

جامعة قاصدي مرباح – ورقلة –  
كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسيير  
قسم العلوم الاقتصادية



مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة ماستر أكاديمي  
الميدان: علوم اقتصادية، علوم التسيير وعلوم تجارية  
الشعبة : علوم اقتصادية  
التخصص: اقتصاد و تسيير بترولي

من إعداد الطالب : بن قطایة الحسین

عنوان:

## الهيدروجين الشمسي كمستقبل للطاقة في الجزائر

دراسة حالة المشروع المغاربي الاوربي ديزرت (DESERTEC) بغرداية-

نوقشت وأجيزت علينا بتاريخ: 25/06/2013

أمام اللجنة المكونة من السادة:

جامعة ورقلة .....	أستاذ محاضر	الدكتور / علاوي لحسن ..... رئيسا
جامعة ورقلة.....	أستاذ محاضر	الأستاذ / علي بن ساحة ..... مشرفا
جامعة ورقلة.....	أستاذ محاضر	الدكتور / دويس محمد الطيب ..... مناقشا

السنة الجامعية 2012 – 2013

الحمد لله

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

إلى طريق ..... الهدى

إلى ينبع الصبر والتأول والأمل ... لامي الغالية

إلى من حصد الأشواك عن دربي ليهدى لي طريق العلم .. إلى القلب الكبير والدي العزيز اطل الله في عمره

إلى من علموني علم الحياة .. إلى من أظهرني ما هو أجمل من الحياة إخوتي

فاطمة الزهرة و اسماء و سميرة و زينب و امل و ابناه اختي منير و عبد القادر

والى جدي و جدتي سرحهما الله

إلى من سأفتدهم ... و أمنى أن لا يفتدعونني

إلى من جعلهم الله أخوتي بالله .. ومن أحبيتهم بالله طلاب تخصص تسهيل و الاقتصاد البترولي

إلى كل من تحمل اسم عائلة بن قطایة

إلى كل من تحمل اسم عائلة ميموني

الظلمة لا تضيء إلا قنديل الذكريات الأخوة البعيدة إلى الذين أحببهم و أحبوني أصدقائي

بن قطایة الحسين

# تشكرات

بسم الله الرحمن الرحيم

الشك أو لا لله على جزيل فضله ونعمائه.

إنه في ذلك قادر عليه وتطيقاً للحديث "من لم يشك الناس لم يشك الله" وعليه:

وعليه اتقى من يخزيل الشك إلى الولدين الكمين

ونقدم بالشك الجرايد لمؤطر يا أنس بن ساحة علي على الإشاف على العمل

بصدر سرحب وسائل الله عز وجل أن يديم فضله كما لأنس طاقم تدريس

تخصص تسخير واقتصاد بترقلي

وأدام الله عطاؤكم

# مختصر عن الهيدروجين

إن الهيدروجين كطاقة نظيفة سوف يسمح بالتأكيد بتحفيض كبير للمشاكل المرتبطة بالتلوث ومن ثم حماية البيئة.

وبذلك فان اقتصاد يعتمد على الهيدروجين و يستند إلى طاقة الهيدروجين ذو مصدر متجدد وغير ملوث هو هدف بيئي ذو جاذبية هائلة، فطاقة الهيدروجين يمكن إنتاجها من مصادر تقليدية أو من مصادر متتجدد كالطاقة الشمسية.

إن دول العالم و من بينها الجزائر وجدت نفسها اليوم أمام احتياج حقيقي لتطوير قطاع الهيدروجين، ليس فقط من جانب الوسائل المالية وإنما أيضا من جانب الكفاءة، المعرفة العميقية لكيفية التصرف و تحويل التكنولوجيا.

وأمام سعي الدول المغربية عامة و الجزائر خاصة لتطوير قطاع الهيدروجين الشمسي تم الإعلان عن مشروع للشراكة مع دول جنوب أوروبا سمي المشروع المغربي-الأوروبي للهيدروجين الشمسي.

**الكلمات الدالة:** الهيدروجين، الهيدروجين الشمسي، حماية البيئة، الجزائر، المشروع المغربي- الأوروبي.

## Résumé :

L'hydrogène comme énergie propre permettra certainement une réduction substantielle des problèmes associés à la pollution et de protéger l'environnement. Alors, l'économie basée sur d'hydrogène et surtout l'hydrogène produit d'une source d'énergie renouvelable et non-polluante est un objectif environnemental d'une grande attraction. L'énergie de l'hydrogène peut être produite à partir de sources traditionnelles ou à partir de sources renouvelables comme l'énergie solaire.

Les pays du monde, y compris l'Algérie, s'est retrouvée face à une réelle nécessité de développer le secteur d'hydrogène, non seulement par des moyens financiers mais aussi par l'efficacité, la connaissance approfondie de la façon de disposer et de transfert de Technologie.

les pays du nord Afrique en générale et l'Algérie spécialement ont fait des efforts pour développer le secteur d'hydrogène solaire et pour cela ils ont annoncé le projet Maghreb-Europe.

**Mots clés:** l'hydrogène, l'hydrogène solaire, protection de l'environnement, l'Algérie, Projet Maghreb-Europe .

## قائمة الجداول

الصفحة	عنوان الجداول	رقم الجدول
13	التكنولوجيا الرئيسية لإنتاج الهيدروجين	1.1
17	طرق تخزين الهيدروجين	2.1
31	الطلب على الكهرباء في ولاية غردية	1.2
32	تقديرات الانتاجية للمشروع ديزرتك	2.2
32	إنتاج الطاقة الشمسية عن طريق الألواح الشمسية للمشروع	3.2
34	تقدير انتاجية ولاية غردية من الطاقة الشمسية	4.2
34	ايرادات المشروع	5.2

## قائمة الأشكال

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
10	القضايا الهامة التي ينبغي معالجتها خلال مرحلة الانتقال إلى اقتصاد الهيدروجين	1.1
12	مصادر انتاج الهيدروجين من الطاقة المتتجدة	2.1
14	تكلفة انتاج الهيدروجين من خلال التقنيات الكبرى المتوفرة	3.1
14	تقديرات التكاليف لإنتاج الهيدروجين في عام 2030	4.1
16	اسطوانة تخزين الهيدروجين	5.1
19	البرنامج الأوروبي للهيدروجين كبدائل المستقبلية لطاقة الاحفورية	6.1
20	يمثل خطوط نقل الكهرباء من الطاقة الشمسية إلى الدول الأوروبية	7.1
22	القدرة الشمسية للجزائر و شمال افريقيا	8.1
30	التعاون الأوروبي الجزائري	1.2
32	اعمدة نسب الطلب على الكهرباء في ولاية غردية	2.2
33	إنتاج المشروع من طاقة الشمسية	3.2

عَلَيْكُمْ سَلَامٌ وَرَحْمَةُ اللهِ وَبَرَّهُ

## وطئة

إن استعمال الهيدروجين كطاقة نظيفة سوف يسمح بالتأكيد بتحفيض كبير للمشاكل المرتبطة بالتلوث ومن ثم حماية البيئة، وبذلك فان اقتصاد يعتمد على الهيدروجين كطاقة بديلة. كما ان الهيدروجين يعتبر مادة قابلة للتحديد و غير ملوث هو هدف يئي ذو جاذبية هائلة .

وان الجزائر حاليا من الدول الأساسية في العالم المنتجة للهيدروجين من خلال المحروقات (النفط، الغاز الطبيعي)، كما يمكن استخراجه من طبقة مياه جوفية (غير المستغله كلها) في الجنوب ومياه البحر في الشمال . ضف الى ذلك الحقل الشمسي الضخم، حيث أن المدة المشمسة كبيرة وهي من بين أكبر الفترات المشمسة في العالم.

ان توفر مساحات كبيرة في صحراء الجزائر يسمح بإقامة منشآت ضرورية لجمع و تحويل الطاقة الشمسية الى كهرباء تساهem في انتاج الهيدروجين ، كما يمكن استخدام الانابيب الناقلة للغاز لضخ الهيدروجين الشمسي من مناطق الجنوب إلى الشمال، كل هذه العوامل تتيح فرصة للجزائر لتطوير طاقة متعددة سيكون الطلب العالمي المستقبلي عليها كبير جدا، وهو يفتح للجزائر آفاقا واعدة في مجال التحول إلى الهيدروجين الشمسي.

وأمام سعي الدول المغاربية بصفة عامة و الجزائر بصفة خاصة لتطوير قطاع الهيدروجين الشمسي، فقد تم الإعلان عن مشروع للشراكة مع دول جنوب أوروبا سمي المشروع المغاربي- الأوروبي "DeserTec" (ديزيرتك) للهيدروجين الشمسي. حيث كلف مركز تطوير الطاقات المتعددة بالجزائر بتنسيق الجهود على مستوى الدول المغاربية والدول الواقعة شمال ضفة البحر الأبيض المتوسط للشراكة الأوروبية لتقنيات الهيدروجين.

### 1- إشكالية البحث:

وعلى ضوء ما سبق عمدنا الى السعي لدراسة طبيعة اقتصاديات الهيدروجين و ما يتعلق به كطاقة مستقبلية، و اثره على تحقيق تنمية مستدامة سلية. وهنا تكمن من خلال هذه المذكرة يمكن طرح الإشكالية التالية:

وما هو مستقبل هذه الطاقة في الجزائر في ظل التحديات البيئية الراهنة؟

و للإجابة على هذه الإشكالية نحاول الإجابة على هذه الأسئلة الفرعية :

### 2- أسئلة فرعية:

وانطلاقا من هذه الإشكالية يمكن تجزئتها إلى الأسئلة الفرعية التالية :

✓ ما المقصود بالهيدروجين كطاقة مستقبلية متعددة؟

✓ ما هي مصادر الهيدروجين ؟



# المقدمة

- ✓ هل يمكن نجاح الهيدروجين كطاقة مستقبلية ؟
- ✓ هل الهيدروجين يلبي حاجات كطاقة موجه الاستغلال الصناعي و المدنى ؟

## 3- فرضيات البحث:

وللإجابة على هذه التساؤلات نعتمد على الفرضيات التالية :

- يمكن للهيدروجين باعتباره طاقة متعددة تلبية جميع احتياجات مستهلكي الطاقة.
- لا يمكن نجاح مشروع الهيدروجين كطاقة بديلة لأن تكلفة المشروع كبيرة.
- الهيدروجين يعتبر طاقة قابلة لاستخدام اذا تم ضغطه في صفائح .
- للهيدروجين عدة مصادر و يعتبر طاقة نظيفة صديقة للبيئة.

## 4- مبررات اختيار الموضوع:

- تتجلى مبررات اختيار الموضوع من خلال ما يلي :
- ✓ وجود قصور في فهم هذا النوع من مصادر الطاقة، بحيث يرتبط مفهومه بأنه طاقة لا يمكنه تلبية حاجات مستخدميه مثلما تلبية الطاقة الاحفورية.
  - ✓ أهمية الهيدروجين الشمسي في تفعيل النشاط الاقتصادي للخدمات النشاط الصناعي و المدنى .
  - ✓ تقييم مدى فعالية غاز الهيدروجين الشمسي كطاقة متعددة.

## 5- اهمية الدراسة:

تكمن اهمية الدراسة في كيفية انتاج ونقل الهيدروجين في تحقيق اكبر اشباع لاحتاجات المستخدمين، كما تهدف هذه الدراسة إلى :

- ✓ محاولة وضع إجابة للإشكالية المطروحة.
- ✓ الوصول إلى فهم ان الهيدروجين الحل الأمثل كطاقة مستقبلية غير ملوثة.

## 6- أهداف البحث:

- هناك مجموعة من الاهداف التي نحاول الوصول اليها يمكن تلخيصها في ما يلي :
- ✓ الوقوف على مدى الأهمية التي يحظى بها مفهوم الطاقة غير ملوثة.
  - ✓ الوقوف على مستوى استعداد البنية التحتية لاستقبال هذه الطاقة الجديدة للتكيف مع متطلبات مستعملى هذه الطاقة.



# المقدمة

## 7- حدود الدراسة:

بالنسبة لحدود الدراسة فهي كما يلي:

- **الحدود المكانية :** تجلت الحدود المكانية لهذه الدراسة في الجزائر ، وخاصة بمكان اقامة المشروع بولاية غرداية والمسمي مشروع "ديزيرتك" مشروع صفائح الشمسية بمنطقة واد نشو .
- **الحدود الزمنية :** المترصد كان في المشروع قيد الانجاز فكان في شهر فيفري إلى غاية شهر جوان.

## 8- منهج و الأدوات المستخدمة في البحث:

من اجل معالجة مختلف جوانب الموضوع قام الباحث باستخدام المنهج الوصفي التحليلي ، كونه الأنسب لمختلف الدراسات الاجتماعية والإنسانية ، وبالنسبة للأدوات المستعملة في البحث فتتمثل فيما يلي :

- **المسح المكتبي :** و ذلك بالاعتماد على مجتمع مراجع بالعربية و الفرنسية و تثلاث في الكتب و المجلات المتخصصة ، و رسائل الماجستير و الماستر و الدكتورة و الانترنت .
- **المقابلات الشخصية :** مع ممثلي المشروع بحكم عملهم في مؤسسة سونلغاز المساهمة في هذا النشاط .

## 9- صعوبات البحث:

واجه الباحث في انماز بحثه العديد من الصعوبات أهمها :

- ✓ ندرة ان لم نقل عدم توفر المراجع التي تناولت الموضوع.
- ✓ الصعوبات في جلب المعطيات الاحصائية.
- ✓ موقع المشروع المتواجد في منطقة معزولة و شبه مقطوعة.
- ✓ حداة المشروع في الجزائر.

## 10- خطة العمل:

و لمعالجة الموضوع قمنا بتقسيم الدراسة الى فصلين على النحو التالي:

تناولنا في **الفصل الاول** الادبيات النظرية والدراسات السابقة، حيث ضم مبحث تطرق في البحث الى مجموعة من المفاهيم الاساسية حول الهيدروجين كاقتصاد و منبع لطاقة و هذا المبحث بدوره يتكون من مطلبين، يتناول الاول اقتصاديات الهيدروجين و يتفرع الى ثلاث فروع الفرع الاول يتكلم عن الهيدروجين كاقتصاد ناجح و الفرع الثاني يتكلم عن طرق انتاج الهيدروجين اما الفرع الثالث يتكلم عن طرق نقل و تخزين الهيدروجين، اما المطلب الثاني فيتناول اهم الانجازات العالمية في مجال الهيدروجين الشمسي و هذا المطلب يتفرع الى ثلاث فروع الفرع الاول يتكلم عن دراسة بعض التجارب العالمية في مجال الهيدروجين اما الثانيتناول نقل الطاقة الشمسية عبر القارات، اما الفرع الثالث يتكلم عن المكنون الشمسي في صحراء شمال افريقيا.



## المقدمة

---

اما المبحث الثاني فتناول الباحث فيه اهم الدراسات السابقة في المطلب الاول اما في المطلب الثاني فتناول موقع دراستنا هذه من الدراسات السابقة.

اما **الفصل الثاني** تناولنا فيه الدراسة الميدانية فيتناول دراسة مدى نجاعة هذا المشروع في الجزائر و قد قسم الى مباحثين المبحث الاول بعنوان تعاون المغاربي الاوربي الذي قسم الى مطالبين، فكان في المطلب الاول يتكلم عن التعاون المغاربي الاوربي في مجال الهيدروجين الشمسي، اما المطلب الثاني تكلم عن الاهداف المشروع المغاربي الاوربي، و المبحث الثاني تناول بناء نموذج تقديرى للمشروع المغاربي الاوربي الذي قسم بدوره الى مطلبين ، المطلب الاول تكلم عن عرض النتائج اما المطلب الثاني مناقشة و تحليل النتائج.



الْمُؤْمِنُ بِهِ هُوَ الْمُكْتَبَ

الْمُسَابِقُ

## مقدمة الفصل

في هذا الفصل ستنظر إلى ذكر أهم ما يتعلق بالهيدروجين كطاقة مستقبلية وأن له دوراً حيوياً سيحتله في عالمنا المعاصر، فقد اتضحت أهميته كوسيلة لتحقيق التنمية ولارتباطها الوثيق بمحالات التنمية المستدامة في المستقبل، هذا الارتباط ولد ضغوطاً كبيرة على البيئة، نتيجة اعتماد مختلف الدول على مصادر الطاقة الأحفورية.

هذه الوضعية تبين حالة من الإدمان الكبير للاقتصاد العالمي على تلك المصادر الطاقوية الناضبة، والتي يتم إنتاجها واستهلاكها بأساليب تؤدي إلى الإضرار بمختلف النواحي الاجتماعية، الاقتصادية والبيئية للمجتمعات البشرية، الأمر الذي حفز على ضرورة البحث عن موارد طاقة متعددة صديقة للبيئة للحد من التلوث البيئي من جهة، ولتحقيق الضغط على استخدام الطاقة التقليدية من جهة أخرى.

وستنطر في هذا الفصل إلى طاقة الهيدروجين وما يتعلق بها، و ذلك بتوضيح مفهومها ومصادرها وكذلك إلى مختلف الدراسات السابقة التي تناولت الموضوع أو لها علاقة به في هذا الفصل الذي سمي بالأدبيات النظرية و الدراسات السابقة.

حيث قسم إلى مباحثين كما يلي :

المبحث الأول: الأدبيات النظرية

المبحث الثاني: الدراسات السابقة

## المبحث الأول: الأدبيات النظرية

إن اقتصاديات العالم أصبحت تبحث عن حل لمعضلة تلويت البيئة التي كانت الطاقة الاحفورية سبباً في تلويיתה لذا أصبح من الضروري البحث عن مصادر طاقة صديقة للبيئة، ولكن ما هي الطاقة التي ستحل محل الطاقة الاحفورية القديمة.

### المطلب الأول: المفاهيم الأساسية للهيدروجين كاقتصاد ومنبع للطاقة

رأى الباحثون أن الحل يكمن في طاقة الهيدروجين ونظرًا لتواجده في الطبيعة بشكل كبير والخصائص الطاقوية التي يحملها كونه سيصبح طاقة المستقبل، وستنطوي إلى ذكر مفاهيم عامة حول الهيدروجين كطاقة.

### الفرع الأول: أهمية الهيدروجين كطاقة متعددة

كان العالم البريطاني هنري كفنديش أول من اكتشف الهيدروجين في مداخلة في الجمعية الملكية في لندن عام 1776، ثم كتب عنه جول فيرن سنة 1874 حيث تنبأ بقدوم عهد للهيدروجين: "اعتقد أن الماء سيصبح يوماً وقوداً و الهيدروجين والأكسجين المكون له، ستعمل منفردة أو متحدة و ستكون مصدر للحرارة والضوء لا ينضب و بكثافة لا يملكها الفحم والماء الذي ننتج منه الهيدروجين سيصبح فحم المستقبل"<sup>1</sup> ، إن الهيدروجين هو العنصر الأكثر انتشاراً في الكون إذ يمثل 75% من كتلة الكون و 90% من الجزيئات التي تكونه<sup>2</sup> حيث من نادر وجود الهيدروجين على شكل عنصر نقي في الطبيعة بل يوجد على شكل مركبات متحدة فيها مع معادن و عناصر أخرى قد يزيد عددها عن 92 عنصر، وقد يكون من أبرز تلك المركبات اتحاد الهيدروجين مع الأكسجين مشكلاً الماء الذي يغطي نحو ثلاثة أرباع مساحة الكوكبة الأرضية، كما يختزن في جوفها متحداً مع الكربون مكوناً النفط و الغاز الطبيعي، وقد يكون متتصاً على شكل هيدridesات بواسطة بعض المعادن كالليثيوم و التيتانيوم...الخ. وهكذا فإن هذا العنصر يمكن أن يلعب دوراً هاماً كمصدر للطاقة البديلة.

إن الفائدة من اقتصاد الهيدروجين تعتمد على القضايا المتعلقة بمصادر الطاقة مثل، استخدام الوقود الاحفوري والتغير المناخي وتوليد الطاقة المتعددة<sup>3</sup>. كما إن جميع البلدان الصناعية في العالم تسعى اليوم لتمويل مشاريع تطوير قطاع الهيدروجين، حيث يظهر هذا الأخير يوماً بعد يوم كمصدر مستقبلي للطاقة قادر على الحلول محل الطاقات الاحفورية على المدى المتوسط والطويل، هذه الوضعية الجديدة تفتح عن تفاعل مجموعة من العوامل منها<sup>4</sup>:

- ✓ الاستناد المتزايد لمصادر الطاقة الاحفورية.
- ✓ تزايد الطلب العالمي على الطاقة خصوصاً في الدول السائرة في طريق النمو.
- ✓ إمكانية تحويل جميع مصادر الطاقة الأولية (احفورية، نووية، متعددة) إلى هيدروجين ما يعطي هذا الأخير خاصية كحامٍ شاملٍ للطاقة.

<sup>1</sup> جيرمي ريفكن، ترجمة ماجد كنج، اقتصاد الهيدروجين بعد نهاية النفط (الثورة الاقتصادية الجديدة)، دار الفارابي، - بيروت، لبنان، 2009 ط 1، ص 296-295.

<sup>2</sup> نفس المرجع ، ص 297

<sup>3</sup> ويكيبيديا، اقتصاد الهيدروجين، تم زيارة الموقع في 2013/05/01 [http://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%82%D8%AA%D8%B5%D8%A7%D8%AFD8%A7%D9%84%D9%87%D9%8A%D8%AF%D8%B1%D9%88%D8%AC%D9%\\_%A%D9%868](http://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%82%D8%AA%D8%B5%D8%A7%D8%AFD8%A7%D9%84%D9%87%D9%8A%D8%AF%D8%B1%D9%88%D8%AC%D9%_%A%D9%868)

<sup>4</sup> Chems Eddine CHITOUR, Lamia BENSARI , Sarah KHIRANI, **l'hydrogène comme vecteur énergétique, les perspectives énergétiques à l'horizon 2020 dans un contexte de globalisation planétaire**, 5eme Journée de l'énergie, école national polytechnique, 16 Avril 2001, p53-54

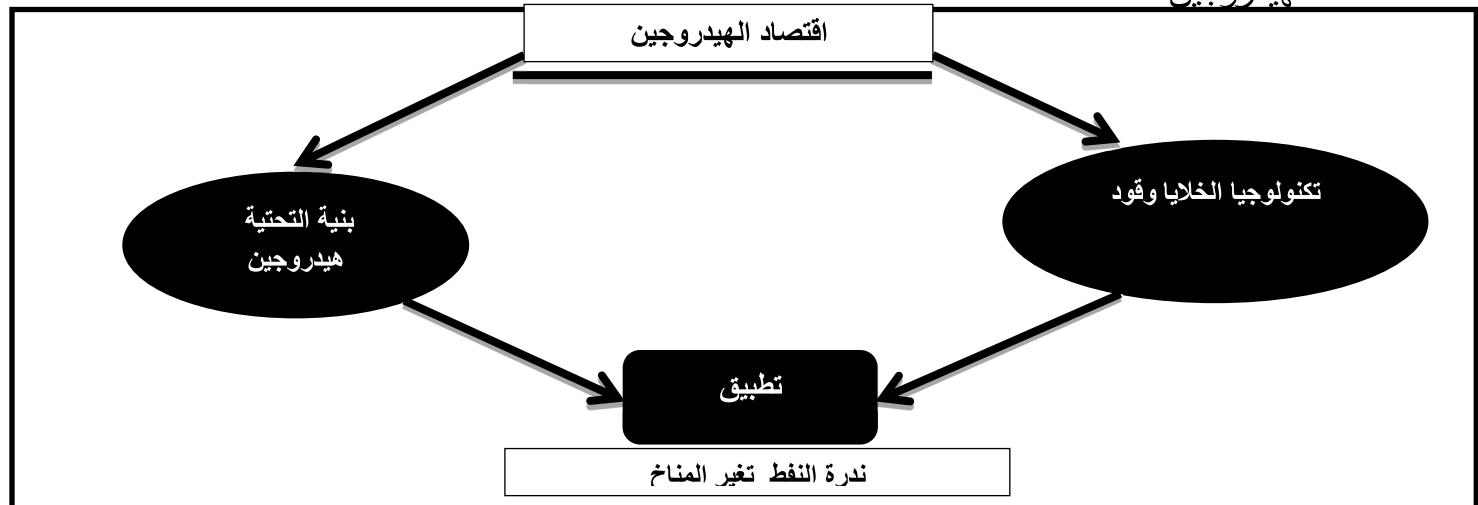
- ✓ غياب التلوث المرتبط بالتقنيات الجديدة لاستعمال الهيدروجين و الضرورة الملحقة لحماية البيئة وخاصة تحفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.
- ✓ ضرورة البحث عن تكنولوجيات مستدامة وتطوير مصادر الطاقة المتجدددة.
- ✓ خلق مناصب عمل و الفرص الجديدة المرتبطة بالتطور في القطاع الصناعي للهيدروجين.
- ✓ الآثار الاقتصادية و المالية الناجمة عن هذا القطاع الجديد الذي هو في مرحلة تطور.
- ✓ الفوائد المتعددة من التطور الملحوظ المسجل في السنوات الأخيرة في تكنولوجيات استعمال الهيدروجين خصوصا في مجال خلايا الوقود.

يعود تعريف مصطلح اقتصاد الهيدروجين لشركة جنرال موتورز أكبر مصنع سيارات في العالم، فالفعل بدأ المهندسون في جنرال موتورز سنة 1970 بالكشف عن إمكان استعمال هذا الغاز كوقود. وفي شهر ماي 2000 أي ثلاثة سنة بعد ذلك و بعد جهود كثيرة فتحت الطريق تبيّنت إمكانية لاستعمال طاقة الهيدروجين<sup>1</sup> وتعتبر أيسلندا أول بلد في العالم يعتمد اقتصاد الهيدروجين كليا حيث أعلنت في شهر فيفري عام 1999 أنها بدأت مخاططا على المدى البعيد طموحا و شجاعا لاعتماد اقتصاد الهيدروجين، و يسند المشروع في هذا البرنامج إلى شركة تربط ثلات شركات متعددة الجنسيات و ست مؤسسات أيسلندية، حيث يتحكم المساهمون الأيسلنديون ب 51% من هذا المشروع المشترك. كما أن هناك مشروع آخر مشابه هو قيد الانجاز في هاواي، هذه الولاية التي تستورد الأساسية من نفطها من آسيا وأسaka بالطرق البحرية تطمح في الوصول إلى الاعتماد الذاتي الطاقوي باستغلال مواردها من الحرارة الباطنية الوافرة وكذلك الطاقة الشمسية من أجل إنتاج الهيدروجين.

وهناك حواجز تعيق استخدام الهيدروجين كطاقة منافسة للطاقة التقليدية، بحيث يجب وضع مجموعة من القوانين و المعايير ضبط استخدام الهيدروجين معترف به دوليا، ولاستخدام الهيدروجين يجب تطوير البنية التحتية لطاقة الهيدروجين و خلايا الوقود وهي من بين القضايا الحرجية لنجاح سلسلة اقتصاد الهيدروجين أنظر (الشكل (1.1)).

### الشكل (1.1) القضايا الهامة التي ينبغي معالجتها خلال مرحلة الانتقال إلى اقتصاد

الهيدروجين.



مصدر من إعداد الطالب كتاب بيت هوفمن، مصادر الطاقة المستقبلية، دار الفارابي، لبنان، 2009 ص 256.

<sup>1</sup> جيرمي ريفكن، مرجع سابق ص 308

من خلال الشكل رقم (1.1) فإنه للانتقال إلى اقتصاد الهيدروجين يجب توفير تكنولوجيا متطورة لخلايا الوقود وبنية تحتية لاستقبال طاقة الهيدروجين والتي ستساهم في التقليل من ندرة النفط والتغير في المناخ .

### الفرع الثاني: طرق إنتاج الهيدروجين

نظراً لعدم توافر الهيدروجين في الطبيعة بشكل حر فيستوجب توفير الطاقة اللازمة لتحريره من الجزيئات التي تدخل في تكوينه، حيث تحتل المصادر الاحفورية الصدارة من بين المصادر المستعملة في إنتاجه ويتيح 96% من الهيدروجين عن طريق الكيمياء الحرارية، و منها 48% من الغاز الطبيعي و 30% عن طريق روفرماج للمواد الكربوهيدراتية، و 18% عن طريق تحويل الفحم إلى غاز أي ما يسمى بتغويز الفحم. و 4% الباقية من إنتاج الهيدروجين يتم عن طريق التحليل الكهربائي للماء. ولقد وصل حجم الإنتاج العالمي من الهيدروجين سنة 2002 إلى 500 مليار متر مكعب تحت ظروف الضغط والحرارة العادية<sup>1</sup> ولقد كان الغاز الطبيعي أرخص مصدر للهيدروجين.

إن إنتاج الهيدروجين بالطرق الكلاسيكية أي من خلال الطاقة الاحفورية ليس له أهمية كبيرة لأنه يؤدي إلى انبعاث غازات الاحتباس الحراري، كما أنه من المفيد استعمال الطاقة الاحفورية مباشرة دون المرور بالهيدروجين<sup>2</sup>. ومن ثم فإن إنتاج الهيدروجين سوف يكتسي أهمية بالغة إذا تم إنتاجه بطرق نظيفة أي باستعمال الطاقات المتجددة (الطاقة الشمسية، طاقة الرياح وطاقة الحرارة الجوفية...) من أجل إنتاج الكهرباء الضرورية للتحليل الكهربائي، تأتي طرق إعداد الهيدروجين من الفيزياء والكيمياء أو من البيولوجيا ويمكن تلخيص طرق إنتاجه فيما يلي<sup>3</sup>:

✓ التحليل الكهربائي: وهي الطريقة الأكثر شيوعاً ويتم ذلك عن طريق تمرير تيار كهربائي في الماء مما يؤدي إلى تحليله إلى عنصره، وتصل نسبة الكفاءة هنا إلى 80% تنخفض إلى 30% بحسب كفاءة عملية توليد الكهرباء من مصدر آخر. ومن ثم فإن البعض يرى أن الاستخدام الناجح للمصادر الأولية للطاقة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح وغيرها والتي قد تكون في مناطق بعيدة عن مراكز العمران يمكن في استخلاص الهيدروجين الذي ينقل بشتى الطرق إلى تلك المراكز لاستهلاكه.

✓ التحليل الحراري: ويتم ذلك بتسخين بخار الماء إلى 2500°C وعندئذ يتخلل الماء إلى عنصره الهيدروجين والأكسجين، يتم الحصول على الأول والخلص من الثاني إذا لم تكن هناك حاجة إليه، لكن المشاكل التي تعترض هذه الطريقة تمثل في الحصول على الحرارة اللازمة لهذه العملية والتي لا تتوفر حتى في المفاعلات النووية فمياه وغازات التبريد لا ترتفع حرارتها إلى أكثر من 800°C، كذلك فإن الطاقة الشمسية وغيرها لا تتوفر هذا القدر من الطاقة، وتوفير الأجهزة والأدوات القادرة على تحمل درجات الحرارة هذه هي أيضاً مشكلة أخرى.

<sup>1</sup> رشيد بن شريفة، إدريس الزجل، عبد العزيز بنونة، الهيدروجين وخلايا الاحتراق، صيغة مستقبلية لإنتاج الطاقة الكهربائية بكفاءة عالية وتوافق بيئي، المؤتمر العربي العالمي لتطبيقات الطاقة الشمسية طرابلس، ليبيا، 20-22 نوفمبر 2004، ص 4.

<sup>2</sup> عمر الشريف ، استخدام الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة ، أطروحة دكتوراه في العلوم الاقتصادية، جامعة باتنة ، 2007 ، ص 148 .

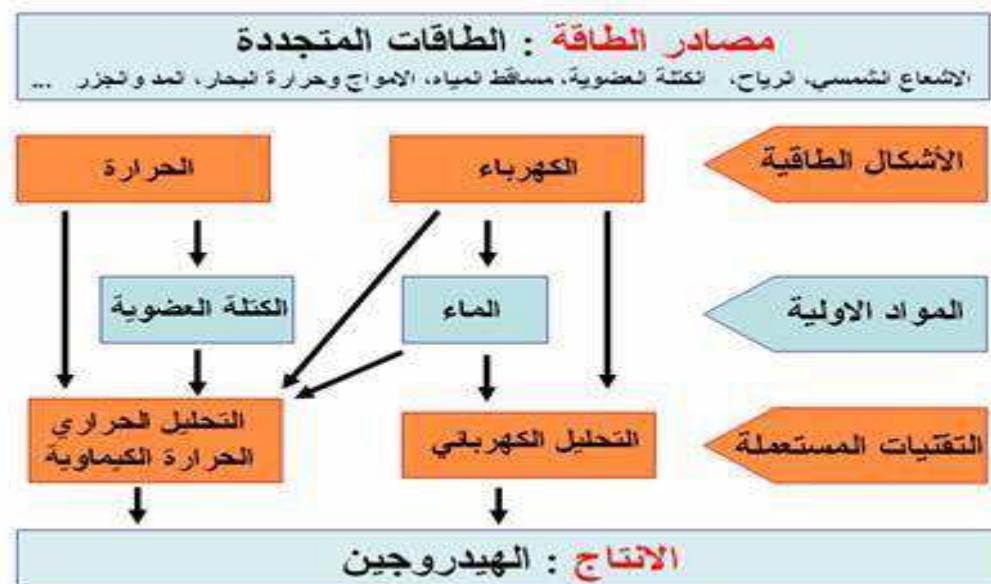
<sup>3</sup> جمعة رجب طنطيش، محمد أزهر سعيد السماعك، دراسة في جغرافية مصادر الطاقة، منشورات ELGA، 1999 ، مالطا ، ص 262 - 261.

✓ الطريقة الكيميائية الحرارية: وتعتمد على تفاعل الماء مع بعض المركبات الكيميائية في درجات حرارة عالية تصل إلى 800 ° م مما يؤدي إلى تحلل الماء بعد سلسلة من التفاعلات. وتعتبر هذه الطريقة مشكلة الحرارة العالية من ناحية وإجراء سلسلة من التفاعلات بعد الحصول على الهيدروجين لإعادة المواد والمركبات المستخدمة إلى طبيعتها الأولى.

✓ التركيب الضوئي والتركيب الضوئي للطحالب: تم عملية التركيب الضوئي بطريقة عكسية في الماء عما يحدث في الهواء الطلق حيث تطلق الطحالب الهيدروجين بدلاً من الأكسجين وهذا يعني أنه يمكن الحصول على الهيدروجين دون الحاجة إلى مصادر طاقة أخرى 2% في الطبيعة و 9% في المعامل كما أنها بحاجة إلى غير الطاقة الشمسية ولكن يعاب على هذه الطريقة انخفاض نسبة كفاءته 1% مساحات كبيرة جداً من المناطق المزودة بالطحالب لتوفير كميات اقتصادية من الهيدروجين.

ليتم إنتاج الهيدروجين عن طريق التحلل الحراري أو التحويل بالكيمياء الحرارية للكتلة العضوية أن تستجيب لطلب محدود وموقعي على الهيدروجين كمصدر للطاقة. أما إنتاج الهيدروجين عن طريق التحلل الكهربائي للماء فهو جد واعد ما دام هذا الإنتاج يهدف إلى خزن الطاقة من أصل متعدد وغير منتظم في الإمداد. يستعمل الفائض من الطاقة الكهربائية المنتجة بشكل وغير منتظم في الزمان في إنتاج الهيدروجين وتخزينه لحين الحاجة إليه أو نقله إلى مكان الطلب والشكل التالي يبين لنا أهم مصادر التي ينبع منها الهيدروجين شكل رقم (2.1).

شكل رقم (2.1) مصادر إنتاج الهيدروجين من الطاقة المتعددة

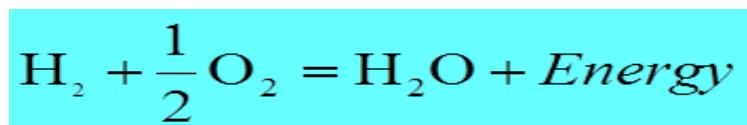


Y. Bouhadda - hydrogen storage in materials Hydrogen storage in materials -Ghardaïa مصدر -

4/2013

شكل رقم (2.1) يبين لنا أهم مصادر إنتاج الهيدروجين و المواد الاولية التي يتم إنتاج الهيدروجين منها و الطاقة التي تساهم في إنتاج الهيدروجين مثل الكهرباء و الحرارة ، و التقنيات المستعملة في إنتاجه مثل تقنية التحليل الكهربائي و هي احدث تقنية ثم تطويرها من اجل إنتاج الهيدروجين وتقنيات التحليل الحراري و هي طريقة كيميائية لإنتاج الهيدروجين .

### معادلات إنتاج الهيدروجين



$\text{H}_2$  = يمثل الهيدروجين

$\text{O}_2$  = يمثل الأكسجين

$\text{H}_2\text{O}$  = يمثل عنصر الماء

ويمكن إنتاج الهيدروجين من مجموعة متنوعة من مصادر الطاقة الأولية مع عملية إنتاج منفصلة (الجدول 1.1).<sup>1</sup>

### الجدول (1.1) التكنولوجيات الرئيسية لإنتاج الهيدروجين

التقنية المستخدمة في الإنتاج	المصدر	الطريقة
-إصلاح من الغاز الطبيعي (الميثان) -الأكسدة الجزئية للغاز الطبيعي (الأكسدة الجزئية)	الغاز الطبيعي	الحراري
تحويل الفحم إلى غاز	الفحم	
-تغذية الكتلة الحيوية -الاخلال الحراري للكتلة الحيوية	الكتلة الحيوية	
تحليل الكهربائي الجزائي	مزيج كهربائي	تحليل الكهربائي للماء
ارتفاع درجة الحرارة الكهربائي	قابل للتجدد (طاقة الشمسية وطاقة الرياح وغيرها).	
	نووي	
	الوقود الأحفوري	

مصدر من اعد الطالب كتاب بيتر هوفمن، مصادر الطاقة المستقبلية، دار الفارابي، لبنان، 2009 ص 416.

يبين لنا الجدول 1.1 أهم تكنولوجيات إنتاج الهيدروجين و المصادر التي ينتج منها الهيدروجين من مصادر ملوثة

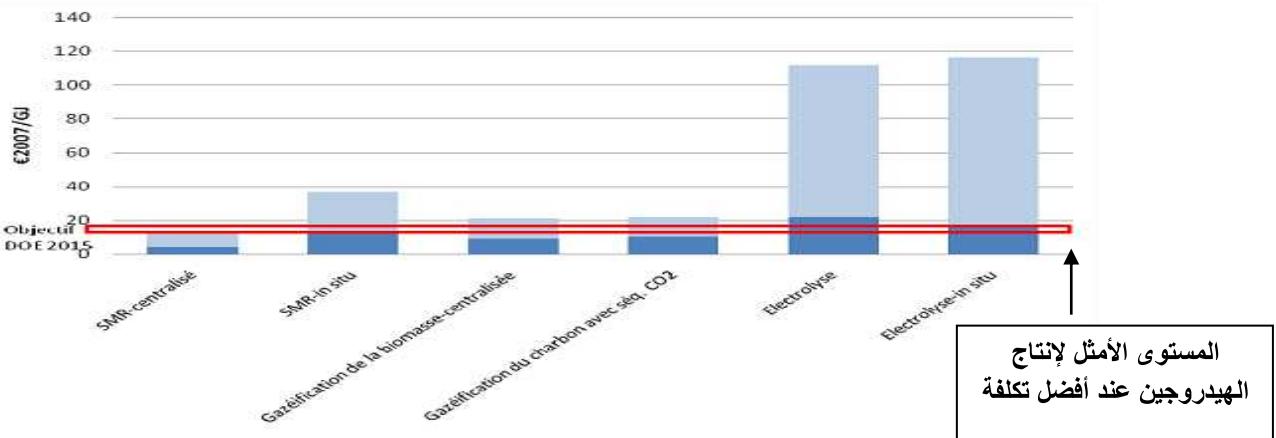
ومصادر غير ملوثة مثل التحليل الكهربائي للماء والكتلة الحيوية.

- ✓ مقارنة بين تكاليف الإنتاج، الكفاءة والانبعاثات وتكاليف تكنولوجيا إنتاج الهيدروجين من مصادر مختلفة (اللون الداكن يشير إلى الحد الأدنى من التكلفة).

<sup>1</sup> من الموقع تم زيارته في 29/05/2013 <http://www.cnr.ac.ma/teer/publications/h2fcarabe.htm>

يوضح الشكل التالي الحد الأمثل من جانب تكلفة إنتاج الهيدروجين شكل رقم (3.1).

**شكل (3.1) تكلفة إنتاج الهيدروجين من خلال التقنيات الكبرى المتاحة (محتوى الطاقة الحرارية نقاس قيمة PCI)**

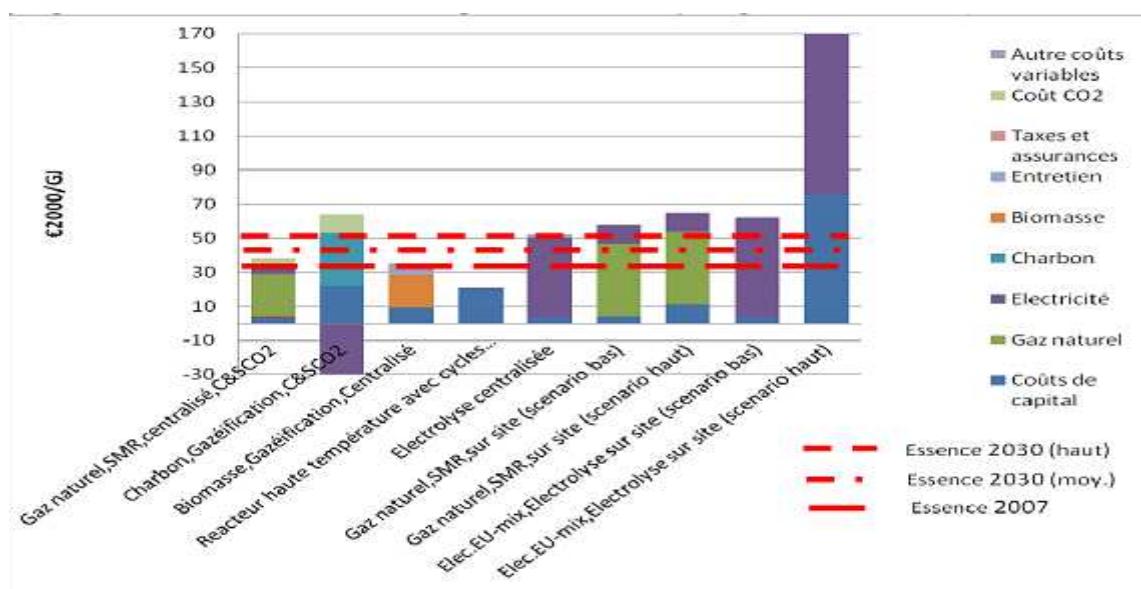


مصدر : من الموقع تم زيارته في 2013/05/29 <http://www.cnr.ac.ma/teer/publications/h2fcarabe.htm>

يبين لنا الرسم البياني رقم (3.1) المستوى الأمثل لتكلفة إنتاج الهيدروجين من مختلف المصادر المتاحة عند العتبة المثلثى من جانب تكلفة رأس المال المستخدمة في إنتاج الهيدروجين اقتصاديا.

ويبيين الرسم البياني التالي التكلفة التقديرية لإنتاج الهيدروجين لعام 2030. تأخذ بعين الاعتبار التخفيض المتوقع في تكاليف التكنولوجيا، وتحسين الكفاءة وزيادة تكاليف المدخلات (الوقود الأحفوري خاصة)(شكل (4.1)).

**شكل (4.1) تقديرات التكاليف لإنتاج الهيدروجين في عام 2030 (PCI)**



المصدر : من الموقع تم زيارته في 2013/05/29 <http://www.cnr.ac.ma/teer/publications/h2fcarabe.htm>

يبين لنا الشكل رقم (4.1) تقديرات التكاليف لإنتاج الهيدروجين لكل من فترة 2007 إلى آفاق 2030 لمختلف المصادر التي تسمح لإنتاج الهيدروجين عند مستوى التكلفة الاقتصادية التي تسمح باستعمال الهيدروجين اقتصاديا.

إن الطاقة الاحفورية (الغاز الطبيعي على سبيل المثال، الفحم) هي أرخص من إنتاج الهيدروجين، ومع ذلك من المتوقع أن إنتاج الهيدروجين يتطلب التحليل الكهربائي ذات الضغط العالي والتقدم التقني ليتم انتاجه من الكتلة الحيوية ومن المرجح أن تساهم في استخدام الهيدروجين.

### الفرع الثالث: تخزين الهيدروجين ونقله

هناك ثلات طرق سائدة لتخزين الهيدروجين<sup>1</sup>

- ✓ كغاز هيدروجين في خزانات ذات ضغط عال وهذه الطريقة لها الأفضلية.
- ✓ كسائل مبرد جداً.
- ✓ كمزيج من سائل بارد و هيدروجين صلب.
- ✓ إمكانية تخزين الهيدروجين من خلال امتصاصه في مادة سائلة أو صلبة.

ورغم أن الطريقتين الاولتين هما قيد الاستخدام وتحتاجان إلى ظروف محكمة، فضغط الخزان يكون عادة بين 34.5 إلى 69 ضغط جوي، لكي تتمكن من الاستعمال الفعال للهيدروجين كمصدر للطاقة في المستقبل، فلا بد من اعتماد نظام موثوق به قادر على حزن الهيدروجين دونما خطر تسربه وقدر على الاستجابة للمتطلبات الطاقوية سواء من ناحية الجودة أو التكاليف وتنكب حالياً بجموعات من فرق البحث على هذه المسألة التي رصد لها ميزانيات هامة ضمن برامج البحث والتطوير في هذا الميدان. فتخزين الهيدروجين على العموم لا يطرح أي مشكل تقني أكثر من الغاز الطبيعي. إلا أن ضعف الكثافة الطاقوية الحجمية لديه تعوق استعماله في حالة الغازية في وسائل النقل نظراً لكبر حجمه. واستعمال الهيدروجين السائل ينهي مشكلة الحجم، إلا أن التكلفة الطاقوية لتسهيل نفس الكمية من الهيدروجين هي أكبر أربعة أضعاف منها عند ضغط الهيدروجين إلى 700 بار.

فضغط الهيدروجين إلى 700 بار يستوجب 10 % من الكمية الطاقوية المتوفر عليها الغاز قبل ضغطه في حين يستوجب تسهيل الغاز 40 % من الطاقة الأصلية للغاز قبل تسليمه. يعتبر الخزن الكيماوي للهيدروجين في مواد هيدريدية عن طريق الامتصاص أو الخزن الفيزيائي عن طريق الامتزاج في كريات دقيقة أو في مواد كربونية ذات بنية مكونة من أوعية دقيقة من التقنيات الوعادة والمرشحة لأن تلعب دوراً هاماً في مجال تخزين الهيدروجين وخاصة في ما يخص استعماله في النقل<sup>2</sup> حيث لا يتعدى حالياً إنتاج الهيدروجين لاحتياجات محدودة، سواء كان إنتاجه في نفس مكان الاستعمال والخاص بعض الصناعات التي تستهلك كميات كبيرة منه، وينقل كذلك على شكل سائل في حاويات خاصة أو في شاحنات خزانة لمسافات قصيرة أو في

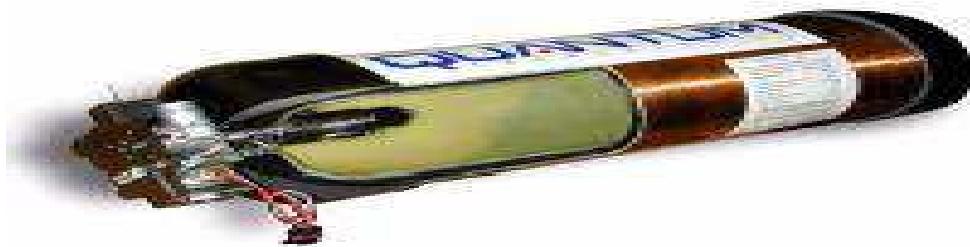
<sup>1</sup> كينيث س. ديفيس، ترجمة صباح صديق الدملوجي، ما بعد النفط منظوراً إليه من ذروة هوبرت، المنظمة العربية للترجمة، ط.1. بيروت، لبنان، 2009 ، ص 265

<sup>2</sup> رشيد بن شريفة وأخرون، مرجع سابق ص 7 .

بآخرات خاصة لنقل الهيدروجين سائل لمسافات طويلة، حيث يظل نقل الهيدروجين مضغوط في حاويات للغاز مقتضرا بالخصوص على تغطية حاجيات المختبرات، ومن المنتظر أن تستعمل القنوات الخاصة بنقل الغاز عبر الدول والقارات بشكل واسع، وأن تقوم بنقل الكميات الكبيرة من الهيدروجين الغازي الذي ستنتجه المركبات الشمسية في المستقبل توجد حاليا العديد من القنوات المستعملة لنقل غاز الأكسجين وغاز الآزوت وكذلك غاز الهيدروجين بثبات الكيلومترات وهناك 1500 كيلومتر من هذه القنوات متواجد بأوروبا و700 كيلومتر متواجد بالولايات المتحدة و يمكن استعمال شبكة الغاز الموجود في الجزائر لتصدير الهيدروجين لأنها تلائم الهيدروجين من حيث تشابه خصائص بين الغاز و الهيدروجين و هذا ما يشكل نقطة ايجابية في صالح انتاج الهيدروجين و سهولة نقله في المستقبل<sup>1</sup>.

و هذا الشكل بين لنا شكل أسطوانة تخزين الهيدروجين على شكل خلايا الوقود قبلة للاحتراق من اجل توليد طاقة حرارية شكل (5.1) .

### الشكل (5.1) أسطوانة تخزين الهيدروجين



المصدر : من الموقع تم زيارته في 29/05/2013 <http://www.cnr.ac.ma/teer/publications/h2fcarabe.htm>

الشكل رقم (5) يبيّن شكل الاسطوانة التي يخزن فيها الهيدروجين و هي تأخذ الشكل الأمثل لتخزينه مع مراعاة سلامة مستخدماً أسطوانة تخزين الهيدروجين.

و الجدول التالي يبيّن لنا أهم تكنولوجيا في تخزين الهيدروجين بأقل تكلفة تسمح بالاستغلال الاقتصادي للهيدروجين الجدول (2.1).

<sup>1</sup> نفس المرجع السابق، ص 6

## الجدول (2.1) طرق تخزين الهيدروجين

هديدات معدن	صفائح	سائل	تخزين تحت الأرض	
- كثافة الطاقة من خلال حجم سلامة نقاء الغاز تسليمها	- تكاليف رأس المال (ضواغط) - الاستخدام المرن على مستويات متعددة - تكنولوجيا تسيطر	- أعلى كثافة الطاقة الغاز المضغوط - الاقصادات القوية - تكنولوجيا تسيطر	- سعة كبيرة (مليون كيلوجرام) - فترات طويلة - منخفضة التكلفة رأس المال - منخفضة التكلفة التشغيلية	الفوائد
- نقل ارتفاع التكاليف أي وفورات جدول من التطورات ضروري مستوى	- منخفض الكثافة طاقة - تكاليف رأس المال أعلى من حاويات مقارنة مع تخزين السائل - أمن الرجاجات على ارتفاع حافة الضغط مرکبة	- درجة الحرارة جداً منخفضة (-253 درجة مئوية) - ارتفاع التكاليف في رأس المال في تمييع مساهمات كبيرة للحصول على الكهرباء - تمييع - التبغ ("أغلي قبالة")	- لا تصلح للكميات صغيرة أو A - التخزين قصير الأجل - "وسادة الغاز" كلف	العيوب
كميات أكثر غاز صغيرة حل وسط الوزن / الحجم	كميات أصغر، وارتفاع مستوى دوران أو مسارات وفترات قصيرة	كميات كبيرة، طويل التخزين، وانخفاض تكاليف الكهرباء، أو التطبيقات الهيدروجين السائل	كميات كبيرة الغاز أو طويلة وقت التخزين	كفاية
100 - 0	1.000 - 0	200.000 - 100	1.000.000 - 10.000	القدرة (كغ)
90> (غير مؤكدة)	90 - 85	80 - 70	95-85 (باسثناء الغاز وسادة")	الكفاءة (%)
4,00\$ - 0,40\$	0,60\$ - 0,15\$	1,50\$ - 1,00\$	0,30\$ - 0,12\$	تكاليف إضافية \$ kg/2000
المعادن (75%)	الطاقة (50-25%)	الطاقة (50%) رأس المال (50%)	الطاقة (90%)	مكونات أكبر التكاليف
1	0,95 - 0,80	0,65 - 0,60	1	عامل المقياس

مصدر من إعداد الطالب من الموقع تم زيارته في 29/05/2013 <http://www.cnr.ac.ma/teer/publications/h2fcarabe.htm>

يبين لنا الجدول (2.1) أهم طرق تخزين الهيدروجين والوسائل والأساليب التي تسمح بـ تخزين الهيدروجين ومعالجة مشكل تخزين الهيدروجين إلا أن تخزين الهيدروجين يتطلب تكنولوجيا متقدمة لشغيل أقل مساحة ممكنة و يتطلب طاقة إضافية لضغطه، مع

ذكر ما يميز طرق تخزين الهيدروجين من ايجابيات و عيوب و أيضاً من جانب تكلفة التخزين و الكفاءة الاقتصادية للهيدروجين المخزن في حالات استعماله.

### المطلب الثاني: اهم الانجازات العالمية في مجال الهيدروجين الشمسي

باعتبار الهيدروجين كطاقة المستقبلية و ان عملية انتاجه جد متطرفة و تتطلب تكنولوجيا عالية الدقة و ارتفاع تكلفة انتاجه ، والتقدم التكنولوجي الكبير الذي شجع العالم الى ابراز هذه الطاقة على انما الحال المناسب الى جميع مشكل البيئة مثل الاحتباس الحراري الذي اصبح قضية الجميع ، و الكل اصبح يرى في الهيدروجين انه الطاقة الافضل للمستقبل البعيد.

#### الفرع الأول: دراسة بعض التجارب العالمية في مجال الهيدروجين الشمسي

في الوقت الحاضر ينبع الهيدروجين بواسطة الطاقة الشمسية الملتقطة بالعناصر الضوئية أو بواسطة الأبراج المنشأة في مناطق غنية بالإشعاع الشمسي كأفريقيا والسعودية، والمحطة الأولى في العالم التي استخدمت فيها الطاقة الشمسية الملتقطة بالعناصر الضوئية لإنتاج الهيدروجين كانت في السعودية، في ألمانيا أعدت برامج كبيرة لاستغلال الهيدروجين الشمسي من هذه البرامج: **السعودي الألماني**: والذي يتم دعمه من قبل أمانة العلوم والفنون وأمانة البحث والتقنية في ألمانيا بما قيمته 25% من المشروع لكل منهما وتساهم السعودية بقيمة 50% الباقية وبدأت الخطوات<sup>1</sup>. انتهى المشروع عام 1992 وأصبح ينبع 170000 م<sup>3</sup> سنوياً من الهيدروجين<sup>2</sup> التنفيذية للمشروع عام 1986 وترتبط على هذا البرنامج إقامة مشاريع تجريبية في كل من ألمانيا و السعودية.

**مشروع ألمانيا**: يتواجد هذا المشروع بشتى تفاصير حيث يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي 1000 كيلووات ساعي للمتر المربع/سنة و بقدرة 10 كيلو وات، و من المشاريع الأخرى القائمة في ألمانيا مشروع (solar-wasser stoff-Bayern) و الذي تساهمن فيه 5 شركات ألمانية، و يهدف المشروع إلى اختبار منظومة إنتاج هيدروجين شمسي متكاملة تحت ظروف الإشعاع الشمسي في أوروبا و تطوير المنظومة لأفضل إنتاجه وبلغ متوسط الإشعاع الشمسي في هذا الموقع (جنوب ألمانيا) 1100 كيلووات ساعي للمتر المربع/سنة<sup>3</sup> بالإضافة إلى هذه المشاريع قامت ألمانيا ببناء منزل شمسي لإنتاج الهيدروجين، وتم تغطية 40 م<sup>2</sup> من سطحه بالخلايا الشمسية التي تقوم بإنتاج التيار الكهربائي وتخزينه في مدخلات ومن ثم استخدامه لإنتاج الهيدروجين والأوكسجين حيث يتم تخزين كل منها في أوعية خاصة، والطاقة المختزنة يمكن استخدامها في الشتاء من أجل الطبخ أو تسخين المياه أو التدفئة ويتوقع أن ينقل الهيدروجين المستخرج بالطاقة الشمسية مستقبلاً مثل النفط والغاز في أنابيب<sup>4</sup>.

**المشروع السعودي**: أقيم مشروع بقدرة 35 كيلو وات في قرية شمسية في السعودية قرب الرياض حيث يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي 2500-2300 كيلووات ساعي للمتر المربع/سنة. هذه المشاريع قام بتطوير استخدام الهيدروجين الشمسي و التخزين لاستخدامه.

<sup>1</sup> رشيد بن شريفة وأخرون، مرجع سابق ص 90.

<sup>2</sup> رفعت مثلا، دور الهيدروجين الشمسي في حماية البيئة من التلوث مجالات واسعة لاستخدام الهيدروجين بشكل آمن ونظيف، العروبة، يومية سياسية، حمص، سوريا، 2009/03/02 ص 45.

<sup>3</sup> وداد أبو القاسم الأسطي، مرجع سابق، ص 91

<sup>4</sup> رفعت مثلا، مرجع سابق ص 62.

وهكذا تطورت المعرفة واغتنت في هذا المجال، ونشهد في السنوات الأخيرة تطور في نوعية البرامج الدولية المطروحة، فيقدم الشكل رقم (6.1) البرنامج الأوروبي الذي يطمح إلى جعل الهيدروجين البديل المستقبلي في الميادين الطاقوية.

### شكل (6.1) البرنامج الأوروبي للهيدروجين كبديل المستقبلي لطاقة الاحفورية



مصدر من اعداد الطالب من الموقع تم زيارته في 29/05/2013 <http://www.cnr.ac.ma/teer/publications/h2fcarabe.htm>

من خلال الشكل رقم (6.1) التمثيلي نوضح أهم التوقعات للدول الأوروبية والرؤيا المستقبلية لاستعمال الهيدروجين كبديل للطاقة الاحفورية ويبين لنا تطور استخدام الهيدروجين ، انه في البدء كان يرتكز الاقتصاد على المصادر الاحفورية أما في سنة 2010 تم إنتاج سيارات تستغل بخلايا الاحتراق (الميدروجين) وتليه في نفس السنة محطات توزيع الهيدروجين إلى غاية 2050 كان التوقع أن ينتج الهيدروجين بشكل مباشر باستعمال الطاقة المتعددة و ذلك باستعماله الواسع في مجال النقل والصناعة وبذلك يصبح الاقتصاد موجها إلى استعمال الهيدروجين بشكل كلي و تام.

### الفرع الثاني: نقل الطاقة الشمسية عبر القارات

بما أن الدول الصناعية هي أكثر الدول قلقا على مخزون الوقود الاحفورى وأكثر استهلاكا للطاقة وبما أن الإشعاع الشمسي يتركز في 40 درجة شمالا وجنوبا من خط الاستواء، نجد أن هذه الدول تفكير جديا في استيراد الطاقة الشمسية من هذه المناطق وذلك من 30 مناطقة حول العالم ، عن طريق تحويل هذه الطاقة إلى طاقة كيميائية (إنتاج الهيدروجين) ثم نقلها إلى أماكن

استخدامها في هذه الدول، والاتجاه السائد لدى هؤلاء العلماء هو تركيب خلايا شمسية في المناطق الصحراوية المنتشرة على الكرة الأرضية وذلك لتوليد الكهرباء ثم استخدام الكهرباء الناتجة في محولات كهربائية لتحليل الماء إلى هيدروجين ثم تخزين ونقل الهيدروجين الناتج لاستخدامه في الأغراض المختلفة.

ولقد فكر الألمان منذ عدة سنوات مضت في استيراد الطاقة الشمسية من الدول الإفريقية الغنية بالإشعاع الشمسي ولتي يصل فيها 2630 كيلو وات ساعي للเมตร المربع/سنة في شكل خلايا هيدروجين ينقل كغاز وذلك باستخدام 2380 كم من أنابيب الغاز الطبيعي الموجودة حالياً والتي تمر من الجزائر عبر تونس والبحر المتوسط إلى إيطاليا أو نقله مسالاً في أوعية خاصة عبر السفن في البحر ومن ثم توزيعه في أوروبا واستخدامه في الأغراض المختلفة كطاقة حرارية أو طاقة كهربائية عبر خلايا الوقود أو كوقود في قطاع المواصلات أو في الأغراض الصناعية وغيرها.

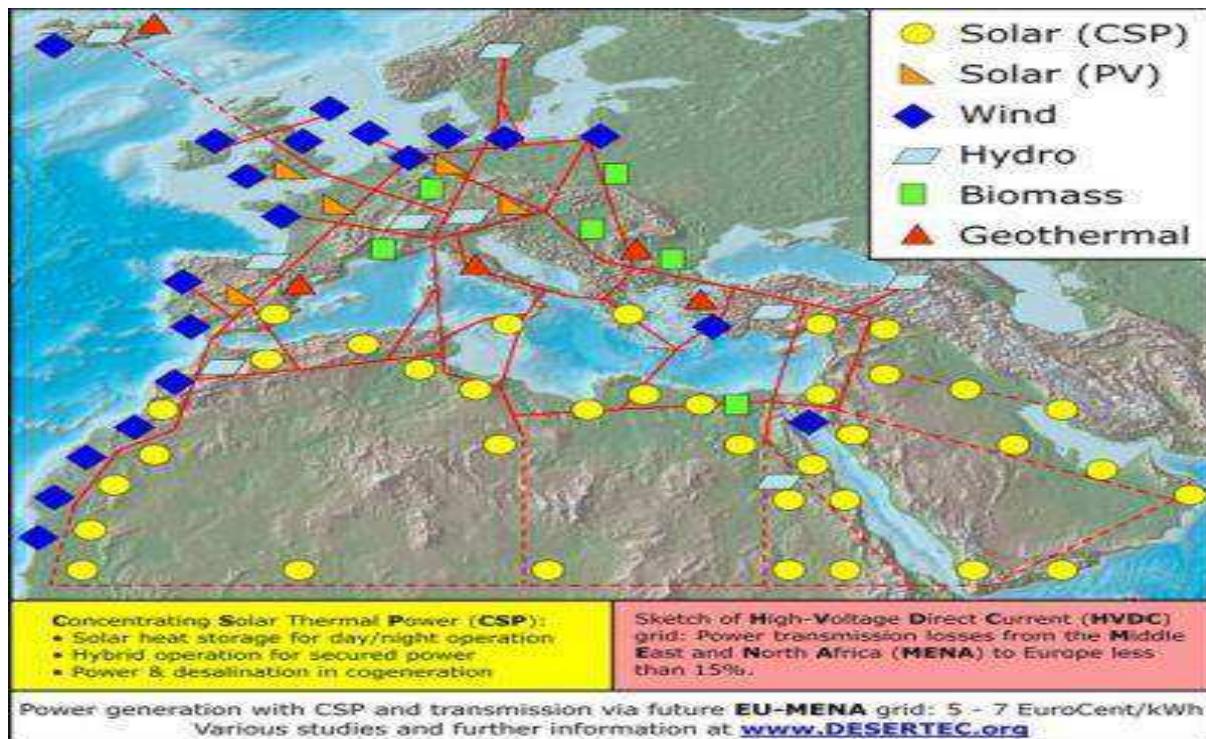
وفي إحدى الدراسات والتي قام بها العلماء عن تصدير الطاقة الشمسية من شمال إفريقيا إلى أوروبا قمت مقارنة ثلاثة أساليب لنقل هذه الطاقة وهي نقلها على شكل كهرباء عبر خطوط الجهد العالي بتيار مستمر أو نقلها في شكل وقود أو طاقة كيميائية عن طريق توليد الهيدروجين في موقع محطات الطاقة الشمسية ثم نقل هذا الهيدروجين عن طريق أنابيب أو الخلط بين النظامين السابقين، وفي هذه الدراسة ستقام مدينة معالجة المياه في مدينة الجزائر العاصمة في الجزائر ومد أنابيب المياه إلى محطة إنتاج الهيدروجين في مدينة عين صالح بالجزائر و ذلك لمسافة 1000 كم، وقد وجد أن الطريقة الأخيرة هي الأكثر اقتصاداً، فهي النظام المختلط من المقترن أنه سيتم نقل 80% من الطاقة الشمسية على شكل هيدروجين و 20% على شكل كهرباء، وستستخدم أنابيب نقل الغاز الطبيعي المستخدمة حالياً لنقل الغاز من الجزائر إلى إيطاليا كما أن خطوط الكهرباء ستسلك نفس الطريق<sup>1</sup>.

في الواقع نقول أنه مشروع للطاقة الشمسية، ويجب التذكير بأن تقنية نقل الطاقة الشمسية تكتسي أهمية كبيرة عندما ندرك بأن 90% من سكان المعمورة يعيشون عن بعد حوالي 3000 كيلومتر عن الصحاري، ولا تعني صحاري العالم العربي فقط، بل أيضاً صحراء جنوب آسيا والصحاري الشاسعة في الولايات المتحدة الأمريكية.

وان صحراء الجزائر أصبحت تسيل لعاب الدول الأوربية من خلال كبرها وقربها من القارة الأوربية ولكنه عبارة عن فكرة وتصور، لأن الفترة الزمنية المحدد لتطبيق المشروع كلية يمتد إلى حدود عام 2050، لذلك قد يستغرق الأمر بعض الوقت من أجل رؤية هذه الخطة الضخمة للطاقة الشمسية منصوبة في الصحراء الجزائرية وذلك من ما يبينه الشكل(7.1).

<sup>1</sup> وداد أبو القاسم الأسطى، الهيدروجين الشمسي وقود المستقبل، مرجع سابق، ص 92.

شكل (7.1) يمثل خطوط النقل الكهرباء من الطاقة الشمسية إلى الدول الأوربية



مصدر من إعداد الطالب من الموقع تم زيارته في 29/05/2013 <http://www.cnr.ac.ma/teer/publications/h2fcarabe.htm>

يبين لنا الشكل رقم (7.1) مخطط للمشروع الذي هو قيد الإنشاء و المشاريع المستقبلية في مجال محطات توليد الهيدروجين من الطاقة الكهربائية وخطوط نقل الطاقة الشمسية لاستخدامه في إنتاج الهيدروجين ومحطات ضخ الهيدروجين.

### الفرع الثالث: المكمن الشمسي في صحراء شمال إفريقيا<sup>1</sup>

كلف مركز تطوير الطاقات المتجددة الجزائري سنة 2006 بتنسيق جهود بلدان المغرب العربي، في حين كلفت الشركة الأوربية لتقنيات الهيدروجين بتنسق الجهود بالنسبة للبلدان الواقعة على الضفة الشمالية للمتوسط، وخلص فريق البحث الجزائري إلى أنه يمكن للمشروع أن يطلق عبر إنشاء محطة للطاقة الشمسية قرب مدينة غرداية القريبة من حقول غاز حاسي الرمل نظراً لكون الموقع يتوفر على جميع الشروط.

إن أهم شروط نجاح المشروع تمثل فيما يلي: مكمن شمسي معابر وكثافات ضخمة من المياه قابلة للاستغلال وشبكة أنابيب نقل الغاز العابرة للمتوسط التي يمكن استخدامها لنقل الهيدروجين، وكذلك وجود تقنيات ناضجة وفعالة لإنتاجه، فحسب دراسة أجراها وكالة الفضاء الألمانية بأن الجزائر تحوز على أضخم الإمكانيات الشمسية في كامل الحوض المتوسطي، حيث تتراوح قدراتها السنوية بـ 169 ألف تيراواط ساعة بالنسبة للطاقة الحرارية الشمسية، و 14 تيراواط ساعة بالنسبة للطاقة الشمسية الفوتو فلطاينية و 35 تيراواط ساعة بالنسبة لطاقة الرياح، كما يقدر حجم الإمكانيات الشمسية للجزائر بـ نحو 10 أمثال حجم

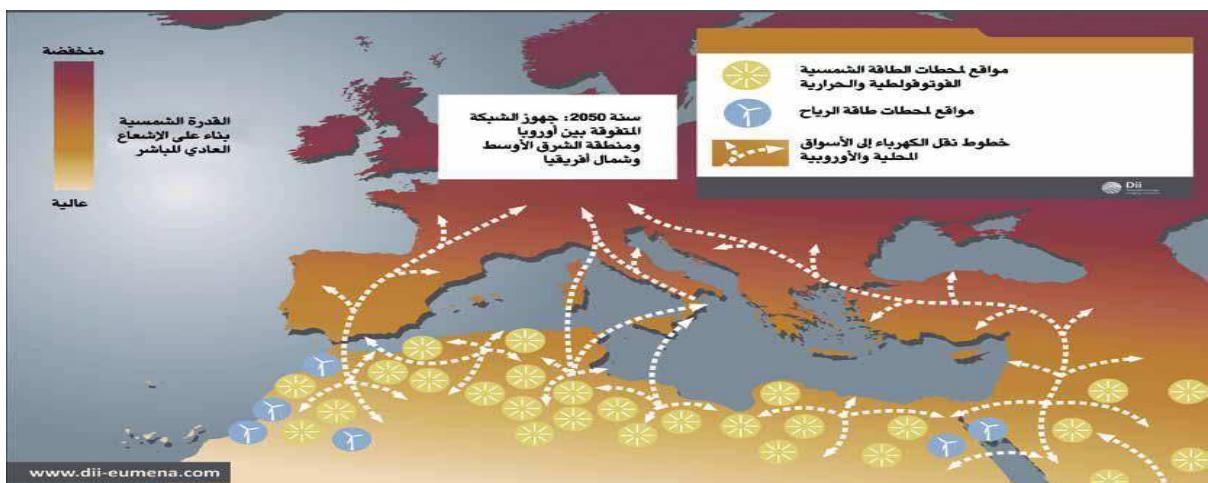
<sup>1</sup> ذبيحي عقبة، حول الطاقة في ظل التنمية المستدامة(دراسة حالة الطاقة المستدامة في الجزائر)، رسالة ماجستير في العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة قسنطينة، 2009، ص 120

مكمن الغاز الطبيعي التي اكتشفت في حاسي الرمل، من جهة أخرى، أشارت الدراسة إلى أن هناك فرصاً جدية لا مجال للتشكيك فيها أمام بلدان شمال وجنوب المتوسط لرسم ملامح تعاون مشمر وفعال بينها، يسمح بفتح طرق الوصول إلى خزان عملاق للطاقة الشمسية التي توفر عليها الصحراء الكبرى، وذلك باستخدام الهيدروجين الذي يتم إنتاجه بالطاقة الشمسية كمصدر للطاقة نظيفة ومؤمنة لضمان إمدادات الطاقة الإقليمية والعالمية<sup>1</sup>.

وفي الجزائر، من المقرر إنشاء محطات لتوليد الكهرباء بالطاقة المتجدددة، بحجم 12 جيجاواط للسوق المحلية و10 جيجاواط للتصدير بحلول سنة 2030، وقد وقعت مبادرة ديرتك عام 2011 مذكرة تفاهم مع «سونغاز»، المؤسسة الوطنية الجزائرية للإمداد بالطاقة الكهربائية والغاز، بهدف تنفيذ مشاريع بقدرة إجمالية تبلغ 1 جيجاواط، منها 900 ميغاواط للتصدير و100 ميغاواط للاستهلاك المحلي.

و الشكل التالي يبين لنا قوة الإشعاع الشمسي في صحراء الجزائر و أهم المناطق التي تتواجد فيه قدرات شمسية هائلة تسمح بإقامة مشروع ديرتك في شمال إفريقيا والشكل رقم (8.1) يبين ذلك.

### شكل (8.1) القدرة الشمسية للجزائر و شمال إفريقيا



مصدر من موقع تم زيارته في 2013/05/30

<http://www.afedmag.com/web/ala3dadAlSabiaSections-details.aspx?id=870&issue=&type=4&cat=28>

الشكل رقم (8.1) يبيّن لنا أهم المناطق الأكثر ارتفاعاً في درجة الإشعاع الشمسي و كما نرى فإن الجزائر هي أكثر البلدان ارتفاعاً في درجة الإشعاع الشمسي في دول شمال إفريقيا وهذا الذي يسمح لها بأن تكون من بين أهم الدول المنتجة للطاقة الشمسية التي في المستقبل ستستخدم في إنتاج الهيدروجين .

إن الهيدروجين في الجزائر الذي كان و لا يزال إن صح التعبير إلى حد الآن ذو طابع تجريبي ومزدوج لم يتغلب إلى مرحلة الانتاج الفعلي، هذا الأخير عرف مبادرات كبيرة منذ 2003 ولكن لا يزال الوقت مبكراً لاستخلاص النتائج، ولكن الرهانات

<sup>1</sup> باحثون جزائريون يقترحون إنشاء محطات إنتاج "الهيدروجين الشمسي" بغرداية ، جريدة صوت الاحرار ، تم زيارة الموقع في 2013/06/29 <http://www.sawt-alahrar.net/online/modules.php?name=News&file=article&sid=4323>

الطاقة و البيئية والمناخية بالإضافة إلى تدبر اسرع الطاقة الاحفورية على المدى القصير والمتوسط يعطي نوع من القوة الانطلاقية نوعية في مجال الصناعة الهيدروجينية.

إن تأثير استعمال هذا المورد الجديد على الحضارات، المؤسسات الاقتصادية، السياسية والاجتماعية يقودنا اليوم لرؤية واضحة للمبادين الأساسية للبحث والتطوير التكنولوجي والتي يمكن أن تدمج في مراكز البحث والجامعات الجزائرية بالتعاون مع البلدان الأكثر تطورا في هذا المجال.

إن الجزائر وجدت نفسها اليوم أمام احتياج حقيقي لتطوير قطاع الهيدروجين، ليس فقط من جانب الوسائل المالية وإنما أيضا من جانب الكفاءة، المعرفة العميقية لكيفية التصرف وتحويل التكنولوجيا، وتعتبر الجزائر حاليا من الدول الأساسية في العالم التي له مستقبل واعد لإنتاج الهيدروجين من خلال المحروقات (النفط، الغاز الطبيعي) و الماء و الكتلة الحيوية<sup>1</sup> ، ولكن توافرها على طبقة مياه جوفية (غير مستغلة كليا) في الجنوب ومياه البحر في الشمال بالإضافة إلى الحقل الشمسي الضخم (المدة المشمسة كبيرة وهي من بين أكبر الفترات المشمسة في العالم إذ يصل متوسط الإشعاع الشمسي فيها إلى 3000 ساعة مشمسة/سنة وبمعدل شدة إشعاع تقدر ب 2000 كيلووات ساعي للمتر المربع/سنة<sup>2</sup> ، كل هذه العوامل تتيح فرصة للجزائر لتطوير طاقة سيكون الطلب العالمي في المستقبل عليها كبير جدا، كما أن هذا يفتح للجزائر آفاقا واعدة في التحول إلى مجال الهيدروجين الشمسي وكما يمكن للجزائر إنتاج الهيدروجين من طاقات متعددة أخرى كطاقة الرياح والطاقة الجيوجرافية إذ أن لها احتياطيات مهمة من هذه المصادر<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Centre de Développement des Energies Renouvelables, **bulletin des énergies renouvelables**, N°9, juin 2006, Bouzaréah, Algérie, p27 .

<sup>2</sup>Chems Eddine CHITOUR, **les perspectives énergétiques à l'horizon 2020 dans un contexte de globalisation planétaire**, 5eme Journée de l'énergie, école nationalpolytechnique, Algérie, 16 Avril 2001 p 78.

<sup>3</sup> بو عشير مريم، دور وأهمية الطاقات المتعددة في تحقيق التنمية المستدامة، رسالة ماجستير في العلوم الاقتصادية، جامعة منتوري بقسنطينة، 2011 ، ص 97 .

### المبحث الثاني: الدراسات السابقة

في هذا المبحث ستطرق إلى أهم الدراسات السابقة و ذلك بذكر اهم الدراسات التي تناولت في طيات مواضيعها حول الطاقة المتجددة مثل الهيدروجين الشمسي كطاقة مستقبلية صديقة للبيئة.

#### المطلب الأول: دراسات تناولت موضوع الدراسة

يعد البحث في مواطن الهيدروجين أمراً مهماً و خصباً للبحث وكذلك حديث العالم باعتبارها المتوفر اليوم لحل عده مشاكل مستعصية خاصة عند ظهور الطاقة المتجددة التي جاءت لحل مشكلة البيئة والطاقة في حد ذاتها، ومن بين الدراسات التي تناولت هذا الموضوع :

##### الدراسة الأولى:

لـ"عمر الشريف" أطروحة دكتوراه حول استخدام الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة(دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر). سنة 2007

حيث قسم هذه الدراسة إلى ستة فصول رئيسية، تناول في الأول الطاقات التقليدية والمتجددة، وفي الثاني الآثار الآيكولوجية للطاقة التقليدية والمتجددة ودور المجتمع الدولي، أما في الثالث فخصص لدراسة التنمية المستدامة ومستويات تصنيفها في حين خصص الرابع لدراسة الجدوى الاقتصادية لاستخدام الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة، ليكون الموضوع الخامس والسادس على التوالي: تطور الطاقة الشمسية وتطور مجالات استخدامها ودور الطاقة الشمسية في التنمية المحلية المستدامة، ومثلت إشكالية هذه الدراسة حول مدى مساعدة استخدام الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المحلية المستدامة، وهدفت هذه الدراسة إلى زيادة الاهتمام بالطاقات المتجددة وخاصة منها الشمسية وذلك لتحقيق التأثيرات السلبية على البيئة .

##### الدراسة الثانية:

لـ"بوعشير مريم" رسالة ماجستير حول دور وأهمية الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة. سنة 2011

قسمت دراستها إلى ثلاثة فصول رئيسية، تناولت في الفصل الأول مدخل إلى التنمية المستدامة حيث تطرق إلى المفاهيم النظرية المتعلقة بالتنمية المستدامة، أما في الفصل الثاني تطرق إلى الطاقة لأغراض التنمية المستدامة حيث فسرت مفهوم الأزمات وتطرق إلى مصطلح ترشيد استهلاك الطاقة وكذلك التشريعات المحلية المتعلقة بالتنمية المستدامة، وفي الفصل الثالث والأخير تطرق إلى اقتصاديات الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة، وقد قامت هذه الدراسة بمعالجة إشكالية الدور الذي تلعبه الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة، وقيمت هذه الدراسة بإبراز الدور الحيوي والجوهرى للطاقة في عملية التنمية المستدامة مع توضيح كيفية ترشيد استهلاك مصادر الطاقة المتاحة.

### الدراسة الثالثة:

لـ "ذبيحي عقيله" رسالة ماجستير حول الطاقة في ظل التنمية المستدامة (دراسة حالة الطاقة المستدامة في الجزائر). سنة 2009 قسمت دراستها إلى ثلاثة فصول رئيسية، حيث تعرضت في الفصل الأول إلى مدخل إلى التنمية، والثاني تطرق إلى أهم أنواع الطاقة وإستراتيجية تنفيذ نظام طاقة مستدام وشرح فيه الطاقات التقليدية وأنواعها وخصائصها ونفس الأمر بالنسبة للطاقات المتجدددة، أما في الفصل الأخير تعرضت إلى الطاقة المستدامة في الجزائر، وقد هدفت هذه الدراسة إلى ترشيد استهلاك الطاقة وأهميتها في إطالة العمر الأحفوري، وقد تميزت هذه الدراسة بمعالجة إشكالية هل يمكن إحلال الطاقة المتجدددة محل الطاقة الأحفورية.

### الدراسة الرابعة :

لـ الدكتور "يوسف بوحادة" مذكرة ماجستير بعنوان (تخزين الهيدروجين) Hydrogen stockiling

سنة 2009 بجامعة الجزائر .

تناول الباحث في مذكرته الطرق التي تحصل من الهيدروجين أكثر سهولة إلى متطلبات الحياة اليومية من خلال سهولة تخزينه و ذلك بتقسيم مذكرته إلى 3 فصول في الفصل الأول تحدث عن الهيدروجين كمادة و في الفصل الثاني تطرق إلى الإمكانيات المتاحة لإنتاج الهيدروجين بشتى أنواعه أما في الفصل الثالث تطرق إلى الميدان التطبيقي لتخزين الهيدروجين.

### المطلب الثاني: موقع دراستنا من الدراسات السابقة

#### ✓ ما يميز الدراسات الحالية عن الدراسات السابقة:

تميزت الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة بتكلفها بالحديث عن الهيدروجين كطاقة ستلقى رواج عالمي في المستقبل وكوئها أفضل مصدر للطاقة المستقبلية وكوئها طاقة متواجدة في الطبيعة بشكل كبير والتي تتطلب تكنولوجيا وتطور علمي يسمح بالإنتاج الأمثل لهذه الطاقة أما الدراسات السابقة فكانت تتمحور حول الطاقة النظيفة والمتجدددة بدون التطرق لأهم طاقة نظيفة من بين الطاقات النظيفة والمتجدددة وهذا ما كان يعيّب هذه الدراسات .

## خاتمة الفصل

في هذا الفصل تطرقنا إلى أهم الدراسات وما يتعلق بالهيدروجين كطاقة قيد الاستكشاف وله مستقبل واعد لكونها طاقة مستقبلية وغير مضرة للبيئة كما أنها قمنا بذكر أهم الدراسات السابقة في مجال الهيدروجين بذكر أهم النقاط التي تناولها الكتاب السابقون في هذا المجال و ما كانت تحمله من مؤشرات تدل على ان الهيدروجين طاقة المستقبل .  
وستتطرق في الفصل الثاني إلى مدى أهمية الهيدروجين الشمسي كمشروع و رؤية هذا الجانب المهم كونه طاقة المستقبل .

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ  
الْحٰمِدُ لِلّٰهِ الْعَظِيْمِ

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ  
الْمَبْرُوْرُ لِلّٰهِ الْعَظِيْمِ

### مقدمة الفصل

في هذا الفصل سنطرق إلى أهم مشروع أوربي سيطبق في شمال إفريقيا و الذي يلعب دور مهم في دعم سبل التعاون والمساهمة في تمويل الدول الأوروبية بالطاقة النظيفة وتنوع مصادر الطاقة و تقليل التلوث الحاصل في البيئة.

و من بين هذه المشاريع الوعدة في إنتاج الهيدروجين عن طريق الطاقة الشمسية ، خاصة و ان الطاقة النظيفة أصبحت تلعب دور كبيرا في اقتصاديات الدول ، والمدف هو تنوع مصادر الطاقة والانتقال إلى مصادر أخرى ، وان التوجه الحالي للعالم هو البحث على مصادر طاقة أقل تلوثا، وأضحت الجزائر في امر شبه محظوظ في التوجه إلى مصادر طاقة أخرى .

**المبحث الأول:** التعاون المغاربي الأوروبي في مجال الطاقات المتجددة.

**المبحث الثاني:** بناء نموذج تقديرى للمشروع ديزرتل بغرداية.

### المبحث الأول: التعاون المغاربي الأوروبي في مجال الطاقة المتعددة

تعتبر الصحراء هي انظر مكان على سطح الأرض و فيه خيرات طبيعية كبيرة، و من بين هذه الخيرات الشمس التي هي مصدر للطاقة النظيفة و هي سبب في استكشاف انظر طاقة و هي الطاقة الكهربائية المنتجة من الشمس، و التي مستخدمة في انتاج الهيدروجين الشمسي.

### المطلب الأول: التعاون المغاربي الأوروبي في مجال الهيدروجين الشمسي

إن احتياج العالم للطاقة أصبح يغري الدول أكثر احتياج لهذه الطاقة الدول الصناعية الكبرى و المستهلكة للطاقة، لذا أصبح من الضروري تنويع مصادر الطاقة لضمان تمويل دائم دون الخوف من انقطاع التمويل من الطاقة الاحفورية ومصدر تمويله، وهذا دوما يكون مرتبط بأمور جيوسياسية تتسبب في انقطاع تمويله .

ونظراً لبروز طاقة الهيدروجين في العالم على أنها طاقة أقل تلوية للبيئة وما تسببه الطاقة الاحفورية من تلوث للطبيعة أصبح من الضروري إن يغير العالم توجه استخدام الطاقة إلى طاقة محافظة على البيئة، و هذا ما دفع دول الاتحاد الأوروبي إلى عقد شركة بين الدول التي بقدرتها أن تكون من بين الرؤاد في إنتاج هذه الطاقة النظيفة، وكان النصيب الأكبر من هذا المشروع للجزائر وذلك نظراً إلى عدة أشياء جد مهمة شجعت الدول الأوروبية في الاستثمار في هذه الدول بغية الحصول على تمويل دائم للهيدروجين الشمسي .

إن الشراكة بين دول جنوب أوروبا والجزائر يمكن أن تتحقق خلال السنوات القادمة من خلال المشروع المغاربي-الأوروبي للهيدروجين الشمسي، حيث كلف مركز تطوير الطاقات المتعددة بالجزائر بتنسيق الجهود على مستوى الدول المغاربية، وعهدت مسؤولية تنسيق الجهود على مستوى الدول الواقعة شمال ضفة البحر الأبيض المتوسط للشركة الأوروبية لтехнологيات الهيدروجين<sup>1</sup>. وتم اتفاق مجموعة من الخبراء (الجزائر، فرنسا، اليونان، إسبانيا، إيطاليا، ألمانيا، سويسرا، تركيا، المملكة المتحدة، ليبيا، تونس، المغرب، مصر) على إنشاء هذا المشروع من خلال إعلان الجزائر خلال المؤتمر العالمي حول طاقة الهيدروجين في 14 جوان 2006، حيث اتبت هؤلاء الخبراء ثقتهم حول استغلال القدرات الشمسية المائلة لدول المغاربية لإنتاج الهيدروجين الشمسي على مستوى عالي من خلال إنشاء اتحاد شركات كبير، وميلاد مشروع مستقبلي كبير مشروع المغاربي-أوروبا<sup>2</sup>.

وتعتبر الجزائر من ضمن الدول المؤهلة لاستقطاب مشروع ديزيرتيك، الذي يحظى بتأييد العديد من الجهات في الجزائر، خاصة وأنّها ترى فيه فرصة لتنويع مصادر الطاقة في البلاد، وفي هذا الإطار يقول "عبد الله العلوي" رئيس الرابطة المغاربية للطاقة، أنه من المتضرر أن تكون أولى حقول الطاقة الشمسية جاهزة في الجزائر بحلول عام 2015 ، كما يؤكد أنّ هذا المشروع لن يعطي

<sup>1</sup> Abdel-Nasser Chergui, *Les énergies du futur en Algérie : l'hydrogène solaire vue le 12/05/2013*, <http://www.algerie-monde.com/actualite/article1214.html>

<sup>2</sup> Bouziane MAHMAH, *Projet Maghreb-Europe: Production d'Hydrogène* . Solaire Phase I : Etude d'Opportunité et de Faisabilité du Projet, 20eme congrée mondiale sur l'énergie, Rome, 11-15 novembre 2007, p3.

احتياجات الجزائر من الطاقة فحسب، وإنما سيكون بالإمكان تصدير الطاقة إلى الخارج، مشددا على أن ذلك سيشكل مساهمة الجزائر في التعاون التنموي مع أوروبا. الشكل (1.2)

### **الشكل (1.2) التعاون الأوروبي الجزائري**



مصدر من موقع تم زيارته يوم 30/04/2013 <http://www.marefa.org/index.php/%D8%AF%D9%8A%D8%B2%D8%B1%D8%AA%D9%83>

يبين لنا الشكل رقم (1.2) موقع التعاون الأوروبي مع دول شمال إفريقيا في مجال الطاقة الشمسية الموجهة إلى تمويل الدول الأوربية بطاقة الكهربائية النظيفة و ايضا هناك مذكرة تفاهم على اقامة مشاريع انتاج الهيدروجين التي هي قيد الانجاز مثل مشروع ديزرتاك في ولاية غرداية .

### **المطلب الثاني: أهداف المشروع المغاربي الأوروبي للهيدروجين الشمسي**

يهدف المشروع المغاربي الأوروبي (ديزرتاك) في الجزائر انه من المقرر إنشاء محطات لتوليد الكهرباء بالطاقة المتعددة بولاية غرداية، بحجم 12 جيجاواط للسوق المحلية و 10 جيجاواط للتصدير بحلول سنة 2030، وقد وقعت مبادرة ديزرتاك عام 2011 مذكرة تفاهم مع «سونلغاز»، المؤسسة الوطنية الجزائرية للإمداد بالطاقة الكهربائية والغاز، بهدف تنفيذ مشاريع بقدرة إجمالية تبلغ 1 جيجاواط، منها 900 ميجاواط للتصدير و 100 ميجاواط للاستهلاك المحلي.

هذا المشروع يستجيب للأهداف التالية على وجه الخصوص<sup>1</sup> :

- ❖ تطوير التكنولوجيات ذات الكفاءة العالية لإنتاج الهيدروجين عن طريق الطاقة الشمسية بحيث يمكن أن يتم إنتاج الهيدروجين تبعا للحالات انطلاقا من الماء أو المواد الهيدروكربونية، و كذا باستخدام وقود متعدد مستخلص من الكتلة الحيوية.
- ❖ - تطوير تكنولوجيات نقل الهيدروجين عبر مسافات بعيدة: أنابيب نقل الغاز، النقل البحري و البري.

<sup>1</sup> مركز تطوير الطاقات المتعددة، إعلان الجزائر حول الهيدروجين ذي المصدر المتعدد، الورشة الدولية الأولى حول الهيدروجين: المتوجه الطاقوي ذي المصدر المتعدد الجزائر، 21-23 جوان 2005 ، ص3 ، تم زيارة الموقع في 21/05/2013 ، <http://www.cder.dz/A2H2/Medias/Download/DAHOR-ar.pdf>

❖ - تقييم ومقارنة و إقرار سلامة التكنولوجيات ذات الجودة العالية من منظور تطورها الصناعي في أبعادها و مستوياتها الكلية.

❖ - إحصاء الفاعلين في مجالات البحث و التطوير و التصنيع، أصحاب القابلية للمساهمة في هذا التطوير.

❖ القيام بالدراسات التقنية والاقتصادية بغرض التحضير للإستراتيجية الصناعية و التطويرية لفرع الهيدروجين الشمسي.

## **المبحث الثاني: بناء نموذج تقديرى للمشروع ديزرتك بغرداية**

ان الاستثمار في مجال الطاقة المتجددة أصبح يأخذ بمنتها الجدية بغية تحقيق الفعالية الاقتصادية و البيئية.

### **المطلب الأول: عرض النتائج**

في هذا المطلب سنستعرض إلى عرض لجدوى من هذا المشروع الذي يتواجد بمنطقة واد نشو بغرداية الذي هو مشروع قيد الانجاز و موجه بعد اكتماله إلى البحث العلمي و هذا لكي يتم تطويره و يتم يحول إلى مشروع اقتصادي إنتاجي، وان المشروع منقسم إلى قسمين القاسم الأول في المشروع هو قسم إنتاج الكهرباء بالطاقة الشمسية أما القسم الثاني هو قسم إنتاج الهيدروجين بالطاقة الشمسية .

القسم الأول فهو مخصص لإنتاج الكهرباء بالطاقة الشمسية هي موجه إلى الاستهلاك المحلي كتجربة لأن هذه الكهرباء ليست موجهة إلى قسم إنتاج الهيدروجين في الوقت الراهن، إنما هذا لمعرفة هل هذه الكهرباء بمقدورها تغطية العجز على مستوى ولاية غرداية والوطن وهل تكفي لإنتاج الهيدروجين في ما بعد والফائض يصدر إلى الخارج هذا كله سيثبت بعد أتمام المشروع في 2015.

#### **1. تقدير تغطية الطلب على الكهرباء في ولاية غرداية**

**الجدول (1.2) الطلب على كهرباء في ولاية غرداية خلال 2013 "لقطاع الفلاحي "**

	طلب على كهرباء (GWh)			مبيعات من كهرباء (GWh)			pert (GWh)			perte (%)		
	/1 2013	/2 2013	évol.%	/1 2013	/2 2013	évol.%	/1 2013	/2 2013	évol.%	2013 /1	/2 2013	Ecart
D R	34,01	36,99	8,76	27,26	31,46	15,43	6,76	5,53	-18,14	19,86	14,95	-4,91

مصدر من الطالب بناء على مقابلة شخصية في مؤسسة سونلغاز

يبين لنا الجدول رقم (1.2) و يوضح لنا كمية الكهرباء لبيان الدين يملكون طابع صناعي ويبين لنا القدرة الاستهلاكية وكمية الكهرباء التي تغطي الطلب على كهرباء لبيان النشاط الصناعي في ولاية غرداية، والذي يوضح لنا ان كمية الكهرباء لا تكفي لتلبية حاجات البيان و خاصة وقت حدة وارتفاع وثيرت النشاط.

وعا ان الطلب اكبر من الإنتاج فمن خلال الجدول يتضح لنا ان تغطية الطلب 2013 و هنا يبين لنا الاختلاف في الاستهلاك، لن كمية طلب على الكهرباء اكبر تقدر بـ 8.76% كيلو واط / سا من كمية التي يجب بيعها لزيون و التي تقدر بـ 15.43% كيلو واط/سا بحيث ان الطلب يعجز في تغطية الطاقة الضائعة الزمه بمقدار - 4.91 % و الكهرباء الضائعة تقدر 18.14% كيلو واط / سا بحث ان هذه الكهرباء فيه عجز في تغطية الطلب على الكهرباء ولا يمكن استخدامه في انتاج الميدروجين من الطاقة الكهربائية.

## 2-تقدير الإنتاجية المشروع

يمثل الجدول التالي تقدير انتاجية مشروع ديزرتك من الطاقة الكهربائية .

### جدول (2.2) تقديرات الإنتاجية للمشروع ديزرتك

الانتاجية الكلية في الساعة	عدد صفائح الشمسية للمشروع	انتاجية م 2
12000 ميجاواط / سا	6000 لوح شمسي	2 ميجا واط

من اعداد الطالب بناء على عملي في مؤسسة صاحبة المشروع .

يبين لنا الجدول رقم (2.2) القدرة الإنتاجية لمشروع من الطاقة الكهربائية من خلال اشعه الشمس التي تقدر في المتر مربع الواحد بحوالي 2 ميجاواط في الساعة الواحدة، و ان مجموع الصفائح في المشروع ديزرتك تبلغ 6000 لوح شمسي و من المتوقع ان ينتج المشروع ما يقارب 12000 ميجاواط في الساعة، و هذا كإنتاج كلي للمشروع هذا في الساعة الواحد، و هذه كلها مؤشرات على نجاح المشروع من جانب الإنتاج ولكن من جانب التكلفة ستطرق اليه في جدول التالي.

## 3-بناء نموذج تقديرى لإنتاج الطاقة الكهربائية من الشمس

من خلال الجدول نلاحظ ان انتاجية مشروع ديزرتك من الطاقة الشمسية الموجهة لانتاج الميدروجين و هذا ما ستتطرق اليه في الجدول المولى

### الجدول (3.2) انتاج الطاقة الشمسية عن طريق الألواح الشمسية للمشروع في اليوم الواحد

وقت الإنتاج	واط / سا	عدد الساعة	انتاج اللوح في اليوم
من 7 سا الى 18 سا	200	10	2000
من 6 سا الى 7 سا صباح	100	1	100
مجموع			2100

مصدر من اعداد الطالب بناء عن معلومات من مهندس تقني المشروع .

من خلال الجدول نفترض ان عندنا لوح من نوع "مونو كريستال" ينتج 200 واط في الساعة أي تقريبا ينتج من الساعة 7 صباحا إلى 18 عصر 200 واط/سا

ويتتج من قبل الساعة 7 وبعد الساعة 6 نقول اقل شيء 100 واط/سا 10 ساعة \* 200 واط = 2000 واط = 100+ 2100 ، أي ينتج في اليوم 2100 واط للوح الواحد

## الفصل الثاني : الدراسة الميدانية

### سعة بطارية التخزين

للانتجاج الميدروجين يجب ان تكون عندنا بطاريات تخزين مؤقتة ، لتخزين الكهرباء المنتجة من الواح الشمسي ، بحيث :  
إذا كان عندنا بطارية 100 أمبير كم تخزن من الوات

$$\text{العلاقة التالية الوات} = \text{الأمبير} \times \text{الفولت}$$

$$100 \times 12 = 1200 \text{ سعة التخزين}$$

ومنه :

نريد كهرباء لإنتاج الميدروجين نحتاج درجة حرارة مقداره  $1200^{\circ}$  و ذلك لإنتاج 1 كيلو غرام من الميدروجين يجب قيام بتوفير طاقة كهربائية 1500 وات على مدار 24 ساعة ، كم يحتاج من ألواح الطاقة الشمسية وكم بطارية ؟  
و منها اولاً : الألواح الشمسية نقول لوح مونو كريستال 200 وات  $\times 10 \times 12$  ساعات = 2000 واط  
 $2000 \text{ واط} \times 7 \text{ الواح مونو كريستال} = 14000 \text{ واط}$

$$14000 \text{ تقسيم عشر ساعات في الليل} = 1400 \text{ واط أي نحتاج من 7 إلى 8 الواح}$$

ملحوظه تم حساب عشر ساعات في الليل لأن الطاقة التي تفقد في النهار يتم تعويضها وبتحريتي الشخصية  
و هناكم بطريقة نحتاج : نقول  $100 \text{ أمبير} \times 12 = 1200 \text{ سعة التخزين}$  بحيث عندي  $14000 \backslash 1200 = 11$  و نصف  
بطاريات وهذا على مدار 24 ساعه لتشغيل و ذلك الإنتاج الميدروجين

من الكهرباء ليس هو من الكهرباء الم المنتجة من الطاقة الشمسية الآن تكلفة كهرباء طاقة الشمسية لا يمكن تحديده قبل  
عملية الإنتاج الفعلية للكهرباء من هذا المصدر  
تقدير مجموع الإيرادات في اليوم = إنتاجية الكلية \ من الكهرباء الصناعية .

### 4- تقدير انتاجية الولاية

من خلال الجدول نلاحظ ان انتاجية مشروع ديزرتك و ولاية غردية من الطاقة الشمسية الموجهة لانتاج الميدروجين و هذا ما  
ستتطرق اليه في الجدول المولى

### جدول (4.2) تقدير انتاجية المشروع ولاية غردية من الطاقة الشمسية

انتاجية الصفيحة م 2	2 ميغا واط
مساحة المشروع 10 هكتارات	6000 صفيحة شمسية
انتاج المشروع	12000 ميغا واط
$= 2 \text{ كل م}^2 \times 86105 \text{ ميغا واط}$	مساحة الولاية 172210000000

مصدر من أعداد الطالب من معلومات من مسؤول ورشة المشروع

يبين لنا الجدول رقم (4.2) تقديرات انتاجية المشروع من الطاقة الشمسية و ذلك بافتراض ان ولاية غردية قد غطيت كلها بالواح  
الشمسية من نوع مونو كريستال وان كل لوح ينتج 2 ميغاوات في الساعة، وكانت مساحة ولاية غردية  $86105 \text{ كل م}^2$  وقمنا

بتحويل مساحة غردية من كيلو متر مربع الى متر مربع فكانت النتيجة  $86105000000 \text{ م}^2$ ، وعند ضرب مساحة غردية في قدرة الانتاجية للوح الواحد.

### 5- تقدير ايرادات المتوقع من المشروع

من خلال الجدول يبين لنا تقدير ايرادات المتوقعة من المشروع ديزرتك فيما يلي :

**جدول (5.2) إيرادات المشروع**

مجموع الابادات في العام	مجموع الابادات في اليوم	متن الكهرباء الصناعية	انتاجية الكلية
dz16411680	dz 45588	dz 3.799	12000 ميجاواط / سا

مصدر من أعداد الباحث عن معلومات من مسؤول المشروع

من خلال الجدول نلاحظ ان قيمة ايرادات المشروع تقدر بـ DZ 45.588 يومياً و DZ 16411680 سنوياً و

ذلك خلال احتساب سعر الكهرباء الصناعية

### المطلب الثاني : مناقشة و تحليل النتائج

في هذا المطلب ستطرق الى تحليل النتائج و مناقشته مناقشة علمية اقتصادية لمعرفة الجانب الاقتصادي و العلمي للمشروع

#### 1- الطلب على كهرباء في ولاية غردية

ومن خلال الجدول (1.2) نستنتج ان انتاج الميدروجين عن طريق الكهرباء المنتجة من طاقة الشمسية لا تكفي لانتاج الميدروجين لأن هناك عجز في تغطية الطلب على الكهرباء على مستوى الولاية في فترة الدورة في الاستهلاك و النشاط و لكن ان وجهنا انتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية الإنتاج الميدروجين فإنه تلبى الاحتياج من كمية الزمة الإنتاج و الفائض يوجه لتعضيف العجز .

#### 2- تقديرات الإنتاجية للمشروع ديزرتك

من خلال الجدول (2.2) نلاحظ ان كمية المنتجة من الطاقة الكهربائية ستساهم بشكل كبير في انتاج الميدروجين، باستخدام تكنولوجيا أكثر تطور خاصة من جانب التحكم في التقنيات الإنتاج، ومثل تقنيات خلايا الوقود من خلال اسطوانة تخزين الميدروجين لأن تخزين الميدروجين على شكل خلايا و قود سيوفر لنا ضعف الطاقة التي استخدامة في انتاج الميدروجين.

#### 3- وضع نموذج افتراضي للمشروع

من خلال الجدول (3.2) نلاحظ منها ان انتاج الميدروجين يتطلب طاقة أكبر و هذا لا يتحقق الا بتطور تكنولوجي كبير يسهم في تطوير بطاريات أكثر قدرة لتخزين الميدروجين، و هو ما لا يتحقق في الوقت الراهن لأن الكهرباء التي تنتج تستهلك، و ان من بين العيوب الموجودة في الكهرباء عدم قابليتها للتخزين بكميات كبيرة، التي يجب ان تتوافر عملية انتاج الميدروجين على كهرباء متوفرة بكثرة و لا تكون مرتبطة ببطاريات التخزين فقط.

#### **4-تقدير انتاجية ولاية غرداية من الطاقة الشمسية**

من خلال الجدول رقم (2.4) نلاحظ انه كانت النتيجة هي طاقة كهربائية تكفي لتغطية استهلاك ولاية غرداية و بقي يحول الى ولايات اخرى و لكن الغرض من المشروع هو انتاج الهيدروجين من الطاقة الكهربائية وان المشروع يلزم الرفع من طاقته الانتاجية لكي يحقق الغرض المرجو منه.

#### **5-تقدير تكلفة المشروع**

تكلفة المشروع 425 مليار

تكلفة المشروع \ مجموع الإيرادات في السنة

$$25.9 \text{ دج} = 425000000 \text{ دج}$$

اي المشروع يتطلب 25 عام و 9 اشهر لتغطية تكلفة المشروع ، وهنا ان تقدير تكلفة المشروع كانت فقط احتسبنا بسعر الكهرباء المدعم و ان التكلفة الحقيقة للكهرباء هي اكثر من التكلفة الحقيقة لسعر المدعم للكهرباء. وان احتسبنا السعر الحقيقي للكهرباء الغير مدعمة لكان المشروع يحقق عوائد اقتصادية في اقل مدة التي هي بسعر المدعم. وهذا المشروع هو في بادئ الامر غير اقتصادي الا انها في مرحلة انشاء و تطوير و هو محطة انتاج قيد الدراسات و المتابعة، و انه في المستقبل القريب سيصبح من بين اهم المشاريع المتطرورة في مجال انتاج الطاقة الشمسية الموجهة إلى تغطية العجز و انتاج الهيدروجين منها وذلك بعملية تسخين الماء و فصل الجزيئات عن بعضه البعض الإنتاج هيدروجين و هنا لا يمكن اعتبار ان المشروع في البداية ناجح و لكن في المستقبل سيصبح من بين المشاريع أكثر انتاج لطاقة الهيدروجين الشمسي.

### خلاصة الفصل

في هذا الفصل تطرقنا الى اهمية المشروع المغربي الاوربي وما يمثله في مجال الهيدروجين الشمسي من اهمية باعتبار ان الهيدروجين هو افضل حل بالنسبة للدول شمال افريقيا لما يمثله من مصدر داء اهمية بالغة بنسبة لهذه الدول و خاصة الجزائر لما له من امكانيات جد معتبرة ومورد اهم وهو المياه الجوفية و طاقة شمسية جد معتبرة وكبيرة و هي اقرب الى الدول الاوربية و ذلك ما يسمح لها بتصديره الى دول الاوربية

وان كمية الكهرباء المنتجة من الطاقة الشمسية تقدر بشكل كبير و يعطي اشارة على نجاح المشروع و هذا ما سا يعطي دفع معنوي و اقتصادي للبلد و ذلك بتنويع مصادر الطاقة لديها و ان الجزائر لها امكانية ضخمة في هذا المجال خاصة من ناحية المورد الطبيعي و المالي و هذا ما يسمح لها بتبني مثل هذه المشاريع العملاقة تكنولوجيا و ماليا .

مِنْهُمْ رَجُلٌ  
يَوْمَ الْحِجَّةِ

## الخاتمة

من خلال ما سبق نجد أن الطاقة الاحفورية تمثل حل وقي لانتاج الطاقة، وعلى الرغم من أنها تفسح المجال أمام التنمية، إلا أنها تعد سبباً من أسباب التلوث البيئي.

وتظهر العلاقة جلية بين مصادر الطاقة الاحفورية والبيئة من خلال التأثيرات التي تلحق بها حيث نجد أن استخدام الطاقات التقليدية له آثار وخيمة على البيئة، أما آثار الطاقات المتعددة فتعتبر جلها إيجابية، لذلك يتضح لنا أن الحاجة إلى هذه المصادر المتعددة لإنتاج طاقة نظيفة قد أصبح مطلباً ملحاً وأنه لابد من العمل على تطوير هذه المصادر الجديدة من خلال تشجيع وتحفيز إنتاج هذه الطاقات، وكذا منح استثمارات جديدة وتمويل المشاريع للنهوض بالتنمية الاقتصادية، واستغلال الإمكانيات المحلية المتوفرة، ودعم المناطق المحرومة كالمدن النائية والريفية وتعزيز إمدادها بالطاقة الازمة.

كون الهيدروجين كطاقة نظيفة سوف يسمح بالتأكيد بتحفيض كبير للمشاكل المرتبطة بالتلوث وحماية البيئة، و من هنا فإنه يجب بناء اقتصاد يعتمد على الطاقة المتعددة مثل الهيدروجين و يستند إلى طاقة قابلة للتجدد و غير ملوث هو هدف بيئي ذو جاذبية هائلة، فحسب معظم الخبراء فإن الهيدروجين هو مصدر لطاقة المستقبل لأنه يمثل أحد أشكال الطاقة الأقل إضراراً بالبيئة و يستعمل في الكثير من الحالات.

لدى اصحاب إنتاج الهيدروجين من مصادر متعددة و خصوصاً من الطاقة الشمسية يفتح آفاقاً واعدة في مجال حماية البيئة و تحقيق التنمية المستدامة حقيقية، كون الطاقة الشمسية متوفرة في الجزائر يكفي فقط استثمارها بالشكل الأمثل.

لدى فان دول العالم و من بينها الجزائر وجدت نفسها اليوم أمام احتياج حقيقي لتطوير قطاع الهيدروجين الشمسي، ليس فقط من جانب الوسائل المالية والبني التحتية وإنما أيضاً من جانب الكفاءة، المعرفة العميقية لكيفية التصرف و تحويل التكنولوجيا.

و في هذا الإطار سعت دول شمال و جنوب البحر المتوسط و الجزائر خاصة إلى تعزيز التعاون بينها من خلال إنشاء مشروع للهيدروجين الشمسي هو المشروع المغربي الأوروبي "ديزرتك" ، هذا المشروع إذا ما تم الانتهاء من الاشتغال عليه سوف يعتبر بمثابة البداية الفعلية لعصر الهيدروجين عامة والهيدروجين الشمسي خاصة، و هذا ما سيسمح للجزائر بأن تصبح من كبار المصدررين لهذه السلعة.

### أولاً: اختبار الفرضيات:

إن سياسة الطاقة العالمية تدفع للتغيير هيكل الاستهلاك العالمي ليتطابق تدريجياً مع هيكل الاحتياجات الطاقوية وتوفير الإطار الملائم للقيام بتنمية مصادر الطاقة البديلة(الهيدروجين) ورفع حصتها ضمن الإنتاج العالمي للقضاء على المظاهر السلبية التي خلفها نموذج الاستهلاك الاحفوري على البيئة والإطار المعيشي العام و لتحقيق ذلك قامت الجزائر في تطبيق جملة من الآليات والبرامج لتكييف قطاع الطاقات المتعددة مع متطلبات التنمية المستدامة وذلك مع ترشيد استهلاك الطاقة

## الخاتمة

والمحافظة على البيئة من خلال تطوير استخدام الطاقة المتجدد، وانطلاقاً مما سبق يمكن أن نقول أن الجزائر مؤهلة للدخول في استراتيجية من مرحلة منشأة التجريبية إلى منشأة ضمن مخطط اقتصادي انتاجي ذات توجه للطاقة المتجدد في مجال انتاج الهيدروجين الشمسي من أجل تحقيق التنمية المستدامة ، وهو طاقة تفرض واقع جديد من حيث تنقل من مصادر الطاقة الاحفورية إلى طاقة أكثر تلبية إلى حاجة المستهلك في إطار المحافظة على البيئة وهذا ما يمثل إثبات للفرضية الأولى.

تعتمد الجزائر بشكل كبير على الغاز ومشتقاته لتلبية احتياجاتها من الطاقة الكهربائية وذلك نظراً لانخفاض أسعار هذه المواد وتوفيرها بكميات كبيرة، ولكن من أجل مواكبة التطور من جهة وتلبية الطلب المتزايد على الكهرباء، من جهة ثانية فوجب على الجزائر توليد الكهرباء انطلاقاً من الطاقات المتجدد وذلك من أجل تقديم الخدمات الطاقوية للمناطق المعزولة والبعيدة، ولكن نظراً لارتفاع تكاليف الاستثمار يدفع بجد إلى كيفية تقليل تكليف رأس المال المشاريع التي هي موجهة لقطاع انتاج الهيدروجين الشمسي و اخراجه من مراحل التجربة إلى مرحلة الانتاج من اجل تغطية العجز في مجال الكهرباء التي تعاني منه الجزائر وهذا ما يمثل إثبات للفرضية الثانية .

ان الهيدروجين كطاقة يمتلك فعالية طاقوية جد معتبرة ومهمة وذلك في حالة استخدامه على شكل صفائح، لأن الصفائح لها فعالية من حيث الحجم، ومن حيث سهولة التركيب والاستخدام وبحجم التكنولوجيا التي هي مصنوعة منها لكي تسمح بالاستخدام الامثل الهيدروجين على شكل خلايا وقود، وما تقدمه من ميزة في توليد الطاقة الحرارية عند استخدامه، وكذلك في شكل استخدامه السليم و بدون خطورة كبيرة وهذا ما يمثل إثبات للفرضية الثالث .

ان الهيدروجين يتواجد في الطبيعة بشكل كبير وهو متواجد بكثرة ولكن يحتاج إلى تكنولوجيا جد متطرفة ولإنتاجه رأس المال كبير، وان تواجده في الطبيعة بأشكال مختلفة يشجع دول العالم و خاصة الجزائر الى التوجه الى انتاج الهيدروجين من الطبيعة التي هو محافظ عليها بأتم معنى الكلمة، لما يمثله من مصدر مهم و نظيف ولكن هذا القطاع يحتاج وقت كبير لكي يدخل في صبغة الطاقة الاحفورية التي هي مهيمنة على استخدام العام لطاقة في العالم وهذا ما يمثل إثبات للفرضية الرابعة .

### ثانياً: نتائج الدراسة:

لقد تم التوصل إلى مجموعة من النتائج أهمها:

- ✓ يمثل الاهتمام بتطوير الطاقات المتجدد مدخلاً حقيقياً للحفاظ على البيئة، فعلاوة على مزاياها البيئية كونها مصادر متجدددة وغير ملوثة.
- ✓ إن نموذج الطاقة السائد حالياً هو نموذج غير متافق مع البيئة ولا يستجيب لمتطلبات تحقيق الغرض الاقتصادي من مشاريع إنتاج الهيدروجين الشمسي لذا ينبغي التحول إلى نموذج طاقوي نظيف.
- ✓ للطاقة الشمسية مستقبل واعد كطاقة متجدددة ونظيفة، خاصة أن الجزائر تتوفر جراء موقعها على أغنيى المقول الشمسي في العالم ممثلة بذلك في حوض المتوسط وعموماً للجزائر امكانيات طاقوية متجدددة هائلة من رياحية وشمسيّة.

## **الخاتمة**

- ✓ الطاقات المتعددة هي الحل الأمثل للمزاوجة ما بين تحقيق الأهداف الاقتصادية والبيئية لذا بذل المزيد من الجهد من أجل تطهير واستغلالها استغلالاً اقتصادياً أمثل.
- ✓ على الجزائر أن تغير سياسات الطاقة السائدة والعمل على التنويع الفعلى لسلة الطاقة وذلك من أجل الحافظة على البيئة وحقوق الأجيال القادمة من الطاقة سواء كانت تقليدية أو متعددة.
- ✓ تحقيق الجزائر تغطية كهربائية بنسبة 98% وهي نسبة جيدة، وخاصة الشمسية والرياحية منها في مناطق الجنوب المعزولة.
- ✓ بالرغم من الجهد المبذول في الجزائر في مجال تطوير واستغلال الهيدروجين الشمسي إلا أنها تبقى بعيدة عن مستوى الإمكانيات المتوفرة لديها وتعترضها مجموعة من الصعوبات التنظيمية والتشريعية التي تعيق عملية تطويرها والتوجه في استخدامها.
- ✓ يبقى مشكل التمويل وعدم التحكم في التكنولوجيا هما العائقان الأساسيان لولوج الجزائر في استغلال الهيدروجين الشمسي فمشكل التمويل يكمن في التسعيرة بالإضافة إلى الإجراءات التحفizية والمزايا الجبائية الغير مطبقة.
- ✓ لا يمكن للطاقة المتعددة أن تحل محل الطاقات التقليدية خلال المستقبل القريب لذا يجب اليوم على المجتمع الدولي العمل على استدامة هذا القطاع عن طريق ترشيد استهلاكه وكفاءة إنتاجها من جهة والعمل في نفس الوقت على تطوير المصادر المتعددة وإحلالها التدريجي مكانها.

### **ثالثا: الاقتراحات والتوصيات:**

انطلاقاً من الاستنتاجات التي توصلنا إليها من خلال دراستنا لهذا الموضوع نصل إلى تقديم بعض التوصيات والاقتراحات التي يمكن أن تسهم في دعم التوجه نحو الطاقات المتعددة.

- ✓ رسم سياسة اقتصادية متسلسلة ومعتمدة على الجوانب المأمة كالجانب المالي(السعر، المخواز) والجانب التنظيمي(وضع استراتيجية وطنية لتنمية الطاقات المتعددة) لضمان تحسين إدارة الطلب على الطاقة.
- ✓ تشجيع الشراكة واعتماد استثمارات ذات أهمية كبيرة من أجل إجراء تحديث الطاقة عن طريق الطاقة المتعددة.
- ✓ الشروع في إعداد استراتيجية وطنية لتنمية الطاقات المتعددة والتوجه في استخدامها من أجل الحفاظة على الموارد الطاقوية الأحفورية وتوجيهها لاستخدامات أخرى هامة كالصناعات البيتروكيماوية.
- ✓ لإنجاح عملية التنمية المستدامة يتطلب على الجهاز المشرف على السياسة الطاقوية تشجيع وتحصيص طاقات استثمارية في ميدان تنفيذ برامج إنعاش المناطق الصحراوية النائية والجبلية وهذا وفق الميزانية الطاقوية للطاقة المتعددة.
- ✓ التبادل والتعاون في ميدان اقتصاديات الطاقة المتعددة بين كل من الدول المتقدمة والنامية للاستفادة من الخبرة الغربية والنهوض بالتنمية المحلية.

### **رابعا: آفاق البحث**

## **الخاتمة**

---

حاولنا من خلال بحثنا الإلإحاطة بعض جوانب موضوع آليات دعم الطاقات المتجددة ومساهمتها في تحقيق التنمية المستدامة لكن هذا الموضوع واسع جداً ويحتاج إلى التعرض إلى زوايا عديدة للإلإحاطة ب مختلف جوانبها ومنها:

- ✓ دور تكنولوجيا الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة.
- ✓ دور إدماج التكاليف البيئية في التحفيز على تطوير الهيدروجين الشمسي.
- ✓ واقع وآفاق ترشيد استهلاك الطاقة في الجزائر.
- ✓ الطاقة النووية والتنمية المستدامة في ظل الطاقات المتجددة مثل الهيدروجين الشمسي .

فَلَمْ يَرْجِعُ  
إِلَيْهِ الْمُرْجِعُ

## قائمة المراجع

### ا . قائمة المراجع باللغة العربية

#### أولاً : الكتب

1- جيرمي ريفكين، ترجمة ماجد كنج، اقتصاد الهيدروجين بعد نهاية النفط (الثورة الاقتصادية الجديدة)، دار الفارابي، بيروت، لبنان، 2009.

2- كينيث س. ديفيس، ترجمة صباح صديق الدملوجي، ما بعد النفط منظوراً إليه من ذروة هوبرت، المنظمة العربية للترجمة، ط1. بيروت، لبنان، 2009.

#### ثانياً: بحوث الجامعية

##### 1 مذكرات دكتوراه

1- عمر شريف، استخدام الطاقة المتجدد و دورها في التنمية المحلية المستدامة "دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر" ، أطروحة دكتوراه دولة في العلوم الاقتصادية ، جامعة باتنة، 2007.

##### 2 مذكرات ماجستير

1- بوعشرين مريم، دور و أهمية الطاقات المتجدد في تحقيق التنمية المستدامة، شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية، جامعة متولي قسطنطينة، 2011.

2- ذبيحي عقبة، الطاقة في ظل التنمية المستدامة (دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر)، مذكرة ماجستير، كلية العلوم الاقتصادية و علوم التسويق، جامعة قسطنطينة، 2009.

#### ثالث: المؤتمرات

1 رشيد بن شريفة ، ادريس الزجلي ، عبد العزيز بنونة ، الهيدروجين و خلايا الاحتراق ، صيغة مستقبلية لإنتاج الطاقة الكهربائية بكفاءة عالية و توافق بيئي ، المؤتمر العربي العالمي لتطبيقات الطاقة الشمسية طرابلس، ليبيا ، 20-22 نوفمبر 2004 .

#### رابعاً: مجلة

1- رفعت مثلا، دور الهيدروجين الشمسي في حماية البيئة من التلوث مجالات واسعة لاستخدام الهيدروجين بشكل آمن ونظيف، مجلة العروبة، حمص، سوريا، 02/03/2009.

2- جبريل سليمان الجروشي، الهيدروجين الشمسي، التعاون الأوروبي و الشمال إفريقي، مجلة الطاقة و الحياة، عدد 2 سبتمبر 2004 .

## قائمة المراجع

### خامساً : الانترنت

- 1 جمعة رجب طنطيش، محمد أزهـر سعيد السمـاك، دراسـة في جـغرافية مـصادر الطـاـقة، منـشورات ELGA ، مـالـطا ، 1999 <http://www.cnr.ac.ma/teer/publications/h2fcarabe.htm> . 2013/05/29
- 2 مركز تطوير الطاقات المتتجدة، إعلان الجزائر حول الهيدروجين ذي المصدر المتتجدد، الورشـة الدولـية الأولى حول الهـيدـروـجيـن: المـتـجـهـ الطـاقـويـ ذـيـ المـصـدرـ المـتـجـدـدـ الـجـزاـئـرـ، 23ـ21 جـوانـ 2005، تم زيـارةـ المـوقـعـ فيـ <http://www.cder.dz/A2H2/Medias/Download/DAHOR-ar.pdf> 2013/05/21
- 3 بـحـثـونـ جـزاـئـيـونـ يـقـتـرـحـونـ اـنشـاءـ مـخـطـاتـ اـنـتـاجـ "ـهـيـدـرـوـجيـنـ الشـمـسـيـ"ـ بـغـرـدـايـةـ ،ـ جـريـدةـ صـوتـ الـاحـرارـ ،ـ تمـ زيـارةـ المـوقـعـ فيـ <http://www.sawt-alahrar.net/online/modules.php?name=News&file=article&sid=4323> 2013/06/29

### II. قائمة المراجع باللغة الأجنبية

#### الأول: الملتقيات العلمية

1- Bouziane MAHMAH, **Projet Maghreb–Europe: Production d'Hydrogène** . Solaire Phase I: Etude d'Opportunité et de Faisabilité du Projet, 20eme congrée mondiale sur l'énergie, Rome, 11-15 novembre2007

2- Chems Eddine CHITOUR, Lamia BENSARI , Sarah KHIRANI, **l'hydrogène comme vecteur énergétique**, les perspectives énergétiques à l'horizon 2020 dans uncontexte de globalisation planétaire, 5eme Journée de l'énergie, école national polytechnique, 16 Avril 2001

#### ثانياً: التقارير

1- Centre de Développement des Energies Renouvelables, **bulletin des énergies renouvelables**, N°9, Bouzaréah, Algérie, juin 2006.

2-

#### الاول : المواقع الالكترونية

1- Abdel-Nasser Cherigui, **Les énergies du futur en Algérie :**  
l'hydrogène solaire vue le 12/05/2013.

<http://www.algerie-monde.com/actualite/article1214.html>

## **الفهرس**

تشكرات

الإهداء

I.....	الملخص
II.....	المحتويات.
III.....	قائمة الجداول ..
IV.....	قائمة الأشكال البيانية ..
أ.....	المقدمة ..
الفصل الأول: الادبيات النظرية و الدراسات السابقة	
8.....	مقدمة الفصل ..
9.....	المبحث الاول : الادبيات النظرية ..
9.....	المطلب الاول : مفاهيم اساسية للهيدروجين كاقتصاد ومنبع للطاقة.....
9.....	الفرع الأول: اهمية الهيدروجين كطاقة متعددة ..
11.....	الفرع الثاني: طرق انتاج الهيدروجين.....
15.....	الفرع الثالث: نقل و تخزين الهيدروجين.....
18.....	المطلب الثاني: اهم الانجازات العالمية في مجال الهيدروجين الشمسي ..
18.....	الفرع الأول: دراسة بعض التجارب العالمية في مجال الهيدروجين ..
19.....	الفرع الثاني: نقل الطاقة الشمسية عبر القارات.....

## الفهرس

21.....	الفرع الثالث: المكمن الشمسي في صحراء شمال افريقيا
24.....	المبحث الثاني : الدراسات السابقة
24.....	المطلب الأول: دراسات تناولت موضوع الدراسة
25.....	المطلب الثاني: موقع دراستنا مع دراسات السابقة
26.....	خاتمة الفصل
الفصل الثاني : الدراسة الميدانية	
28.....	مقدمة الفصل
29.....	المبحث الاول : تعاون المغاربي الاوربي في مجال الطاقة المتعددة
29.....	المطلب الاول: التعاون المغاربي الاوربي في مجال الهيدروجين الشمسي
30.....	المطلب الثاني: اهداف المشروع المغاربي الاوربي
31.....	المبحث الثاني : بناء نموذج تقديري للمشروع ديزرتك غردية
31.....	المطلب الأول: عرض النتائج
34.....	المطلب الثاني: مناقشة و تحليل النتائج
37.....	خاتمة الفصل
39.....	الخاتمة
44.....	المراجع
47.....	الفهرس