DEMOCRATIC AND POPULAR REPUBLIC OF ALGERIA
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

Department of Chemical Engineering

End-of-Studies Project Dissertation

For the conferral of the State Engineering Diploma in Chemical Engineering

---

Modeling and Simulation of Hydrogen Production Processes Using Aspen Plus

---

Ibrahim Elkhalil FERROUDJ

Supervised by **Pr. SELATNIA Ammar** ENP

Publicly presented and defended on (23/06/2025)

Examination Committee Members:

Chair:	Pr.Abdelmalek CHERGUI	ENP
Supervisor:	Pr.Ammar SELATNIA	ENP
Examiner:	Pr. Yacine KERCHICH	ENP

ENP 2025

Department of Chemical Engineering / École Nationale Polytechnique (ENP), 10 Frères Oudek Street, El Harrach 16200, Algiers, Algeria.

DEMOCRATIC AND POPULAR REPUBLIC OF ALGERIA
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

Department of Chemical Engineering

End-of-Studies Project Dissertation

For the conferral of the State Engineering Diploma in Chemical Engineering

---

Modeling and Simulation of Hydrogen Production Processes Using Aspen Plus

---

Ibrahim Elkhalil FERROUDJ

Supervised by **Pr.SELATNIA Ammar** ENP

Publicly presented and defended on (23/06/2025)

Examination Committee Members :

Chair:	Pr.Abdelmalek CHERGUI	ENP
Supervisor:	Pr. Ammar SELATNIA	ENP
Examiner:	Pr. Yacine KERCHICH	ENP

ENP 2025

Department of Chemical Engineering / École Nationale Polytechnique (ENP), 10 Frères Oudek Street, El Harrach 16200, Algiers, Algeria.

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

Département de Génie chimique

Mémoire de projet de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Génie chimique

---

Modélisation et simulation des procédés de production d'hydrogen en utilisant aspen plus

---

FERROUDJ Ibrahim ELkhalil

Sous la direction de **Pr. SELATNIA Ammar** ENP

Présenté et soutenu publiquement le (23/06/2025)

Composition du jury:

Président:	Pr. CHERGUI Abdelmalek	ENP
Promoteur:	Pr. SELATNIA AMMAR	ENP
Examinateur:	Pr. KERCHICH Yacine	ENP

ENP 2025

Département / ENP, 10 Rue des Frères OUDEK, El Harrach 16200 Alger Algérie.

ملخص :

تتناول هذه الأطروحة الحاجة الماسة لحلول الطاقة المستدامة، باستكشاف طرق إنتاج الهيدروجين والغاز التخليقي. لمواجهة تقطع الطاقة المتجددة وتأثير الوقود الأحفوري البيئي، تركز الدراسة على نمذجة وتحليل مقارن للتقنيات الرئيسية: خلايا التحليل الكهربائي بأكسيد الصلب والقلوية ، غشاء تبادل البروتون ، وإصلاح الميثان بالبخار ، و تغويز الكتلة الحيوية. باستخدام ، طُورت ونُفذت نماذج ديناميكية حرارية وحركية مفصلة. تقيّم الأبحاث كفاءة الطاقة، واستخدام الكربون، والجدوى الاقتصادية، والأثر البيئي لهذه العمليات. تبرز النتائج الأولية إمكانات الأنظمة المتكاملة لزيادة الكفاءة وتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، مما يساهم في تطوير استراتيجيات قوية ومستدامة لتحويل وتخزين الطاقة.

الكلمات المفتاحية : إنتاج الهيدروجين، الغاز التخليقي، التحليل الكهربائي، إصلاح الميثان بالبخار، تغويز الكتلة الحيوية، أسبن بلس، كفاءة الطاقة، استخدام الكربون، الجدوى الاقتصادية.

Résumé

Cette thèse aborde l'impératif des solutions énergétiques durables en examinant diverses méthodes de production d'hydrogène et de syngaz. Face à l'intermittence des énergies renouvelables et aux impacts environnementaux des combustibles fossiles, l'étude modélise et compare les technologies clés : électrolyse à oxyde solide (SOEC), électrolyse alcaline (AEC), électrolyse à membrane échangeuse de protons (PEM), reformage à la vapeur de méthane (MSR) et gazéification de la biomasse. Grâce à Aspen Plus, des modèles thermodynamiques et cinétiques détaillés ont été développés et validés. La recherche évalue l'efficacité énergétique, l'utilisation du carbone, la faisabilité économique et l'impact environnemental. Les résultats mettent en évidence le potentiel des systèmes intégrés pour optimiser l'efficacité et réduire les émissions de CO_2, favorisant des stratégies robustes de conversion et de stockage d'énergie.

Mots-clés : Production d'hydrogène, Syngaz, Électrolyse, SOEC, AEC, PEM, Reformage à la vapeur de méthane, Gazéification de la biomasse, Aspen Plus, Efficacité énergétique, Utilisation du carbone, Faisabilité économique.

Abstract

This thesis addresses the critical need for sustainable energy by exploring diverse hydrogen and syngas production methods. Confronting renewable energy intermittency and fossil fuel environmental impacts, the study models and comparatively analyzes Solid Oxide (SOEC), Alkaline (AEC), and Proton Exchange Membrane (PEM) Electrolysis, Methane Steam Reforming (MSR), and Biomass Gasification. Using Aspen Plus, detailed thermodynamic and kinetic models were developed and validated. The research assesses energy efficiency, carbon utilization, economic feasibility, and environmental impact. Findings underscore the potential of integrated systems to boost efficiency and cut CO_2 emissions, advancing robust and sustainable energy conversion and storage strategies.

Keywords: Hydrogen production, Syngas, Electrolysis, SOEC, AEC, PEM, Methane Steam Reforming, Biomass Gasification, Aspen Plus, Energy efficiency, Carbon utilization, Economic feasibility.

Acknowledgments

All praise and gratitude are due to Allah (SWT), the Most Gracious, the Most Merciful, for His boundless blessings, guidance, and strength throughout this academic journey. Without His divine grace, this work would not have been possible.

I extend my deepest gratitude to my late father, whose unwavering support, wisdom, and encouragement laid the foundation for my aspirations. His memory continues to be a source of inspiration and strength.

To my beloved family, especially my mother, siblings, and extended family, your endless love, patience, and sacrifices have been the bedrock of my perseverance. Your belief in me has been my greatest motivation.

I am profoundly thankful to my dear friends, who have shared in my triumphs and challenges, offering invaluable companionship, understanding, and moments of respite. Your support has made this journey immeasurably richer.

Finally, I acknowledge myself for the dedication, hard work, and resilience demonstrated in pursuing this academic endeavor. This achievement is a testament to the commitment to continuous learning and growth.

Ibrahim Elkhalil FERROUDJ.

Contents

Confidentiel