

Cahier des charges Minicentrales solaires 2.0 Configuration AC/DC

1.	Présentation du projet.....	3
1.1.	Informations contextuelles et objectifs globaux	3
1.2.	Le concept de Mini-Grid 2.0	3
1.3.	Configuration.....	5
1.4.	Spécifications techniques.....	6
2.	Champ d'action.....	6
3.	Profils de l'entrepreneur et du partenaire local	8
4.	Annexes	8
	Annexe 2 : Textes réglementaires - normes et textes de référence (non exhaustifs)	9
	Annexe 3 : Exigences du contrat de maintenance optionnelle	12

1. Présentation du projet

1.1. Informations contextuelles et objectifs globaux

L'Etat a pour but de garantir l'approvisionnement en électricité des populations et des autres consommateurs, dans des conditions de sûreté et de prix compatibles avec la situation économique du pays, mais aussi d'accélérer l'électrification rurale.

L'objectif est de faciliter l'accès aux services électriques à des villages « très éloignés » des réseaux de distribution existants.

Pour garantir un service électrique fiable et suffisant afin de répondre aux besoins des populations, les mini-réseaux solaires photovoltaïques ont été sélectionnés pour fournir la solution la plus efficace en termes de coût et de performance. Les mini-réseaux doivent desservir un seul village, ou plusieurs villages (un « cluster » ou « groupement »).

L'équipement solaire doit être installé dans un abri (local technique, conteneur, outdoor...) sécurisé. Afin de simplifier la maintenance, et le fonctionnement des systèmes, les soumissionnaires sont invités à mettre en évidence la **modularité** de leurs propositions.

Le système de centrale solaire PV est destiné à alimenter différents usages domestiques et productifs (lampes, frigo-congélateurs, pompes à eau, autres moteurs etc.) à travers un réseau basse tension triphasé.

Les principaux consommateurs des villages sont les ménages.

Le système doit être dimensionné en fonction de la courbe de charge journalière du village. Sur cette base, l'entrepreneur doit préparer des plans d'exécution et le dimensionnement du système, pour approbation par le client.

1.2. Le concept de Minicentrale 2.0

La minicentrale 2.0 est un concept moderne, fiable et résilient de mini-réseau, qui tient compte des défis techniques identifiés tout en intégrant des nouvelles technologies disponibles, afin de servir de modèle pour le secteur. Cela inclut parmi d'autres :

- Répondre aux besoins énergétiques actuels et futurs de la population rurale, par la possibilité d'étendre les actifs de production de manière économique et durable, en tenant compte des besoins pour le développement d'activités génératrices de revenus ;
- Permettre aux populations rurales de mieux supporter les coûts énergétiques et aux opérateurs privés d'avoir une meilleure rentabilité financière grâce à une promotion accrue de l'utilisation productive de l'énergie et de la fourniture de services ;
- Utilisation d'équipements durables, peu d'entretien et de longue durée de vie ;
- Intégration de nouvelles technologies pour le stockage d'énergie, le comptage et la gestion intelligente de la consommation client avec la collecte et la surveillance à distance des frais des mini-réseaux ;
- Permettant un redéploiement rapide en cas d'arrivée du réseau.

Le concept de mini-réseau 2.0(MC, réseau BT.....) intègre donc notamment la surveillance à distance de la production et de la consommation, le comptage intelligent de l'énergie, des applications numériques pour le suivi et le soutien de la maintenance, des équipements plus durables et à faible maintenance, une augmentation des capacités de production et une utilisation productive accrue de l'électricité pour relever les défis de durabilité évoqués.

Les différents éléments innovants du mini-réseau 2.0 sont présentés à la Figure 1 ci-dessous.

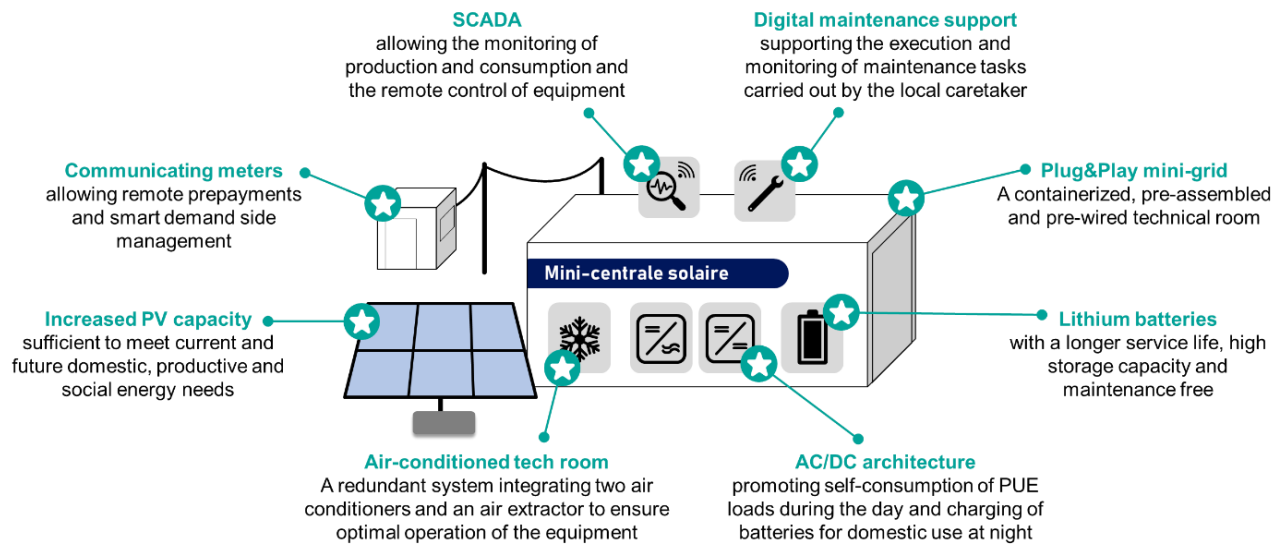


Figure 1: Les éléments du concept de mini-réseau 2.0

1.3. Configuration

La minicentrale 2.0 comprend une partie couplée en courant continu ainsi qu'une partie couplée en courant alternatif, c'est-à-dire qu'une partie du champ solaire est connectée à des contrôleurs de charge solaire (bus DC), tandis que l'autre partie est connectée à des onduleurs de réseau (bus AC) (voir Figure 2). Cette configuration intègre les avantages des deux types de couplage :

- Le couplage DC est plus efficace pour l'utilisation nocturne de l'énergie stockée
- Le couplage DC permettant la recharge de la batterie même si l'onduleur s'arrête faute d'une charge insuffisante (dans les systèmes couplés AC, le réseau s'éteint lorsque la batterie est épuisée)
- Le couplage AC permet une connexion facile d'un nouveau système dans le bus AC, offrant une plus grande flexibilité grâce à l'expansion avec des réseaux PV supplémentaires ou par hybridation avec un générateur diesel.

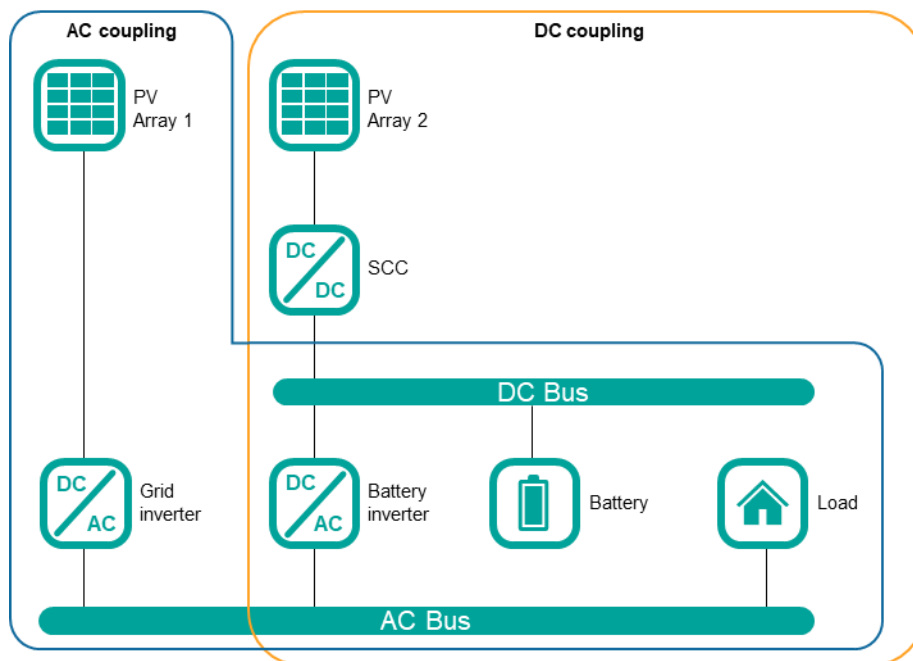


Figure 2: Configuration couplée AC-DC

Chaque mini-réseau doit être composée des éléments suivants :

- Panneaux solaires au sol, y compris supports et fixation de modules antivol
- Une salle technique conteneurisée et climatisée contenant la BOS et le stockage d'énergie (préassemblé, pré-câblé, clé en main) :
 - Un (ensemble) d'onduleur(s) triphasé CD/A connecté(s) à la centrale PV 1
 - Contrôleurs de charge DC / DC connectés à la centrale PV 2
 - Un (ensemble de) onduleurs bidirectionnels triphasés
 - Une ou plusieurs batteries lithium-ion
 - Ensemble de boîtiers combiners et dispositifs de protection
 - Un tableau de distribution basse tension
- Protection contre la foudre couvrant tous les éléments de la centrale / Mise à la terre
- Un système de surveillance à distance capable d'accueillir le transfert de données via API, notamment vers la plateforme D-REC

1.4. Spécifications techniques

Pour les spécifications techniques des composants et du système, se référer à **[l'Annexe 1 \(Specification.xls\)](#)**. Celles-ci constituent les références de base à respecter dans les soumissions.

Le tableur annexe 1 doit être rempli et soumis dans le cadre de l'offre technique.

La conception, les matériaux et l'installation doivent se conformer aux normes nationales et internationales les plus récentes ainsi qu'aux recommandations de l'industrie. Une liste non exhaustive des normes à respecter est fournie à **[l'Annexe 2 : Textes réglementaires - normes et textes de référence \(non exhaustifs\)](#)**. Toute autre norme applicable sera également prise en compte.

2. Champ d'action

L'entrepreneur est responsable des services suivants :

- Fournisseur, livraison et installation de mini-réseaux conteneurisés 2.0 clés en main (hors réseau à basse tension et installations domestiques)
- Formation du personnel opérateur et des partenaires sur la technologie employée, la maintenance préventive et curative des composants, le dépannage, le fonctionnement du système de surveillance, etc.
- Services après-vente

Le projet doit être mis en œuvre selon les étapes suivantes :

Étape 1 : Préparation, fabrication et assemblage de la solution

- L'entrepreneur fabrique et assemble la solution selon le bon de commande. Il tient le client informé de l'avancement du travail au moins toutes les deux semaines.
- Un test d'acceptation en usine (FAT) des conteneurs entièrement assemblés est prévu afin de vérifier la conformité des équipements et installations selon les spécifications techniques de la commande avant l'expédition. Les frais de déplacement associés seront pris en charge par le client. Le contractant doit informer le client 6 semaines avant la finalisation prévue des travaux afin de permettre les préparatifs de déplacement respectifs.
- Un protocole de test d'acceptation doit être établi par le contractant et envoyé pour validation au client au moins un mois avant le FAT prévu.

Étape 2 : Transport et installation du matériel

- Selon l'évolution des réglementations nationales, des essais d'équipements peuvent encore être nécessaires dans le pays de destination.
- L'entrepreneur doit récupérer après le dédouanement au port de Dakar et transporter le matériel sur les sites d'installation et effectuer les installations par des techniciens qualifiés, incluant notamment mais pas exclusivement : travaux préparatoires (nivellement, fondations pour conteneur, structure de soutien, etc.), mécaniques (par exemple, installation de conteneur, système de montage photovoltaïque, modules solaires et boîtes combinantes, creusement de tranchées de câbles, etc.) et travaux électriques (par exemple, câblage DC et AC, installation du système de surveillance et de contrôle, installation et configuration des composants, etc.). L'entrepreneur sera responsable de l'équipement jusqu'à la mise en service.
- L'entrepreneur doit collaborer avec un fournisseur local / centre de service local pour soutenir l'installation sur site, garantir un stock de matériel de remplacement potentiel, analyser les pannes et effectuer les réparations nécessaires pour éviter les pannes en dessous de 48 heures. Les informations sur le partenaire local et le service fourni doivent être incluses dans l'offre.

- L'installation sur site doit être réalisée par une équipe composée d'un superviseur et d'un groupe d'experts. L'entrepreneur est libre de faire une offre appropriée en ce qui concerne le nombre de personnel et les jours d'expertise nécessaires. Le personnel employé doit satisfaire aux exigences minimales spécifiées au chapitre 5. L'entrepreneur doit fournir un plan d'affectation du personnel et les CV du personnel proposé dans son offre.
- Afin d'accroître le transfert de connaissances, l'entrepreneur doit permettre aux professionnels locaux de l'industrie (par exemple les techniciens d'entreprises privées, les étudiants, etc.) d'observer l'installation et d'être instruits tout au long du processus. La responsabilité du chantier incombe entièrement à l'entrepreneur, qui doit veiller au respect des mesures de sécurité.

Étape 3 : Test de performance/contrôle qualité, mise en service et acceptation

- L'entrepreneur, le client (et son(s) partenaire(s)) doit contrôler les travaux et tenir une liste de contrôle des travaux incomplets ou défectueux à traiter par l'entrepreneur. La rectification des travaux incomplets ou défectueux doit être effectuée dans les plus brefs délais et sera supervisée par le client.
- L'acceptation technique des installations sera annoncée par une commande signée par le client et son(s) partenaire(s) après confirmation de la conformité de tous les matériaux et travaux.
- Un protocole de mise en service doit être élaboré par le contractant et envoyé pour validation au client au moins un mois avant la mise en service prévue.
- Les garanties produit doivent être attribuées au maître d'ouvrage et aux partenaires de projet par déclaration. Cette déclaration doit être signée et tamponnée par chaque fabricant.
-

Étape 4 : Formations

- Le contractant met en œuvre des formations approfondies pour le personnel des opérateurs et les partenaires sur l'installation, l'exploitation, le diagnostic, la maintenance préventive et curative, le dépannage, l'installation, la configuration et l'exploitation des équipements de surveillance, etc., incluant des modules théoriques et pratiques sur site. Une session de 2 à 3 jours d'atelier sera prévue (c'est-à-dire incluant des modules théoriques et des formations sur site), rapidement après la mise en service. Le contractant doit inclure dans son offre un programme de formation comprenant une description du contenu couvert et des méthodologies employées. Le matériel / supports de formation doit inclure des éléments illustrés sur papier (papier et numérique) et audiovisuels (par exemple l'enregistrement des sessions de formation, des vidéos existantes, etc.).
- Ces formations ciblent des professionnels du secteur de l'électricité ayant des expériences mitigées en installations solaires / hors réseau. Des connaissances générales sur la technologie photovoltaïque et les fondamentaux de l'électricité sont supposées.
- La logistique des participants et la salle de réunion (pour la partie théorique) seront assurées par le client.
- La langue de la formation sera le français.

Étape 5 : Période de la Garantie

- L'entrepreneur doit fournir une garantie de 2 ans sur l'ensemble du système et de l'installation. Pendant cette période, la performance des installations sera vérifiée en conditions de fonctionnement. Un PR minimum de 0,75 doit être respecté. L'entrepreneur doit assurer la continuité du service énergétique en collaboration avec son partenaire local et corriger tout défaut survenant.

Étape 6 : Surveillance et maintenance (Option)

- Le soumissionnaire peut soumettre une offre pour la surveillance des performances et la maintenance des installations après acceptation (Option 1 : couvrant 2 ans après l'acceptation ; Option 2 : couvrant 5 ans après acceptation)

- Les services attendus et la structure opérationnelle prévue sont décrits dans l '[Annexe 3](#). **L'offre doit inclure une description détaillée des services proposés, des périodicités, du personnel associé, etc.**

3. Profils de l'entrepreneur et du partenaire local

Représentant local / centre de services

- Société enregistrée sous la loi sénégalaise
- Min. 5 références en fourniture et installation de mini-réseaux solaires similaires aux spécifications du présent dossier

4. Annexes

- 1 – Spécifications techniques (spécification des documents Excel)
- 2 – Textes réglementaires - normes et textes de référence (non exhaustifs)
- 3 – Exigences du contrat de service de maintenance optionnel

Annexe 2 : Textes réglementaires - normes et textes de référence (non exhaustifs)

Textes réglementaires

- [Décret n° 88-1056](#) du 14 novembre 1988 et ses décrets pour la protection des travailleurs utilisant des courants électriques,
- [Décret n° 92-587](#) du 26 juin 1997 relatif à la compatibilité électromagnétique des dispositifs électriques et électroniques
- [Circulaire DRT 89-2](#), 6 février 1989 modifiée le 29 juillet 1994 - Application du décret 88-1056
- Réglementations sur la sécurité incendie dans les établissements ouverts au public et/ou aux employés.

Normes relatives au générateur solaire

- [UTE C 57-300](#) (mai 1987) : paramètres descriptifs d'un système photovoltaïque,
- [UTE C 57-310](#) (octobre 1988) : transformation directe de l'énergie solaire en énergie électrique,
- [UTE C 15-712 – 2](#) (février 2008) : Installations électriques basse tension – Guide pratique pour les installations photovoltaïques,
- [NF EN 61173](#) (février 1995) : protection contre la surtension pour les systèmes de production d'énergie photovoltaïque – Guide,
- [DIN VDE 0126](#) (février 2006) : Spécifications de fonctionnement de l'onduleur (îlotage, fenêtre de tension et fréquence, injection DC) – Conditions d'arrêt de l'onduleur,
- [IEC 61 215](#) : Modules photovoltaïques en silicium cristallin (PV) pour applications terrestres – Qualification de conception et approbation de type,
- [IEC 61 730 1-2](#) : Qualification de la fiabilité des modules photovoltaïques (PV) ; Partie 1 : Exigences pour la construction, Partie 2 : Exigences pour les essais,
- [IEC 60904-1](#) : Dispositifs photovoltaïques : mesure des caractéristiques courant-tension des dispositifs photovoltaïques,
- [IEC 60364-4-41](#) : Protection contre les chocs électriques,
- [IEC 61853-1](#) : Tests de performance et caractéristiques énergétiques nominales des modules photovoltaïques (PV),
- [IEC 61215](#) : Modules photovoltaïques en silicium cristallin pour applications terrestres : qualification et approbation de conception,
- [IEC 61730-1](#) : Qualification pour la fiabilité des modules photovoltaïques (PV) - Partie 1 : Exigences pour la construction,
- [NF EN 61730-2](#) août 2007 : Qualification pour la fiabilité des modules photovoltaïques (PV), Partie 2 : exigences pour les essais,
- [IEC 60904-3](#) : Principes de mesure des dispositifs photovoltaïques solaires (PV) pour usage terrestre, y compris les données de référence sur l'irradiance spectrale (STC) ;
- [IEC 60891](#) ; [IEC 60904](#) ; [IEC 61345](#) ; [IEC 61701](#) ; [IEC 61721](#) ; [EN 50380](#) : Spécifications particulières et informations sur les plaques du fabricant pour modules photovoltaïques,
- [NF EN 50521](#) : Connecteurs pour systèmes photovoltaïques – Exigences de sécurité et tests,
- [UTE C 15-400](#) : Guide pratique – Connexion des générateurs d'énergie électrique dans des installations alimentées par un réseau de distribution public,
- [DIN VDE 0126-1-1](#) : Dispositif de déconnexion automatique entre un générateur et le réseau public basse tension,
- [Guide ADEME](#) (2007) : Systèmes photovoltaïques connectés au réseau – Guide pour la rédaction des spécifications techniques à consulter destinées au maître de travail.

Normes relatives aux onduleurs

- [IEC 62109-1 et 2 : 2011-2012](#) Sécurité des convertisseurs de puissance pour systèmes photovoltaïques,
- [IEC 62116 : 2008](#) Mesures de prévention de l'isolation pour les onduleurs photovoltaïques interconnectés des services publics,
- [EN 55022:2006](#) Équipements informatiques. Caractéristiques des perturbations radio. Limites et méthodes de mesure,

- [EN 50178 : 1997](#) Équipements électroniques utilisés dans les installations électriques,
- [IEC 61683 : 1999](#) Systèmes photovoltaïques - Climatiseurs - Procédure pour mesurer l'efficacité,
- [IEC 61000-3-2](#), [IEC 61000-3-3](#) et [IEC 61000-3-4](#) : Qualité de puissance de sortie de l'onduleur - Compatibilité électromagnétique (EMC) - Partie 3-2 : Limites - Limites pour les émissions de courant harmonique (courant d'entrée de l'équipement jusqu'à 16 A par phase).

Normes relatives à la sécurité et à la protection contre la foudre

- [NF C 15-100](#) (décembre 2002) : installations électriques basse tension,
- [UTE C 18 510](#) (novembre 1988, mise à jour 1991) : collecte des instructions générales de sécurité électrique,
- [Guide utilisateur UTEC 15-443](#) (2004) : Sélection et mise en œuvre de parasurtenseurs basse tension,
- [NF C 17-100](#) (décembre 1997) : Protection contre la foudre - installation de paratonnerres : Règles,
- [NF C 17-102](#) (juillet 1997) : Protection contre la foudre - Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par des paratonnerres avec déclencheurs de tension : Règles,
- [NF EN 61643-11](#) (2002) : pare-foudre basse tension reliés à des systèmes de distribution basse tension,
- [NF EN 60269-1-6](#) : Fusibles basse tension - Partie 6 : Exigences supplémentaires pour les fusibles de remplacement utilisés pour la protection des systèmes solaires photovoltaïques,
- [NF EN 50539-11](#) (C 61-739-11) : Protectors contre surtension basse tension - Protectors contre surtension pour applications spécifiques, y compris le courant continu - Partie 11 : Exigences et tests pour les parasurtenseurs connectés aux systèmes photovoltaïques,
- [NF EN 62305-1](#) (C 17-100-1) : Protection contre la foudre - Partie 1 : Principes généraux,
- [NF EN 62305-2](#) (C 17-100-2) : Protection contre la foudre - Partie 2 : Évaluation des risques,
- [NF EN 62305-3](#) (C 17-100-3) : Protection contre la foudre - Partie 3 : Dommages physiques aux structures et risques humains,
- [NF EN 61557](#) (C 42-198-) : Sécurité électrique dans les systèmes de distribution basse tension jusqu'à 1 000 V CA et 1 500 V CC.

Normes pour les câbles LV

- [NFC 33-209](#) (septembre 2005) : Câbles électriques et de distribution et leurs accessoires,
- [NFC 33-210](#) (août 1995) : Câbles isolés ou protégés pour réseaux énergétiques - Câbles rigides en polyéthylène réticulé isolés par du polyéthylène réticulé sous une gaine protectrice en polychlorure de vinyle - Série H1 XDV-A,
- Câbles LV (HN07 RN-F) : [NF C32 -102.4](#), [IEC 60245](#), [IEC 60228](#),
- Panneau LV : [EN-60439-1](#),
- [NF EN 60269-1-6](#) Fusibles basse tension - Partie 6 : Exigences supplémentaires pour les fusibles pour la protection des systèmes d'énergie solaire photovoltaïques,
- [NF EN 60664-1](#) (C 20-040-1) : Coordination de l'isolation pour les équipements dans les systèmes basse tension (réseaux) - Partie 1 : Principes, exigences et tests,
- [NF EN 61439](#) Ensembles de commutateurs et de systèmes de contrôle basse tension,
- [NF EN 60947-1-2-3](#) Interrupteurs et équipements de commande basse tension - Partie 1 : Règles générales - Partie 2 : Disjoncteurs - Partie 3 : Interrupteurs, coupe-coupe-interrupteur et combinaison de fusibles Partie 3 : Interrupteurs, coupeurs, interrupteurs-disjoncteurs et unités combinées de fusibles,
- [NF C 14-100](#) Installations de connexion basse tension,
- [UTE C 15-105](#) Guide pratique - Détermination des sections transversales du conducteur et choix des dispositifs de protection - Méthodes pratiques,
- [Guide pratique UTE C 15-520](#) : Canalisations - modes de pose - connexions ;
- [NF C 15-100](#) Installations électriques basse tension.

Normes relatives aux batteries

- Forme de marquage : [IEC 417](#),
- [EN 60086-4](#) - Sécurité des batteries au lithium,
- [IEC 62133](#) - Exigences de sécurité pour les cellules secondaires, scellées et portables,
- [EN 61960](#) - Spécifie les tests de performance, les désignations, les marquages, les dimensions et autres exigences pour les batteries au lithium,
- [IEC 61959:2004](#) : Cellules secondaires et batteries contenant des électrolytes alcalins ou autres non acides - Essais mécaniques pour cellules secondaires portables scellées et batteries,
- [IEC 62281:2019](#) : Sécurité des piles et batteries lithium primaires et secondaires pendant le transport,
- Le niveau de sécurité selon [la norme EN 50272-2](#) ou similaire doit être garanti ;
- [CEI 60896-1](#) ; [CEI 60896-2](#) ;
- [IEC 62620](#) : Piles de stockage alcalines et autres non acides - Piles et batteries lithium destinées à des applications industrielles.

Normes relatives à l'abri (salle technique conteneurisée)

- [ISO 668](#),
- [NF 90 - OO5](#),
- [NF ISO 1496 -1](#) (ISO 8323).

Normes relatives aux composants en acier et à la galvanisation

- [NF EN ISO 1461](#),
- [NF EN ISO 14713](#) : Revêtements au zinc - Lignes directrices et recommandations pour la protection contre la corrosion du fer et de l'acier dans les structures,
- [NF A 35-503](#) : Fer et acier – exigences pour le revêtement de zinc à goutte chaude des composants en acier,
- [NF EN 10204](#).

Autres normes

- [NF C 61 100](#) à [NF C 61 920](#) (équipements d'installation),
- [NF C 68 091](#) à [NF C 68 381](#) (équipements d'installation),
- [NF C 71 000](#) à [NF C 71 022](#) (Équipements d'éclairage).

Annexe 3 : Exigences du contrat de maintenance optionnelle

Le soumissionnaire doit inclure dans son offre une description détaillée des services proposés, des périodicités, du personnel associé, des tarifs, etc. qui peuvent faire l'objet dudit contrat-cadre selon la structure et les responsabilités suivantes d'exploitation et de maintenance :

Paliers	Fréquence	Tâches O&M	Responsabilité
1ère ligne : Exploitation	Quotidien / Hebdomadaire	Opérations, vérification de performance sur site. Signalement de problèmes sur site.	Opérateur local
		Surveillance (à distance)	Fournisseur + opérateur local
2e ligne : Prévention	Routine / Planifié	Surveillance à distance. Rapports (mensuels).	Fournisseur
		Mesures préventives sur site (minimum tous les deux ans). Diagnostic du problème sur site. Résolution de petits problèmes.	Fournisseur
3e ligne : Appel	Signalement/ Défaut	Diagnostic du problème sur site. Résolution de petits problèmes (si nécessaire).	Fournisseur
		Remplacement des composants majeurs / garantie (selon les besoins).	Fournisseur
		Réinstallation des composants de remplacement (selon les besoins). Remise en service.	Fournisseur
4e ligne : Remplacement / Expansion	Prévu	Remplacement régulier des composants en fin de vie.	Opérateur local

Explication complémentaire :

- 1re ligne : L'exploitation de tous les systèmes sera assurée par un opérateur local sur instruction ou formation du fournisseur. La surveillance à distance des systèmes est prise en charge par le fournisseur, tandis que la surveillance sur site sera assurée par l'opérateur local.
- 2e ligne : Des mesures préventives, des rapports et le diagnostic/résolution sur site des problèmes mineurs seront entrepris par le fournisseur, sous l'influence de l'opérateur.
- 3e ligne : Le diagnostic et la résolution des problèmes mineurs sur site doivent être assurés par le fournisseur, ainsi que le remplacement des composants majeurs / garantie, la réinstallation et la remise en service pour maintenir les pannes en dessous de 48 heures. L'opérateur local doit être impliqué dans toutes les activités.
- 4e ligne : Le remplacement de composants planifié en fin de vie ne relève pas de la responsabilité du fournisseur.

À la fin de la période de service fournisseur, la responsabilité de la surveillance et de la maintenance du fournisseur sera transférée à l'opérateur local.