absorbe une charge équilibrée du réseau de transport HT si la charge de distribution est équilibrée, comme la distribution conventionnelle.

Dans le schéma à CDGI « triphasé », les charges triphasées sont desservies par des transformateurs MT/BT conventionnels, qui doivent cependant être projetés pour fonctionner en continu avec une borne primaire à la terre et les autres bornes alimentées à une tension par rapport à la terre égale à la tension entre phases.

Des condensateurs de re-phasage et anti-ferrorésonance, et des sectionneurs de mise à la terre servent à l’équilibrage des tensions et à la protection contre les surtensions par ferrorésonance.

1.3.4.3. COMPORTEMENT A LA Foudre DES LIGNES HT AVEC LES CABLES DE GARDE ISOLES

On sait par expérience que l’isolation des câbles de garde dans les lignes à THT qui vise à réduire les pertes Joule dans les câbles de garde, n’altère pas leur efficacité de protection. Dans cette application les éclateurs à tiges qui protègent les isolateurs de suspension des câbles de garde sont réglés à une petite distance (10 à 50 mm). D’un autre côté, les câbles de garde sont normalement mis à la terre dans un point de chaque tronçon court isolé, ou beaucoup de transpositions sont faites dans des longs tronçons de câbles isolés, pour limiter les surtensions induites.

Le cas des lignes à CDGI diffère de la pratique d’isolation des câbles ci-dessus par :

- Les CDGI sont alimentés de 10 à 34,5 kV efficaces par rapport à la terre avec jusqu’à 100 km de long ;
- L’isolement doit supporter les surtensions de manœuvre des lignes à CDGI. Les éclateurs à tiges doivent avoir une distance de 150 à 300 mm ; selon la tension d’exploitation de la ligne à CDGI.

La tension d’exploitation des câbles de garde est très faible par rapport au potentiel du conduit ionisé de la foudre. On peut donc s’attendre que l’efficacité de l’écran ne soit pas réduite. Quand la foudre frappe un câble de garde ou un pylône, l’éclateur à tiges le plus proche d’un CDGI amorce et met à terre le câble de garde qui se comportent donc comme s’il était mis à la terre.

Comme le CDGI est alimenté par un poste de transformation HT/MT, l’arc dans un éclateur à tiges provoque un court circuit à terre. Alors le relais de protection met hors service la ligne à CDGI, à moins que l’arc de puissance à la fréquence du réseau ne s’auto-éteigne rapidement, comme cela peut arriver si le courant de défaut est petit. Ce comportement n’est pas préoccupant parce qu’il est très normal dans les lignes de distribution MT conventionnelles.

Les études en laboratoires et sur les lignes en exploitation confirment que le courant d’arc secondaire dans l’éclateur à tiges s’éteint rapidement pour prévenir les dégâts dans les équipements et permettre de ré-alimenter rapidement les consommateurs connectés à la ligne à CDGI.

La hauteur par rapport au sol des CDGI est plus grande celle des conducteurs de lignes MT conventionnelles équivalentes. Cela peut provoquer une augmentation des décharges dues à la foudre, pour un niveau assigné d’isolement de la ligne MT, causé par :

- Un plus grand nombre de décharges directes de la foudre sur les CDGI due à la plus large bande d’exposition de la ligne à HT ;
- Les surtensions induites par les coups de foudre qui frappent la terre à proximité de la ligne, l’amplitude de la surtension induite dans un câble étant à peu près proportionnelle à la hauteur du câble par rapport au sol.

Pour exemple, les lignes typiques 161 kV de la Volta River Authority (VRA, Ghana) sont conçues avec conducteurs de phase à configuration triangulaire et la portée moyenne est de 385 m ; la hauteur moyenne des câbles de garde est environ 20 m sur le terrain. La hauteur moyenne du conducteur de phase le plus haut des lignes MT standard 34,5 kV avec une portée moyenne de 225 m est d’environ 10 m.

Les calculs montrent que l’augmentation de la hauteur de 10 m à 20 m cause une augmentation de 20 % à 40 % des décharges dues aux coups de foudre qui frappent directement la ligne avec courants compris entre 10 kA et 100 kA.

Concernant les surtensions induites par la foudre on peut retenir que 5 % des coups de foudre dépassent 100 kA, et que la durée moyenne du front est de 5 μ s. Le taux des décharges calculé, dû aux surtensions atmosphériques induites, augmente de 1 à 2 pour 100 km de ligne par an, quand la hauteur des conducteurs augmente de 10 m à 20 m, en considérant une activité kéraunique de 4 décharges par km carré et par an, comme il a été estimé pour le Ghana. Ces chiffres sont confirmés par les statistiques sur les lignes en exploitation.

L’estimation du risque de défaillance de l’isolement, causée par des contacts avec les buissons, ou arbres ou autres structures, et les courts circuits de l’isolement causés par les animaux (grands oiseaux, serpents). L’effondrement des pylônes des lignes à HT est, d’un autre côté, un incident très rare par rapport à la chute des poteaux de lignes de distribution à MT. Ces défauts peuvent contribuer grandement aux taux de défaillance des lignes à MT, et sont fréquemment de longue durée (pas auto-extinguibles).

1.3.4.4. AUTO-EXTINCTION DE L’ARC DANS L’ECLATEUR A TIGES DES ISOLATEURS

Avec des valeurs au-dessus du courant d’arc secondaire et de la tension de rétablissement, l’auto-extinction entre les tiges de l’éclateur se produit en moins d’une seconde après l’ouverture du disjoncteur de la ligne à CDGI s’il n’y a pas de défauts dans le circuit HT, ou après le ré-enclenchement avec succès ou la déconnexion définitive du circuit HT, si celui-ci est aussi affecté par un défaut. La ligne à CDGI doit être ré-alimentée, automatiquement ou manuellement, comme une ligne MT normale. Dans certains cas rares de persistance de l’arc secondaire dans les câbles de garde, le sectionneur de mise à la terre rapide doit être fermé dans le poste de départ. Cette persistance ne s’est jamais vérifiée en plus de 10 ans d’exploitation sur plusieurs lignes à CDGI existantes.

1.3.4.5. AVANTAGES / INCONVENIENTS DES LA TECHNOLOGIE A CDGI

Les avantages de cette technologie sont

- Le schéma à CDGI (le D en particulier) peut alimenter une charge 100 % triphasée.
- La puissance à distribuer le long d’une interconnexion est importante (jusqu’à 12 MW le long d’une interconnexion en alimentant les CDGI des 2 extrémités).
- Le niveau de tension des postes sources est en MT, ce qui permet l’alimentation de sources relativement distantes de la ligne (jusqu’à 20 km) ;
- Un coût réduit en évitant de multiplier les équipements de transformations HT/MT à chaque poste source d’électrification rurale le long de la ligne (puisque la transformation HT/MT est faite aux postes principaux aux extrémités des interconnexions). Cette technologie ne nécessite pas de surinvestissement dus par exemple à la compensation d’énergie réactive liée aux technologies d’électrification rurale par effet capacitif.

Cette technologie bien que la mieux adaptée au volet électrification rurale le long des interconnexions des réseaux électriques des pays des lacs équatoriaux du Nil présente les inconvénients suivants :

- Cette technologie demande un calcul de filtre de compensation de la composante inverse non trivial, bien que ces méthodes de calcul sont maintenant maîtrisées et ont été validés par les nombreux essais grandeur nature de cette technologie ;

- Le choix des villages à alimenter ainsi que l’ordre de grandeur de leur charge, les points d’implantations des postes sources d’électrification rurale le long du tracé doivent être choisis avant le début des travaux de réalisation de l’interconnexion ;
- Les réseaux MT alimentés par les CDGI ne peuvent être directement interconnectés avec les réseaux MT classiques du fait de la mise à la terre d’une phase, des transformateurs d’interposition sont nécessaires.

1.4. RESUME DES DIFFERENTES TECHNOLOGIES D’ELECTRIFICATION RURALE

Le tableau suivant reprend les caractéristiques des différentes technologies d’électrification rurale.

| | Puissance maximale distribuée / interconnexion ¹ | Distance maximale des villages / lignes HT | Triphasé / monophasé ² | Poste source MT / BT | Coût investissements ³ |
|-----------------------------------|---|--|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Unité | kW | Km | | | EUR / W |
| Poste classique HT/MT | sans limite | 20 | 3 | MT | 0.6 ⁴ |
| Couplage capacitif | 70 | 5 | 1 | BT | 5 |
| Poste de transformation capacitif | 2 000 | 20 | 3 | MT | 2.5 |
| TT monophasé sous SF6 | 50 | 5 | 1 | BT | 6 |
| CDGI | 10 000 | 20 | 3 | MT | 0.2 |

On retiendra que les solutions par couplage capacitif, postes de transformation capacitifs et transformateurs monophasés SF6 ne sont pas les plus adaptées à l’électrification rurale le long des interconnexions des réseaux électriques des pays des lacs équatoriaux du Nil.

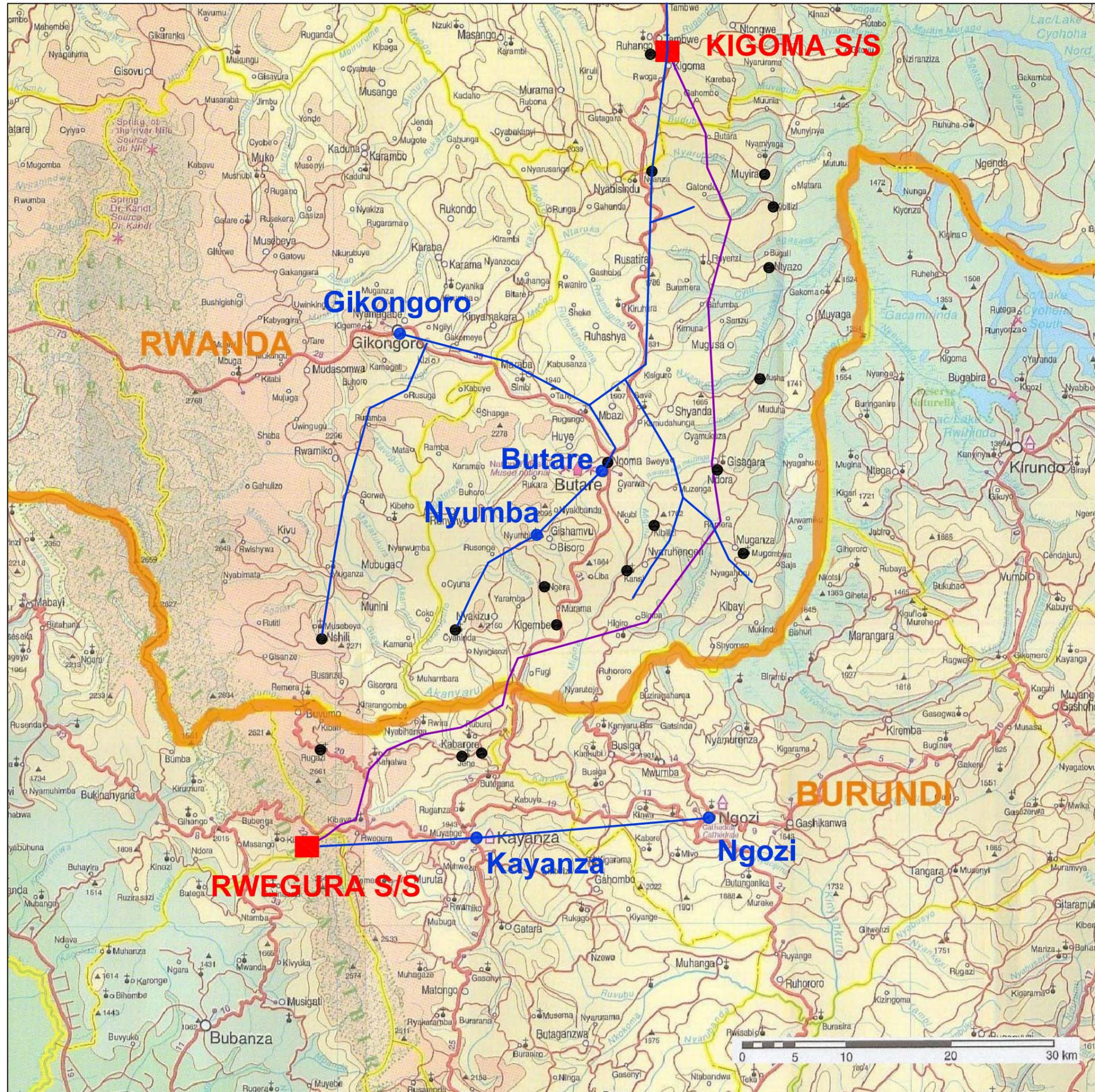
En revanche la solution des câbles de garde isolés, qui permet d’avoir des postes sources triphasés MT, et la solution classique de création de poste HT/MT sont les plus adaptées. En effet, se sont à la fois les plus économiques pour l’ordre de grandeur des puissances à alimenter le long des interconnexions et les mieux adaptées au besoin en énergie des villages.

¹ Cette valeur est équivalente à la puissance maximale d’un poste source pour une solution donnée.

² Le triphasé est nécessaire pour le pompage à partir d’une certaine puissance (de l’ordre de 100 kW pour un moteur asynchrone triphasé avec démarrage étoile/triangle), le pompage d’eau étant l’une des principales fonctions de l’électrification rurale.

³ Ce coût étant calculé pour un investissement optimal ie une installation avec la puissance maximale prise en compte. Ce coût tient compte des surinvestissements destinés aux compensations d’énergie réactive rendues nécessaires par l’électrification rurale.

⁴ Pour un poste de 5 MW



**RWANDA-BURUNDI INTERCONNECTION
INTERCONNEXION RWANDA-BURUNDI**

- Main villages to be connected
Villages principaux à raccorder
- NELSAP Substation
Sous-station HT PAALEN
- NELSAP HV line project
Projet de ligne HT PAALEN
- Main existing or planned HV lines
Principales lignes HT existante ou planifiées

| | | |
|---|---|---|
|  | NELSAP STUDY ON THE INTERCONNECTION THE ELECTRICITY NETWORKS OF THE NILE EQUATORIAL LAKES COUNTRIES | PAALEN ETUDE D' INTERCONNECTION DES RESEAUX ELECTRIQUES DES PAYS DES LACS EQUATORIAUX DU NIL |
| FEASIBILITY REPORT / RAPPORT DE FAISABILITE | | |
| RURAL ELECTRIFICATION ELECTRIFICATION RURALE | | |
|  |  | N° EL RUR 002 |
|  |  | Date : April / Avril 2007 |



ANNEXE N : ETUDES ECONOMIQUES

RWANDA-UGANDA and UGANDA-KENYA INTERCONNECTIONS

ALTERNATIVE 1 - RESUME

| | |
|-----------------------|-----|
| Discount Rate | 10% |
| Fuel Cost Coefficient | 1 |

Alternative 1 Cost-Benefit Analysis

| | | | |
|---------------------------------|--------------|--------------------------------|-----------------|
| Reserve Cost (MUS\$/MW) | 1 | | |
| ADDITIONAL CAPACITY (MW) | | Reserve Benefit (MUS\$) | |
| Medium Demand Scenario | | | |
| Rwanda - Uganda | 44 | 22 | 41% |
| Uganda - Kenya | 63 | 32 | 59% |
| Low Demand Scenario | | | |
| Rwanda - Uganda | 46 | 23 | 42% |
| Uganda - Kenya | 63 | 32 | 58% |
| High Demand Scenario | | | |
| Rwanda - Uganda | 54 | 27 | 47% |
| Uganda - Kenya | 60 | 30 | 53% |
| | 2010 | 2013 | |
| INVESTMENT COST (MUS\$) | | | |
| Rwanda-Uganda Lines | 29,8 | 0 | |
| Rwanda Substations | 4,2 | 1,6 | |
| Uganda Substations | 3,6 | 8,4 | |
| | 37,6 | 10,0 | |
| Uganda-Kenya Lines | | 59,1 | |
| Kenya Substations | | 9,7 | |
| Uganda Substations | | 13,8 | |
| | | 82,6 | |
| O&M COSTS (MUS\$) | | | |
| Rwanda - Uganda | 3,9 | | |
| Uganda-Kenya | | 5,2 | |
| TOTAL COSTS (MUS\$) | | | |
| | TOTAL | | |
| Rwanda-Uganda | 42 | | |
| Uganda-Kenya | 67 | | |
| TOTAL | 109 | | |
| LOSSES | 0,04 | US\$/kWh | |
| | MUS\$ | | |
| Medium Demand Scenario | | | |
| Rwanda - Uganda | 2,2 | | |
| Uganda-Kenya | 6,8 | | |
| Low Demand Scenario | | | |
| Rwanda - Uganda | 1,0 | | |
| Uganda - Kenya | 7,1 | | |
| High Demand Scenario | | | |
| Rwanda - Uganda | 4,3 | | |
| Uganda - Kenya | 6,8 | | |
| BENEFITS (MUS\$) | | Rwanda - | Uganda - |
| | TOTAL | Uganda | Kenya |
| Medium Demand Scenario | 293 | 122 | 171 |
| Low Demand | 241 | 104 | 137 |
| High Demand | 446 | 211 | 234 |
| B-C or NPV (MUS\$) | | Rwanda - | Uganda - |
| | | Uganda | Kenya |
| Medium Demand Scenario | 184 | 80 | 103 |
| Low Demand | 132 | 62 | 70 |
| High Demand | 337 | 170 | 167 |

REFERENCE SOLUTION (WITHOUT PROJECT): RWANDA-BURUNDI-DR CONGO SYSTEM GENERATION

ALTERNATIVE 1

SCENARIO: **MEDIUM**

| R/B/C Group FORECAST | Net Energy GWh | Peak Load MW | Installed MW | Committed Local Resources | | Complementary Thermal | | Kibuye | | Nyemanga | | Ruzizi 3 | | Mule 34 | | Kabu 16 | | Bendera | | Rusumo | | Nyabarongp + Mpanda | | | |
|----------------------|----------------|--------------|--------------|---------------------------|-----|-----------------------|-----|--------|----|----------|----|----------|-----|---------|----|---------|-----|---------|-----|--------|----|---------------------|-----|-----|----|
| | | | | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 010 | 911 | 186 | 205 | 745 | 148 | 133 | 44 | | | | | 4 | 1,7 | | | | | | | | | | 29 | 11 | |
| 2 011 | 976 | 199 | 219 | 745 | 148 | 198 | 58 | | | | | 4 | 1,7 | | | | | | | | | | 29 | 11 | |
| 2 012 | 1046 | 213 | 289 | 705 | 148 | 0 | 58 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | | | | 160 | 43 | | | 177 | 38 | |
| 2 013 | 1121 | 228 | 309 | 663 | 148 | 0 | 58 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | | 117 | 20 | 160 | 43 | | | 177 | 38 | |
| 2 014 | 1201 | 244 | 309 | 743 | 148 | 0 | 58 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | | 117 | 20 | 160 | 43 | | | 177 | 38 | |
| 2 015 | 1288 | 261 | 326 | 683 | 148 | 0 | 58 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | | | 177 | 38 |
| 2 016 | 1386 | 281 | 326 | 745 | 148 | 36 | 58 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | | | 177 | 38 |
| 2 017 | 1485 | 301 | 367 | 611 | 148 | 0 | 58 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 018 | 1602 | 325 | 367 | 728 | 148 | 0 | 58 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 019 | 1720 | 349 | 384 | 745 | 148 | 101 | 76 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 020 | 1837 | 373 | 466 | 507 | 148 | 0 | 76 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 021 | 1979 | 402 | 466 | 649 | 148 | 0 | 76 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 022 | 2120 | 430 | 473 | 745 | 148 | 45 | 83 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 023 | 2289 | 464 | 511 | 745 | 148 | 214 | 120 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 024 | 2459 | 498 | 548 | 745 | 148 | 384 | 157 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 025 | 2628 | 532 | 586 | 745 | 148 | 553 | 195 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 026 | 2832 | 573 | 630 | 745 | 148 | 757 | 240 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 027 | 3036 | 614 | 675 | 745 | 148 | 961 | 285 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 028 | 3281 | 663 | 729 | 745 | 148 | 1206 | 339 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 029 | 3525 | 712 | 783 | 745 | 148 | 1450 | 393 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 030 | 3769 | 761 | 837 | 745 | 148 | 1695 | 447 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |

SCENARIO: **LOW**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|--|--|---|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|
| 2 010 | 847 | 172 | 189 | 745 | 148 | 89 | 28 | | | | | 2 | 1,7 | | | | | | | | | | | 11 | 11 |
| 2 011 | 895 | 181 | 199 | 745 | 148 | 117 | 39 | | | | | 4 | 1,7 | | | | | | | | | | | 29 | 11 |
| 2 012 | 946 | 191 | 269 | 674 | 148 | 0 | 39 | | | | | 4 | 1,7 | | | | | | 160 | 43 | | | 108 | 38 | |
| 2 013 | 1000 | 202 | 269 | 674 | 148 | 0 | 39 | | | | | 4 | 1,7 | | | | | | 160 | 43 | | | 162 | 38 | |
| 2 014 | 1057 | 213 | 269 | 716 | 148 | 0 | 39 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | | | | 160 | 43 | | | 177 | 38 | |
| 2 015 | 1117 | 225 | 269 | 745 | 148 | 31 | 39 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | | | | 160 | 43 | | | 177 | 38 | |
| 2 016 | 1184 | 237 | 289 | 726 | 148 | 0 | 39 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | | 117 | 20 | 160 | 43 | | | 177 | 38 | |
| 2 017 | 1251 | 249 | 289 | 745 | 148 | 48 | 39 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | | | | 160 | 43 | | | 177 | 38 | |
| 2 018 | 1329 | 263 | 306 | 724 | 148 | 0 | 39 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | | | 177 | 38 |
| 2 019 | 1406 | 276 | 306 | 745 | 148 | 56 | 39 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | | | 177 | 38 |
| 2 020 | 1484 | 290 | 347 | 610 | 148 | 0 | 39 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 021 | 1582 | 308 | 347 | 708 | 148 | 0 | 39 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 022 | 1680 | 327 | 360 | 745 | 148 | 61 | 51 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 023 | 1794 | 349 | 384 | 745 | 148 | 175 | 75 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 024 | 1908 | 371 | 466 | 578 | 148 | 0 | 75 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 025 | 2023 | 392 | 466 | 693 | 148 | 0 | 75 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 026 | 2157 | 418 | 466 | 745 | 148 | 82 | 75 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 027 | 2292 | 444 | 488 | 745 | 148 | 217 | 97 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 028 | 2449 | 473 | 521 | 745 | 148 | 374 | 130 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 029 | 2606 | 503 | 554 | 745 | 148 | 531 | 163 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 030 | 2764 | 533 | 587 | 745 | 148 | 689 | 196 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |

SCENARIO: **HIGH**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|-----|-----|------|-----|---|---|--|--|---|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|
| 2 010 | 993 | 204 | 224 | 745 | 148 | 215 | 63 | | | | | 4 | 1,7 | | | | | | | | | | | 29 | 11 |
| 2 011 | 1082 | 222 | 245 | 745 | 148 | 304 | 84 | | | | | 4 | 1,7 | | | | | | | | | | | 29 | 11 |
| 2 012 | 1180 | 243 | 315 | 745 | 148 | 94 | 84 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | | | | 160 | 43 | | | 177 | 38 | |
| 2 013 | 1287 | 265 | 335 | 745 | 148 | 84 | 84 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | | | 117 | 20 | 160 | 43 | | | 177 | 38 |
| 2 014 | 1404 | 289 | 376 | 677 | 148 | 0 | 84 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | | | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 015 | 1532 | 316 | 376 | 745 | 148 | 60 | 84 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | | | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 016 | 1682 | 345 | 393 | 745 | 148 | 63 | 84 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | | | | | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 |
| 2 017 | 1831 | 375 | 475 | 501 | 148 | 0 | 84 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 018 | 2018 | 412 | 475 | 688 | 148 | 0 | 84 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 019 | 2206 | 449 | 494 | 745 | 148 | 131 | 104 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 020 | 2393 | 487 | 535 | 745 | 148 | 318 | 144 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 021 | 2605 | 529 | 582 | 745 | 148 | 530 | 191 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 022 | 2817 | 572 | 629 | 745 | 148 | 742 | 238 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 023 | 3077 | 624 | 687 | 745 | 148 | 1002 | 296 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 024 | 3337 | 677 | 744 | 745 | 148 | 1262 | 354 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 025 | 3597 | 729 | 802 | 745 | 148 | 1522 | 411 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 026 | 3917 | 793 | 873 | 745 | 148 | 1842 | 482 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 027 | 4237 | 858 | 943 | 745 | 148 | 2162 | 553 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 028 | 4631 | 937 | 1030 | 745 | 148 | 2556 | 640 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 029 | 5024 | 1016 | 1117 | 745 | 148 | 2949 | 727 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 177 | 38 |
| 2 030 | 5418 | 1095 | 1204 | 745 | 148 | 3343 | 814 | 0 | 0 | | | 4 | 1,7 | 456 | 82 | 147 | 17 | 117 | 20 | 160 | 43 | 269 | 41 | 17 | |

REFERENCE SOLUTION (WITHOUT PROJECT): UGANDA SYSTEM GENERATION

ALTERNATIVE 1

SCENARIO: **MEDIUM**

| Uganda FORECAST | Net Energy GWh | Peak Load MW | Installed | | Committed | | Complementary | | Bagasse | | Karuma | | Mini-Hydro | | Kalagala | | Murchison | | Ayago | | Export Kenya 50 MW | | | |
|-----------------|----------------|--------------|-----------|-----------------|-----------|---------|---------------|-----|---------|------|--------|-----|------------|------|----------|------|-----------|-----|-------|-----|--------------------|------|-----|-----|
| | | | MW | Local Resources | Thermal | Thermal | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW |
| | | | | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh |
| 2 010 | 2874 | 500 | 629 | 2980 | 587 | 0 | 0 | 294 | 42 | | | | | | | | | | | | | -400 | -50 | |
| 2 011 | 3081 | 535 | 639 | 3038 | 587 | 0 | 10 | 294 | 42 | | | | | | | | | | | | | -251 | -50 | |
| 2 012 | 3303 | 573 | 713 | 3038 | 587 | 0 | 10 | 294 | 42 | | | 371 | 74 | | | | | | | | | -400 | -50 | |
| 2 013 | 3541 | 612 | 723 | 3038 | 587 | 0 | 20 | 294 | 42 | | | 530 | 74 | | | | | | | | | -321 | -50 | |
| 2 014 | 3796 | 655 | 923 | 3038 | 587 | 0 | 20 | 132 | 42 | 786 | 200 | 240 | 74 | | | | | | | | | -400 | -50 | |
| 2 015 | 4069 | 701 | 923 | 3038 | 587 | 0 | 20 | 165 | 42 | 970 | 200 | 296 | 74 | | | | | | | | | -400 | -50 | |
| 2 016 | 4373 | 752 | 923 | 3038 | 587 | 0 | 20 | 197 | 42 | 1183 | 200 | 355 | 74 | | | | | | | | | -400 | -50 | |
| 2 017 | 4676 | 802 | 932 | 3038 | 587 | 0 | 29 | 232 | 42 | 1387 | 200 | 419 | 74 | | | | | | | | | -400 | -50 | |
| 2 018 | 5038 | 862 | 998 | 3038 | 587 | 0 | 95 | 274 | 42 | 1625 | 200 | 501 | 74 | | | | | | | | | -400 | -50 | |
| 2 019 | 5399 | 922 | 1448 | 3038 | 587 | 0 | 95 | 159 | 42 | 953 | 200 | 286 | 74 | 1363 | 450 | | | | | | | -400 | -50 | |
| 2 020 | 5761 | 982 | 1448 | 3038 | 587 | 0 | 95 | 179 | 42 | 1081 | 200 | 323 | 74 | 1540 | 450 | | | | | | | -400 | -50 | |
| 2 021 | 6117 | 1043 | 1448 | 3038 | 587 | 0 | 95 | 200 | 42 | 1202 | 200 | 360 | 74 | 1717 | 450 | | | | | | | -400 | -50 | |
| 2 022 | 6473 | 1103 | 1448 | 3038 | 587 | 0 | 95 | 221 | 42 | 1322 | 200 | 398 | 74 | 1894 | 450 | | | | | | | -400 | -50 | |
| 2 023 | 6885 | 1174 | 1448 | 3038 | 587 | 0 | 95 | 244 | 42 | 1467 | 200 | 440 | 74 | 2096 | 450 | | | | | | | -400 | -50 | |
| 2 024 | 7298 | 1244 | 1448 | 3038 | 587 | 0 | 95 | 268 | 42 | 1612 | 200 | 482 | 74 | 2298 | 450 | | | | | | | -400 | -50 | |
| 2 025 | 7710 | 1314 | 1670 | 3038 | 587 | 0 | 95 | 218 | 42 | 1293 | 200 | 392 | 74 | 1869 | 450 | 1300 | 222 | | | | | -400 | -50 | |
| 2 026 | 8186 | 1395 | 1670 | 3038 | 587 | 0 | 95 | 238 | 42 | 1400 | 200 | 429 | 74 | 2045 | 450 | 1436 | 222 | | | | | -400 | -50 | |
| 2 027 | 8663 | 1477 | 1674 | 3038 | 587 | 0 | 99 | 259 | 42 | 1518 | 200 | 466 | 74 | 2222 | 450 | 1560 | 222 | | | | | -400 | -50 | |
| 2 028 | 9214 | 1571 | 1872 | 3038 | 587 | 0 | 99 | 282 | 42 | 1677 | 200 | 509 | 74 | 2424 | 450 | 1684 | 420 | | | | | -400 | -50 | |
| 2 029 | 9766 | 1665 | 1881 | 3038 | 587 | 0 | 108 | 294 | 42 | 1747 | 200 | 530 | 74 | 2525 | 450 | 2032 | 420 | | | | | -400 | -50 | |
| 2 030 | 10317 | 1759 | 1985 | 3038 | 587 | 0 | 212 | 294 | 42 | 1747 | 200 | 530 | 74 | 2525 | 450 | 2583 | 420 | | | | | -400 | -50 | |

SCENARIO: **LOW**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|-----|------|------|-----|---|-----|-----|----|------|-----|-----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|------|------|-----|
| 2 010 | 2435 | 420 | 629 | 2645 | 587 | 0 | 0 | 190 | 42 | | | | | | | | | | | | | -400 | -50 | |
| 2 011 | 2540 | 436 | 629 | 2740 | 587 | 0 | 0 | 200 | 42 | | | | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 012 | 2648 | 453 | 629 | 2838 | 587 | 0 | 0 | 210 | 42 | | | | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 013 | 2762 | 470 | 629 | 2942 | 587 | 0 | 0 | 220 | 42 | | | | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 014 | 2880 | 489 | 629 | 3038 | 587 | 0 | 0 | 242 | 42 | | | | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 015 | 3003 | 508 | 703 | 2700 | 587 | 0 | 0 | 260 | 42 | | | 443 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 016 | 3134 | 528 | 703 | 2800 | 587 | 0 | 0 | 270 | 42 | | | 464 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 017 | 3266 | 548 | 703 | 2900 | 587 | 0 | 0 | 280 | 42 | | | 486 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 018 | 3411 | 570 | 703 | 3000 | 587 | 0 | 0 | 290 | 42 | | | 521 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 019 | 3557 | 592 | 903 | 3038 | 587 | 0 | 0 | 106 | 42 | 622 | 200 | 191 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 020 | 3703 | 614 | 903 | 3038 | 587 | 0 | 0 | 121 | 42 | 727 | 200 | 217 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 021 | 3854 | 639 | 903 | 3038 | 587 | 0 | 0 | 138 | 42 | 829 | 200 | 249 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 022 | 4005 | 664 | 903 | 3038 | 587 | 0 | 0 | 156 | 42 | 930 | 200 | 281 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 023 | 4172 | 692 | 903 | 3038 | 587 | 0 | 0 | 176 | 42 | 1040 | 200 | 318 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 024 | 4338 | 719 | 903 | 3038 | 587 | 0 | 0 | 194 | 42 | 1156 | 200 | 350 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 025 | 4505 | 747 | 903 | 3038 | 587 | 0 | 0 | 215 | 42 | 1265 | 200 | 387 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 026 | 4689 | 778 | 905 | 3038 | 587 | 0 | 2 | 235 | 42 | 1392 | 200 | 424 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 027 | 4873 | 808 | 939 | 3038 | 587 | 0 | 36 | 256 | 42 | 1518 | 200 | 461 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 028 | 5075 | 842 | 976 | 3038 | 587 | 0 | 73 | 279 | 42 | 1654 | 200 | 504 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 029 | 5278 | 875 | 1013 | 3038 | 587 | 0 | 110 | 294 | 42 | 1747 | 200 | 530 | 74 | | | | | | | | | | -331 | -50 |
| 2 030 | 5481 | 909 | 1050 | 3038 | 587 | 0 | 147 | 294 | 42 | 1747 | 200 | 530 | 74 | | | | | | | | | | -128 | -50 |

SCENARIO: **HIGH**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|----|------|-----|-----|----|------|-----|------|-----|------|-----|--|--|--|------|-----|
| 2 010 | 3164 | 547 | 652 | 3038 | 587 | 0 | 23 | 294 | 42 | | | | | | | | | | | | | | -168 | -50 |
| 2 011 | 3447 | 594 | 703 | 3038 | 587 | 115 | 74 | 294 | 42 | | | | | | | | | | | | | | 0 | -50 |
| 2 012 | 3755 | 644 | 777 | 3038 | 587 | 0 | 74 | 294 | 42 | | | 530 | 74 | | | | | | | | | | -107 | -50 |
| 2 013 | 4090 | 699 | 819 | 3038 | 587 | 228 | 116 | 294 | 42 | | | 530 | 74 | | | | | | | | | | 0 | -50 |
| 2 014 | 4455 | 759 | 1019 | 3038 | 587 | 0 | 116 | 209 | 42 | 1232 | 200 | 376 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 015 | 4853 | 824 | 1019 | 3038 | 587 | 0 | 116 | 253 | 42 | 1506 | 200 | 456 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 016 | 5306 | 898 | 1469 | 3038 | 587 | 0 | 116 | 153 | 42 | 908 | 200 | 281 | 74 | 1326 | 450 | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 017 | 5758 | 971 | 1469 | 3038 | 587 | 0 | 116 | 179 | 42 | 1078 | 200 | 323 | 74 | 1540 | 450 | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 018 | 6320 | 1062 | 1469 | 3038 | 587 | 0 | 116 | 212 | 42 | 1270 | 200 | 382 | 74 | 1818 | 450 | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 019 | 6881 | 1152 | 1469 | 3038 | 587 | 0 | 116 | 244 | 42 | 1463 | 200 | 440 | 74 | 2096 | 450 | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 020 | 7443 | 1243 | 1469 | 3038 | 587 | 0 | 116 | 276 | 42 | 1658 | 200 | 498 | 74 | 2373 | 450 | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 021 | 8062 | 1346 | 1691 | 3038 | 587 | 0 | 116 | 232 | 42 | 1377 | 200 | 419 | 74 | 1995 | 450 | 1401 | 222 | | | | | | -400 | -50 |
| 2 022 | 8681 | 1450 | 1691 | 3038 | 587 | 0 | 116 | 259 | 42 | 1536 | 200 | 466 | 74 | 2222 | 450 | 1560 | 222 | | | | | | -400 | -50 |
| 2 023 | 9433 | 1575 | 1889 | 3038 | 587 | 0 | 116 | 294 | 42 | 1747 | 200 | 530 | 74 | 2525 | 450 | 1699 | 420 | | | | | | -400 | -50 |
| 2 024 | 10184 | 1701 | 1921 | 3038 | 587 | 0 | 148 | 294 | 42 | 1747 | 200 | 530 | 74 | 2525 | 450 | 2450 | 420 | | | | | | -400 | -50 |
| 2 025 | 10936 | 1826 | 2155 | 3038 | 587 | 0 | 148 | 226 | 42 | 1345 | 200 | 408 | 74 | 1944 | 450 | 2796 | 420 | 1579 | 234 | | | | -400 | -50 |
| 2 026 | 11846 | 1978 | 2226 | 3038 | 587 | 0 | 219 | 250 | 42 | 1485 | 200 | 451 | 74 | 2146 | 450 | 3133 | 420 | 1743 | 234 | | | | -400 | -50 |
| 2 027 | 12755 | 2130 | 2530 | 3038 | 587 | 0 | 219 | 221 | 42 | 1310 | 200 | 398 | 74 | 1894 | 450 | 2759 | 420 | 3535 | 538 | | | | -400 | -50 |
| 2 028 | 13859 | 2315 | 2596 | 3038 | 587 | 0 | 285 | 245 | 42 | 1457 | 200 | 442 | 74 | 2106 | 450 | 3068 | 420 | 3903 | 538 | | | | -400 | -50 |
| 2 029 | 14963 | 2499 | 2799 | 3038 | 587 | 0 | 488 | 269 | 42 | 1600 | 200 | 485 | 74 | 2313 | 450 | 3370 | 420 | 4288 | 538 | | | | -400 | -50 |
| 2 030 | 16067 | 2684 | 3002 | 3038 | 587 | 0 | 691 | 294 | 42 | 1747 | 200 | 530 | 74 | 2525 | 450 | 3679 | 420 | 4654 | 538 | | | | -400 | -50 |

REFERENCE SOLUTION (WITHOUT PROJECT): KENYA SYSTEM GENERATION

ALTERNATIVE 1

SCENARIO: **MEDIUM**

| KENYA LOAD FORECAST | Net Energy GWh | Peak Load MW | Installed MW | Committed | | Complementary | | Coal | | Import Uganda | |
|---------------------|----------------|--------------|--------------|---------------------|------|---------------|-----|-------|------|---------------|----|
| | | | | Local Resources GWh | MW | Thermal GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW |
| 2010 | 7838 | 1343 | 1478 | 5052 | 1039 | 65 | 89 | 2321 | 300 | 400 | 50 |
| 2011 | 8491 | 1456 | 1628 | 5052 | 1039 | 65 | 89 | 3123 | 450 | 251 | 50 |
| 2012 | 9183 | 1576 | 1778 | 5052 | 1039 | 65 | 89 | 3667 | 600 | 400 | 50 |
| 2013 | 9922 | 1703 | 1874 | 5052 | 1039 | 135 | 185 | 4415 | 600 | 321 | 50 |
| 2014 | 10711 | 1840 | 2174 | 5052 | 1039 | 135 | 185 | 5124 | 900 | 400 | 50 |
| 2015 | 11552 | 1985 | 2183 | 5052 | 1039 | 142 | 194 | 5958 | 900 | 400 | 50 |
| 2016 | 12470 | 2144 | 2483 | 5052 | 1039 | 142 | 194 | 6876 | 1200 | 400 | 50 |
| 2017 | 13387 | 2302 | 2532 | 5052 | 1039 | 178 | 243 | 7758 | 1200 | 400 | 50 |
| 2018 | 14492 | 2493 | 3132 | 5052 | 1039 | 178 | 243 | 8862 | 1800 | 400 | 50 |
| 2019 | 15596 | 2684 | 3132 | 5052 | 1039 | 178 | 243 | 9967 | 1800 | 400 | 50 |
| 2020 | 16701 | 2876 | 3163 | 5052 | 1039 | 200 | 274 | 11049 | 1800 | 400 | 50 |
| 2021 | 17987 | 3098 | 3763 | 5052 | 1039 | 200 | 274 | 12334 | 2400 | 400 | 50 |
| 2022 | 19272 | 3321 | 3763 | 5052 | 1039 | 200 | 274 | 13620 | 2400 | 400 | 50 |
| 2023 | 20812 | 3588 | 4363 | 5052 | 1039 | 200 | 274 | 15160 | 3000 | 400 | 50 |
| 2024 | 22351 | 3854 | 4363 | 5052 | 1039 | 200 | 274 | 16699 | 3000 | 400 | 50 |
| 2025 | 23891 | 4121 | 4533 | 5052 | 1039 | 324 | 444 | 18115 | 3000 | 400 | 50 |
| 2026 | 25699 | 4434 | 5133 | 5052 | 1039 | 324 | 444 | 19922 | 3600 | 400 | 50 |
| 2027 | 27506 | 4747 | 5222 | 5052 | 1039 | 389 | 533 | 21665 | 3600 | 400 | 50 |
| 2028 | 29664 | 5122 | 5822 | 5052 | 1039 | 389 | 533 | 23823 | 4200 | 400 | 50 |
| 2029 | 31822 | 5496 | 6422 | 5052 | 1039 | 389 | 533 | 25981 | 4800 | 400 | 50 |
| 2030 | 33980 | 5870 | 6457 | 5052 | 1039 | 414 | 568 | 28114 | 4800 | 400 | 50 |

SCENARIO: **LOW**

| | | | | | | | | | | | |
|------|-------|------|------|------|------|-----|-----|-------|------|-----|----|
| 2010 | 7585 | 1299 | 1429 | 5052 | 1039 | 29 | 40 | 2104 | 300 | 400 | 50 |
| 2011 | 8153 | 1397 | 1579 | 5052 | 1039 | 29 | 40 | 2672 | 450 | 400 | 50 |
| 2012 | 8750 | 1500 | 1729 | 5052 | 1039 | 29 | 40 | 3269 | 600 | 400 | 50 |
| 2013 | 9381 | 1609 | 1770 | 5052 | 1039 | 59 | 81 | 3870 | 600 | 400 | 50 |
| 2014 | 10049 | 1724 | 2070 | 5052 | 1039 | 59 | 81 | 4538 | 900 | 400 | 50 |
| 2015 | 10756 | 1846 | 2070 | 5052 | 1039 | 59 | 81 | 5245 | 900 | 400 | 50 |
| 2016 | 11516 | 1977 | 2175 | 5052 | 1039 | 136 | 186 | 5928 | 900 | 400 | 50 |
| 2017 | 12276 | 2109 | 2475 | 5052 | 1039 | 136 | 186 | 6688 | 1200 | 400 | 50 |
| 2018 | 13173 | 2264 | 2491 | 5052 | 1039 | 147 | 202 | 7574 | 1200 | 400 | 50 |
| 2019 | 14070 | 2420 | 3091 | 5052 | 1039 | 147 | 202 | 8471 | 1800 | 400 | 50 |
| 2020 | 14967 | 2575 | 3091 | 5052 | 1039 | 147 | 202 | 9368 | 1800 | 400 | 50 |
| 2021 | 15988 | 2751 | 3091 | 5052 | 1039 | 147 | 202 | 10388 | 1800 | 400 | 50 |
| 2022 | 17008 | 2928 | 3221 | 5052 | 1039 | 242 | 332 | 11314 | 1800 | 400 | 50 |
| 2023 | 18207 | 3135 | 3821 | 5052 | 1039 | 242 | 332 | 12513 | 2400 | 400 | 50 |
| 2024 | 19405 | 3343 | 3821 | 5052 | 1039 | 242 | 332 | 13711 | 2400 | 400 | 50 |
| 2025 | 20604 | 3550 | 3905 | 5052 | 1039 | 304 | 416 | 14848 | 2400 | 400 | 50 |
| 2026 | 21998 | 3791 | 4505 | 5052 | 1039 | 304 | 416 | 16242 | 3000 | 400 | 50 |
| 2027 | 23392 | 4032 | 4505 | 5052 | 1039 | 304 | 416 | 17636 | 3000 | 400 | 50 |
| 2028 | 25026 | 4315 | 5105 | 5052 | 1039 | 304 | 416 | 19271 | 3600 | 400 | 50 |
| 2029 | 26661 | 4598 | 5105 | 5052 | 1039 | 304 | 416 | 20975 | 3600 | 331 | 50 |
| 2030 | 28296 | 4881 | 5705 | 5052 | 1039 | 304 | 416 | 22812 | 4200 | 128 | 50 |

SCENARIO: **HIGH**

| | | | | | | | | | | | |
|------|-------|------|------|------|------|-----|-----|-------|------|-----|----|
| 2010 | 8165 | 1400 | 1540 | 5052 | 1039 | 545 | 151 | 2400 | 300 | 168 | 50 |
| 2011 | 8914 | 1530 | 1690 | 5052 | 1039 | 262 | 151 | 3600 | 450 | 0 | 50 |
| 2012 | 9715 | 1668 | 1840 | 5052 | 1039 | 110 | 151 | 4446 | 600 | 107 | 50 |
| 2013 | 10578 | 1817 | 2140 | 5052 | 1039 | 110 | 151 | 5416 | 900 | 0 | 50 |
| 2014 | 11506 | 1978 | 2176 | 5052 | 1039 | 136 | 187 | 5918 | 900 | 400 | 50 |
| 2015 | 12506 | 2151 | 2476 | 5052 | 1039 | 136 | 187 | 6918 | 1200 | 400 | 50 |
| 2016 | 13611 | 2342 | 2576 | 5052 | 1039 | 210 | 287 | 7950 | 1200 | 400 | 50 |
| 2017 | 14717 | 2533 | 3176 | 5052 | 1039 | 210 | 287 | 9055 | 1800 | 400 | 50 |
| 2018 | 16074 | 2768 | 3176 | 5052 | 1039 | 210 | 287 | 10412 | 1800 | 400 | 50 |
| 2019 | 17430 | 3003 | 3303 | 5052 | 1039 | 303 | 414 | 11676 | 1800 | 400 | 50 |
| 2020 | 18787 | 3238 | 3903 | 5052 | 1039 | 303 | 414 | 13032 | 2400 | 400 | 50 |
| 2021 | 20404 | 3518 | 3903 | 5052 | 1039 | 303 | 414 | 14649 | 2400 | 400 | 50 |
| 2022 | 22020 | 3798 | 4503 | 5052 | 1039 | 303 | 414 | 16266 | 3000 | 400 | 50 |
| 2023 | 23995 | 4140 | 4554 | 5052 | 1039 | 340 | 465 | 18203 | 3000 | 400 | 50 |
| 2024 | 25969 | 4483 | 5154 | 5052 | 1039 | 340 | 465 | 20177 | 3600 | 400 | 50 |
| 2025 | 27943 | 4825 | 5754 | 5052 | 1039 | 340 | 465 | 22151 | 4200 | 400 | 50 |
| 2026 | 30289 | 5232 | 5755 | 5052 | 1039 | 340 | 466 | 24497 | 4200 | 400 | 50 |
| 2027 | 32634 | 5638 | 6355 | 5052 | 1039 | 340 | 466 | 26842 | 4800 | 400 | 50 |
| 2028 | 35486 | 6133 | 6955 | 5052 | 1039 | 340 | 466 | 29694 | 5400 | 400 | 50 |
| 2029 | 38337 | 6627 | 7555 | 5052 | 1039 | 340 | 466 | 32545 | 6000 | 400 | 50 |
| 2030 | 41189 | 7122 | 7834 | 5052 | 1039 | 544 | 745 | 35193 | 6000 | 400 | 50 |

RWANDA-UGANDA and UGANDA-KENYA INTERCONNECTIONS

| | |
|-----------------------|-----|
| Discount Rate | 10% |
| Fuel Cost Coefficient | 1 |

Alternative 2 Cost-Benefit Analysis

Reserve Cost (MUS\$/MW) 1

ADDITIONAL CAPACITY (MW) Reserve Benefit (MUS\$)

Medium Demand Scenario

| | | | |
|-----------------|-----|----|-----|
| Rwanda - Uganda | 65 | 33 | 29% |
| Uganda - Kenya | 162 | 81 | 71% |

Low Demand Scenario

| | | | |
|-----------------|-----|----|-----|
| Rwanda - Uganda | 60 | 30 | 26% |
| Uganda - Kenya | 174 | 87 | 74% |

High Demand Scenario

| | | | |
|-----------------|-----|----|-----|
| Rwanda - Uganda | 65 | 32 | 31% |
| Uganda - Kenya | 143 | 71 | 69% |

INVESTMENT COST (MUS\$) 2010 2013

| | | |
|---------------------|-------------|-------------|
| Rwanda-Uganda Lines | 29,8 | 0 |
| Rwanda Substations | 4,2 | 1,6 |
| Uganda Substations | 3,6 | 8,4 |
| | 37,6 | 10,0 |

| | | |
|--------------------|--|-------------|
| Uganda-Kenya Lines | | 59,1 |
| Kenya Substations | | 9,7 |
| Uganda Substations | | 13,8 |
| | | 82,6 |

O&M COSTS (MUS\$)

| | | |
|-----------------|-----|-----|
| Rwanda - Uganda | 3,9 | |
| Uganda-Kenya | | 5,2 |

TOTAL COSTS (MUS\$)

| | |
|---------------|--------------|
| | TOTAL |
| Rwanda-Uganda | 42 |
| Uganda-Kenya | 67 |
| TOTAL | 109 |

LOSSES 0,04 MUS\$ US\$/kWh

Medium Demand Scenario

| | |
|-----------------|------|
| Rwanda - Uganda | 3,9 |
| Uganda-Kenya | 21,6 |

Low Demand Scenario

| | |
|-----------------|------|
| Rwanda - Uganda | 3,8 |
| Uganda - Kenya | 22,7 |

High Demand Scenario

| | |
|-----------------|------|
| Rwanda - Uganda | 5,0 |
| Uganda - Kenya | 17,8 |

BENEFITS (MUS\$)

| | | | |
|------------------------|--------------|------------------------|-----------------------|
| | TOTAL | Rwanda - Uganda | Uganda - Kenya |
| Medium Demand Scenario | 446 | 131 | 314 |
| Low Demand | 334 | 89 | 245 |
| High Demand | 554 | 175 | 379 |

B-C or NPV (MUS\$)

| | | | |
|------------------------|-----|------------------------|-----------------------|
| | | Rwanda - Uganda | Uganda - Kenya |
| Medium Demand Scenario | 337 | 90 | 247 |
| Low Demand | 225 | 47 | 178 |
| High Demand | 446 | 134 | 312 |

REFERENCE SOLUTION (WITHOUT PROJECT): UGANDA SYSTEM GENERATION

ALTERNATIVE 2

SCENARIO: **MEDIUM**

| Uganda FORECAST | Net Energy GWh | Peak Load MW | Installed | | Committed | | Complementary | | Bagasse | | Karuma | | Mini-Hydro | | Kalagala | | Murchison | | Ayago | | Export Kenya 50 MW | | | |
|--------------------|----------------------|--------------------|-----------|-----------------|-----------|---------|---------------|-----|---------|------|--------|-----|------------|------|----------|------|-----------|-----|-------|-----|--------------------|------|------|-----|
| | | | MW | Local Resources | Thermal | Thermal | Thermal | GW | MW | GW | MW | GW | MW | GW | MW | GW | MW | GW | MW | GW | MW | GW | MW | |
| | | | | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh |
| 2 010 | 2874 | 500 | 629 | 2980 | 587 | 0 | 0 | 294 | 42 | | | | | | | | | | | | | -400 | -50 | |
| 2 011 | 3081 | 535 | 639 | 3038 | 587 | 0 | 10 | 294 | 42 | | | | | | | | | | | | | | -251 | -50 |
| 2 012 | 3303 | 573 | 713 | 3038 | 587 | 0 | 10 | 294 | 42 | | | 371 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 013 | 3541 | 612 | 723 | 3038 | 587 | 0 | 20 | 294 | 42 | | | 530 | 74 | | | | | | | | | | -321 | -50 |
| 2 014 | 3796 | 655 | 923 | 3038 | 587 | 0 | 20 | 132 | 42 | 786 | 200 | 240 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 015 | 4069 | 701 | 923 | 3038 | 587 | 0 | 20 | 165 | 42 | 970 | 200 | 296 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 016 | 4373 | 752 | 923 | 3038 | 587 | 0 | 20 | 197 | 42 | 1183 | 200 | 355 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 017 | 4676 | 802 | 932 | 3038 | 587 | 0 | 29 | 232 | 42 | 1387 | 200 | 419 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 018 | 5038 | 862 | 998 | 3038 | 587 | 0 | 95 | 274 | 42 | 1625 | 200 | 501 | 74 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 019 | 5399 | 922 | 1448 | 3038 | 587 | 0 | 95 | 159 | 42 | 953 | 200 | 286 | 74 | 1363 | 450 | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 020 | 5761 | 982 | 1448 | 3038 | 587 | 0 | 95 | 179 | 42 | 1081 | 200 | 323 | 74 | 1540 | 450 | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 021 | 6117 | 1043 | 1448 | 3038 | 587 | 0 | 95 | 200 | 42 | 1202 | 200 | 360 | 74 | 1717 | 450 | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 022 | 6473 | 1103 | 1448 | 3038 | 587 | 0 | 95 | 221 | 42 | 1322 | 200 | 398 | 74 | 1894 | 450 | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 023 | 6885 | 1174 | 1448 | 3038 | 587 | 0 | 95 | 244 | 42 | 1467 | 200 | 440 | 74 | 2096 | 450 | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 024 | 7298 | 1244 | 1448 | 3038 | 587 | 0 | 95 | 268 | 42 | 1612 | 200 | 482 | 74 | 2298 | 450 | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 025 | 7710 | 1314 | 1670 | 3038 | 587 | 0 | 95 | 218 | 42 | 1293 | 200 | 392 | 74 | 1869 | 450 | 1300 | 222 | | | | | | -400 | -50 |
| 2 026 | 8186 | 1395 | 1670 | 3038 | 587 | 0 | 95 | 238 | 42 | 1400 | 200 | 429 | 74 | 2045 | 450 | 1436 | 222 | | | | | | -400 | -50 |
| 2 027 | 8663 | 1477 | 1674 | 3038 | 587 | 0 | 99 | 259 | 42 | 1518 | 200 | 466 | 74 | 2222 | 450 | 1560 | 222 | | | | | | -400 | -50 |
| 2 028 | 9214 | 1571 | 1872 | 3038 | 587 | 0 | 99 | 282 | 42 | 1677 | 200 | 509 | 74 | 2424 | 450 | 1684 | 420 | | | | | | -400 | -50 |
| 2 029 | 9766 | 1665 | 1881 | 3038 | 587 | 0 | 108 | 294 | 42 | 1747 | 200 | 530 | 74 | 2525 | 450 | 2032 | 420 | | | | | | -400 | -50 |
| 2 030 | 10317 | 1759 | 1985 | 3038 | 587 | 0 | 212 | 294 | 42 | 1747 | 200 | 530 | 74 | 2525 | 450 | 2583 | 420 | | | | | | -400 | -50 |

SCENARIO: **LOW**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|-----|------|------|-----|---|-----|-----|----|------|-----|-----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|------|-----|
| 2 010 | 2435 | 420 | 629 | 2645 | 587 | 0 | 0 | 190 | 42 | | | | | | | | | | | | | | -400 | -50 | |
| 2 011 | 2540 | 436 | 629 | 2740 | 587 | 0 | 0 | 200 | 42 | | | | | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 012 | 2648 | 453 | 629 | 2838 | 587 | 0 | 0 | 210 | 42 | | | | | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 013 | 2762 | 470 | 629 | 2942 | 587 | 0 | 0 | 220 | 42 | | | | | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 014 | 2880 | 489 | 629 | 3038 | 587 | 0 | 0 | 242 | 42 | | | | | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 015 | 3003 | 508 | 703 | 2700 | 587 | 0 | 0 | 260 | 42 | | | 443 | 74 | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 016 | 3134 | 528 | 703 | 2800 | 587 | 0 | 0 | 270 | 42 | | | 464 | 74 | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 017 | 3266 | 548 | 703 | 2900 | 587 | 0 | 0 | 280 | 42 | | | 486 | 74 | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 018 | 3411 | 570 | 703 | 3000 | 587 | 0 | 0 | 290 | 42 | | | 521 | 74 | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 019 | 3557 | 592 | 903 | 3038 | 587 | 0 | 0 | 106 | 42 | 622 | 200 | 191 | 74 | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 020 | 3703 | 614 | 903 | 3038 | 587 | 0 | 0 | 121 | 42 | 727 | 200 | 217 | 74 | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 021 | 3854 | 639 | 903 | 3038 | 587 | 0 | 0 | 138 | 42 | 829 | 200 | 249 | 74 | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 022 | 4005 | 664 | 903 | 3038 | 587 | 0 | 0 | 156 | 42 | 930 | 200 | 281 | 74 | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 023 | 4172 | 692 | 903 | 3038 | 587 | 0 | 0 | 176 | 42 | 1040 | 200 | 318 | 74 | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 024 | 4338 | 719 | 903 | 3038 | 587 | 0 | 0 | 194 | 42 | 1156 | 200 | 350 | 74 | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 025 | 4505 | 747 | 903 | 3038 | 587 | 0 | 0 | 215 | 42 | 1265 | 200 | 387 | 74 | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 026 | 4689 | 778 | 905 | 3038 | 587 | 0 | 2 | 235 | 42 | 1392 | 200 | 424 | 74 | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 027 | 4873 | 808 | 939 | 3038 | 587 | 0 | 36 | 256 | 42 | 1518 | 200 | 461 | 74 | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 028 | 5075 | 842 | 976 | 3038 | 587 | 0 | 73 | 279 | 42 | 1654 | 200 | 504 | 74 | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 029 | 5278 | 875 | 1013 | 3038 | 587 | 0 | 110 | 294 | 42 | 1747 | 200 | 530 | 74 | | | | | | | | | | | -331 | -50 |
| 2 030 | 5481 | 909 | 1050 | 3038 | 587 | 0 | 147 | 294 | 42 | 1747 | 200 | 530 | 74 | | | | | | | | | | | -128 | -50 |

SCENARIO: **HIGH**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|----|------|-----|-----|----|------|-----|------|-----|------|-----|--|--|--|--|------|------|-----|
| 2 010 | 3164 | 547 | 652 | 3038 | 587 | 0 | 23 | 294 | 42 | | | | | | | | | | | | | | | -168 | -50 | |
| 2 011 | 3447 | 594 | 653 | 3038 | 587 | 115 | 24 | 294 | 42 | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| 2 012 | 3755 | 644 | 758 | 3038 | 587 | 0 | 55 | 294 | 42 | | | 530 | 74 | | | | | | | | | | | | -107 | -50 |
| 2 013 | 4090 | 699 | 769 | 3038 | 587 | 228 | 66 | 294 | 42 | | | 530 | 74 | | | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| 2 014 | 4455 | 759 | 969 | 3038 | 587 | 0 | 66 | 209 | 42 | 1232 | 200 | 376 | 74 | | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 015 | 4853 | 824 | 969 | 3038 | 587 | 0 | 66 | 253 | 42 | 1506 | 200 | 456 | 74 | | | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 016 | 5306 | 898 | 1419 | 3038 | 587 | 0 | 66 | 153 | 42 | 908 | 200 | 281 | 74 | 1326 | 450 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 017 | 5758 | 971 | 1419 | 3038 | 587 | 0 | 66 | 179 | 42 | 1078 | 200 | 323 | 74 | 1540 | 450 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 018 | 6320 | 1062 | 1419 | 3038 | 587 | 0 | 66 | 212 | 42 | 1270 | 200 | 382 | 74 | 1818 | 450 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 019 | 6881 | 1152 | 1419 | 3038 | 587 | 0 | 66 | 244 | 42 | 1463 | 200 | 440 | 74 | 2096 | 450 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 020 | 7443 | 1243 | 1419 | 3038 | 587 | 0 | 66 | 276 | 42 | 1658 | 200 | 498 | 74 | 2373 | 450 | | | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 021 | 8062 | 1346 | 1641 | 3038 | 587 | 0 | 66 | 232 | 42 | 1377 | 200 | 419 | 74 | 1995 | 450 | 1401 | 222 | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 022 | 8681 | 1450 | 1645 | 3038 | 587 | 0 | 70 | 259 | 42 | 1536 | 200 | 466 | 74 | 2222 | 450 | 1560 | 222 | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 023 | 9433 | 1575 | 1843 | 3038 | 587 | 0 | 70 | 294 | 42 | 1747 | 200 | 530 | 74 | 2525 | 450 | 1699 | 420 | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 024 | 10184 | 1701 | 1921 | 3038 | 587 | 0 | 148 | 294 | 42 | 1747 | 200 | 530 | 74 | 2525 | 450 | 2450 | 420 | | | | | | | | -400 | -50 |
| 2 025 | 10936 | 1826 | 2155 | 3038 | 587 | 0 | 148 | 226 | 42 | 1345 | 200 | 408 | 74 | 1944 | 450 | 2796 | 420 | 1579 | 234 | | | | | | -400 | -50 |
| 2 026 | 11846 | 1978 | 2226 | 3038 | 587 | 0 | 219 | 250 | 42 | 1485 | 200 | 451 | 74 | 2146 | 450 | 3133 | 420 | 1743 | 234 | | | | | | -400 | -50 |
| 2 027 | 12755 | 2130 | 2530 | 3038 | 587 | 0 | 219 | 221 | 42 | 1310 | 200 | 398 | 74 | 1894 | 450 | 2759 | 420 | 3535 | 538 | | | | | | -400 | -50 |
| 2 028 | 13859 | 2315 | 2596 | 3038 | 587 | 0 | 285 | 245 | 42 | 1457 | 200 | 442 | 74 | 2106 | 450 | 3068 | 420 | 3903 | 538 | | | | | | -400 | -50 |
| 2 029 | 14963 | 2499 | 2799 | 3038 | 587 | 0 | 488 | 269 | 42 | 1600 | 200 | 485 | 74 | 2313 | 450 | 3370 | 420 | 4288 | 538 | | | | | | -400 | -50 |
| 2 030 | 16067 | 2684 | 3002 | 3038 | 587 | 0 | 691 | 294 | 42 | 1747 | 200 | 530 | 74 | 2525 | 450 | 3679 | 420 | 4654 | 538 | | | | | | -400 | -50 |

REFERENCE SOLUTION (WITHOUT PROJECT): KENYA SYSTEM GENERATION

ALTERNATIVE 2

SCENARIO: **MEDIUM**

| KENYA LOAD FORECAST | Net Energy GWh | Peak Load MW | Installed MW | Committed | | Complementary | | Coal | | Import Uganda | |
|---------------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|---------------|-----|-------|------|---------------|----|
| | | | | Local Resources | | Thermal | | | | | |
| | | | | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW | GWh | MW |
| 2010 | 7838 | 1343 | 1478 | 5052 | 1039 | 65 | 89 | 2321 | 300 | 400 | 50 |
| 2011 | 8491 | 1456 | 1628 | 5052 | 1039 | 65 | 89 | 3123 | 450 | 251 | 50 |
| 2012 | 9183 | 1576 | 1778 | 5052 | 1039 | 65 | 89 | 3667 | 600 | 400 | 50 |
| 2013 | 9922 | 1703 | 1874 | 5052 | 1039 | 135 | 185 | 4415 | 600 | 321 | 50 |
| 2014 | 10711 | 1840 | 2174 | 5052 | 1039 | 135 | 185 | 5124 | 900 | 400 | 50 |
| 2015 | 11552 | 1985 | 2183 | 5052 | 1039 | 142 | 194 | 5958 | 900 | 400 | 50 |
| 2016 | 12470 | 2144 | 2483 | 5052 | 1039 | 142 | 194 | 6876 | 1200 | 400 | 50 |
| 2017 | 13387 | 2302 | 2532 | 5052 | 1039 | 178 | 243 | 7758 | 1200 | 400 | 50 |
| 2018 | 14492 | 2493 | 3132 | 5052 | 1039 | 178 | 243 | 8862 | 1800 | 400 | 50 |
| 2019 | 15596 | 2684 | 3132 | 5052 | 1039 | 178 | 243 | 9967 | 1800 | 400 | 50 |
| 2020 | 16701 | 2876 | 3163 | 5052 | 1039 | 200 | 274 | 11049 | 1800 | 400 | 50 |
| 2021 | 17987 | 3098 | 3763 | 5052 | 1039 | 200 | 274 | 12334 | 2400 | 400 | 50 |
| 2022 | 19272 | 3321 | 3763 | 5052 | 1039 | 200 | 274 | 13620 | 2400 | 400 | 50 |
| 2023 | 20812 | 3588 | 4363 | 5052 | 1039 | 200 | 274 | 15160 | 3000 | 400 | 50 |
| 2024 | 22351 | 3854 | 4363 | 5052 | 1039 | 200 | 274 | 16699 | 3000 | 400 | 50 |
| 2025 | 23891 | 4121 | 4533 | 5052 | 1039 | 324 | 444 | 18115 | 3000 | 400 | 50 |
| 2026 | 25699 | 4434 | 5133 | 5052 | 1039 | 324 | 444 | 19922 | 3600 | 400 | 50 |
| 2027 | 27506 | 4747 | 5222 | 5052 | 1039 | 389 | 533 | 21665 | 3600 | 400 | 50 |
| 2028 | 29664 | 5122 | 5822 | 5052 | 1039 | 389 | 533 | 23823 | 4200 | 400 | 50 |
| 2029 | 31822 | 5496 | 6422 | 5052 | 1039 | 389 | 533 | 25981 | 4800 | 400 | 50 |
| 2030 | 33980 | 5870 | 6457 | 5052 | 1039 | 414 | 568 | 28114 | 4800 | 400 | 50 |

SCENARIO: **LOW**

| | | | | | | | | | | | |
|------|-------|------|------|------|------|-----|-----|-------|------|-----|----|
| 2010 | 7585 | 1299 | 1429 | 5052 | 1039 | 29 | 40 | 2104 | 300 | 400 | 50 |
| 2011 | 8153 | 1397 | 1579 | 5052 | 1039 | 29 | 40 | 2672 | 450 | 400 | 50 |
| 2012 | 8750 | 1500 | 1729 | 5052 | 1039 | 29 | 40 | 3269 | 600 | 400 | 50 |
| 2013 | 9381 | 1609 | 1770 | 5052 | 1039 | 59 | 81 | 3870 | 600 | 400 | 50 |
| 2014 | 10049 | 1724 | 2070 | 5052 | 1039 | 59 | 81 | 4538 | 900 | 400 | 50 |
| 2015 | 10756 | 1846 | 2070 | 5052 | 1039 | 59 | 81 | 5245 | 900 | 400 | 50 |
| 2016 | 11516 | 1977 | 2175 | 5052 | 1039 | 136 | 186 | 5928 | 900 | 400 | 50 |
| 2017 | 12276 | 2109 | 2475 | 5052 | 1039 | 136 | 186 | 6688 | 1200 | 400 | 50 |
| 2018 | 13173 | 2264 | 2491 | 5052 | 1039 | 147 | 202 | 7574 | 1200 | 400 | 50 |
| 2019 | 14070 | 2420 | 3091 | 5052 | 1039 | 147 | 202 | 8471 | 1800 | 400 | 50 |
| 2020 | 14967 | 2575 | 3091 | 5052 | 1039 | 147 | 202 | 9368 | 1800 | 400 | 50 |
| 2021 | 15988 | 2751 | 3091 | 5052 | 1039 | 147 | 202 | 10388 | 1800 | 400 | 50 |
| 2022 | 17008 | 2928 | 3221 | 5052 | 1039 | 242 | 332 | 11314 | 1800 | 400 | 50 |
| 2023 | 18207 | 3135 | 3821 | 5052 | 1039 | 242 | 332 | 12513 | 2400 | 400 | 50 |
| 2024 | 19405 | 3343 | 3821 | 5052 | 1039 | 242 | 332 | 13711 | 2400 | 400 | 50 |
| 2025 | 20604 | 3550 | 3905 | 5052 | 1039 | 304 | 416 | 14848 | 2400 | 400 | 50 |
| 2026 | 21998 | 3791 | 4505 | 5052 | 1039 | 304 | 416 | 16242 | 3000 | 400 | 50 |
| 2027 | 23392 | 4032 | 4505 | 5052 | 1039 | 304 | 416 | 17636 | 3000 | 400 | 50 |
| 2028 | 25026 | 4315 | 5105 | 5052 | 1039 | 304 | 416 | 19271 | 3600 | 400 | 50 |
| 2029 | 26661 | 4598 | 5105 | 5052 | 1039 | 304 | 416 | 20975 | 3600 | 331 | 50 |
| 2030 | 28296 | 4881 | 5705 | 5052 | 1039 | 304 | 416 | 22812 | 4200 | 128 | 50 |

SCENARIO: **HIGH**

| | | | | | | | | | | | |
|------|-------|------|------|------|------|-----|-----|-------|------|-----|----|
| 2010 | 8165 | 1400 | 1540 | 5052 | 1039 | 545 | 151 | 2400 | 300 | 168 | 50 |
| 2011 | 8914 | 1530 | 1683 | 5052 | 1039 | 262 | 194 | 3600 | 450 | 0 | 0 |
| 2012 | 9715 | 1668 | 1883 | 5052 | 1039 | 142 | 194 | 4414 | 600 | 107 | 50 |
| 2013 | 10578 | 1817 | 2133 | 5052 | 1039 | 142 | 194 | 5384 | 900 | 0 | 0 |
| 2014 | 11506 | 1978 | 2183 | 5052 | 1039 | 142 | 194 | 5912 | 900 | 400 | 50 |
| 2015 | 12506 | 2151 | 2483 | 5052 | 1039 | 142 | 194 | 6912 | 1200 | 400 | 50 |
| 2016 | 13611 | 2342 | 2576 | 5052 | 1039 | 210 | 287 | 7950 | 1200 | 400 | 50 |
| 2017 | 14717 | 2533 | 3176 | 5052 | 1039 | 210 | 287 | 9055 | 1800 | 400 | 50 |
| 2018 | 16074 | 2768 | 3176 | 5052 | 1039 | 210 | 287 | 10412 | 1800 | 400 | 50 |
| 2019 | 17430 | 3003 | 3303 | 5052 | 1039 | 303 | 414 | 11676 | 1800 | 400 | 50 |
| 2020 | 18787 | 3238 | 3903 | 5052 | 1039 | 303 | 414 | 13032 | 2400 | 400 | 50 |
| 2021 | 20404 | 3518 | 3903 | 5052 | 1039 | 303 | 414 | 14649 | 2400 | 400 | 50 |
| 2022 | 22020 | 3798 | 4503 | 5052 | 1039 | 303 | 414 | 16266 | 3000 | 400 | 50 |
| 2023 | 23995 | 4140 | 4554 | 5052 | 1039 | 340 | 465 | 18203 | 3000 | 400 | 50 |
| 2024 | 25969 | 4483 | 5154 | 5052 | 1039 | 340 | 465 | 20177 | 3600 | 400 | 50 |
| 2025 | 27943 | 4825 | 5754 | 5052 | 1039 | 340 | 465 | 22151 | 4200 | 400 | 50 |
| 2026 | 30289 | 5232 | 5755 | 5052 | 1039 | 340 | 466 | 24497 | 4200 | 400 | 50 |
| 2027 | 32634 | 5638 | 6355 | 5052 | 1039 | 340 | 466 | 26842 | 4800 | 400 | 50 |
| 2028 | 35486 | 6133 | 6955 | 5052 | 1039 | 340 | 466 | 29694 | 5400 | 400 | 50 |
| 2029 | 38337 | 6627 | 7555 | 5052 | 1039 | 340 | 466 | 32545 | 6000 | 400 | 50 |
| 2030 | 41189 | 7122 | 7834 | 5052 | 1039 | 544 | 745 | 35193 | 6000 | 400 | 50 |

ESTIMATION DU COUT DE DEFAILLANCE

1.1. INTRODUCTION

Deux critères sont déterminants pour la planification des systèmes électriques : le taux d’actualisation et le coût de défaillance.

Le premier critère permet d’arbitrer entre deux types de dépenses rendant le même service mais avec un échéancier différent.

Le deuxième est utilisé pour définir la qualité de service que l’on attend d’un système électrique (parc de production et/ou réseaux), afin de dimensionner celui-ci par rapport à sa puissance de pointe attendue. On parle généralement de coût du kWh défaillant, c’est-à-dire non produit et/ou non distribué ; en effet, dans tout système électrique la qualité n’est jamais parfaite : il arrive toujours une situation dans laquelle une compagnie électrique est obligée de couper ses clients, à cause d’une défaillance de son système de production, ou de transport, ou de distribution d’électricité. Plus les dépenses de la compagnie sont importantes, notamment en investissements de production, et meilleure sera la qualité de service dans le domaine correspondant.

1.2. LE COUT IMPLICITE DE DEFAILLANCE

Il existe plusieurs méthodes pour approcher le coût du kWh défaillant. L’une des plus intuitives consiste à déterminer le coût implicite de ce kWh, qui peut se faire de la façon suivante en ce qui concerne le parc de production :

- a) Dans la situation de référence, la compagnie d’électricité dispose d’un certain nombre de centrales pour lesquelles elle a investi le montant I . Il arrive que la clientèle soit coupée, ce qui correspond à une énergie non distribuée E (moyenne annuelle) ;
- b) Pour améliorer la qualité de service, la compagnie met en exploitation une nouvelle unité de production, et pour cela elle investit ΔI . Ceci lui permet d’augmenter la qualité de service, c’est-à-dire de diminuer E , de la quantité ΔE . On dit que dans ce cas le coût du kWh défaillant est donné par : $d = \Delta I / \Delta E$ (la quantité ΔI représente l’annuité d’investissement supplémentaire, qui fait intervenir le taux d’actualisation).

On conçoit que la nouvelle unité produira beaucoup moins d’énergie que les unités existantes, puisqu’elle ne sera sollicitée qu’en cas de défaillance de celles-ci ; à mesure que le qualité de service augmente, le coût augmente. On dit aussi que d représente le coût marginal de production, c’est-à-dire le coût de production du kWh supplémentaire destiné à réduire la défaillance.

1.3. CARACTERISTIQUES DU COUT DE DEFAILLANCE ET VALEUR PROPOSEE

- a) Le coût de défaillance est beaucoup plus élevé que le coût moyen de fourniture de l’électricité à la clientèle. Une norme souvent utilisée est de considérer un coût de défaillance de 10 à 100 fois plus élevé que le coût moyen de fourniture (le coefficient est en général variable, croissant en fonction de la richesse économique du pays considéré). Ceci représente une bonne estimation du coût de défaillance, à condition que le prix de vente de

l’électricité soit représentatif de son coût. Dans les pays développés on arrive à une norme de 5 à 10 US\$/kWh ; celle-ci est considérablement abaissée dans les pays en développement. Dans ces derniers, c’est moins la qualité de service de l’électricité distribuée à une minorité de privilégiés (d’ailleurs souvent subventionnée par la compagnie électrique, qui vend en-dessous du prix de revient) qui est importante, que l’accès à l’électricité, ne serait-ce que quelques heures par jour. Dans ce cas un coût de défaillance de 0,5 à 1 US\$/kWh est souvent considéré.

- b) Le coût de défaillance représente aussi la valeur économique du kWh, en supposant que la richesse nationale est entièrement dépendante de la fourniture d’électricité (mais non créée par elle). Ce critère fonctionne bien dans les pays industrialisés dont la production agricole (souvent peu liée à l’électricité) ne représente qu’une très faible part (quelques %) du PIB, et où tout le monde a accès à l’électricité. Ce n’est évidemment pas le cas des cinq pays considérés dans la présente étude.
- c) Coût de défaillance proposé pour la présente étude

Deux paramètres pourraient être pris en compte pour estimer ce coût : la richesse nationale et le prix de vente de l’électricité, même si ce dernier est souvent systématiquement inférieur à son coût à cause des subventions dont il bénéficie.

Le tableau ci-dessous présente ces deux paramètres pour l’année 2005 :

| Prix de vente moyen du kWh, en cents US\$ | Burundi | RD Congo | Rwanda | Ouganda | Kenya |
|---|---------|----------|--------|---------|-------|
| Niveau HT | - | - | | 3,4 | 10,4 |
| Niveau MT | 9,6 | 8,8 | 20 | 4,6 | 10,8 |
| Niveau BT | 7,1 | 5,8 | 20 | 10,8 | 8,3 |
| PIB/hab, US\$ (approx.) | 110 | 110 | 230 | 280 | 360 |

En multipliant ce prix de vente de l’électricité par un facteur 5, on arriverait aux niveaux ci-après :

- Burundi, RD Congo, Kenya, Uganda : environ 0.5 US\$/kWh
- Rwanda : environ 1 US\$/kWh

Si l’on tient compte en outre du niveau de vie des pays, on arrive aux coûts suivants, proches de ceux adoptés dans la présente étude :

- Burundi, RD Congo, Uganda : 0,8 US\$/kWh
- Rwanda, Kenya : 1 US\$/kWh.

Au fur et à mesure que la coopération et l’intégration des cinq pays dans le domaine énergétique se renforcera, il deviendra souhaitable d’envisager des critères de planification semblables, donc probablement un coût de défaillance uniformisé. Pour le moment, il est acceptable de proposer des critères de défaillance différents suivant les pays ; par contre après la réalisation d’interconnexions, on pourra supposer un coût uniforme de défaillance pour l’ensemble du système.

L’analyse ci-dessus est à rapprocher de la valeur du coût de défaillance pris en compte par KPLC au Kenya, qui se monte à 0,8 US\$/kWh.

1.4. ILLUSTRATION PRATIQUE DU COUT DE DEFAILLANCE

Dans tous les pays du monde, lorsque la ou les compagnies d’électricité n’assurent pas un service correct (coupures fréquentes et/ou prolongées, variations excessives de tension et/ou de fréquence...), un grand nombre de clients décident de s’équiper de petits générateurs fonctionnant à l’essence ou au diesel, afin de pallier aux défaillances de fourniture. Ce phénomène est particulièrement visible dans les quartiers commerçants des villes, où les petits générateurs encombrant souvent les trottoirs et contribuent à la pollution atmosphérique.

L’interprétation économique de cette réalité est la suivante : les coûts de fourniture que la compagnie d’électricité ne prend pas en charge sont transférés aux consommateurs, qui produisent eux-mêmes l’électricité dont ils ont besoin au lieu de l’acheter à la compagnie. Mais ce transfert s’accompagne de coûts directs ou indirects très élevés. Par exemple, on peut citer :

Coûts directs :

- Electricité produite à un coût beaucoup plus élevé que celui de la compagnie ;
- Importation de générateurs et de combustible, au lieu d’une production utilisant les ressources naturelles, par exemple l’hydroélectricité ;
- Service discontinu, quelques heures par jour seulement.

Coûts indirects :

- Coûts externes tels que pollution, bruit, normalement occasionnés dans une centrale située à l’extérieur de la ville ;
- Délocalisation d’activités nécessitant une meilleure qualité de service. C’est par exemple le cas de producteurs de thé qui ont dû quitter l’Ouganda pour s’installer au Kenya.

Le tableau ci-après compare les coûts obtenus pour le Burundi, la RD Congo et le Rwanda, pour la petite autoproduction thermique. Celle –ci est de deux à trois fois plus élevée que la production centralisée. Elle donne aussi une mesure du coût que les clients d’une compagnie électrique sont prêts à payer pour avoir de l’électricité lorsque cette compagnie est défaillante.

On notera aussi que certaines activités ont besoin d’une qualité de service très élevée. Ces clients se dotent systématiquement de leurs propres générateurs, même quand la qualité de service du distributeur d’électricité est déjà normalement acceptable. C’est le cas par exemple des hôpitaux, des aéroports, des services de sécurité, etc... où des générateurs diesel prennent automatiquement le relais à la moindre coupure.

Prix de revient de l’autoproduction à base de générateurs diesel

| 1. Hypothèses | |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| Puissance installée des générateurs | 0,5 à 10 kW |
| Coût d’investissement | 1000 US\$/kW |
| Durée de vie | 5 ans |
| Coût du kW garanti | Production non garantie |
| Frais de maintenance annuels | 2% du coût d’investissement |
| Consommation spécifique | 500 g/kWh |

| | | | | | |
|--------------------------------------|--------|----------------|-----------------|---------------|-------|
| Utilisation | | 6h/jour | | | |
| Densité combustible | | 0,8 | | | |
| 2. Coûts fixes annuels par kW | | | | | |
| Investissement | | 270 US\$ | | | |
| Maintenance | | 20 US\$ | | | |
| Total | | 290 US\$ | | | |
| 3. Coûts proportionnels | | Burundi | RD Congo | Rwanda | |
| Coût hors taxes | US\$/l | 0,880 | 0,850 | 0,790 | |
| Montant des taxes | US\$/l | 0,170 | 0,200 | 0,243 | |
| Total TTC | US\$/l | 1,050 | 1,050 | 1,033 | |
| Coût du combustible | HT | US\$/kWh | 0,550 | 0,531 | 0,494 |
| | TTC | US\$/kWh | 0,656 | 0,656 | 0,646 |
| Coût annuel correspondant | HT | US\$ | 1204 | 1163 | 1372 |
| | TTC | US\$ | 1437 | 1437 | 1415 |
| 4. Coût total | | Burundi | RD Congo | Rwanda | |
| Coût annuel | HT | US\$/kW | 1494 | 1453 | 1372 |
| | TTC | US\$/kW | 1727 | 1727 | 1705 |
| Prix de revient | HT | US\$/kWh | 0,68 | 0,66 | 0,63 |
| | TTC | US\$/kWh | 0,79 | 0,79 | 0,78 |