



Électrification basée sur les énergies renouvelables : améliorer la prestation de services de santé au

BURKINA FASO



© IRENA, Fondation SELCO 2022

Sauf indication contraire, le contenu de la présente publication peut être librement utilisé, partagé, copié, reproduit, imprimé et/ou stocké, à condition de mentionner l'IRENA et la Fondation SELCO en tant que source et propriétaires des droits d'auteur. Les éléments de la présente publication attribués à des tiers pouvant faire l'objet de conditions d'utilisation distinctes, il peut être nécessaire d'obtenir les autorisations correspondantes de ces tiers avant d'utiliser ces éléments.

ISBN : 978-92-9260-521-6

Citation : IRENA et la Fondation SELCO (2022), *Électrification basée sur les énergies renouvelables : Améliorer la prestation des soins de santé au Burkina Faso*, Agence internationale pour les énergies renouvelables, Abou Dhabi.

Ce document est traduit de « Electrification with renewables: Enhancing healthcare delivery in Burkina Faso » ISBN: 978-92-9260-478-3 (2022). En cas de divergence entre cette traduction et l'original anglais, le texte anglais prévaut.

Remerciements

Le présent rapport a été rédigé par Ali Yasir, Kamran Siddiqui et Carlo Starace (IRENA), Bruno Korgo (consultant IRENA), Huda Jaffer (SELCO) et Sébastien Croizeau-Forissier (SELCO) sous la direction de Gurbuz Gonul (directeur, IRENA Country Engagement and Partnerships), Amjad Abdulla (IRENA) et Harish Hande (SELCO). Ce rapport a bénéficié des précieux commentaires et des contributions de Divyam Nagpal, Aïcha Ben Youssef (IRENA) et Chitra Narayanswamy (consultante IRENA), ainsi que des parties prenantes qui ont assisté à l'atelier de validation.

Cette publication a été rendue possible grâce à une contribution volontaire du Gouvernement wallon.

Pour de plus amples informations ou nous faire parvenir vos suggestions : publications@irena.org

Ce rapport est disponible au téléchargement sur : www.irena.org/publications







Clause de non-responsabilité

La présente publication et les éléments qu'elle contient sont fournis « en l'état ». Toutes les précautions raisonnables ont été prises par l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA) et la Fondation SELCO (SELCO) afin de vérifier la fiabilité du contenu de cette publication. Néanmoins, ni l'IRENA ni aucun de ses fonctionnaires, agents, fournisseurs de contenu tiers ou de données ne peuvent fournir de garantie de quelque nature que ce soit, exprimée ou implicite. Ils déclinent donc toute responsabilité quant aux conséquences découlant de l'utilisation de cette publication ou de son contenu.

Les informations contenues dans le présent document ne reflètent pas nécessairement les positions de tous les Membres de l'IRENA et de la Fondation SELCO. La mention d'entreprises spécifiques ou de projets ou produits particuliers ne signifie pas qu'ils sont approuvés ou recommandés par l'IRENA ou la Fondation SELCO au détriment d'autres éléments de nature similaire qui ne sont pas mentionnés. Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent, de la part de l'IRENA ou SELCO, aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites territoriales.

Photos de couverture : © Tukio/Shutterstock, © africa924/Shutterstock, © Flightseeing-Germany/Shutterstock, © Richard Waters/Shutterstock, © only_kim/Shutterstock, © Terelyuk/Shutterstock et SELCO Fondation

TABLE DES MATIÈRES

	Figures et tableaux	4
	Abréviations	5
	Résumé	6
	Méthodologie	8
	Comprendre l'énergie durable au service des soins de santé	10
	1.1 L'énergie durable au service d'une couverture santé universelle	10
	1.2 Contexte de l'interaction entre santé et énergie au Burkina Faso	13
	1.3 Impact potentiel du programme d'interaction santé-énergie	17
	1.4 Étude d'un cas d'implantation d'une solution ERD-santé à la Clinique Wolobougou	20
	Systèmes d'énergies renouvelables décentralisés basés sur l'évaluation pour les établissements de santé au Burkina Faso	22
	2.1 Approche globale de la mise en œuvre d'un programme énergie-santé	22
	2.2 Évaluation des besoins énergétiques du système de soins de santé burkinabè	25
	2.3 Conception et coût du système	26
	Renforcer l'écosystème pour garantir l'alimentation énergétique des soins de santé au Burkina Faso	35
	3.1 Achat et installation	36
	3.2 Propriété, maintenance et surveillance	37
	3.3 Formation et renforcement des capacités	39
	3.4 Développer un plan interministériel énergie-santé	42
	Conclusion	44
	Références	45
	Annexes	48
	Annexe 1 Modèles de conception d'énergie solaire pour les logements du personnel dans les CSPS	49
	Annexe 2 Lignes directrices pour l'exploitation et la maintenance	49
	Annexe 3 Lignes directrices pour un environnement bâti sobre en énergie	56

FIGURES

Figure 1	Impacts attendus d'un programme d'interaction santé-énergie	13
Figure 2	Représentation de la distance moyenne jusqu'à un poste de soins primaires et de l'évolution des efforts ministériels	14
Figure 3	Répartition des établissements de santé au Burkina Faso	15
Figure 4	Modèles de conception de systèmes d'ERD pour les CSPS	28
Figure 5	Modèles de conception de systèmes d'ERD pour les CM/CMA	29
Figure 6	Modèles de conception de systèmes d'ERD pour les CHR	30
Figure 7	Modèles de conception de systèmes d'ERD pour les CHU	31
Figure 8	Modèles de conception de systèmes d'ERD et coûts pour les CSPS	33
Figure 9	Carte des besoins communs de formation pour les parties prenantes des secteurs de la santé et de l'énergie	39
Figure 10	Modèle de conception ERD pour le logement du personnel dans les CSPS	49
Figure 11	Un environnement bâti efficace	60
Figure 12	Mouvement de l'air par ventilation transversale	62
Figure 13	Mouvement de l'air par effet de convection	62
Figure 14	Humidification	62
Figure 15	Lignes directrices concernant la lumière du jour et l'ombrage	63

TABLEAU

Tableau 1	Indicateurs de santé clés du Burkina Faso	14
Tableau 2	Aperçu de l'électrification des établissements de santé en 2021	16
Tableau 5	Caractéristiques des zones climatiques classées	57
Tableau 6	Valeurs de référence optimales pour différentes pièces	61
Tableau 7	Lignes directrices concernant l'ombrage	63
Tableau 8	Paramètres de résilience pour la préparation aux catastrophes	65
Tableau 9	Alternatives de matériaux optimisés et leur application	69

ABRÉVIATIONS

Ah	ampère-heure
ASP	assistance aux soins personnels
BO	bloc opératoire
CA	courant alternatif
CC	courant continu
CHR	centre hospitalier régional
CHU	centre hospitalier universitaire
CMA	centre médical avec antenne chirurgicale
CM	centre médical
CO2	dioxyde de carbone
CSPS	centres de santé et de promotion sociale
EM	exploitation et maintenance
ERD	énergies renouvelables décentralisées
ILR	réfrigérateur médical
kg éq. CO2	kilogramme d'équivalent CO2
km	kilomètre
km²	kilomètre carré
kVA	kilovoltampère
kWc	kilowatt crête
kW	kilowatt
mm	millimètre
m	mètre
MON	mode opératoire normalisé
ODD	Objectif de développement durable
OMS	Organisation mondiale de la Santé
ONG	organisation non gouvernementale
PNDS	Protocoles nationaux de diagnostic et de soins
SONABEL	Société nationale d'électricité du Burkina Faso
SSA	service de soins ambulatoires
SSP	soins de santé primaires
V	volt
Wp	watt-crête
W	watt



RÉSUMÉ

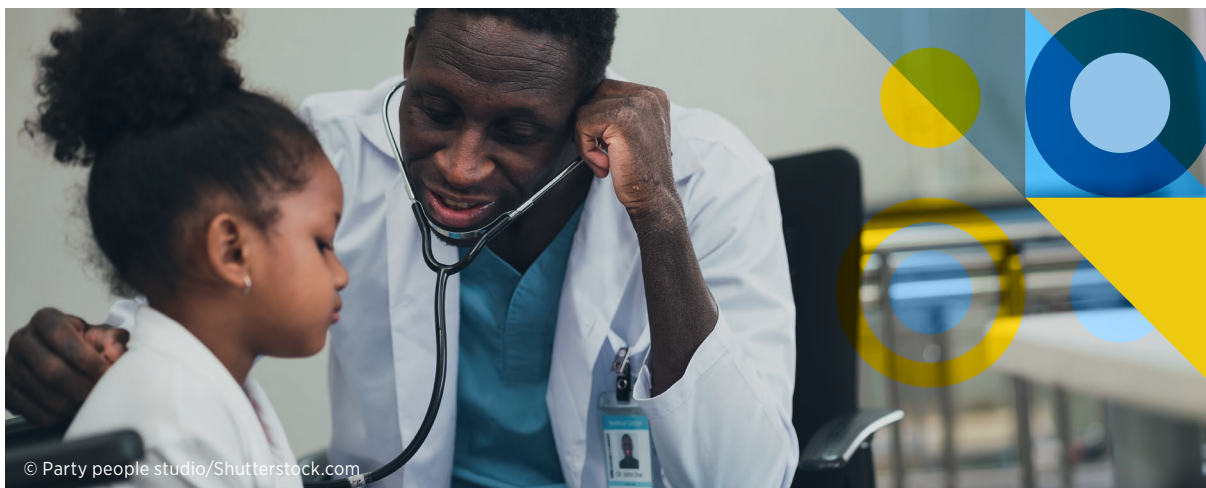
L'accès à une énergie fiable est une condition préalable pour fournir des services de santé de qualité à tous, qu'il s'agisse d'alimenter les couveuses des services de maternité, d'éclairer les salles d'accouchement et les services de vaccination, ou encore de répondre aux besoins des diagnostics de base et des services administratifs. Dans le contexte de pays et de régions présentant des niveaux élevés de pauvreté et l'absence d'un approvisionnement énergétique fiable, les énergies renouvelables décentralisées (ERD) peuvent jouer un rôle critique dans la démocratisation de services essentiels comme la santé et l'éducation. En renforçant les infrastructures de soins de santé primaires et la résilience des systèmes de soins de santé pour les plus démunis, l'énergie durable peut stimuler l'amélioration des indicateurs socio-économiques et sanitaires.

Le Burkina Faso compte 20,3 millions d'habitants, dont plus de 77 % vivent en milieu rural. Or, seuls 5 % de ses habitants ont accès à l'électricité. Le pays compte 2 330 établissements de santé, dont 1 800 sont des établissements de soins de santé primaires qui desservent principalement des communautés rurales. À l'instar de ce que l'on observe dans d'autres pays en développement, les membres de ces communautés doivent parcourir de longues distances et engager des frais pour accéder à des soins de santé fiables. Le gouvernement du Burkina Faso s'efforce de relever ces défis et de fournir aux populations démunies des soins de santé plus accessibles, de manière fiable et résiliente.

Il existe aujourd'hui une possibilité réelle de contourner le réseau traditionnel pour équiper les établissements de santé de technologies à base d'ERD pour pouvoir répondre de manière durable aux besoins de la communauté. Les répercussions ne concernent pas seulement la fourniture de services et les coûts de la prestation et de l'accès aux soins de santé, mais aussi la réduction des émissions de dioxyde de carbone, entre autres considérations environnementales. L'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA) et la Fondation SELCO se sont associées aux Ministères de la santé et de l'énergie du Burkina Faso pour évaluer la possibilité de renforcer le secteur de la santé dans le pays par l'intégration des ERD et d'appareils sobres en énergie.

Ce rapport donne un aperçu de l'approche consistant à utiliser l'ODD7 (à savoir, l'accès universel à des services énergétiques abordables, fiables et modernes) comme catalyseur pour atteindre l'ODD3 (visant à une couverture santé universelle). Il s'appuie sur des données primaires provenant d'évaluations santé-énergie dans un échantillon de 40 établissements de santé du Burkina Faso à tous les niveaux, de consultations auprès des principales parties prenantes et de réunions avec des experts en matière de santé et d'énergie du gouvernement et de l'extérieur.

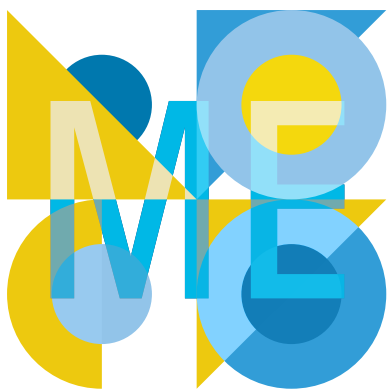
Pour éviter les cloisonnements et favoriser une compréhension plus nuancée pour les parties prenantes des deux secteurs, celui de l'énergie et celui des soins de santé, il est nécessaire de travailler en étroite collaboration et de combler les lacunes en matière de compétences et de connaissances. Les étapes et processus clés énoncés dans le rapport et destinés à améliorer la planification, la conception et la mise en œuvre des solutions d'interaction énergie-santé sont décrits ci-dessous.



- **Évaluation énergie-santé** : compréhension claire des besoins énergétiques de l'établissement au regard de la situation spécifique en matière sanitaire, de la charge de morbidité et de la capacité en ressources humaines.
- **Conception et coût du système** : mettre au point des conceptions personnalisées de systèmes d'ERD, y compris des appareils médicaux et électriques sobres en énergie, sur la base des évaluations réalisées, et modélisation de ces conceptions pour différents niveaux de soins de santé et de prestation de services. À partir de ces éléments, des estimations de coûts peuvent être élaborées avec des entreprises locales d'énergie propre.
- **Achat et installation** : en ce qui concerne l'achat, utiliser des lignes directrices qui prennent en considération la qualité et la rapidité du service après-vente, et soutiennent les entreprises locales ; installer des solutions énergétiques reposant sur des équipements sobres en énergie et basés sur la conception du système énergétique.
- **Propriété et maintenance** : établir des modèles financiers et de propriété clairs et personnalisés qui garantissent la maintenance et la bonne utilisation du système énergétique, y compris des contrats de maintenance avec des entreprises énergétiques locales.
- **Renforcement des capacités et formation** : donner au personnel les moyens d'utiliser les appareils médicaux pour la prestation des services et de gérer le système énergétique, notamment pour assurer une maintenance de base.

Ce processus doit être soutenu par des améliorations de l'ensemble de l'écosystème énergie-santé, à savoir la technologie et l'innovation, le financement, le renforcement des capacités et des compétences, la prestation de services de santé et la politique. Le rapport fournit une approche efficace pour la mise en œuvre d'un programme énergie-santé et la création ou le renforcement de l'écosystème en vue d'améliorer l'intégration de solutions d'ERD et de sobriété énergétique pour la prestation de soins de santé au Burkina Faso, et d'assurer leur durabilité et leur fonctionnement à long terme.

Cette initiative vise à stimuler la coopération Sud-Sud en partageant les enseignements, les modèles et les processus susceptibles d'être adaptés et reproduits dans le but de transformer la vie des plus démunis dans les pays en développement.



MÉTHODOLOGIE

Dans son élaboration, ce rapport suit une approche écosystémique qui permet de comprendre les défis et de proposer des solutions à travers la technologie et la conception, le renforcement des compétences locales, le financement et la propriété, et l'action au niveau politique. Le processus englobait des volets de recherche primaire et secondaire, conformément aux phases ci-dessous.

PHASE 1

Compréhension approfondie du paysage santé-énergie dans le pays grâce à des recherches secondaires et aux contributions primaires des parties prenantes régionales et locales dans le domaine de la santé et de l'énergie :

Grâce aux documents et aux informations partagés par les Ministères de l'énergie et de la santé du Burkina Faso, il a été possible de développer la compréhension globale de l'interaction santé-énergie dans le pays, en tant que fondement des activités futures. Consultations avec des représentations régionales (pour les besoins du document, des représentations de cinq régions du pays : Centre, Centre-Est, Centre-Ouest, Hauts-Bassins et Nord) en matière de santé et d'énergie ont été organisées pour recenser les besoins, les défis et les possibilités. L'objectif était notamment de renforcer les Centres de santé et de promotion sociale (CSPS).

PHASE 2

Sélection d'un échantillon d'établissements à évaluer sur la base de critères clés

Grâce à la compréhension développée dans la phase 1 concernant l'infrastructure globale des soins de santé des CSPS, 50 centres appartenant aux cinq régions ont été choisis conformément aux critères suivants :

- i.** Type d'infrastructure au sein des CSPS (CSPS évoluant en Centre médical [CM], CSPS de base, maternité, etc.).
- ii.** Géographies urbaines ou rurales.
- iii.** Prestation de services de santé.
- iv.** Proximité du CM le plus proche.
- v.** Diversité des scénarios d'électrification (hors réseau, approvisionnement par la Société nationale d'électricité du Burkina Faso [SONABEL], alimentation par énergie solaire).

Certains CSPS, situés dans des zones de conflit, étaient inaccessibles.



PHASE 3

Formation du personnel des secteurs de la santé et de l'énergie pour mener à bien les évaluations

Pour pouvoir effectuer une évaluation détaillée santé-énergie des CSPS, le personnel local des départements de la santé et de l'énergie a été formé par la Fondation SELCO sur l'ensemble du processus. La séance de formation virtuelle a été menée dans le but de fournir au personnel concerné une compréhension détaillée de la manière d'évaluer les besoins en énergie dans les établissements de santé, ainsi que les besoins et les défis, à l'échelon régional, de l'interaction santé-énergie de la part des représentants des Ministères de la santé et de l'énergie.

PHASE 4

Évaluation des CSPS sur le terrain avec le soutien du personnel local

L'évaluation sur le terrain des centres de l'échantillon a été réalisée par le personnel local au Burkina Faso, les données relatives à ces centres (la majorité d'entre eux étant des CSPS) ayant été reçues pour les régions Centre-Est, Centre-Ouest, Hauts-Bassins, et Nord. Compte tenu de l'éloignement et des restrictions de déplacement liées à la pandémie, entre autres contraintes, le nombre de centres pour lesquels une évaluation de la nécessité d'une interaction santé-énergie a été réalisée s'est élevé à une quarantaine. Ces données ont été analysées conjointement avec les informations complémentaires issues des consultations primaires et des recherches secondaires en vue d'élaborer la conception du système.

PHASE 5

Solution d'énergies renouvelables décentralisées (ERD) et conception d'équipements médicaux sobres en énergie

Sur la base de l'analyse des différents niveaux d'évaluation et d'aménagement paysager ainsi que de l'ensemble des hypothèses relatives aux considérations de conception (décrites dans la section suivante), des modèles de conception de systèmes solaires ont été développés pour les CSPS. Ces modèles de solutions prennent en compte les besoins actuels et futurs recommandés par le Ministère afin de renforcer les CSPS (et les infrastructures de santé publique du dernier kilomètre) à travers le pays.

PHASE 6

Élaboration d'une recommandation globale basée sur l'écosystème ERD-santé

En plus des modèles de conception technologique, des recommandations générales (développées dans les chapitres 2 et 3) sont élaborées selon une perspective holistique de l'interaction ERD-santé en vue de renforcer le programme de mise en œuvre.



COMPRENDRE L'ÉNERGIE DURABLE AU SERVICE DES SOINS DE SANTÉ

1.1. L'ÉNERGIE DURABLE AU SERVICE D'UNE COUVERTURE SANTÉ UNIVERSELLE

Contexte

Pour atteindre l'ODD3, qui vise à garantir une vie saine et à promouvoir le bien-être de tous les groupes d'âge grâce à une couverture santé universelle, il est essentiel de renforcer les systèmes de soins de santé primaires. La santé de la population, telle qu'elle est conçue dans le cadre de l'ODD3, est essentielle à la réalisation de nombreux autres objectifs ne relevant pas du domaine de la santé, notamment ceux qui concernent la réduction de la pauvreté, l'amélioration de l'éducation, l'égalité des genres, l'approvisionnement en eau potable et l'assainissement, les perspectives d'emplois, la croissance économique, etc.

À l'échelon sous-régional, les indicateurs de santé de l'Afrique subsaharienne et de l'Asie du Sud-Est, tels que la mortalité des moins de 5 ans et la mortalité maternelle, sont supérieurs à la moyenne mondiale, les deux régions combinées ayant enregistré 86 % des décès maternels dans le monde en 2017 (Fondation pour les Nations Unies et SEforALL, 2019). Les systèmes de soins de santé primaires, en particulier dans les pays en développement, ne disposent pas des ressources et des installations nécessaires pour fournir des soins de santé adéquats, accessibles et de qualité. La COVID-19 et ses vagues successives ont posé un défi supplémentaire à des systèmes de soins de santé déjà surchargés.

Ces régions aux infrastructures de santé sous-développées sont aussi les plus touchées par la précarité énergétique. Des études ont montré qu'en Afrique subsaharienne, un établissement de santé sur quatre n'a pas accès à l'électricité (OMS, 2015). Une enquête portant sur 78 pays a révélé que seuls 41 % des établissements de santé des pays à revenu faible ou intermédiaire disposent d'un accès fiable à l'électricité (Fondation pour les Nations Unies et SEforALL, 2019). Comme cela a déjà été souligné dans de précédents rapports (IRENA, 2019), plus d'un milliard de personnes dans le monde ont accès à des soins de santé qui sont dispensés dans des installations non électrifiées. La plupart de ces installations sont situées dans des zones reculées et vont des très petits « dispensaires » fournissant des soins de santé de base à des « centres de santé » couvrant soins de maternité, traitement de maladies et services de laboratoire, en passant par des « hôpitaux de district » dispensant une gamme complète de services médicaux, mais dépendant de groupes électrogènes diesel pour garantir la fiabilité de leurs prestations, avec les conséquences économiques et environnementales que cela implique.

Rôle de l'énergie dans la prestation de soins de santé

L'accès à une énergie fiable facilite la prestation de services de santé et, lorsqu'il est assorti d'appareils médicaux et électriques appropriés, contribue à améliorer l'efficacité et l'impact des soins dispensés.



Zone d'attente à la Clinique Wolobougou près de Bobo-Dioulasso, au Burkina Faso.

Photo : Fondation SELCO (2021).

Parmi les principaux services de soins de santé primaires qui dépendent d'un accès fiable à l'énergie figurent les suivants :

- services administratifs de base : besoins généraux comme l'éclairage, les ventilateurs, les ordinateurs portables, les ordinateurs de bureau et l'impression, ou encore les prises de recharge mobile pour le personnel et les patients ;
- maternité et garde d'enfants : alimentation des équipements de diagnostic servant à identifier les grossesses à risque, ainsi que de ceux utilisés pendant et après l'accouchement, comme les tire-lait, les chauffages radiants pour bébés, les projecteurs de salle d'opération, le matériel de photothérapie, etc. ;
- immunisation : chaîne du froid et réfrigération au moyen de congélateurs ; ILR pour le stockage de médicaments, produits pharmaceutiques et vaccins ;
- diagnostic de base, laboratoire et soins de santé : éclairage des opérations, alimentation des microscopes et des centrifugeuses, stérilisateurs d'instruments et kits de lutte contre les maladies non transmissibles ; et
- soins préventifs et thérapeutiques en rapport avec la COVID-19 : énergie et environnement bâti pour le chauffage et le refroidissement des locaux ; énergie de base pour les installations de test et de quarantaine ; chaînes du froid pour le stockage et la distribution des vaccins.

Pourquoi recourir à une énergie décentralisée pour la prestation de soins ?

Il est essentiel d'accélérer le processus d'électrification des plus de 50 000 établissements de santé primaire (Moner-Girona *et al.*, 2021) répartis dans toute l'Afrique subsaharienne qui ne disposent pas d'un accès fiable à l'énergie, en utilisant pour cela les systèmes énergétiques les plus appropriés, capables d'offrir une électricité fiable, abordable et de qualité. Il est également important de rendre les infrastructures de soins de santé primaires plus résilientes, en leur assurant une alimentation électrique plus indépendante, fiable et durable dans les établissements, afin que ceux-ci soient capables de mieux répondre aux besoins des communautés du dernier kilomètre tout en réduisant les coûts financiers, sociaux et environnementaux.

Des études montrent que dans les pays les moins développés, le manque de fiabilité du réseau entraîne la défaillance ou l'impossibilité de se procurer près de 70 % des équipements médicaux (Moner-Girona *et al.*, 2021). Comme l'ont déjà souligné des rapports précédents, les systèmes d'énergie solaire décentralisés sont capables d'offrir une solution propre, fiable et rentable, dans la mesure où ils évitent les investissements dans l'extension du réseau, ou encore le temps et les coûts d'exploitation et de maintenance permanents qui seraient nécessaires pour alimenter de telles installations (IRENA, 2015). En couvrant l'alimentation des équipements médicaux essentiels et les besoins énergétiques de base avec de l'énergie solaire décentralisée, parallèlement à la mise en place de mécanismes de formation et de maintenance appropriés, il est possible d'améliorer la prestation des services de santé, de contribuer à l'obtention de meilleurs résultats sanitaires et de renforcer le système de soins de santé dans son ensemble.

L'intégration de l'énergie décentralisée permet d'améliorer l'efficacité de l'accès universel à la santé en équipant les établissements de soins primaires de façon à ce qu'ils puissent fournir tous les services dont ont besoin les communautés du dernier kilomètre. Dans les pays où les infrastructures de réseau existantes sont relativement peu développées, les solutions alimentées par une énergie décentralisée peuvent fournir une occasion de s'affranchir du réseau et de créer dès le départ des infrastructures plus résilientes au climat et plus durables sur le plan social, économique et environnemental (Corentin, 2021). Cela devrait également renforcer la capacité des communautés du dernier kilomètre à mieux contrôler leur production, leur approvisionnement et leur consommation d'énergie (ONU, 2018).

Par ailleurs, la nature décentralisée des systèmes solaires offre la possibilité d'optimiser les avantages socio-économiques de l'accès à l'énergie en faisant appel aux capacités locales dans les différents segments de la chaîne de valeur des soins de santé. Nombre des compétences nécessaires à l'installation, à l'exploitation et à la maintenance des systèmes hors réseau peuvent être développées localement, ce qui donne accès à des formations et à des possibilités d'emploi, en particulier pour les jeunes et les femmes (IRENA, 2019). De plus, une estimation montre que l'alimentation de tous les établissements de santé publics par des solutions d'énergies renouvelables décentralisées (ERD) en Afrique de l'Ouest pendant 20 ans permettrait d'éviter l'émission de plus de 80 000 tonnes de dioxyde de carbone (CO₂) (Moner-Gérone, *et al.*, 2021).

Planification énergétique décentralisée pour le Burkina Faso

Le Burkina Faso compte plus de 1800 établissements de soins de santé primaires qui fournissent des services de santé essentiels aux communautés. En ce qui concerne l'accès aux soins de santé, plus de 60 % de sa population vit à moins de 20 minutes de marche et plus de 90 % à moins de 60 minutes d'un établissement de santé primaire (Moner-Gérone, *et al.*, 2021). Cependant, moins de 5 % de sa population rurale a accès à l'électricité (SEforALL Africa Hub, 2022). Compte tenu de l'éloignement de ces établissements de santé, le déploiement de systèmes solaires autonomes et décentralisés destinés à les alimenter pourrait offrir au gouvernement du Burkina Faso une option plus rapide, rentable et capable de répondre aux changements climatiques en vue de renforcer les infrastructures de santé du dernier kilomètre déjà existantes. Cela permettrait d'éviter les coûts liés aux installations de production électrique centralisées et à l'extension du réseau, qui seraient autrement indispensables pour faciliter l'accès à l'électricité. Le déploiement de solutions énergétiques décentralisées nécessiterait également le renforcement de plusieurs paramètres de l'écosystème santé-énergie, notamment les chaînes d'approvisionnement en technologies, le perfectionnement des capacités d'installation et des compétences, la promotion des entreprises locales pour l'installation et la maintenance, le financement des dépenses d'investissement (CAPEX) et d'exploitation (OPEX), les liens avec les systèmes de soins de santé et les cadres politiques.

Dans un tel contexte, les Ministères de l'énergie et de la santé du Burkina Faso ont reconnu qu'il était urgent et important de développer une approche énergétique plus large à l'échelle du pays afin de déployer des systèmes énergétiques décentralisés durables et des équipements sobres en énergie dans le but de renforcer les établissements de santé du dernier kilomètre. Cette feuille de route peut être renforcée par un cadre politique qui décrit les composantes de l'écosystème favorables à la conception, à la mise en œuvre et à la pérennité des programmes d'interaction santé-énergie. Pour accélérer cet effort et jeter les fondements d'un programme national d'interaction santé-énergie basé sur les ERD, ce document définit un cadre à l'intention des Ministères de la santé et de l'énergie du Burkina Faso, ainsi que des recommandations visant à renforcer l'écosystème favorable en vue de garantir la viabilité à long terme du programme.

Le schéma ci-dessous décrit les impacts attendus d'un tel programme d'interaction santé-énergie qui relie l'ODD7 à l'ODD3 (accès à l'énergie moderne pour une meilleure santé et un meilleur bien-être) en faveur des communautés du dernier kilomètre sur l'ensemble du territoire burkinabè.

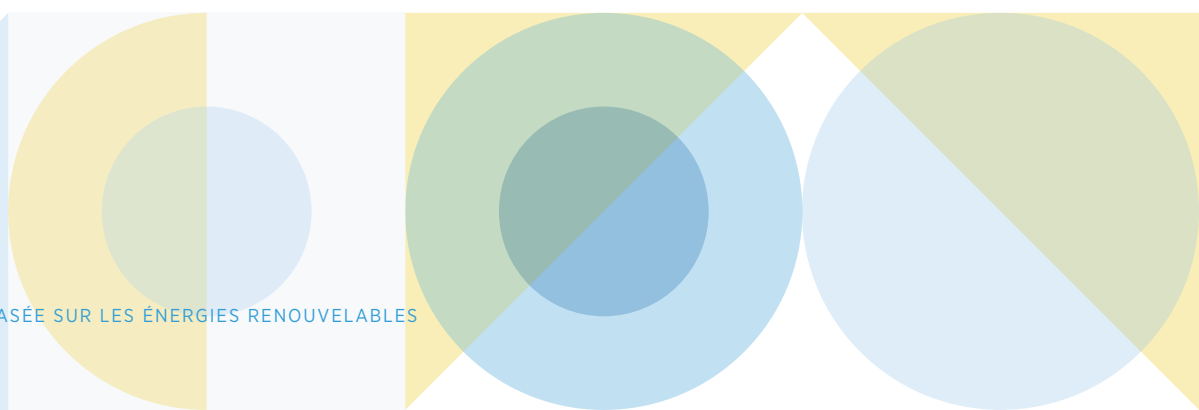


Figure 1 **Impacts attendus d'un programme d'interaction santé-énergie**



1.2. CONTEXTE DE L'INTERACTION ENTRE SANTÉ ET ÉNERGIE AU BURKINA FASO

Système de santé public au Burkina Faso

Le Burkina Faso, pays d'Afrique de l'Ouest situé dans le Sahel, occupe une superficie de 272 960 km². Sa population est estimée à 20,3 millions d'habitants, avec un taux de croissance annuel de 2,8 % (Banque mondiale, 2021b). Une large majorité de la population du pays (77 %) vit en milieu rural (Ministère de la santé du Burkina Faso, 2018). Les femmes représentent 51,7 % de la population totale, et celles en âge de procréer, 23,56 %. La proportion de jeunes de moins de 15 ans dans la population totale est de 46,4 %, les enfants de moins de 5 ans représentant 17,38 %. Certains des indicateurs clés essentiels sur l'état de santé du pays mettent directement en évidence les problèmes de santé auxquels sont confrontés ces segments de la population. Le tableau ci-dessous donne un aperçu des principaux indicateurs de santé au Burkina Faso par rapport à la moyenne mondiale et aux cibles établies pour l'ODD3 sur les soins de santé universels.

Tableau 1 Indicateurs de santé clés du Burkina Faso

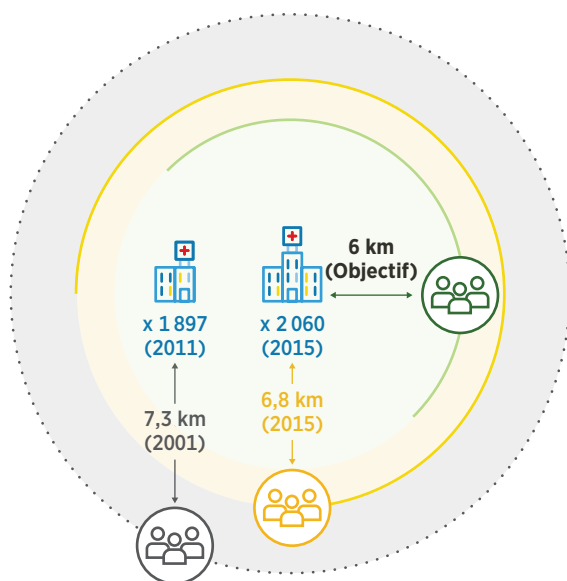
Indicateurs de santé	Niveau national (année)	Niveau mondial (année)	ODD n° 3
Taux de mortalité maternelle/100 000 naissances	320 (2017)	211 (2017)	70
Taux de mortalité néonatale/1 000 naissances	26 (2019)	17,5 (2019)	< 12
Taux de mortalité infantile/1 000 naissances	54 (2019)	28 (2019)	< 25
Naissances assistées par du personnel sanitaire qualifié	80 % (2015)	70 % (2015)	/
Femmes enceintes recevant des soins prénatals	80 % (2018)	86 % (2018)	/

Source : Compilation à partir d'informations du Ministère de la santé du Burkina Faso 2015, 2018 [niveau national].

Ces dix dernières années, le gouvernement a déployé des efforts considérables pour réduire les dépenses engagées par les ménages pour accéder au système de santé et assurer la gratuité des soins pour tous à long terme (Ministère de la santé du Burkina Faso, 2016). De nombreuses mesures gratuites et subventionnées ont ainsi été mises en place, comme la couverture des femmes enceintes et des enfants de moins de cinq ans, les soins prénatals et la prise en charge des malades en cas de pandémie.

En ce sens, dans le but d'atteindre l'accès universel aux services de santé, entre 2011 et 2015, le Ministère de la santé du Burkina Faso a fait passer le nombre d'établissements publics de santé de 160 à plus de 2 100 (dont 1 800 établissements de soins primaires desservant les populations du dernier kilomètre). Il s'en est suivi une nette amélioration de l'accessibilité aux établissements de santé, puisque la distance moyenne jusqu'au premier poste de soins a été ramenée à 6,8 km, contre 7,3 km en 2011. (Ministère de la santé du Burkina Faso, 2016) (comme le montre la Figure 2).

Figure 2 Représentation de la distance moyenne jusqu'à un poste de soins primaires et de l'évolution des efforts ministériels



Source : Compilation à partir d'informations du Ministère de la santé du Burkina Faso 2015.

Ci-dessous se trouve un résumé des différents niveaux de prestation de soins de santé au Burkina Faso, avec une indication des services fournis et des besoins en ressources humaines et en infrastructures à chaque niveau. La liste des équipements et des dispositifs correspondant à chaque niveau d'établissement de santé est indiquée dans les hypothèses de charge pour la conception des systèmes solaires des Figures 4 à 7. L'équipement spécifique de chaque établissement et le choix de l'option à retenir doivent être déterminés par le Ministère de la santé et ses autorités compétentes en fonction des services fournis et des capacités/compétences du personnel médical de cet établissement.

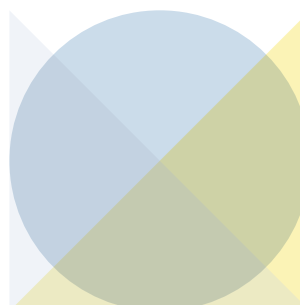







Figure 3 Répartition des établissements de santé au Burkina Faso

	 Type de centre	 Services fournis	 Ressources humaines	 Infrastructure	 Nombre
Pays	Centres hospitaliers universitaires (CHU)	SSP + ASP + Assistance spécialisée + Formation/recherche académique	5+ médecins (1+ médecin spécialisé) 2+ sages-femmes 5+ infirmières 2+ agents administratifs	Infrastructure aux normes CSPPS, avec salle de travail et bureau de recherche médicale	6
	Centres hospitaliers régionaux (CHR)	SSP + ASP + Assistance pré-spécialisée			8
District (200 000 habitants max.)	Hôpital de district sanitaire (HDS)	SSP + ASP : CHIRURGIE, CONSULTATIONS PARACLINIQUES, MÉDICALES GÉNÉRALES ET SPÉCIALISÉES	1+ médecin 1+ sage-femme 2+ infirmières 1+ agent administratif	Infrastructure aux normes CSPPS avec salle de travail	45
	Centre médical (CM / CMA)				57
	Centre de santé et de promotion sociale (CSPPS)	SSP : SOINS CURATIFS, PRÉVENTIFS, DE RÉÉDUCATION ET PROMOTIONNELS	1+ sage-femme 1+ infirmières 1+ agent administratif	1 dispensaire avec lits ; 1 service de maternité (salle d'accouchement) ; 1 pharmacie de base ; 1 WC pour chaque service de maternité et dispensaire ; 1 cuisine ; 1 incinérateur ; 3 logements pour le personnel médical	1 839
	Poste de santé communautaire/Dispensaire (PSC)	Soins maternels et promotionnels		Infrastructure qui n'est pas aux normes CSPPS	Objectif PNDS

Notes : SSP = soins de santé primaires ; ASP = assistance aux soins personnels ; PNDS = Protocoles nationaux de diagnostic et de soins.

En 2018, le Ministère de la santé du Burkina Faso a lancé la Stratégie nationale de santé communautaire pour la période de 2019 à 2023 (Ministère de la santé du Burkina Faso, 2018). Dans le sillage des efforts entrepris à la phase précédente, la décentralisation a été identifiée comme un facteur déterminant de l'accès universel aux soins de santé (ODD3). L'accent a ainsi été mis sur le développement et le renforcement des CSPPS, qui sont les premiers points de prestation de soins du dernier kilomètre. Il y a actuellement un total de 2 000 CSPPS déployés, ou plus précisément 1 839 CSPPS, 136 dispensaires isolés et 8 maternités isolées (Ministère de la santé du Burkina Faso, 2015).

Ces centres dispensent des soins de santé primaires (SSP), à savoir ses soins curatifs (consultations curatives d'infirmier et chirurgie mineure), préventifs (vaccination et dépistage du VIH), promotionnels (planification familiale et éducation nutritionnelle) et maternels (soins prénatals et accouchement normal assisté).

Pour que les communautés puissent profiter au mieux de cette augmentation du nombre d'établissements de santé et du rapprochement des postes de soins, le renforcement des infrastructures de base et l'amélioration de la prestation de services au niveau des CSPPS jouent un rôle majeur. L'accès à l'énergie et l'utilisation d'équipements médicaux sobres en énergie peuvent contribuer à l'amélioration de la qualité et du caractère abordable des services de santé fournis par les établissements de soins primaires aux communautés du dernier kilomètre.

Défis et besoins en matière d'énergie (renouvelable) pour la santé au Burkina Faso

Alors que l'électricité est essentielle pour la prestation de soins de santé de qualité, le Burkina Faso possède l'un des taux d'électrification les plus bas : moins de 20 % de la population du pays (Moner-Gérone, *et al.*, 2017) et 5 % de la population rurale (Banque mondiale, 2022b) a accès à l'électricité. À titre de comparaison, le taux moyen des pays d'Afrique subsaharienne est d'environ 50 % (Banque mondiale, 2022a)

Concernant l'électrification des établissements de santé, les efforts investis par les pouvoirs publics au cours de la dernière décennie ont eu de grandes répercussions, puisque désormais, 84 % des centres de santé ont accès à l'électricité. Parmi ceux-ci, 30 % sont connectés au réseau et 70 % utilisent des systèmes solaires décentralisés (Ministère de l'énergie du Burkina Faso, 2020). Cependant, comme le montre le tableau 2 ci-dessous, environ 30 % des établissements de santé n'ont pas accès à l'électricité au Burkina Faso (779 établissements sur 2 330 évalués).

Tableau 2 **Aperçu de l'électrification des établissements de santé en 2021**

Aperçu régional de l'électrification actuelle des établissements de santé (2021)							
Région	Nb. d'établissements de santé	Alimentés par SONABEL	Alimentés par énergie solaire	Alimentés par une autre source	En service	Hors service	Non électrifiés
Boucle du Mouhoun	297	79	157	2	182	56	59
Cascades	102	30	71	0	53	48	1
Centre	128	55	54	1	103	7	18
Centre-est	123	49	58	0	60	47	16
Centre-nord	182	40	123	2	131	34	17
Centre-ouest	248	65	164	0	196	33	19
Centre-sud	148	42	88	0	102	28	18
Est	159	28	98	0	110	16	33
Hauts-Bassins	219	71	114	7	164	28	27
Nord	261	49	150	7	178	27	56
Plateau central	176	39	113	1	120	33	23
Sahel	145	28	81	6	72	28	45
Sud-ouest	142	28	59	0	80	7	55
Total	2 330	603	1 330	26	1 551	392	387

Note : SONABEL = Société nationale d'électricité du Burkina Faso.

Bien que le taux d'électrification des établissements de santé soit élevé, 16 % d'entre eux restent sans accès à l'électricité. En outre, les établissements de santé électrifiés sont confrontés aux défis suivants, qui doivent être relevés en développant un écosystème solide visant à décentraliser les infrastructures de santé et d'énergie durable :

- Des kits solaires standardisés de 500 watts (W) et 1 kilowatt (kW) ont été déployés dans les établissements de santé. Ils alimentent principalement des luminaires et des ventilateurs, sans donner priorité à la prestation des SSP (à savoir, des soins curatifs, préventifs, promotionnels et maternels) établie par la Stratégie nationale de santé communautaire du gouvernement du Burkina Faso. Actuellement, l'accès à l'énergie reste un défi pour les équipements médicaux essentiels, notamment ceux associés aux chaînes du froid (ILR et congélateurs), les chauffages pour bébés et les tire-lait, même dans les centres pourvus de systèmes d'énergie solaire.

- Environ 30 % des systèmes solaires existants dans les établissements de santé ne fonctionnent pas au cours des trois à cinq premières années (Ministère de l'énergie, 2020), en partie à cause d'un manque de maintenance (Fondation des Nations Unies et SEforALL, 2019). Une formation et des modèles de propriété adéquats sont donc nécessaires. Au chapitre 3 et dans les annexes suivantes, le rapport fournit des recommandations pour l'élaboration et la mise en œuvre de mécanismes d'exploitation et de maintenance efficaces applicables aux programmes énergie-santé.¹ Un modèle d'accès à l'énergie efficace et durable pour les établissements de santé (technologie, financement, livraison et maintenance) est essentiel pour améliorer les services de santé, et la création d'un écosystème santé-énergie solide autour de ces solutions est une composante cruciale du plan de développement stratégique.

Pour relever le double défi de l'accès à l'énergie et à la santé (tel qu'énoncé ci-dessus), la voie à suivre nécessite des efforts de planification intégrés de la part des Ministères de la santé et de l'énergie du Burkina Faso. Pour ce faire, il faudrait mettre en place une approche systémique, impliquant différentes parties prenantes des secteurs de l'énergie et de la santé, aboutissant à un processus complet d'évaluation, de conception, de mise en œuvre et de gestion des solutions d'énergies renouvelables applicables à la prestation de soins de santé.

1.3. IMPACT POTENTIEL DU PROGRAMME D'INTERACTION SANTÉ-ÉNERGIE

Les effets attendus de l'intégration de l'énergie durable sur l'amélioration des soins de santé sont ressentis à différents niveaux : celui de l'utilisateur final, celui de l'établissement de santé et celui du système et de la communauté. Ci-dessous se trouve un aperçu des indicateurs clés utilisés pour mesurer ces impacts, avec des témoignages du personnel de santé et des patients de la Clinique Wolobougou.

Impact au niveau de l'utilisateur final

- **Accès rapide et fiable aux services de santé :** L'établissement de santé peut être équipé d'une énergie fiable lui permettant de fournir un service 24 heures sur 24, 365 jours par an. Dans les régions reculées, rurales et mal desservies par les réseaux de transport et les routes, les solutions d'énergies décentralisées peuvent jouer un rôle essentiel dans le renforcement des soins de santé primaires, améliorant ainsi l'accès à des services de santé fiables et de bonne qualité pour les communautés du dernier kilomètre. L'acquisition d'appareils médicaux sobres en énergie, nouveaux ou complémentaires, permet de fournir des services supplémentaires à ces communautés, qu'il s'agisse de soins maternels et infantiles ou d'efforts de vaccination, notamment contre la COVID-19.

Le manque de fiabilité de l'alimentation électrique et la limitation des services fournis en raison des pannes de courant obligent la population à se déplacer plus loin pour accéder au premier poste de soins. Un accès rapide, en particulier aux soins maternels et infantiles, peut réduire les risques et les complications, et éviter des décès.

- **Amélioration des soins maternels et infantiles :** Le renforcement de la capacité des établissements du dernier kilomètre peut accroître les taux de vaccination et permettre une identification précoce des grossesses à risque. Ces deux éléments contribuent à réduire le nombre de vies en danger et les taux de mortalité, ainsi qu'à améliorer le bien-être de la mère et de l'enfant. Un éclairage de base peut également renforcer le sentiment de protection et de sécurité des femmes qui cherchent à accéder aux soins.

¹ Se reporter au chapitre 3, section 3.2, « Propriété, maintenance et surveillance », ainsi qu'à l'Annexe 2, « Lignes directrices pour l'exploitation et la maintenance ».

Comme le souligne l'étude de cas de la Clinique Wolobougou, auparavant, l'équipement de l'établissement était insuffisant pour fournir des soins maternels de qualité. Il n'était en outre pas possible de pratiquer des accouchements de nuit, ce qui obligeait les patients à parcourir plus de 15 km pour accéder au centre médical le plus proche. Depuis l'intervention réalisée sur l'établissement, le nombre de patients est passé de 300 à 400 personnes par mois, soit une augmentation de 25 %, et le nombre d'accouchements a doublé, passant de quatre à huit par mois. L'accès à une électricité fiable et de qualité grâce au système solaire décentralisé, combiné à un équipement médical de bonne qualité, a permis de renforcer la confiance des patients et d'élargir les horaires de fonctionnement.

- **Diminution des frais engagés par les patients :** En général, les utilisateurs finaux qui accèdent à des soins de santé plus éloignés sont obligés de perdre une journée de revenu, ainsi que de payer le transport jusqu'au poste de soins le plus proche, souvent situé à proximité d'une agglomération. Parfois, ils sont obligés d'utiliser des établissements de santé privés. La mise à disposition de soins de santé fiables à proximité des foyers des patients permet aux utilisateurs finaux et/ou aux patients de réduire le temps perdu et les frais qu'ils engagent habituellement pour accéder à de tels soins.
- **Amélioration du bien-être et du sentiment de sécurité du patient :** L'alimentation en électricité des établissements de santé améliore le bien-être des patients en éclairant et en ventilant les salles d'attente, les salles d'opération et les salles de repos. Un accès fiable et suffisant à l'électricité permet également aux patients de recharger leurs téléphones, et de rester ainsi en contact avec leur famille. Comme indiqué ci-dessus, un éclairage, même sommaire, améliore considérablement le sentiment de sécurité la nuit.

Grâce à l'introduction d'une énergie fiable, « Le soir, il n'y a plus d'inquiétude, plus de stress, les lumières sont visibles de loin, les gens ont moins peur ; cela renforce la confiance et le sentiment de sécurité », raconte Honorine Soma (sage-femme et directrice de la Clinique Wolobougou).

Impact au niveau des établissements de santé

Il s'agit principalement de saisir les impacts de l'intervention du point de vue de l'établissement lui-même et du besoin et/ou rôle de l'énergie dans la prestation des services qu'il doit fournir. Ces séries d'indicateurs rendent compte d'un ensemble d'améliorations au niveau de l'établissement, telles que les services dispensés dans le centre, les économies réalisées grâce à l'intervention, les aspects environnementaux et les améliorations du confort du personnel et de sa capacité à exercer ses fonctions.

- **Niveaux de rétention du personnel :** En l'absence d'électricité fiable, le personnel soignant doit faire face à un certain nombre de difficultés. Il lui est impossible de remplir ses missions : accouchements, diagnostics, administration... Son propre bien-être et son confort finissent également par devenir un problème (surtout lorsqu'il séjourne dans les locaux de l'établissement). Le moral en souffre et le taux de rétention du personnel diminue dans les établissements les plus éloignés. En revanche, des installations de travail améliorées, dotées des équipements adéquats et d'une alimentation électrique fiable, peuvent aider le personnel à mieux s'occuper des patients, ce qui contribue à renforcer sa satisfaction et sa confiance dans le travail réalisé. Un meilleur éclairage associé à un plus grand confort pour le personnel de santé permet également de renforcer la sécurité, ce qui contribue à augmenter les taux de rétention et la disposition à travailler dans des zones reculées.
- **Amélioration de la prestation de services** (Fondation des Nations Unies et SEforALL. 2019. Lasting impact – Sustainable off-grid solar delivery models to power health and education. Page 22) : Une alimentation électrique fiable permet de réduire le gaspillage des vaccins et autres produits sensibles à la température. Le nombre d'heures de fonctionnement, de patients ambulatoires et hospitalisés, ainsi que d'accouchements au sein de l'établissement peut être augmenté. La qualité de la prestation de services peut également être améliorée. Les renvois vers des soins primaires plus élémentaires peuvent être réduits, ce qui permet d'alléger la charge pesant sur les niveaux supérieurs de soins de santé.

- **Coûts/économies d'énergie :** Les sommes auparavant dépensées dans l'achat de l'électricité du réseau et de carburant diesel peuvent être réaffectées aux coûts de service et de maintenance du système d'énergie solaire. Les dommages causés aux équipements médicaux par les fréquentes coupures de courant et les fluctuations de tension seront probablement moins importants, ce qui réduira les coûts consacrés aux pièces de rechange ou aux nouveaux équipements. Comme mentionné ci-dessus, l'établissement est également susceptible de réaliser des économies en évitant le gaspillage de vaccins et de médicaments essentiels.

Auparavant, la clinique devait éteindre tous les appareils la nuit pour économiser l'énergie du réfrigérateur stockant les médicaments, les médicaments et les vaccins. Lorsque leur ancien système d'énergie solaire a cessé de fonctionner, il a fallu utiliser un groupe électrogène diesel. Le coût du carburant est d'environ 40 USD par mois.

Depuis l'installation du système d'énergie solaire, les charges critiques telles que les réfrigérateurs peuvent fonctionner 24 heures sur 24, sept jours sur sept. Le fait de ne plus avoir à utiliser le groupe électrogène diesel a également entraîné des économies qui peuvent désormais être réinvesties dans le bien-être et le logement du personnel.

« Avant, je devais sortir de la clinique pour lire les résultats des tests de dépistage du paludisme ou faire des injections, car ma salle de consultation n'était pas suffisamment éclairée. Aujourd'hui, grâce au système solaire, cela n'est plus nécessaire. » Honorine Soma (sage-femme et directrice de la Clinique Wolobougou)

Impact au niveau du système

L'approche de l'énergie décentralisée au service de la santé permettra au système de santé publique d'améliorer son efficacité et donc de renforcer la qualité des soins d'une manière fiable, résiliente et équitable.

- **Amélioration des résultats en matière de santé au sein de la société/communauté :** en renforçant la capacité des établissements de santé à fournir de meilleurs services, en particulier dans le domaine des soins maternels et infantiles, les solutions énergétiques peuvent contribuer à réduire les risques encourus lors des accouchements au dernier kilomètre, améliorer les chaînes du froid utilisées dans les efforts de vaccination et d'immunisation. Les solutions peuvent ainsi contribuer à l'amélioration des résultats de santé en matière de mortalité maternelle et infantile, de taux de vaccination, etc.

L'éclairage de la Clinique Wolobougou la nuit augmente le sentiment de sécurité au sein de la communauté, et les gens sont plus enclins à se déplacer pour chercher les services dont ils ont besoin. Auparavant, les gens attendaient jusqu'au matin pour se faire soigner. Les patients sont également plus confiants dans la qualité des soins dispensés, car ils savent qu'ils peuvent compter sur une électricité fiable et des équipements de qualité.

- **Émissions de CO₂ réduites ou évitées :** avec peu ou pas d'accès à l'électricité, les communautés rurales sont obligées de compter sur des groupes électrogènes diesel pour alimenter les services les plus élémentaires. En remplaçant les systèmes énergétiques existants ou en réduisant l'utilisation des sources traditionnelles (y compris le réseau alimenté en grande partie par des combustibles fossiles), notamment grâce à des appareils sobres en énergie, les systèmes d'énergies durables décentralisés peuvent atténuer les émissions de CO₂ dans le secteur de la santé.

Comme indiqué dans l'étude de cas de la Clinique Wolobougou, le système d'énergie solaire a permis d'éviter plus de 800 kilogrammes d'équivalent CO₂ (kg éq. CO₂) par an (compte tenu d'une consommation de 0,8 litre de diesel par jour au sein de l'établissement). Si le diesel avait été utilisé pour alimenter tous les services actuellement pris en charge par la nouvelle solution d'énergie solaire, les émissions se seraient montées à plus de 2 341 kg éq. CO₂ par an.

- **Création d'emplois/écosystème des entreprises locales** : cette approche peut dynamiser les entreprises et la création d'emploi à l'échelon local, grâce à l'implication des entreprises locales d'énergie propre dans la conception, l'achat et la mise en œuvre des systèmes d'énergie solaire, la mobilisation des entreprises technologiques pour l'équipement médical et le recours à des techniciens locaux pour la maintenance et l'entretien réguliers du système (Fondation des Nations Unies et SEforALL, 2019).

L'amélioration de la prestation de services par le centre de santé peut par ailleurs encourager le recrutement et la rétention du personnel dans le secteur de la santé (IRENA, 2018).

Comme expliqué par la Fondation des Nations Unies et SEforALL dans leur rapport conjoint « Lasting impact : Sustainable off-grid solar delivery models to power health and education », les entreprises d'énergie propre jouent un rôle essentiel dans l'installation et la maintenance des systèmes d'énergie solaire. En Inde et en Afrique subsaharienne, l'installation et la maintenance des systèmes sont principalement le fait d'entreprises solaires privées, ce qui reflète les vastes possibilités offertes aux entreprises locales grâce à l'énergie propre par l'électrification des établissements de soins de santé. (Fondation des Nations Unies et SEforALL, 2019).

1.4. ÉTUDE D'UN CAS D'IMPLANTATION D'UNE SOLUTION ERD-SANTÉ À LA CLINIQUE WOLOBOUGOU

L'étude de cas présentée ci-dessous décrit la mise en œuvre pilote d'une solution d'ERD associée à un équipement sobre en énergie dans une clinique maternelle rurale au Burkina Faso. L'étude vise à fournir une démonstration concrète de l'approche précédemment décrite et de son impact sur le plan microéconomique.

Contexte

La Clinique Wolobougou a été créée en 2015 par Mme Honorine Soma. Elle est située à 15 km de la seconde plus grande ville du Burkina Faso, dans une zone rurale hors réseau. Elle fournit principalement des services de maternité et d'urgence, mais aussi des activités de prévention-promotion, notamment en matière de contraception et de dépistages/tests. L'équipe de Wolobougou dessert quelque 200 patients par mois : un tiers sont des femmes qui ont besoin de soins prénatals et d'un accouchement assisté, et un tiers sont des nourrissons souffrant de diarrhée, paludisme ou bronchite. La clinique offre aussi des soins d'urgence pour tous et des services de pharmacie. L'électrification de la clinique était essentielle pour assurer la qualité des services de santé et améliorer les conditions de travail du personnel.



© Flightseeing-Germany/Shutterstock.com

Solution

Exigences de charge	Charges de base : 14 lampes et 14 ventilateurs Équipement médical : échographe, lampe scialytique, tire-lait Pharmacie : stockage réfrigéré des vaccins et des médicaments Équipement administratif : imprimante, ordinateur portable et recharge mobile Bien-être du personnel : réfrigérateur et machine à café
Hypothèses	Heures d'ensoleillement : 5 heures par jour Consommation d'énergie maximale par jour : 6,04 kWh Autonomie : 2,5 jours
Conception du système solaire	Puissance maximale : 3 840 W Charges maximales pouvant être connectées : 1 785 W Tension du système : 48 V
Composants du système	Panneaux solaires (320 Wc, 24 V) : 12 unités Batterie (acide, 220 Ah, 12 V) : 8 unités Onduleur solaire (5 kVA, 4 kW, 48 V) : 1 unité

Impacts

- a. Le système d'énergie solaire a considérablement amélioré la qualité des services de santé. L'apport d'une énergie fiable permet à l'établissement d'éviter de prendre du retard dans les tâches administratives et les opérations médicales.
- b. Depuis que la clinique dispose d'un accès fiable à l'énergie, la qualité s'est améliorée et la fréquentation a considérablement augmenté. Le personnel rapporte que le nombre de patients est passé de 300 à 400 personnes par mois, soit une augmentation de 25 %, et le nombre d'accouchements a doublé, passant de quatre à huit par mois.
- c. La clinique Wolobougou est désormais en mesure d'éviter complètement de recourir à l'utilisation d'un groupe électrogène diesel, ce qui lui permet d'économiser environ 40 USD par mois.
- d. Le responsable administratif perdait environ deux heures par jour pour se rendre en ville et s'approvisionner en diesel ou en carburant. Ce temps désormais récupéré peut être réinvesti dans des tâches essentielles au sein des établissements de santé, tout en améliorant le confort et l'efficacité du personnel sanitaire.
- e. L'utilisation du système d'énergie solaire a permis d'éviter le rejet de 65 kg éq. CO₂ dans l'atmosphère tous les mois (calculé réalisé sur la base de 2,5 kg par litre).
- f. L'accès à une électricité fiable a amélioré le sentiment de sécurité et de confort pour le personnel soignant et les patients.



SYSTÈMES D'ÉNERGIES RENOUVELABLES DÉCENTRALISÉS BASÉS SUR L'ÉVALUATION POUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ AU BURKINA FASO

2.1 APPROCHE GLOBALE DE LA MISE EN ŒUVRE D'UN PROGRAMME ÉNERGIE-SANTÉ

Pour résoudre les problèmes énergétiques liés à la décentralisation des soins de santé de manière efficace et percutante, une approche intégrée est nécessaire. Il est impératif d'en finir avec les cloisonnements et de réunir les parties prenantes du secteur de la santé et de l'énergie durable pour garantir une compréhension nuancée des lacunes de chaque secteur et pouvoir travailler en étroite collaboration en vue de remédier à ces insuffisances sur le plan des connaissances, des techniques et des compétences.

La conception, la mise en œuvre et la gestion de solutions énergétiques pour la prestation de soins de santé sont guidées par un certain nombre de processus clés. Ces processus, qui sont détaillés dans ce chapitre, visent à garantir l'efficacité, l'efficacité et la durabilité des solutions développées et déployées dans le cadre de l'ODD3 et de l'ODD7. Ces processus sont conçus pour faire converger les compétences des secteurs de la santé et de l'énergie.



Installation de panneaux solaires à la Clinique Wolobougou, près de Bobo-Dioulasso, au Burkina Faso.

Photo : Fondation SELCO (2021).

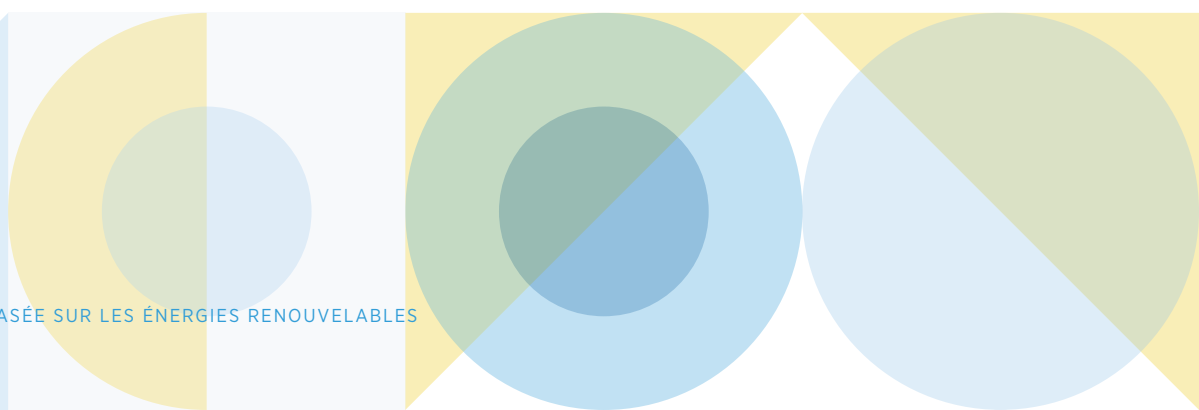
Le chapitre commence par un aperçu de chacune des étapes de l'approche pour une planification et une mise en œuvre efficaces du programme santé-énergie. Cette approche s'appuie sur les travaux de l'IRENA, de la Fondation SELCO et de ses partenaires sur les programmes d'interaction santé-énergie depuis 2019. Elle est structurée en cinq grandes étapes, avec quelques chevauchements. Le tableau ci-dessous présente la raison d'être et le résultat des activités mises en œuvre à chaque étape, qui doivent être transposées à plus grande échelle par les principales parties prenantes de l'écosystème afin de renforcer l'infrastructure de soins de santé existante en milieu rural.

Tableau 3 **Approche pour une planification et une mise en œuvre efficaces du programme santé-énergie**

#	Étape	Détails et motifs
1	Évaluation énergie-santé	<p>Résultat : compréhension claire des besoins énergétiques de l'établissement au regard de la situation spécifique en matière sanitaire, de la charge de morbidité et de la capacité en ressources humaines.</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprendre les besoins et les préoccupations à l'échelon local en matière sanitaire, y compris les lacunes dans les niveaux actuels de prestation de services de santé, les risques et considérations liés au climat, la capacité en ressources humaines, etc. Utiliser une approche participative et consultative rassemblant les parties prenantes de l'écosystème travaillant dans les secteurs de la santé et de l'énergie. <p>Par la compréhension des besoins et la charge de morbidité, il est possible de concevoir des équipements et un système énergétique qui soient en mesure de répondre aux besoins de soins de santé dans la région.</p> <p>Le fait de faire intervenir les parties prenantes des secteurs de la santé et de l'énergie favorise la création d'un fort sentiment de propriété durant la planification et permet de garantir une utilisation et une maintenance appropriées après la mise en œuvre.</p>
2	Conception et coût du système	<p>Résultat : Des modèles personnalisés de systèmes d'ERD sont élaborés à partir de l'évaluation réalisée et de devis obtenus auprès des entreprises locales d'énergie propre.</p> <ul style="list-style-type: none"> Développer la conception du système solaire décentralisé sur la base des lacunes énergétiques et des futurs besoins/services de santé identifiés par l'évaluation santé-énergie. (À partir des conceptions), estimer les coûts indicatifs du déploiement du système énergétique avec des appareils sobres en énergie. Ces coûts doivent inclure le matériel, le transport, l'installation, l'exploitation et la maintenance. <p>La mise au point de la conception du système met également en évidence les efforts déployés en matière d'efficacité en comparant les systèmes énergétiques avec et sans équipement médical et électrique sobre en énergie. Il veille à ce que le système tienne compte des heures d'ensoleillement et de l'autonomie en fonction du contexte régional, du nombre de jours de pluie, de l'éloignement de l'établissement, etc.</p> <p>En outre, il est ensuite nécessaire de procéder à l'établissement du coût des modèles de systèmes solaires, en consultant au moins trois entreprises locales différentes spécialisées dans les énergies propres.</p>
3	Achat et installation	<p>Résultat : Les systèmes énergétiques sont installés sur la base de lignes directrices applicables aux achats qui encouragent la qualité et la rapidité du service après-vente, et soutiennent les entreprises locales.</p> <ul style="list-style-type: none"> À partir de la conception, développer des lignes directrices en matière d'achat qui incluent des équipements sobres en énergie et garantissent la qualité des composants, de l'installation et des aspects maintenance et entretien du système énergétique

3	Achat et installation	<ul style="list-style-type: none"> Acquérir et installer les systèmes énergétiques et les équipements par l'intermédiaire d'entreprises locales spécialisées dans l'énergie et les technologies propres <p>Les lignes directrices en matière d'achat sont essentielles pour veiller à la qualité des composants et à la rapidité du service après-vente et de la maintenance, afin de garantir la durabilité à long terme de la solution. Ces lignes directrices pourraient également être en mesure de renforcer le tissu des entreprises locales dans le domaine de l'énergie et de la technologie ainsi que de stimuler l'emploi local.</p>
4	Propriété et maintenance	<p>Résultat : établir des modèles financiers et de propriété clairs et personnalisés qui garantissent la maintenance et la bonne utilisation du système énergétique.</p> <ul style="list-style-type: none"> Sur la base de l'évaluation initiale et des structures de propriété et des budgets des établissements de santé, élaborer un modèle de propriété visant à garantir la responsabilité de la maintenance du système énergétique Garantir des contrats de maintenance annuels entre les établissements de santé et des entreprises locales pour la maintenance et l'entretien ; allouer des ressources financières pour assurer la maintenance annuelle et le remplacement des batteries <p>L'institutionnalisation de la maintenance et de l'allocation de ressources à cet effet permet de mieux garantir la durabilité et l'utilisation du système d'énergies renouvelables décentralisé.</p>
5	Renforcement des capacités et formation	<p>Résultat : Le personnel possède les moyens d'utiliser les appareils médicaux pour la prestation des services ainsi que de gérer et assurer la maintenance du système énergétique.</p> <ul style="list-style-type: none"> Formation et renforcement des capacités du personnel soignant sur l'utilisation des équipements médicaux, qui peuvent également être intégrés dans des programmes départementaux réguliers de mise à niveau des compétences Formation du personnel à l'utilisation efficace des systèmes énergétiques ainsi qu'à son dépannage et à sa maintenance élémentaire Formation et soutien des techniciens locaux en vue de répondre aux besoins de maintenance et de remplacement les plus complexes <p>Cet aspect renforce également le sentiment de propriété des systèmes énergétiques ; il joue un rôle essentiel dans l'amélioration de la prestation des services, dans la mesure où le personnel soignant a davantage confiance dans l'utilisation des équipements. En favorisant une meilleure utilisation des systèmes énergétiques, la formation permet également d'améliorer les performances du système et de prolonger la durée de vie des actifs.</p>

Les sections suivantes de ce chapitre détaillent chaque étape de l'approche. Les conceptions de solutions d'ERD proposées pour les centres de santé publics du Burkina Faso ont été développées sur la base des informations recueillies à partir des données primaires et secondaires. Celles-ci ont émergé de la cartographie globale du paysage santé-énergie, des consultations réalisées auprès du personnel des Ministères de la santé et de l'énergie, et des évaluations primaires des établissements de santé. Il est à noter que sur la base des priorités recommandées par les Ministères (entre autres informations recueillies au cours de la période de consultation), des lignes directrices détaillées ont été mises au point pour la planification en matière de santé et d'énergie des centres de santé et de promotion sociale (CSPS). Les sections qui suivent décrivent le processus d'élaboration de ces lignes directrices et les hypothèses sous-jacentes à la conception du système, qui peuvent être appliquées à la définition de systèmes énergétiques destinés à d'autres types d'établissements de santé, comme les centres médicaux (CM), les centres hospitaliers régionaux (CHR) et les centres hospitaliers universitaires (CHU).



2.2. ÉVALUATION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES DU SYSTÈME DE SOINS DE SANTÉ BURKINABÈ

Les deux niveaux d'évaluation réalisés, à savoir les consultations primaires des représentants régionaux de la santé des cinq régions du pays et les évaluations menées dans les établissements de santé, ont permis d'identifier les détails essentiels à la conception d'une solution ERD pour les établissements du dernier kilomètre. L'évaluation sur le terrain des centres de l'échantillon a été réalisée par le personnel local au Burkina Faso, et les données de ces centres (la majorité d'entre eux étant des CSPS) ont été reçues pour le Centre-Est, le Centre, le Plateau central, les Hauts-Bassins, et le Nord. Après une séance de formation avec le personnel des secteurs de la santé et de l'énergie, une quarantaine de centres des cinq régions ont été évalués afin de comprendre les besoins de l'interaction santé-énergie.

Informations générales

La structure actuelle des CSPS suggère que les centres disposent principalement de quatre à six pièces, même si leur nombre peut varier entre cinq et huit, et que la majorité d'entre eux comprennent les installations suivantes : un dispensaire, un service de maternité, une pharmacie, un WC, un bloc administratif et trois autres pièces. Les conditions physiques et les dispositions relatives à l'installation de panneaux solaires varient d'une région à l'autre.

Charges de morbidité

Les consultations et les évaluations primaires avec les centres ont montré que certaines maladies sont répandues dans toutes les régions du pays. Parmi les affections que les CSPS doivent traiter le plus fréquemment figurent les maladies vectorielles comme le paludisme, les infections respiratoires telles que la pneumonie, les troubles néonataux, les maladies diarrhéiques et l'hypertension. La disponibilité de moyens appropriés pour le stockage des vaccins et des médicaments ainsi que d'installations de base est essentielle pour traiter ces maladies dans les CSPS. Les modèles de conception sont donc mis au point en tenant compte de ces charges de morbidité.

Priorité aux soins maternels

Le Ministère de la santé reconnaît la priorité de fournir des soins maternels et infantiles de qualité dans les établissements de santé du dernier kilomètre, comme en témoignent les efforts de modernisation des CSPS pour disposer d'une infrastructure permettant d'améliorer les soins prénatals et les accouchements dans les établissements.

Les représentants régionaux estiment que l'absence de moyens d'éclairage pour les accouchements (qui se font principalement à l'aide de lampes frontales) et d'une gestion pertinente des équipements faute de lignes directrices sont des problèmes majeurs qui pourraient être résolus par l'accès à l'énergie, à des technologies et à des modèles de propriété appropriés. La méfiance des mères à l'idée de se rendre au centre pendant la nuit a également été citée comme l'une des raisons de la baisse du nombre d'accouchements dans les établissements.

Les accouchements pris en charge dans les CSPS évalués varient de 50 à 700 par an, dont plus de 30 à 40 % ont lieu la nuit. Il est donc important que les lignes directrices en matière d'énergie et de santé tiennent compte de cette réalité et que les équipements médicaux, les infrastructures énergétiques et les ressources humaines soient affectés de manière à répondre à ce besoin. Compte tenu de ces éléments, le chapitre 2 présente une conception modulaire qui permet d'améliorer les infrastructures, des services de diagnostic de base aux postes de soins. De plus, il est à noter que les CSPS bénéficient de l'aide d'un personnel soignant communautaire. Ce personnel fournit des services de proximité et prend en charge les mères vulnérables des villages environnants. Des solutions mobiles telles que des kits de soins maternels fonctionnant à l'énergie solaire, associées à des stations de recharge de batteries dans les CSPS, ont également été prévues dans les projets, en cas de besoin.

Distance jusqu'à l'hôpital central le plus proche

Compte tenu de l'éloignement et de l'orographie difficile des zones rurales du Burkina Faso, ainsi que des problèmes de transport, l'initiative du gouvernement visant à renforcer les CSPS par des services vitaux est un aspect essentiel de la prestation de services de santé aux communautés burkinabè. Les évaluations ont montré que le CM (niveau suivant de spécialisation) le plus proche d'un CSPS varie entre 5 et 50 km, la moyenne étant de 15 à 20 km. Ainsi, dans la majorité des cas, le poste de soins le plus proche est le CSPS, aussi bien en milieu rural que dans les zones périurbaines. Les efforts du gouvernement visant à transformer les CSPS (pour décentraliser les services en vue d'un meilleur accès) en CM afin de fournir des services maternels et de laboratoire de qualité bénéficieraient grandement des solutions d'ERD. Il serait ainsi possible de renforcer les initiatives du pays destinées à améliorer l'accès universel aux soins de santé, et de réduire les coûts encourus par les communautés rurales et périurbaines pour se rendre dans les CM en vue de recevoir des soins intensifs.

Le bien-être du personnel est essentiel pour renforcer les CSPS

Dans les consultations primaires, des recommandations ont été formulées pour que l'accès du personnel du centre à un meilleur logement et à une énergie plus fiable soit considéré comme une priorité, dans la mesure où cela serait bénéfique à la situation globale des CSPS. Les plans des CSPS inclus dans les évaluations primaires montrent la présence de salles de repos pour le personnel dans les locaux de la clinique, et de bâtiments séparés pour l'hébergement de celui-ci. Le manque d'accès à l'énergie constitue toutefois un obstacle majeur à la sécurité et au confort du personnel qui doit séjourner dans ces installations. Ainsi, les modèles de conception des CSPS ont prévu un éclairage de base et des ventilateurs pour ces pièces. Une conception générique spécifique pour les logements du personnel a par ailleurs été ajoutée à l'Annexe 1.

Poids des risques climatiques sur la santé

Par sa position géographique, le Burkina Faso se caractérise par un climat tropical sec qui alterne entre une courte saison des pluies et une longue saison sèche. Cependant, en raison des conséquences des changements climatiques et de sa proximité avec le Sahara, le pays est confronté à de fortes variations saisonnières et annuelles, et est notamment exposé à des sécheresses chroniques, des inondations soudaines, des tempêtes et des épidémies dues aux changements climatiques. Les consultations primaires avec les représentants régionaux ont montré que la chaleur excessive, les inondations, les fortes tempêtes, la poussière et les pluies soudaines empêchent non seulement l'accès aux centres de santé, mais augmentent également la pression exercée sur les installations. Par conséquent, si les solutions d'ERD, qui leur permettent de fonctionner de manière indépendante, étaient implantées avec les moyens appropriés pour faire face aux effets de ces défis, le niveau du dernier kilomètre s'en trouverait renforcé.

2.3. CONCEPTION ET COÛT DU SYSTÈME

Conception du système

La conception du système d'ERD a été élaborée sur la base des besoins identifiés lors des évaluations et des détails recueillis dans le cadre des consultations, ainsi que des considérations suivantes.

- **Heures d'ensoleillement/heures d'ensoleillement nominal**

Le terme « heures d'ensoleillement nominal » désigne l'ensoleillement qu'un emplacement particulier recevrait si le soleil brillait à sa valeur maximale pendant un certain nombre d'heures (PV Education, 2022). Le rayonnement solaire nominal étant de 1 kilowatt par mètre carré, le nombre d'heures d'ensoleillement nominal est identique à l'ensoleillement journalier moyen. Pour l'élaboration de ce document, le nombre d'heures d'ensoleillement pris en compte est de quatre en raison de l'emplacement géographique et des conditions climatiques du pays dans la région tropicale, avec des heures d'ensoleillement nominal moyennes variant de quatre à cinq heures par jour (Banque mondiale, 2020).

- **Jours d'autonomie**

Les jours d'autonomie correspondent au nombre de jours pendant lesquels la charge peut fonctionner sans aucun apport solaire. Sa valeur est importante, car le système doit disposer d'une réserve de charge suffisante pour pouvoir fonctionner, même en cas de mauvais temps un jour donné (Site web de PV Education).

Pour les CSPS, une autonomie de trois jours a été envisagée (en raison de la probabilité plus élevée de se trouver dans des zones ayant un accès très faible ou inexistant à l'électricité).

Pour les CM, CHR et CHU, l'autonomie considérée a été de deux jours (car les zones où ils se trouvent bénéficient souvent d'un accès plus fiable à l'électricité).

Malgré les hypothèses figurant ci-dessus, qui ont été formulées aux fins du présent document, il est recommandé de concevoir, en fonction des besoins, des modèles personnalisés pour des zones géographiques spécifiques.

Les conceptions reprises aux Figures 4 à 7 concernent le dimensionnement du système. Toutefois, la capacité de chaque composant, y compris la taille de chaque batterie/panneau, doit tenir compte de la disponibilité et de l'accès à de telles spécifications sur le marché local (ainsi qu'à l'entretien et à la fourniture de pièces de rechange). Il faut également tenir compte de façon appropriée des exigences en termes de sécurité et de la prévention des vols. Des dispositions supplémentaires, comme l'existence de locaux séparés pour placer les batteries et les composants énergétiques sous clé ou la définition de responsabilités spécifiques confiées au personnel de l'établissement, peuvent également contribuer à limiter les risques de vol.

- **Conceptions basées sur les suggestions actuelles et futures**

La structure actuelle des CSPS suggère que les centres disposent principalement de quatre à six pièces, mais dans certains cas, leur nombre peut varier entre cinq et huit, et que la majorité d'entre eux comprennent les installations suivantes : un dispensaire, un service de maternité, une pharmacie, un WC, un bloc administratif et trois autres pièces.

Les modèles de conception du système sont élaborés sur la base des principales exigences dictées par le Ministère, ainsi que par les services de base des CSPS. Les principales options prises en compte dans les modèles de conception sont les suivantes :

La conception de base prend en compte les luminaires, les ventilateurs, les prises de recharge mobile, les imprimantes et l'éclairage extérieur du fait de l'éloignement et de la non-disponibilité du réseau dans les alentours, de nombreux centres CSPS étant situés dans des endroits mal éclairés. L'une des principales exigences qui ont émergé des consultations était d'améliorer la sûreté et la sécurité des abords en prévoyant un éclairage extérieur des centres. Ainsi, deux luminaires extérieurs sont prévus dans la conception pour créer un meilleur environnement pour les patients. Leur quantité doit être déterminée en fonction des besoins des CSPS.

Il convient de souligner que le recours à la télémédecine est subordonné à une connexion Internet fiable. Pour garantir la fiabilité de l'accès, il est recommandé de se connecter auprès des autorités publiques compétentes et de distributeurs de réseaux Internet privés.

Option 1 (Diagnostic de base + téléconsultation) :

Cette option tient compte de l'équipement nécessaire pour les services de téléconsultation. Le Ministère de la santé souhaite en effet ajouter cette possibilité pour que les infirmières et le personnel des CSPS puissent bénéficier de l'aide des médecins et spécialistes d'autres centres. Pour cette raison, les conceptions de charge incluent également des équipements tels que des ordinateurs portables et des dispositifs mobiles.

Option 2 (Diagnostic de base + téléconsultation + soins maternels) :

En outre, compte tenu du rôle des CSPS en tant que postes de soins maternels et infantiles importants, cette option de conception du système et de l'équipement prévoit des équipements maternels clés, comme des chauffages radiants, des tire-lait, des projecteurs et des kits de maternité.

Option 3 (Diagnostic de base + téléconsultation + soins maternels + réfrigérateur pour le stockage de médicaments) :

Cette option de conception ajoute un réfrigérateur pour le stockage des médicaments (actuellement présent dans certains CSPS) aux charges précédentes.

Option 4 (Diagnostic de base + téléconsultation + soins maternels + vaccination) :

Cette option prévoit une solution efficace de stockage réfrigéré des vaccins grâce à un système solaire séparé associé à l'unité. Cela permettrait aux CSPS de stocker les vaccins nécessaires en fonction de la charge de morbidité observée dans les régions.

Modèles de conception pour les CSPS

Sur la base des évaluations et des considérations précédentes, les modèles de conception recommandés pour les CSPS sont les suivants. Comme déjà mentionné, les conceptions se basent sur les besoins actuels et futurs des centres selon les recommandations du Ministère en fonction des évaluations et des consultations détaillées qui ont été menées sur les CSPS. Pour les établissements de santé d'autres niveaux, comme les CM, CMU, CHR et CHU, des modèles de conception ont été élaborés à partir de l'analyse d'informations secondaires étayées par les apports des consultations.

Figure 4 **Modèles de conception de systèmes d'ERD pour les CSPS**

CSPS	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4
Services pris en considération	Diagnostic de base (scénario actuel) + téléconsultation	Diagnostic de base + téléconsultation + soins maternels	Diagnostic de base + téléconsultation + soins maternels + réfrigérateur pour le stockage de médicaments	Diagnostic de base + téléconsultation + soins maternels + vaccination)
Équipement pris en considération dans toutes les conceptions selon le scénario actuel pour le diagnostic de base	Luminaires, ventilateurs, prises de recharge mobile, imprimante, éclairage extérieur			
Équipement pris en considération en plus du précédent pour le service supplémentaire	Équipement de téléconsultation	Équipement de téléconsultation, 1 chauffage pour bébé, 1 tire-lait, 1 projecteur	Équipement de téléconsultation, 1 chauffage pour bébé, 1 tire-lait, 1 projecteur, 1 réfrigérateur	Équipement de téléconsultation, 1 chauffage pour bébé, 1 tire-lait, 1 projecteur, 1 unité de stockage réfrigéré des vaccins
Pièces et charges	3 pièces + 1 dispensaire + 1 service de maternité + 1 WC (9 luminaires + 5 ventilateurs + 2-3 prises de recharge mobile + 1 ordinateur portable + 1 imprimante + Wi-Fi + 2 éclairages extérieurs)	3 pièces + 1 dispensaire + 1 service de maternité + 1 WC (10 luminaires + 5 ventilateurs + 2-3 prises de recharge mobile + 1 ordinateur portable + 1 imprimante + Wi-Fi + 2 luminaires extérieurs + 1 chauffage pour bébé + 1 tire-lait + 1 projecteur)	3 pièces + 1 dispensaire + 1 service de maternité + 1 WC (10 luminaires + 5 ventilateurs + 2-3 prises de recharge mobile + 1 ordinateur portable + 1 imprimante + Wi-Fi + 2 luminaires extérieurs + 1 chauffage pour bébé + 1 tire-lait + 1 projecteur) + Réfrigérateur	3 pièces + 1 dispensaire + 1 service de maternité + 1 WC (10 luminaires + 5 ventilateurs + 2-3 prises de recharge mobile + 1 ordinateur portable + 1 imprimante + Wi-Fi + 2 luminaires extérieurs + 1 chauffage pour bébé + 1 tire-lait + 1 projecteur) + (Réfrigérateur Solar Direct Drive de 58 l pour vaccins)
Conception du système solaire	1,5 kWc, 400 Ah, 48 V	2,4 kWc, 400 Ah, 48 V	3,2 kWc, 200 Ah, 96 V	2,4 kWc, 400 Ah, 48 V et (1 kWc Solar Direct Drive pour vaccins)

Modèles de conception pour les CM/CMA

Ci-dessous se trouvent plusieurs options envisagées pour utiliser l'énergie solaire comme source d'énergie pour les CMA (centre médical avec antenne chirurgicale), qui couvrent essentiellement les services de soins de santé primaires (SSP) (activités curatives, activités préventives, activités de promotion et activités de soutien) et l'assistance aux soins personnels (ASP) (chirurgie, consultation médicale paraclinique, généralisée et spécialisée).

Figure 5 Modèles de conception de systèmes d'ERD pour les CM/CMA

	Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution 4	Solution 5
CMA	Éclairage de base	Éclairage de base et ventilateurs	Éclairage de base, ventilateurs et charges médicales critiques	Système onduleur principal pour les charges critiques	Système onduleur principal pour un CMA idéal
Équipement (sobriété en énergie)	Luminaires seuls	Luminaires + ventilateurs + prises de recharge mobile	Luminaires + ventilateurs + prises de recharge mobile + salle de travail + salle de vaccination + pharmacie + SSA (service de soins ambulatoires) + laboratoire WC, cuisine, couloir	Luminaires + ventilateurs + prises de recharge mobile + salle de travail + salle de vaccination + pharmacie + SSA WC, cuisine, couloir	Luminaires + ventilateurs + prises de recharge mobile + salle de travail + salle de vaccination + pharmacie + SSA laboratoire WC, cuisine, couloir
Nb. de pièces et charges	8 pièces 10 luminaires (1 à 6 heures) (système à courant continu [CC])	8 pièces 10 luminaires (1 à 6 heures) 5 ventilateurs (3 à 4 heures) (système CC)	8 pièces 10 luminaires (1 à 6 heures) 5 ventilateurs (3 à 4 heures) (système CC) Chauffage pour bébé + tire-lait + projecteur + centrifugeuse + microscope + réfrigérateur (système à courant alternatif [CA])	7 pièces 10 luminaires (1 à 6 heures) 5 ventilateurs (3 à 4 heures) Chauffage pour bébé + tire-lait + projecteur + réfrigérateur (système CA)	8 pièces 10 luminaires (1 à 6 heures) 5 ventilateurs (3 à 4 heures) Chauffage pour bébé + tire-lait + photothérapie + projecteur + centrifugeuse + microscope + réfrigérateur (système CA)
Système solaire	(150 Wc, 150 Ah, 12 V Système CC - 3 jours d'autonomie) 1 unité	(400 Wc, 400 Ah, 12 V Système CC - 3 jours d'autonomie) 1 unité	(400 Wc, 400 Ah, système 12 V CC - 3 jours d'autonomie) 1 unité (1,2 kWc, 200 Ah, 48 V - Système CA - 2 jours d'autonomie) 1 unité	(1,5 kWc, 200 Ah, 48 V - Système CA - 2 jours d'autonomie) 1 unité	(1,8 kWc, 240 Ah, 48 V - Système CA - 2 jours d'autonomie) 1 unité

Modèles de conception pour les CHR

Ci-dessous sont indiquées plusieurs options envisagées pour utiliser l'énergie solaire comme source d'énergie pour les CHR, qui couvrent les services de SSP, l'ASP et les soins préspecialisés.

Figure 6 Modèles de conception de systèmes d'ERD pour les CHR

Burkina Faso CHR	Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution 4	Solution 5
	Éclairage de base	Éclairage de base et ventilateurs	Éclairage de base, ventilateurs et charges médicales critiques	Système onduleur principal pour les charges critiques	Système onduleur principal pour un CMA idéal
Équipement (sobre en énergie)	Luminaires seuls	Luminaires + ventilateurs + prises de recharge mobile	Luminaires + ventilateurs + prises de recharge mobile + salle de travail + salle de vaccination + salle de chirurgie mineure (BO) + service pour hommes et femmes + laboratoire + vestiaire + cabinet médical + infirmerie + salle de réfrigération + salle d'attente + réserve + accueil + bureau d'administration + salle de télémedecine + WC, couloir, entrée	Luminaires + ventilateurs + prises de recharge mobile + salle de travail + salle de vaccination + salle de chirurgie mineure (BO) + service pour hommes et femmes + laboratoire + vestiaire + cabinet médical + infirmerie + salle de réfrigération + salle d'attente + réserve + accueil + bureau d'administration + salle de télémedecine + WC, couloir, entrée	Luminaires + ventilateurs + prises de recharge mobile + salle de travail + salle de vaccination + salle de chirurgie mineure (BO) + service pour hommes et femmes + laboratoire + vestiaire + cabinet médical + infirmerie + salle de réfrigération + salle d'attente + réserve + accueil + bureau d'administration + salle de télémedecine + WC, couloir, entrée
Nb. de pièces et charges	22 pièces 33 luminaires (1 à 6 heures) (système CC)	22 pièces 33 luminaires (1 à 6 heures) 15 ventilateurs (3 à 6 heures) (système CC)	22 pièces 33 luminaires (1 à 6 heures) 15 ventilateurs (3 à 6 heures) (système CC) Chauffage pour bébé + tire-lait + projecteur + centrifugeuse + microscope + réfrigérateur + congélateur + réfrigérateur médical (ILR) + imprimante portable (système CA)	22 pièces 33 luminaires (1 à 6 heures) 15 ventilateurs (3 à 6 heures) Chauffage pour bébé + tire-lait + projecteur + centrifugeuse + microscope + réfrigérateur + congélateur + ILR + imprimante portable (système CA)	22 pièces 33 luminaires (1 à 6 heures) 15 ventilateurs (3 à 6 heures) Chauffage pour bébé + tire-lait + projecteur + centrifugeuse + microscope + réfrigérateur + congélateur + ILR + imprimante portable (système CA)
Système solaire	(300 Wc, 300 Ah, 12 V Système CC – 3 jours d'autonomie) 2 unités	(400 Wc, 400 Ah, 12 V Système CC – 3 jours d'autonomie). 3 unités	(400 Wc, 400 Ah, système 12 V CC – 3 jours d'autonomie) 3 unités (2,97 kWc, 300 Ah, Système 48 V CA – 2 jours d'autonomie) 1 unité	(2,97 kWc, 360 Ah, 48 V – Système CA – 2 jours d'autonomie) 2 unités	(6 kWc, 300 Ah, Système 96 V – CA – 2 jours d'autonomie) 1 unité

Modèles de conception pour les CHU

Ci-dessous figurent plusieurs options envisagées pour utiliser l'énergie solaire comme source d'énergie pour les CHU, qui couvrent les services de SSP, l'ASP et les soins préspecialisés.

Figure 7 Modèles de conception de systèmes d'ERD pour les CHU

Burkina Faso CHU	Solution 1			Solution 2			Solution 3	Solution 4
	Éclairage			Luminaires et ventilateurs			Bloc opératoire	Salle de travail et chaîne du froid
Équipement (charges sobres en énergie)	Luminaires seuls			Luminaires + ventilateurs + prises de recharge mobile			Luminaires + ventilateurs + prises de recharge mobile	Luminaires + ventilateurs + prises de recharge mobile
Liste des équipements/ appareils.	49 pièces x 169 luminaires			49 pièces x 169 luminaires + 24 ventilateurs + 5 ventilateurs d'extraction + 1 ventilateur sur pied			28 pièces x 109 luminaires + 12 ventilateurs + 4 ventilateurs d'extraction réfrigérateur, purificateur d'eau, chauffage pour bébé, projecteurs, climatiseurs, tire-lait, appareils de cautérisation, table d'opération, défibrillateur, destructeur d'aiguilles, moniteur de laparoscopie, oxymètre de pouls	6 pièces x 17 luminaires + 5 ventilateurs + 5 ventilateurs d'extraction + 1 ventilateur sur pied. ILR, chauffage pour bébé, concentrateur d'oxygène, tire-lait, climatiseur, congélateurs
Heures d'utilisation	Utilisation régulière	8 heures max/jour	4 heures max/jour	Utilisation régulière	8 heures max/jour	4 heures max/jour	Utilisation régulière	Utilisation régulière
Conception du système solaire	(7,5 kWc, 200 Ah à 240 V, 10 kVA, 240 V) 2 unités	(4,5 kWc, 360 Ah à 96 V, 6 kVA, 96 V) 2 unités	(4,5 kWc, 360 Ah à 96 V, 6 kVA, 96 V) 1 unité	(10 kWc, 300 Ah à 240 V, 12,5 kVA, 240 V) 2 unités	(5,94 kWc, 360 Ah à 120 V, 7,5 kVA, 120 V) 2 unités	(5,94 kWc, 360 Ah à 120 V, 7,5 kVA, 120 V) 1 unité	(12 kWc, 400 Ah à 240 V, 20 kVA, 240 V) 2 unités	(12 kWc, 400 Ah à 240 V, 20 kVA, 240 V) 1 unité

Coût du système

Le coût détaillé des modèles de conception, qui correspond aux CSPS, peut se ventiler de la manière suivante :

- Coût du système (CAPEX) : Coût des composants du système (panneaux solaires, batteries, onduleur, régulateur de charge, câblage, structure de montage, etc.), coûts d'installation et de mise en service. Le coût du transport n'est pas pris en compte, car il varie fortement en fonction de la situation géographique, de la proximité de Ouagadougou (la capitale, où se trouve la majorité des fournisseurs) et de l'accessibilité à la région.
- Coût d'exploitation et maintenance : le coût calculé considère une période de dix ans, à raison d'une visite d'entretien tous les trois mois. Les tempêtes de sable étant fréquentes dans la région, il est impératif de nettoyer régulièrement les panneaux et les batteries, ce qui oblige les installateurs locaux à se rendre souvent dans les centres.
- Coût de remplacement des batteries : Les batteries au plomb-acide (prises en compte dans les conceptions du présent document) sont garanties cinq ans ; en fonction de son utilisation et de son entretien, la durée de vie d'une batterie au plomb-acide peut être prolongée jusqu'à sept ou huit ans. Sur une période de dix ans, le coût considéré correspond à un seul remplacement de batterie.
- Coût de l'équipement (non inclus) : étant donné que les modèles recommandés comprennent des équipements médicaux tels que des chauffages pour bébés, des tire-lait et des solutions de chaîne du froid comme des réfrigérateurs pour vaccins, des luminaires sobres en énergie, des ventilateurs, des ordinateurs portables et des solutions d'accès à l'Internet, le coût global du programme doit également inclure ces aspects. Il convient de noter que les prix indiqués ci-dessous n'incluent pas ces coûts et qu'il est donc recommandé de procéder à une étude de marché plus localisée.

En outre, l'inflation constatée à partir de début 2022 sur les prix de l'énergie a été prise en compte et incorporée dans la dernière ligne de la tarification ci-dessous, à raison d'une majoration moyenne de 20 % du coût initial. Les entretiens avec les entrepreneurs locaux spécialisés dans les énergies propres font état d'une augmentation de prix moyenne de 15 % pour les panneaux solaires photovoltaïques et des batteries, 30 % pour les onduleurs solaires et 20 % pour le transport.

Figure 8 **Modèles de conception de systèmes d'ERD et coûts pour les CSPS**

Conceptions et exigences du système	Option 1 : 1,5 kWc, 48 V	Option 2 : 2,4 kWc, 48 V	Option 3 : 3,2 kWc, 96 V
Nombre de panneaux solaires	260 Wc, 6 unités	260 Wc, 9 unités	320 Wc, 10 unités
Nombre de batteries	200 Ah, 8 unités	200 Ah, 8 unités	200 Ah, 8 unités
Capacité de l'onduleur	2 kW, 2,5 kVA, 48 V	3 kW, 3,5 kVA, 48 V	4 kW, 5 kVA, 96 V
Fourniture des équipements solaires + coût d'installation	5 250 USD	5 770 USD	6 300 USD
Coût du transport dans le pays	Dépend de la distance, de la saison et du nombre d'établissements (économies d'échelle)		
Pièces de rechange pendant 10 ans (Remplacement des batteries)	2 800 USD	2 800 USD	2 800 USD
Surveillance à distance matériel avec réseau 3G	Non disponible dans certains pays, par manque d'accès et en raison du coût élevé de la connexion à Internet		
Exploitation et maintenance tous les 3 mois pendant 10 ans	1 800 USD	1 800 USD	2 000 USD
Estimation totale des coûts 2021 (coûts moyens initiaux en 2021)	9 900 USD	10 400 USD	11 000 USD
Coût estimé 2021 (Rupture de composants)	CAPEX : 5 250 USD Exploitation et maintenance : 180 USD/an Remplacement : 2 800 USD	CAPEX : 5 770 USD Exploitation et maintenance : 180 USD/an Remplacement : 2 800 USD	CAPEX : 6 300 USD Exploitation et maintenance : 200 USD/an Remplacement : 2 800 USD
Estimation totale des coûts 2022 (y compris +20 % d'inflation en 2022)	11 880 USD	12 480 USD	13 200 USD

Notes : Les options mentionnées ici proviennent des modèles de conception décrits à la section 2.3 et ne sont fournies qu'à titre indicatif.

L'augmentation des estimations de coûts pour 2022 est basée sur les informations fournies par les entreprises locales d'énergie propre implantées dans le pays.

Au-delà de l'inflation, le prix peut varier de 10 à 20 %, en fonction des coûts de transaction et des zones géographiques. Il convient de préciser que le coût indicatif mentionné pour chacune des conceptions est une estimation qui repose en grande partie sur le scénario actuel (juin 2022).

Autres recommandations pour la conception du système solaire

Ci-dessous sont exposées un certain nombre de considérations et de recommandations clés destinées à optimiser la conception d'une solution d'énergie solaire décentralisée tout en tenant compte des exigences en matière d'efficacité énergétique et de soins de santé.

- i. Conceptions modulaires au niveau des établissements de santé :** Il est recommandé que les autres types d'établissements de santé, à l'instar des CSPS, fassent l'objet d'une conception modulaire détaillée, comme le prévoit le Plan national de développement sanitaire publié en 2016 par le Ministère de la santé du Burkina Faso. Une plus grande précision des lignes directrices applicables à l'équipement médical essentiel en fonction des services et des ressources humaines alloués, ainsi que ses spécifications, aiderait également les autorités à mieux assurer l'intégration entre services de santé, ressources humaines, appareils et énergie solaire.
- ii. Personnalisation du système d'énergie solaire pour une meilleure optimisation :** Le système modulaire dont la conception est décrite en détail à la section précédente du rapport est normalisé, mais il peut être rendu plus robuste et plus fiable par la prise en compte de facteurs locaux, lesquels requièrent une formation approfondie du personnel technique et d'évaluation. Ces facteurs sont, entre autres, les suivants :

- **Horaires d'ouverture des différents services et charge de morbidité** : les charges et leur caractère critique sont identifiés en fonction des services de santé qui seront proposés. La consommation d'énergie totale, basée sur la fréquentation ou la population desservie par rapport à la durée d'utilisation active des appareils de santé.
- **Charges critiques et non critiques** : les conceptions peuvent être personnalisées à l'échelon local sur la base des catégories suivantes :
 - Charges médicales critiques, à savoir celles qui peuvent avoir des conséquences médicales graves si elles ne sont pas disponibles à certains moments critiques (chauffage pour bébés, photothérapie, éclairage BO, etc.), et celles qui ont besoin d'une énergie fiable pour fonctionner en continu sans interruption (ILR, congélateurs pour le stockage des vaccins, etc.) et de maintenir une température spécifique à tout moment, au risque d'entraîner la détérioration des vaccins.
 - Les luminaires, la télévision, les imprimantes sont définis comme des charges consommatrices et peuvent être hiérarchisés en fonction des besoins de l'établissement de santé local.
- **Terrain, géographie et infrastructure de transport** : selon le terrain et la facilité d'accès à l'établissement de santé, les systèmes d'énergie solaire peuvent être conçus avec une batterie de plus grande capacité, afin d'avoir une plus grande autonomie. Cette autonomie est également nécessaire dans les zones caractérisées par de longues périodes pluvieuses ou nuageuses et des heures d'ensoleillement limitées.
- **Plusieurs systèmes à l'échelon local** : il est recommandé de ne pas connecter toutes les charges d'un établissement de santé à une seule batterie. La division du banc de batteries en plusieurs groupes permet d'accroître la fiabilité de l'ensemble du système. Ainsi, même si certaines tombent en panne, les autres fonctionneront. Ce genre de conception est essentiel dans les zones reculées, où le personnel technique peut mettre du temps à se rendre sur place pour réparer.

Il convient également de souligner que dans les établissements de santé où un système solaire est déjà en place, des efforts doivent être déployés pour l'intégrer au nouveau, en respectant les spécifications mentionnées dans le présent document.

iii. Caractère critique des appareils sobres en énergie : le facteur qui explique que les coûts énergétiques d'un établissement de santé local sont souvent élevés est la consommation d'énergie de la plupart des appareils, qu'ils soient critiques ou non. L'inefficacité des appareils est à l'origine non seulement d'une hausse de la consommation de diesel, mais aussi d'une augmentation des besoins en énergie solaire au-delà de ce qui est réellement nécessaire. Il est donc fortement recommandé de remplacer les appareils à haute consommation par des appareils sobres en énergie, en vue de réduire les coûts des systèmes solaires. Une étude menée par la Fondation SELCO en 2018 montre qu'il est possible d'améliorer l'efficacité de 40 à 60 %, ce qui permet de réaliser des économies.

Une conception intégrant des appareils sobres en énergie permet de réduire le coût annuel de la maintenance et de l'entretien, qui pourrait représenter 2 à 5 % du coût du système, ainsi que le coût de remplacement de la batterie (tous les cinq à sept ans), qui correspond à environ 35 à 40 % du coût total du système.



RENFORCER L'ÉCOSYSTÈME POUR GARANTIR L'ALIMENTATION ÉNERGÉTIQUE DES SOINS DE SANTÉ AU BURKINA FASO

Parallèlement à la conception du système, il est essentiel de prendre en compte l'efficacité énergétique de l'environnement bâti. Une conception inefficace des bâtiments entraîne une utilisation accrue des appareils d'éclairage en journée et des mesures actives de refroidissement (comme les ventilateurs, les refroidisseurs, les climatiseurs) pour garantir le confort thermique, en particulier dans les régions soumises à de fortes chaleurs. Ceci augmente encore davantage la consommation d'énergie de l'établissement. La conception d'un environnement bâti sobre en énergie peut permettre d'économiser 40 à 80 % de la consommation d'énergie lorsqu'elle est associée à des appareils sobres en énergie (Fondation SELCO, 2021a). Ci-dessous sont présentées un certain nombre de recommandations de base pour un environnement bâti sobre en énergie. Des recommandations pratiques ont été ajoutées à l'Annexe 3.

i. Amélioration des infrastructures de base pour l'installation de systèmes énergétiques : pour que les composants du système énergétique décentralisé puissent être installés et gérés correctement, l'infrastructure de base de l'établissement, comme la toiture et les murs, doit être en bon état. Les évaluations primaires indiquent que bien souvent, les CSPS auraient besoin de combler les lacunes de leur infrastructure physique pour pouvoir installer et gérer efficacement les systèmes, par exemple en renforçant le toit pour rendre possible l'installation des panneaux solaires, en prévoyant une pièce étanche pour le stockage des batteries ou en renforçant les murs et en ajoutant tout le nécessaire pour permettre l'installation des câbles et des boîtiers.

ii. Amélioration de la conception de l'environnement bâti pour les établissements de santé : les établissements qui n'utilisent pas de matériaux adaptés au climat ou dont les plans sont mal conçus nuisent également au rétablissement des patients ainsi qu'au bien-être et à la productivité du personnel soignant. Il apparaît de plus en plus clairement que la conception de bâtiments sobres en énergie, associée à des appareils économes alimentés par des sources d'énergie propres, peut entraîner une réduction considérable de la consommation d'énergie. Par exemple, un bâtiment bien conçu avec une bonne ventilation naturelle réduit le besoin de ventilateurs. Ceci, associé à des appareils sobres en énergie et à des technologies de refroidissement et d'éclairage fonctionnant à l'énergie solaire, pourrait rendre les établissements de santé particulièrement résilients et économes en énergie.

- **Pour les établissements existants,** les améliorations apportées à l'environnement bâti pourraient inclure des rénovations et modifications visant à intégrer une toiture froide, une meilleure ventilation ou un meilleur éclairage naturel, ou encore des matériaux qui viennent renforcer l'isolation des murs.
- **Pour les nouveaux établissements,** compte tenu du projet du Ministère de la santé d'étendre les services et d'augmenter le nombre de CSPS, il serait extrêmement bénéfique de veiller, dès le départ, à ce que la conception et la construction de l'environnement bâti tiennent compte des questions d'éclairage, de ventilation, de confort thermique et de contrôle de la température par l'emploi de matériaux de construction appropriés, l'application de lignes directrices pour la conception du fenêtrage, la mise en place de dispositifs d'ombrage et d'appareils complémentaires sobres en énergie (Fondation SELCO, 2021c).
- **Dans les salles de travail et les installations** destinées aux femmes et aux soins maternels, les considérations de genre sont tout aussi importantes pour structurer l'espace afin de garantir la sécurité, l'hygiène et la régulation de la température, dans le cadre de services comme les bilans de santé, les accouchements ou les soins de suivi.

3.1. ACHAT ET INSTALLATION

Une fois les modèles de conception établis et le budget alloué au programme défini, il faudra lancer les processus d'installation, tant pour les solutions d'ERD que pour les équipements médicaux.

Identification des fournisseurs pour les ERD et l'achat d'équipements solaires et médicaux

Les fournisseurs de l'installation des systèmes d'énergie solaire et des équipements médicaux sobres en énergie peuvent être identifiés par un processus d'appel d'offres. L'appel d'offres doit définir les spécifications de l'équipement médical conformément aux lignes directrices nationales et à celles de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), en gardant à l'esprit la question de l'efficacité énergétique. Les spécifications peuvent ensuite être examinées par des experts en santé, en efficacité énergétique, etc. Il est également suggéré que le Ministère de l'énergie lance un ou plusieurs programmes visant à promouvoir l'établissement de normes d'efficacité énergétique pour les équipements médicaux.

La sélection définitive des fournisseurs peut se faire conformément aux lignes directrices du Ministère de la santé en matière d'achat par appel d'offres. Comme il est possible que les équipements ne soient pas disponibles sur place, auquel cas ils devront être achetés auprès de fournisseurs étrangers, il est essentiel de donner au personnel local les capacités techniques suffisantes pour prendre en charge l'entretien et la maintenance.

Critères de sélection des vendeurs/fournisseurs

Les acteurs chargés de la mise en œuvre des solutions énergie-santé, qu'il s'agisse d'entreprises énergétiques, d'agences de construction ou d'entrepreneurs locaux, jouent un rôle extrêmement important dans le fonctionnement d'un système. Le gouvernement du Burkina Faso a déjà pris des initiatives en vue d'installer des solutions d'ERD pour les établissements de santé. Il existe toutefois la possibilité de renforcer l'utilisation et les performances de ces systèmes. Le renforcement des systèmes autour de la maintenance (notamment pour le remplacement des batteries ou la fourniture de pièces détachées) dans ces sites reculés peut améliorer la durabilité de l'infrastructure santé-énergie qui est mise en place.

Dans le processus de sélection du fournisseur, il est également suggéré d'intégrer un certain nombre de critères, comme les suivants :

- la preuve de la présence locale du fournisseur (soit directement, soit par l'intermédiaire d'agences techniques locales associées), faisant état de sa capacité à fournir un service de qualité en temps voulu dans la zone du projet ;
- la disponibilité d'une chaîne d'approvisionnement locale pour les pièces de rechange destinées à l'entretien et à la maintenance ;
- les performances antérieures du fournisseur en ce qui concerne la conception, l'installation et les services post-installation, en particulier dans le cadre de projets similaires d'énergie rurale décentralisée.

La voie à suivre pour cartographier et renforcer la chaîne d'approvisionnement locale en composants solaires et équipements médicaux sobres en énergie

- i. Cartographie et évaluation comparative des technologies :** dans un premier temps, il serait essentiel d'examiner et de comparer les technologies applicables aux soins de santé au Burkina Faso. Cette étude devrait porter sur les composants du système énergétique, les modèles d'équipements électriques et médicaux et les besoins en matière de soins de santé dans le pays. L'analyse comparative doit tenir compte de l'efficacité, de la qualité et du prix des appareils, ainsi que cartographier les entreprises.

ii. Chaînes d’approvisionnement et réseaux après-vente : l’extension du programme de déploiement des ERD dans les établissements de santé nécessiterait un écosystème solide de fournisseurs de composants solaires et d’équipements médicaux sobres en énergie. Une cartographie des fournisseurs de systèmes énergétiques et d’appareils médicaux et électriques sobres en énergie devrait également être réalisée. Cet exercice aiderait à comprendre la chaîne d’approvisionnement au Burkina Faso et dans la sous-région voisine de l’Afrique de l’Ouest.

Sur la base de cette cartographie, les fournisseurs peuvent être identifiés et épaulés en vue de mettre en place un réseau solide de service après-vente dans tout le pays pour l’entretien et la réparation des équipements. Les recommandations précisent en outre que les premiers projets pilotes impliqueraient l’importation de technologies dans le pays. Dans de tels cas, le processus d’achat devrait prévoir des mesures qui tiennent compte du réseau local d’entretien et de la disponibilité des pièces détachées.

3.2. PROPRIÉTÉ, MAINTENANCE ET SURVEILLANCE

Élaborer un modèle de propriété clair

Il est essentiel d’intégrer un modèle de propriété décentralisée au niveau du centre ou de la structure de gouvernance locale pour les solutions et les équipements d’ERD, car il s’agit de la seule manière d’exploiter et d’assurer la maintenance des systèmes de façon durable sur le long terme. Une fois les installations terminées, il suffit essentiellement d’effectuer une maintenance régulière et annuelle pour assurer la pérennité des systèmes. À cette fin, le personnel du centre de santé et les membres de la communauté doivent être formés par le technicien aux notions techniques de base ainsi que d’exploitation et de maintenance des systèmes, conformément à l’Annexe 2.

Institutionnalisation des activités d’exploitation et de maintenance

Il est recommandé de mettre en place, dans chaque région, une cellule d’exploitation et de maintenance dédiée, capable d’assurer un suivi régulier des performances de tous les systèmes installés et de fournir des services de réparation et de maintenance en cas de besoin dans leur domaine de responsabilité. Il est par ailleurs essentiel d’intégrer une procédure reposant sur des contrats de maintenance annuelle pour les services installés par les entreprises locales, comprenant une option de remplacement de la batterie au bout de cinq ans ou en cas de dysfonctionnement.

Il est important de dégager des ressources affectées à la maintenance des systèmes, soit par le biais de fonds non liés provenant des structures de gouvernance locales ou régionales, soit en incluant cette maintenance dans les contrats d’installation conclus avec les entreprises. Les modèles d’exploitation et de maintenance pourraient être établis de la manière suivante.

- **Dépenses d’exploitation et de maintenance intégrées dans les budgets des systèmes de santé alloués à l’administration locale :** il en résulterait une propriété locale des systèmes, ce qui permettrait de mener des activités de maintenance dans les meilleurs délais et d’utiliser de façon adéquate les fonds du système de santé disponibles à l’échelon local. Pour ce faire, les structures gouvernementales locales doivent être renforcées et faire l’objet d’un suivi attentif.
- **Dépenses d’exploitation et de maintenance et responsabilités définies dans les appels d’offres lancés auprès des entreprises énergétiques locales dans le cadre des programmes d’installation des ERD :** la disponibilité du service serait ainsi assurée par la propre conclusion d’un contrat à long terme. Il est toutefois important de considérer que les fournisseurs qui ne sont pas présents à l’échelon local peuvent avoir besoin d’incitations pour endosser des responsabilités d’exploitation et de maintenance, en particulier lorsque les installations sont peu nombreuses et éloignées les unes des autres, car les coûts de transaction liés à la prestation de ces services sont plus élevés pour eux.

Budgétisation des ERD dans les établissements de santé

- i. **Budgétisation des ERD à inclure dans les coûts d'infrastructure lors de la mise en place ou de la modernisation d'un établissement de santé** : il est recommandé au Ministère de la santé de prendre l'habitude de comptabiliser les coûts des ERD au titre d'infrastructure des établissements de santé, tout comme les appareils sobres en énergie. Une telle approche permettrait au Ministère de réaliser des économies sur le long terme.
- ii. **Budgétisation des coûts de la maintenance et du remplacement des batteries** : dans le monde, de nombreux systèmes solaires décentralisés ont échoué faute de ressources financières pour assurer leur maintenance ou remplacer leurs batteries après cinq ans de fonctionnement (Fondation des Nations Unies, et SEforALL, 2019). Il est donc essentiel de prévoir les ressources financières nécessaires à la maintenance et au remplacement au cours de la phase de planification, en puisant dans les économies réalisées ou en recourant à d'autres fonds disponibles. Il est possible, par exemple, de conclure un contrat entre l'autorité régionale locale et les entreprises énergétiques locales, lequel définit les conditions d'entretien et de maintenance (Fondation SELCO, 2021b).

Assurer un suivi pour une meilleure compréhension et une meilleure planification

Une fois l'installation terminée, il faut mettre immédiatement en œuvre un solide processus de contrôle et d'évaluation assurant un suivi permanent de son utilité et de son impact, en vue d'adopter les mesures correctives éventuellement nécessaires. Des systèmes de suivi simultanés doivent être mis en place pour contrôler l'utilisation des services des centres de santé après leur installation. Cela doit se faire en coordination avec le Ministère de la santé et les autorités régionales et/ou provinciales. Des réunions doivent être organisées avec l'ensemble du personnel des autorités de la région/du district une fois l'installation d'ERD et le déploiement de l'équipement médical effectués. En outre, des champions sur le terrain, notamment des agents de santé locaux dans chaque centre, pourraient être désignés pour parler de la valeur ajoutée du système d'ERD quant à l'amélioration de l'utilisation des services. Il est essentiel de documenter les études de cas de chaque région en mettant l'accent sur l'utilisateur final afin que celui-ci témoigne de son expérience de l'accès aux services du centre de santé rénové. Outre ceux œuvrant au niveau des établissements de santé, la désignation de champions au sein des organisations communautaires régionales, des individus, des organisations de la société civile, etc. qui parleraient de la valeur ajoutée des solutions d'ERD contribuerait à étendre la portée de l'impact du programme.

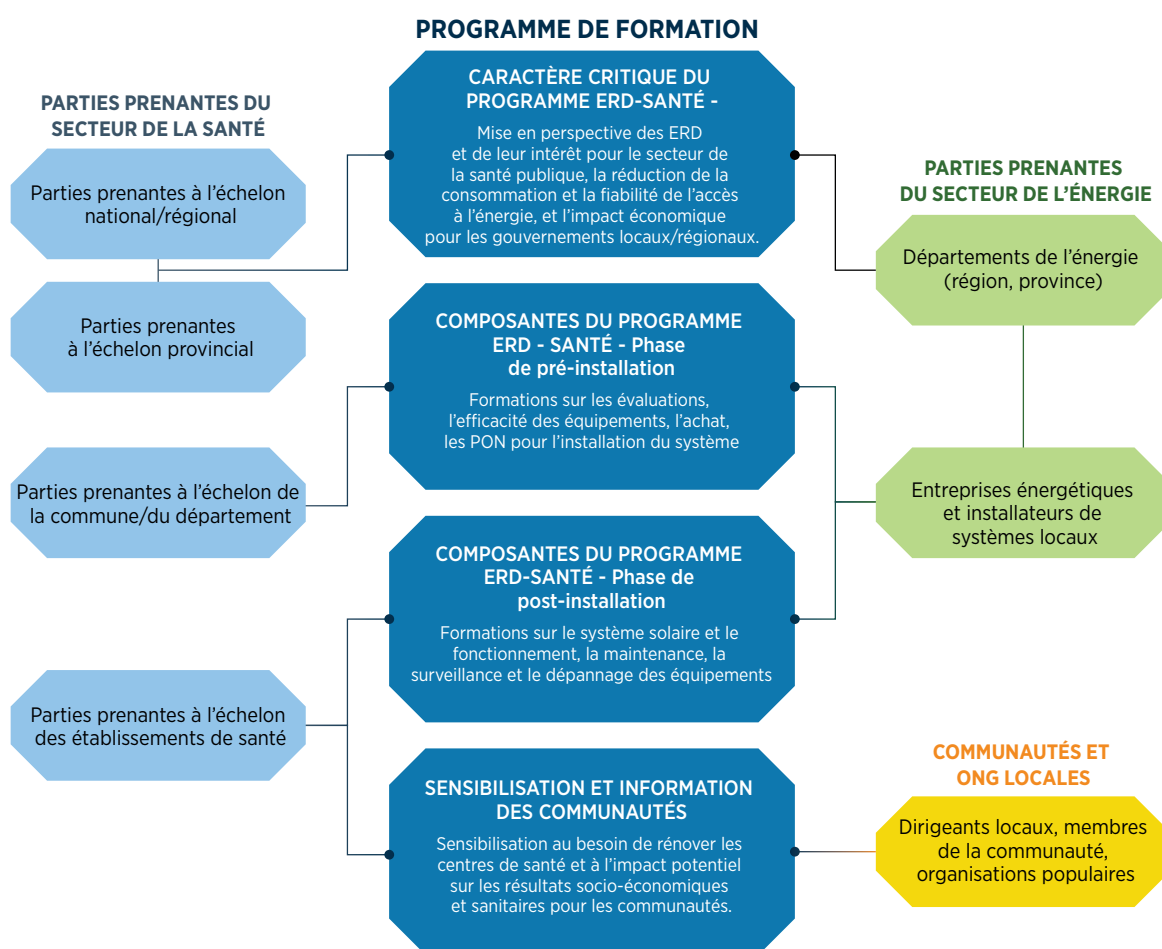


3.3. FORMATION ET RENFORCEMENT DES CAPACITÉS

Cartographie globale de la formation et du renforcement des capacités

Le renforcement des capacités des parties prenantes des secteurs de la santé et de l'énergie est une condition essentielle pour garantir l'efficacité de la planification (ressources), de la mise en œuvre et de l'utilisation (exploitation et maintenance) de l'infrastructure énergétique et sanitaire. La réalisation de ces programmes de formation tout au long des phases de mise en œuvre est essentielle pour assurer la viabilité globale du programme. Il est donc recommandé au Ministère de la santé de mettre au point et d'intégrer les éléments suivants de renforcement des compétences et de sensibilisation dans la conception du programme ERD-santé.

Figure 9 Carte des besoins communs de formation pour les parties prenantes des secteurs de la santé et de l'énergie



Note : MON = mode opératoire normalisé ; ONG = organisation non gouvernementale.

Tableau 4 **Besoins de formation identifiés dans les différentes phases de la mise en œuvre au Burkina Faso**

Phase de mise en œuvre	Partie prenante clé	Détails
Conceptualisation du programme	Personnel des départements nationaux et régionaux de la santé et de l'énergie	Exercice de sensibilisation et de mise en perspective à plus grande échelle avec les parties prenantes régionales et provinciales des secteurs de l'énergie et de la santé au Burkina Faso. Cette initiative doit être prise en charge par le ministère compétent afin d'obtenir le soutien des entreprises nodales à l'échelon régional et provincial. La formation pourrait porter sur l'introduction des ERD et leur capacité à améliorer la réalisation de l'ODD3, sur la manière dont l'intégration de l'énergie solaire dans les établissements de santé publique permet de résoudre les problèmes critiques liés à l'accès à l'énergie et à la fourniture de services de santé sans compromettre le programme de lutte contre les changements climatiques, sur l'impact socio-économique de l'intégration des ERD en termes d'économies d'électricité ou de combustibles fossiles pour les gouvernements locaux, sur l'impact économique dû à l'amélioration de la santé des communautés, etc.
Évaluations	Personnel de terrain des départements de la santé locaux, coordinateurs locaux, ONG	L'un des éléments clés à déployer dans la phase initiale du programme ERD-santé est une évaluation détaillée des établissements de soins de santé en vue d'élaborer la conception du système et de définir les modalités de sa mise en œuvre. Parmi les éléments de la formation figurent une compréhension de base de l'importance d'évaluer les sites, des détails étape par étape sur la manière de documenter les spécificités de chaque site, et des considérations clés non seulement en ce qui concerne l'aspect énergétique, mais aussi les lacunes dans les services de santé qui seraient susceptibles d'être comblées par le programme.
Achat	Départements nationaux, régionaux et provinciaux de la santé et de l'énergie	L'achat d'équipements médicaux et de services d'entreprises d'énergie propre pour l'installation des systèmes est un élément essentiel du programme. Le programme de formation de l'entité chargée de la mise en œuvre doit inclure les meilleures pratiques, notamment dans les appels d'offres (en se conformant aux lignes directrices nationales et de l'OMS pour l'équipement médical, par exemple), la prise en considération des questions d'efficacité énergétique dans l'acquisition des technologies, et la sélection d'entreprises locales sur la base de critères tenant compte de leurs capacités tant en ce qui concerne l'achat que l'installation et la prestation des services de maintenance et d'entretien.
Installation de solutions	Entreprises locales d'énergie propre et entreprises d'installation	Il est essentiel de former les entreprises locales du secteur de l'énergie (installateurs de systèmes solaires pour les établissements de santé) sur le mode opératoire normalisé applicable aux installations d'ERD pour les établissements de santé. Les deux principales composantes des formations sont les suivantes : <ul style="list-style-type: none"> · Les aspects détaillés de l'installation, des tâches essentielles comme les listes de contrôle et les documents à livrer, en fournissant une formation initiale au personnel soignant sur les aspects du fonctionnement, de l'entretien et de la maintenance du système solaire, à l'intention des techniciens et du personnel d'exploitation des entreprises locales. · L'attitude générale à l'égard du secteur de la santé, en établissant des partenariats avec les parties prenantes du secteur de la santé en vue de conclure des contrats de service et d'entretien, et de surveillance continue des systèmes, à l'intention des responsables des entreprises locales du secteur de l'énergie.
Exploitation et maintenance post-installation	Personnel des centres de santé locaux, agents de santé communautaires, personnel d'exploitation des CSPS	Après l'installation du système, le personnel des centres de santé et les membres de la communauté doivent être formés aux connaissances de base, aux aspects techniques et au fonctionnement et à la maintenance du système solaire et de l'équipement médical. Ces programmes de formation pour le personnel à l'échelon communautaire et des établissements de santé auraient deux objectifs principaux : <ul style="list-style-type: none"> · améliorer l'utilisation, par le personnel de l'établissement, des nouveaux équipements médicaux alimentés par des ERD en vue de fournir de meilleurs services aux communautés · inculquer au personnel des établissements de santé des pratiques de base en ce qui concerne le fonctionnement et la maintenance des composants solaires.

La voie à suivre pour dispenser une formation efficace et renforcer les capacités

Pour que les activités de formation susmentionnées puissent avoir lieu, il est essentiel de concevoir des modules de formation et d'institutionnaliser le processus de formation au sein des Ministères compétents, parmi le personnel des établissements de santé et au sein des instituts de formation technique locaux.

i. Renforcer les départements de formation des Ministères de la santé et de l'énergie

Il est important de créer un département de formation destiné à faciliter la mise en œuvre de ces lignes directrices sous l'égide du Ministère de la santé et du Ministère de l'énergie.

ii. Développer les modules de formation

Voici quelques-uns des modules clés à intégrer au programme de mise en œuvre dans les départements de formation des Ministères de la santé et de l'énergie.

- **Pratiques de soins** : cette formation doit couvrir les aspects théoriques et pratiques habituels des soins de santé dispensés dans le cadre des différents services fournis par le personnel. Elle doit couvrir les soins d'urgence, les soins prodigués à la mère et à l'enfant, les soins spécialisés, etc. Dans le cadre de cette formation, le personnel soignant doit acquérir les bases du fonctionnement et de la maintenance des différents équipements médicaux.
- **Bases de l'énergie renouvelable et son caractère critique dans le secteur de la santé** : cette formation devrait couvrir les notions de base concernant les usages, les types, les technologies et le fonctionnement des énergies renouvelables, le rôle de l'énergie durable dans l'amélioration des soins de santé et ses différents impacts sur le système de soins, sur le personnel et sur les utilisateurs finaux, à savoir les patients. Elle doit également couvrir les notions de base et les critères de choix d'équipements médicaux sobres en énergie, ainsi que l'impact d'un tel choix sur les besoins en énergie nécessaires à leur alimentation, ou encore des aspects plus larges comme les économies réalisées par les établissements de santé, nouveaux ou existants, alimentés en énergie solaire et la manière dont ces économies peuvent être budgétisées (CAPEX et OPEX).
- **Rôle des ERD dans différents modèles de soins de santé** : cette formation devrait couvrir différents types de modèles de soins de santé dans lesquels l'énergie peut jouer un rôle. Par exemple, l'alimentation solaire de différents types d'établissements de santé comme les hôpitaux, les cliniques ou les dispensaires ; l'alimentation solaire des différents types de soins de santé reposant sur la mobilité - clinique mobile, bateau sanitaire, kits de soins portables, etc. ; la réponse à différents types de besoins de santé comme les soins gériatriques, les soins spécialisés (dentaires, ophtalmologiques, etc.) ; le diagnostic ; les soins préventifs, etc. Cette session présente des exemples d'interventions déployées à l'échelon mondial.
- **Lignes directrices pour la mise en œuvre du programme d'interaction santé-énergie** : ce module de formation devrait s'attacher aux lignes directrices applicables à la mise en œuvre de programmes d'interaction santé-énergie. Il s'agit de couvrir l'approche, les outils correspondant aux différentes étapes, la cartographie des parties prenantes et leurs rôles, les lignes directrices en matière d'achat, les normes et les certifications, les modes opératoires normalisés (MON) et les meilleures pratiques, le service et la maintenance, le suivi et l'évaluation, l'acquisition et le partage des connaissances, etc.
- **Exploitation et maintenance des systèmes d'énergies renouvelables** : cette formation doit couvrir l'exploitation, la maintenance et le dépannage (hebdomadaire, mensuel, annuel) du système d'énergie solaire. Elle doit aborder ce qu'il faut faire et ne pas faire, ainsi que les mesures de sécurité à adopter lors de l'utilisation du système.
- **Utilisation de nouvelles technologies et de nouveaux équipements médicaux** : cette formation devrait permettre aux professionnels de la santé d'acquérir une formation pratique sur les équipements médicaux, existants et nouveaux, qui sont à leur disposition pour accomplir un certain nombre d'actes dans leur domaine. Les séances pratiques leur permettront d'utiliser le matériel aisément en cas de besoin.

iii. Mise à niveau des institutions locales de formation technique

Le gouvernement devrait moderniser les instituts techniques locaux pour faciliter la formation dans les domaines suivants :

- **Évaluations des charges, études de site et conceptions de système** : élaboration de lignes directrices et d'approches standard pour la conception d'un système adapté aux besoins locaux.
- **Capacités techniques pour garantir la qualité de l'installation et de l'entretien dans les zones locales** : un mode opératoire normalisé devra être mis en place pour les entreprises solaires locales ou les agences techniques participant aux installations. Ces interventions viendront compléter les initiatives de formation déjà entreprises par le gouvernement du Burkina Faso.

3.4. DÉVELOPPER UN PLAN INTERMINISTÉRIEL ÉNERGIE-SANTÉ

La prestation de services de santé à travers le pays est intrinsèquement liée à la disponibilité, à la fiabilité et à la bonne qualité de l'accès à l'énergie. Il serait préjudiciable de considérer les besoins énergétiques en vase clos, sans tenir compte des plans du secteur de la santé visant à créer de nouveaux établissements, à moderniser ceux qui existent, à étendre les services fournis, et à développer et à former les ressources humaines.

Dans ce contexte, il est essentiel que les départements gouvernementaux, les parties prenantes du secteur privé et les ONG des secteurs de la santé et de l'énergie se réunissent pour coordonner une planification durable à long terme. Dans le cadre plus large de l'objectif de planification intégrée, les Ministères devraient inclure un certain nombre d'aspects dans chacun de leurs mandats. Les recommandations exposées ci-dessous décrivent les aspects qui pourraient être pris en charge par les ministères et départements en charge de la santé et ceux qui pourraient être confiés aux agences gouvernementales du secteur de l'énergie.

La planification en matière de santé doit inclure :

- La planification et l'allocation des budgets du Ministère de la santé et ses départements devraient inclure le coût des systèmes d'ERD et des appareils sobres en énergie. Il serait également important que cette planification inclue le coût du remplacement des batteries sur une période de cinq à huit ans pour chacun des établissements.
- La planification (budgets, ressources humaines, technologies, etc.) de la future expansion ou mise à niveau des services de santé doit inclure la composante correspondant aux systèmes énergétiques et aux appareils.
- Les programmes de renforcement des capacités et de formation prévus par le département de la santé pour le personnel soignant, les agents et les responsables gouvernementaux dans le domaine sanitaire doivent tenir compte des besoins énergétiques. La formation dans le domaine de l'énergie peut être planifiée en convergence avec le renforcement des compétences et des capacités existantes afin d'englober l'utilisation et la maintenance de base des appareils.
- L'infrastructure de base et l'accès à l'eau peuvent être planifiés par le département de la santé pour ses établissements, en gardant à l'esprit les exigences infrastructurelles nécessaires à l'installation des systèmes solaires décentralisés.

La planification en matière d'énergie doit inclure :

- **L'élaboration de politiques** qui encouragent l'adoption de solutions d'ERD au sein des établissements de santé. Ces politiques s'attacheront aux aspects suivants :
 - l'analyse comparative des technologies et composants solaires sobres en énergie ;
 - la certification des technologies ;
 - l'homologation des entreprises énergétiques formées à la réalisation d'évaluations et d'installations de qualité et ayant la capacité de prendre en charge l'entretien des systèmes ;
 - l'analyse comparative des spécifications de conception et des coûts pour différents niveaux de service.
- **Le renforcement des réseaux d'entretien** : utiliser une liste d'entreprises homologuées pour mettre en place des réseaux de services après-vente en promouvant la formation de techniciens locaux à la réparation et à l'entretien et en renforçant les chaînes d'approvisionnement en pièces détachées. Il va de soi que cette activité doit être menée en concertation avec les départements de la santé dans le but d'élaborer un plan d'entretien et de maintenance des établissements de santé actuellement approvisionnés en électricité solaire et provenant du réseau. Il est par ailleurs recommandé de prévoir des cadres pour la mise en place de contrats de maintenance annuels capables d'assurer le service après-vente des systèmes d'énergie solaire.
- **La collecte de données et de faits** : évaluer les performances des établissements burkinabè qui utilisent actuellement les systèmes d'énergie solaire et les systèmes électriques de la SONABEL (Société nationale d'électricité du Burkina Faso) pour comprendre les points positifs et les principales lacunes et difficultés, et déterminer les moyens d'y remédier, y compris par le biais des autres aspects décrits dans la section consacrée aux recommandations.

Autres (taxes, chaînes d'approvisionnement et fabrication)

- **Exonérations et avantages fiscaux** : Le Burkina Faso accorde un certain nombre d'exonérations fiscales à l'énergie solaire, notamment pour l'importation de matériaux. En dehors de l'énergie solaire, il est possible de développer des régimes fiscaux applicables à des composants comme les batteries, les onduleurs et les appareils médicaux et électriques, de manière à encourager leur efficacité et modernisation.
- **Soutien au développement de la fabrication locale** : au-delà des concessions et des exonérations fiscales, le gouvernement peut s'engager avec des agences bilatérales et multilatérales à mener l'effort de création de conditions propices au soutien des entreprises et des capacités de production locales par le biais de services d'incubation et de développement d'entreprises, de lignes de crédit à faible coût tenant compte de l'inflation et des fluctuations financières régionales, de liens d'innovation technologique, de développement des ressources humaines, etc.



CONCLUSION

Le renforcement des systèmes de soins de santé primaires est essentiel pour atteindre l'ODD3, qui vise à garantir une vie saine et à promouvoir le bien-être de tous les groupes d'âge grâce à une couverture santé universelle. À cet égard, l'ODD7, qui prône l'accès de tous à une énergie fiable et moderne, joue un rôle essentiel en alimentant la prestation des services de santé et en permettant aux communautés du dernier kilomètre d'accéder à ces soins de base.

Dans le contexte du Burkina Faso, pour surmonter le double défi de l'accès à l'énergie et à la santé, il est essentiel d'utiliser une approche intégrée de l'interaction énergie-santé et de l'écosystème. Ce rapport décrit comment cette approche peut être personnalisée et appliquée à la mise en œuvre d'un programme énergie-santé durable au Burkina Faso, par la compréhension des besoins, l'élaboration de conceptions de systèmes d'énergie solaire qui intègrent l'efficacité énergétique et la création de systèmes d'exploitation et de maintenance efficaces, parallèlement au renforcement des capacités des parties prenantes des secteurs de la santé et de l'énergie en matière de planification et de mise en œuvre.

Pour aller de l'avant, il est impératif d'en finir avec les cloisonnements et de rassembler les parties prenantes de la santé (ODD3) et de l'énergie durable (ODD7) pour garantir une compréhension nuancée des lacunes de chaque secteur. Cette démarche peut faciliter l'action visant à combler ces lacunes sur le plan des connaissances, des techniques et des compétences, dans le but plus large d'améliorer la santé des populations rurales et du dernier kilomètre dans le contexte des pays en développement.

RÉFÉRENCES

Documents officiels du gouvernement du Burkina Faso

Ministère de l'énergie du Burkina Faso (2019), « Vision 2020 de l'accès aux services énergétiques modernes au Burkina Faso ».

Ministère de la santé du Burkina Faso (2015), « Carte sanitaire 2015. »

Ministère de la santé du Burkina Faso (2016), « Plan national de développement sanitaire ».

Ministère de la santé du Burkina Faso (2018), « Stratégie nationale de santé communautaire du Burkina Faso 2019-2023 ».

Ministère de l'environnement et du développement durable (2014), « Deuxième Communication nationale du Burkina Faso sur les changements climatiques ». Secrétariat permanent du Conseil national pour l'environnement et le développement durable, <https://unfccc.int/resource/docs/natc/bfanc2f.pdf>

Rapports d'organisations multilatérales

IRENA (2015), *Africa 2030: Roadmap for a Renewable Energy Future*, Agence internationale pour les énergies renouvelables, Abou Dhabi.

IRENA (2018), *Off-Grid Renewables Supply Life-Saving Power to Rural Health Centres*, Agence internationale pour les énergies renouvelables, Abou Dhabi.

IRENA (2019), *Off-grid renewable energy solutions to expand electricity access: an opportunity not to be missed*, Agence internationale pour les énergies renouvelables, Abou Dhabi.

IRENA (2020), *Sustainable Healthcare and Energy Ecosystems for the 'Last Mile'*, Agence internationale pour les énergies renouvelables, Abou Dhabi.

ONU (2018), *Accelerating SDG7 Achievement, summary for policymakers*, Division des objectifs de développement durable, Département des affaires économiques et sociales, Nations Unies

Fondation des Nations Unies et SEforAll (2019), *Lasting impact: Sustainable off-grid solar delivery models to power health and education*, Fondation des Nations Unies et Sustainable Energy for All, Washington.

Banque mondiale (2021a), « Burkina Faso », *Climate Change Knowledge Portal*, Groupe de la Banque mondiale. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/burkina-faso>, consulté en mars 2021.

OMS (2015), *Access to Modern Energy Services for Health Facilities in Resource-Constrained Settings*, Organisation mondiale de la Santé, Genève

Articles académiques

Alfa, M.T. et A. Öztürk (2019), « Perceived Indoor Environmental Quality of Hospital Wards and Patients' Outcomes: A Study of a General Hospital, Minna, Nigeria », *Applied Ecology and Environmental Research*, vol. 17, 2019, pp. 8235 - 8259, www.aloki.hu/pdf/1704_82358259.pdf, consulté en mars 2021.

Moner-Girona, M. et K. Bódis (2017), « Mapping the least-cost option for rural electrification in Burkina Faso. » *JRC science for policy report*. Page 79, <https://core.ac.uk/download/pdf/84886671.pdf>, consulté en mars 2021.

Moner-Girona, M. et al (2021), « Achieving universal electrification of rural healthcare facilities in sub-Saharan Africa with decentralized renewable energy technologies », *Joule*, Volume 5. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2021.09.010>, consulté en mars 2021.

Ormandy, D. et V. Ezratty (2015), « Thermal Discomfort and Health: Protecting the Susceptible from Excess Cold and Excess Heat in Housing », *Advances in Building Energy Research*, vol. 10, p. 84-98, <https://warwick.ac.uk/fac/sci/med/research/hscience/sssh/publications/publications14/thermal.pdf>, consulté en mars 2021.

Rapports d'organisations non gouvernementales

ASHRAE (2020), *Ventilation of Health Care Facilities*.

Fondation SELCO (2021a), *Energy Efficient Appliances for decentralized Healthcare*.

Fondation SELCO (2021b), *Community Participation in Operations & Management of Sustainable Energy Solutions in Health centres*.

Fondation SELCO (2021c), *Sustainability and Efficiency in Building Design for Health centres*.

Articles de presse et de blog

Baldwin, E. (2019), « Rethinking History: New Architecture in Burkina Faso », *ArchDaily*, www.archdaily.com/924516/rethinking-history-new-architecture-in-burkina-faso, consulté en mars 2021.

Clouis, M. (2020), « Common house of Ouagadougou, Burkina Faso » *Dreamstime*, www.dreamstime.com/common-house-ouagadougou-burkina-faso-common-house-exterior-located-popular-district-ouagadougou-electricity-image135885031, consulté en mars 2021.

Corentin, L. (2021), « Électrification de l'Afrique : Quelle(s) Énergie(s) ? », *Le dessous des cartes*, Arte, www.youtube.com/watch?v=s1gn6kunuz-o, consulté en avril 2021.

Energypedia (2020), « Burkina Faso Energy Situation », 21 janvier, https://energypedia.info/wiki/Burkina_Faso_Energy_Situation, consulté en mars 2021.

SEforALL Africa Hub (2022), « Burkina Faso at a glance », www.se4all-africa.org/seforall-in-africa/country-data/burkina-faso/#:~:text=Burkina%20Faso%20is%20one%20of,%2C%20reaching%20around%208%25%20nationally, consulté en mars 2021.

Bases et tables de données

PV Education. 2022. « Average Solar Radiation ». www.pveducation.org/pvcdrom/properties-of-sunlight/solar-radiation, consulté en mars 2021.

Banque mondiale (2020), « Solar resource maps of Burkina Faso », Global Solar Atlas 2.0, Solargis, Groupe de la Banque mondiale, <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/burkina-faso>, consulté en mars 2021.

Banque mondiale (2021b), « Total population of Burkina Faso ». Portail de données de la Banque mondiale, Groupe de la Banque mondiale, Washington.

Banque mondiale (2022a), « Access to electricity (% of population): Burkina Faso, World and Sub-Saharan Africa (excluding high income) », Groupe de la Banque mondiale, Washington.

Banque mondiale (2022b), « Access to electricity, rural (% of rural population): Burkina Faso, World and Sub-Saharan Africa (excluding high income) », Groupe de la Banque mondiale, Washington.

Autres sources

Kere Architecture (2016), « Primary School in Gando, Kéré Architecture », ArchDaily. www.archdaily.com/785955/primary-school-in-gando-kere-architecture, consulté en mars 2021.



ANNEXES



Maintenance du système solaire à la Clinique Wolobougou, près de Bobo-Dioulasso, au Burkina Faso.

Photo : Fondation SELCO (2022).

ANNEXE 1 MODÈLES DE CONCEPTION D'ÉNERGIE SOLAIRE POUR LES LOGEMENTS DU PERSONNEL DANS LES CSPS

Figure 10 **Modèle de conception ERD pour le logement du personnel dans les CSPS**

Logement du personnel pour les CSPS	
Hypothèses concernant les pièces	1 salle commune/de repos 2-3 chambres 1 salle de bain 1 local de stockage 1 passage extérieur
Hypothèses de charge	Dans la salle commune/de repos : 1 luminaire + 1 ventilateur + 1 prise de recharge mobile + 1 réfrigérateur Dans chaque chambre : 1 luminaire + 1 ventilateur + 1 prise de recharge mobile Extérieur : 2 luminaires
Besoins en énergie	524 W, 3,7 kWh, 48 V

ANNEXE 2 LIGNES DIRECTRICES POUR L'EXPLOITATION ET LA MAINTENANCE

Assurer la pérennité des programmes énergie-santé

Renforcer les capacités nationales pour le déploiement des programmes santé-énergie

+

Renforcer et transférer les capacités d'exploitation et de maintenance à des systèmes locaux

+

Choisir des modèles d'exploitation et de maintenance appropriés

+

Bonnes et mauvaises pratiques d'exploitation et de maintenance



Renforcer les capacités nationales pour le déploiement des programmes santé-énergie

ÉTAPE 1.1

Renforcement des capacités avant constitution

Renforcement des capacités pour les départements de la santé

Évaluations santé et énergie	Contenu et objectif
Achat des actifs	
BESOINS d'exploitation et de maintenance	
3 à 5 membres du département de la santé	Cible
Formation en 1 fois	À quelle fréquence ?

Renforcement des capacités pour les entreprises énergétiques locales

Audits et conception des systèmes énergétiques	Contenu et objectif
Achat et installation	
Entretien et maintenance	
3 à 5 entreprises ou prestataires de services	Cible
Formation en 1 fois	À quelle fréquence ?

ÉTAPE 1.2

Renforcement des capacités après constitution

Post-constitution pour les entreprises énergétiques locales

Qualité d'installation du système	Contenu et objectif
Normes de sécurité	
3 à 5 entreprises ou prestataires de services	Cible
Formation en 1 fois	À quelle fréquence ?

ÉTAPE 1.3

Renforcement des capacités après mise en œuvre

Renforcement des capacités pour les entreprises énergétiques locales

Audits et conception des systèmes énergétiques	Contenu et objectif
Achat et installation	
Entretien et maintenance	
3 à 5 entreprises ou prestataires de services	Cible
Formation en 1 fois	À quelle fréquence ?



Renforcer et transférer les capacités d'exploitation et de maintenance à des systèmes locaux

Mise en place d'une initiative de transition et d'une équipe pour la régularisation de l'exploitation et de la maintenance, avec pour résultat final un transfert des pratiques à long terme aux autorités locales

Principaux domaines d'intervention

Renforcement du système et mécanismes d'assistance téléphonique, de filtrage et de dépannage en cas de panne ou de faible performance de la technologie

Identification des mécanismes de mise en relation des entreprises énergétiques et des prestataires de services avec le personnel de santé local (**sur la base du système de santé local et du contexte régional**) dans les établissements, et régularisation de ces mécanismes

Une équipe de trois membres comprenant un coordinateur principal et deux coordonnateurs juniors qui rendent compte au département de la santé du pays pendant une période de 1,5 à 2 ans. (Gestion des actifs déployés dans 300 établissements dans des endroits reculés à faible densité de population)

Choisir des modèles d'exploitation et de maintenance appropriés

OPTION A

Dépenses d'exploitation et de maintenance et responsabilités intégrées dans des **appels d'offres lancés auprès des entreprises énergétiques locales** dans le cadre de programmes de développement à l'échelon de l'État

Les contrats de service d'exploitation et de maintenance à long terme (entre les gouvernements national/étatique et les fournisseurs) sont budgétisés et comptabilisés pendant la propre phase initiale d'achat

L'étape 2, qui consiste à transférer les pratiques sur une période plus longue, resterait nécessaire pour assurer l'exploitation et la maintenance

OPTION B

DÉPENSES D'EXPLOITATION ET DE Maintenance intégrées dans les **budgets des systèmes de santé alloués au gouvernement ou aux institutions à l'échelon local**

Structures institutionnelles publiques ou gouvernementales formelles locales capables de canaliser les finances publiques et d'acquérir des composants techniques et des services en fonction des besoins

Ces groupes doivent avoir l'habitude de canaliser les fonds disponibles vers l'entretien des établissements de santé.

Les dépenses d'exploitation et de maintenance correspondant aux systèmes solaires déployés sont ajoutées à ces fonds avec les dépenses annuelles, de même que sont prises en compte les économies relatives au remplacement des batteries

Au cours de la période de transfert de pratiques de deux ans, il convient de s'assurer que des économies se produisent sur les budgets des batteries ainsi que sur toutes les dépenses de maintenance

Ce modèle nécessiterait des pré-investissements dans les systèmes de gouvernance en matière de santé à l'échelon local

OPTION C

DÉPENSES D'EXPLOITATION ET DE Maintenance effectuées par **l'autorité ou le département régional ou national de développement des énergies renouvelables**

Les départements de l'énergie gèrent les actifs déployés et s'assurent que les systèmes sont fonctionnels et utilisés

Au cours de la période de transfert de pratiques de deux ans, il convient de veiller à la mise en place d'un flux de communication approprié, d'un mécanisme de réparation et d'enregistrement des préjudices liés aux problèmes courants, de modes opératoires normalisés et de meilleures pratiques.

Ce modèle nécessiterait des pré-investissements dans les autorités, départements et systèmes de développement des énergies renouvelables à l'échelon local



Photo : Fondation SELCO.



Bonnes et mauvaises pratiques d'exploitation et de maintenance

Comment assurer la maintenance des panneaux solaires ?

Nettoyage des panneaux solaires

Toutes les deux semaines, les débris et la saleté doivent être retirés des panneaux avec une éponge ou un chiffon et de l'eau froide

Prévenir l'usure des panneaux

Noter et signaler l'usure des panneaux et des câbles

Éviter les ombres sur les panneaux

Éliminer (ou tailler) la végétation qui projette son ombre sur les panneaux

Bonnes pratiques

Ne pas débrancher les câbles

Ne pas retirer les étiquettes et certifications

Ne pas marcher ou s'asseoir sur les panneaux solaires

Ne rien poser sur les panneaux

Ne pas éclairer les panneaux avec une forte lumière directe

Ne pas déplacer les panneaux

Ne pas nettoyer les câbles avec de l'eau ou tout autre produit humide

Ne pas utiliser de détergents ni rien d'autre que de l'eau froide

Mauvaises pratiques

Comment assurer la maintenance des batteries ?

Nettoyer les surfaces des batteries

Toutes les deux semaines, retirer les débris et la saleté des batteries et autour des grilles de ventilation avec un chiffon sec

Prévenir l'usure des batteries

Vérifier et signaler l'usure des batteries et des câbles

Veiller à la bonne ventilation du local de stockage des batteries

Vérifier le niveau d'électrolyte

Si le niveau est inférieur à celui requis, ajouter de l'eau distillée

Bonnes pratiques

Ne pas débrancher les câbles

Ne pas retirer les étiquettes et certifications

Ne rien poser sur les batteries

Ne pas fumer et ne pas allumer de feu à proximité des batteries

Ne pas nettoyer les câbles avec de l'eau ou tout autre produit humide

Ne pas utiliser de détergents ou d'autres agents de nettoyage, uniquement un chiffon sec

Mauvaises pratiques

Comment assurer la maintenance de l'onduleur ?

Nettoyer les surfaces de l'onduleur

Toutes les deux semaines, retirer les débris et la saleté de l'onduleur et autour des grilles de ventilation avec un chiffon sec

Prévenir l'usure de l'onduleur

Noter et signaler tout dommage sur l'onduleur et les câbles

Veiller à la bonne ventilation du local de stockage du système d'alimentation sans interruption

Vérifier le câblage

Vérifiez que le câblage est en bon état

Bonnes pratiques



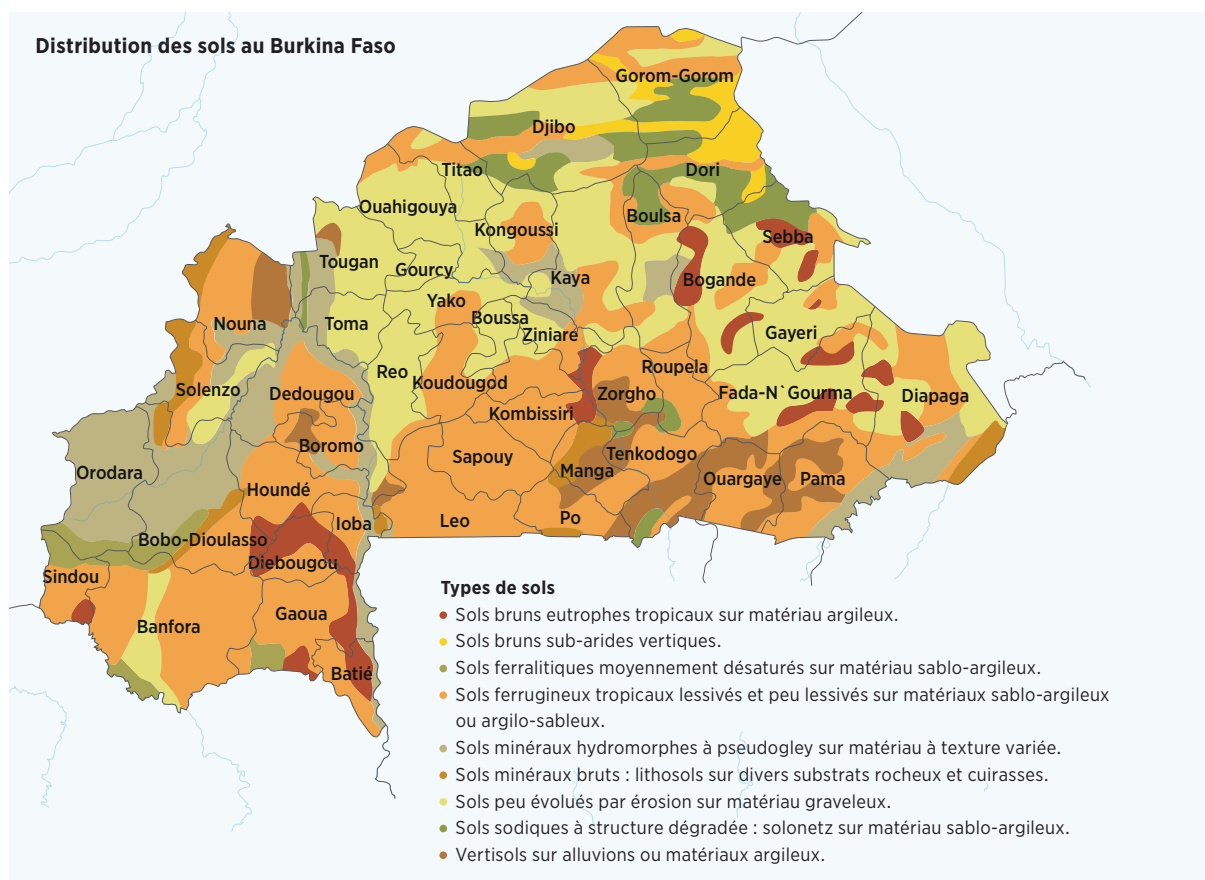
Tableau 5 **Caractéristiques des zones climatiques classées**

Caractéristiques des zones climatiques	Zones climatiques		
	Savane tropicale (zone soudanaise)	Steppe aride (chaude) (zone soudano-sahélienne)	Désert aride (chaud) (zone sahélienne)
Précipitations annuelles	>1 000 mm	600-1 000 mm	< 600 mm
Durée de la saison des pluies	180-200 jours	150 jours	110 jours
Nombre de jours de pluie	85-100 jours	50-70 jours	< 45 jours
Température annuelle	20 °C (janvier) - 43 °C (avril)	14 °C (janvier) - 44 °C (avril)	8 °C (janvier) - 45 °C (avril)
Saison sèche (octobre - avril)	25%	23%	20%
Saison humide (mai - septembre)	85%	75%	70%

Source : Ministère de l'environnement et du développement durable, 2014.

• **Conditions liées au sol et au terrain**

Au Burkina Faso, il existe neuf types de sols. Les plus dominants sont les sols ferrugineux tropicaux lessivés et légèrement lessivés (39,78 %), les sols légèrement érodés sur matériaux graveleux (26,03 %) et les sols minéraux pseudogley hydromorphes (12,70 %). En général, les sols du pays sont plutôt instables, avec un faible niveau de fertilité et une grande fragilité structurale (Ministère de l'environnement et du développement durable du Burkina Faso, 2014). Selon l'emplacement et la conception du bâtiment, il est donc préférable d'opter pour des fondations sur pieux plus profondes.



Source : Ministère de l'environnement et du développement durable (2014).

En raison de la nature du sol, les fondations et la superstructure des bâtiments doivent être conçues de manière à éviter l'affaissement ou le déracinement de l'ensemble lors des inondations ou des tempêtes de sable. Les structures doivent être légères, sans lourdes charges.

- **Climat et autres stress**

Le Burkina Faso s'est trouvé confronté à de nombreuses difficultés à la suite de catastrophes liées aux changements climatiques. Avec des régimes de précipitations variables, le pays connaît des conditions de sécheresse. Les 30 dernières années ont été marquées par de graves inondations qui ont entraîné la destruction de nombreuses constructions sauvages et de services d'infrastructure de mauvaise qualité, sans compter la dégradation du paysage. Les inondations sont suivies de périodes de sécheresse, plus prononcées en novembre et décembre, lorsque l'humidité est particulièrement faible (Banque mondiale, 2021a).

Le pays est également balayé par des vents violents en provenance du nord, qui peuvent atteindre une vitesse de 200 kilomètres par jour. Pendant la saison sèche (de novembre à avril), souffle un vent chaud et sec provenant du Sahara : l'harmattan. L'harmattan crée des conditions météorologiques désertiques dans le pays en abaissant l'humidité, en dissipant la couverture nuageuse, en empêchant les précipitations et en provoquant des tempêtes de poussière ou de sable.

Qui plus est, la santé de la population peut elle aussi souffrir du climat chaud et sec qui règne dans le pays. Pendant les mois où souffle l'harmattan, par exemple, certaines personnes présentent des saignements de nez spontanés dus au stress thermique, ce qui favorise la propagation d'épidémies, notamment de méningite et de choléra (Banque mondiale, 2021a).

- **Pratiques architecturales et matériaux généralement employés**

L'architecture moderne du Burkina Faso peut être décrite comme un produit de l'ingéniosité née d'une réutilisation des matériaux et des techniques de construction traditionnels. Sachant que plus des deux tiers de la population vivent dans des villages en milieu rural, la conception et la palette des matériaux employés dans les infrastructures de santé doivent refléter à la fois l'identité physique et physiologique des habitants.



Maison commune à Ouagadougou.
Photo : Clouis (2020).



École primaire à Gando
Photo : Kéré Architecture (2016).

- **Le besoin d'un environnement bâti optimisé sur le plan énergétique dans le domaine des soins de santé**

Un environnement intérieur soumis à de fortes variations de température et d'humidité et doté de systèmes de ventilation insuffisants peut avoir des effets négatifs sur la santé des occupants. Ce type d'espace doit être évité dans les hôpitaux ou les centres de soins afin d'améliorer le confort du personnel soignant et d'accélérer le rétablissement des patients (Ormandy et Ezratty, 2015).

Les bâtiments optimisés sur le plan énergétique sont conçus pour utiliser l'énergie qui leur est fournie de manière optimale, notamment sur le plan économique en prévoyant des mesures pour réduire les pertes d'énergie. Ils sont également utilisés pour réduire les coûts d'exploitation pendant le cycle de vie d'un bâtiment, mais aussi pour être plus confortables à habiter et plus respectueux de l'environnement.

Cas n° 1 : Une étude menée par la Fondation SELCO a montré qu'après la mise en place d'espaces de récupération optimisés sur le plan énergétique dans les zones rurales, la santé des habitants des villages voisins s'est vue considérablement améliorée. Les coûts de fonctionnement du centre de santé pour ce qui est de la fourniture d'électricité et du refroidissement sont également réduits. C'est ce que montrent clairement les centres de santé de Keba, dans l'Arunachal Pradesh, et de YK Mole, dans le Karnataka, tous deux en Inde.

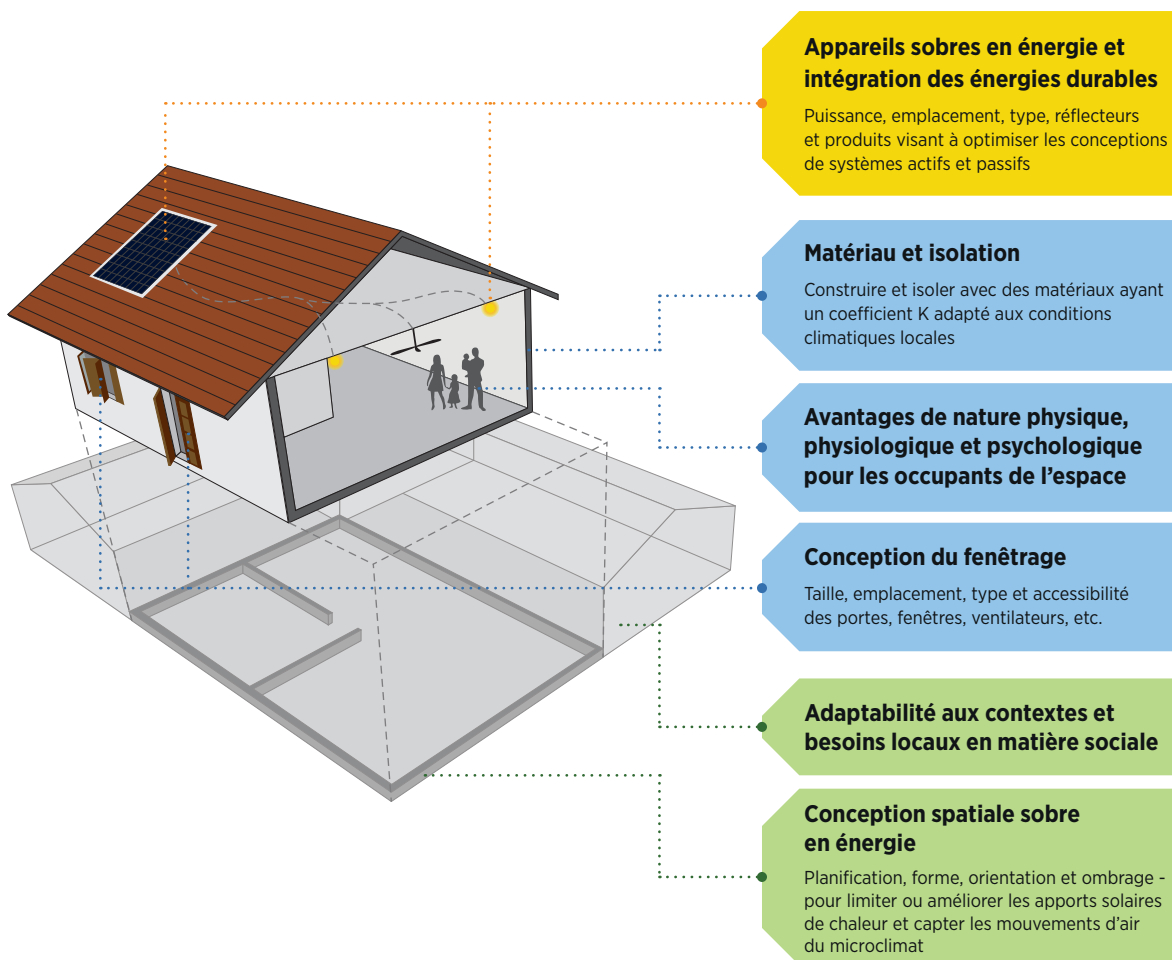
Cas n° 2 : Une étude menée dans quatre services d'un hôpital général au Nigéria en vue de tester la relation entre la qualité de l'environnement intérieur et le rétablissement des patients a montré qu'un bon environnement intérieur en termes de confort thermique, de qualité de l'air, d'éclairage et d'acoustique a une influence positive sur les patients, ce qui se traduit par une amélioration des taux de récupération (Alfa, 2019).

L'optimisation énergétique des environnements bâtis peut être réalisée au moyen d'interventions passives (sans consommation d'énergie) ou actives. La mise en place d'interventions passives peut améliorer l'environnement intérieur du bâtiment, et réduire ainsi la quantité d'énergie nécessaire à la création d'un espace confortable. Le recours à des stratégies actives vise à fournir les conditions de confort requises lorsque les stratégies passives sont insuffisantes. Ces stratégies concernent surtout l'ajout de dispositifs d'éclairage, notamment des ampoules et des tubes fluorescents, ou encore l'installation d'équipements de refroidissement, comme les ventilateurs et les climatiseurs. Dans les bâtiments optimisés sur le plan énergétique, le nombre d'équipements actifs peut être réduit et des solutions sobres en énergie peuvent être utilisées pour atténuer la demande énergétique du bâtiment. Les bâtiments optimisés sur le plan énergétique se caractérisent par un équilibre entre ces systèmes actifs et passifs de façon à fournir un niveau de confort élevé tout en réduisant la consommation d'énergie.

Exemples d'interventions passives :

1. Conception spatiale optimisée visant à limiter ou améliorer les apports de chaleur par le soleil et capter les mouvements d'air
2. Conception du fenêtrage destinée à augmenter l'éclairage et la ventilation naturels de l'espace.
3. Matériau et isolation : construire et isoler avec des matériaux ayant un coefficient K adapté aux conditions climatiques locales pour assurer le confort dans des conditions de chaleur ou de froid extrêmes.

Figure 11 **Un environnement bâti efficace**



Solutions

- **Valeurs de référence optimales pour différentes pièces**

La température intérieure, l'humidité relative et les niveaux de luminosité peuvent varier en fonction de l'usage réservé à l'espace concerné. Partant de ce principe, il est possible de concevoir la forme du bâtiment, sa disposition, l'emplacement des fenêtres et la circulation de l'air, ainsi que de définir les différentes technologies actives qui peuvent y être intégrées. Le tableau suivant répertorie les différentes fonctions que doit exercer un centre de santé et leurs besoins en matière d'environnement intérieur :

Tableau 6 **Valeurs de référence optimales pour différentes pièces**

	Fonction	Température de thermomètre sec (°C)	Humidité relative (%)	Éclairage minimal (lux)
A	Centre de santé			
1	Entrée, zones d'attente, couloirs, etc.	24-26 °C	45-55%	150
2	Salle de consultation et d'examen	24-26 °C	45-55%	200
3	Salle de travail et d'accouchement	17-27 °C	45-55%	PSP : 300-500 PSC : 500
4	Services de récupération	24-26 °C	45-55%	150
5	Salles d'opération	17-27 °C	45-55%	500
6	Auditorium	Été : 23-26 °C Hiver : 23-24 °C	Été : 50-60 % Hiver : 40 % min.	250
7	Salle d'eau/ Zone de passage	24-26 °C	45-55%	100
8	Pharmacie / Zone de stockage	17-27 °C	45-55%	100
B	Hébergement			
1	Cuisine	24-26 °C	45-55%	200-300
2	Séjour	24-26 °C	45-55%	150-200
3	Chambre	24-26 °C	45-55%	100-150
4	Salle de bain	24-26 °C	45-55%	70-100

Note : PSP = Poste de santé primaire ; PSC = Poste de santé communautaire.

- **Recommandation pour optimiser l'énergie**

Il existe trois types de climat au Burkina Faso : la savane tropicale, la steppe aride (chaud) et le désert aride (chaud). Il est extrêmement important de prendre en compte le climat dans la conception pour pouvoir garantir une optimisation énergétique, car environ 40 % de la consommation d'énergie d'un bâtiment est imputable à des solutions de confort thermique actives.

- a) **Mouvement de l'air par ventilation transversale** : l'emplacement des fenêtres doit permettre d'améliorer la diffusion de l'air entrant dans l'espace (Figure 12)
- b) **Mouvement de l'air par effet de convection** : l'aménagement de baies en hauteur favorise l'ascension de l'air chaud et son renouvellement par de l'air frais (Figure 13)
- c) **Humidification** : des tours à vent ou des prises d'air associées à un apport d'eau permettent d'améliorer l'humidité ambiante et de rendre l'espace plus confortable (Figure 14).

Figure 12 **Mouvement de l'air par ventilation transversale**

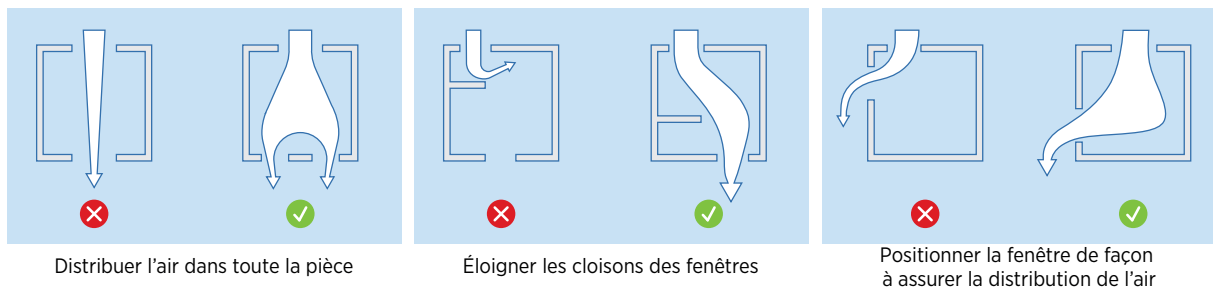
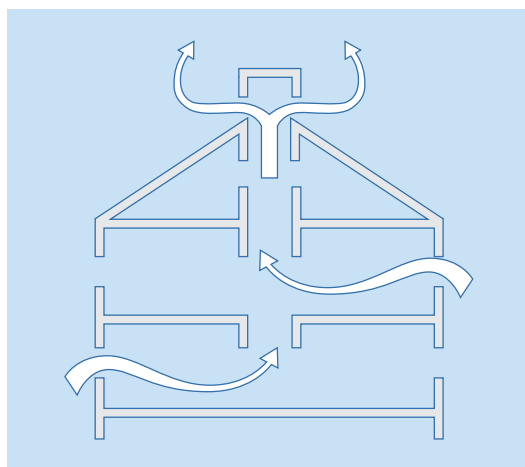
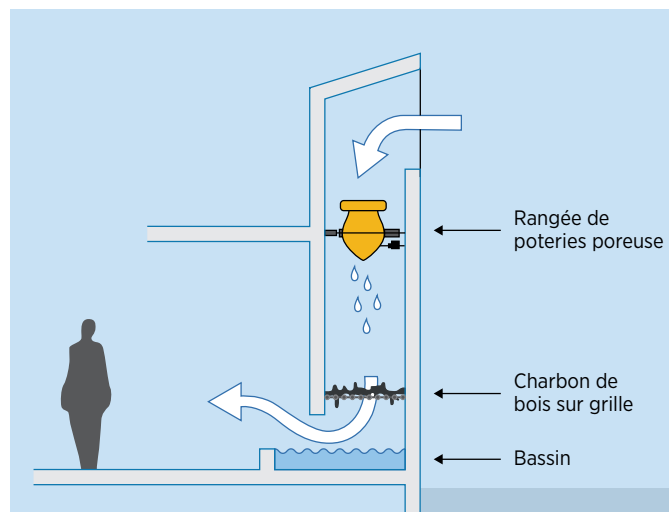


Figure 13 **Mouvement de l'air par effet de convection**



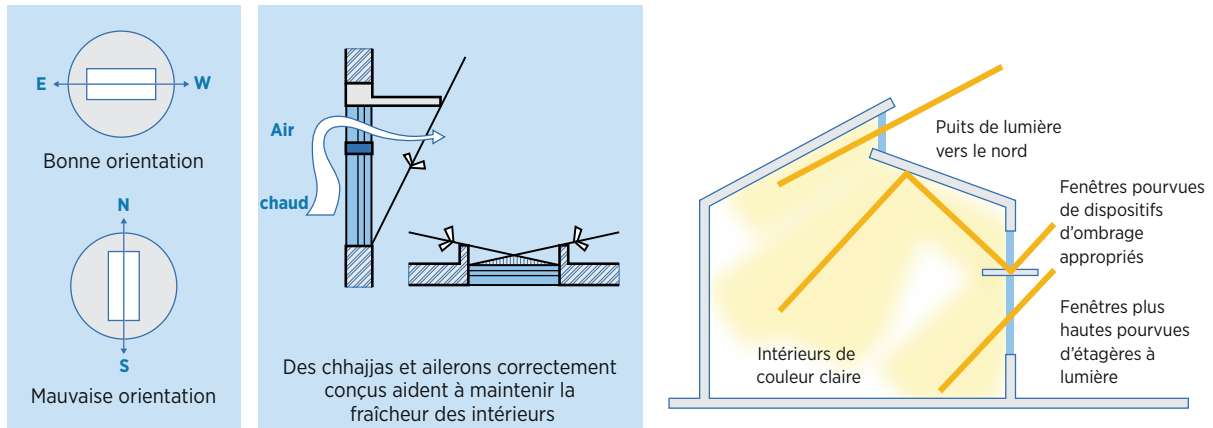
Fenêtres en hauteur pour évacuer l'air chaud

Figure 14 **Humidification**



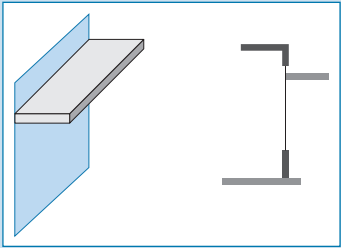
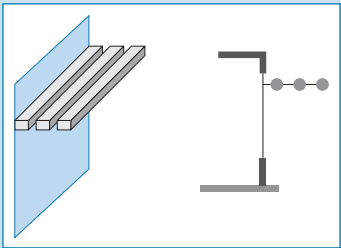
d) **Lignes directrices concernant la lumière du jour et l'ombrage** : la façade la plus longue du bâtiment doit être orientée dans le sens nord-sud, car il est plus facile de donner de l'ombre à ses murs qu'à ceux des façades est et ouest. Des dispositifs d'ombrage horizontaux et verticaux doivent être prévus en fonction de l'orientation et de la taille des fenêtres.

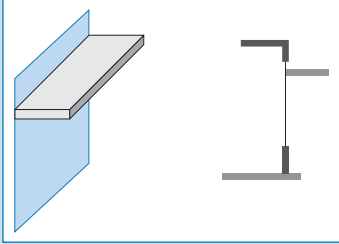
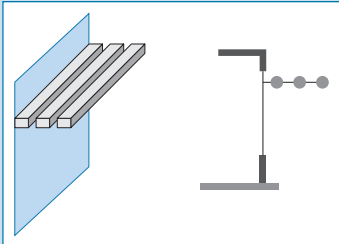
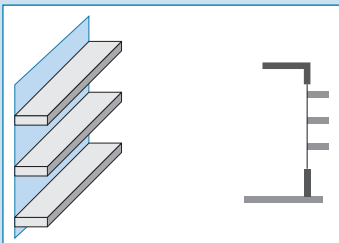
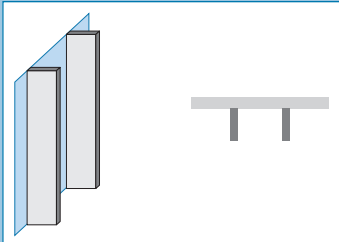
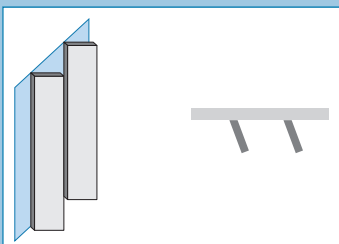
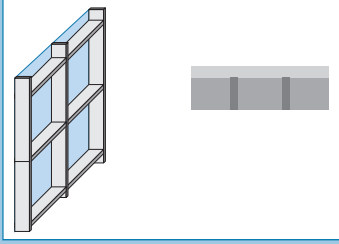
Figure 15 **Lignes directrices concernant la lumière du jour et l'ombrage**



La finition des surfaces intérieures doit être de couleur claire afin de favoriser la réflexion de la lumière dans l'espace. Les étagères à lumière et puits de lumière favorisent l'éclairage naturel. L'ajout de dispositifs d'ombrage internes tels que des rideaux et des stores peut permettre de contrôler encore plus la chaleur et la lumière entrant dans la pièce



Tableau 7 **Lignes directrices concernant l'ombrage**

Orientation	Lignes directrices	
	Dispositifs d'ombrage	Lumière du jour
Nord	 <p>Ombre horizontal simple - plein</p>	<ul style="list-style-type: none"> Fenêtres plus grandes pour l'éclairage naturel du côté nord, car le rayonnement incident et l'éblouissement sont moindres Il est préférable d'avoir un plus grand nombre de fenêtres individuelles plutôt que de larges baies vitrées. Puits de lumière et étagères à lumière vers le nord Orientation préférable pour les espaces nécessitant plus d'éclairage
	 <p>Ombre horizontal simple - perforé</p>	

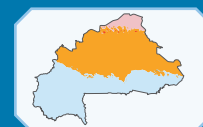
Sud		Ombrage horizontal simple - plein	<ul style="list-style-type: none"> • Au Sud, il est possible de prévoir un plus grand nombre de fenêtres de plus petites dimensions pour l'éclairage naturel, afin d'augmenter la lumière naturelle tout en réduisant le rayonnement • Il est préférable d'avoir un plus grand nombre de fenêtres individuelles plutôt que de larges baies vitrées. • Orientation préférable pour les espaces nécessitant plus d'éclairage
		Ombrage horizontal simple - perforé	
		Plusieurs ombrages horizontaux	
Est		Aileron vertical - 90°	<ul style="list-style-type: none"> • Moins de fenêtres - éblouissement le matin • Moins de fenêtres - éblouissement et chaleur l'après-midi
		Aileron vertical - coudé	
Ouest		Dispositif d'ombrage alvéolé	

Résumé des exigences en matière d'optimisation énergétique en fonction de la classification climatique

Tableau 8 Paramètres de résilience pour la préparation aux catastrophes

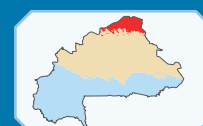
Type de climat : Savane tropicale (Aw)			
			
Caractéristiques climatiques	Intervention sur les bâtiments	Description	Demandes énergétiques
Températures élevées et taux d'humidité élevés	Ombrage	<ul style="list-style-type: none"> Installer des ombrages sur toutes les fenêtres et les portes pour empêcher la pénétration des rayons du soleil. Prévoir un ombrage d'au moins 0,6 m - surtout sur les façades sud et ouest Préférer également l'ombrage des murs 	Refroidissement Ventilation mécanique Déshumidification
	Favoriser la ventilation transversale pour dissiper l'humidité	<ul style="list-style-type: none"> Prévoir des fenêtres face au vent et sous le vent pour favoriser la circulation de l'air - la surface totale des fenêtres doit représenter 30 % de la surface au sol. La hauteur des fenêtres doit être d'au moins 1 m Le rebord doit être de préférence à une hauteur de 1 m, ou plus bas 	
	Capacité thermique accrue	<ul style="list-style-type: none"> Isoler les murs et le toit Une lame d'air peut être prévue pour isoler les murs. En toiture, des lames d'air peuvent être créées par des faux plafonds Prévoir des murs plus épais 	
	Réduire les effets du rayonnement incident	<ul style="list-style-type: none"> Utiliser des couleurs plus claires pour les surfaces extérieures Finition en enduit brut pour les surfaces extérieures 	
Type de climat : Steppe aride (chaude) (BSh)			
			
Caractéristiques climatiques	Intervention sur les bâtiments	Description	Demandes énergétiques
Mélange de températures élevées et basses et de niveaux d'humidité élevés et faibles, de vents froids en hiver et de vents chauds en été	Ombrage	<ul style="list-style-type: none"> Installer des ombrages sur toutes les fenêtres et les portes pour empêcher la pénétration des rayons du soleil. Prévoir un ombrage d'au moins 0,6 m - surtout sur les façades sud et ouest Préférer également l'ombrage des murs 	Refroidissement Ventilation mécanique Humidification (selon la saison)
	Ventilation contrôlée – ventilation accrue pendant la mousson	<ul style="list-style-type: none"> Prévoir des fenêtres qui peuvent s'ouvrir et se fermer en fonction de la saison La surface totale des fenêtres doit représenter 20 % de la surface au sol - Leur hauteur ne doit pas dépasser 1 m – Les fenêtres doivent être relativement fermées pendant la saison sèche et ouvertes pendant la saison des pluies De préférence, rebord à 1 m de hauteur Prévoir de préférence des tours à vent 	

Type de climat :
Steppe aride (chaude) (BSh)



Caractéristiques climatiques	Intervention sur les bâtiments	Description	Demandes énergétiques
Mélange de températures élevées et basses et de niveaux d'humidité élevés et faibles, de vents froids en hiver et de vents chauds en été	Capacité thermique accrue	<ul style="list-style-type: none"> Isoler les murs et le toit Une lame d'air peut être prévue pour isoler les murs. En toiture, des lames d'air peuvent être créées par des faux plafonds Prévoir des murs plus épais 	Refroidissement Ventilation mécanique Humidification (selon la saison)
	Réduire les effets du rayonnement incident	<ul style="list-style-type: none"> Utiliser des couleurs plus claires pour les surfaces extérieures Finition en enduit brut pour les surfaces extérieures 	

Type de climat :
Désert aride (chaud) (BWh)



Caractéristiques climatiques	Intervention sur les bâtiments	Description	Demandes énergétiques
Rayonnement solaire, éblouissement, vents chauds et faible taux d'humidité	Ombrage	<ul style="list-style-type: none"> Installer des ombrages sur toutes les fenêtres et les portes pour empêcher la pénétration des rayons du soleil. Prévoir un ombrage d'au moins 0,6 m - surtout sur les façades sud et ouest Préférer également l'ombrage des murs 	Refroidissement Humidification
	Ventilation contrôlée	<ul style="list-style-type: none"> Prévoir des fenêtres plus petites pour empêcher la pénétration de poussière et de sable La surface totale des fenêtres doit représenter 10 % de la surface au sol – leur hauteur ne doit pas dépasser 1 m Préférer une hauteur de 1,5 m ou plus pour le rebord des fenêtres. Prévoir de préférence des tours à vent 	
	Capacité thermique accrue	<ul style="list-style-type: none"> Isoler les murs et le toit Une lame d'air peut être prévue pour isoler les murs. En toiture, des lames d'air peuvent être créées par des faux plafonds Prévoir des murs plus épais 	
	Augmenter l'humidité dans l'espace	<ul style="list-style-type: none"> Installer des masses d'eau face au vent Placer des vêtements mouillés sur les baies face au vent pour augmenter l'humidité du vent incident 	
	Réduire les effets du rayonnement incident	<ul style="list-style-type: none"> Utiliser des couleurs plus claires pour les surfaces extérieures Finition en enduit brut pour les surfaces extérieures 	

Paramètres de résilience pour la préparation aux catastrophes

Type de catastrophe	Dégâts	Mesures de résilience (%)
A Inondations et crues-éclair		
1	Choix du site	Emplacement du bâtiment <ul style="list-style-type: none"> Effectuer une évaluation des dangers et des risques liés au site. Éviter les zones inondables et de faible élévation lors du choix de l'emplacement du centre de santé. Faire en sorte que les routes et voies d'accès ne puissent pas être coupées par des inondations. Construire les routes sur des remblais. Renforcer les voies d'accès telles que les ponts. Surélever le site par rapport au niveau de la route. Prévoir des protections telles que des remblais, des buttes de terre pour surélever le soubassement ou le rez-de-chaussée, des aménagements paysagers et/ou des digues tout autour du site pour détourner les eaux de crue ou réduire leur impact.
2	Orientation	Plan du bâtiment <ul style="list-style-type: none"> Orienter le bâtiment dans le sens de l'écoulement des eaux de crue en vue de créer une moindre résistance et de réduire les impacts.
3	Orienter le bâtiment dans le sens de l'écoulement des eaux de crue en vue de créer une moindre résistance et de réduire les impacts	Fondations <ul style="list-style-type: none"> Prendre en compte l'impact et la durée des inondations et leur effet sur les propriétés du sol et notamment son tassement (entre autres facteurs). Prendre en compte la sous-pression (poussée hydrostatique) sur les fondations du bâtiment.
		Niveau du soubassement / rez-de-chaussée <ul style="list-style-type: none"> Situer la dalle du rez-de-chaussée au-dessus des niveaux de crue. Imperméabiliser les pièces du rez-de-chaussée. Rendre les joints de construction étanches.
4	Enveloppe	Murs et cloisons <ul style="list-style-type: none"> Utiliser des matériaux de construction imperméables et imperméabiliser sur au moins 3 pieds (env. 1 m) au-dessus des niveaux de crue. Ajouter des additifs imperméabilisants au mélange de ciment.
		Toiture <ul style="list-style-type: none"> Assurer l'étanchéité des toits. Prévoir un avant-toit d'au moins 3 pieds (env. 1 m) pour protéger l'enveloppe bâtie des pluies torrentielles.
5	Baies	Fenêtres et portes <ul style="list-style-type: none"> Prévoir des cadres de portes et fenêtres étanches, imperméables et résistants aux chocs. Placer les baies du rez-de-chaussée au-dessus des niveaux de crue et les équiper d'un vitrage résistant aux chocs. Prévoir des ombrages ou chhajjas de 2 pieds (env. 60 cm) sur les fenêtres, les ventilateurs et les portes.
6	Services	Systèmes solaires <ul style="list-style-type: none"> Fournir des panneaux solaires renforcés en toiture pour alimenter toutes les charges critiques (éclairages de secours, recharge mobile, ventilateurs, pompes à eau, etc.).
		Installations électriques <ul style="list-style-type: none"> Éviter les groupes électrogènes diesel comme systèmes de secours.
		Stockage de l'eau <ul style="list-style-type: none"> Concevoir les infrastructures souterraines (réservoirs, plomberie) de façon à éviter les fuites ou les contaminations. Réservoirs surélevés recommandés.
		Assainissement <ul style="list-style-type: none"> Installer des clapets anti-retour pour éviter les fuites. Installer la plomberie au-dessus des niveaux de crue.
B Sécheresse et stress thermique		
1	Choix du site	Emplacement du bâtiment <ul style="list-style-type: none"> Planter des arbres d'ombrage indigènes locaux qui consomment moins d'eau et protègent le bâtiment du soleil et le rafraichissent naturellement.
2	Orientation	Plan du bâtiment <ul style="list-style-type: none"> Prévoir un bâtiment linéaire le long de l'axe est-ouest pour réduire l'impact du soleil de basse altitude.

3	Système structurel	Fondations	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire l'utilisation du ciment dans les fondations.
4	Enveloppe	Murs et cloisons	<ul style="list-style-type: none"> • Promouvoir et utiliser des méthodes de construction moins gourmandes en eau (le béton armé en consomme beaucoup). • Les technologies à base de béton préfabriqué et précontraint permettent d'optimiser et d'accélérer la construction, en réduisant la consommation d'eau sur le site.
		Toiture	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des technologies d'isolation et de peinture permettant de créer des toitures froides.
5	Baies	Fenêtres et portes	<ul style="list-style-type: none"> • Prévoir des chhajjas profonds et des ombrages sur les façades sud et est. • Utiliser un vitrage isolant.
6	Services	Systèmes solaires	<ul style="list-style-type: none"> • Intégrer les systèmes de climatisation et de refroidissement au système solaire pour optimiser la consommation d'énergie.
		Stockage de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Promouvoir la recharge des nappes phréatiques par les eaux de pluie et/ou la collecte des eaux de pluie à des fins utilitaires.
		Assainissement et plomberie	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des robinets et chasses d'eau à faible débit. • Utiliser des biodigesteurs pour garantir une gestion durable des eaux usées. • Recycler et réutiliser les eaux grises et noires dans les services publics et le jardinage.
C Tempêtes de sable et invasions acridiennes			
1	Choix du site	Emplacement du bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> • Effectuer une évaluation des dangers et des risques liés au site. • Privilégier une zone située à l'arrière d'un monticule ou d'une butte pour créer un bouclier naturel. • Planter des arbres indigènes pour constituer un bouclier contre le vent et le sable. • Faire en sorte que les routes et voies d'accès ne puissent pas être coupées par des tempêtes. Construire les routes sur des remblais. Renforcer les voies d'accès telles que les ponts. • Dans les zones vallonnées, éviter de construire le long des crêtes, où la vitesse du vent est généralement plus accentuée que dans les vallées. Il arrive cependant que le vent prenne de la vitesse au fur et à mesure qu'il progresse dans les vallées longues et étroites.
2	Orientation	Plan du bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> • Orienter le bâtiment dans le sens du vent en vue de créer une moindre résistance et de réduire les impacts. • En ce qui concerne la forme, préférer les bâtiments rectangulaires ou circulaires, symétriques et compacts.
3	Système structurel	Fondations	<ul style="list-style-type: none"> • Prévoir des fondations adéquates capables d'empêcher que le bâtiment ne se soulève en cas de tempête. • Dans les sols sablonneux, utiliser de préférence des pieux, dont la profondeur doit être déterminée en fonction des conditions du site.
4	Enveloppe	Murs et cloisons	<ul style="list-style-type: none"> • Les murs doivent être imperméables, avec un nombre minimum de baies sur la façade extérieure. • Prévoir des contreventements en diagonale pour une meilleure stabilité.
		Toiture	<ul style="list-style-type: none"> • Préférer les toits à quatre versants (pour les plans rectangulaires) et coniques (pour les plans circulaires). • Leur pente doit être comprise entre 30° et 45°.
5	Baies	Fenêtres et portes	<ul style="list-style-type: none"> • Minimiser les baies sur l'extérieur. • Équiper les portes et fenêtres de volets ouvrants capables de résister aux vents violents.
6	Services	Systèmes solaires	<ul style="list-style-type: none"> • Fournir des panneaux solaires renforcés en toiture pour alimenter toutes les charges critiques (éclairage de secours, recharge mobile, ventilateurs, pompes à eau, etc.).
		Installations électriques	<ul style="list-style-type: none"> • Éviter les groupes électrogènes diesel comme systèmes de secours.
		Stockage de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Concevoir les infrastructures souterraines (réservoirs, plomberie) de façon à éviter les fuites ou les contaminations.

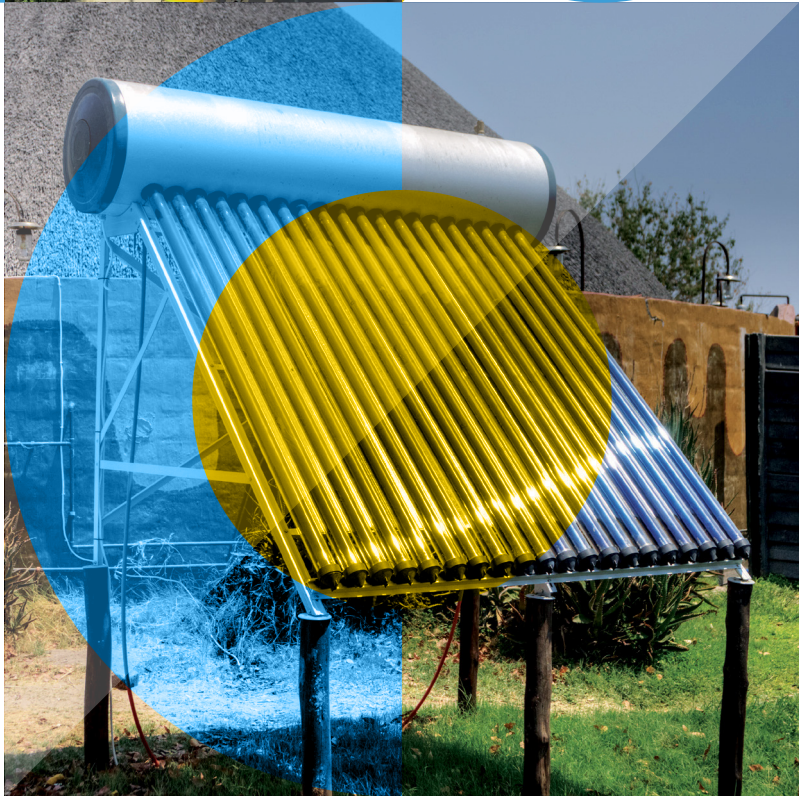
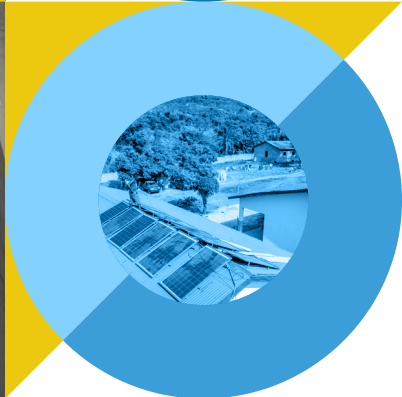
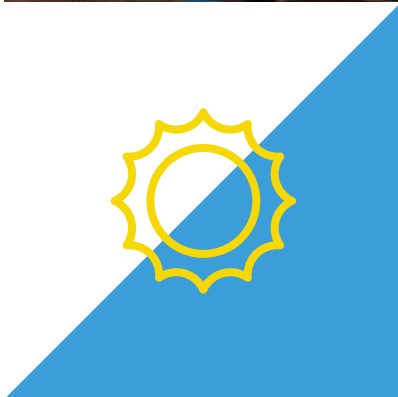
Matériaux

Tableau 9 Alternatives de matériaux optimisés et leur application

Alternatives de matériaux optimisés	Application	
Enveloppe externe		
	Peinture pour toiture froide	Sur les tôles de fer galvanisées et les dalles de béton armé constituant la surface extérieure de la toiture afin de refléter le rayonnement solaire incident.
	Dalles isolantes préfabriquées en sandwich ciment/ferrociment (avec mousse ou polystyrène expansé)	Alternative aux dalles en béton armé pour les toitures plates
	Agréments d'argile ou de latérite dans les dalles en béton armé	Alternative aux agrégats de béton
	Toiture en tuiles de terre cuite sur charpente métallique	Alternative aux toitures en dalle de béton armé dans les zones à fortes précipitations
	Blocs de béton cellulaire autoclavés ou à base de cendres volantes	Murs extérieurs et cloisons
	Blocs de latérite, blocs de terre stabilisée comprimée ou blocs d'adobe	Matériau pour les murs extérieurs
	Blocs d'argile creux	Matériau pour les murs extérieurs et les cloisons
Fenêtrage		
	Fenêtres et châssis ouvrants à cadre en fibre de verre ou polychlorure de vinyle non plastifié	Fenêtrage
	Matériau de vitrage de fenêtre (faible émissivité)	Fenêtrage

RÉFÉRENCES

- Clouis, M. (2020)**, « Common house of Ouagadougou, Burkina Faso » Dreamstime, www.dreamstime.com/common-house-ouagadougou-burkina-faso-common-house-exterior-located-popular-district-ouagadougou-electricity-image135885031, consulté en mars 2021.
- Kere Architecture (2016)**, « Primary School in Gando, Kéré Architecture », ArchDaily. www.archdaily.com/785955/primary-school-in-gando-kere-architecture, consulté en mars 2021.
- Ministère de l'environnement et du développement durable (2014)**, « Deuxième Communication nationale du Burkina Faso sur les changements climatiques ». Secrétariat permanent du Conseil national pour l'environnement et le développement durable, <https://unfccc.int/resource/docs/natc/bfanc2f.pdf>
- Ormandy, D. et V. Ezzatty (2015)**, « Thermal Discomfort and Health: Protecting the Susceptible from Excess Cold and Excess Heat in Housing », Advances in Building Energy Research, vol. 10, p. 84-98, <https://warwick.ac.uk/fac/sci/med/research/hscience/sssh/publications/publications14/thermal.pdf>, consulté en mars 2021.
- Banque mondiale (2021a)**, « Burkina Faso », Climate Change Knowledge Portal, Groupe de la Banque mondiale. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/burkina-faso>, consulté en mars 2021.



 IRENA
Agence internationale pour les énergies renouvelables

© IRENA 2022
www.irena.org