

ENERGICA

RAPPORT ANNUEL
2018-2019



Rédaction
Caroline Farley

Révision
Frédéric Côté, Cédric Arbez, Lucie Fauteux

Mise en page
Ghislaine Roy

Centre collégial de transfert de technologie affilié



Nos principaux partenaires financiers



Développement
économique Canada
pour les régions du Québec

Canada Economic
Development
for Québec Regions

Québec 

© 2019 Nergica – Tous droits réservés

Photo : Jacques Gratton

Table des matières

2 Mot du président du conseil d'administration et du directeur général

4 Nergica

4 Notre mission : ouvrir de nouveaux horizons pour les énergies renouvelables

5 Centre collégial de transfert de technologie (CCTT)

5 Secteurs d'activité

6 Services

7 Infrastructures de recherche

8 Planification stratégique 2018-2023

10 Organisation

10 Conseil d'administration

11 Équipe

12 Profil de formation de notre équipe

13 Concertations et collaborations avec des partenaires

14 Nergica reçoit un groupe de travail de l'Agence internationale de l'énergie

16 Répartition des revenus

16 Exercice financier 2018-2019

17 Partenaires gouvernementaux et paragouvernementaux

17 Membres

18 Année 2018-2019

19 Faits saillants

25 Bilan des réalisations

25 Aide technique

30 Recherche appliquée

36 Communication et événements

39 Implications de Nergica dans la communauté

40 Synchrone

42 Retombées sur l'enseignement

46 Diffusion des résultats

46 Participation à des conférences

47 Conférencier, panéliste ou modérateur

48 Publications scientifiques et techniques

48 Livres blancs, rapports, études

Mot du président du conseil d'administration et du directeur général

En cette première année complète sous sa nouvelle identité, Nergica a rapidement démontré qu'il est un acteur-clé de la transition énergétique au Québec. Que ce soit par l'organisation du Rendez-vous sur les microréseaux et la transition énergétique des collectivités, son implication de premier plan dans la création et le déploiement de l'Escouade Énergie CCTT, un regroupement de 14 centres collégiaux de transfert de technologie, sa participation à l'événement Québec Mines + Énergie et bien d'autres.

Notre programme de recherche Opten, qui s'échelonne sur cinq ans, a atteint cette année un rythme de croisière soutenu avec le démarrage de plusieurs nouveaux projets. Notre équipe dispose maintenant d'une plateforme de simulation (Hardware-in-the-Loop) de microréseaux qui nous permet de pousser davantage les expérimentations dans ce domaine. Cet équipement de recherche vient bonifier l'ensemble de nos actifs qui font de nous un centre de recherche appliquée en énergies renouvelables unique en Amérique du Nord.

Ainsi donc, Nergica s'est investi dans ses nouveaux secteurs d'activité que sont l'énergie solaire photovoltaïque et l'intégration des énergies renouvelables, sans toutefois délaisser le secteur éolien. Notre expertise en climat froid a de nouveau été reconnue au plan international, notamment avec le prix remporté par notre collègue Charles Godreau lors du WindEurope pour son affiche portant sur l'évaluation des performances des détecteurs de givre.

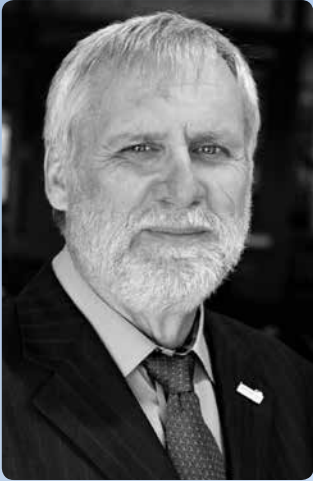
Nous sommes également particulièrement fiers de contribuer à la préparation de la main-d'œuvre de demain en ayant accueilli encore cette année une dizaine de stagiaires collégiaux et universitaires. Notre vocation en recherche nous permet de leur offrir une expérience professionnelle concrète qui renforce le rôle d'un centre collégial de transfert de technologie (CCTT) comme le nôtre. Tout le monde y gagne, les étudiants, l'industrie et l'avancement de la science!

Dans le but de refléter davantage ce que Nergica est devenu au fil des ans, nous avons révisé et modifié nos règlements généraux et les avantages offerts à nos membres. L'ensemble du personnel de Nergica a également été impliqué dans la mise à jour de nos valeurs et des principes éthiques qui nous guident au quotidien.

Nous voulons exprimer toute notre reconnaissance envers le personnel de Nergica qui forme une famille et constitue notre fierté! C'est pourquoi nous nous occupons de nos employés en les impliquant dans les décisions, en sondant leurs opinions, en nous préoccupant de leur bien-être et en les mettant en valeur, notamment par la publication de portraits. Ils sont importants pour nous, car ils sont l'intelligence créative, le génie et les compétences derrière nos projets de recherche et l'opération de nos infrastructures.

Nous remercions également les membres du conseil d'administration pour leur engagement ainsi que nos clients et nos partenaires pour leur confiance.

Tous ensemble, nous allons poursuivre sur notre lancée au bénéfice de l'industrie des énergies renouvelables!



Normand Bouchard
Président du conseil
d'administration



Frédéric Côté
Directeur général

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Normand Bouchard'.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Frédéric Côté'.

NERGICA

Notre mission :
ouvrir de nouveaux
horizons pour
les énergies
renouvelables

Nergica est un centre de recherche appliquée qui stimule l'innovation en matière d'énergies renouvelables à travers des activités de recherche, d'aide technique, de transfert technologique et d'accompagnement aux entreprises et aux collectivités.

Plus précisément, Nergica se spécialise dans le développement de solutions favorisant l'intégration des énergies renouvelables, l'optimisation de la performance des centrales éoliennes et solaires et le soutien à la croissance des PME et des collectivités. L'organisation déploie ses activités grâce à une équipe d'experts pluridisciplinaires, des infrastructures de recherche en milieu naturel uniques au Canada et des services sur mesure qui soutiennent l'innovation.

Centre collégial de transfert de technologie (CCTT)

Bien connu depuis 2000 sous le nom de Techno-Centre éolien, Nergica agit à titre de centre collégial de transfert de technologie (CCTT) affilié au Cégep de la Gaspésie et des îles. Son domaine d'intervention comprend les énergies éolienne et solaire photovoltaïque, ainsi que leur intégration aux réseaux électriques.

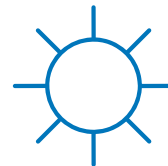
Ce positionnement stratégique permet à Nergica d'accompagner les entreprises québécoises dans leur développement et de positionner le Cégep de la Gaspésie et des Îles comme chef de file en matière d'énergie renouvelable et de développement durable.

Secteurs d'activité

Énergie éolienne « Un vent d'énergie »



Production accrue en climat froid, meilleures pratiques en opération et maintenance, Nergica contribue depuis près de 20 ans à optimiser la performance des centrales éoliennes.



Énergie solaire photovoltaïque « Une énergie qui rayonne »

Givre, neige et performance, accompagnement des collectivités et des entreprises, Nergica met à profit son expertise pour favoriser l'intégration optimale du solaire photovoltaïque.

Intégration des énergies renouvelables « Redéfinir l'approvisionnement énergétique »



Évaluation de la ressource, choix technologiques, impact des changements climatiques, Nergica met son expertise au service de l'innovation en matière d'intégration des énergies renouvelables.

Services

Optimisation de l'opération
et de la maintenance

Adaptation au climat froid

Météorologie appliquée
aux ressources énergétiques

Intégration de technologies
de stockage et gestion
des réseaux électriques

Développement de
microréseaux

Développement et
évaluation des nouvelles
technologies

Commercialisation
des innovations

Infrastructures de recherche

Nergica est propriétaire et exploitant d'un site de recherche en conditions réelles qui regroupe **14 équipements** majeurs d'une valeur de plus de **21 millions de dollars**.

Deux mâts météorologiques de 126 mètres entièrement instrumentés

Un microréseau de 230 kW incluant des petites éoliennes, des génératrices diesel, des panneaux solaires et des systèmes de stockage d'énergie

Un lidar

Une plateforme de simulation et de prototypage en temps réel de microréseaux Opal-RT

Deux éoliennes de 2 MW

16 kW de panneaux solaires photovoltaïques

Un puissant système de traitement et d'archivage de données (système PI d'OSIsoft)

Planification stratégique 2018-2023

Vision

En 2023, Nergica aura poursuivi sa croissance, sera reconnu pour son expertise et comme l'un des meilleurs centres de recherche appliquée du Canada en matière d'énergies renouvelables et de transition énergétique. Fier de ses racines gaspésiennes et ouvert sur le monde, Nergica sera un CCTT modèle pour ses retombées sur l'enseignement supérieur en région et pour son appui aux entreprises et aux collectivités.



Orientations stratégiques

- Optimiser la performance des parcs éoliens et solaires photovoltaïques
- Développer des solutions favorisant l'intégration des énergies renouvelables
- Soutenir la croissance des PME en énergies renouvelables
- Influencer les joueurs clés du secteur des énergies renouvelables au Québec et au Canada
- Briller en tant qu'employeur de choix reconnu pour son excellence
- Appuyer le développement d'une main-d'œuvre hautement qualifiée et le Cégep de la Gaspésie et des Îles

Valeurs

L'ingéniosité

Ne pas hésiter à sortir des sentiers battus pour relever les défis avec intelligence, débrouillardise et créativité afin de guider nos clients dans l'atteinte de leurs objectifs.

Pour nos membres, nos clients, nos partenaires et pour les collectivités que nous desservons, cela se traduit par des solutions innovantes favorisant une meilleure intégration des énergies renouvelables au sein du bouquet énergétique global.

Le plaisir de toujours faire mieux

Prendre plaisir à cultiver l'ouverture d'esprit, la curiosité et le dialogue dynamique dans un objectif d'innovation et d'amélioration continue.

Pour nos employés, nos membres, nos clients, nos partenaires et pour les collectivités que nous desservons, cela se traduit par un souci constant d'améliorer nos pratiques et la qualité de nos services.

La bienveillance

Placer l'empathie, la considération et l'entraide au cœur de l'excellence relationnelle, du travail d'équipe, du service à la clientèle et de la performance globale de l'organisation.

Pour nos employés, cela se traduit par un climat de travail qui favorise l'épanouissement de chacun et qui contribue ultimement à notre succès collectif, ainsi qu'à celui de nos membres, de nos partenaires et de nos clients.

L'engagement

Donner le meilleur de soi-même et entretenir sa soif d'apprendre afin de se dépasser pour construire un monde plus vert, plus prospère et durable pour tous.

Pour nos membres, nos clients, nos partenaires et pour les collectivités que nous accompagnons, cela se traduit par un appui au progrès scientifique, au développement des nouvelles technologies et à l'émergence de la main-d'œuvre de demain, afin de faire face aux défis que pose la transition énergétique vers une économie plus sobre en carbone et plus soucieuse de notre environnement.

Principes éthiques | Pratiques et normes professionnelles

L'intégrité

Prôner et respecter les plus hauts standards d'honnêteté intellectuelle et faire preuve de la sincérité nécessaire pour parler-vrai et pour justifier nos actions, nos décisions et nos résultats.

La rigueur

Respecter nos engagements et les normes applicables de manière exemplaire.

Le courage

Oser faire face aux situations difficiles en empruntant avec transparence des routes qui, même parsemées d'embûches, assureront le respect de nos valeurs et principes éthiques.

La droiture

Faire ce qui est juste et travailler au mieux-être des collectivités d'aujourd'hui et de demain dans le plus grand respect des personnes, de l'environnement et de la vie sous toutes ses formes.



Photo : l'île imagin'air

Organisation

Conseil d'administration

Normand Bouchard

Président
Représentant du secteur industriel
élu par et parmi les membres

Claude Canuel

Vice-président
Représentant de la région Gaspésie-
Îles-de-la-Madeleine ou de la
MRC de La Matanie, désigné par le
conseil d'administration

Gérard Mounier

Secrétaire-trésorier
Représentant du secteur financier
désigné par le conseil
d'administration

Pierre Bédard

Administrateur
Représentant nommé par
le Cégep de Matane

Christian Masson

Administrateur
Représentant du secteur de la
recherche et du développement
désigné par le conseil
d'administration

Sylvain Langis

Administrateur
Représentant de la région Gaspésie-
Îles-de-la-Madeleine ou de la
MRC de La Matanie, désigné par
le conseil d'administration

Laurent Millot

Administrateur
Représentant nommé par le Cégep
de la Gaspésie et des Îles

Gilbert Scantland

Administrateur
Représentant nommé par la
Régie intermunicipale de l'énergie
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine

Jean Brousseau

Administrateur
Représentant nommé par
l'Université du Québec à
Rimouski (UQAR)

Eva-Lotta Schmidt

Administratrice
Représentante du secteur industriel
élue par et parmi les membres

Sébastien Goupil-Dumont

Administrateur
Représentant du secteur industriel
élu par et parmi les membres

Florent Lado Nogning

Observateur
Nommé par le ministère
de l'Économie, de la Science et
de l'Innovation (MESI)

Louis Germain

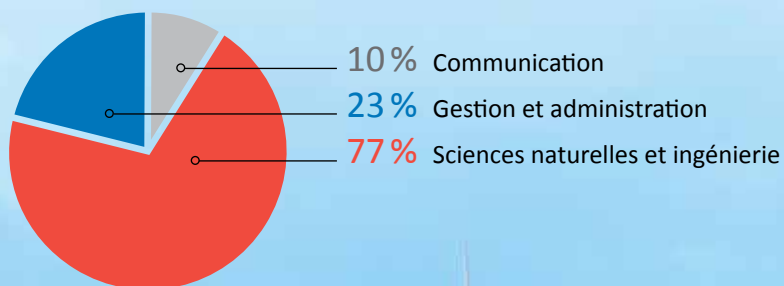
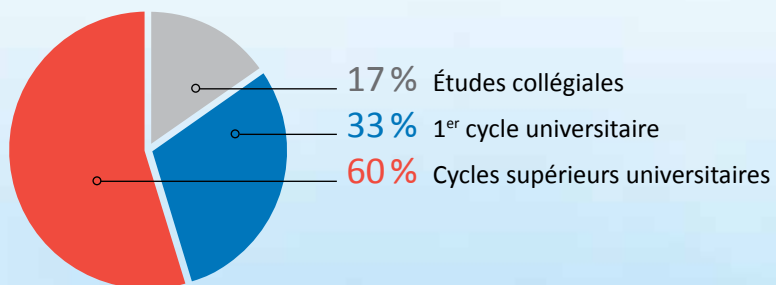
Observateur
Nommé par ministère de l'Énergie
et des Ressources naturelles (MERN)

Équipe

33 employés 18 stagiaires



Profil de formation de notre équipe



Concertations et collaborations avec des partenaires



- Groupe de travail sur l'éolien en climat froid de l'Agence internationale de l'énergie « Task 19 »
- Groupe de travail sur l'utilisation des lidars en énergie éolienne de l'Agence internationale de l'énergie « Task 32 »
- Caucus québécois, comité national santé et sécurité au travail de l'industrie éolienne et divers comités de l'Association canadienne de l'énergie éolienne (CanWEA)
- Comité éolien de l'Association québécoise de la production d'énergie renouvelable (AQPER)
- Créneau d'excellence en éolien
- Ateliers du groupe d'intérêt des experts techniques sur les microréseaux éloignés de Ressources naturelles Canada
- Institut nordique du Québec
- Chambre de commerce et de tourisme de Gaspé
- Réseau Gaspé
- Rencontres nationales des opérateurs de parcs éoliens du Québec
- Comité du programme Recherche-études, comité de programmation de la Journée de la recherche ainsi que divers comités du Cégep de la Gaspésie et des îles
- Groupe de travail Power Curve Working Group (PCWG)
- Consortium for Advancement of Remote Sensing (CFARS)
- Conférence administrative régionale Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, économie (CARGÎM)
- Comité de programmation de l'événement Québec Mines + Énergie
- Escouade Énergie CCTT de Synchronex
- Comité de programmation du Winterwind

Nergica reçoit un groupe de travail de l'Agence internationale de l'énergie



En octobre 2018, Nergica a accueilli le groupe de travail sur l'utilisation des lidars en énergie éolienne de l'Agence internationale de l'énergie, communément appelé le « Task 32 ». Le groupe s'est réuni à Calgary à l'occasion de son assemblée générale 2018. En tant que membre du groupe de travail, Nergica s'est chargé de la coordination de cette rencontre qui s'est tenue pour la première fois au Canada.

La rencontre qui réunissait une vingtaine de participants a notamment porté sur les besoins de l'industrie éolienne nord-américaine en matière d'utilisation du lidar dans les parcs éoliens terrestres et en mer. Les participants ont discuté de l'utilisation de cette technologie en climat froid et en régions isolées et partagé leurs expériences à ce sujet.



Répartition des revenus

Chiffre d'affaires

5,2 M\$

Masse salariale

2,2 M\$

Clients

145

Augmentation
du nombre de
membres affaires

30 %

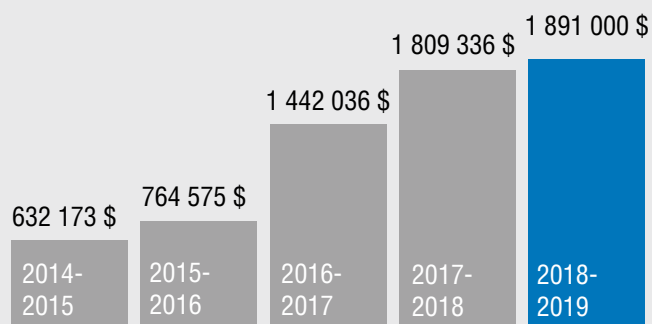
Augmentation des
ventes des projets en
recherche appliquée

60 %

Exercice financier 2018-2019

Revenus de subvention	1 681 493 \$
Revenus tirés des ventes	2 699 643 \$
Apports reportés afférents aux immobilisations	824 794 \$
Investissements autres	50 537 \$
Dépenses	4 889 088 \$

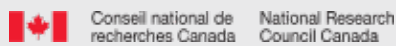
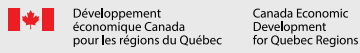
Suivi des ventes de l'aide technique et de la recherche



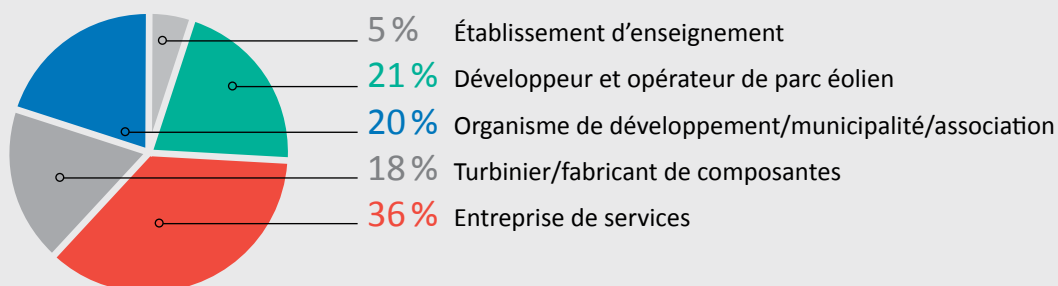
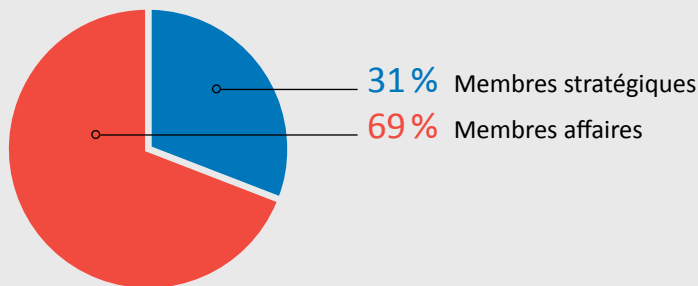
Composition des revenus

	2018-2019
Autogénérés	52 %
Subventions fédérales	19 %
Subventions provinciales	12 %
Organismes et autres	1 %
Apports reportés	16 %

Partenaires gouvernementaux et paragouvernementaux



Membres



Année 2018-2019



Photo : l'île imagin'air

Faits saillants

Nergica soutient la transition énergétique du Québec



De gauche à droite : Vincent Moreau, directeur général du Regroupement national des conseils régionaux de l'environnement du Québec, Fabienne Joly, chargée de développement en transition énergétique de Ville de Lac-Mégantic, Julie Morin, mairesse de Ville de Lac-Mégantic, Jonathan Lapierre, maire de la Communauté maritime des Îles-de-la-Madeleine et Johanne Gélinas, présidente-directrice générale de Transition énergétique Québec.

Photo : l'île imagin'air

Dans la foulée du changement de nom de l'organisation, l'intégration des énergies renouvelables et la transition énergétique ont été au cœur de l'action de Nergica

Que ce soit par l'entremise de l'organisation du Rendez-vous sur les microréseaux et la transition énergétique des collectivités qui a été couronné de succès, ou par la diffusion de publications et de webinaires sur le sujet, Nergica a véritablement pris sa place dans ce domaine tout à fait dans l'air du temps et qui suscite d'ailleurs beaucoup d'intérêt.

Ce faisant, Nergica a développé différents partenariats et projets de recherche avec des collectivités, notamment avec les Îles-de-la-Madeleine et Ville de Lac-Mégantic qui accueilleront toutes deux des microréseaux sur leur territoire au cours des prochaines années.

Nergica a également joué un rôle central dans la création et le déploiement de l'Escouade Énergie formée de 14 CCTT qui travaillent en synergie afin de contribuer à la transition énergétique en offrant des solutions intégrées et novatrices pour répondre aux besoins complexes des organisations.



Une plateforme
unique de
simulation de
microréseau

Nergica dispose maintenant d'une plateforme de simulation Opal-RT (Hardware-in-the-Loop) qui permet de travailler sur des problématiques de recherche liées à l'intégration des énergies renouvelables dans les microréseaux.

Cette plateforme de conception unique permet de développer, avec différents partenaires industriels et de recherche, des solutions novatrices dans plusieurs domaines, tels que le suivi des performances à distance et en temps réel, la maintenance prédictive et le contrôle des microréseaux.

L'un des principaux avantages qu'offre cette plateforme est la possibilité de développer et de valider des solutions avant-gardistes sur un microréseau de faible puissance, ce qui permet entre autres de réduire les coûts et les risques lors des phases de développement et de validation d'un microréseau. Nergica pourra notamment tester l'impact des énergies renouvelables (solaire photovoltaïque, éolienne, hydrolienne, etc.) sur la fiabilité et la résilience de microréseaux et offrir des formations en lien avec la conception, l'exploitation et l'entretien des microréseaux.

Cette plateforme Opal-RT d'une valeur de 300 000 \$ a été financée par la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI).



L'expertise de Nergica en climat froid reconnue internationalement

Les travaux de Nergica dans le domaine du climat froid ont fait parler d'eux tout au long de l'année, et ce, tant en Amérique du Nord qu'en Europe.

Notre collègue Charles Godreau a d'ailleurs remporté un prix pour l'affiche qu'il a présentée lors du Global Wind Summit organisé par WindEurope à Hambourg, en septembre 2018. L'affiche portant sur l'évaluation des performances de trois détecteurs de givre sur rotor d'éoliennes figure parmi les six affiches retenues sur les 400 qui avaient été soumises au jury. Plusieurs employés de Nergica ont travaillé sur ce projet de recherche interne qui a mené à la réalisation d'une toute première étude payante dans l'histoire de l'organisation.

Outre cette récompense, l'équipe de Nergica a fait une présentation sur les solutions d'atténuation du givre lors d'un webinaire organisé par New Energy Update, en plus de publier plusieurs articles scientifiques et de réaliser de nombreuses présentations lors de conférences sur le thème de la prévision du givre, ses effets et ses conséquences.



Entente de
collaboration avec
le Southern Alberta
Institute of Technology

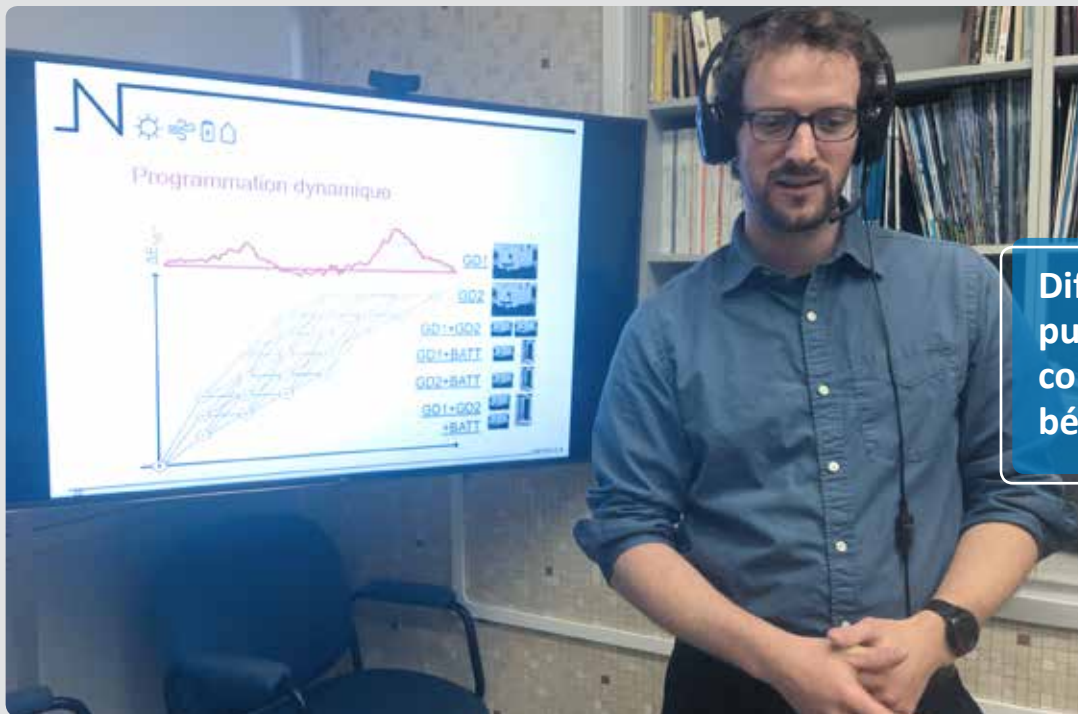


Nergica et le Southern Alberta Institute of Technology (SAIT) Applied Research and Innovation Services, basé à Calgary, en Alberta, ont conclu une entente de collaboration pour mener d'éventuels projets de recherche dans le domaine des énergies renouvelables.

Les deux organisations partagent plusieurs intérêts en matière d'activités de développement et de recherche dans le domaine de l'intégration des énergies propres.

Les expertises de Nergica dans la production et la gestion de l'énergie complètent celles du SAIT, notamment à titre de Centre d'accès à la technologie (CAT) en bâtiments verts et dans le domaine de l'efficacité énergétique.

Des projets de recherche réalisés conjointement pourraient ainsi découler de cette entente. Cette collaboration permettra entre autres aux deux organisations d'élargir leur présence respective sur le territoire canadien. Pour l'heure, SAIT héberge dans ses bureaux de Calgary Nigel Swytink-Binnema, analyste recherche et innovation chez Nergica.



Diffusion de publications et de connaissances au bénéfice de l'industrie

Au cours de la dernière année, Nergica a produit une dizaine de publications techniques et scientifiques et offert trois webinaires.

Ces réalisations portaient sur les expertises clés de l'organisation, dont l'évaluation de la performance des éoliennes, le climat froid et ses technologies, le solaire photovoltaïque, l'intégration des énergies renouvelables, les microréseaux et le stockage de l'énergie ainsi que la transition énergétique.

Nergica vise ainsi à partager ses connaissances, ses expertises et son savoir-faire afin d'en faire profiter l'industrie des énergies renouvelables. Nos chercheurs travaillent jour après jour à innover et à répondre aux besoins des entreprises qui ont à cœur le développement énergétique durable des collectivités. Grâce à ses travaux de recherche et à la transmission des résultats obtenus, Nergica contribue ainsi à l'avancement de la science.



Nergica prépare la relève et la main-d'œuvre de demain

De gauche à droite :
Delphine Therer-Michaud,
Émilie Gauthier, Camille St-Arneault,
Marie-Pier Méthot, Marie-Pier Buteau,
Paul Ménard, Mathias Labrune,
Pierre-Olivier Chouinard, Julien Samuel,
Max Deck-Léger et Jeffrey Langlois.
Absents sur la photo : Marc-Olivier
Savage, Scott Chalmers et
Dany Paquin

Nergica a enregistré un nombre record de 18 stagiaires collégiaux et universitaires. Ces étudiants collaborent aux différents projets, tout en profitant de nos infrastructures de recherche en conditions réelles et de l'encadrement de nos chercheurs.

Nergica, en collaboration avec le Cégep de la Gaspésie et des Îles (CGÎ) et ses autres CCTT, ont mis sur pied l'option Recherche-études. Cette nouvelle option unique au CGÎ permettra à des étudiants de plonger concrètement dans l'univers de la recherche appliquée aux domaines de l'aquaculture, des sciences humaines ainsi que des sciences de la nature, et ce, pour toute la durée de leurs études.

En tant que CCTT du Cégep de la Gaspésie et des Îles, Nergica et le Centre d'initiation à la recherche et d'aide au développement durable (CIRADD) ont remis trois bourses de recherche à des étudiants des campus de Carleton-sur-Mer, Grande-Rivière et des Îles-de-la-Madeleine.

Bilan des réalisations

Aide technique

Étude technico-économique pour l'intégration d'unité de production d'énergie solaire PV pour des camps d'exploration minière

Client :
Groupe MISA



Photo : Lekla

Le Groupe MISA a mandaté Nergica pour réaliser une étude visant à évaluer la pertinence de l'intégration, dans des camps d'exploration minière, des unités de production d'énergie solaire photovoltaïque et de stockage, appelées « BLOK ». Ce projet s'inscrit dans le cadre de l'initiative de MISA intitulée « Gestion Agile de l'Énergie » destinée aux opérateurs miniers.

Nergica a ainsi évalué le déploiement des unités de production d'énergie solaire PV et de stockage de l'entreprise Lekla dans deux camps miniers situés au Québec. L'équipe de chercheurs a identifié des scénarios sous lesquels le déploiement des unités serait rentable, en termes de coût de production d'énergie, comparé à la production d'électricité à partir du diesel. Cette rentabilité dépend principalement de la période d'opération des unités, du potentiel photovoltaïque du site et du prix du diesel, qui est la source d'énergie de référence.

L'étude a démontré qu'en plus d'offrir un coût de production de l'énergie stable et une opération simple et peu coûteuse, l'intégration des unités BLOK permettrait de réduire en partie la dépendance au diesel des camps d'exploration minière. Cela aurait également une influence directe sur leur empreinte carbone.

Analyse de la performance du système de chauffage des pales d'ENERCON



Client :
ENERCON

Photo: ENERCON

Nergica a été mandaté par ENERCON afin d'évaluer la performance de son système de chauffage des pales.

Le turbinier a en effet développé un système à air chaud destiné à chauffer l'intérieur de la pale et dont la puissance varie en fonction du modèle d'éolienne. Nergica a donc analysé, aux fins de cette étude, les performances de 130 turbines situées principalement au Québec et en Nouvelle-Écosse sur des sites qui présentent des sévérités de givre météorologique classées de modérées à élevées.

La méthodologie utilisée par Nergica consistait à comparer, pour chaque turbine, l'énergie produite durant les événements de givre à la production attendue en l'absence de givre. La consommation du système de chauffage a également été prise en considération afin de calculer l'énergie nette produite et d'obtenir le résultat des pertes causées par le givre.

De façon générale, les résultats de l'étude ont conclu à une bonne performance du système de chauffage des pales. L'utilisation d'une méthodologie conservatrice révèle que les turbines équipées de ce système produisent entre 59 % et 85 % de leur production attendue lors des événements de givre. Cela se traduit par des pertes annuelles, occasionnées par le givre, inférieures à la moyenne des turbines pour les classes de givre étudiées.

Étude exclusive sur l'évaluation des performances de détecteurs de givre sur rotor d'éoliennes



Projet de
recherche
de Nergica

Le recours à des outils de prédiction et de surveillance performants, comme des détecteurs de givre, s'avère indispensable pour protéger et rentabiliser les parcs éoliens installés en climat givrant. Plusieurs détecteurs de givre pour rotor d'éoliennes sont apparus sur le marché au cours des dernières années, mais aucune étude quantitative de leur performance n'avait encore été effectuée.

C'est dans cette optique que Nergica a publié une étude comparative menée sur trois détecteurs de givre pour rotor installés sur une éolienne Senvion de 2 MW de son site de recherche. L'étude détaille les performances des détecteurs de givre *BLADEcontrol* de Weidmüller, *Rotor Ice Control* de fos4X et Eologix.

Les chercheurs de Nergica ont évalué la disponibilité technique, la durée totale de givre mesurée pendant la période, la sévérité ainsi que la précision temporelle. Ils ont utilisé comme données de référence le givre mesuré par une analyse d'images provenant de deux caméras installées sur le moyeu d'une éolienne et l'analyse des codes d'état de l'éolienne.

Les opérateurs de parcs éoliens et les fabricants de détecteurs de givre peuvent acheter cette étude exclusive sur le site Web de Nergica.

22 projets

Projets en cours au 30 juin 2019

Client / partenaire	Projet
GM Technologies	Rédaction d'une demande de subvention d'engagement partenarial et instrumentation de modules
Parc éolien de Glen Dhu	Instrumentation pour la détection de givre
EDF Renouvelables	Projet confidentiel
EDF Renouvelables	Projet confidentiel
Senvion Canada Inc.	Analyse du rendement du mode de fonctionnement du contrôle lors des événements de givre, no 2
Douze clients confidentiels	Programme d'aide à la recherche industrielle/Contribution à l'organisation, Conseil national de recherche du Canada (CNRC)
Nergica	Banc d'essai de capteurs sur le rotor

Projets terminés au 30 juin 2019

Client / partenaire	Projet
EDF Renewelables	Projet confidentiel
EDF Renewelables	Évaluation de la performance d'un système de protection contre le givre installé sur des éoliennes en opération
EDF Renewelables	Évaluation de la performance de la stratégie d'arrêt préventif lors d'événements de givre
EDF Renewelables	Projet confidentiel
EDF Renewelables	Projet confidentiel
Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador (IDDPNQL)	Étude de l'intégration des énergies renouvelables et du stockage pour le chalet Relais de la Cache
NRG Systems	Réalisation d'un plan d'essais d'anémomètres sur trois ans
Capstone Infrastructure	Intégration des prévisions de givre pour permettre l'opération d'une éolienne munie d'un système de dégivrage
Senvion Canada Inc.	Analyse du rendement du mode de fonctionnement du contrôle lors des événements de givre
Kjeller Vindteknikk	Évaluation du givre en lien avec la production d'énergie éolienne
PESCA Environnement	Projet confidentiel
ENERCON	Évaluation du chauffage des pales du rotor
Innergex énergie renouvelable	Prévision de givre
Conseil national de recherche du Canada (CNRC)	Vitrine technologique du Canada
Nergica	Étude sur l'utilisation du drone pour l'inspection des éoliennes

Recherche appliquée

Éolien et changements climatiques – Givre et régimes de vent : des résultats préliminaires



Partenaires :
Ouranos,
Hydro-Québec,
Ontario Power
Generation et
Manitoba Hydro

Photo : Élise Hallot pour IDHP

Nergica a dévoilé, en collaboration avec ses partenaires, les résultats préliminaires de ce projet qui vise à analyser l'impact des changements climatiques sur le potentiel éolien.

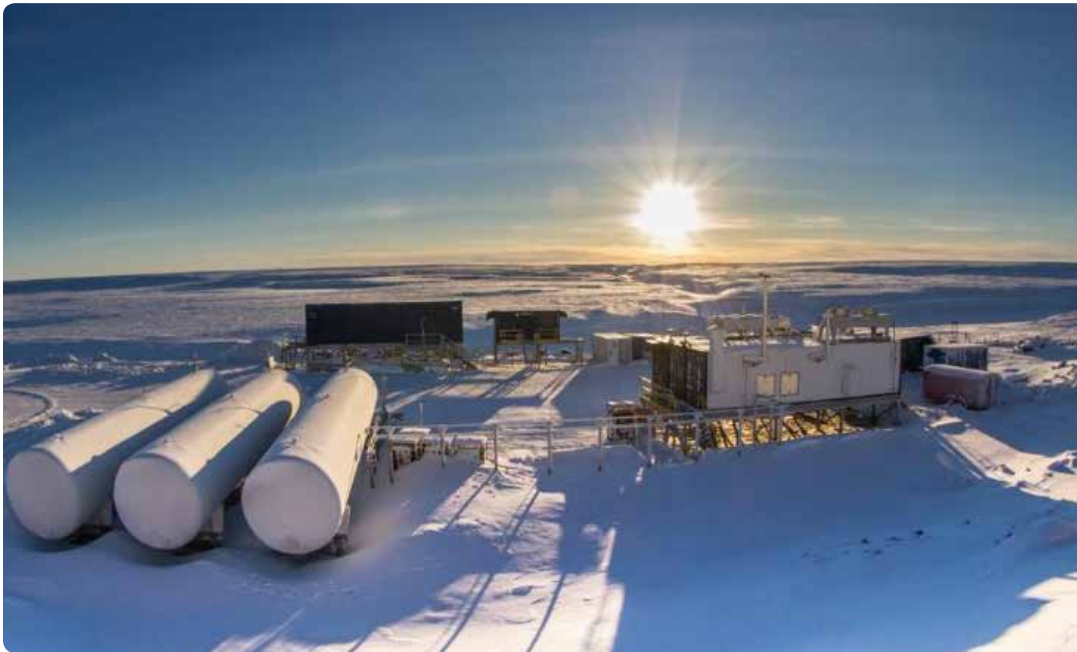
Les résultats préliminaires dévoilés récemment laissent présager peu de changements, au cours des prochaines décennies, en ce qui concerne les régimes de vents. Autrement dit, malgré les changements climatiques, les régimes de vent devraient demeurer similaires à ceux qui prévalent aujourd'hui.

Les résultats laissent cependant entrevoir qu'aux latitudes moyennes, les épisodes de givre seront moins longs, tandis que dans le Grand Nord canadien, les épisodes seront plus longs.

Ces résultats préliminaires seront étoffés dans la prochaine année et des conclusions quant aux changements de potentiel éolien à anticiper pour le Canada seront présentées à l'industrie.

Soulignons que l'équipe de coordination de ce projet est entièrement féminine alors que l'équipe complète est paritaire. Les chercheurs impliqués dans le projet sont spécialisés en météorologie, en physique atmosphérique, en énergie, en simulation et analyse ainsi qu'en impact et adaptation. Des stagiaires collégiales et universitaires ont également travaillé sur le projet.

Les prévisions énergétiques au profit des microréseaux



Partenaire :
WPred

L'approvisionnement énergétique des collectivités isolées nordiques est assuré essentiellement par des génératrices diesel qui émettent d'importantes émissions de gaz à effet de serre (GES) en plus de générer des coûts d'électricité exorbitants. Dans ce contexte, les énergies renouvelables et les systèmes de stockage de l'énergie constituent une solution gagnante afin de réduire la dépendance aux combustibles fossiles.

L'intégration des sources d'énergie renouvelable dans les microréseaux soulève par contre d'importants défis : instabilité du réseau électrique, variabilité de la production instantanée, gestion des surplus d'énergie par le stockage et en conséquence, dégradation prématurée des équipements comme les génératrices diesel et les batteries. Ces défis peuvent toutefois être surmontés par l'inclusion des prévisions énergétiques.

Avec la collaboration de notre partenaire, Wpred, une entreprise québécoise qui se spécialise notamment dans la fourniture de prévisions météorologiques et énergétiques pour les exploitants de parcs éoliens et solaires, Nergica utilise les prévisions énergétiques pour proposer un contrôle avancé du flux de puissance dans les microréseaux. Ainsi, ces prévisions énergétiques à court terme sont utilisées pour définir les conditions optimales d'opération des différentes composantes d'un microréseau telles que les génératrices diesel ou les systèmes de stockage. La stratégie de contrôle optimale développée dans ce projet identifie en temps réel le meilleur scénario de fonctionnement permettant de diminuer les coûts énergétiques tout en assurant une grande fiabilité du microréseau.

Plusieurs étapes de travail sont planifiées pour les prochains mois. En effet, Nergica effectuera des tests de simulation en temps réel sur sa plateforme Opal-RT et réalisera par la suite une validation expérimentale sur son propre microréseau grandeur nature situé sur son site de recherche de Rivière-au-Renard.

Des panneaux solaires photovoltaïques qui n'ont pas froid aux yeux



Partenaire :
CanmetÉNERGIE |
Ressources
naturelles
Canada

Nergica, en partenariat avec CanmetÉNERGIE, a analysé la performance des systèmes solaires photovoltaïques en climat froid, un sujet peu étudié.

Plutôt que de recourir aux données météorologiques d'accumulations de neige, comme c'est généralement le cas, les chercheurs ont eu recours à l'analyse d'images pour étudier l'impact de la neige sur les performances des panneaux PV. L'effet du refroidissement causé par les vents et la température a également été analysé, tout comme la qualité de l'énergie fournie par ce type de système.

Actuellement, l'intégration des énergies renouvelables dans les réseaux électriques isolés est limitée par les opérateurs de ces réseaux, qui souhaitent en assurer la fiabilité et la stabilité. L'équipe de Nergica a identifié ces restrictions pour les réseaux isolés à l'échelle du pays en plus d'étudier les effets de l'intégration du solaire PV dans les réseaux isolés, principalement sur les génératrices diesel, sur le réseau de distribution et sur la qualité de l'onde.

L'équipe terminera l'analyse en 2019-2020 et les résultats seront communiqués dans différentes publications et conférences.



Photo : Jacques Gratton

27 projets

Projets en cours au 30 juin 2019

Client / partenaire	Projet
Agence internationale de l'énergie	Participation à un groupe de travail international traitant des défis particuliers à la production d'énergie éolienne en climat froid « Task 19 »
Agence internationale de l'énergie	Participation à un groupe de travail international traitant des défis de l'intégration de lidars dans la prospection et l'exploitation de l'énergie éolienne « Task 32 »
Ouranos, Hydro-Québec, Manitoba Hydro, Ontario Power Generation	Impact des changements climatiques sur l'énergie éolienne canadienne
RES Canada	Optimisation d'un système PV et de stockage
RES Canada	Optimisation de l'évaluation du potentiel éolien et de ses incertitudes en phase de préconstruction
Parc éolien de Glen Dhu	Contrôle de l'éolienne à l'aide de prévision et de détection de givre
CanmetÉNERGIE Ressources naturelles Canada	Optimisation et intégration des panneaux solaires photovoltaïques en climat nordique
Cree United Power	Conception et dimensionnement d'un système d'électrification d'aréna avec des énergies renouvelables
Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ)	Intégration des énergies renouvelables aux génératrices diesel
Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies (FRQNT)	Performance de détection de givre
Collineo	Inspections par drones
Green Sun Rising	Contribution à l'augmentation du taux de pénétration du solaire PV dans les systèmes hybrides diesel hors réseau
L'association des Capitaines-Propriétaires de la Gaspésie	Proposition d'une solution améliorant l'efficacité énergétique d'une charge industrielle
Marinvent	Étude de faisabilité
Wpred	Développement d'un système de prévision des ressources renouvelables à court terme dans les microréseaux
OpDAQ	Optimisation d'une bouée océanographique
Nergica	Contrôle qualité des données météorologiques et d'opération des éoliennes de notre site de recherche
Nergica	Transfert de connaissances à l'industrie et aux partenaires d'Opten

Projets terminés au 30 juin 2019

Client / partenaire	Projet
Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies (FRQNT)	Création d'un modèle aéroélastique d'une éolienne opérant en terrain complexe à l'aide d'un lidar à balayage
Biome Renewables	Étude de faisabilité du « PowerCone »
Campbell Scientific	Développement d'un algorithme utilisant un mât de mesure pour la détection de glace
Cartier Énergie Éolienne	Algorithme de mesure de déflexion par analyse d'images
DNV-GL	Validation des modèles de turbulence des sites éoliens
Université du Nouveau-Brunswick	Modèle de prévision des pertes de givre pour le Canada utilisant les données du modèle d'Environnement Canada
Vizimax	Optimisation du flux de puissance dans les microréseaux
Nergica	Conception d'un système d'air comprimé pour une génératrice diesel

Soutien à la croissance des PME et des collectivités en énergies renouvelables

Projets en cours au 30 juin 2019

Client / partenaire	Projet
Ville de Lac-Mégantic	Microréseau au centre-ville de Lac-Mégantic : étude d'opportunités et développement des expertises régionales
Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation	Synchrone – Mutualisation des expertises

Projets terminés au 30 juin 2019

Client / partenaire	Projet
SADC de La Matanie	Gestion innovante de l'énergie
Régie intermunicipale de l'énergie de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	Projet confidentiel

Communications et événements

Le 13^e Colloque de l'industrie éolienne québécoise en chiffres...



144

participants au 13^e Colloque de l'industrie éolienne québécoise

16

commanditaires

17

conférenciers



6

exposants

18

mentions médiatiques



76

entreprises

264

rencontres d'affaires organisées

9

entrevues

12

publications sur nos pages LinkedIn, Facebook et Twitter

Plus de

1051

clics

Faits saillants du Rendez-vous sur les microréseaux et la transition énergétique des collectivités

18
conférences

21
articles et reportages

Rendez-vous tenu du 12 au 14 septembre 2018, aux Îles-de-la-Madeleine

Deuxième événement organisé par Nergica sur ce thème

97
participants



Une soixantaine d'organisations

105
personnes au banquet



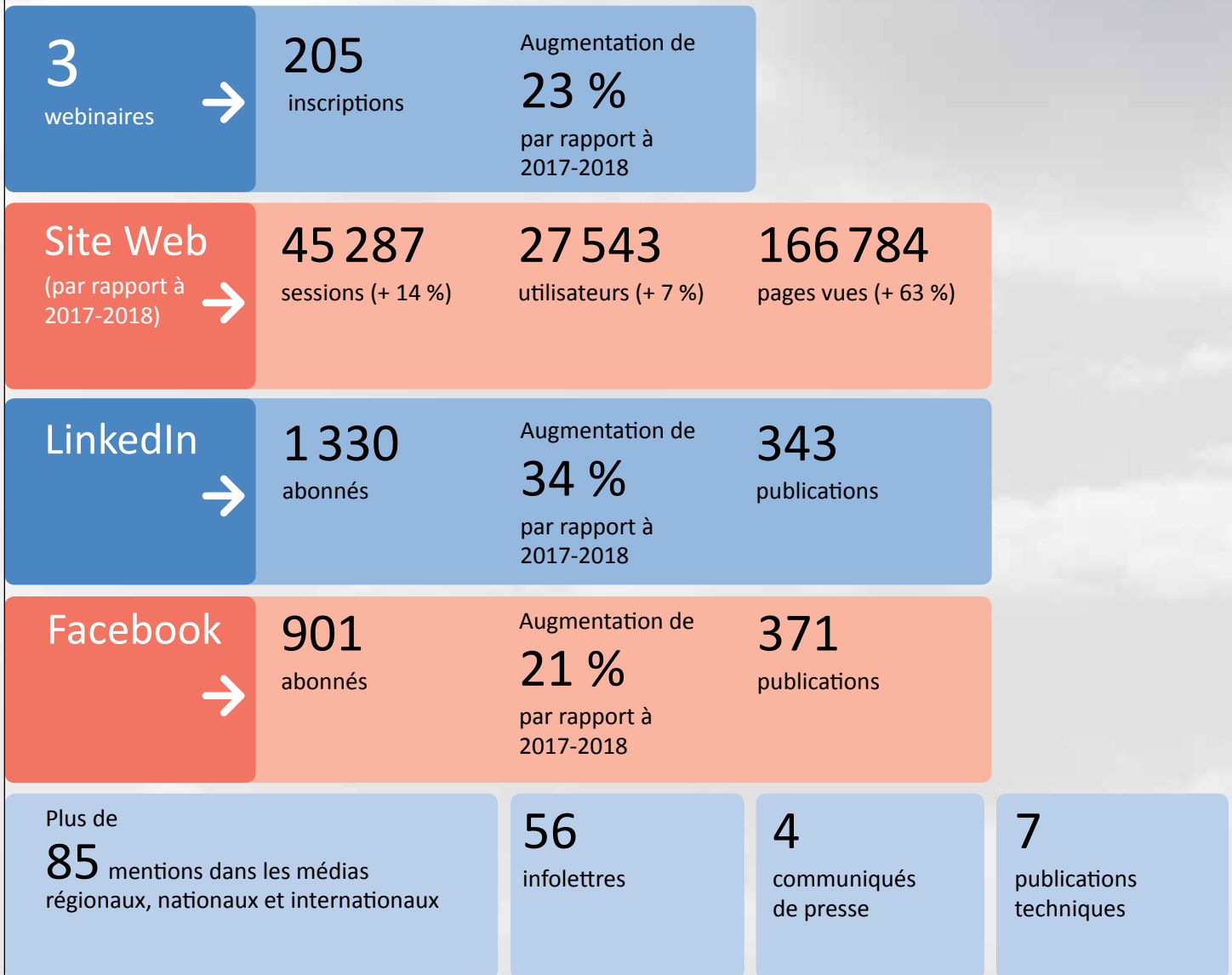
3
ateliers

1 cahier synthèse présentant les faits saillants du Rendez-vous

24
entrevues

Plus de
20
publications dans les médias sociaux

Bilan de nos communications en chiffres...



La gouverneure générale du Canada visite le site de recherche de Nergica

C'est avec fierté et enthousiasme que Nergica a accueilli Son Excellence, la très honorable Julie Payette, gouverneure générale du Canada, lors de sa visite en Gaspésie en juin 2018.

Notre équipe a profité de l'occasion pour lui présenter les secteurs d'activité de Nergica, ses infrastructures de recherche et certains projets en matière d'énergies renouvelables.

Implications de Nergica dans la communauté

Corvée de peinture à la Maison des jeunes de Rivière-au-Renard



Participation à la 12^e édition du Relais pour la vie Côte-de-Gaspé



Participation à l'Opération Nez rouge pour une 6^e année



Journée de la Gaspésie :
Les employés de Nergica, fiers de travailler et de vivre en Gaspésie!



Synchrone

Pour la deuxième année, Nergica a bénéficié de la contribution financière du projet Synchrone, une initiative du gouvernement du Québec qui vise à bonifier les services d'accompagnement aux PME et aux organisations québécoises en innovation.

Ce projet a permis à l'équipe de Nergica de suivre différentes formations, notamment sur la cartographie de la chaîne de valeur, sur les meilleures pratiques d'affaires et la mise en place d'une marque employeur de choix. Un mandat a également été confié au Living lab en innovation ouverte (LLio) afin d'accompagner l'équipe dans une réflexion stratégique sur les événements organisés par Nergica.

Synchrone a aussi contribué à la validation de la commercialisation de deux innovations développées par Nergica et à la mise en place de l'Alliance, un consortium regroupant GSP conseil, Ingénieurs sans frontières, le CIRADD et Nergica. L'objectif de ce regroupement consiste à faciliter le développement des énergies renouvelables au sein des collectivités par une approche holistique.

Synchrone a sans contredit généré des retombées significatives sur l'enseignement collégial, et particulièrement sur les étudiants. Le nombre de stagiaires a doublé depuis deux ans, passant ainsi de 7 à 14. Les nombreuses retombées sur l'enseignement présentées dans la section suivante n'auraient pu être possible sans l'apport du projet Synchrone.





Retombées sur l'enseignement

18 stagiaires

Option Recherche-études

À l'instar du Cégep de la Gaspésie et des Îles et de ses CCTT, Nergica s'est grandement impliqué dans la création de l'option Recherche-étude. Le programme sera offert pour la première fois aux étudiants des différents campus, et ce, dès l'automne 2019.

Recrutement de stagiaires

Des employés de Nergica ont approché des coordonnateurs de programme du CGÎ afin de faire une tournée de classes dans le but de recruter des stagiaires pour la période estivale. Cette initiative a été couronnée de succès puisque toutes les offres de stage ont été comblées.

Journée de la recherche

Pour la 4^e année, Nergica s'est impliqué dans la Journée de la recherche du Cégep de la Gaspésie et des Îles. Pour la toute première fois, des professeurs et des chercheurs d'autres établissements d'enseignement ont partagé leurs expériences de recherche lors de cette journée qui réunit les enseignants, les chercheurs et les membres du personnel du Cégep GÎM et de ses trois CCTT. Il s'agit là d'une belle occasion de consolider les liens entre l'enseignement et la recherche. Des arbres ont par la suite été plantés afin de compenser l'impact de cet événement.



Nergica accueille pour l'été une cohorte de stagiaires et d'auxiliaires de recherche



Nergica enregistre au 30 juin 2019 un nombre record de 18 stagiaires collégiaux et universitaires. Ces étudiants collaborent aux différents projets, tout en profitant des infrastructures de recherche en conditions réelles et de l'encadrement des chercheurs.

Les étudiants travaillent notamment sur les projets suivants :

- La sous-performance des génératrices diesel
- Un système de stockage d'énergie sous forme d'air comprimé
- La conception d'un banc de test pour les panneaux solaires photovoltaïques
- Le facteur d'utilisation de l'énergie éolienne et solaire
- L'impact des changements climatiques sur le potentiel éolien
- Des projets en lien avec le programme de recherche Opten sur l'optimisation de l'intégration des énergies renouvelables en microréseaux

Avec l'embauche de ces stagiaires, Nergica contribue à la formation de la relève et au développement de la filière des énergies renouvelables. Notons qu'un étudiant ayant été victime d'un accident de la route a bénéficié d'un stage qui lui a permis de réintégrer le marché du travail en fonction de ses capacités.

Bureau des stagiaires

Nergica a aménagé un local spécialement pour les stagiaires. Celui-ci a permis de les regrouper et de créer une synergie entre eux. Ils étaient supervisés par un employé de Nergica qui était ainsi disponible pour répondre à leurs questions.

Formation en programmation

Plusieurs stagiaires collégiaux ont été formés sur le langage de programmation Python. Cette formation leur a notamment permis de contribuer à différents projets de recherche. Peu d'étudiants de niveau collégial ont l'occasion de développer cette expertise.

Présentations aux étudiants

Deux employés de Nergica ont fait des présentations aux étudiants de l'Attestation d'études collégiales en maintenance d'éolienne. Ces présentations portaient respectivement sur le rôle de Nergica, ses projets et ses infrastructures ainsi que sur l'utilisation des médias sociaux pour aider au développement de sa carrière.

Simulations d'entrevues

Notre directeur Opération et maintenance, Bruno Boucher, a aidé la cohorte de douze étudiants en maintenance d'éoliennes à se préparer dans le cadre de leur recherche d'emploi. Il a en outre participé à des simulations d'embauche pour des postes de techniciens en maintenance d'éoliennes offerts par des opérateurs de parcs éoliens.

Nergica et le CIRADD remettent trois bourses de la recherche

Nergica et le Centre d'initiation à la recherche et d'aide au développement durable (CIRADD), deux centres collégiaux de transfert de technologie affiliés au Cégep de la Gaspésie et des Îles, ont remis trois bourses de la recherche à des étudiants collégiaux. Megan Laverdière, étudiante finissante en Sciences humaines au campus de Carleton-sur-Mer, Amélie Papillon, étudiante en Sciences de la nature aux Îles-de-la-Madeleine et Tristan Reesor, étudiant en Technique d'aquaculture à l'École des pêches et d'aquaculture du Québec, située à Grande-Rivière, ont reçu chacun une bourse de 250 \$ pour la qualité de leur dossier scolaire.



Megan Laverdière



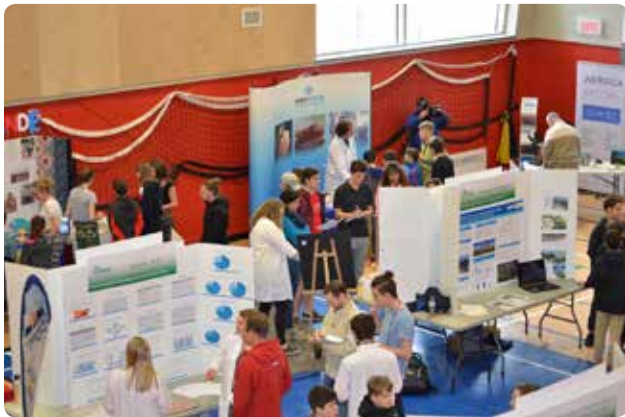
Tristan Reesor



Amélie Papillon

Participation à un colloque collégial

Nergica a participé au 14^e Colloque scientifique du Centre d'initiation à la recherche et d'aide au développement durable (CIRADD) en présence d'étudiants de niveau primaire, secondaire et collégial.



Une 1^{re} édition de l'événement Pinte de science à Gaspé

Nergica a pris part à l'événement Pinte de science, un festival de vulgarisation scientifique qui se tient chaque année un peu partout à travers le monde et qui avait lieu pour la première fois à Gaspé, dans les locaux du Cégep de la Gaspésie et des Îles.

Notre collègue, Charles Godreau, y a fait une présentation sur le biomimétisme au cours de laquelle les spectateurs ont découvert comment la baleine à bosse, le martin-pêcheur et la samare ont inspiré des inventeurs canadiens pour améliorer la performance des éoliennes. Une façon de mettre en valeur la science dans un contexte ludique!



Collaboration à une épreuve synthèse de programme

Dans le cadre de l'épreuve synthèse de programme en Sciences de la nature au CGÎ, Nergica a collaboré avec l'enseignante du cours de statistiques pour fournir un éventail de données météorologiques provenant de plusieurs capteurs installés sur les deux mâts de mesure de son site de recherche. Ces données météorologiques ont été analysées et ont permis aux étudiants de valider, avec des données réelles, leurs apprentissages en méthodes statistiques pour les sciences.

Visite du site de recherche

Des enseignants en maintenance industrielle et en physique et un stagiaire sénégalais du Groupe Collegia ont visité le site de recherche de Nergica afin d'en apprendre davantage sur les projets qui y sont menés.

Diffusion des résultats

Participation à des conférences

Mission Global Climate Action Summit
Septembre 2018, San Francisco, États-Unis

Bucharest 2018 Symposium on Microgrids
Septembre 2018, Bucarest, Roumanie

Réseau stratégique sur l'énergie intelligente (RSEI)
Septembre 2018, Varennes

Alberta Climate Summit
Septembre 2018, Calgary

ProTIC 2018
Septembre 2018, Bonaventure

Données et intelligence marketing
Octobre 2018, Montréal

Atelier international sur la recherche appliquée
Octobre 2018, Montréal

34^e Congrès annuel et salon professionnel de
l'Association canadienne de l'énergie éolienne (CanWEA)
Octobre 2018, Calgary

Task 32 – General Meeting
Octobre 2018, Calgary

Smart Solar PV - Data Analysis and IoT Forum
Octobre 2018, Berlin, Allemagne

Atelier des experts du Réseau Trans-tech
Octobre 2018, Québec

Rendez-vous de l'innovation de l'Est du Québec
Novembre 2018, Rivière-du-Loup

New Energy Update O&M 2018
Novembre 2018, Toronto

Solar PV Operations USA
Novembre 2018, San Diego, États-Unis

Québec Mines + Énergie
Novembre 2018, Québec

TEM #93 : Repowering
Décembre 2018, Roskilde, Danemark

CanWEA O&M 2019
Janvier 2019, Toronto

Energy Storage Summit Americas
Mars 2019, Fort Lauderdale, États-Unis

Journée de la recherche Cégep de la Gaspésie et des Îles
Mars 2019, Gaspé

Workforce Connex Saskatchewan –
Indigenous Renewable Energy
Mars 2019, Saskatoon

14^e Colloque scientifique du CIRADD
Mai 2019, Carleton-sur-Mer

Conférencier, panéliste ou modérateur

Rendez-vous sur les microréseaux et la transition
énergétique des collectivités
Septembre 2018, Îles-de-la-Madeleine

Pinte de science Gaspé
Mai 2019, Gaspé

WindEurope 2018
Septembre 2018, Hambourg, Allemagne

13^e Colloque de l'industrie éolienne québécoise
Juin 2019, Matane

34^e Congrès annuel et salon professionnel de
l'Association canadienne de l'énergie éolienne (CanWEA)
Octobre 2018, Calgary

Québec Mines + Énergie
Novembre 2018, Québec

CanWEA O&M 2019
Janvier 2019, Toronto

Winterwind
Février 2019, Umea, Suède

Colloque de l'Association québécoise de la production
d'énergie renouvelable
Février 2019, Québec

Journée de la recherche Cégep de la Gaspésie et des Îles
Mars 2019, Gaspé

Americana
Mars 2019, Montréal

CanWEA Spring Forum
Avril 2018, Banff

Salon Connexion – Transformation numérique
Avril 2019, Montréal

Publications scientifiques et techniques

Swytink-Binnema N., Godreau C., Arbez C., *Detecting instrumental icing using automated double anemometry*, septembre 2018, [En ligne] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/we.2271>

Gualteros S., Fauteux L. *Le solaire photovoltaïque, une énergie d'avenir*, octobre 2018, [En ligne]. [https://nergica.com/wp-content/uploads/Article-Solaire-1_Version-finale_FR_3-octobre-2018.pdf].

Gualteros S., Fauteux L. *Le solaire photovoltaïque, une ressource prometteuse pour les sites hors réseaux*, octobre 2018, [En ligne], [https://nergica.com/wp-content/uploads/Article-II_Version-finale_FR_29-octobre-2018.pdf].

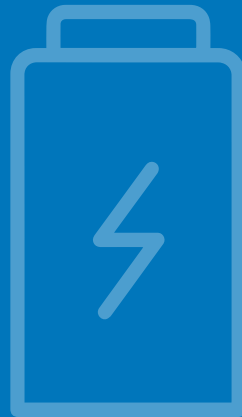
Jolin N., Bolduc D., Swytink-Binnema N., Rosso G., Godreau C., « Wind turbine blade ice accretion: A correlation with nacelle ice accretion », *Cold Regions Science and Technology* 159 (2019), p. 235-241 [<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165232X18302143?via%3Dihub>].

Livres blancs, rapports, études

Boucher B., Bolduc D., Wadham-Gagnon M., Swytink-Binnema N., Fauteux L., Jolin N. *L'utilisation du drone pour l'inspection des éoliennes*, décembre 2018, [En ligne]. [https://nergica.com/wp-content/uploads/%C3%89tude-Drones_Version-finale_FR_17-d%C3%A9cembre-2018.pdf].

Bolduc D., Jolin N., Fauteux L. *Évaluation des performances de détecteurs de givre sur rotor d'éoliennes*, mai 2019.

Bolduc D., Jolin N., Fauteux L. *Évaluation des performances de détecteurs de givre sur rotor d'éoliennes | Un aperçu*, mai 2019, [En ligne]. [<https://nergica.com/performances-detecteurs-de-givre/>].



70, rue Bolduc, Gaspé, QC G4X 1G2
nergica.com

T +1 418 368-6162 | info@nergica.com

Nos principaux partenaires financiers



Développement
économique Canada
pour les régions du Québec

Canada Economic
Development
for Quebec Regions

Québec 