



المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات  
Ecole Nationale Polytechnique

Ecole Nationale Polytechnique  
Département de Génie Chimique  
Laboratoire de Valorisation des Energies Fossiles

*LAVALEF*

# Thèse de Doctorat en Génie Chimique

**Option : Génie Chimique**

Présentée par :

**BESSAH Rahma**

Magister en Ecologie et Environnement de l'USTHB

**Intitulée**

## **Evaluation du potentiel d'économie d'énergie dans les procédés d'extraction et intégration des énergies renouvelables**

Soutenue publiquement le **27 /06 /2013** devant le jury composé de :

<b>Président :</b>	DERRICHE Ratiba	Professeur	ENP
<b>Rapporteur :</b>	BENYOUSSEF El-Hadi	Professeur	ENP
<b>Examineurs :</b>	BENTAHAR Fatiha	Professeur	USTHB
	AZIZA Majda Amina	Directeur de Recherche	CDER
	HADJ-ARAB Amar	Directeur de Recherche	CDER
<b>Invités :</b>	DALI Kamel	Directeur projets	APRUE

**ENP 2013**

Ecole Nationale Polytechnique (ENP)

## تقييم القدرة على توفير الطاقة في عمليات استخراج ودمج الطاقات المتجددة

**الملخص:** هذه الرسالة هي جزء من منظور البحث في توفير الطاقة من أجل تحسين الفعالية الطاقوية، حماية البيئة وتوفير المياه في عمليات استخراج وتمهيد الطريق لإدماج الطاقات المتجددة. كخطوة أولى أجرينا استخراج، توصيف ورصد حركية استخراج الزيوت الأساسية من نبتتين: *Arbutus unedo* L, *Erica arborea* L، حيث أخذت العينات من غابة بابنام غرب الجزائر العاصمة. في الخطوة الثانية، قمنا بتقييم إمكانية إدماج الطاقات المتجددة في عملية استخراج الزيوت الأساسية باستخدام التقطير المائي، هذا يتعلق بإنتاج البخار عن طريق حرق الكتلة الحيوية، من أجل ذلك قمنا بتصميم وتصنيع فرن بوقود حيوي مزود بجهاز لتوليد البخار. ثم أجرينا سلسلة من تجارب الحرق لقياس قوة تدفق البخار، الحرارة والمردود. و اقترح نمذجة آليات تحويل المادة من المرحلة الصلبة إلى المرحلة السائلة و نمذجة طاوقية للتقطير المائي. أما في مرحلة أخرى ولأجل توفير المياه اعتمدنا على تعويض مياه التبريد الضرورية لتكثيف البخار بهواء متحصل عليه بمراوح تعمل بالطاقة الشمسية. لهذا قمنا بتصميم رقمي لمكثف مبرد بالهواء. أخيرا اقترحنا إنشاء جهاز متحرك ذاتي للتحكم لاستخراج الزيوت الأساسية سواء من ناحية الطاقة أو استعمال الماء وذلك بإدراج مختلف مصادر الطاقات المتجددة.

**الكلمات المفتاحية:** الطاقات المتجددة، عمليات الاستخراج، الفعالية الطاقوية، الزيوت الأساسية، مكثف الهواء، وحدة متنقلة.

### Evaluation du potentiel d'économie d'énergie dans les procédés d'extraction et intégration des énergies renouvelables

**Résumé :** Ce travail de thèse s'inscrit dans une optique de recherche de gains d'énergie en vue d'une amélioration de l'efficacité énergétique, du respect de l'environnement et d'économie d'eau dans les procédés d'extraction et ouvrant la voie à l'intégration des énergies renouvelables. Dans un premier temps, nous avons procédé à l'extraction, caractérisation et suivi des cinétiques d'extraction des huiles essentielles de deux plantes du pourtour méditerranéen qui sont *Arbutus unedo* L. et *Erica arborea* L. Dans un deuxième temps, nous avons évalué le potentiel d'intégration des énergies renouvelables dans le procédé d'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation. Cette intégration concerne la production de vapeur par combustion de la biomasse. Un brûleur à biomasse équipé d'un dispositif de production de vapeur a été dimensionné et réalisé. Les résultats obtenus en termes d'évolution du rendement en fonction de la durée d'extraction ont été comparés à ceux obtenus par la méthode classique utilisant un chauffage électrique. Une modélisation des mécanismes de transfert de matière de la phase solide vers la phase liquide ainsi qu'une modélisation énergétique de l'hydrodistillation sont proposées. Dans un dernier temps, nous avons montré la possibilité de substitution de l'eau utilisée généralement comme fluide de refroidissement dans un condenseur, par de l'air fourni par des ventilateurs alimentés à l'énergie solaire photovoltaïque. Une projection industrielle des résultats obtenus au cours de cette étude est réalisée à travers la conception d'une unité d'extraction mobile, autonome en énergie et en eau.

**Mots clés :** énergies renouvelables, procédés d'extraction, efficacité énergétique, huiles essentielles, aérocondenseur, unité mobile

### Evaluation of potential energy savings in the extraction process and integration of renewable energies

**Abstract:** This thesis is part of a research perspective of energy savings to improved energy efficiency, environmental protection and water saving in extraction processes and opening the way for the integration of renewable energies. As a first step, we performed the extraction, characterization and monitoring of essential oils kinetics extraction of two Mediterranean plants, *Arbutus unedo* L. and *Erica arborea* L. in a second step, we evaluated the renewable energies potential integration in the essential oils extraction process by hydrodistillation. A biomass burner equipped with a steam was dimensioned and manufactured. The results in terms of essential oil yield depending on the duration of extraction were compared with those obtained by the conventional method using an electric heater. Modeling mechanisms of mass transfer from the solid phase to the liquid phase as well as energy modeling of hydrodistillation are proposed. In a last step, we have shown the possibility of substitution of water commonly used as a coolant in a condenser by air supplied by fans powered by photovoltaic solar energy. Industrial Projection of results obtained in this study is achieved through the design of a mobile unit extraction autonomous with energy and water

**Keywords:** renewable energy extraction processes, energy efficiency, essential oils, air condenser, mobile unit