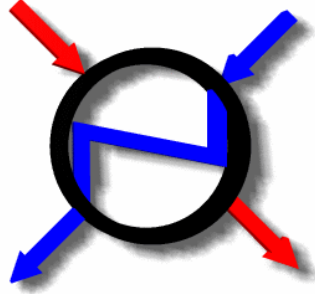


**C**  
**RCEC**  
**C**  
**E**



**Rapport annuel 2019-2020**

**Centre de recherche en conversion d'énergie (CRCE)**

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

**Faculté d'ingénierie**

**Jamel GHOULI**

**Juin 2020**

## 1. BILAN

### a) Objectifs fixés en 2019-2020

Pour l'année 2019-2020, on a fixé les objectifs suivants :

- Compléter l'étude exhaustive sur l'État des lieux et perspectives de l'offre énergétique au Nouveau-Brunswick. Cette étude a été amorcée en mars 2019 et elle sera réalisée en collaboration avec le professeur Octave Keutiben de l'École des hautes études publiques (HEP). En plus, on cherche à sensibiliser les différents acteurs du secteur pour assurer une transition énergétique responsable, durable, prospère, collaborative et inclusive au Nouveau-Brunswick.
- Établir des nouveaux projets de recherche avec des entreprises locales et maintenir les collaborations et les activités de recherche en cours.
- Concrétiser le projet « conception d'un système multisources et à énergie renouvelable pour les hangars d'entreposage des produits agricoles » pour l'entreprise Gorman Controls.
- 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).
- Former des ingénieurs, des stagiaires, des chercheurs établis, des chercheurs postdoctoraux 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 multiobjective 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

Rim Ben Salah	3 <sup>ème</sup> cycle	Stabilisation des microréseaux hybrides interconnectés
Zohra Njajra	3 <sup>ème</sup> cycle	Commande et diagnostic des machines polyphasées dédiées aux véhicules multisources

Ibrahim Alghazali	2 <sup>ème</sup> cycle	Modélisation et dimensionnement d'une hydrolienne pour la production de l'hydrogène en eau profonde
Aouiti Abdelkarim (co-supervision)	3 <sup>ème</sup> cycle	Modélisation et commande des convertisseurs statiques multiports dédiés aux véhicules électriques
Mariam Ben Amor (co-supervision)	3 <sup>ème</sup> cycle	Implantation des algorithmes d'optimisation multicritères et contraignante de la chaîne de puissance des véhicules électriques routiers
Mohammed Amine SOUMEUR (co-supervision)	3 <sup>ème</sup> cycle	Commande 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 2019-2020

Durant l'année académique 2019-2020, les activités du CRCE se résume comme suit.

## **Programmes et projets principaux**

### **Projet 1 : Alimentation hybride à énergie renouvelable pour hangar d'entreposage**

Ce projet a été réalisé en collaboration avec l'entreprise Gorman Controls Ltd. C'est une entreprise située à l'Île-du-Prince-Édouard. Elle se spécialise dans le développement, la fabrication, l'installation et l'entretien de systèmes de stockage et d'entreposage des produits agricoles (pomme de terre, carotte, oignon et d'autres plantes-racines). Cette année, l'entreprise a proposé de finir la réalisation du projet « **Alimentation hybride à énergie renouvelable pour hangar d'entreposage** ». Toutefois, malgré que la conception du projet a été complétée, le manque de financement et l'épidémie de la Covid-19, nous ont empêché de finaliser la dernière étape de ce projet, à savoir l'installation du système dans le hangar, sa caractérisation et l'évaluation de ses performances.

### **Projet 2 : 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 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.

### **Projet 3 : Transition énergétique au Nouveau-Brunswick (étude prospective)**

Cette étude a été amorcée en mars 2019. La première partie porte sur « l'état des lieux sur les énergies renouvelables au Nouveau Brunswick » a été réalisée sous forme d'un document de 75 pages. Selon le Plan directeur de l'énergie du Nouveau-Brunswick publié en 2011, le Nouveau-Brunswick prévoit répondre à 40 % de la demande d'électricité provinciale au moyen d'énergies renouvelables d'ici 2020. Or, les données disponibles montrent que cet objectif ne sera pas atteint à cause du monopole, de la favorisation des projets non appropriés et du manque d'investissement dans des projets porteurs. La partie deux concerne « Perspectives de l'offre énergétique » en cours de réalisation. Cette étude nous a montré que le Nouveau Brunswick possède un immense domaine maritime et un potentiel d'énergies renouvelables important. Il a fait les premiers pas en relançant quelques projets sur l'hydroélectricité, l'éolien et la biomasse, mais il faut aller beaucoup plus loin et plus fort, pour attraper le retard nos voisins et d'apporter une contribution décisive à la lutte contre le changement climatique, de renforcer notre indépendance énergétique, de réduire considérablement les effets dévastateurs de la pollution de l'air sur notre santé et de relancer notre développement économique sur des bases durables et porteuses d'une meilleure qualité de vie pour tous. Il doit mobiliser toutes ses compétences humaines, et son savoir-faire technologique, pour devenir un acteur majeur, et pourquoi-pas s'affirmer comme le leader mondial dans la production et l'utilisation des énergies renouvelables qui vont changer nos économies et nos sociétés. En particulier et compte tenu de sa situation géographique et des récentes découvertes concernant l'hydrogène et les avancées technologiques liées à l'exploitation de l'énergie éolienne et marine, il serait éminemment souhaitable que le Nouveau Brunswick prenne l'initiative, en coopération avec ses voisins, de lancer immédiatement un ambitieux projet visant à évaluer précisément le potentiel énergétique et

économique pour la production et l'exploitation de l'hydrogène terrestre et marin. L'hydrogène présente l'immense avantage d'avoir à la fois une très grande efficacité énergétique et de ne pas produire de CO<sub>2</sub>, ni d'émanations polluantes lors de sa combustion. En plus, il va devenir, en synergie avec l'ensemble des énergies renouvelables (solaire, éolienne, marine et géothermique), le vecteur énergétique qui réduit drastiquement nos émissions de gaz à effet de serre, et diminue de manière décisive les effets désastreux de la pollution sur notre santé et de restaurer notre environnement.

**Projet 4 :** Développement d'un dispositif pour la mesure du débit et la vitesse d'air au centre d'un conduit (pour Greystone).

#### **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)
- Modélisation, conception et commande des hydroliennes pour la production de l'hydrogène par électrolyse en eau profonde (projet de développement avec une entreprise locale)
- 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
- [J2] Abdelkader Ghezouani, Brahim Gasbaoui, Jamel Ghouili "Sliding Mode Observer-based MRAS for Sliding Mode DTC of Induction Motor: Electric Vehicle", International Journal on Electrical Engineering and Informatics, 09/2019; 11(3):580-595.

##### **Publications dans des conférences avec comité de lecture**

- [C1] Amari Mansour, Hajer Marzougui, Bacha Faouzi, Ghouili Jamel, "Analysis and Modeling of LLC Resonant Converter Used in Electric Vehicle", International Conference on Advanced Systems and Emergent Technologies (IC\_ASET), March 2019

#### **Livre**

[L1] Jamel Ghouli, "État des lieux et perspectives de l'offre énergétique au Nouveau-Brunswick", en préparation pour diffusion en décembre 2020

#### e) Autres activités réalisées en 2019-2020

##### ▪ 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, etc.

#### 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](http://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 2020,
- Dans le cadre du programme Accélération de Mitacs, j'ai évalué deux demandes dans le cadre du programme Accélération.
- Dans le cadre du programme Établissement de la relève professorale (comité NC06 - Génie informatique et électrique), du Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies (FRQNT) j'ai évalué 7 demandes en février 2020.

#### Engagement social

- Participation des séances de discussion communautaire sur le projet « Accélérer la mise en œuvre de l'énergie renouvelable » (AIRE) financé par la Fédération canadienne des municipalités

#### f) Impact de la COVID-19 sur les activités

L'épidémie de la Covid-19, nous a empêché d'accéder au laboratoire de recherche pour compléter la réalisation pratique de quelques projets de recherche et des travaux de thèse. Ces résultats pratiques ont été nécessaires pour soumettre des articles avec des données validées expérimentalement.

#### g) Financement

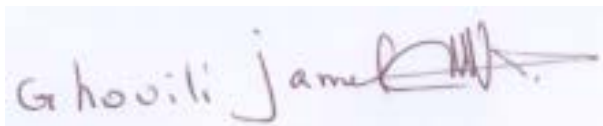
FSER : 2800 \$

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

## 2. Objectifs pour l'année 2020-2021

Pour l'année 2020-2021, on vise à :

- Compléter l'étude sur l'État des lieux et perspectives de l'offre 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.



Signature :

Date : 17 juin 2020

**Jamel GHOULI**



