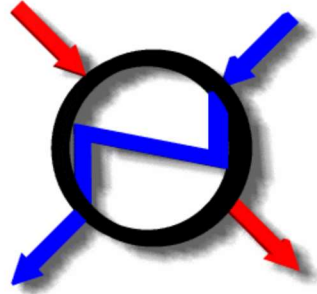


C
RCEC
C
E



Rapport annuel 2020-2021

Centre de recherche en conversion d'énergie (CRCE)

**Research Center for Energy Conversion
(RCEC)**

Faculté d'ingénierie

Jamel GHOUILI

Juin 2021

1. BILAN

a) Objectifs fixés en 2020-2021

Pour l'année 2020-2021, on a visé de :

- Compléter une étude sur la transition énergétique au Nouveau-Brunswick.
- Établir des nouveaux projets de recherche avec des entreprises locales et maintenir les collaborations et les activités de recherche en cours.
- Élaborer et soumettre des demandes de subvention en collaboration avec les entreprises locales (des démarches sont en cours avec deux entreprises de la région sud-est).
- Renforcer la collaboration avec l'Institut pour la Transition Énergétique dédié aux Énergies Marines Renouvelables, en France). Cet institut réalise de projets de recherche et de développement très appliqués et met en place des sites d'essais pour valider les technologies (éolien offshore fixe et flottant, hydrolien, houlomoteur et thermique marin).
- Renforcer la collaboration avec le Laboratoire d'Informatique et d'Automatique pour les Systèmes, l'Institut supérieur d'études technologiques de Nabeul, Nabeul, Tunisie et l'Université Tahri Mohammed Bechar
- Former des jeunes chercheurs, des chercheurs postdoctoraux, des ingénieurs, des stagiaires dans le domaine des énergies alternatives.

b) Mandat du centre

Le Centre de recherche en conversion d'énergie est un centre avancé :

- voué au développement des systèmes énergétiques efficaces et qui ont des impacts positifs sur l'environnement ;
- vise à offrir un environnement de recherche dynamique et stimulant permettant d'attirer des étudiants gradués et des professeurs qualifiés
- vise à consolider le rôle de la Faculté dans un domaine prioritaire, stratégique et d'avenir : énergie (surtout les énergies propres et renouvelables);
- Fournir, valoriser et alimenter l'environnement scientifique et technique nécessaire pour lever les obstacles auxquels est confronté le secteur des énergies renouvelables au Nouveau-Brunswick.

c) Ressources humaines et infrastructure de RCD

Ressources Humaines

L'équipe de recherche est composée de deux professeurs à l'université de Moncton et deux professeurs internationaux, de cinq doctorants et un étudiant à la maîtrise et quelques chercheurs externes.

Directeur

Jamel Ghouili, Ph.D, Professeur titulaire

Champs de spécialisation :

Électronique de puissance, Énergies renouvelables, Optimisation multiobjectif multicritère des systèmes énergétiques (véhicules électriques, microréseaux), Implantation des algorithmes de commande avec et sans capteurs en technologie VLSI (FPGAs et DSPs).

Professeur interne

Mohammed Khennich, Ph.D, Professeur adjoint

Champs de spécialisation :

Thermodynamique, Efficacité énergétique industrielle, Technologies avancées de réfrigération et de chauffage (solaire, géothermie, rejets thermiques), Optimisation des cycles organiques de Rankine, Éjecteurs, Tubes Vortex, Intégration énergétique des procédés, Simulations dynamiques (TRNSYS et EES).

Professeurs Externes

Mansour Amari, Ph.D, Professeur: Département de génie électrique, Institut supérieur d'études technologiques de Nabeul, Nabeul, Tunisie

Champs de spécialisation :

Convertisseurs statiques dédiés, commande des véhicules électriques

Gasbaoui Brahim, Ph.D, Professeur : Département de génie électrique à

Champs de spécialisation :

Techniques d'intelligence artificielle et capteurs intelligents, Contrôle des véhicules électriques, Les stratégies de gestion de l'énergie dans les véhicules électriques,

Étudiantes et étudiants impliqués

Rim Ben Salah	3 ^{ème} cycle	Stabilisation des microréseaux hybrides avec stockage
Zohra Njajra	3 ^{ème} cycle	Commande et diagnostic des machines

		polyphasées dédiées aux véhicules multisources
Ibrahim Alghazali	2 ^{ème} cycle	Modélisation et dimensionnement d'une hydrolienne pour la production de l'hydrogène en eau profonde
Mohammed Amine SOUMEUR (co-supervision)	3 ^{ème} cycle	Commande avancée et optimisation d'un véhicule à quatre roues motrices

Infrastructure de RCD

L'infrastructure de recherche est composée principalement d'un local situé à la Faculté d'ingénierie (254 G2). Ce laboratoire de recherche a deux ailes séparées par plusieurs pupitres. On y trouve plusieurs équipements dédiés à la recherche théorique et expérimentale : 6 ordinateurs, appareils de mesures (oscilloscopes, analyseur de spectre, sondes, multimètres) 7 moteurs électriques, plusieurs convertisseurs statiques (redresseurs, hacheurs, onduleurs), plusieurs panneaux solaires, une éolienne, plusieurs cartes électroniques à base de DSPs ou FPGAs et plus de 1000 composants électriques et électroniques.

À cette infrastructure matérielle, s'ajoute plusieurs logiciels de simulation et plusieurs plateformes :

- prototype de véhicule électrique équipé d'une pile à combustible, supercondensateurs, batteries, moteur électrique, onduleurs, hacheurs et une plateforme multiprocesseur à multicœur ;
- un microréseau électrique à énergie renouvelable et des compensateurs statiques;
- plateforme DSP et FPGAs ;
- plateforme de mesure de consommation d'énergie ;
- plateforme pour le prototypage rapide ;

d) Activités en RDC réalisées en 2020-2021

Durant l'année académique 2020-2021, les activités du CRCE se résument comme suit.

Programmes et projets principaux

Projet 1 : Publication d'un livre : Transition énergétique au Nouveau-Brunswick

Cette étude a été amorcée en mars 2019. Les chapitres 1 et 2 ont été achevés. Il reste à compléter le chapitre 3 pour l'année 2021-2022.

Chapitre 1 : Profil énergétique du Nouveau-Brunswick

- 1.1 Production fossile au Nouveau-Brunswick
- 1.2 Électricité et ressources renouvelables au Nouveau-Brunswick
- 1.3 Consommation des énergies au Nouveau-Brunswick
- 1.5 Répartition des émissions de gaz à effet de serre
- 1.4 Plans d'action sur les changements climatiques au Nouveau-Brunswick
- 1.5 Programmes d'énergie propre et d'efficacité énergétique d'énergie NB

Chapitre 2 : Expansion des énergies renouvelables et transition énergétique au Nouveau-Brunswick ?

- 2.1 Prévision de la croissance et évolution des ressources
- 2.2 Abondance des sources d'énergie renouvelable au NB
- 2.3 Analyse comparatives des projets d'énergies renouvelables
- 2.4 Constats

Chapitre 3: Défis et solutions pour une transition énergétique réussie au Nouveau-Brunswick

- 3.1 Réduction des GES
- 3.2 Augmentation de la production renouvelable et de proximité
- 3.3 Hybridation dans des microréseaux distribués
- 3.4 Infrastructure énergétique adéquate
- 3.5 Implication citoyenne dans la transition énergétique

Projet 2 : Modélisation, conception et commande des hydroliennes pour la production de l'hydrogène par électrolyse en eau profonde

L'entreprise Arthur Sivret a entrepris, il y a quelques, un projet de recherche sur la production et le stockage de l'hydrogène en eau profond. Il en a déposé un brevet. Ayant déjà entrepris des discussions concernant les défis, l'ampleur et les retombés de ce projet, une recherche approfondie sur les différents moyens et techniques reliés à ce projet a été effectuée. Une demande de subvention est en cours d'élaboration.

Projet 3 : Conception et la réalisation d'un nouveau convertisseur CA-CA bidirectionnel pour les alimentations hybrides à énergie renouvelable

Une collaboration avec **Volts Énergies** a été initiée depuis quelques années pour la conception

et la réalisation d'un nouveau convertisseur CA-CA bidirectionnel pour les alimentations hybrides à énergie renouvelable (solaire, pile à combustible, éolienne à axe vertical) connecté au réseau électrique. Ce projet fait partie intégrante du sujet du doctorant Aouiti Abdelkarim et la doctorante Rim ben Salah.

Autres projets de recherche :

- Commande robuste des machines polyphasées dédiées au transport durable à pile à combustible et supercondensateurs (thèse de doctorat)
- Optimisation métaheuristiques des systèmes énergétiques multisources renouvelables avec stockage (thèse de doctorat)
- Stabilisation robuste des microréseaux hybrides autonomes ou interconnectés à énergie renouvelable (thèse de doctorat)
- Conception et commande des convertisseurs statiques multiports dédiés aux véhicules (thèse de doctorat)

Diffusion de la recherche

Publications dans des revues avec comité de lecture

[J1] Mohammed Amine SOUMEUR, Brahim Gasbaoui, Othmane ABDELKHALEK, Jamel GHOUILI, Toufik TOUMI, "Comparative Study of Energy Management Strategies for Hybrid Proton Exchange Membrane Fuel Cell Four Wheel Drive Electric Vehicle", Elsevier, Journal of Power Sources, avril 2020

Publications dans des conférences avec comité de lecture

[C1] Rim Ben Salah, Jamel Ghouili, "An efficient PV-Energy storage DC Microgrid utilization scheme", 2020 20th International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA), 20-22 Dec. 2020. Publisher: IEEE, DOI: 10.1109/STA50679.2020.9329351

Livre

[L1] Jamel Ghouili, «Transition énergétique au Nouveau-Brunswick», en préparation pour une diffusion en juin 2022

e) Autres activités réalisées en 2020-2021

- **Développement international**

- Collaboration avec l'Institut pour la Transition Énergétique dédié aux Énergies Marines Renouvelables, en France).
- Collaboration avec l'École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Poitiers (ENSI Poitiers) de l'Université de Poitiers et au Laboratoire d'Informatique et d'Automatique pour les Systèmes
- Collaboration avec l'Institut supérieur d'études technologiques de Nabeul, Nabeul, Tunisie
- Collaboration avec l'Université Tahri Mohammed Bechar.

▪ **Services à la collectivité.**

Évaluation de subvention de recherche à l'échelle nationale

- Évaluateur d'articles pour le journal ASME Journal of Solar Energy Engineering (1 article évalué).
- Pour le compte de la revue IEEE Transactions on Industrial Electronics (2 articles évalués)
- Membre du comité scientifique du CERE (www.cere-tunisia.com).
- Membre du comité scientifique de la revue d'énergies renouvelable.
- Dans le cadre du programme Découverte du Conseil de Recherche en Sciences Naturelles et Génie (CRSNG), j'ai évalué 2 demandes subvention de recherche en janvier 2021,
- Dans le cadre du programme Accélération de Mitacs, j'ai évalué une demande dans le cadre du programme Accélération.
- Dans le cadre du Programme Projet de recherche en équipe (comité 59 - Génie électrique-Énergie), du Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies (FRQNT) j'ai évalué 4 demandes en février 2021.

Engagement social

Participé à séance d'une série de podcast sur l'écologie et l'environnement (énergies renouvelables) qui sera diffusée sur la radio Codiak FM à Moncton.

f) Impact de la COVID-19 sur les activités

Pendant l'année 2020-2021, l'épidémie de la Covid-19, a limité l'accès laboratoire de recherche pour compléter la réalisation pratique de quelques projets de recherche et des travaux de thèse. Cependant, d'autre coté, elle nous a permis de collecter des références très utiles et

assez complète sur l'étude sur la transition énergétique au Nouveau-Brunswick.

g) Financement

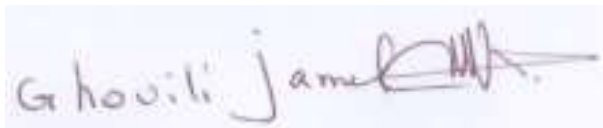
FSER : 3000 \$

D'autres demandes de financement sont en cours de préparation.

2. Objectifs pour l'année 2021-2022

Pour l'année 2021-2022, on vise à :

- Raffiner et publier l'étude sur la transition énergétique au Nouveau-Brunswick
- Réaliser le projet sur la modélisation, conception et commande des hydroliennes pour la production de l'hydrogène par électrolyse en eau profonde
- Former des jeunes chercheurs, des chercheurs postdoctoraux, des ingénieurs, des stagiaires dans le domaine des énergies alternatives.
- Établir des nouveaux projets de recherche avec des entreprises locales et maintenir les collaborations et les activités de recherche en cours.
- Élaborer et soumettre des demandes de subvention en collaboration avec les entreprises locales (des démarches sont en cours avec deux entreprises de la région sud-est).



Signature :

Date : 22 juin 2021

Jamel GHOUILI