

RAPPORT TECHNIQUE D'ETUDE PREALABLE

Bagira (Bukavu, Sud-Kivu, RDC)



06 FÉVRIER 2026

ISMAILI ENGINEERING

58, Avenue Kisangani, Q.Mapendo, Goma, RDC

Table des matières

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	3
1. RÉSUMÉ EXÉCUTIF	4
2. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DU PROJET	6
2.1. Présentation de la zone d'étude	6
2.2. État général des infrastructures existantes	6
2.3. Contraintes de sécurité et impacts sur les usagers	6
2.4. Contraintes d'exploitation (comptage prépaiement et fraude)	6
2.5. Justification du remplacement des poteaux bois	6
2.6. Justification de la rectification du tracé et de la mise en conformité des branchements BT	7
2.7. Pertinence de l'étude préalable	7
3. DESCRIPTION TECHNIQUE DE L'EXISTANT	7
3.1. Présentation générale	7
3.2. Caractéristiques de production et stockage	7
3.3. Réseau de distribution BT et supports	8
3.4. Anomalies et dysfonctionnements constatés	8
4. ÉTUDE DE LA SOLUTION TECHNIQUE PROPOSÉE	9
4.1. Principes d'intervention	9
4.2. Remplacement des supports bois défectueux	9
4.3. Rectification et retraçage du tracé de la ligne BT aérienne	9
4.4. Sécurisation contre les PNT (fraudes)	9
4.5. Vérification et mise en conformité des branchements BT	10
5. MESURAGE, PIQUETAGE ET TRACÉ (GOOGLE EARTH)	10
5.1. Objectifs	10
5.2. Opérations à réaliser	10
5.3. Livrables attendus	10
6. ANALYSE DES RISQUES ET MESURES D'ATTÉNUATION	10
6.1. Risques techniques	10
6.2. Risques pour la population	11
6.3. Risques d'exploitation	11
6.4. Mesures d'atténuation recommandées	11
7. ESTIMATION PRÉLIMINAIRE DES QUANTITÉS (AVANT-MÉTRÉ)	12
7.1. Données de base	12
7.2. Hypothèses de quantification (à valider au terrain)	15
7.3. Lots techniques	15
7.5. Fondations, scellement et accessoires	16

7.6. Ligne BT et accessoires (données à compléter après mesurage)	16
7.7. Branchements BT (existants et nouveaux)	17
7.8. Paramètres à figer après piquetage/mesurage	17
8. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	18
8.1. Synthèse	18
8.2. Faisabilité	18
8.3. Recommandations pour l'exécution	18
8.4. Nécessité de l'étude d'exécution	19
ANNEXES	20
Annexe A – Plans de tracé (réseau de distribution BT / ligne BT aérienne)	20
Annexe B – Fiches techniques des poteaux métalliques (remplacement)	21
Annexe C – Photos de l'état existant (constats terrain)	22
Annexe D – Tableaux de mesurage et piquetage (base étude d'exécution)	27

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

BT : Basse Tension

MT : Moyenne Tension

kWc : kilowatt-crête (puissance crête photovoltaïque)

kWh : kilowattheure (énergie / capacité de stockage)

Wc : watt-crête

PV : Photovoltaïque

PNT : Pertes Non Techniques (ex. fraudes / vols d'énergie)

EPI : Équipements de Protection Individuelle

PV (réception) : Procès-Verbal (réception provisoire / définitive)

IEC : International Electrotechnical Commission (Commission Électrotechnique Internationale)

IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers

EHS : Environmental, Health, and Safety (Environnement, Santé et Sécurité)

IT : Information Technology (systèmes informatiques / télécoms)

1. RÉSUMÉ EXÉCUTIF

Le présent rapport constitue une étude technique préalable relative à la réhabilitation du réseau de distribution basse tension (BT) du micro-réseau photovoltaïque de Bagira, situé au Quartier D/Nyakavogo, dans la concession du Camp Militaire Musique (commune de Bagira, ville de Bukavu – Sud-Kivu, RDC). L'étude porte sur le remplacement des poteaux bois dégradés par des poteaux métalliques, la rectification et le retraçage du tracé de la ligne BT aérienne, la sécurisation du réseau contre les pertes non techniques (PNT) liées aux fraudes, ainsi que la vérification et la mise en conformité des branchements BT existants et l'intégration des nouveaux branchements.

Cette étude a été réalisée par Ismaili Engineering (entreprise de sous-traitance spécialisée en études et travaux des réseaux de distribution BT/MT et en branchements BT des ménages) et est destinée à Goshop Energy, en qualité de Maître d'œuvre.

Le micro-réseau existant comprend une puissance crête installée de 85,92 kWc (144 panneaux de 450 Wc et 66 panneaux de 320 Wc) et une capacité de stockage de 150 kWh (30 batteries lithium de 5 kWh). Le réseau de distribution BT alimente actuellement 102 abonnés équipés de compteurs à prépaiement et repose sur 80 supports (44 poteaux bois de 9 m et 36 poteaux métalliques de 9 m).

Objectif général

L'objectif est d'évaluer la faisabilité technique et de définir les conditions de mise en œuvre d'une intervention visant à sécuriser et fiabiliser le réseau de distribution BT, notamment par le remplacement des supports bois défectueux par des poteaux métalliques octogonaux de 7,5 m (7,5 m / 2 kN pour l'alignement et 7,5 m / 3 kN pour les angles/ancrages), la rectification du tracé de la ligne BT aérienne, et la mise en conformité des branchements BT, afin de renforcer la sécurité publique, réduire les interruptions et limiter les pertes.

Principaux constats

Les constats clés sont :

- (i) Instabilité de certains supports (poteaux inclinés ou tombés) avec risques pour la route et les biens (clôtures),

- (ii) Vulnérabilité aux fraudes du fait d'une sécurisation insuffisante et d'une accessibilité accrue sur certains tronçons,
- (iii) Nécessité de rectifier et retracer le tracé de la ligne BT (réalignement et retension), et
- (iv) Difficultés de recharge des compteurs prépaiement dues à des problèmes de connexion internet.

Axes de solution retenus

L'étude retient :

- (i) Remplacement des poteaux bois défectueux par des poteaux métalliques octogonaux 7,5 m (épaisseur 3,12 mm, Ø tête 3,7", Ø pied 6", classes 2 kN et 3 kN),
- (ii) Rectification du tracé (réalignement, retension et correction des tronçons critiques),
- (iii) Sécurisation des points vulnérables (dérivations et branchements BT) afin de réduire les fraudes/PNT,
- (iv) Contrôle et mise en conformité des branchements BT existants (102) et préparation des nouveaux branchements, et
- (v) Mesurage, piquetage et production du tracé de la ligne BT sur Google Earth.

Résultats attendus

À l'issue de l'étude préalable, les résultats attendus sont :

- Un diagnostic technique consolidé (production, stockage, distribution BT, supports, branchements BT),
- Une solution technique adaptée au contexte de Bagira (dont le choix des poteaux 7,5 m / 2 kN et 3 kN),
- Une base opérationnelle pour la planification des travaux, les données terrains issus du mesurage et du piquetage,
- Le tracé de la ligne BT sur Google Earth (plan/fichier de référence), ainsi que
- Les éléments nécessaires à l'étude d'exécution, à l'avant-métré final et au chiffrage, constituant un appui à la décision pour Goshop Energy.

2. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DU PROJET

2.1. Présentation de la zone d'étude

Le projet concerne le site de Bagira, situé au Quartier D/Nyakavogo dans la concession du Camp Militaire Musique (commune de Bagira, Bukavu, Sud-Kivu, RDC). Le contexte urbain et périurbain se caractérise par la proximité des infrastructures électriques avec les habitations et les voies de circulation, ce qui renforce l'exposition des usagers en cas de défaillance mécanique de supports ou d'affaissement de conducteurs.

2.2. État général des infrastructures existantes

Le site est alimenté par un micro-réseau photovoltaïque de 85,92 kWc et 150 kWh de stockage. La distribution BT dessert 102 abonnés via une ligne BT aérienne supportée par 80 supports : 44 poteaux bois de 9 m et 36 poteaux métalliques de 9 m. Les constats opérationnels indiquent des défaillances mécaniques sur certains supports (poteaux bois inclinés ou tombés) et la nécessité d'une rectification et d'un retraçage du tracé de la ligne, situation susceptible d'augmenter le risque d'incidents sur les conducteurs.

2.3. Contraintes de sécurité et impacts sur les usagers

Des supports instables ou effondrés en zone habitée ou à proximité d'une route constituent un risque direct pour : la sécurité des usagers (piétons, circulation), l'intégrité des biens (clôtures/habitations) et la continuité de service des abonnés. La présence de tronçons dégradés accroît également les risques de manipulations et de connexions non autorisées. Les lignes directrices internationales recommandent des ouvrages stables et conçus pour limiter les risques d'accident et d'interruption.

2.4. Contraintes d'exploitation (comptage prépaiement et fraude)

Le fonctionnement du comptage prépaiement est perturbé par des problèmes de connexion internet, empêchant ponctuellement la recharge des compteurs. Par ailleurs, des fraudes sont signalées sur le réseau de distribution BT ; l'accès facilité aux conducteurs sur certains tronçons (supports inclinés/tombés) constitue un facteur aggravant. L'amélioration de la sécurité physique du réseau est reconnue comme un levier de réduction des pertes non techniques.

2.5. Justification du remplacement des poteaux bois

Le remplacement des poteaux bois défectueux est justifié par la nécessité de restaurer la

stabilité mécanique et de réduire les risques pour les usagers. Les poteaux retenus pour le projet sont des poteaux métalliques octogonaux de 7,5 m (épaisseur 3,12 mm, Ø tête 3,7", Ø pied 6") avec deux classes : 7,5 m / 2 kN (alignement) et 7,5 m / 3 kN (angle/ancrage). Ce choix permet d'adapter la tenue mécanique aux zones contraintes (angles, extrémités, reprises de tension) conformément aux principes généraux de conception des ouvrages électriques. (IEC 61936-1:2010)

2.6. Justification de la rectification du tracé et de la mise en conformité des branchements BT

La rectification/retracage du tracé vise à rétablir une géométrie de ligne cohérente (alignement, portées, retension) et à améliorer la maîtrise des points sensibles. La mise en conformité des branchements BT existants et l'organisation des nouveaux branchements permettent de réduire les situations à risque, améliorer la continuité de service et limiter les PNT.

2.7. Pertinence de l'étude préalable

L'étude préalable est indispensable pour produire un diagnostic fiable, définir une solution adaptée (supports, tracé, branchements BT, sécurisation), fournir à Goshop Energy les éléments de décision et de planification, et réaliser le mesurage, le piquetage et le tracé sur Google Earth nécessaires à l'étude d'exécution.

3. DESCRIPTION TECHNIQUE DE L'EXISTANT

3.1. Présentation générale

Le micro-réseau photovoltaïque de Bagira assure la production locale et la distribution de l'énergie aux abonnés au moyen d'un réseau de distribution BT.

3.2. Caractéristiques de production et stockage

L'unité de production comprend 144 panneaux photovoltaïques de 450 Wc et 66 panneaux photovoltaïques de 320 Wc, ainsi qu'un stockage par 30 batteries lithium de 5 kWh.

Calcul de la puissance crête installée :

- $144 \times 450 \text{ W} = 64\,800 \text{ Wc}$ (64,8 kWc)

- $66 \times 320 \text{ W} = 21\,120 \text{ Wc}$ (21,12 kWc)
Puissance totale installée : $64,8 + 21,12 = 85,92 \text{ kWc}$

Capacité totale de stockage : $30 \times 5 \text{ kWh} = 150 \text{ kWh}$

Ces valeurs indiquent une capacité compatible avec une alimentation locale, sous réserve d'une gestion rigoureuse de la charge et d'une distribution fiable. (IRENA, Solar PV Basics, 2018 : <https://www.irena.org>)

3.3. Réseau de distribution BT et supports

Le réseau de distribution BT alimente 102 abonnés équipés de compteurs à prépaiement. La ligne BT aérienne est supportée par : 44 poteaux bois de 9 m (diamètre $\approx 200 \text{ mm}$ / 5 pouces) et 36 poteaux métalliques de 9 m (configuration : base 6 m en 4 pouces et extension 3 m en 3 pouces), soit un total de 80 supports. La coexistence de supports hétérogènes peut induire des comportements mécaniques différents sous charge et nécessite une attention particulière lors de la reprise de la ligne.

3.4. Anomalies et dysfonctionnements constatés

a) Instabilité mécanique

- Supports bois inclinés ou tombés.
- Géométrie du tracé nécessitant rectification.
- Tension mécanique des conducteurs jugée non optimale sur certains tronçons.

b) Vulnérabilité aux fraudes (PNT)

- Accessibilité accrue aux conducteurs sur les tronçons dégradés.
- Sécurisation insuffisante de certains points de dérivation.

La sécurisation physique du réseau est un facteur clé de réduction des pertes non techniques. (World Bank Group, 2019 : <https://www.worldbank.org>)

c) Contraintes d'exploitation (comptage prépaiement)

- Problèmes de connexion internet affectant la recharge des compteurs.
- Plaintes d'abonnés liées à l'impossibilité de recharger ponctuellement.

- Branchements BT nécessitant vérification et classement (conforme / à corriger / à sécuriser).

Ces éléments affectent la continuité de service et la performance globale du micro-réseau.

4. ÉTUDE DE LA SOLUTION TECHNIQUE PROPOSÉE

4.1. Principes d'intervention

La solution proposée vise quatre objectifs opérationnels : stabiliser l'infrastructure, améliorer la sécurité publique, renforcer la fiabilité du réseau de distribution BT et réduire les PNT liées aux fraudes.

4.2. Remplacement des supports bois défectueux

Les poteaux bois dégradés doivent être remplacés par des poteaux métalliques octogonaux de 7,5 m, pour renforcer la tenue mécanique et réduire les risques d'effondrement. Les principes de conception recommandent des supports capables de résister aux charges permanentes et accidentelles des lignes aériennes. (IEC 61936-1:2010)

Spécification des poteaux retenus (données projet) :

- Hauteur : 7,5 m ; forme : octogonale ; épaisseur : 3,12 mm
- Ø tête : 3,7" ; Ø pied : 6"
- Classes mécaniques : 7,5 m / 2 kN (alignement) et 7,5 m / 3 kN (angle/ancrage)

4.3. Rectification et retraçage du tracé de la ligne BT aérienne

La reprise de la ligne BT aérienne comprend : réalignement, retension, correction des tronçons critiques et mise en cohérence du tracé. Un tracé maîtrisé réduit les contraintes mécaniques et les risques de rupture ou d'affaissement.

4.4. Sécurisation contre les PNT (fraudes)

Les actions prioritaires incluent : stabilisation des supports, sécurisation des dérivations, normalisation des branchements BT et réduction de l'accessibilité aux conducteurs sur les zones sensibles. La réduction des PNT passe en premier lieu par une sécurisation physique efficace.

4.5. Vérification et mise en conformité des branchements BT

L'intervention prévoit : contrôle technique des 102 branchements BT existants, identification des non-conformités et mise en conformité des points à risque, puis organisation des nouveaux branchements selon les capacités et la structuration du réseau.

5. MESURAGE, PIQUETAGE ET TRACÉ (GOOGLE EARTH)

5.1. Objectifs

Le mesurage et le piquetage visent à figer l'implantation des supports et le tracé de la ligne BT aérienne, corriger les défauts d'alignement, et anticiper les points sensibles (routes, habitations, clôtures).

5.2. Opérations à réaliser

- Relevé des longueurs par tronçons et identification des portées.
- Inventaire et localisation des supports existants ; identification des supports à déposer/remplacer.
- Repérage des points singuliers (proximité route, traversées, zones habitées).
- Production du tracé de la ligne BT sur Google Earth (plan/fichier de référence) et repérage des emplacements de supports.

5.3. Livrables attendus

- Tracé technique validé (Google Earth + relevés terrain).
- Base fiable pour le dimensionnement et la préparation de l'étude d'exécution.
- Données nécessaires à l'avant-métré final (quantités et postes).

6. ANALYSE DES RISQUES ET MESURES D'ATTÉNUATION

6.1. Risques techniques

Risque mécanique : chute de supports pouvant entraîner rupture de conducteurs et interruption de service.

Risque électrique : contacts accidentels en cas d'affaissement de la ligne BT aérienne.
Les ouvrages doivent être conçus et repris de manière à limiter ces dangers.

6.2. Risques pour la population

- Accidents liés à l'instabilité des supports.
- Dommages aux biens (clôtures/habitations).
- Exposition à des conducteurs sous tension.

6.3. Risques d'exploitation

- PNT liées aux fraudes.
- Insatisfaction des abonnés en cas de difficultés de recharge des compteurs prépaiement.
- Perturbations de la continuité de service.

6.4. Mesures d'atténuation recommandées

- Remplacement prioritaire des supports défectueux et mise en sécurité des zones à risque.
- Rectification du tracé de la ligne BT aérienne (alignement/retension).
- Mise en conformité et sécurisation des branchements BT et des dérivations.
- Contrôles techniques systématiques (pose, serrage, verticalité, tenue mécanique).
- Traitement du facteur "recharge" via une solution technique à définir par l'exploitant télécom/IT (connectivité et procédure de contingence).

7. ESTIMATION PRÉLIMINAIRE DES QUANTITÉS (AVANT-MÉTRÉ)

La présente estimation préliminaire a pour objectif de structurer les besoins matériels et de faciliter la préparation de l'étude d'exécution et du chiffrage. Les quantités définitives dépendront des résultats du mesurage/piquetage et du classement final des poteaux bois à remplacer.

7.1. Données de base

- 102 abonnés (comptage prépaiement).
- 80 supports existants : 44 poteaux bois 9 m + 36 poteaux métalliques 9 m.
- Remplacement prévu : poteaux métalliques octogonaux 7,5 m (ép. 3,12 mm ; Ø tête 3,7" ; Ø pied 6") en 2 classes : 2 kN (alignement) et 3 kN (angle/ancrage).

Légende sur le tracé :

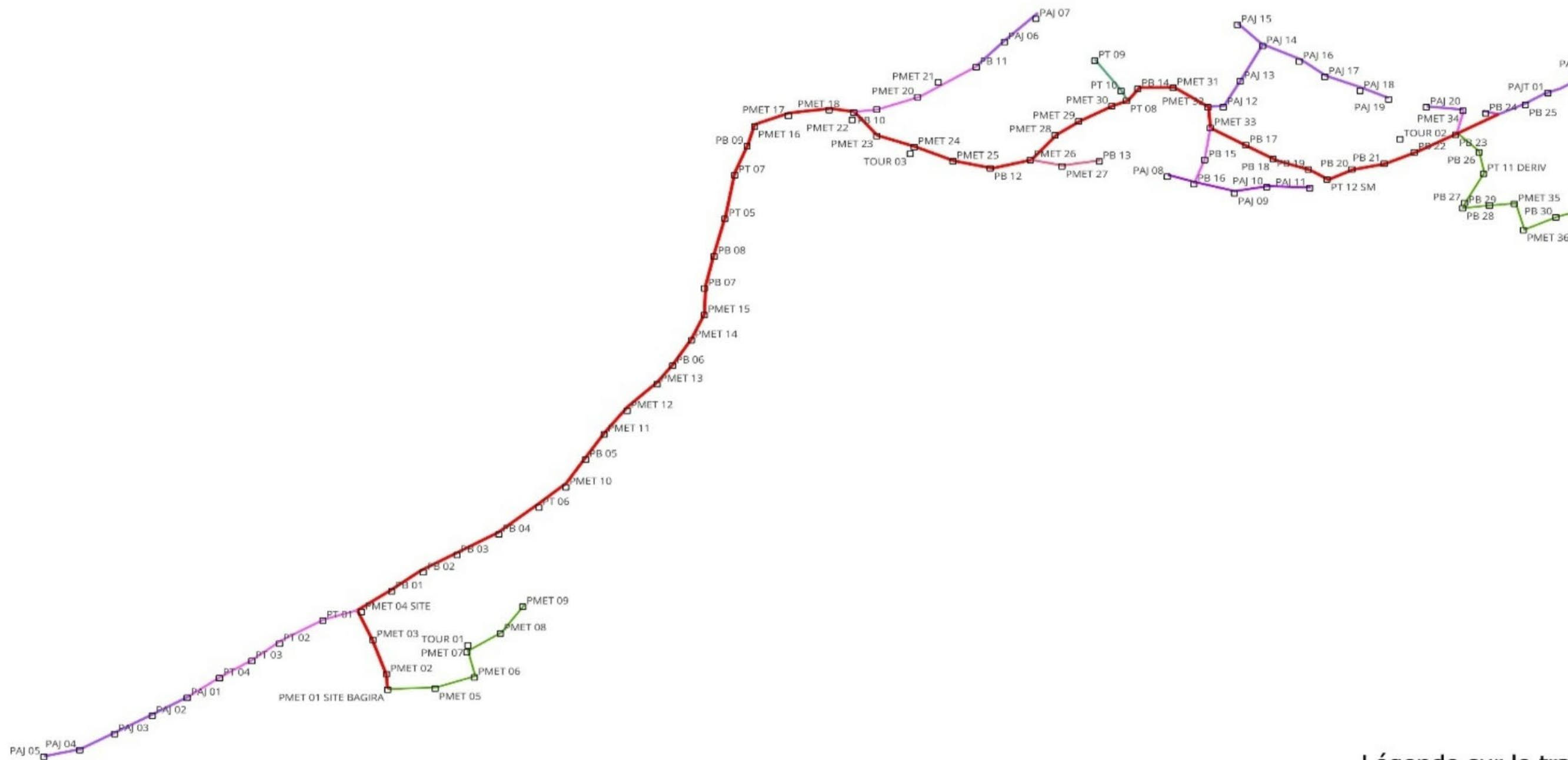
PAJ : Poteaux métalliques à ajouter sur la ligne

PMET : Poteaux métalliques existants

PT : Poteaux en bois existants déjà tombés et inclinés

PAJT : Poteaux métalliques d'ajout vers Tour

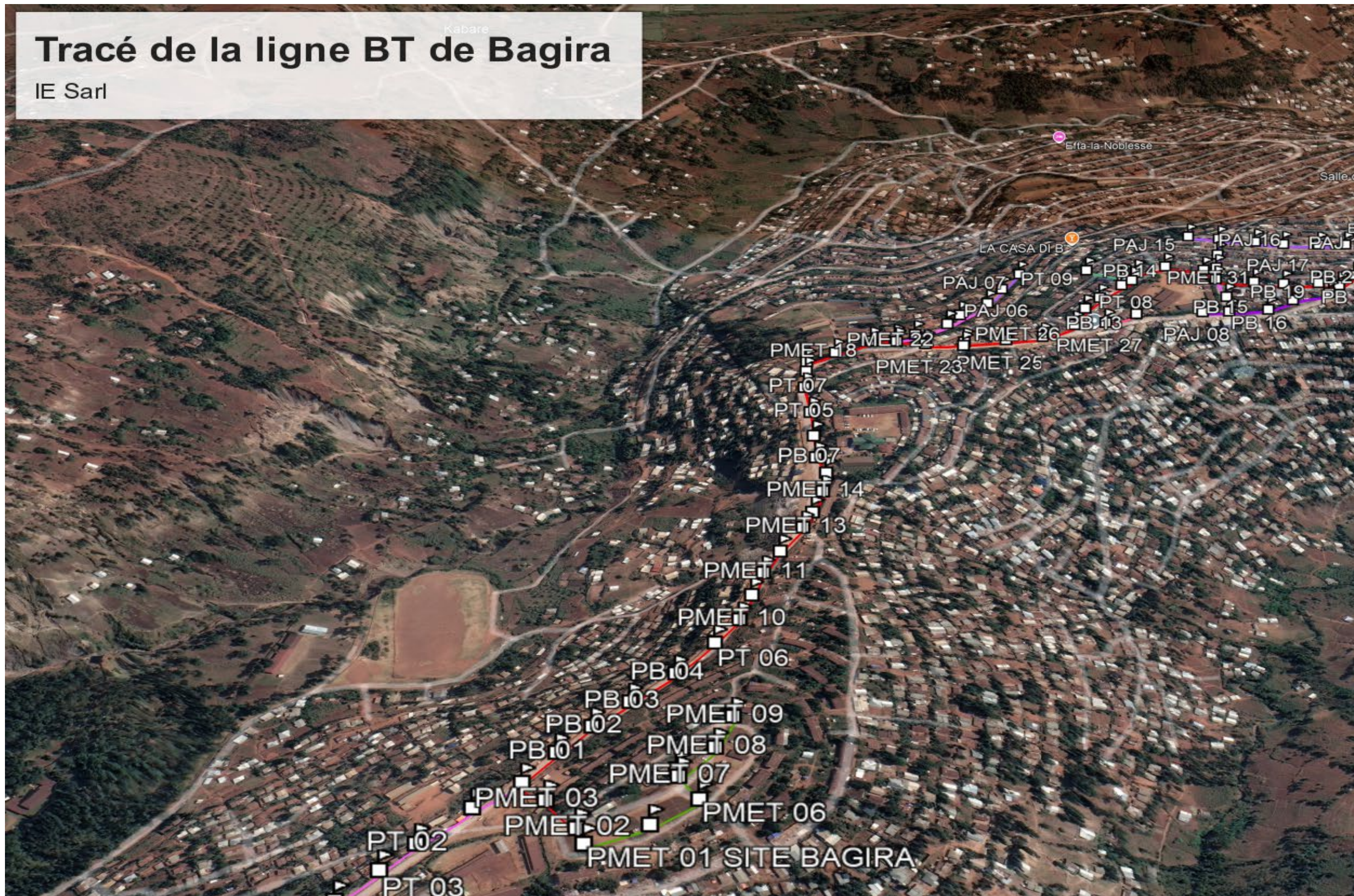
Tracé de la ligne BT à Bagira



Légende sur le tra
PAJ : Poteaux mét

Tracé de la ligne BT de Bagira

IE Sarl



7.2. Hypothèses de quantification (à valider au terrain)

Le nombre exact de poteaux bois à remplacer n'est pas encore fixé. L'avant-métré est donc présenté sous deux scénarios :

- Scénario A : remplacement total des 44 poteaux bois (à confirmer).
- Scénario B : remplacement partiel de N poteaux bois ($N < 44$), déterminé après inspection et piquetage.

7.3. Lots techniques

- A) Dépose et évacuation des ouvrages existants
- B) Supports métalliques (alignement / angle-ancrage)
- C) Fondations et scellements
- D) Reprise de la ligne BT (conducteurs et accessoires)
- E) Branchements BT (mise en conformité + nouveaux branchements)
- F) Sécurité chantier, essais et mise en service

7.4. Quantités des supports métalliques

D'après le **KMZ fourni** (comptage des repères sur le tracé) :

- PMET (poteaux métalliques existants) = **36**
- PB (poteaux bois existants) = **31**
- PT (poteaux bois tombés/inclinés, à remplacer) = **13**
- PAJ (poteaux métalliques à ajouter sur la ligne) = **23**
- PAJT (poteaux métalliques d'ajout vers Tour) = **18**

1. Quantité totale de supports métalliques à poser

On considère ici que les supports métalliques à poser couvrent :

- Les **remplacements** des poteaux bois défaillants (PT),
- les **ajouts** (PAJ + PAJT),
et qu'il n'y a pas de poteaux "réutilisables" (déplacés/récupérés) explicitement identifiés dans les données.

Donc :

- Poteaux à remplacer : **$N_{\text{rempl}} = PT = 13$**
- Poteaux d'extension / ajout : **$N_{\text{ext}} = PAJ + PAJT = 23 + 18 = 41$**
- Poteaux réutilisables : **$N_{\text{reutil}} = 0$** (à défaut d'une liste de supports récupérables)

Formule et application :

- **$N_{\text{total}} = N_{\text{rempl}} + N_{\text{ext}} - N_{\text{reutil}}$**
- **$N_{\text{total}} = 13 + 41 - 0 = 54$ supports métalliques (7,5 m) à poser**

2. Répartition 2 kN / 3 kN

- Poteaux 7,5 m / 2 kN (alignement) : **42** (Selon le Tracé Kmz)
- Poteaux 7,5 m / 3 kN (angle/ancrage) : **12** (Selon le Tracé Kmz)

Avec la contrainte :

- **$N_{\text{align}} + N_{\text{angle}} = N_{\text{total}} = 54$**

Rappel (méthode de détermination sur le tracé d'exécution) :

- **$N_{\text{angle}} = N_{\text{extrémités}} + N_{\text{angles}} + N_{\text{reprises_tension}} + N_{\text{traversées/points sensibles}}$**
- **$N_{\text{align}} = 54 - N_{\text{angle}}$**

7.5. Fondations, scellement et accessoires

Pour chaque poteau posé : excavation, massif béton (volume à définir selon sol/efforts), remblaiement/compactage, consoles/ferrures, boulonnerie. La mise à la terre des supports est à confirmer selon l'architecture retenue.

Pour les poteaux 7,5 m / 3 kN : prévoir, si nécessaire, haubanage/ancrage (quantités à confirmer après tracé final et contraintes mécaniques).

7.6. Ligne BT et accessoires (données à compléter après mesurage)

Sur base du **tracé KMZ fourni**, la longueur totale des tronçons BT (somme des LineString) est :

- Longueur totale de ligne (KMZ, approx.) : **$L_{\text{BT_total}} \approx 4\,190,3 \text{ m}$**

En distinguant “reprise” et “extension” selon l’intitulé des tronçons dans le KMZ (hypothèse : les tronçons dont le nom contient « **ajout** » correspondent aux extensions/ajouts) :

- Longueur totale d’extension/ligne neuve (tronçons « ajout », incluant « Ajout T1 ») :

$$\mathbf{L_extension \approx 1\,517,6\,m}$$

- Longueur totale de ligne reprise (le reste du linéaire) :

$$\mathbf{L_reprise = L_BT_total - L_extension \approx 4\,190,3 - 1\,517,6 = 2\,672,7\,m}$$

Donc :

$$\mathbf{L_BT_total = L_reprise + L_extension \approx 2\,672,7\,m + 1\,517,6\,m = 4\,190,3\,m}$$

7.7. Branchements BT (existants et nouveaux)

- Contrôle technique des branchements existants : 102 inspections (classification : conforme / à corriger / à sécuriser).
 - Réfection des branchements non conformes : N_corriger (à déterminer).
 - Nouveaux branchements : N_nouveaux (à déterminer).
- Inclure une ligne spécifique “sécurisation des dérivations” compte tenu des fraudes signalées.

7.8. Paramètres à figer après piquetage/mesurage

- N (poteaux bois à remplacer) = **PT = 13**
- **N_total supports métalliques à poser = 54** (PT + PAJ + PAJT = 13 + 23 + 18)
- **N_align (7,5 m / 2 kN) = 42**
- **N_angle (7,5 m / 3 kN) = 12**
(Vérification : 42 + 12 = 54)

Paramètres de linéaire BT (issus du KMZ, valeurs approximatives) :

- **L_reprise $\approx$ 2 672,7 m**
- **L_extension $\approx$ 1 517,6 m**
- **L_BT_total $\approx$ 4 190,3 m** (= L_reprise + L_extension)

8. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

8.1. Synthèse

Le micro-réseau photovoltaïque de Bagira dispose d'une capacité de production (85,92 kWc) et de stockage (150 kWh) adaptée à une desserte locale. Cependant, la performance globale est aujourd'hui limitée par des faiblesses sur le réseau de distribution BT : instabilité de supports (poteaux inclinés/tombés), nécessité de rectifier le tracé de la ligne BT aérienne, vulnérabilité aux PNT (fraudes) et contraintes d'exploitation liées à la recharge des compteurs prépaiement (connectivité internet). Ces constats rejoignent les enjeux de sécurité et de fiabilité habituellement considérés critiques sur les réseaux de distribution.

8.2. Faisabilité

Le projet est techniquement faisable, sous réserve de valider en étude d'exécution :

- Le nombre exact de poteaux bois à remplacer,
- Le tracé final et la répartition 2 kN/3 kN,
- La compatibilité mécanique des poteaux 7,5 m retenus avec les contraintes terrain, et
- Les mesures de sécurisation contre la fraude et de mise en conformité des branchements BT.

8.3. Recommandations pour l'exécution

- Traiter en priorité les tronçons à risque (supports tombés/inclinés), avec balisage et mesures temporaires de sécurité.
- Poser les poteaux 7,5 m / 2 kN en alignement et 7,5 m / 3 kN aux angles/ancrages, avec contrôle systématique de verticalité et de scellement.
- Rectifier le tracé de la ligne BT aérienne (réalignement, retension) et traiter les points singuliers (routes, clôtures, habitations).
- Contrôler et mettre en conformité les branchements BT existants (102), sécuriser les dérivations et structurer les nouveaux branchements.
- Renforcer la réduction des PNT par sécurisation physique et traçabilité des interventions.
- En parallèle, traiter le volet "recharge" avec l'opérateur/solution IT (connectivité et procédure de contingence) afin de stabiliser la qualité de service.

8.4. Nécessité de l'étude d'exécution

Avant travaux, une étude d'exécution est indispensable pour : plan d'implantation (incluant tracé Google Earth), piquetage détaillé, inventaire final des supports, répartition précise 2 kN/3 kN, dimensionnement des massifs et dispositifs d'ancrage/haubanage si requis, schéma BT (conducteurs/accessoires/dérivations), avant-métré final, chiffrage détaillé, et plan de sécurité chantier incluant consignation et remise en service.

ANNEXES

Annexe A – Plans de tracé (réseau de distribution BT / ligne BT aérienne)

A.1. Plan de situation du site

- Localisation : Commune de Bagira, Quartier D/Nyakavogo, concession du Camp Militaire Musique (Bukavu – Sud-Kivu, RDC).
- Repères : routes principales vers kabare, zones habitées, points sensibles (clôtures, carrefours).

Le réseau de distribution basse tension (BT) de Bagira, dans son état actuel, est constitué de 80 poteaux répartis comme suit :

- 36 poteaux métalliques d'une hauteur totale de 9 m, composés de 6 m en tube de 4 pouces (partie inférieure) et de 3 m en tube de 3 pouces (partie supérieure) ;
- 44 poteaux en bois, d'une hauteur de 9 m et d'un diamètre de 5 pouces. Parmi ces derniers, 13 poteaux sont déjà dégradés, soit tombés au sol, soit fortement inclinés, avec des impacts directs sur l'environnement immédiat (proximité des habitations et clôtures) dans la zone d'alimentation du réseau.

À l'issue de l'analyse technico-commerciale réalisée sur le terrain, il a été convenu de renforcer l'ancienne ligne par l'ajout de 23 poteaux afin d'améliorer la stabilité mécanique et la continuité du service.

Par ailleurs, une proposition complémentaire prévoit l'implantation de 18 poteaux supplémentaires en vue d'étendre la ligne pour l'alimentation d'une tour située à une distance supérieure à 700 mètres du poteau actuellement considéré comme le dernier point de la ligne. Cette extension fait l'objet d'une étude en cours.



A.2. Tracé de la ligne BT sur Google Earth

- Export Google Earth : **KML/KMZ** (fichier de référence).
- Tracé de la ligne BT aérienne : départ/arrivée, branches et dérivations principales.
- Positionnement des supports (points) et codification (PT, PMET, PB ...).

A.3. Plan d'implantation préliminaire des supports

- Alignement et points d'angle/ancrage identifiés.
- Indication des zones de remplacement (poteaux bois défectueux) et des zones à reprise/retension.

Annexe B – Fiches techniques des poteaux métalliques (remplacement)

B.1. Spécification des poteaux retenus (données projet)

- Type : poteau métallique **octogonal**
- Hauteur : **7,5 m**
- Épaisseur : **3,12 mm**
- Diamètre en tête : **3,7 pouces**
- Diamètre en pied : **6 pouces**
- Classe mécanique :
 - **7,5 m / 2 kN (alignement)**
 - **7,5 m / 3 kN (angle/ancrage)**





Annexe C – Photos de l'état existant (constats terrain)

C.1. Supports en mauvais état

- Poteaux bois inclinés (avec repère et localisation)





- Poteaux bois tombés (avec impact : route/clôtures)



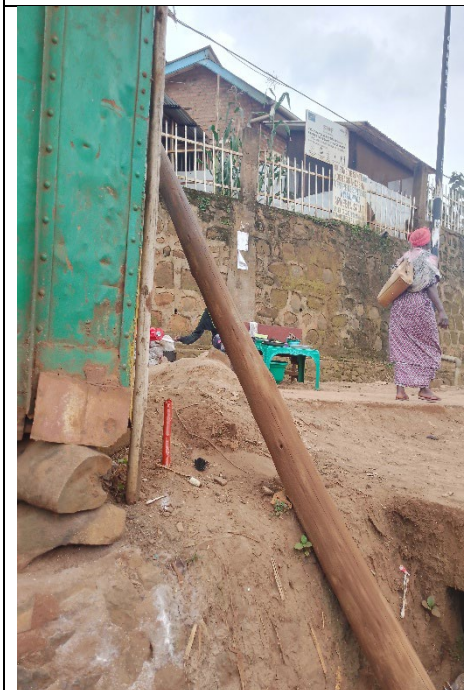


C.3. Raccordements et points de dérivation

- Dérivations non sécurisées







Annexe D – Tableaux de mesurage et piquetage (base étude d'exécution)

Légende sur le tracé :

PAJ : Poteaux métalliques à ajouter sur la ligne

PMET : Poteaux métalliques existants

PT : Poteaux en bois existants déjà tombés et inclinés

PAJT : Poteaux métalliques d'ajout vers Tour

Annexe D.1 – Inventaire des supports existants (PMET / PB / PT)

Repère support	Code	Type support	Hauteur (m)	État	Fondation / ancrage	Accessoires (console/isolateurs/hauban)	Environnement	Observations terrain	
PB 01	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Habitation	Ligne principale	Re
PB 02	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Clôture	Ligne principale	Re
PB 03	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Habitation	Ligne principale	Re
PB 04	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Habitation	Ligne principale	Re
PB 05	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Habitation	Ligne principale	Re
PB 06	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Habitation / Ravin	Ligne principale	Re
PB 07	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Habitation	Ligne principale	Re
PB 08	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Habitation	Ligne principale	Re
PB 09	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Habitation	Ligne principale	Re
PB 10	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Traversée	Ligne principale	Re
PB 11	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Clôture	Dérivation	Re
PB 12	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Clôture	Ligne principale	Re
PB 13	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Habitation	Dérivation	Re
PB 14	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Zone humide	Ligne principale	Re
PB 15	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Marchée	Ligne principale	Re
PB 16	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Marchée	Ligne principale	Re
PB 17	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Marchée	Ligne principale	Re
PB 18	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Marchée	Ligne principale	Re
PB 19	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Marchée	Ligne principale	Re
PB 20	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Marchée	Ligne principale	Re
PB 21	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Marchée	Ligne principale	Re
PB 22	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Marchée	Ligne principale	Re
PB 23	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Dérivation / Habitation	Dérivation	Re
PB 24	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Marchée	Dérivation	Re
PB 25	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Dérivation / Habitation	Dérivation	Re
PB 26	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Habitation	Dérivation	Re
PB 27	PB	Bois 9 m (Ø 6")	9	À remplacer	À reprendre	HS	Route / Habitation	Dérivation	Re

PMET 05	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Camp militaire	Trop d'herbe	Co
PMET 06	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Camp militaire	Trop d'herbe	Co
PMET 07	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Camp militaire	Trop d'herbe	Co
PMET 08	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Camp militaire	Trop d'herbe	Co
PMET 09	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Camp militaire	Trop d'herbe	Co
PMET 10	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co
PMET 11	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co
PMET 12	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co
PMET 13	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co
PMET 14	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co
PMET 15	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co
PMET 16	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co
PMET 17	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co
PMET 18	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co
PMET 19	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co
PMET 20	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co
PMET 21	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co
PMET 22	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co

PMET 28	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co
PMET 29	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co
PMET 30	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co
PMET 31	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co
PMET 32	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co
PMET 33	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Route / Habitation	Ligne principale	Co
PMET 34	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Dérivation / Habitation	Dérivation	Co
PMET 35	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Dérivation / Habitation	Dérivation	Co
PMET 36	PMET	Métallique 9 m	9	Conforme	Instable / À revoir encore	À revoir encore	Dérivation / Habitation	Dérivation	Co
PT 01	PT	Bois 9 m (Ø 6")	9	Tombé	Affouillement	Manquant	Traversée	Ligne principale	Re
PT 02	PT	Bois 9 m (Ø 6")	9	Tombé	Affouillement	Manquant	Route / Habitation	Ligne principale	Re
PT 03	PT	Bois 9 m (Ø 6")	9	Tombé	Affouillement	Manquant	Route / Habitation	Ligne principale	Re
PT 04	PT	Bois 9 m (Ø 6")	9	Tombé	Affouillement	Manquant	Route / Habitation	Ligne principale	Re
PT 05	PT	Bois 9 m (Ø 6")	9	Tombé	À reprendre	HS	Route / Habitation	Ligne principale	Re
PT 06	PT	Bois 9 m (Ø 6")	9	Tombé	Affouillement	Manquant	Route / Habitation	Ligne principale	Re
PT 07	PT	Bois 9 m (Ø 6")	9	Tombé	À reprendre	HS	Route / Habitation	Ligne principale	Re
PT 08	PT	Bois 9 m (Ø 6")	9	Tombé	À reprendre	HS	Derivation / Habitation	Ligne principale	Re
PT 09	PT	Bois 9 m (Ø 6")	9	Tombé	À reprendre	HS	Derivation / Habitation	Derivation	Re

Annexe D.2 – Piquetage des supports à ajouter (PAJ / PAJT)							
Repère piquet	Code	Tronçon	Type support prévu	Latitude	Longitude	Distance au support amont (m)	Angle / ch direct
PAJ 01	PAJ	Renforcement ancienne ligne	Métallique 9 m	-2,481737	28,820346	41	Faible
PAJ 02	PAJ	Renforcement ancienne ligne	Métallique 9 m	-2,482031	28,820139	82	Faible
PAJ 03	PAJ	Renforcement ancienne ligne	Métallique 9 m	-2,482336	28,819909	123	Faible
PAJ 04	PAJ	Renforcement ancienne ligne	Métallique 9 m	-2,482614	28,819694	164	Moyen
PAJ 05	PAJ	Renforcement ancienne ligne	Métallique 9 m	-2,48281	28,819431	205	Faible
PAJ 06	PAJ	Renforcement ancienne ligne	Métallique 9 m	-2,472736	28,82422	36	Faible
PAJ 07	PAJ	Renforcement ancienne ligne	Métallique 9 m	-2,47241	28,824377	73	Faible
PAJ 08	PAJ	Renforcement ancienne ligne	Métallique 9 m	-2,473335	28,826105	39	Moyen
PAJ 09	PAJ	Renforcement ancienne ligne	Métallique 9 m	-2,47323	28,826719	42	Moyen
PAJ 10	PAJ	Renforcement ancienne ligne	Métallique 9 m	-2,473052	28,826957	81	Moyen
PAJ 11	PAJ	Renforcement ancienne ligne	Métallique 9 m	-2,472899	28,827309	120	Faible
PAJ 12	PAJ	Renforcement ancienne ligne	Métallique 9 m	-2,472496	28,826268	23	Fort
PAJ 13	PAJ	Renforcement ancienne ligne	Métallique 9 m	-2,472198	28,826296	63	Faible
PAJ 14	PAJ	Renforcement ancienne ligne	Métallique 9 m	-2,471797	28,82633	103	Fort
PAJ 15	PAJ	Renforcement ancienne ligne	Métallique 9 m	-2,471701	28,826036	37	Faible
PAJ 16	PAJ	Renforcement ancienne ligne	Métallique 9 m	-2,471797	28,826691	39	Moyen

PAJ 22	PAJ	Renforcement ancienne ligne	Métallique 9 m	-2,471332	28,830278	78	Moyen
PAJ 23	PAJ	Renforcement ancienne ligne	Métallique 9 m	-2,471164	28,830497	118	Faible
PAJT 01	PAJT	Extension vers Tour	Métallique 9 m	-2,4711408	28,8288409	35	Faible
PAJT 02	PAJT	Extension vers Tour	Métallique 9 m	-2,4709286	28,829018	76	Faible
PAJT 03	PAJT	Extension vers Tour	Métallique 9 m	-2,470738	28,8291618	117	Faible
PAJT 04	PAJT	Extension vers Tour	Métallique 9 m	-2,4704925	28,829377	158	Faible
PAJT 05	PAJT	Extension vers Tour	Métallique 9 m	-2,4701857	28,8296261	199	Fort
PAJT 06	PAJT	Extension vers Tour	Métallique 9 m	-2,4703524	28,8298504	237	Faible
PAJT 07	PAJT	Extension vers Tour	Métallique 9 m	-2,47057	28,830147	278	Faible
PAJT 08	PAJT	Extension vers Tour	Métallique 9 m	-2,4706805	28,8304022	318	Fort
PAJT 09	PAJT	Extension vers Tour	Métallique 9 m	-2,470528	28,8304958	359	Faible
PAJT 10	PAJT	Extension vers Tour	Métallique 9 m	-2,4703965	28,8306192	400	Faible
PAJT 11	PAJT	Extension vers Tour	Métallique 9 m	-2,4702364	28,8307558	441	Moyen
PAJT 12	PAJT	Extension vers Tour	Métallique 9 m	-2,4700579	28,8309127	482	Faible
PAJT 13	PAJT	Extension vers Tour	Métallique 9 m	-2,4698074	28,8311219	523	Faible
PAJT 14	PAJT	Extension vers Tour	Métallique 9 m	-2,4694559	28,831434	564	Faible
PAJT 15	PAJT	Extension vers Tour	Métallique 9 m	-2,4691546	28,8316857	605	Moyen
PAJT 16	PAJT	Extension vers Tour	Métallique 9 m	-2,4687479	28,8319719	646	Moyen
PAJT 17	PAJT	Extension vers Tour	Métallique 9 m	-2,468059	28,832396	684	Fort
PAJT 18	PAJT	Extension vers Tour	Métallique 9 m	-2,4677742	28,8321532	725	Moyen

Annexe D.3 – Mesurage linéaire des tronçons (base chiffrage)						
Tronçon (nom KMZ)	Catégorie	Longueur calculée (m)	Longueur arrondie (m)	Nature / objet	Conducteur (à renseigner)	S
Ligne principale 1	Ligne principale	1641,997734	1642	Réseau principal BT	Cable torsadé Alu	4
Ligne 4 Ajout T1	Ajout	724,7268419	725	Ajout / renforcement	Cable torsadé Alu	4
Ligne 2 vers Q	Autre	290,2072253	290	À préciser	Cable torsadé Alu	4
Ligne 3 Ajout	Ajout	233,421733	233	Ajout / renforcement	Cable torsadé Alu	4
Ligne vers Rond P Q D	Autre	195,5396138	196	À préciser	Cable torsadé Alu	4
Ligne 1 vers camp militaire	Autre	194,7044653	195	À préciser	Cable torsadé Alu	4
Ligne ajout 1	Ajout	158,6334995	159	Ajout / renforcement	Cable torsadé Alu	4
Ligne 9 ajout	Ajout	145,2898916	145	Ajout / renforcement	Cable torsadé Alu	4
Ligne vers Q C	Autre	133,654107	134	À préciser	Cable torsadé Alu	4
Ligne 7 ajout	Ajout	99,78886843	100	Ajout / renforcement	Cable torsadé Alu	4
Ligne Ajout 2	Ajout	84,84437989	85	Ajout / renforcement	Cable torsadé Alu	4
Ligne dérivation 2 marché	Dérivation	69,55116429	70	Dérivation marché	Cable torsadé Alu	4
Ligne vers marché	Dérivation	65,14983703	65	Dérivation marché	Cable torsadé Alu	4
Dérivation 3 Q	Dérivation	56,4375736	56	Dérivation BT	Cable torsadé Alu	4
Ligne 6 ajout	Ajout	36,86490341	37	Ajout / renforcement	Cable torsadé Alu	2

Devis quantitatif (BoQ) – Poteaux, conducteurs, accessoires, haubans, fouilles/béton Avec cout estimatif

N°	Poste	Code	Unité	Quantité	PU (USD)	Montant (USD)
1	Poteaux en bois à remplacer	PB+PT	u	44	400	17600
2	Poteaux métalliques existants (inventaire)	PMET	u	36	400	14400
3	Poteaux à ajouter – renforcement ancienne ligne	PAJ	u	23	400	9200
4	Poteaux à ajouter – extension vers Tour	PAJT	u	18	400	7200
10	Conducteur BT – principal 4x35mm	COND_BT_PRINC	m	4000	2,5	10000
11	Conducteur BT – dérivations 4x16mm	COND_BT_DERIV	m	3000	1,5	4500
20	Kit accessoires support (isolateurs/console/attaches)	KIT_FIX	u	123	15	1845
21	Pincés d’ancrage / suspension	PINCES	u	150	7	1050
22	Mise à la terre support (piquet + conducteur)	TERRE	u	10	150	1500
30	Hauban complet (câble + tendeur + ancrage)	HAUBAN	u	5	80	400
40	Fouille + béton fondation poteau métallique	FOUILLE_BETON_MET	u	75	40	3000
41	Fouille/callage poteau bois (si remplacement)	FOUILLE_BOIS	u	75	10	750
90	Transport / logistique chantier	LOG	forfait	1	1000	1000

					SOUS-TOTAL	72445
					Marge / imprévus	7244,5
					TVA	7968,95
					TOTAL GÉNÉRAL	87658,45

ETAT DE BESOIN POUR LES TRAVAUX LIGNE BT A BAG

Images	Designations
	Poteaux de distribution BT Métalliques
	Câble torsadé 3x35mm + N
	Cable torsadé 4x16mm
	Cable torsadé 2x16
	Câble torsadé 2x10mm
	câble torsadé 2x6mm
	Pinces d'ancrages 35-70mm



Sparkmeters triphasés + Accessoires de fixation



Sparkmeters monophasés + Accessoires de fixation



Pinces d'ancrages 6-35mm



Serre câble (façades) GRAND FORMAT



Fer feuillard 3/4



Boucles inoxydables 3/4





Connecteurs Morcette



Cable vert-jaune 1x10mm Cu



Piquets de terre 1,5m (+Accessoires de fixation)



Clou de béton 8cm



Souliers de câbles 35mm