

Rapport de la Mission 1 : Cartographie de la recherche par rapport aux axes de recherche du CERME

(10- 14 juillet 2023)

Kodjo AGBOSSOU, ing., Ph.D., MS.IEEE, Fellow IET

Chargé de Mission International pour le CERME
Directeur, École d'ingénierie
Professeur titulaire
Titulaire de Chaire de recherche Hydro-Québec sur la gestion transactionnelle
de la demande résidentielle en puissance et en énergie
Université du Québec à Trois-Rivières,

24 juillet 2023

1. Table des matières

1. Contexte	3
2. Objectif de la Mission 1	4
3. Synthèse de la Mission	4
3.1 État des lieux ou diagnostic stratégique de la recherche du CERME	4
Les domaines de compétences de chacun des enseignants-chercheurs rencontrés se trouvent à l'Annexe 1 : Compte rendu et verbatims des rencontres.	
3.2 Cartographie et portrait de la recherche par rapport aux axes de recherche du CERME	7
b) Projets de recherche	10
c) Collaboration avec les entreprises	10
d) Équipements actuels et à venir	11
e) Personnel technique du CERME	12
f) Étudiants du CERME.....	13
g) Formation CERME.....	14
4. Conclusion de la Mission	15
Annexe 1 : Compte rendu et verbatims des rencontres	17
Annexe 2 : Fiches de présence	29
Annexe 4 : Équipement et projet de vision du CERME (Document fourni par le Directeur adjoint du CERME, M. Kongnine Damien MANI)	34

1. Contexte

Extrait du Terme de Référence (TDR) de mandat du Chargé de Mission International (CMI)

« Dans le cadre de la mise en œuvre des Centres d'excellence africains (CEA Impact) initiés par la Banque Mondiale (BM) pour combler les besoins de compétences et de connaissances en sciences et technologies en Afrique de l'Ouest et du Centre, le Gouvernement du Togo a obtenu de l'Association Internationale pour le Développement (IDA), un financement pour la mise en œuvre des activités du Centre d'Excellence Régional pour la Maîtrise de l'Électricité (CERME) de l'Université de Lomé. Ce projet vise à promouvoir l'excellence dans l'enseignement supérieur, la formation professionnelle, la recherche-développement, l'appui conseil et une valorisation des acquis dans le secteur de l'électricité. L'objectif du projet est de produire des diplômés qualifiés et des innovations permettant de répondre à des défis de développement régional spécifiques dans le secteur de l'électricité conventionnelle et renouvelable. Le plan d'actions du CERME comporte quatre (04) axes: i) excellence dans l'enseignement supérieur et la formation professionnelle, ii) excellence dans la recherche, iii) impact de développement et iv) bonne gouvernance et coordination du Projet.

Le CERME est dans sa quatrième année d'opérationnalisation après le début de sa mise en œuvre en 2020. L'évaluation à mi-parcours du centre, a révélé certaines insuffisances notamment la faiblesse de la structure de recherche matérialisée par une faible capacité de publications d'articles dans des revues de renommée internationale indexés dans la base Scopus (ILD 4.2). Conformément aux recommandations de la Banque Mondiale et l'AUA, un plan d'accélération a été élaboré par la Direction du CERME avec l'appui de l'Expert de l'AUA pour une amélioration profonde des performances du CERME afin d'atteindre les performances attendues à ce stage de déploiement du projet ACE Impact

Suite à la mission conjointe de la banque mondiale et de l'AUA en février 2023, un nouveau plan de jalonnement basé sur les forces et faiblesses du CERME a permis de réallouer les fonds du CERME pour une meilleure exécution des livrables attendus.

Cette même mission a conforté la nécessité d'un accompagnement rapproché du CERME sur cette toute dernière droite du projet. Les autorités du gouvernement du Togo ont ainsi émis le souhait d'identifier une expertise internationale pouvant accompagner le CERME afin de mieux structurer sa recherche, conforter l'excellence de la formation et positionner le CERME comme acteur incontournable dans le secteur de l'Énergie.

La concrétisation d'une telle proposition se traduit par la mise à disposition au CERME d'un chargé de mission International (CMI) dont le profil répond à la portée des tâches de l'accompagnement du CERME vers l'Excellence. »

Pour la réalisation de cet accompagnement, une méthodologie basée sur sept missions a été proposée.

2. Objectif de la Mission 1

Prise de connaissance réelle du CERME dans son fonctionnement et dans sa composition par rapport à ces objectifs.

Produire à l'issue de cette mission une cartographie de la recherche pour appuyer les axes de recherche déjà existants du CERME

3. Synthèse de la Mission

3.1 État des lieux ou diagnostic stratégique de la recherche du CERME

a) Axes recherche du CERME

- ✓ AXE 1 : Maîtrise des techniques des réseaux électriques, des machines électriques et des commandes de machines électriques
- ✓ AXE 2 : Maîtrise des énergies électriques renouvelables et études sur les matériaux entrant dans l'élaboration des équipements électriques
- ✓ AXE 3 : Efficacité énergétique
- ✓ AXE 4 : Impacts environnementaux de l'électricité

b) Spécificité de positionnement d'excellence régionale

À la question qui porte sur l'identité et la portée régionales des travaux de recherche du CERME, il ressort des discussions que le centre couvre un spectre très large de l'énergie à l'électricité.

Le CERME couvre :

- 1- le secteur fondamental en physique sur les cellules photovoltaïques (PV), le stockage et les matériaux, l'énergie renouvelable
- 2- le secteur de génie sur la production et la distribution d'électricité, l'énergie renouvelable, les filtres et l'équilibre du réseau

La position régionale se trouve au niveau de PV pour les besoins ruraux (lampe, batterie, autres charges telles que réfrigérateur, etc.)

Les spécificités du CERME sont :

1. Production, distribution et stockage de l'énergie
 2. Matériaux pour la production et le stockage d'énergie
 3. Efficacité énergie
- **Observation du CMI** : Le CERME est composé essentiellement de chercheurs du département de Génie électrique de l'École polytechnique de Lomé et de ceux de Département de Physique de la Faculté des sciences. Il y a un trop grand écart entre les deux secteurs de la physique fondamentale et du génie. Ceci ne permet pas d'avoir un continuum de recherche entre les deux secteurs. Il serait souhaitable d'avoir un secteur intermédiaire multidisciplinaire entre les deux qui pourrait être les sciences appliquées de la physique pour l'industrie.

Ainsi un secteur multidisciplinaire physique /génie autour de l'instrumentation : Caractérisation des PV, test, diagnostic et contrôles des systèmes PV et stockage d'énergie dans les batteries et autres. Cette idée se trouve en partie dans l'Annexe 4 fournie par le CERME.

Notons que la politique du gouvernement encourage les acteurs économiques à installer des PV dans les milieux ruraux

c) Domaine de compétences des enseignants-chercheurs

Les domaines de compétences de chacun des enseignants-chercheurs rencontrés se trouvent à l'Annexe 1 : Compte rendu et verbatims des rencontres.

Observation du CMI : Il se ressort que certains enseignants-chercheurs ont ajusté bien leurs compétences aux thématiques porteurs du CERME, d'autres sont restés proches de leurs formations initiales et cela crée quelques inconforts par rapport aux orientations du CERME. Toutefois, tous manifestent le désir de travailler plus dans les axes de recherche du CERME si les moyens de bases sont mis à leurs dispositions.

D'autres suggestions et observations pour bonifier la recherche de chacun des chercheurs se trouvent dans l'Annexe 1.

d) Problèmes et préoccupation des chercheurs

Les préoccupations suivantes sont apparues :

- Compétences des chercheurs dans chacun des axes de recherche ; organisations des équipes de recherche
- Les chercheurs sont compétents, mais la plupart d'entre eux ont des difficultés dans la mise en œuvre de leur compétence.
- Pas de laboratoires appartenant au CERME
- Préoccupation sur l'efficacité de la formation de l'École Polytechnique de Lomé (EPL) versus celle du CERME.
- Certaines universités dans d'autres pays n'ont pas de parcours de formation propre à leur Centre d'Excellence Est-ce qu'il ne serait pas mieux que le CERME accompagne des parcours de formation de l'EPL et de la Faculté Des Sciences (FDS)? La problématique de doublons dans les cours du CERME, EPL et Physique existe. Le CERME est un établissement de formation.
- Préoccupation de la survie des programmes du CERME advenant la fin de la subvention de la Banque mondiale.
- Pas d'équipements suffisants pour démarrer des projets de recherche structurants.
- Trop de focalisation sur les équipements pour la caractérisation et/ou sur le diffractomètre à coût élevé
- Préoccupation sur les processus de contrôle des Organes de contrôle de l'Université et de l'AUA. Les règles et les procédures ne sont pas toujours agiles et claires pour les membres.
- Préoccupation sur les ressources humaines disponibles et le manque de personnels.

- Besoin de chercheurs post-doctoraux. Le CMI peut aider pour la définition des termes de référence.
- Discussion sur la possibilité d'avoir des équipements usagés occidentaux sous forme de don
- Problème de production d'articles de haut calibre.
 - Les articles de review ne sont pas comptabilisés comme production scientifique
- Problèmes d'équipements et d'achat de consommable.
- Préoccupation dans la définition de projet de recherche.
- Problème d'accompagnement financier ou d'intéressement des étudiants. La grande majorité des étudiants travaillent en entreprise et donc ne sont pas vraiment disponibles pour faire avancer les recherches.
 - Les enseignants-chercheurs avouent candidement qu'il n'y a pas de vraie recherche au CERME,
 - Les enseignants-chercheurs avouent aussi que la plupart des articles produits ne sont pas bien structurés et basés sur un travail réel structurant.
 - Ils constatent que la construction de la démarche de recherche est manquante. Il faut reconstruire est fondement de la structure de recherche.
 - Les chercheurs pointent le fait que la co-direction ne les arrange pas au Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur (CAMES) pour leur promotion. Ils sont donc moins portés à travailler en équipe.

e) Animation du CERME

Il n'y a pratiquement aucune structure d'échange et d'animation du CERME.

Observation du CMI :

Il urge :

- ✓ de créer des forums de discussion et d'échange.
- ✓ d'inviter des conférenciers industriels, académiques et autres. Le CERME peut systématiquement demander aux professeurs visiteurs de faire une présentation de leurs travaux de recherche qui sont en lien avec les axes de recherche du CERME.
- ✓ de faire une rencontre mensuelle et annuelle.
- ✓ d'organiser un concours d'affiche ou ma thèse en 120 secondes, une école doctorale, des journées d'étude thématiques.
- ✓ de créer un milieu de vie et d'échange pour les étudiants du CERME.
- ✓ de créer un club des étudiants avec des projets pratiques stimulants pour les étudiants. Organisation d'activité parascolaire pour les étudiants. Voir la possibilité des étudiants de participer à la branche étudiante de IEEE.
- ✓ d'organiser une ou des conférences nationales et internationales
- ✓ d'organiser des activités sociales

3.2 Cartographie et portrait de la recherche par rapport aux axes de recherche du CERME

a) Tableau de synthèse des chercheurs, direction et co-direction, publications

Les Axes de recherche du CERME sont présentés plus haut à la section 3.1 a)

Extrait du document : Équipe et axe de recherche.docx / reçu en juin 2023

Information
prise
d'Internet

Nombres de thèses encadré (dirigé) ou co-encadré (co-dirigé)

Enseignant / Chercheur	Nombre de direction	Nombre de co-direction	Total de direction et de co-direction	Axes de recherche	Participation Publication 2019-2023	Donc avec Chercheurs Internationaux
Prof. LARE Yendoubé	1	1	2	1 Axe3 ; 1 Axe1	3	1
Prof. AZOUMA Yao	0	1	1	1 Axe3		
Prof. AZOUMA Yaovi	3	0	3	1 Axe1; 1 Axe2; 1 Axe3		
M. GADEDJISSO-TOSSOU Komlan Ségbéya, MC	1	0	1	1 Axe2		
M. ADJAMAGBO Comlanv, MC	1	0	1	1 Axe1		
Prof. AJAVON Ayité Sénah Akoda*	1	3	4	2 Axe1 ; 2 Axe2		
M. BANETO Mazabalo, MC	3	0	3	2 Axe2 ; 1 Axe3		
M. MANI KONGNINE Damgou, MC	4	0	4	1 Axe1 ; 3 Axe2	1	0
M. BOKOVI Yao, MC	4	1	5	4 Axe1		
M. BOROZE Tcha-Esso Tchamye, MC	0	1	1	1 Axe2		
M. PALANGA T. G. Eyouléki, MC	4	0	4	3 Axe1 ; 1 Axe3		
M. OURO-DJOBO S. Sanoussi, MC	3	0	2	2 Axe2 ; 1 Axe3	2	0

M. AMOU Komi Apélété, MC	1	0	1	1 Axe1		
Prof. SALAMI Adekunlé Akim	6	2	8	8 Axe1	4	4
Prof. KODJO Koffi Mawugno*	2	4	6	4 Axe1; 1 Axe2; 1 Axe3		
M. N'WUITCHA Kokou, MC	2	0	2	1 Axe1; 1 Axe2		
M. NANEMA Emmanuel, Dr	0	1	1	1 Axe1		
M. AGBOMAHENA Bienvenu M., MC	0	1	1	1 Axe2		
Prof. ADJALLAH Kondo	0	1	1	1 Axe2		
M. DZAGLI Milohum	0	0	0			
M. SAGNA Koffi	NF	NF	NF	NF	NF	NF
M.NOUGBEGA Yaowovi	NF	NF	NF	NF	NF	NF
Total	36	16	52		10	5

* Retraité

NF : Non fourni

+ Décédé

Les travaux de recherche se répartissent de la façon suite (seule la direction des thèses est mise en compte) :

entre 19 et 22 thèses dans l'Axe 1

entre 9 et 11 thèses dans l'Axe 2

entre 4 et 6 4 thèses dans l'Axe 3

Aucune thèse dans l'Axe 4

Il y a globalement 3 équipes de recherche et d'autres chercheurs qui ne sont pas affiliées aux équipes

- Équipe 1 autour de la thématique : Cellule PV. Cette équipe est composée des chercheurs : GADEDJISSO-TOSSOU, DZAGLI, AMOU, BANETO, SAGNA, OURO-DJOBBO et autres chercheurs biologistes.
- Équipe 2 autour des thématiques, matériaux, stockage. Cette équipe est composée du chercheur LARÉ Yendoubé et autres chercheurs du département de physique.
- Équipe 3 autour des systèmes PV pour les milieux ruraux; planification et optimisation, réseau électrique; résilience du réseau; micro -réseau; gestion de la demande d'énergie; hybridation PV/génératrice, alimentations de système de télécommunication. Cette équipe est composée de BOKOVI, SALAMI, GUENOUKPATI, ADJAMAGBO (bientôt retraité), il pourra y avoir 3 nouveaux professeurs en génie qui pourront se joindre à l'équipe.

Observation du CMI : Globalement, il y a environ 19 enseignants-chercheurs au CERME si l'exclut les deux retraités et le professeur qui est décédé.

Les enseignants-chercheurs semblent bien compétents dans leur domaine. Certains sont bien motivés et d'autres le sont moins à cause de nombreux freins à recherche.

Les éléments de motivation majeurs identifiés lors des échanges sont : l'obtention de grade de professeur via le processus du CAMES, l'envie de voir le centre réussir. Notons qu'un des chercheurs qui se définit plus par son appartenance au CERME est plus motivé par sa recherche et le travail avec ses étudiants.

Actuellement, 5 chercheurs dirigent chacun 3 (et plus) étudiants et 6 chercheurs dirigent chacun 2 (et plus) étudiants. Certains enseignants-chercheurs peuvent encadrer plus d'étudiants, mais le manque d'infrastructure de recherche, de laboratoire et d'organisation structurants les freine.

Les expériences de structuration de la recherche n'ont pas été très fructueuses, pour diverses raisons.

La production scientifique était très limitée jusqu'en 2022 (10 articles). Il semblerait que 10 autres articles ont été publiés en 2023 et seront soumis à AUA pour une reconnaissance de contribution sous peu.

Les axes de recherche qui marchent le mieux via les travaux de recherche sont : Axe 1, Axe 2, Axe 3.

L'axe 4 qui porte sur les impacts environnementaux de l'électricité n'est pas du tout développé, mais il s'avère que cela est important pour la Banque Mondiale. C'est donc un créneau qu'il faut retravailler et dynamiser.

Pour la production d'articles scientifiques, il serait bien d'engager un (e) traducteur (e) français/anglais pour aider les chercheurs dans la révision linguistique des articles.

b) Projets de recherche

Certaines particularités de recherche ont été mises de l'avant :

- Problèmes de réseaux électriques,
- Problèmes de production et de gestion des énergies renouvelables,
- Problèmes d'injection de l'énergie des PV dans les réseaux électriques existants,
- Réserve tournante,
- Stockage,
- Qualité de l'onde et de l'électricité,
- Équilibrage entre la production et le stockage,
- Cellule solaire PV à colorant. Il existe une collaboration avec les biologistes,
- Montage des cellules solaires (pour en faire des panneaux solaires),
- Production et stockage d'énergie électrique dans les secteurs résidentiels, commerciaux et institutionnels,
- Les bornes de recharge pour les véhicules électriques (VE) et les motos électriques,
- Réseau électrique intelligent (Smart grid),
- Efficacité énergétique dans les bâtiments,
- Climatisation passive,
- Rendement des PV/ refroidissement,
- Chauffage des PV,
- Problème des effets thermiques,
- Problématique de LED pour l'éclairage,
- Problèmes de conformité, de certificat, mise à la terre et de norme doivent être adressés, en particulier dans le cadre la formation des électriciens,
- Recherche sur les IOT pour la maîtrise de l'électricité,
- Projet sur les génératrices à essence (et possiblement à hydrogène),
- Encapsulation des cellules photovoltaïques,
- Recherche sur les électrodes – Test de batteries – Stockage électrochimique,
- Caractérisation, test et contrôle des modules solaires,

Observation du CMI : Lors de la prochaine mission, nous devons travailler sur la structuration et le renforcement de certains projets. La cohérence des projets en lien aux moyens financiers et les ressources financières devraient être examinée et un accompagnement de chacun des enseignants-chercheurs sera fait.

c) Collaboration avec les entreprises

Certains chercheurs collaborent à des projets avec la CEET, CEB, ContourGlobal, Kya Energy et des entreprises minières.

Observation du CMI : Le CERME doit développer une stratégie pour se rapprocher davantage des entreprises nationales, régionales et internationales de la sous-région. De plus, il doit tisser un lien plus étroit avec le Ministère des Mines et de l'Énergie du Togo.

d) Équipements actuels et à venir

Liste des équipements projetés

Liste des équipements
Automatisme
Électronique de puissance
Commande des machines électrique
Transformateur
Installation domestique
Station de pompage pour la simulation et la formation des étudiants.
Système d'injection d'énergie au réseau

Liste des équipements projetés (référence Annexe 4).

1. Équipements de recherche fondamentale sur les matériaux pour applications électriques

- 1.1. Four de laboratoire à haute de température
- 1.2. Dispositif de revêtement par immersion équipé d'une enceinte chaude (Dip-coating)
- 1.3. Spectrophotomètre UV-VIS)
- 1.4. Centrale d'acquisition de température de précision
- 1.5. GBC Catena 65 Rouleau de laminage thermique et sensible à la pression ou équivalent
- 1.6. Potentiostat/Galvanostat - CS2020B Current Booster combiné avec le CS350 (CS350M)
- 1.7. Presse manuelle hydraulique 15 tonnes

2. Équipements de formation en génie électrique pouvant servir à la recherche

- 2.1. Analyseur de qualité et d'énergie du réseau triphasé
- 2.2. Ohmmètre de terre et résistance-Adaptateur de mesure de terre des pylônes :
- 2.3. Contrôleur d'isolation et de continuité
- 2.4. Laboratoire énergies électriques (réseau électrique)

2.5. Laboratoire de haute tension

3. Équipements de formation en électricité renouvelable

3.1. Étude des diagnostics de pannes sur une installation solaire

3.2. Appareil pour le contrôle de systèmes photovoltaïques couplés au réseau

4. Équipements pour le CERMELAB ouvert aux entreprises de la place dans le cadre de l'ILD5.3

Dans ce cadre, les équipements suivants seront utilisés :

- 1.6. Potentiostat/Galvanostat CS350 - CS2020B Current Booster
- 2.1. Analyseur de qualité et d'énergie du réseau triphasé
- 2.2. Ohmmètre de terre et résistance-Adaptateur de mesure de terre des pylônes
- 2.3. Contrôleur d'isolation et de continuité
- 3.2. Appareil pour le contrôle de systèmes photovoltaïques couplés au réseau

Observation du CMI : Les équipements déjà achetés sont sous utilisés.

Ce qui est le plus préoccupant, après plusieurs mois des réceptions des marchandises, ni les techniciens ni les enseignants-chercheurs ne savent pas opérer certains équipements. Il urge d'organiser avec les fournisseurs des séances de formation des techniciens et des professeurs responsables de la formation en lien avec ces équipements. Il faut très rapidement que cette situation soit corrigée.

Par ailleurs, compte tenu du diagnostic et de la cartographie, il serait utile de réviser les nouveaux achats à venir et de s'assurer de leurs pertinences par rapport aux axes prioritaires du CERME.

e) Personnel technique du CERME

- Les techniciens participent aux formations de courtes durées et aux formations de base de tous les étudiants du CERME.
- Pour les projets de câblage, il y a 4 étudiants par poste, ce qui semble trop.
- Il y a un nouveau banc d'automatisation qui n'est pas utilisé depuis plusieurs mois.
- Les enseignants ne sont pas familiers aux équipements de laboratoire.
- Les techniciens ne sont pas formés sur l'opération ou le fonctionnement de plusieurs équipements.
- Armoire d'installation et certains bâtiments sont vétustes.

- Manque d'appareil de mesure.
- Avant les TP étaient prévus pour 4 h/semaine, maintenant c'est 2h / semaine. Les techniciens pensent que les étudiants n'ont pas le temps de bien pratiquer.
- Il faut améliorer les espaces de travail dans le laboratoire électrotechnique.
- Ce serait bien de limiter le nombre d'étudiants par poste de travail.
- Il y a une méconnaissance du cours sur lequel l'étudiant fait son lab. Souvent l'étudiant ne connaît pas la théorie en lien avec le laboratoire.
- Problème d'incident et d'accident.
- Problème de remplacement d'équipement.
- Manque de budget pour les consommables.
- Le nombre d'étudiants augmente, mais le nombre de postes de travail diminue.
- Pour le cours de commande numérique assistée par ordinateur, il y a une problématique sur la formation du personnel.
- Manque de projet par équipe pour les étudiants.

Observation du CMI : Il serait souhaitable qu'avec la direction du CERME et l'appui de l'EPL, on puisse solutionner les préoccupations prioritaires qui permettront aux étudiants de bien apprendre à travers les séances de laboratoire.

f) Étudiants du CERME

- Aucune thèse n'est financée ou soutenue par une bourse.
- Aucun projet n'est financé.
- Aucun étudiant n'a de support financier. Les étudiants sont dans la grande majorité des employés, soit ils enseignent au secondaire ou au primaire, soit ils travaillent en entreprise.
- La motivation des professeurs et des étudiants a été contestée.
- Des ordinateurs ont été promis aux étudiants depuis 2 ans. Aucun équipement n'a été livré.
- L'approche de suivi des étudiants par les enseignants-chercheurs est très variée. Certains rencontrent leurs étudiants aux deux mois, d'autres s'appuient sur les étudiants de doctorat pour coacher ceux de master. De façon générale, la structure de suivi des travaux des étudiants est un peu défailante.
- Le plus dur est que plusieurs étudiants ne sont tout simplement pas disponibles pour faire un travail sérieux de recherche.

Lors de la réunion avec les étudiants, plusieurs autres points intéressants ont été soulevés. Voir Annexe 1, F- Rencontre avec les étudiants du CERME.

Observation du CMI : Il est urgent de trouver un moyen pour motiver les étudiants et diminuer le nombre d'étudiants salariés. Il semblerait que la motivation des étudiants salariés à poursuivre les études est la promotion qu'ils obtiendront avec le diplôme. Ceci en soi n'est pas

mauvais, mais il faudrait que le CERME évite que la majorité de ces étudiants soit dans cette situation.

Il semblerait aussi qu'un montant de 3 millions est disponible pour chacun des étudiants pour la durée de son doctorat.

Ce serait bien de former un comité de 2 à 3 chercheurs pour le suivi et définir des procédures d'évaluation de la progression des étudiants.

Idée de répartition des 3 millions est :

- Achat d'ordinateur à l'étudiant 800k FCFA
- 50 k FCFA / mois donc 600k FCFA par an et 1 800k FCFA pour les 3 de doctorat
- Le reliquat 400k FCFA de cette bourse peut être mis à la disposition du professeur pour l'achat de consommable de recherche ou être bonifié par le CERME pour la participation du professeur ou de l'étudiant à une conférence internationale.
- Il faut définir un mécanisme de reddition de compte et de suivi des progrès des étudiants.
- Peut-être, mettre en place un mécanisme de décaissement simplifié.
- Un étudiant boursier du gouvernement peut lui avoir seulement 200 k FCFA/ an et donc le professeur aura plus de moyens pour ces travaux.
- Il faut trouver un moyen d'avoir plus d'étudiants boursiers et moins d'étudiants salariés.

g) Formation CERME

- Les chercheurs ont monté des formations sur :
 - Installation électrique bâtiment
 - Étude, dimensionnement et maintenance d'une installation photovoltaïque en site isolé ;
 - Autoconsommation de l'énergie solaire photovoltaïque ;
 - Éclairage par l'énergie solaire photovoltaïque ;
 - Problématique et approches de solution à l'intégration des ENRs dans les réseaux de distribution et de transport ;
 - Dimensionnement et techniques d'installation d'une centrale photovoltaïque (A Niamey au NIGER, à Ouagadougou au Burkina-Faso, à Abomey-Calavi au Bénin, à Bouake en Côte d'Ivoire).

Il y a eu des participants internationaux du Bénin et de la République de Centrafricaine.

Observation du CMI : Le volet formation n'a pas été vraiment analysé dans cette mission. Cela sera fait dans une mission ultérieure.

4. Conclusion de la Mission

Le CERME est composé essentiellement de chercheurs du département de Génie électrique de l'École polytechnique de Lomé et de ceux de Département de Physique de la Faculté des sciences.

Le corps professoral et le personnel technique du CERME sont bien compétents, mais la plupart des enseignants-chercheurs ont des difficultés dans la mise en œuvre de leur compétence.

Les axes de recherche du CERME sont excellents et les enseignants-chercheurs travaillent à développer une recherche structurante. Plusieurs axes des recherches sont en adéquation avec les thèmes du CERME. Toutefois, certains méritent d'être revus et renforcés. Certains enseignants-chercheurs ont ajusté bien leurs compétences aux thématiques porteurs du CERME, d'autres sont restés proches de leurs formations initiales. Bref, un travail de fond pour le renforcement des méthodes, approches et stratégies de recherche pour atteindre les objectifs de la Banque Mondiale et celle de l'AUA est nécessaire.

L'écosystème de recherche en lien avec l'électricité et l'énergie dans le cadre du projet semble bien identifié. Toutefois, compte tenu de l'écart entre la recherche fondamentale en physique et celle en génie, le CERME a tout intérêt à encourager l'émergence d'un secteur multidisciplinaire physique /génie autour de l'instrumentation : Caractérisation des PV, test, diagnostic et contrôles des systèmes PV et stockage d'énergie dans les batteries et autres.

Les axes 3 et 4 sont moins développés et méritent une attention particulière.

Les forces et les faiblesses des équipes en lien avec les besoins de développement du pays et les intérêts de recherche de la communauté scientifique internationale ont été identifiés. Des préoccupations d'infrastructures et d'équipements de recherche, de formation des techniciens, d'organisation, de gouvernance, d'animation de la recherche, de liens avec les entreprises ont été exprimées par les étudiants, les techniciens et les enseignants-chercheurs.

Bref, l'état des lieux et le diagnostic stratégique de la recherche du CERME, ainsi que la cartographie de la recherche par rapport aux axes de recherche du CERME, nous ont permis d'identifier les pistes d'actions prioritaires. Ceci a permis également de poser les bases d'accompagnement de la direction et de chacun des chercheurs pour un renforcement des capacités de recherche du CERME.

Compte tenu des résultats de cette première mission, la prochaine étape permettra d'une part d'organiser des séances de travail avec chaque enseignant-chercheur pour sa programmation et

sa méthodologie de recherche avec les étudiants, d'autre part de développer avec la direction du CERME les outils de planification, de structuration de la recherche en lien avec les ILD.

Annexe 1 : Compte rendu et verbatims des rencontres

Au début de chaque rencontre, les participants se présentent en précisant leur poste au CERME et domaine de compétence :

A-Échange général avec la direction du CERME

Présents : Voir fiche de présence à l'Annexe 2-1

- Rappel par le CMI prof. AGBOSSOU de son rôle et de l'objectif de sa mission émanant du Terme de référence produit par la direction du CERME et prof. Fadel KÉBÉ, Expert Matière en Énergie Chargé du CERME pour le compte de la Banque Mondiale. « Le Chargé de mission international a pour mission de renforcer les actions de l'équipe de projet du Centre pour l'atteinte de l'excellence dans la formation, la recherche et la valorisation des résultats de recherche vers le monde socio-économique. » (Source TDR avril 2023).
- Rappel par le CMI prof. AGBOSSOU de la méthodologie pour l'accompagnement et le renforcement de la recherche à travers 7 missions planifier sur 1 an. (voir Contexte)
- Rappel par le CMI prof. AGBOSSOU de la planification de la semaine de travail pour sa première mission.

Il s'en suit des échanges :

- Le Comité Consultatif Scientifique Internationale (CCSI) du CERME doit être réactivé pour sa participation à la recherche et l'enseignement dans les programmes du CERME. Ce serait bien d'organiser une réunion de ce Comité après la 2eme mission qui porte sur les programmes de recherche des chercheurs et sur le renforcement des capacités des chercheurs pour le montage de projet de calibre international.
- Mettre à jour le fichier Excel de cartographie en cours d'élaboration par le CMI, en particulier les directions et co-directions des chercheurs.
- Les axes de recherche qui marchent le mieux via les travaux de recherche sont : Axe 1, Axe 2, Axe 3 (un peu timidement).
- Le problème majeur soulevé est le manque d'équipement pour les travaux dans les 3 axes.
- L'axe 4 sur les impacts environnementaux de l'électricité n'est pas du tout développé, mais il s'avère que cela est important pour la Banque Mondiale. C'est donc un créneau qu'il faut retravailler et dynamiser.
- Questions importantes : Qu'est-ce que vous êtes ou faites qui a une portée régionale. Quelle est l'identité du CERME en termes de recherche ? Quels sont les thèmes porteurs du Centre ? Il ressort des discussions que le centre couvre un spectre très large de l'énergie à l'électricité. Les spécificités du CERME sont :
 - Production, distribution et stockage de l'énergie
 - Matériaux pour la production et le stockage d'énergie
 - Efficacité énergie

Le CERME couvre :

- le secteur fondamental avec les cellules photovoltaïques (PV), le stockage, et les matériaux.
- le secteur appliqué avec la production, la distribution d'électricité, l'énergie renouvelable, les filtres et l'équilibre du réseau.

La position régionale se trouve au niveau de PV pour les besoins ruraux (lampe, batterie, autres charges telles que réfrigérateur, etc.)

Ces secteurs se traduisent en 4 Axes de recherche qui sont :

- ✓ *AXE 1 : Maîtrise des techniques des réseaux électriques, des machines électriques et des commandes de machines électriques*
- ✓ *AXE 2 : Maîtrise des énergies électriques renouvelables et études sur les matériaux entrant dans l'élaboration des équipements électriques*
- ✓ *AXE 3 : Efficacité énergétique*
- ✓ *AXE 4 : Impacts environnementaux de l'électricité*

- Les préoccupations suivantes sont apparues :
- Compétences des chercheurs dans chacun des axes; Organisations des équipes de recherche
- Certaines particularités de recherche ont été mises de l'avant :
 - Problèmes de réseaux électriques,
 - Problèmes de production et de gestion des énergies renouvelables,
 - Problème d'injection de l'énergie des PV dans les réseaux électriques,
 - Réserve tournante,
 - Stockage,
 - Qualité de l'onde et de l'électricité,
 - Équilibrage entre la production et le stockage,
 - Cellule solaire PV à colorant. Il existe une collaboration avec les biologistes,
 - Montage des cellules solaires (pour en faire des panneaux solaires),
 - Production et stockage d'énergie dans les secteurs résidentiels, commerciaux et institutionnels.
 - Les bornes de recharge pour les véhicules électriques (VE), les motos électriques,
 - Réseau électrique intelligent (Smart grid),
 - Efficacité énergétique dans les bâtiments,
 - Climatisation passive,
 - Rendement des PV/ refroidissement,
 - Chauffage des PV,
 - Problème des effets thermiques,
 - Problématique de LED pour l'éclairage,
 - Problème de ressources humaines, manque de personnels,
 - Les problèmes de conformité, de certificat, de mise à la terre et de norme doivent être adressés en particulier dans le cadre de la formation des électriciens,
 - Problème de production d'article de haut calibre
 - Les articles de review ne sont pas comptabilisés comme production scientifique
 - Problèmes d'équipements et d'achat de consommable,
 - Préoccupation dans la définition de projet de recherche,
 - La politique du gouvernement encourage les acteurs économiques à installer des PV dans les milieux ruraux,
 - Il y a globalement 3 équipes de recherche et d'autres chercheurs qui ne sont pas affiliées aux équipes
 - Équipe 1 autour de la thématique : Cellule PV. Cette équipe est composée des chercheurs : GADEDJISSO-TOSSOU, DZAGLI, AMOU, BANETO, SAGNA, OURO-DJOBBO et autres chercheurs biologistes.

- Équipe 2 autour des thématiques, matériaux, stockage. Cette équipe est composée du chercheur LARÉ Yendoubé et autres,
 - Équipe 3 autour des systèmes PV pour les milieux ruraux; réseau électrique; résilience du réseau; micro -réseau; gestion de la demande d'énergie; hybridation PV/génératrice, alimentations de système de télécommunication. Cette équipe est composée de BOKOVI, SALAMI, GUENOUKPATI, ADJAMAGBO (bientôt retraité), il pourra y avoir 3 nouveaux professeurs en génie qui pourront se joindre à l'équipe,
- Les chercheurs sont compétents. Le problème est dans la mise en œuvre,
 - Pas de laboratoire appartenant au CERME,
 - Préoccupation sur l'efficacité de la formation EPL versus CERME,
 - Les autres universités n'ont pas de parcours de formation propre à leur Centre. Est-ce qu'il ne serait pas mieux que le CERME accompagne des parcours de formation de l'EPL? Préoccupation de suivi des programmes du CERME advenant la fin de la subvention de la Banque mondiale
 - Pas d'équipements suffisants pour démarrer des recherches structurantes.
 - Préoccupation sur les processus de contrôle des Organes de contrôle de l'Université et de l'AUA,
 - Préoccupation sur les ressources humaines disponibles,
 - Besoin de postdoc. Le CMI peut aider pour les termes de référence,
 - Discussion sur la possibilité d'avoir des équipements usagés occidentaux sous forme de don.

B- Rencontre avec le Ministre de l' Enseignement Supérieur et de la Recherche, le Prof Ihou Wateba

Présents : le Ministre, le Directeur du CERME et le CMI

Accueil très chaleureux du Ministre et échanges très fructueux sur les objectifs de l'accompagnement et les attentes du gouvernement pour le développement du CERME.

Le Ministre a salué la mission et souligné sa satisfaction à l'égard du directeur du CERME.

C- Rencontres individuelles des chercheurs du CERME

Lors de ces rencontres, il a été convenu avec chaque chercheur de fournir la fiche ou la description de 2 à 3 projets en cours ou nouveau en lien avec les Axes de recherche du CERME.

1- Chercheur M. SALAMI

- Ces travaux portent sur :
 - Modélisation du vent à partir des mesures importantes
 - Intervention dans un projet sur la production d'énergie
 - Optimisation de l'énergie en utilisant l'intelligence artificielle (IA).
 - Efficacité énergétique dans les stations BTS (base transceiver station) de télécommunication (consommation d'énergie)

- La stratégie de recherche basée sur le fait que chaque étudiant de doctorat coache un étudiant de master. Chaque article est publié dans un journal indexé Scopus
- Le chercheur semble publier beaucoup, mais plusieurs articles ne sont pas sous le CERME.
- Le chercheur a plusieurs collaborations internationales.
- Le chercheur a monté des formations sur :
 - Intégration des énergies renouvelables au réseau de transport
 - Intégration des énergies renouvelables au réseau de distribution
- Lors de ces formations, il y a eu des participants internationaux du Bénin et de la République de Centrafricaine.
- Participation à des projets pour la CEET, CEB et autres.
- Expérience de structuration de la recherche pas très fructueuse.
- Tentative d'élaboration de projet avec Kya Energy, LARSI et l'Université de Kara. Ces projets ont été annulés par manque de temps, délai trop court pour avoir des résultats,
- Aucune thèse n'est financée ou soutenue par une bourse.
- Aucun projet n'est financé
- Aucun étudiant n'a de support financier. Les étudiants sont dans la grande majorité des employés soit en enseignement secondaire ou primaire, soit des travailleurs en entreprise.
- Il s'en suit une discussion pour motiver les professeurs et les étudiants.
Des ordinateurs ont été promis aux étudiants depuis 2 ans. Aucun équipement n'a été livré.
Il semblerait qu'un montant de 3 millions est disponible par étudiant pour la durée de son doctorat.
Ce serait bien de former un comité de 2 à 3 chercheurs pour le suivi et définir des procédures d'évaluation de la progression des étudiants.
Idée pour la répartition des 3 millions
 - Achat d'ordinateur à l'étudiant 800k FCFA
 - 50 k FCFA / mois donc 600k FCFA par an et 1 800k FCFA pour les 3 ans de doctorat
 - Le reliquat 400k FCFA de cette bourse peut être mis à la disposition du professeur pour l'achat de consommable de recherche ou être bonifié par le CERME pour la participation du professeur ou de l'étudiant à une conférence internationale.
 - Il faut définir un mécanisme de reddition de compte et de suivi des progrès des étudiants.
 - Peut-être, mettre en place un mécanisme de décaissement simplifié.
 - Un étudiant boursier du gouvernement peut lui aussi avoir seulement 200 k FCFA/ an et donc le professeur aura plus de moyens pour ces travaux.
 - Il faut trouver un moyen d'avoir plus d'étudiants boursiers et moins d'étudiants salariés.
- Équipements tels que l'analyseur de réseau sont sous utilisés.

2- Chercheur M. BANETO

- Ces travaux portent sur :
 - Matériaux à couches minces

- Oxyde transparent conducteur
- Cellule solaire organique
- Caractérisation des cellules PV
- Optimisation et dimensionnement des PV
- Le chercheur a un intérêt pour approfondir ou avoir une formation sur le montage de projet.

3- Chercheur M. DZAGLI

- Ces travaux portent sur :
 - Sciences des matériaux nanotechnologiques
 - Utilisation de la spectroscopie pour la détection des polluants environnementaux
 - Travail pour les industries minières
 - Matériaux pour PV
- Le chercheur n'a pas d'étudiant au doctorat au CERME. Il a 3 étudiants de MASTER pour CERME. Il y a une limitation de 3 étudiants que peut encadrer un enseignant maître de conférences.
- Il participera au projet du groupe cellule à colorant.
- Adhère à l'idée d'avoir une équipe qui travaille sur Caractérisation de cellule et PV, test, diagnostic et contrôle des cellules, batterie et système électrique
- La problématique de doublons dans les cours du CERME, EPL et le département de Physique
- Le CERME est un établissement de formation

4- Chercheur M. GADEDJISSO-TOSSOU

- Ces travaux portent sur :
 - Opto-électronique
 - Matière condensée
- Le chercheur peut travailler sur les matériaux pour la production et le stockage de l'énergie,
- Le chercheur veut monter un projet sur les systèmes PV, la caractérisation (vieillesse, développements de capteur optique ou système de mesure pour les mesures de pollution des PV), l'étude du vieillissement,
- Le chercheur a un étudiant au doctorat pour CERME sur la simulation quantique de cellule solaire à colorant,
- Discussion sur le Comité scientifique international,
- Discussion sur l'animation du CERME. Faire une rencontre annuelle, mensuelle. Organiser un concours d'affiche, une école doctorale.
- Créer un milieu de vie pour les étudiants du CERME.

5- Chercheur M. NOUGBEGA

- Ces travaux portent sur :
 - Efficacité thermique en particulier dans les bâtiments
 - Production propre à partir du solaire intégré au bâtiment
 - Climatisation passive
 - Refroidissement des composants PV
 - Capteur solaire

- Stockage d'énergie dans les bâtiments
- Matériaux à changement de phase
- Production d'énergie verte
- Valorisation des matériaux de construction locaux.
- Le chercheur dirige deux étudiants qui travaillent à l'extérieur et co-dirige un étudiant
- Ces travaux sont dans l'axe 3 (efficacité énergétique).
- Il participe à un projet pour décarboner les mines.
- Le chercheur s'organise pour que ces étudiants s'inscrivent au doctorat après leur maîtrise
- Tous ces étudiants travaillent.

6- Chercheur M. PALANGA

- Ces travaux portent sur :
 - Le TIC et l'IOT.
 - Intégration du TIC dans l'électricité
 - La sécurité informatique appliquée au réseau électrique
 - L'analyse de données
- Le chercheur est un ancien administrateur du Centre informatique de Calcul et a travaillé dans plusieurs autres services et au ministère.
- Il est responsable de l'équipe d'animation pédagogique, mais veut démissionner
- Tous ces étudiants travaillent à l'extérieur du Campus.
- Il rencontre ces étudiants aux 2 mois.
- Collabore avec M. AJAVON (retraité), SALAMI et KODJO (retraité maintenant)
- Il monte une équipe de recherche IOT
- Nous avons fait une réflexion sur comment sa large expérience pour contribuer au développement du Centre. Il souhaite regarder la problématique d'éclairage urbain avec des panneaux solaires (acquisition, traitement et optimisation des systèmes).

7- Chercheur M. MANI

- Ces travaux portent sur :
 - Encapsulation des cellules photovoltaïques (par voie solide ou par voie liquide)
- Pour le chercheur, le Centre doit mettre des laboratoires au service des entreprises,
- Le Centre doit proposer des choses nouvelles pour le marché.
- Selon lui les équipements pour la caractérisation sont trop chers. Il faut trouver d'autres solutions telles que le diffractomètre qui est aussi cher.
- Il s'oriente vers des équipements de substitut tel qu'un four, et des panneaux solaires (acquisition, traitement et optimisation des systèmes)
- Il y a un projet d'achat d'équipements pour la formation et pour la recherche telle que :
 - Système de test d'électrode,
 - Système de test des batteries
 - Mesure électrique des cellules
 - Test sur la corrosion

8- Chercheur M. ADJALLAH (son équipe (Mme AKAKPOVI, M. SALAMI, M. BOROZÉ a rejoint la discussion à la fin. L'Expert KÉBÉ et le Directeur du CERME aussi nous ont rejoints)

- Ces travaux portent sur :
 - o L'optimisation de l'efficacité énergétique dans les bâtiments institutionnels et commerciaux,
 - o Surveillance et résilience des microréseaux
- Le directeur de l'EPL M. ADJALLAH souhaiterait que le CERME et les autres centres de l'UL organisent une conférence internationale sur des thèmes de chacun des centres. Les articles de cette conférence pourront être publiés dans un journal indexé Scopus.
- Le chercheur encadre actuellement un étudiant.
- L'EPL travaille sur le stage et la visite en entreprise.
- Projet d'accompagnement de l'enseignement supérieur de l'Afrique.

Voir à l'Annexe 3 la vision de l'ELP et sa collaboration avec les centres de l'Université de Lomé.

9- Chercheur M. AMOU

- Ces travaux portent sur :
 - o Efficacité énergétique : argile, foyer amélioré, foyer à bois, autres types de foyer (ces travaux sont intéressants, mais non prioritaires pour le CERME),
 - o Surveillance et résilience des microréseaux

Le chercheur a des collaborations externes.

10- Chercheur M. AREMUA

- Ces travaux portent sur :
 - o Propriété des matériaux
 - o Propriété thermodynamique,
 - o Physique statistique
 - o Propriété des matériaux à être isolant ou conducteur
- Le chercheur est très orienté vers la formation.
- Il déplore le manque d'équipements et de laboratoire.

11- Chercheur M. OURO DJOBO

- Ces travaux portent sur :
 - o Spécialiste de cellules solaires organiques,
 - o Diode électroluminescente,
 - o Optimisation de la consommation dans les ménages en utilisant le IA
 - o Surveillance de charge
 - o Détection de défaut dans les PV
 - o Qualité de l'énergie et qualité de l'onde
- Le chercheur se définit plus comme chercheur du CERME
- Il a 3 étudiants pour le CERME.

- Il a publié 2 articles.

12- Chercheur M. SAGNA

- Ces travaux portent sur :
 - o Mécanique de fluide

Le chercheur participe à un projet dans l'entreprise «ContourGlobal». La problématique abordée est la perte de productivité de l'usine due à plusieurs facteurs.

Le chercheur peut monter un projet sur les génératrices à essence ou à hydrogène pour des applications stationnaires.

D- Rencontres avec les techniciens du CERME :

Chacun des techniciens se présente, ainsi que moi.

Atsu TOULEASSI, Technicien de laboratoire de câblage électrique
 Kodjo Mawuko SETEKPO, Technicien du laboratoire de Génie électrique
 Komlan LOLO, Enseignant-chercheur, responsable de l'atelier de génie mécanique
 Agbéko Kossi AKAKPO, Technicien en Génie mécanique

- Les techniciens participent aux formations de courtes durées.
- Pour les projets de câblage, il y a 4 étudiants par poste, ce qui semble trop.
- Il y a un nouveau banc d'automatisation qui n'est pas utilisé depuis plusieurs mois.
- Les enseignants ne sont pas familiers aux matériels des laboratoires.
- Voir ci-dessous la liste des équipements du CERME fournie par le technicien STEKPO.
- Les techniciens ne sont pas formés sur l'opération ou le fonctionnement de plusieurs équipements.
- Armoire d'installation et bâtiment vétustes
- Manque d'appareil de mesure.
- Avant les TP étaient pour 4 h/semaine, maintenant c'est 2h / semaine.
- Il faut améliorer les espaces de travail dans le laboratoire électrotechnique.
- Ce serait bien de limiter le nombre d'étudiants par poste de travail.
- Il y a une méconnaissance du cours sur lequel l'étudiant fait son lab. Souvent l'étudiant ne connaît pas la théorie en lien avec le laboratoire.
- Problème d'incident et accident.
- Problème de remplacement d'équipement.
- Manque de budget pour les consommables.
- Le nombre d'étudiants augmente, mais le nombre de postes de travail diminue,
- Cours de commande numérique assistée par ordinateur : il y a un problème de formations du personnel.
- Manque de projet par équipe.

Fiche de renseignement sur les équipements de CERME au laboratoire pédagogique d'électrotechnique du Département de Génie électrique de l'École Polytechnique de Lomé (EPL) : Document fourni par le technicien SETEKPO

Personnel pédagogique						
Responsable du laboratoire		M. SETEKPO Ayewu Kodjo Mawuko				
Inventaire des Équipements de TPs						
Liste des équipements	Nombre de postes	État des équipements		Manipulation		
		Bon	Mauvais	Bonne	Moyenne	RAS
Automatisme	01	Bon	-	-	-	RAS
Électronique de puissance	02	Bon	-	-	-	RAS
Commande des machines électrique	01	Bon	-	-	Moyenne	-
Transformateur	01	Bon	-	-	Moyenne	-
Installation domestique	01	Bon	Bonne	-	-	-
Contraintes à satisfaire pour l'efficacité du technicien						
<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement de capacité pour les techniciens de laboratoire • Formation sur les équipements installés • Elargissement d'espace de de travail • Autres 						

E- Visite des laboratoires du CERME en compagnie du Directeur du CERME, Yao BOKOVI

1- Laboratoire d'Électrotechnique EPL /CERME

M. SETEKPO Ayewu Kodjo Mawuko, Technicien du labo

Équipements :

- Automatisme
- Électronique de puissance
- Commande des machines électrique
- Transformateur
- Installation domestique

2- Laboratoire de prototypage rapide (pour les étudiants de Master et Licence)

M. AKAKPO Kossi, Technicien

Possibilité d'avoir des découpages de plastique et du bois.

Possibilité d'avoir des cours avec projet tutoré.

Capacité de 10 étudiants.

3- Laboratoire sur l'Énergie solaire

MOUZOU Essowé, un enseignant-chercheur de l'EPL et qui intervient au CERME
MANI,
KPELOU

Visite :

- de la station de pompage pour la simulation et la formation des étudiants.
- du système d'injection d'énergie au réseau

Pour ce laboratoire, il semble qu'il manque de personnel technique pour faire fonctionner les équipements et faire les laboratoires.

F- Rencontre avec les étudiants du CERME :

Présents : Voir fiche de présence à l'Annexe 2-2

Environ 14 étudiants de Master ont participé à la rencontre

- La motivation pour appliquer au CERME est souvent liée du titre du centre et au fait que c'est financé par la Banque Mondiale, donc il devrait avoir une excellence réelle. La formation devrait être d'un haut niveau, envie d'ajouter de la pratique à son expérience.
- La réalité est différente : les infrastructures sont insuffisantes, pas de bâtiment, pas de laboratoire digne d'un centre d'excellence, les cours sont passables. Pas d'ordinateur. Des fois, il manque de stylo.
- Il y a des étudiants internationaux.
- Les étudiants locaux ont le sentiment d'être laissés pour compte sans aucun financement
- Il manque le côté entrepreneuriat
- Ce serait bien de faire l'évaluation du devenir des anciens étudiants.
- Problème pour la rédaction d'articles
- Problème de gestion de courriel des étudiants. En fait, la secrétaire utilise une seule adresse courriel pour les affaires administratives et la gestion des messages des étudiants. Il souhaite qu'il y ait deux adresses différentes.
- Les étudiants trouvent surprenant que ce ne soient pas eux qui montent le système de pompage d'eau du CERME.
- Il faut travailler à la cohésion dans la formation entre les chercheurs de génie et ceux de la physique.
- Il faut que les professeurs utilisent des exemples pratiques.
- Problème du fait qu'un seul enseignant donne plusieurs cours.
- Il faut que les cours de spécialités soient donnés par des professeurs compétents dans le domaine.
- Les professeurs du CERME sont surchargés. Ils l'étaient avant le CERME et le sont davantage.
- Organisation d'activité parascolaire.
- Problème de logement ou de logement très loin pour les étudiants internationaux

- Attention, un étudiant qui vient du nord est presque un étudiant international à Lomé
- Il faut encourager l'excellence en donnant des bourses, des prix, des médailles,
- Voir la possibilité des étudiants de participer à la branche étudiante de IEEE. Cela permettra de générer des fonds.

G- Échange les enseignants-chercheurs du département de Physique membre du CERME :

Présents : Voir fiche de présence à l'Annexe 2-3 : présence à la rencontre avec l'Expert Matière en Énergie Chargé du CERME

L'objectif de la rencontre convoquée par l'Expert Matière en Énergie Chargé du CERME le prof. Fadel KÉBÉ, est de discuter sur la cohésion du groupe de professeurs du département de physique.

- Nombre de chercheurs en physique de plus en plus grand alors que le nombre de chercheurs en génie est limité.
- Préoccupation des chercheurs sur la valeur ajoutée du CERME par rapport à leurs carrières ; Comment le CERME peut les aider à avoir un poste de professeurs.
- Structure des équipes
 - o Le secteur fondamental du CERME qui est couvert par les enseignants-chercheurs du département de physique.
 - o Le secteur génie du CERME qui est plus appliqué est couvert par les enseignants-chercheurs du département de Génie électrique
- Il manque un pont entre ces deux secteurs qui peuvent être couverts par la physique appliquée proche des besoins de l'industrie.
- Il existe des blocs (Clans) bien distincts entre les chercheurs du département de physique. De plus, il y a un autre bloc entre les physiciens et les ingénieurs. Tout ceci freine un développement harmonieux de la recherche au CERME.
- Donc en physique il y a deux clans sans aucune base de recherche structurants. Ce qui retarde la progression des équipes de recherche. Cette situation indispose certains membres. Les blocs ne sont pas en soi un problème pour certains, le problème est le fonctionnement et les interactions dans les blocs.
- Les chercheurs ont parlé de la genèse de la création du CERME et des nombreuses difficultés et malentendus.
- La nécessité de créer ou réorienter les choses différemment devient une nécessité.
- Il faut des projets communs ou multidisciplinaires physique/génie.
- Les enseignants-chercheurs avouent candidement qu'il n'y a pas de vraie recherche au Centre,
- Les enseignants-chercheurs avouent aussi que la plupart des articles produits ne sont pas bien structurés et basés sur un travail réel structurant.
- Ils constatent que la construction de la démarche de recherche est manquante. Il faut reconstruire les fondements de la structure de recherche.
- Problèmes de manques d'équipement et de consommables de recherche

- Les chercheurs saluent les contributions des professeurs NAPO et AJAVON dans la création et le développement du CERME.
- Les chercheurs pointent le fait que la co-direction ne compte pas pour le CAMES pour la promotion. Ils sont donc moins portés à travailler en équipe.
- La cible pour maintenir le titre de Centre d'excellence est :
 - o 50 articles
 - o Générer des revenus de 300 000 USD
 - o Avoir l'accréditation
- Il faut initier un projet commun à la physique et au génie autour de l'instrumentation : Caractérisation des PV, Test, diagnostic et contrôles des systèmes PV et stockage dans les batteries et autres.
- Au début, il n'y avait que l'électricité. Cela a pris du temps pour faire accepter l'aspect énergie de façon générale.
- Il manque de la part de la direction, la valorisation une ou des équipes multidisciplinaires physiques-génies
- Les projets de Master ont du mal à aboutir.
- Les postes de direction au CERME doivent être attribués sur des bases de compétences.
- Il faut revoir les procédures d'achat des équipements.
- Aucun équipement de recherche n'a été acheté actuellement. Délai de passation de marché trop long.
- Laboratoire faible en recherche et en équipement.
- Il y a déjà eu plusieurs discussions, mais le système est demeuré le même.
- Il faut créer l'animation du centre à travers :
 - o Séminaire mensuel ou bi mensuel
 - o Journée d'étude
 - o École doctorale
 - o Activité sociale
 - o Animation de la recherche
- Développer la coopération internationale.
- Dynamiser la recherche
- Il faut avoir les moyens financiers pour faire la recherche.
- Chercheurs trop chargés par des tâches administratives et autres.
- Les étudiants ne sont pas disponibles et c'est difficile de les rejoindre, parce qu'ils travaillent presque tous. Beaucoup sont des fonctionnaires.
- Facile de sortir l'argent pour des activités de formation et autres, mais difficile d'avoir des fonds pour la recherche et l'achat d'équipement, il faut être innovant et intelligents dans le choix des équipements.
- Possibilité d'achat par module et montage par les chercheurs des plateformes.
- Les professeurs sont motivés et veulent participer au développement du CERME.
- Engager des postdocs.
- Revoir les conditions de vie et de travail des étudiants de doctorat et de maîtrise.

I- Séances de bilan avec le directeur du CERME du 10 au 14 juillet

Seuls les points ne figurant pas dans les autres comptes rendus sont rapportés ici

- Mettre en place d'un cours de méthodologie de recherche ou bonifier le cours de méthodologie de recherche.
- Faire un atelier avec pour les professeurs sur la méthodologie de recherche lors de la prochaine mission 2.
- Mettre en place dans les cours de maîtrise et doctorat un projet. S'assurer que le projet de l'étudiant dans le cours soit en lien avec son projet de recherche.
- Mettre en place une procédure pour inciter les étudiants et les professeurs à produire un article par année,
- Trouver un lien entre les projets du secteur fondamental et les secteurs appliqués du CERME. Un nouveau secteur autour de Caractérisation de cellule et PV, Test, Diagnostic et contrôle des Cellules, Batterie et système électrique, pourra être prometteur.
- Demander au prof. Fadel KEBÉ de nous présenter son laboratoire qui réalise déjà des choses similaires avec un budget raisonnable.
 - Tous les laboratoires sont pour l'enseignement pour l'instant; il s'agit des équipements pour l'automatisation
 - les transformateurs,
 - les moteurs
 - la simulation de résidence avec les charges.
 - Système de prototypage

- Il y a 3 aspects à tenir compte : Formation, recherche et Impact (énergie au service des milieux sociaux économiques)
- Réfléchir sur la façon d'animer la recherche

Annexe 2 : Fiches de présence

Annexe 2-1 : présence à la rencontre de la direction du CERME

Annexe 2-2 : présence à la rencontre avec les étudiants du CERME



CENTRE D'EXCELLENCE
REGIONAL POUR LA MAITRISE
DE L'ELECTRICITE (CERME)



LISTE DE PRESENCE

NATURE : Première mission du CMI
OBJET : avec les étudiants

LIEU : Salle de Conseil de l'EPL
DATE : 13 juillet 2023

N°	NOM ET PRENOMS	SEXE	GRADE	FONCTION	TELEPHONE / MAIL	EMARGEMENT
1	AGBOSSOU Kodjo	M	Prof	Prof		
2	KOLANI Moïman	M	Master	étudiant	91 19 09 35 / Rmoïman97@gmail.com	
3	AGBALA Adjouari	F	Master	Etudiant	91 63 69 56 / agbalaadjouari@gmail.com	
4	Ibbou Hango Nana	F	Master	Etudiant	92 34 78 10 / ibbouhangoanangfire@gmail.com	
5	GINAGLIGA Bakoukpama Senne	M	Master	Etudiant	90 50 06 19 / bababejoir@gmail.com	
6	ABI Mindénéaw	F	Master	étudiant	90 55 66 26 / mindeneabi@gmail.com	
7	MOGNAKOU Vignona	M	Master	Etudiant	98 02 12 02 / vignonamari@gmail.com	
8	TISSORA Assénim Jean	M	Master	Etudiant	91 53 96 11 / timotjohn08@gmail.com	
9	GAYI O Kwaku Messan Edem	M	Master	Etudiant	58 27 58 71 Keshwamrison22032014@gmail.com	
10	TOUDJE Kokou A.	M	Master	Etudiant	03 02 43 27 toudjebirilliant@gmail.com	
11	KARIMOUNI IBRAHIM.S	M	Master	Etudiant	70 91 30 16 sadrwanabdul@gmail.com	

Annexe 2-3 : présence à la rencontre avec l'Expert Matière en Énergie Chargé du CERME



CENTRE D'EXCELLENCE
REGIONAL POUR LA MAITRISE
DE L'ELECTRICITE (CERME)

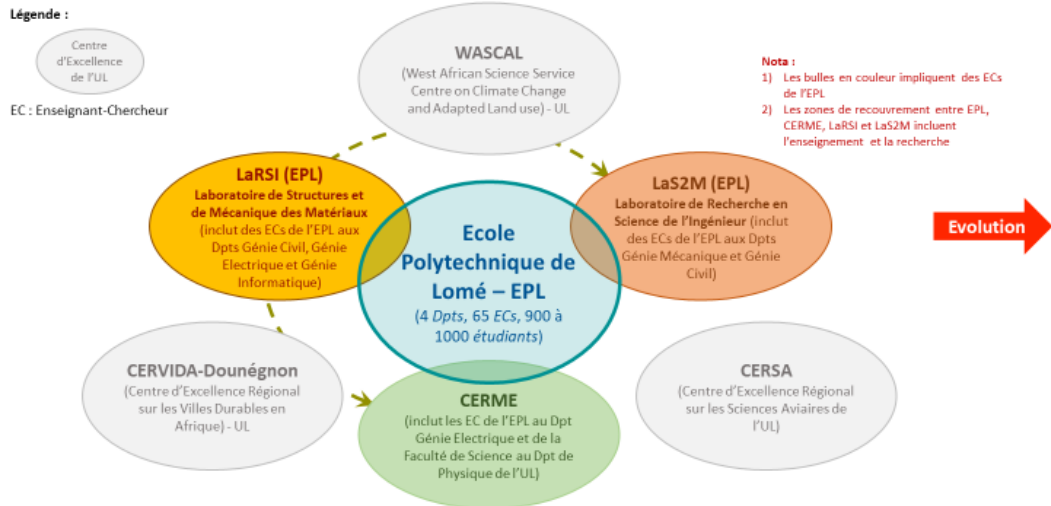


NATURE : Réunion avec l'expert
OBJET : LISTE DE PRESENCE KEBE Fadel
LIEU : Salle de Conseil de l'E. PL
DATE : 13 Juillet 2023

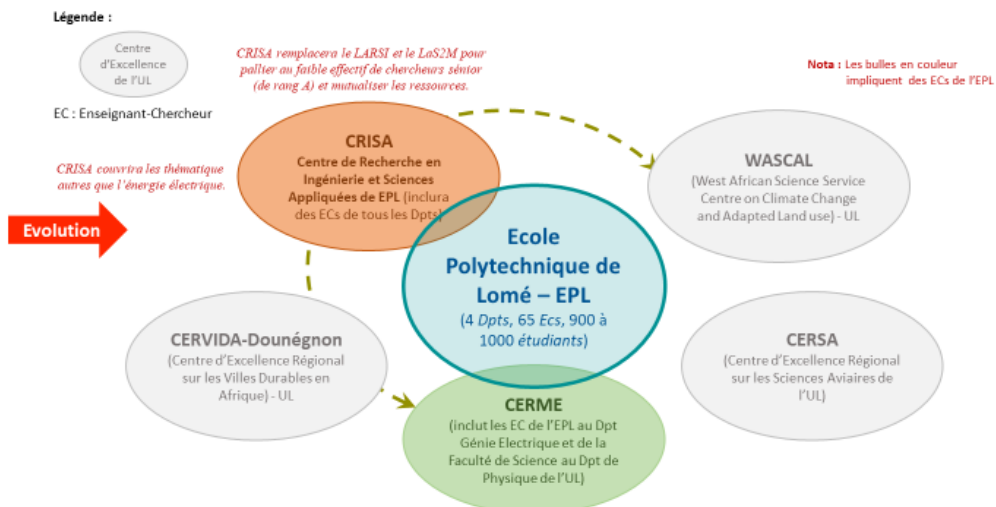
N°	NOM ET PRENOMS	SEXE	GRADE	FONCTION	TELEPHONE / MAIL	EMARGEMENT
1	KEBE EHEIKH F. Fadi	M	Prof	Expert AUA/WB	+227 77655739 / cunkebel@gmail.com	
2	BOKOVI Yao	M	MC	Directeur CERME	90094401 bokovi.yao@gmail.com	
3	MANI K. Damgou	M	MC	DA - CERME	91758872 leongnie@gmail.com	
4	DZAGLI Milohum M	M	MC	CSE - CERME	99489536 / m2agb@gmail.com	
05	BATAKO Badani M	M		SGF - CERME	90065054 badansebatako@gmail.com	
06	GUENAKRATI Aghasson M	M	As	CF - CERME	91485583 guenakrati@gmail.com	
07	SAGNA Loffe J.	M	MC	CFES - CERME	90395876 / sakobeni@gmail.com	
8	DJONGOU LARE X. K	M		SYM - CERME	90546258 djongou2014@gmail.com	
09	SALANI A. Akim M	M	PT	CSR - CERME	99469726 aselami@univ-lome.bj	
10	NOUCBLEGA Yawovi M	M	MC	RSEQ - CERME	90218796 / nycogla@yahoo.com	
11	GANE NTISSA - ITISSOU K.	M	MC	RSIE - CERME	90912771 / imano - itissou@univ-lome.bj	
12	BANETO Mazabalo	M	MC	Responsable EWAP	90315837 / banetopaul@gmail.com	

- Annexe 3 : Vision de l'EPL et sa collaboration avec les centres de l'Université de Lomé (Document fourni par le Directeur de l'EPL, Prof. Kondo ADJALLAH)

Environnement recherche de l'EPL et CERME



Environnement recherche de l'EPL et CERME



Annexe 4 : Équipement et projet de vision du CERME (Document fourni par le Directeur adjoint du CERME, M. Kongnine Damien MANI)

1. Équipements de recherche fondamentale sur les matériaux pour applications électriques

1.1. Four de laboratoire à haute de température

Dans le cadre de l'élaboration des matériaux, la température est régulièrement utilisée pour que les réactifs réagissent pour donner le produit à élaborer. Le four électrique de laboratoire est incontournable dans les techniques d'élaboration simples. Le four commandé est un four à moufle programmable pouvant chauffer à des températures de 1600°C. Cette température de chauffage élevée permettra à la plupart des utilisateurs de pouvoir élaborer leurs échantillons.

1.2. Dispositif de revêtement par immersion équipé d'une enceinte chaude (Dip-coating)

Les échantillons élaborés en physique des matériaux peuvent prendre différentes tailles. Les couches minces sont des échantillons où la substance active est déposée sous forme d'une fine pellicule de quelques micromètres sur un substrat. Plusieurs techniques permettent de réaliser ces couches minces dont la plus simple est le dip-coating où la substance active est déposée en trempant le substrat dans une solution de substance active. Cet équipement sera acquis pour satisfaire les équipes qui travaillent sur l'élaboration des cellules photovoltaïques, notamment celles à colorants.

1.3. Spectrophotomètre UV-VIS)

Une fois que les couches minces photovoltaïques ont été élaborées, il faut les caractériser afin de déterminer leurs propriétés. Plusieurs propriétés sont à déterminer afin de mieux caractériser les échantillons. Parmi ces propriétés, la propriété optique afin de déterminer l'énergie de la bande interdite et du coefficient d'absorption liée à la structure de bande de l'échantillon.

1.4. Centrale d'acquisition de température de précision

La température est un paramètre physique qui influence quasiment la totalité des processus d'élaboration et de caractérisation des matériaux. Il est donc indispensable de disposer d'un équipement spécifiquement dédié pour la mesure de température, comme une centrale d'acquisition qui a l'avantage de pouvoir utiliser différents types de thermocouples. En plus de la température, parfois des courants et des tensions continus de valeur très faible, de l'ordre du nanomètre sont induits dans certains processus physiques qu'il est important de mesurer. Cet équipement est à tout à fait indiqué ça.

1.5. GBC Catena 65 Rouleau de laminage thermique et sensible à la pression ou équivalent

Cet équipement servira à encapsuler les cellules photovoltaïques. La production d'électricité par des modules photovoltaïques est la plus modulable, très adapté à l'environnement de l'Afrique subsaharienne où les besoins énergétiques sont disparates et isolés surtout dans les ménages. L'acquisition de cet équipement permettra de monter des modules photovoltaïques, non plus standards comme dans le commerce, mais bien adaptés à nos besoins, comme des lampes électriques ou des

chargeurs de téléphones en association avec des batteries au lithium qu'on peut utiliser pour stocker l'énergie.

1.6. Potentiostat/Galvanostat - CS2020B Current Booster combiné avec le CS350 (CS350M)

Le potentiostat/galvanostat acquis est un Corrtest CS350 avec ses accessoires permettant de réaliser des caractérisations électrochimiques, notamment celles des électrodes, de faire des études de corrosions et de déterminer la qualité des cellules photovoltaïques individuelles. Par ailleurs, associés au CS2020B Current Booster, il permet de caractériser les batteries au lithium. Ainsi, il pourrait aider à certifier les batteries fiables sur le marché.

1.7. Presse manuelle hydraulique 15 tonnes

C'est un dispositif d'élaboration des matériaux permettant de réaliser des échantillons massifs (pastilles) à l'opposé des couches minces. Le système de presse peut tout aussi servir si l'on a besoin de compacter une poudre en solide.

2. Équipements de formation en génie électrique pouvant servir à la recherche

2.1. Analyseur de qualité et d'énergie du réseau triphasé

Il permet de mesurer les paramètres de puissance et de qualité d'une alimentation afin de déterminer d'éventuels problèmes lors des diagnostics de panne ou de maintenance préventive. Il peut être utilisé pour la formation et pour des prestations de service.

2.2. Ohmmètre de terre et résistance-Adaptateur de mesure de terre des pylônes :

Permettant de déterminer la capacité des sols à conduire l'électricité, il permet de dimensionner et d'optimiser la prise terre. Elle est indispensable pour la formation et aussi pour les prestations de services. Elle peut par ailleurs aider cartographier les prises dans les grandes villes du pays afin d'aider à optimiser la prise de terre d'un milieu.

2.3. Contrôleur d'isolation et de continuité

Il permet en mesurant l'isolation électrique, d'assurer la sécurité des installations électriques, des machines, etc. Il est un dispositif important pour les prestations de service et pourra servir aux particuliers qui font du rebobinage électrique.

2.4. Laboratoire énergies électriques (réseau électrique)

C'est un équipement acquis pour réaliser les TP sur les réseaux électriques, très importants savoir faire la distribution de l'électricité.

2.5. Laboratoire de haute tension

Equipement destiné à faire des TP sur la haute tension, il comprend des dispositifs qui permettent de mesurer la rigidité diélectrique.

3. Équipements de formation en électricité renouvelable

3.1. Etude des diagnostics de pannes sur une installation solaire

Faire des TP pour le diagnostic des pannes courantes sur une installation photovoltaïque en vue de former les étudiants à pouvoir procéder aux réparations et à la maintenance sur des installations photovoltaïques.

3.2. Appareil pour le contrôle de systèmes photovoltaïques couplés au réseau

Cet appareil permettra de montrer aux apprenants comment se fait un système photovoltaïque raccordé au réseau.

4. Équipements pour le CERMELAB ouvert aux entreprises de la place dans le cadre de l'ILD5.3

Dans le cadre de l'ILD5.3, il est demandé aux CEA de montrer comment ils participent au développement des entreprises locales en leur donnant la possibilité d'améliorer leurs produits ou leurs pratiques par l'accès à leurs laboratoires. Dans ce cadre, les équipements suivants seront utilisés :

- 1.6. Potentiostat/Galvanostat CS350 - CS2020B Current Booster
- 2.1. Analyseur de qualité et d'énergie du réseau triphasé
- 2.2. Ohmmètre de terre et résistance-Adaptateur de mesure de terre des pylônes
- 2.3. Contrôleur d'isolation et de continuité
- 3.2. Appareil pour le contrôle de systèmes photovoltaïques couplés au réseau

5. Projet de vision de la recherche

5.1. Encapsulation des cellules photovoltaïques

La production de l'électricité par des modules photovoltaïques est très modulable et très adapté à la demande de l'électricité en Afrique subsaharienne, surtout dans les ménages et milieux ruraux où les besoins en électricité sont souvent élémentaires (éclairage, charge de téléphone portable, etc.). En plus, il sera possible de réaliser des modules photovoltaïques sur mesure encastrés dans les portes, les fenêtres, etc.

Pouvoir encapsuler les cellules photovoltaïques permettra de mettre au point de petits dispositifs de production d'électricité pour des besoins fondamentaux élémentaires comme l'éclairage, la charge des batteries, ...

De plus, les performances des modules photovoltaïques diminuent lorsque la température augmente. Avec le contexte du réchauffement climatique, il est important de les étudier dans l'environnement du milieu. Des modules photovoltaïques, encapsulés pourront être montés sur place, avec des dispositifs expérimentaux à intégrer afin d'améliorer leurs performances, comme par exemple leur refroidissement par des fluides caloporteurs.

Ainsi le *GBC Catena 65 Rouleau de laminage thermique et sensible à la pression ou équivalent* a été commandé afin de réaliser l'encapsulation des modules photovoltaïque.

5.2. Recherche sur les électrodes – Test de batteries – Stockage électrochimique

Des travaux sont menés pour mettre au point des piles microbiennes à plantes pour des besoins élémentaires en électricité comme l'éclairage, la charge des batteries, etc . L'une des plus grandes difficultés dans la réalisation des piles à combustible microbienne à plante réside dans le matériau d'électrodes qui doit être biocompatible. Aussi, des travaux de recherche sont menés afin de réaliser des électrodes biocompatibles et peu coûteux à l'aide des matériaux locaux.

L'équipement acquis pour cette étude est un potentiostat/galvanostat capable de réaliser la spectroscopie d'impédance électrochimique (Corrtest CS350M), de tester des cellules photovoltaïques, de tester les batteries lorsqu'on l'associe à l'appareil CS2020B Current Booster. Ainsi, il sera utile pour vérifier la qualité des cellules photovoltaïques avant encapsulation ainsi que celle des batteries afin d'aider aux choix des meilleures batteries du marché.

5.3. Caractérisation, test et contrôle des modules solaires

La possibilité de caractériser et de tester les modules photovoltaïques est une suite de l'encapsulation des modules. En effet, il est important de pouvoir caractériser les modules réalisés sur place et tester leur bon fonctionnement avant de les utiliser pour les différentes applications. De plus, le dispositif pourra aussi au contrôle des modules photovoltaïques qui sont sur le marché afin de réaliser des prestations de service. En attendant de compléter le dispositif, *l'appareil pour le contrôle de systèmes photovoltaïques couplés au réseau* a été commandé.

		Rééquipements lors de la rénovation (déjà acquis)		
N°		N°	Titre du TP	Nombre de poste
1	Electricité renouvelable	1	Etude des modulaires solaires	1
		2	Station de pompage solaire	1
		3	Centrale solaire avec restitution au réseau & site isolé	1
2	Génie électrique	4	Laboratoire d'automatisme et commande des machines	1
		5	Laboratoire de circuits et de mesures électriques	1
		6	Électronique de puissance	1
		7	Laboratoire d'électricité et de câblage	1
		Équipements à acquérir		
3	Electricité renouvelable	8	Poste de travail électrochimique (CS350) potentiostat/galvanostat spectroscopie d'impédance électrochimique (à compléter afin de pouvoir tester les batteries au lithium)	1
		9	CS2020B Current Booster combiné avec le CS350 (CS350M)	1
		10	Appareil pour le contrôle de systèmes photovoltaïques couplés au réseau	1
		11	Etude des diagnostics de pannes sur une installation solaire	1
4	Génie électrique	12	Laboratoire énergies électriques (Production d'énergie hydroélectrique/ Réseau électrique)	1
		13	Laboratoire de haute tension	1
		14	Analyseur de puissance et qualité de l'électricité	1
		15	Contrôleur d'isolation et de continuité	1
		16	Ohmmètre de terre et résistance-Adaptateur de mesure de terre des pylônes	1
8	Équipements pour la recherche fondamentale (Physique des matériaux)	1	Four de laboratoire à moufle 1600°C (réalisation d'électrode de graphite à base de biomasse locale par exemple, élaboration des couches minces de semi-conducteur)	1
		2	Dispositif de dip coating (réalisation des couches minces)	1
		3	Spectrophotomètre (analyse des paramètres optiques des cellules photovoltaïques)	1
		4	Centrale d'acquisition (acquisition des données, température, tension, etc.)	1
		5	Presse manuelle hydraulique 15 tonnes	1