



## OFFRE D'ALLOCATION DE THESE

### ÉCOLE DOCTORALE SCIENCES EXACTES ET LEURS APPLICATIONS - ED 211

Avenue de l'université BP 1155 64 013 PAU Cedex – France

## SUJET DE THESE

**TITRE : Optimisation énergétique d'une serre horticole en milieu circumpolaire**

### RESUME :

Vivant sur des territoires isolés où aucune route terrestre ne permet de se rendre, les Inuits du nord canadien font face, depuis les dernières décennies, à de grands défis d'adaptation, notamment sur le plan de l'alimentation et de l'accès à l'énergie. La nourriture traditionnelle issue des activités de chasse, de pêche et de cueillette est de plus en plus difficile à obtenir, tandis que les aliments euro-canadiens apportés par avion ou par bateau coûtent de plus en plus cher. Ainsi, 62% des foyers inuits subissent un certain niveau d'insécurité alimentaire. Sur le plan énergétique, les communautés isolées sont hors réseaux électrique et donc extrêmement dépendantes des produits pétroliers pour leur production électrique et thermique provenant de génératrices diesel.

Dans le but de répondre à cette problématique, une équipe de recherche Franco-Québécoise multidisciplinaire a vu le jour en 2016 afin de mettre en place des systèmes de production horticoles au Nunavik. Le LaTEP en est partie prenante et se focalise sur la gestion énergétique de ces systèmes. Ainsi l'objectif de la thèse est de permettre de définir une méthodologie générale d'optimisation énergétique des serres horticoles, applicable sur des serres à l'étude ou existantes et adaptées aux contraintes humaines et matérielles du Nunavik.

**Mots clés: Agriculture circumpolaire, énergie renouvelable, stockage d'énergie, développement communautaire durable, modélisation, optimisation**

## CONDITIONS D'EXERCICE

**Laboratoire : Laboratoire de Thermique Energétique et Procédés**

**Site web : <http://latep.univ-pau.fr/live/>**

**Directeur de thèse : Bédécarrats Jean-Pierre**

**Co-Directeur de thèse : Gibout Stéphane**

**Co-Encadrant de thèse : Haillot Didier**

**Lieu : PAU**

**Date début : 1<sup>er</sup> Septembre 2017**

**Durée : 36 mois**

**Employeur : Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)**

**Salaire mensuel brut : 1685 €**

Un contrat de monitorat peut s'ajouter à ce montant sous certaines conditions à discuter lors de l'entretien

## SAVOIR-FAIRE DU LABORATOIRE

Le laboratoire LaTEP (Laboratoire de Thermique Energétique et Procédés) est un laboratoire d'accueil de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour qui a historiquement axé une partie de ses recherches sur l'Énergie et ses transformations. Le but est de contribuer à l'étude d'une utilisation plus rationnelle de l'énergie (production, consommation, stockage, énergies renouvelables...). Ainsi deux thématiques en rapport avec le présent projet ont particulièrement été développées ces dernières années :

- Le stockage d'énergie par chaleur latente et toute la problématique scientifique associée aux transformations de phases (cinétique de changement d'état). Les applications concernent le domaine du froid industriel et la climatisation mais aussi les hautes températures pour le stockage de l'énergie solaire (partenaire du projet STARS, AMI Solaire 2011) ou la valorisation de chaleur fatale industrielle (Coordinateur du programme ANR SEED 2013 en cours STEEP).
- La modélisation instationnaire de systèmes énergétiques (production frigorifique, procédés de stockage, rafraîchissement solaire, conversion thermodynamique d'énergie solaire) et l'analyse de leurs performances (énergétique, exergetique, thermo-économique, ...), l'optimisation énergétique des procédés et la simulation inverse qui permet notamment la détermination des propriétés thermophysiques impossibles à mesurer directement.

## MISSION - ACTIVITES PRINCIPALES

### Le contexte scientifique

Le laboratoire LaTEP fait partie depuis près de deux ans d'une équipe pluridisciplinaire franco-québécoise de recherche qui s'intéresse à la problématique de l'insécurité alimentaire et énergétique dans l'Arctique Canadien.

Les recherches initiées s'intéressent aux potentiels de la serriculture dans les territoires circumpolaires afin de répondre aux défis d'approvisionnement local et d'adaptation du système alimentaire. Le laboratoire LaTEP s'intéresse principalement à l'optimisation énergétique des serres, avec pour objectifs de 1) réduire la dépendance aux énergies fossiles et 2) augmenter la période de production végétale. Les solutions envisagées comprennent l'intégration de systèmes de stockages et l'utilisation des ressources renouvelables (solaire, éolien, biomasse, biogaz, etc.)

Dans le cadre de trois projets financés par le CFQCU (Conseil franco-québécois de coopération universitaire) et le LabEx DRIIHM (Dispositif de Recherche Interdisciplinaire sur les Interactions Hommes-Milieus), plusieurs expéditions sur le site-test de Kuujuaq ont été menées, qui ont notamment permis de mettre en place un système d'acquisition de données. Parallèlement, un travail préliminaire a été débuté sur la modélisation de la serre.

### Les objectifs

Dans un premier temps, un modèle thermique complet de la serre sera développé. Une attention particulière sera portée sur les interactions entre l'ambiance intérieure et les végétaux en culture (bilan hydrique mais également vitesse de croissance). Le modèle sera validé à l'aide des données issues des campagnes expérimentales.

Dans un second temps, le modèle sera complété de façon à intégrer les différents systèmes envisagés (stockage, ressources renouvelables, etc.). Ce modèle étendu permettra d'optimiser le système dans sa globalité et de définir la configuration optimale permettant d'atteindre les objectifs fixés (durée de culture, consommation énergétique, etc.). Une attention particulière sera portée sur la définition d'une stratégie de contrôle-commande optimale.

Les systèmes dimensionnés seront ensuite (dans la mesure du réalisable) installés sur la serre-test de Kuujuaq. Les performances seront alors mesurées en situation réelle et comparées aux estimations issues du modèle.

Notons que ce travail intéresse plusieurs acteurs puisque des contacts sont en cours afin de disposer d'autres serres-tests au Nunavik dans les communautés de Kangiksujuaq et Kangiqsualujuaq, au Nunavut à Iqaluit mais aussi en France à Valdurenque.

### Les résultats attendus

Ce travail de thèse doit permettre de définir une méthodologie générale d'optimisation énergétique des serres, applicable sur des serres à l'étude ou existantes.

Dans ce but les principaux résultats intermédiaires seront :

- Le recueil de données expérimentales et leurs mises à dispositions à la communauté scientifiques ;
- Un modèle numérique du comportement thermique d'une serre horticole validé ;
- Une proposition d'amélioration de la serre de Kuujuaq ;
- La mise en place de technologies prenant en compte les contraintes locales (humaines et matérielles) ;
- Un retour d'expérience à travers la rédaction de guide à destination des populations circumpolaires et éventuellement la formation des parties prenantes ;
- L'utilisation du modèle développé et des connaissances acquises pour l'étude d'autres serres au Nunavik dans les communautés de Kangiksujuaq et Kangiqsualujuaq, au Nunavut à Iqaluit mais aussi en France à Valdurenque.

### Les collaborations de recherche

Les travaux de cette thèse s'intègrent dans un projet plus vaste qui s'intéresse aux potentiels de la serriculture dans les territoires circumpolaires afin de répondre aux défis d'approvisionnement local et d'adaptation du système alimentaire. Les enjeux sont multiples et complexes car ils font appel à l'intégration des aspects sociaux, économiques, environnementaux et techniques. Cela explique l'interdisciplinarité de l'équipe de recherche franco-québécoise qui a été mise en place dans le cadre de l'appel à projet du CFQCU 2016-2018. Dans ce projet le volet social est majoritairement traité par le porteur de projet québécois, le département de Géographie de l'UdeM en partenariat avec le CEFE, laboratoire CNRS de Montpellier et l'Unité de nutrition humaine de l'INRA de Clermont-Ferrand. Les solutions techniques sont quant à elles proposées par le coordonnateur français, le LaTEP de Pau en collaboration avec l'ETS de Montréal et le laboratoire PROMES de Perpignan. C'est ce volet technique qui est l'objet de la thèse proposée. La population et les institutions locales (société des serres communautaires de Kuujuaq, municipalité de Kangiqsujuaq, société du plan nord, Centre de recherche Kativik) sont aussi fortement impliquées dans ce projet qui vise à mettre en place, à long terme, des serres horticoles intégrant des moyens de production d'énergie locaux, maîtrisés et compris par les populations, durables, respectueux de l'environnement et de ces habitants.

Un ou plusieurs séjours de recherches au Nunavik et notamment à Kuujuaq seront réalisés au cours de la thèse.

## COMPETENCES REQUISES

Le candidat devra disposer d'une bonne maîtrise de l'outil informatique, et notamment d'un langage informatique. La connaissance d'un logiciel de simulation orienté système et/ou bâtiment (TRNSYS, energyplus, etc.) est appréciée. Il devra également maîtriser les méthodes classiques de calculs scientifiques, et plus particulièrement les techniques numériques de résolution des équations différentielles ordinaires et partielles.

Enfin, le candidat devra avoir une formation solide en thermique et énergétique.

## CRITERES D'ÉVALUATION DE LA CANDIDATURE

Traitement du dossier : Jury de sélection

Les candidats seront sélectionnés d'abord sur dossier. Un entretien sera organisé après la première phase de sélection du dossier de candidature.

- Adéquation entre le diplôme de Master (ou équivalents) et le sujet de thèse
- Notes et classements en Master, et régularité dans le cursus universitaire
- Maîtrise de l'anglais
- Capacité du candidat à présenter ses travaux
- Expériences professionnelle de type stage(s) en laboratoire ou autre ; éventuels travaux de recherche déjà réalisés (rapports, publications)

## CONSTITUTION DU DOSSIER DE CANDIDATURE, DATE LIMITE DE DEPOT

Envoyer par email un dossier de candidature comprenant :

- CV
- lettre de motivation
- relevé de notes et classements L3, Master 1 et 2.
- lettres de recommandation
- coordonnées des personnes du milieu professionnel (minimum deux) à contacter

DATE LIMITE DE DEPOT DU DOSSIER :

**26 mai 2017**

## CONTACT

NOM : Didier HAILLOT

MAIL : [didier.haillot@univ-pau.fr](mailto:didier.haillot@univ-pau.fr)