Revue des Réformes Economiques et Intégration En Economie Mondiale
Vol 13 N° 02 Année 2019
EISSN 2600- 6502

ضوابط الاستثمار في الغاز الصخري بالجزائر في ظل التنمية المستدامة

CRITERIA FOR SHALE GAS INVESTIMENT IN ALGERIA IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

أ. نوال صياد[1] د. صبري مقيمح[2]

[1] جامعة 20 اوت 1955 سكيكدة، الجزائر.
[2] جامعة 20 اوت 1955 سكيكدة،الجزائر.

تاريخ الاستلام: 2018/05/18 ؛ تاريخ المراجعة : 2019/08/18 ؛ تاريخ القبول: 2019/10/05

الملخص:

لطالما أعتبر الغاز الطبيعي الصخري، من الموارد غير التقليدية الصعبة الاستخراج و مع ذلك فقد أصبح استغلاله ممكنا خصوصا بفضل التقدم التكنولوجي الذي طورته الولايات المتحدة الأمريكية، إذ أحدث الوصول إلى هذا المورد الجديد تغييرات كبيرة في أسعار الطاقة بالأسواق الدولية. و قصد تحقيق أعلى مردودية في استغلال الغاز الصخري، الذي يتواجد في طبقات الصخور قليلة النفاذية، فمن المهم إدخال بعض التغيرات لزيادة هذه النفاذية، باستخدام ما يدعى بتقنية التكسير الهيدروليكي.

الهدف من هذا المقال هو إظهار مكانة الغاز الصخري في المزيج الطاقوي و الصناعي الجزائري، لدراسة إمكانية استغلال هذا المورد في إطار التحول الطاقوي والأثر الاقتصادي الاجتماعي والبيئي الذي يترتب به.

في الختام توصلنا إلى أن احتياطيات الغاز الصخري المتوفرة في الجزائر على الرغم من ضخامتها إلا أنها لا تلبي الطلب على الطاقة في المدى الطويل، مما يستدعي اللجوء إلى الطاقات المتجددة قصد إثراء اقتصاد البلاد.

الكلمات المفتاحية: الغاز الصخري; تقنية التكسير الهيدروليكي;الأثر الاقتصادي; الأثر الاجتماعي; الأثر البيئي.

تصنيف JEL: Q2 ;Q3 ;Q4 ;Q5

ABSTRACT:

The natural shale gas has long been considered from non-conventional resources difficult to extract, but possible to exploit, especially with the technological advances developed by the United States, the access for this new resource has caused a huge changes in energy prices at the world market, and to make a maximum profit in shale gas exploitation which exists in low rock permeability a process of hydraulic. The aim behind this paper is to show the place of shale gas in the mixed Algerian energy and industry, in order to study the possibility of shale gas exploitation in the framework of the energy transition as well as the economic, social and environmental impact Associated.

As a conclusion the reserves of shale gas available in Algeria although considerable, cannot ensure the long-term energy consumption which calls for using the renewable energies in order to enrich the local economy of the country.

Keywords: Shale gas; hydraulic fracturing; environment impact; economic impact; social impact.

JEL classification :Q2 ;Q3 ;Q4 ;Q5

[1] **المؤلف المراسل** : نوال صياد nawelsayad@gmail.com

مقدمة:

تحتل الجزائر مركزا لا بأس به في سوق الطاقة العالمي، كونها بلدا منتجا و مصدرا للمحروقات، فإنها و في ظل تهديد نضوب الموارد الأحفورية، و عدم استقرار أسعار النفط العالمية، كان لابد عليها وضع استراتيجيات وطنية تضمن لها توازن العرض و الطلب و الحفاظ على الاحتياطي الوطني للمحروقات.فهي تمتلك توليفة طاقوية متنوعة، لاحتوائها على مخزون معتبر من الطاقات الأحفورية من جهة، و امتلاكها لمصادر الطاقات البديلة من جهة أخرى، كما أن الاكتشافات المعلن عنها للاحتياطات الهائلة من مخزون الغاز الصخري، رغم المعارضة الشعبية له من أنصار حماية البيئة، قد يجعل اتخاذ مثل هذا القرار التاريخي، يستدعي وضع إستراتيجية وطنية محكمة، تدمج فيها التقنيات و التكنولوجيات الحديثة الملائمة بيئيا و اجتماعيا، وحتى اقتصاديا عند التفكير في استغلال الغاز الصخري.

لقد أدى الانخفاض الغير مسبوق في أسعار النفط العالمية، و الذي وصل إلى أدنى مستوياته في الثلاثي الأول من عام 2016، حيث بلغ أقل من 30 دولار للبرميل، إلى انعكاسات خطيرة في اقتصاد بعض الدول المنتجة و المصدرة للمحروقات، و من بينها الجزائر، فقد انعكس ذلك سلبا عل ميزانية الدولة المعتمدة بشكل أساسي على المداخيل الريعية من صادرات المحروقات، والتي تشكل العمود الفقري لاقتصادها و ركيزة أمنها الطاقوي، الاجتماعي، الاقتصادي و حتى السياسي. كان ذلك في الوقت الذي يحذّر فيه الخبراء من هذه الانعكاسات الخطيرة لانخفاض سعر الذهب الأسود ويتوقعون إجراءات صارمة لشد الحزام في الجزائر خلال المرحلة المقبلة، يتنبأ للحكومة الجزائرية أن تلجأ إلى صندوق النقد العالمي للاستدانة من جديد خلال السنوات القادمة، إذ تشير الإحصائيات و التقارير الرسمية الأخيرة، إلى أنه سجل انخفاض كبير في الإيرادات البترولية بالعملة الصعبة، بالرغم من الطلب المزايد على النفط و الغاز الضروريان لمستلزمات النقل، الصناعات المختلفة، بالإضافة إلى الاستخدامات المنزلية و غيرها، وهو ما تطلب على الجزائر استغلال مواردها الغازية التقليدية بحذر، و تنويع مصادرها الطاقوية الأخرى كالموارد غير التقليدية، ومصادر الطاقة المتجددة، وهذا قصد تلبية الطلب المحلي من جهة، و الحفاظ على فاعليتها في سوق الغاز الدولي من جهة أخرى، ومن بين هذه الحلول إمكانية استغلال الغاز الصخري، الذي يشكل موضوع دراستنا.

إلا أن استغلال الغاز الصخري و كما يرى بعض الخبراء لا يخلو من التخوفات التي تسببها تقنيات استخراجه، كالمخاطر البيئية، الاجتماعية و هذا ما ترجمته موجة الاحتجاجات التي شهدتها الأوساط الشعبية الجزائرية، والتي رافقها إصرار الحكومة على المضّي قدما في مشروع استغلال الغاز الصخري، وهو الحدث الذي خلق جوا من الفوضى و الانقسامات في البرلمان، مما ينبئ بتكهنات متضاربة حول الاتجاه إلى استغلاله من عدمه، كونه يعد سلاحا ذو حدين للاقتصاد الوطني و المجتمع ككل. وبين التفكير في خوض تجربة استغلال الموارد غير التقليدية كالغاز الصخري المجهولة العواقب وبين الخيارات الطاقوية الأخرى و المتجددة، تجد الجزائر نفسها بين مد و جزر.

على ضوء ما سبق حاولنا طرح الإشكالية الرئيسية التالية:

ما مدى تأثير الاستثمار في الغاز الصخري كطاقة بديلة في تحقيق تنمية مستدامة، تراعي الضوابط البيئيـــة للجزائــر؟.

تقودنا هذه الإشكالية الرئيسية إلى طرح التساؤلات الفرعية التاليـة:

- **ما هي إمكانيات الغاز الصخري في الجزائر؟**
- **هل يتعارض استغلال الغاز الصخري مع الضوابط البيئية والصحية في الجزائر؟.**

بغرض الإلمام بجوانب الموضوع و الإجابة على الأسئلة المطروحة في الإشكالية إرتأينا وضع الفرضيات المناسبة لهذا الغرض و التي تم صياغتها كالآتي:

-الفرضية الأولى: للجزائر احتياطات هامة من موارد الغاز الصخري.

-الفرضية الثانية: الاستفادة من استغلال الغاز الصخري في الجزائر مرهونة بالعديد من الضوابط البيئية.

- أهمية الدراسة: يعد الغاز الصخري من مواضيع الطاقة الحساسة ذو تأثيرات ثلاثية الأبعاد على البيئة، الإنسان و الاقتصاد،ويحتل مكانة هامة في ميزان الطاقة العالمي، خاصة في ظل الطلب المتزايد على الطاقة وكبديل للناضبة منها. كما يعد من الرهانات المهمة للجزائر في ظل تقلبات السوق الدولية.

- **الأهداف:** تهدف هذه الورقة البحثية إلى تبيان العلاقة المتداخلة بين استغلال الغاز الصخري و آثاره على التدهور البيئي، بالإضافة إلى انعكاساته على الإنسان و الاقتصاد ككل، كما هدفت إلى إظهار أهم إمكانات الجزائر من الغاز الصخري و العقبات التي قد تحول دون إمكانية استخراجه.

- المنهج المتبع: قصد تحقيق الأهداف المحددة تم الاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي الذي يتلاءم وهدا النوع من البحوث، التي تقوم على جمع الحقائق والبيانات الكمية أو الكيفية عن الظاهرة المراد دراستها، ومحاولة تفسير هده الحقائق تفسيرا كافيا خدمة للموضوع.

- الدراسات السابقة

- **الدراسة الأولى:** للباحثة أمينة مخلفي، أطروحة لنيل شهادة دكتوراه، تحت عنوان: "أثر تطور أنظمة استغلال النفط على الصادرات دراسة حالة الجزائر بالرجوع إلى بعض التجارب العالمية"، بكلية العلوم الاقتصادية لجامعة ورقلة، حيث قامت الباحثة بدراسة حول الصناعة النفطية و أثرها في سوق النفط، و تضمنت الدراسة ثلاث نماذج هي الجزائر، فنزويلا و الكويت، مع التركيز على أنظمة استغلال لدول منظمة الأوبك و قد توصلت في الأخير إلى ضرورة توحيد أعضاء الأوبك لسياستها النفطية بما يخدم أهدافها الاقتصادية و سيادتها الطاقوية.
- **الدراسة الثانية:** للباحث تكواشت عماد، دراسة تحت عنوان "واقع و فاق الطاقة المتجددة ودورها في التنمية المستدامة في الجزائر" مقدمة لنيل رسالة ماجستير، كلية العلوم الاقتصادية بجامعة الحاج لخضر باتنة، إذ هدفت هذه الدراسة إلى محاولة إيجاد آليات للطاقات المتجددة والبديلة المتوفرة في البلد عوضا عن الطاقة التقليدية لضمان حق الأجيال القادمة في مصدر جديد للطاقة، و في الأخير خلصت الدراسة إلى إسهام صناعة الطاقة المتجددة في التنوع الاقتصادي و توفير الوظائف، و بناء اقتصاد مستدام.
- **الدراسة الثالثة:** الباحث سمير بن محاد الذي قدم رسالة ماجستير تحت عنوان "استهلاك الطاقة في الجزائر، دراسة تحليلية و قياسية"، بكلية العلوم الاقتصادية بجامعة الجزائر، حيث كان هدف الدراسة هو وضع نموذج قياسي يستجيب للنظرية الاقتصادية و يحقق المعايير الإحصائية لتفسير استهلاك الطاقة و كذا تحليل الطلب عليها في الجزائر، و لقد خلصت الدراسة في الأخير إلى تحرير الأسعار و فتح سوق المنافسة المحلية، بالإضافة إلى فرض الضرائب على استهلاك الطاقة الكبير وكذا استغلال مداخيلها في حماية البيئة.

- **الدراسة الرابعة:** للباحث لجدل خالد، رسالة ماجستير بكلية العلوم الاقتصادية حول"دراسة إستراتيجية، إحلال الطاقات الجديدة و المتجددة في الجزائر– حالة الطاقة الشمسية في الفترة 1995-2010"، بجامعة الجزائر، حيث هدفت إلى إبراز الدور الاستراتيجي الذي تلعبه الجزائر في إحلال الطاقات المتجددة بدل الأحفورية، و توصل الباحث في الأخير إلى أن الوقود الأحفوري يبقى مصدر الطاقة الرئيسي في المستقبل القريب و لا يمكن إحلال الطاقات المتجددة في الوقت القصير و المتوسط.
- **الدراسة الخامسة:** للباحث مباركي إبراهيم، رسالة ماجستير، بكلية العلوم الاقتصادية، جامعة الحاج لخضر، باتنة، تحت عنوان "ترشيد استخدام الطاقة وحماية البيئة لتحقيق التنمية المستديمة، دراسة مستقبلية، آفاق 2030"، حيث تناول هدف الدراسة العلاقة بين الطاقة و التنمية المستدامة، بالإضافة إلى تشخيص وضعية الطاقة بنوعيها التقليدية و المتجددة في الجزائر، وإبراز أهم الموارد الطاقوية المحلية و الدولية، و التحليل الاقتصادي و المحاسبي للمشاكل البيئية و استهلاك الطاقة، و توصلت في الأخير هذه الدراسة إلى أن الطاقة التقليدية ستظل الطاقة التقليدية و المصدر الأولي للطاقة الأولية في أغلب القطاعات الاقتصادية، كما أن تحقيق التنمية المستدامة سيسمح بتمتع الأجيال المقبلة ببيئة نظيفة غير مستنزفة، إذ تشكل الطاقة المتجددة الحل الأنسب لذلك.
- تتميز دراستنا هذه عن غيرها من الدراسات السابقة، في تسليطها الضوء على موضوع حساس و حديث لإمكانية استغلال الغاز الصخري في الجزائر، في ظل انهيار أسعار النفط العالمية، و التوجهات الحديثة للبحث عن مصادر أخرى للطاقة الغير تقليدية، كما تناولت مختلف الآثار التي قد تخلفها في التنمية المستدامة بأبعادها الثلاث البيئية و الاجتماعية و كذا الاقتصادية في استغلال هذا النوع الحديث من الغاز، باعتماد تقنية التكسير الهيدروليكي للصخور المتواجد بها الغاز الصخري.

من خلال ما تقدم، فقد ارتأينا تقسيم هذا المقال إلى مايلي :

1. مصادر الطاقة التقليدية و واقع الغاز الصخري في الجزائر.
2. الانعكاسات البيئية و الصحية لاستغلال الغاز الصخري في الجزائر.

المحور الأول: مصادر الطاقة التقليدية و تطورها

يعتمد الاقتصاد العالمي على الطاقات التقليدية بأكثر من 85 % من احتياجاته الطاقوية،هذا ما يضعها محل صراعات دولية هامة، لما لها من مركز نفوذ اقتصادي وإستراتيجي هام يؤثر على الاقتصاد العالمي وينافس كافة مصادر الطاقة البديلة، في ظل الجهود الرامية للتنمية المستدامة.

أولا– تعريف مصادر الطاقة التقليدية

قبل التطرق إلى تعاريف مختلف مصادر الطاقة التقليدية، تجب الإشارة إلى تعريف التنمية المستدامة، كأساس لعملية التنمية التي تخدم موضوع بحثنا من خلال أبعادها الثلاث الأساسية البيئية، الاقتصادية و كذا الاجتماعية.

1**–تعريف التنمية المستدامة:** عرف التنمية المستدامة بأنها التنمية التي تجيب عن حاجات الحاضر دون تعريض قدرات الأجيال القادمة للخطر، و في سنة 1991 تطور مفهوم التنمية المستدامة الذي عرفه برنامج الأمم المتحدة للبيئة بأنه:"تحسين شروط وجود المجتمعات البشرية مع البقاء في حدود قدرة تحمل أعباء الأنظمة البيئية".[1]

2**– تعريف الطاقة التقليدية:** تعرف الطاقة التقليدية على أنها: "تلك الطاقة المستعملة منذ القدم، مع العلم أن استخدامها يقل مع مرور الزمن، بسبب التقدم التكنولوجي الحاصل في مختلف دول العالم".[2]

وتعرف كذلك ب: "هي تلك المصادر المعرضة للنضوب عبر الزمن نتيجة للاستغلال المفرط لها مثل البترول، الغاز الطبيعي، الفحم، و اليورانيوم".[3]

2-1-النفط: لقد تباينت تعريفات النفط، و لعل أهمها: " النفط عبارة عن مواد هيدروكربونية سائلة و ذهنية، لها رائحة خاصة و تتباين، ألوانه مابين الأسود المخضر إلى البني و الأصفر، كما تختلف لزوجته و كثافته من منطقة إلى أخرى.".[4]

2-2- الغاز الطبيعي: يتميز الغاز الطبيعي بسهولة الاحتراق، الانفجار، و خفة وزنه بوجود الأكسجين، وهذا ما يجعله مادة خطرة إذا تواجد في الهواء، كما يمكن تواجده في الطبيعة بشكل مستقل أو مصاحب للنفط.[5]

يمكن تعريف الغاز الطبيعي بأنه: "يتكون الغاز الطبيعي نتيجة تحلل عناصر بيولوجية نباتية كانت أو حيوانية، تحت سطح الأرض، في درجة حرارة عالية نسبيا، و تحت ضغط عال لملايين السنين، و هو خليط من عدة غازات، أهمها غاز الميثان"، و يوضح الجدول التالي أنواع و نسب الغازات المكونة له.[6]

2-3- الفحم: الفحم الحجري، هو أفضل أنواع الوقود و أسوأها، أفضلها لأنه رخيص جدا بالنسبة للوحدة الواحدة من الطاقة، و أسوأها لأسباب عديدة منها : الضباب الدخاني القاتل و الأمطار الحمضية، وثاني أكسيد الكربون في الجو، والتلوث الزئبقي، و المياه الحمضية المستنزفة من المناجم، و خيار بين مناجم خطرة تحت الأرض، و مناجم مفتوحة، مشوهة للسطح الطبيعي للأرض. [7]

كما يعتبر الفحم من أكثر المصادر الأحفورية توفرا، إذ تعد مصادره أكبر بكثير من مصادر النفط و الغاز، و هي أكثر انتشارا و عدالة في التوزيع الجغرافي عبر العالم، كما أن أسعاره منخفضة.[8]

يعرف الحم بأنه:"الفحم الحجري، هو مادة قابلة للاشتعال و الاحتراق، و يتولد عن هذه الخاصية طاقة على شكل حرارة يمكن استغلالها في استعمالات كثيرة، كتدفئة المنازل، و كوقود للمنشآت، و في عمل منتجات مختلفة، و لكن الاستخدام الأساسي هو توليد الكهرباء[9].

2-4- الطاقة النووية: يعتبر توليد الكهرباء ، بواسطة الطاقة النووية أمرا بالغ الأهمية و التعقيد، فهو لا ينتج إنبعاثات الغاز الذفئية، و قد يكون حاسما في ميزان الطاقة العالمية، إذ تمتلك البلدان الصناعية التكنولوجيا النووية اللازمة لتوليد الكهرباء، بأسعار تجارية تنافس الكهرباء المولدة من الوقود العضوي، و يتم ذلك عن طريق تشغيل المحطات النووية بفضل المهارات و الخبرات العالية.

تعرف الطاقة النووية بأنها:" تلك الطاقة المستمدة من الانشطار النووي، حيث تنشطر المواد الثقيلة عند قدفها بالنيوترونات، ينتج عن هذا التفاعل طاقة هائلة، كما يستخدم عادة لإنتاج الطاقة النووية، مادة اليورانيوم الذي يعتبر من أثقل المواد و أكثرها كثافة ، حيث يحتوي على 92 بروتون، و يتم إنتاج الطاقة الكهرونووية في المحطات النووية، أين تتم السيطرة على الانشطار المتسلسل."[10]

ثانيا-واقع الغاز الصخري في الجزائر:

بتصنيف الجزائر ضمن البلدان الأوائل في احتياطي الغاز الصخري، فسنستعرض في هذا المبحث أهم خطوط السياسة الطاقوية الوطنية، بالإضافة إلى موارد الجزائر من الغاز غير التقليدي و مختلف الشركات الناشطة في مجال التنقيب و الاستكشاف عن الغاز الصخري في الجزائر.

1-السياسة الطاقوية في الجزائر:

إن الطلب الوطني المتزايد على الطاقة، ألزم الدولة بضرورة وضع سياسة قومية فاعلة لضمان الإمداد الطاقوي الوطني في المدى المتوسط والطويل، من اجل تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

1-1-مصادر المحروقات في الجزائر:

إن الجزائر من البلدان المهمة في قطاع المحروقات، فهي تمتلك احتياطيات هائلة من النفذ، و تعتبر من أهم البلدان افريقيا من حيث الموارد الطاقوية بعد كل من ليبيا و نيجيريا، و تتمركز أغلب هذه الموارد في حقل حاسي مسعود، أي الجنوب الشرقي للصحراء الجزائرية.

أما فيما يخص الغاز الطبيعي، فان الجزائر تحتل المرتبة التاسعة عالميا، و الثانية افريقيا بعد نيجيريا، و أغلب احتياطياتها تتمركز في حقل حاسي الرمل.

كما أن احتياطي النفط و الغاز الطبيعي التقليدي يتوزع على حوالي 244 مكمن استغلال تنقسم إلى:

- 108 مكمن لإنتاج النفط.
- 136 مكمن لإنتاج الغاز.إن هذه الاحتياطيات في زيادة مستمرة بفضل الاستكشافات الحديثة، و التكنولوجيا المتبعة من قبل شركة سونطراك و شركائها لتحسين نسبة الاسترجاع في المكامن.[11]

2.1 احتياطيات الغاز الصخري في الجزائر و مكانتها عالميا:

إن الغاز الصخري هو غاز ثقيل و نادر، يستعمل عادة في إنتاج نوعية جيدة من الطاقة،كما يتم استخراجه من أعماق قد تصل الى 5 آلاف متر في جوف الأرض، في صخور قليلة النفادية، و تمثل الصفائح الصخرية الكبرى التي يرتكز عليها سطح الأرض.

1-3-إمكانيات الجزائر من الغاز الصخري:

1-3-1-احتياطيات الغاز الصخري في الجزائر

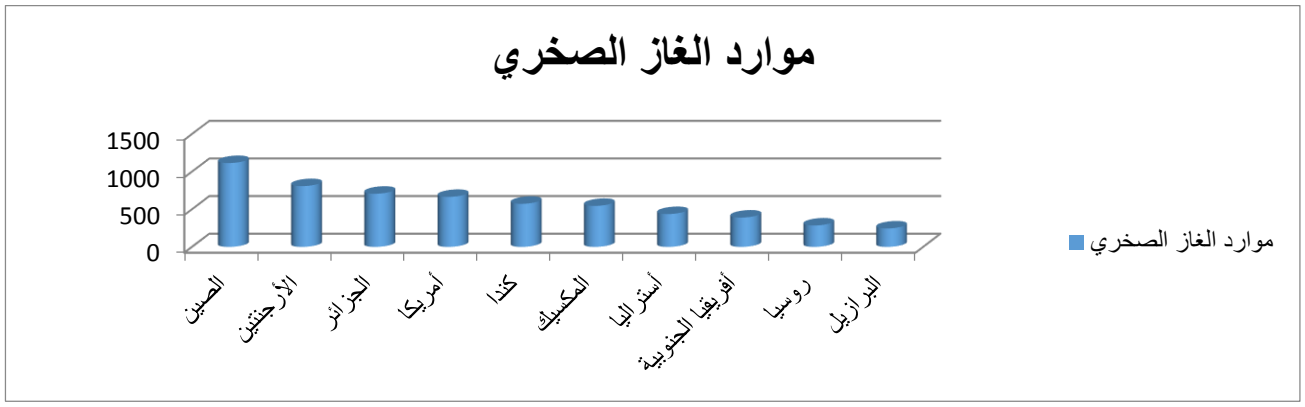
قدر المختصين مخزون الجزائر من الغاز الصخري بحوالي 17 ألف مليار متر مكعب، و هو احتياطي هائل إذا ما قورن بنظيره التقليدي. ووفقا لدراسات قامت بها إدارة معلومات الطاقة الأمريكية، و التي شملت 41 دولة حول العالم، تبين أن الاحتياطيات الأكبر من الغاز الصخري في العالم تتواجد في كل من:

- ✓ الصين: 1100 ترليون متر مكعب.
- ✓ الأرجنتين: 802 ترليون متر مكعب.
- ✓ الجزائر: 707 ترليون متر مكعب.
- ✓ الولايات المتحدة الأمريكية: 665 ترليون متر مكعب.
- ✓ كندا: 573 ترليون متر مكعب.

و لقد بدأ إنتاج الغاز الصخري بكميات ضخمة في الولايات المتحدة الأمريكية بفضل الاحتياطيات الهائلة التي تزخر بها، و تحول مصطلح العصر الذهبي إلى ثورة الغاز الصخري.

والشكل أدناه يوضح أهم 10 احتياطيات عالمية من الغاز الصخري بالترتيب:

الشكل (1) أهم موارد الغاز الصخري لعشر دول في العالم **الوحدة : ترليون قدم مكعب**



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على بيانات وكالة الطاقة الأمريكية EIA عام 2013

1-3-2- أهم أحواض الغاز الصخري في الجزائر:إن أحواض الهيدروكربونات في الجزائر تحتوي على تكوينين مهمين و هما: [12]

- أحواض تكوينات الغاز الصخري Shale Gas
- أحواض تكوينات النفط الصخري Shale Oil

و تتواجد سبعة أحواض رئيسية لهما وهي:

- ✓ حوض بركين و حوض اليزي في الجنوب الشرقي للجزائر.
- ✓ حوض تيميمون و حوض أحنات و حوض مويدير في وسط الصحراء الجزائرية.
- ✓ حوض رقان و تندوف في الجنوب الغربي الجزائري.

1- **حوض بركين**: يعد من أكبر أحواض الجزائر، يتربع على مساحة كلية تقدر ب 117000 ميل مربع، يقع في الجنوب الشرقي الجزائري، و يمتد الى غاية حدود تونس جنوبا و ليبيا غربا، يوفر المصائد الهيكلية للنفط و الغاز التقليديين.

2- **حوض إليزي**: يقع هذا الحوض جنوبي حوض بركين، الذي يفصله عنه حاجز من الصخور، يحتوي هذا الحاجز على كمية كبيرة من النفط المهاجر و المتراكم تاريخيا، يحده من الشرق ليبيا و من الجنوب جبال الهقار ومن الغرب منطقة التوارق، التي تفصل حوض إليزي عن حوض موديز.

3- **حوض آحنات**: يقع حوض آحنات جنوب حوض تيميمون، و غرب حوض مويدير، و شمال جبال الهقار.ان حوض آحنات يحتوي على رواسب قديمة، بها مواد غنية من سجيل السيلوري و الديفوني، يبلغ عمقها أكثر من 3000 قدم.

4- **حوض تيميمون**: يقع حوض تيميمون في وسط الجنوب الجزائري، يحده من الشمال و الشرق سلسلة جبلية. إن حوض تيميمون شديد التفاوت و ذلك بسبب عوامل التعرية في العصور القديمة، لذلك فهو أكثر سمكا في وسط الحوض، و أقل سمكا في شمال و شرق الحوض.

5- **حوض مويدير**: يقع هذا الحوض في وسط صحراء الجزائر، غرب حوض إليزي و شرق حوض تيميمون و آحنات، تفصل هذه الأحواض مجموعة من السلاسل التلية.

6- **حوض رقان**: يقع حوض رقان في وسط صحراء الجزائر، يفصله عن حوض تيميمون حاجز صخري ، يضم هذا الحوض أكثر من 800 متر من الجزء السيلوري، بالرغم من أن عمق الجزء الشمالي للحوض محدود.

7- **حوض تندوف**: يتواجد حوض تندوف في أقصى الجنوب الغربي الجزائري، يحده من الغرب المغرب، ومن الجنوب موريطانيا، هذا الحوض الأخير و الذي يعد آخر اكتشافات الجنوب، يغطي منطقة احتمال تفوق مساحتها 45000 ميل مربع داخل الحدود الجزائرية وحدها، و نظرا لقلة آبار التنقيب، فان هناك شكوك كبيرة تحيط بإمكانيات الغاز و النفط الصخريين به.

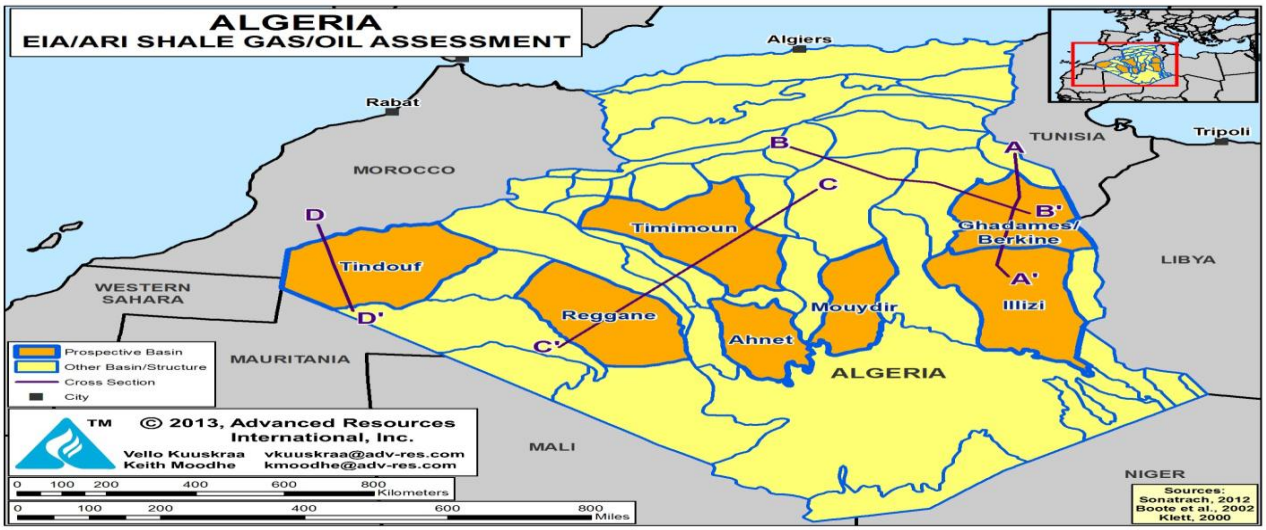
جدول رقم (1): أحواض الغاز الصخري في الجزائر

الأحواض/الخصائص	مساحة الحوض ميل مربع	مرحلة الغاز	الغاز الموجودالمحتمل ترليون قدم مكعب	الغاز الصخري المحتمل استرجاعه ترليون قدم مكعب
تيميمون	43700	غاز جاف	762.6	152.5
آحنات	20000	غاز جاف+ سائل	306.1	59.9
بركين	117000	غاز جاف+ سائل	1226.9	282.3
إليزي	44900	غاز جاف+ سائل	303.7	55.7
مويدير	22300	غاز جاف	47.6	9.5
تندوف/رقان	117000	غاز جاف+ سائل	772.1	146.8
المجموع	-	-	3719	706.7

Source : Mokhtar Otmani et Faycel Loucif **: ''Renewable Energies and Shale Gas in Algeria, betweenfact and perspectives'',** Colloque sur : Les politiques d'utilisation des ressources énergétiques : entre les exigences du développement national et la sécurité des besoins internationaux, université de Setif1, p12

و يوضح الشكل الموالي توزيع هذه الأحواض في الجزائر:

شكل رقم(2) : خريطة أحواض الغاز الصخري و النفط الحجري في الجزائر



Source: EIA, "technically revocable shale oil and shale gas resources", Independent Statistics & Analysis, September 2015**, p 9.**

تحتوي هذه الأحواض على حوالي 3419 ترليون قدم مكعب من الغاز الصخري، منها 707 ترليون قدم مكعب من موارد الغاز الصخري المحتمل استرجاعه.[13]

1-3-3- خصائص أحواض الغاز الصخري في الجزائر:

تحتوي الجزائر على سبع أحواض غاز صخري كما ذكرنا سابقا صنفتها وكالة الطاقة الأمريكية EIA إلى ثلاث أنواع، اعتمادا على الموارد المحتملة للغاز الصخري الممكن استرجاعها تقنيا في الجزائر كما يلي:[14]

أ- إمكانيات كبيرة للغاز الصخري: تتمركز في حوض تندوف، رقان و بركين.

ب- إمكانيات موسطة للغاز الصخري: تقع في حوضي أحنات و تيميمون.

ج- إمكانيات ضعيفة للغاز الصخري: تتواجد في حوضي إليزي و مويدير.

ثالثا-تقييم الكفاءة الاقتصادية في استخراج الغاز الصخري

إن مرحلة استغلال المحروقات غير التقليدية بما فيها الغاز الصخري، تتطلب تقنيات متطورة و قدرات عملية

ومالية كبرى، لدى وجب دراسة الجدوى الاقتصادية لمثل هذا النوع من المشاريع المكلفة، و سنستعرض فيما يلي أهم الجوانب الاقتصادية التي يجب مراعاتها قبل الشروع .

في هذا الاستثمار، وكذا مختلف العقبات.

1-الجزائر ومراجعة التشريعات قصد تسهيل استكشاف و استغلال الغاز الصخري:

قامت الجزائر عام 2013 بمراجعة قانون المحروقات (الهيدروكربونات)، بغرض تسهيل عمليات الاستكشاف والإنتاج للنفط والغاز غير التقليديين و بالأخص الغاز الصخري، وقد أعلن وزير الطاقة والمناجم يوسف يوسفي في فيفري عام 2014 نيته في دراسة موارد الهيدروكربونات غير التقليديين. و بالرغم من الأثر المهم والمحتمل عند استغلال الغاز الصخري على الاقتصاد الوطني الجزائري (كخلق قيمة مضافة، وفرص عمل مباشرة وغير مباشرة...إلخ) إلا أن الجزائر لا تزال إلى غاية يومنا هذا تتحفظ عن موقفها في استغلال الغاز الصخري.[15]

1-1- اقتصاديات الغاز الصخري في الجزائر

لاستنتاج كفاءة استغلال الغاز الصخري من عدمها يجب دراسة جملة من العوامل، منها جانب التكاليف و الإيرادات، إنتاجية آبار الاستغلال، العوامل الجيولوجية، وغيرها كما سنرى لاحقا:

أ-تكاليف الآثار الخارجية السلبية للغاز الصخري: ويمكن تصنيفها إلى:

- ✓ **تكاليف الصحة المرتبطة بإنتاج الغاز الصخري:**

إن تكاليف الصحة الناجمة عن التلوث الهوائي الناتج عن استغلال الغاز الصخري هي جد صعبة التقدير، ذلك أن الاضطرابات الصحية في الواقع والغير معلنة، هي معرضة للظهور، خاصة وأن الناس غير معرضين للخطر بنفس المستوى، وحتى نتمكن من تحديد التكلفة النقدية للتلوث الهوائي ومن الذي سيتحملها، فإن التكلفة الإجمالية في حال استغلال الغاز الصخري يظهر أثرها في ارتفاع أسعار التأمينات الصحية. فعلى سبيل المثال في حالة الولايات المتحدة الأمريكية، تمثل التأمينات الصحية أكبر هذه من التكاليف الاجتماعية، بمعنى أن المجتمع هو من يتحمل هذه التكاليف، وهذا معناه حضور تكاليف خارجية سلبية، إن الزيادة في التكاليف هذه التي يتحملها السكان القاطنين قرب آبار

استغلال الغاز الصخري و لا يتم تعويضهم عنها نقدا من طرف شركات الغاز المسؤولة عن تدهور حالتهم الصحية جراء استغلال الغاز الصخري غي المنطقة، و يتحمل السكان وحدهم هذه التكاليف الصحية، لكن غالبا ما تتواجد آبار الاستغلال في مناطق نائية من السكان، حيث الكثافة السكانية الضعيفة وهذا ما يدفع بالشركات المنتجة للغاز الصخري إلى اعتبار أن هذه المخاطر الصحية تقريبا منعدمة ولا تدعو للقلق.[16]

- ✓ **تكاليف تدهور الأراضي والعقارات نتيجة استغلال الغاز الصخري:**

هناك تكلفة ثانية يمكن ملاحظتها وهي تدهور قيمة العقارات والأراضي المرتبطة باستغلال الغاز الصخري، وإذا كان هذا التدهور غير مرتبط بمشكل التلوث الهوائي مباشرة، فإن تمركز الآبار حول أراضي الاستغلال و إن كان ضروريا للحفاظ على المرودية التي تمثل السبب الرئيسي في الإنتاج، فإن هذا التدهور يشكل تكاليف، يتحملها الساكنين قرب مناطق الاستغلال.

بفرض تزايد قيمة و سعر المباني باستمرار و التي تعتبر عقارا، إلا أن الملاك الذين يتعرضون إلى تدهور قيمة عقاراتهم، يتكبدون وحدهم خسائر هذا التدهور، بالرغم من عدم تعويض هذه الخسارة من قبل الشركات المتسببة في الضرر للمتضررين أو أصحاب الضرر وهم في هذه الحالة، الساكنين قرب منطقة استغلال الغاز الصخري، لذلك تمثل هذه الخسارة كذلك آثار خارجية سلبية.[17]

2- مقارنة بين الكفاءة الاقتصادية للغاز التقليدي والغاز الصخري

سيتم التطرق في هذا الجزء إلى دراسة مبسطة لتكاليف إنتاج الغاز الصخري و التقليدي:

2-1-تكاليف استثمار الغاز الصخري و الغاز التقليدي: يمكن إعطاء لمحة عن طريق حساب مقاربي بسيط، والذي يضم مقارنة تكاليف الإنتاج لبئر غاز تقليدي مع بئر غاز صخري، ينتجان كميات إجمالية pi1 وpi2 متراكمة من الغاز الطبيعي ، خلال مدة الاستغلال.

- ✓ المشروع الأول: الخاص بالغاز التقليدي يتطلب استثمار أولي I1، وينتج خلال مدة 40 سنة أنظر شكل رقم .04
- ✓ المشروع الثاني: الخاص بالغاز الصخري، يتطلب استثمار أولى I2، وينتج خلال مدة 6سنوات انظر شكل رقم .03 فإذا كان المستثمر لا يبدي أي تفصيل للحاضر مقارنة بالمستقبل، فإن التحكيم الذي سيحققه، سيكون من خلال مقارنة القيم. I1/pi1 و I2 /Pi2

-ولكن في حالة "مثلما هو الحال دائما" أن المستثمر يبدي تفضيلا للحاضر، مقارنة بالمستقبل، باستعمال في حسابات المردودية معدل تحيين موجبا (تمثل معدل القروض الممنوح في البنوك)، فإن الحساب يصبح أكثر تعقيدا، واختبار معدل تحيينX ، يرجع باعتبار أن الإنتاج المحقق في السنة n، يكون باستعمال المعامل $\frac{1}{(1+x)n}$، وعليه فإن تكلفة الاستثمار للغاز تحسب كما يلي:

$$C1= I1/\varepsilon 61/(1+x)n$$

$$C2= I2/\varepsilon 401\ 1/(1+x)n$$

فلو افترضنا أن معدل التحيين هو 10% ، فإن القيمة المتراكمة الحالية لإنتاج الغاز الصخري تصل إلى 83% من الإنتاج الفيزيائي الإجمالي Pi1، في حين تبلغ نفسها في إنتاج غاز الآبار التقليدية 26% فقط من نفس هذا الإنتاج p1 أي c2 .c1= I1/0.26 = I 2/0,83[18]

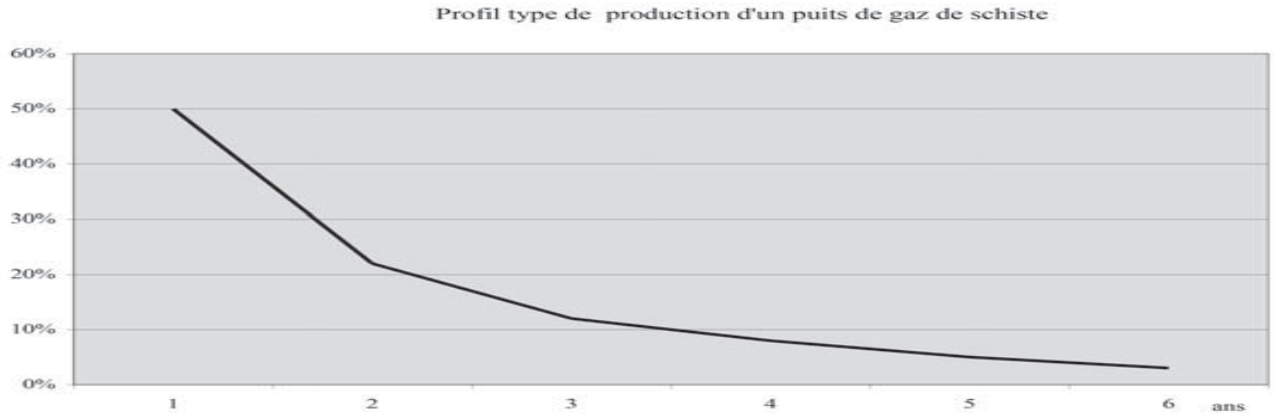
2-2-الجانب الاقتصادي للغاز الصخري:

لقد صاحب تطور الغاز الصخري في الولايات المتحدة الأمريكية انخفاض ملحوظ لأسعار الغاز في الأسواق، وكان لظاهرة فائض الإنتاج مقارنة مع الطلب على الغاز، تداعيات عديدة ومتسارعة كأزمات تدني قيمة العقارات. مما أدى بمنتجي الغاز الصخري إلى بيع منتجاتهم بأسعار تقل عن تكاليف الإنتاج. و الذي يفسر هذا التطور هو الخصائص المميزة لصناعة الغاز الصخري، و التي تختلف كثيرا عن غيرها في الغاز التقليدي.

شكل(03) إنتاج بئر غاز صخري (% في السنة إنتاج إجمالي)

Source: Benjamin Dessus: **« Ce que penser de l'affaire des gaz de schiste »**, Benjamin Dessus : « Que penser de l'affaire des gaz de schiste », les cahiers de Global chance, No33, France, Mars 2013, p4

شكل(04): نوع إنتاج بئر غاز تقليدي لمدة حياة 40 سنة (% في السنة إنتاج إجمالي)



Source: Benjamin Dessus: « Ce que penser de l'affaire des gaz de schiste», op-cit p4.

. مما أدى بمنتجي الغاز الصخري إلى بيع منتجاتهم بأسعار تقل عن تكاليف الإنتاج. و الذي يفسر هذا التطور هو الخصائص المميزة لصناعة الغاز الصخري، و التي تختلف كثيرا عن غيرها في الغاز التقليدي.

2-3-مردودية الغاز الصخري:

إن الأخذ في الحسبان معدل التحيين ب 10% ، يخفض من تكلفة رأس المال في التكلفة الإجمالية لإنتاج الغاز الصخري بمعامل. $\frac{86}{26}$ = 3.3 بالنسبة للغاز التقليدي. بمعنى آخر من أجل معدل تحيين ب 10% ، فإن المستثمر وبنفس مستوى المردودية، يستثمر 3,3مرات أكثر في بئر للغاز الصخري منه في بئر للغاز التقليدي ، وبنفس مستوى الإنتاج الإجمالي. إن الاسترجاع السريع للاستثمار في عمليات الحفر عن الغاز الصخري، يعتبر عامل حاسم لتطويره في الولايات المتحدة الأمريكية التي تستعمله . أنظر الشكل السابق رقم (04).

حسب مكتب الدراسات الأمريكية IHS، في الولايات المتحدة الأمريكية تتراوح تكاليف الاستثمار (الحفر والتكسير، الربط.....إلخ) ما بين 3-12 مليون دولار بمتوسط 6,6 مليون دولار للبئر الواحد، منها 32% لعملية الحفر، 56% لعملية التكسير الهيدروليكي، 12% للمعدات ونقل الغاز. إن التمركز الجغرافي للآبار، يسمح باستخدام أمثل لمعدات الحفر والتكسير، كما أن تكاليف الحفر و التي عادة ما تكون أكبر من تكاليف الآبار التقليدية، مع أن التكسير الهيدروليكي أقل كلفة من استخراج الغاز المائي، لأن تكاليف هذا الأخير أكبر من تكاليف الحفر الأرضية.

من جهته يعترف قانون المناجم الأمريكية بملكية الأرض وما تحت سطح الأرض لمالكيها، كما أن القائمين بعملية الحفر لديهم امتيازات ضريبية جد هامة والتي تسمح لهم من خلال الإهتلاك المتسارع (السنة التي تلي عملية الحفر) أن يتجنبوا الضرائب على الأرباح التي يجنونها من خلال عملية الحفر للتنقيب عن النفط والغاز.أي أن آبار الغاز الصخري تحتوي على تدفق أولي أكبر منها في الآبار التقليدية، ويمكن إيجاد مردودية صناعية في هذه الدولة، بالرغم من أن الإنتاج الإجمالي أقل بكثير من أغلب الآبار التقليدية التي تتطلب لاستغلالها الكامل عشرات السنين.[19]

فلو افترضنا مثلا تكلفة الحفر المتساوية، فإن حفر آبار الغاز الصخري ذات إنتاجية إجمالية ب 50مليون متر مكعب، بتدفق أولي يقدر ب25 مليون متر مكعب، فإنه يوفر نفس مردودية البئر التقليدي بإنتاجية إجمالية تقدر ب 200 مليون متر مكعب، ولكن بتدفق سنوي أقل بخمس مرات، ولكن المسألة المطروحة حاليا، هي حالة تدني قيمة العقارات والتي بدورها تؤدي إلى تدهور الطلب على الغاز، لدى يجب التأكد من أن المستثمرين يستثمرون في تمويل مشاريع الحفر للغاز الصخري بنفس الوتيرة المطلوبة للحفاظ على الإنتاج أم أن معظمهم سينوع في مشاريعه مثلما حدث في الولايات المتحدة الأمريكية،حيث لوحظ وبسرعة انهيار معتبر في إنتاج الغاز الصخري.

2-3-1-تحليل إنتاج آبار الغاز الصخري في الولايات المتحدة الأمريكية:

أ- معدل الإنتاج في الشهر الأول:

فيما يلي الخصائص المشتركة لمختلف آبار الغاز الصخري:

- ✓ نفادية منخفضة (آبار تتراوح بين مئة ألف و مليون مرة أقل نفاذية من الآبار التقليديةTOTAL)2011( ).
- ✓ حجم هائل من الغاز الصخري المستخرج مقارنة مع الغاز التقليدي المستخرج.
- ✓ قاعدة تكوين صخرية هائلة.

يتم حفر عادة آبار للغاز الصخري من أجل زيادة الاتصال بين الجيوب الغازية والآبار. إذ يتم إنجاز تشققات باستخدام تقنية التكسير الهيدروليكي، لكن الملاحظ أن الحجم الإجمالي المتاح من الغاز الصخري لا تزال متواضعة إذا ما قارناها بآبار الغاز التقليدي، كما أن معدل الإنتاج الأولي لآبار حفر الغاز الصخري هي أقل ارتفاعا بكثير من آبار حفر الغاز التقليدي. بالإضافة إلى أن الشركات الغازية تسعى إلى تطوير وقبل كل شيء الأجزاء الواحدة من التكوينات.إن الآبار العمودية المحفورة في التكوينات الصخرية لحقل بارنتBarrnet

الأمريكي تنتج عادة 700.000 متر مكعب للشهر الواحد خلال أول شهر كامل من الاستغلال، لينخفض الإنتاج بعده إلى معادل يقارب 400.000 متر مكعب شهريا للآبار الحديثة، في حين أن معدلات الإنتاج في الآبار الأفقية لحقول بارنت من الغاز الصخري فيبلغ حوالي 1,4 مليون متر مكعب شهريا.

ب- الحجم العادي للإنتاج:

إن الضغط الأولي بعد عملية التكسير الهيدروليكي أعلى بكثير من الضغط الطبيعي للبئر، إلا أنه وبعد التكسير يتناقص، مما يؤدي إلى تفريغ المياه المستعملة التي تحتوي على جميع المكونات المشتقة، ملوثة بذلك الغاز الطبيعي نفسه، وهذا راجع أساسا إلى التدفق الكبير للغاز مقارنة مع حجم البئر، الشيء الذي ينتج عنه انخفاض سريع للضغط بعدها، يليه انخفاض للإنتاج. وفي الوقت الذي تشكل فيه حقول الغاز التقليدي انخفاض سنوي بنسب مئوية قليلة، فإن انخفاض إنتاج الغاز الصخري يكون بنسب مئوية مرتفعة شهريا، وبتحليل تاريخ العديد من مواقع استغلال الغاز الصخري الأمريكية، يتجلى لنا انخفاض معدلات الإنتاج بشكل أكبر منه في الآبار التقليدية، إذ يصل انخفاض إنتاج الغاز الصخري عادة من 50-60% فأكثر خلال السنة الأولى، وأوضحت التجارب أن الانخفاض قد يصل إلى حدود 85% في العام الأول و40% في العام الثاني وهكذا.[20]

3- أهم شركات التنقيب عن الغاز الصخري في الجزائر:

تتميز الشركات متعددة الجنسيات عن الشركة الوطنية من الناحية القانونية و الناحية الاقتصادية، إذ تخضع الشركة الوطنية إلى نظام قانوني واحد هو تشريع الدولة،مثلما هو الحال بالنسبة إلى شركة سوناطراك الوطنية،عكس الشركات متعددة الجنسيات التي لا تخضع إلى قانون واحد .أما اقتصاديا فإن الشركة الوطنية تتكيف مع لاقتصاد الوطني لبلدها، في حين الشركات متعددة الجنسيات لا تفكر بالاستثمار في بلد م اقبل القيام بدراسة مستفيضة لأوضاعه الاقتصادية.[21]

3-1- أنشطة شركات التنقيب عن الغاز الصخري في الجزائر:

ان أهم الشركات التي لديها تراخيص للتنقيب عن الغاز الصخري في الجزائر حاليا هي رواياالداتش شال Royal Dutch Shell، و شركة أوني Eni، و تاليسمانTalisman، إذ بدأت شركة أوني Eni بالفعل في مرحلة الستكشاف، كما قامت شركة سونطراك بحملة من الاتصالات مع شركة غازبرومGasprom، و لوك أويلLukoil، اللذين قدما مناقصات لاستكشاف و تطوير بعض الحقول في الوطن، والتي منها حقول الصخر الزيتي، كما وقعت شركة سونطراك كذلك عقود تعاون، لدراسة و تقييم امكانيات الغاز الصخري و سوائل الغاز بالشراكة مع كل من شركة أوني Eni، و تاليسمانTalisman، و رواياالداتش شال Royal Dutch Shell، وكذا أنادارکو Anadarko.

أما عن نتائج هذه الدراسات في اطار عقود التعاون فقد ظهرت خلال 18 شهرا بدءا من جانفي 2014.

تهدف هذه الدراسات الى تحديد الاحتياطيات القابلة للاسترجاع من الآبار المدروسة، و بالاضافة الى ذلك، فإن شركة إكسون موبيل Exon Mobil، يعتقد أنها قد أبرمت إتفاق مع شريك جزائري لبدء عمليات التنقيب، أما فيما يخص شركة ستات أويلStatoil و شركة ريبسوRepsolفقد قاما هما أيضا بدراسات جيولوجية لخصائص و مكامن الغاز الصخري في الجزائر[22].

يلخص الجدول التالي أهم الشركات التي تشارك حاليا في أعمال التنقيب عن الغاز الصخري في الجزائر:

جدول (2): أهم شركات التنقيب عن الغاز الصخري في الجزائر

الشركـــــــة	طبيعـــــة النشـــــاط
روايالداتش شال Royal Dutch Shell	-عقد تعاون مع شركة سونطراك، ورخصة تنقيب بفائدة 19%، الرخصة لحوض إليزي و غدامس، أما أصحاب المصلحة الآخرين فهما ستات أويلStatoil (30 % المشغل) و سونطراك 51 %.
شركة أوني Eni	-عقد تعاون مع شركة سونطراك، ورخصة تنقيب، وقد بدأت عملية التنقيب فعلا.
شركة تاليسمان Talisman	-عقد تعاون مع شركة سونطراك، ورخصة تنقيب.
شركة أنادارکو Anadarko	-عقد تعاون مع شركة سونطراك.
شركة ستات أويل Statoil	-مشغل بنسبة فائدة 30 % لرخصة الحفر في حوض إليزي-غدامس، أما أصحاب المصلحة الآخرين فهما روايالداتش شالRoyal Dutch Shell 10%، و شركة سونطراك 51 %.
شركة سونطراك Sonatrach	51 %فائدة لرخصة تنقيب في حوض إليزي-غدامس، أما أصحاب المصلحة الآخرين فهما روايالداتش شال Royal Dutch Shell 10%، و ستات أويلStatoil 30 %.

Source : MokhtarOtmani et FaycalLoucif : **" Renewable Energies and Shale Gas in Algeria, between fact and perspectives"**, op-cit p14,15**.**

3-2- احتياطيات الجزائر من الغاز الصخري

3-2-1موارد الغاز الصخري القابلة للاسترجاع تقنيا في الجزائر

حسب الدراسات التي شملت تشكيلات صخور السيلوري و الفراسني لمجموع الأحواض الصحراوية الجزائرية، فقد سجلت من 2650-10585 تريليون قدم مكعب من الغاز المؤكد، ما يعادل 10-40% من مجموع كميات الغاز.

يتراوح معدل الاسترجاع في حقول بارنت الأمريكية، من 20-50% في حين يصل إلى 30% في حقول صخر هايسنفيل، و 20-40% في حقول مارسيلوس.و على سبيل المقارنة فإن الموارد القابلة للاسترجاع تقنيا(TRR ressources techniquement recuperables من الغاز الصخري بلغت 665 تريليون قدم مكعب في الولايات المتحدة الأمريكية EIA عام 2013.[23]

أما الموارد القابلة للاسترجاع تقنيا TRR في الجزائر فيوضحها الجدول التالي:

جدول (3): الموارد القابلة للاسترجاع تقنيا من الغاز الصخري في الجزائر

الحقـــل	الغاز (تريليون قدم مكعب)	سوائل الغاز
آحنـــات	1902	-
تيميمـــون	1925	-
بشـــار	53	-
بركيـــن	954	215
إليـــزي	106	33
مجموع الغاز الموجود	**4940**	**248**

Source : Mohamed Kaced : « Le Potentiel Shale Gas en Algerie », Journees d'etudes « Tight& Shale Reservoirs », Sheraton Alger, institut Algerien du pertrole, Sonatrach, 17-18 Septembre 2013, p18

إن إجمالي موارد الغاز الموجود، و المتواجدة في المناطق المحتملة بأحواض آحنات، تيميمون، بشار، بركين، و إليزي، و التي كانت محل دراسات معمقة، هي على التوالي 1902+1925+53+954+106، أي مجموع يقارب 4940 ترليون قدم مكعب.

وبتطبيق معدل استرجاع TRR ب 15 % فإن إجمالي الموارد الممكن استرجاعها من الغاز الصخري في كل من أحواض آحنات، تيميمون، بشار، بركين، و إليزي، يقدر ب 707 ترليون قدم مكعب[24].

3-2-2- أهم دراسات تقييم الغاز الصخري في الجزائر.

يبين الجدول التالي أهم الدراسات التي تناولت حجم تقديرات الغاز الصخري في الجزائر:

جدول (4) أهم دراسات تقييم الغاز الصخري في الجزائر

الدراسة	التقديرات	التاريخ	ملاحظات
-وود ماكنزي Wood Mackenzie	529 ترليون قدم مكعبمن تشكيل صخر السيلوري فقط	سبتمبر 2009	-هذه الدراسة تأخذ بعين الاعتبار تشكيلات صخر السيلوري فقط، والذي يمتد على مساحة كلية تقدر ب 26452 ميل مربع (68000 كم مربع)، و في كل ميل مربع يوجد 20 مليار قدم مكعب من الغاز.
-بيترونال Petrenel (Jessica Hill & Stewart Whilesey	3954 ترليون قدم مكعب من تقديرات الغاز الصخري المحتملة	أفريل 2010	-نتائج هذه الدراسة أقرت بوجود 3954 ترليون قدم مكعب من تقديرات الغاز المحتمل في تشكيلات الصخر السيلوري و الديفوني في الجزائر.
-ديقولييرماكنوغطونDegdolyer&Macnaughton	3409 ترليون قدم مكعب منها 644 ترليون قدم مكعب القابلة للاسترجاع تقنيامن تشكيل صخر السيلوري فقط	ديسمبر 2010	-دراسة تقييمية لإجمالي أحواض الجزائر، بالإعتماد على أساليب إحصائية فيما يخص تشكيلات الصخر السيلوري.
-وكالة الطاقة الأمريكية EIA 2013	3419 ترليون قدم مكعب من الغاز الموجود منها 707 ترليون قدم مكعب من المواد المحتمل إسترجاعها تقنيا	جوان 2013	-3419 ترليون قدم مكعب من الغاز الموجود، مع تقدير 707 ترليون قدم مكعب من المواد الممكن إسترجاعها تقنيا، من خلال ضخرتين أم رئيسيتين السيلوري و الديفوني.

Source : Mohamed Kaced : **« Le Potentiel Shale Gas en Algerie », Journees d'etudes « Tight& Shale Reservoirs »,** Sheraton Alger, institut Algerien du pertrole, Sonatrach, 17-18 Septembre 2013, p19

المحور الثاني: الانعكاسات البيئية لاستغلال الغاز الصخري في الجزائر:

أكدت العديد من الدراسات الدولية التي أجريت حول مخاطر استعمال تقنية التكسير الهيدروليكي في استخراج الغاز الصخري، إلى تسببها في كوارث و أخطار بيئية كبيرة، سنستعرض فيما يلي أهمها:

أولا- مخاطر التكسير الهيدروليكي:

بعد العشرية الماضية لاستخراج الغاز الصخري في الولايات المتحدة الأمريكية، تم تحديد عدة مخاطر بيئية لعملية التكسير الهيدروليكي في استخراج الغاز الصخري بفضل الدراسات العلمية المتراكمة، ومن بين هذه الأخطار الخطر المحتمل لتسرب الإشعاعات من الصخرة الأم، و خطر التلوث المحتمل لمياه الشرب بغاز الميثان والمواد الكيميائية المستعملة في التصديع، وهي أهم الانتقادات التي وجهت إلى تقنية استخراجه[25].

1- تلويث المياه والتربة:

1-1-تلويث طبقات المياه الجوفية والمساحات المحيطة ببئر الاستغلال:

✓ **تسربات آبار الاستغلال:**

يعتبر بئر الاستغلال القناة الرئيسية لاسترجاع سوائل التكسير نحو سطح البئر، و نظرا لأسباب فيزيوكيميائية، فإن نوعية اسمنت الآبار في حوضي تيميمون وعين صالح لم ترقى إلى المستوى المطلوب، مما قد ينتج عنه تسربات للغاز من طبقات الإسمنت النفادة. و في حالة الغاز الصخري فإن 85-90% من الإحتياطيات الغير مسترجعة، ة التي إمتزجت مع 20-40% من سوائل التكسير الهيدروليكي ستبقى محبوسة في الصخرة الأم، ومع مرور الوقت، و بعد إنتهاء فترة الإنتاج، فسيكون لها ضغطا كبيرا و فوريا على البئر، مما يؤدي إلى حدوث تلوثات هائلة.

إن الإستغناء عن آبار الغاز الصخري يتقرر عندما يصبح مستوى الإنتاج اليومي لا يحقق أي مردودية و يصبح بذلك خطر إنشقاقات الإسمنت و التسربات العمودية لغاز الميثان، و مزيج التكسير الملوث كارثة لا يمكن تجنبها.

لقد أثبتت دراسة شلومبرجرSchlumberger سنة 2003، والتي 15000 بئرا للغاز الصخري في العالم، أن 5% من الآبار المنتجة كانت لها تسربات ملوثة، و أن 50% من تلك الآبار كانت لها تسربات بعد 15 سنة من إيقاف الإنتاج، فالدراسة أثبتت أنه على المدى الطويل (20-25 سنة)، كل الآبار ستسمح بتسرب سوائل التكسير نحو السطح، و أيضا داخل التربة، و بالتالي المياه الجوفية.

في الجزائر، و باعتبار استغلال الغاز الصخري له تكاليف جد مرتفعة، ومعدلات نجاح جيولوجية و اقتصادية منخفضة لهذا المشروع، فإن حجم الآبار التي يمكن حفرها سيكون محدودا، وليس له أثر يذكر على البيئة.

✓ **تلويث المياه الجوفية نتيجة التكسير الهيدروليكي:**

إن خطر التلوث المباشر للمياه الجوفية بعملية التكسير الهيدروليكي، قسم آراء المختصين إلى رأيين، فالرأي الأول يرى أنه خطر ضعيف نسبيا نظرا إلى الطبيعة الجيولوجية للمنطقة، في حين يرى الرأي الآخر أن تهديد تقنية التكسير الهيدروليكي لتلوث المياه الجوفية لا يمكن تفاديه.

1-2-التكسير الهيدروليكي و مساحات الأراضي:

يعتبر التكسير الهيدروليكي حاليا التقنية الأكثر إستعمالا في إستكشاف و إستغلال الغازات غير التقليدية، فهي تقنية تهدف إلى إنشاء تشققات صغيرة في التكوينات الجيولوجية قليلة النفادية، عن طريق حقن مزيج من سوائل كيميائية تحت ضغط جد عال، و عادة ما تكون مياه الخليط ممزوجة بنوع خاص من الرمال لمنع غلق تلك التشققات عند انخفاض مستوى الضغط، و لزيادة فعالية التكسير الهيدروليكي، يتم إضافة تلك المواد الكيميائية للمياه.و بالاعتماد على الخبرة المكتسبة في أمريكا الشمالية، أين تستعمل تقنية التكسير الهيدروليكي بكثرة في إستخراج الغاز الصخري، فإن سونطراك و شركائها الأجانب سيطبقون هذه التقنية في أماكن مختلفة في الجزائر لإستخراج الغاز الصخري، بدءا من الصحراء الجزائرية و بعيدا عن الأنظار.[26]

و بملاحظة الاستغلال الحالي للغاز الصخري في الولايات المتحدة الأمريكية، أين يظهر متوسط الآبار ب 2-6 آبار لكل كلم مربع، وكل بئر تحتل مساحة 1.5-2 هكتار أثناء عملية الحفر و التكسير، و مساحة 09-1.2 هكتار في مرحلة الإستغلال، كما يجب إضافة مساحات طرق الإيصال و التي تحتل حوالي 2 هكتار لكل كلم مربع، إذن يمكن القول أن 4-20% من مساحات الأراضي سيتم استخدامها لكل عملية حفر، منها 2-6% سيتم خسارتها نهائيا بالنسبة للأنشطة الأخرى.

تؤدي عملية استخراج الغاز الصخري إلى انعكاسات كبيرة في تقليص مساحات الأراضي على حساب الأراضي الزراعية و العمرانية، و إلى انعكاسات سلبية على الجذب السياحي في المناطق المعزولة من السكان.

1-3-التكسير الهيدروليكي و تسيير المياه:

تتطلب عملية التكسير الهيدروليكي كميات معتبرة من المياه لكل بئر من الغاز الصخري، يتراوح حجمها ما بين 10000 و 20000 متر مكعب، و التي تكفي لسد حاجيات 500 ساكن، على مساحة عمرانية تقدر ب 5-10 هكتارات، و يتم مزج هذه المياه ب 100-150 طن من المواد الكيميائية المختلفة، و حوالي 1000-1200 طن من الرمال. إن تجهيز مساحة 10 كلم مربع من آبار الغاز الصخري، يتطلب إذن توفير 200000-1200000 متر مكعب من المياه، و حوالي 2000-9000 متر مكعب من المواد الكيميائية، و تقريبا 72000 طن من الرمال، و هو الشيء الذي يقتضي توفير المئات من الشاحنات، و التلوث الذي يصاحبها من ضوضاء، تلوث هوائي، تدهور الطرقات، إنبعاثات غاز co2، وغازNox...و غيرها.

إن كميات كبيرة من المياه التي تم حقنها في باطن الأرض أثناء عملية التكسير، سوف تتعرض بفعل عوامل عديدة كالمياه، الحرارة، الضغط، المواد الكيميائية، إلى تفاعل فيما بينها و على مراحل، مشكلة بذلك في الأخير مواد جديدة جد سامة. أما عن المياه المسترجعة من البئر بعد عملية التكسير، فإن جزء من المزيج سيصبح على شكل وحل (100-125 متر مكعب للبئر الواحدة)، و تكون ملوثة بالمئات من المواد الكيميائية الممزوجة بها، و بالأملاح المعدنية المختلفة التي تلتصق بها أثناء مرورها بالصخرة الأم.

إن المئات من المواد الكيميائية المستعملة في عملية التكسير، و التي يعد معظمها ساما و مسرطنا، هي ملوثات قد تتسلل إلى طبقات المياه الجوفية، و تلوث المياه الموجهة للإستهلاك، كما أن المياه المستعملة التي تصعد إلى السطح، محمل بالأملاح المعدنية و الغاز، تطرح التساؤل حول إمكانية معالجتها، خاصة ما تبخر منها، و الذي يحتوي على غازات خطيرة على صحة الإنسان (خصوصا الهيدروكربونات المسرطنة)، فقد لوحظ في الولايات المتحدة الأمريكية، تسربات لغاز الميثان الذي مس طبقات المياه الجوفية، و الذي اختلط مع المياه المنزلية، كما حدث في ولاية بنسلفانيا الأمريكية التي تحتوي لوحدها على حوالي 80000 بئر، بمتوسط بئر واحدة لكل 1.5 كلم مربع، فالاستعمال الموضعي للمياه الباطنية أدى إلى جفاف العديد من هذه المياه الجوفية، و هذا ما يطرح إشكال المستقبل البيئي للمنطقة.

إن التلوث قد يحدث نتيجة تسربات الغاز و مزيج سوائل التكسير عبر تصدعات و شقوق في طبقات الإسمنت و الفولاذ، التي يبنى بها البئر، كما أن عملية التصديع قد تؤدي إلى حدوث هزات أرضية، كما أن عمليات نقل و التخلص من فضلات المياه المستعملة في وسط الصحراء الجزائرية بعيدا عن كل رقابة، قد يشكل مصدرا خطيرا لتلوث التربة، و باطن الأرض، و البيئة عموما، و الصحة البشرية خصوصا.

2-الغاز الصخري في الجزائر و تلويث الهواء:

2-1-التلوث المباشر: ويكون عن طريق:

- ✓ تبخر المواد الكيميائية الممزوجة بسوائل التكسير في مختلف مراحا إنتاج الحقول، و من بين ملوثات الهواء نذكر، الهيدروكربونات les composés organiques volatils(COV) ، مثل غاز البنزين Benzene، غاز Nox، Sox، O3،....و غيرها.
- ✓ تسربات الغازات على مستوى آبار الاستخراج، و عند نقلها في أنابيب الغاز.
- ✓ تسربات غاز وقود الشاحنات
- ✓ تبخر المواد الكيميائية الممزوجة مع أوحال الحفر للآبار.

2-2-تلوث غير مباشر: و يكون عن طريق:

- ✓ تسربات غاز الميثان CH4، و التي قدرت حسب بعض الدراسات بحوالي 6%، هذا الغاز الذي يعتبر من غازات الاحتباس الحراري، قد تجاوز ب 20% الغازات الناتجة عن الفحم، كما أنه يتجاوز غاز ثاني أكسيد الكربون بحوالي 22 مرة.[27]

إن الدراسات التي كانت حول مياه الصرف الصحي الناتج عن التكسير الهيدروليكي، قد أثبتت تواجد مواد جد خطيرة على الصحة العمومية وعلى البيئة، والجدول التالي يبين أهم هذه الملوثات.

جدول رقم (5): أنواع ملوثات التكسير الهيدروليكي

نــوع الملوثــات	أمثلــة
الغازية	-الهيدروكربونات (الميثان و الإيثان)-غاز ثاني أكسيد الكربون (CO2)-سولفاط الهيدروجين (H2S)-الديازوث (N2) -الهيليوم (HE)
الملوثات ذات الأثر السام	- الزئبق (HG)-الرصاص (PB)-Arsenic (AS)
المواد المشعة	-إشعاع (Ra 226)-إشعاع (Rn 222)-الثريوم (Tn 232)-اليورانيوم (U 235)
المركبات العضوية	-حمض الكربوكسيليك-الهيدروكربونات-البوليسكليك (HAP)-المركبات العضوية (COV)

Source: Ladjel segni: **« Les impacts sur l'environnement des activités d'extraction de gaz de schiste »,** rapport du Laboratoire de Génie des Procédés, universite de Ouargla,12 fevrier 2015, page 21.

3-أثر استخراج الغاز الصخري على الصحة العمومية:

إن الأشخاص المعرضين لمخاطر استخراج الغاز الصخري، هم خاصة العاملون في حقول و آبار الاستغلال، أين ترتفع مستويات التلوث، كما أن خطر تعرض الإنسان إلى مخاطر المواد الأولية سواء عن طريق الهواء أو استهلاك مياه الشرب الملوثة شيء جد محتمل، و فيما يلي أخطر المواد الكيميائية، و آثارها على صحة الإنسان.

3-1-أخطر المواد الكيميائية المستعملة في التكسير:

- ✓ البنزين (Benzene): مادة سامة على صحة الإنسان، قد تعمل على تدمير الخلايا الحمراء في جسمه مسببة مرض فقر الدم، أو على صفائح الدم مما يتسبب في تخثره coagulation، و خاصة لها آثار خطيرة على كريات الدم البيضاء، إذ قد يتسبب في حدوث سرطان الدم.
- ✓ مادة الفورالدهيول، Foraldehyole: قد يتسبب في أعراض حساسية جلدية، عند الإنسان، وقد تصل أحيانا إلى تطوير سرطان الدم.
- ✓ مادة أكسيد الإيتيلانL'oxide d'ethylene : من مسببات مرض سرطان الدم.
- ✓ مادة الأكريلاميد L'acrylamide: لها أثر في إتلاف الأعصاب، وقد تكون مسببة للسرطان.
- ✓ مادة السيليسكريستالين La silice sristalline (SIO2): والتي قد تكون بعدة أشكال، لها تأثيرات على الرئة و الأمراض التنفسية، و في بعض الأحيان قد تؤدي إلى حالات السرطان.
- ✓ حامض السلفيريك L'acide sulfirique: المركز منه قد يكون كذلك مسرطن.

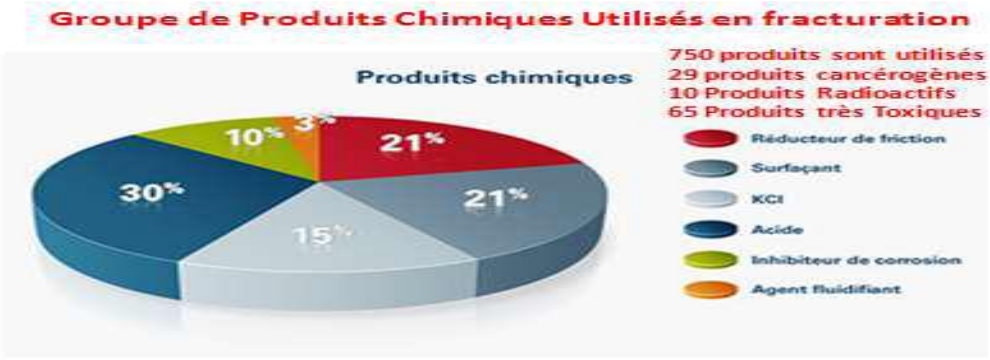
3-2-الأضرار الصحية الناتجة عن استخراج الغاز الصخري:

تبين الدراسات التي أنجزت في الأكوادور، أن 5000 شخص قاطنين قرب آبار استغلال الغاز الصخري، على بعد 200 متر، كانوا معرضين لمخاطر معتبرة للملوثات الكيميائية، إذ ظهرت هناك أعراض صعوبة التنفس، الحساسية، آلام الرأس، نزيف الأنف، تشنجات عضلية، حالات دوار، إسهال، و هو ما دفع بالمصالح الصحية إلى إجراء تحاليل للهواء، ثم تحاليل الدم، لتظهر النتائج فيما بعد نتائج تحاليل أكبر من المستويات الطبيعية، كما سجل موت الكثير من الحيوانات، و أعداد كبيرة من الطيور.

لقد إقترح المحققون أكثر من 70 اقتراح، قصد التقليل من هذه الآثار، إلا أن هذا التقرير لم يفصل فيه بعد بسبب رفض مؤسسة استخراج الغاز الصخري، لنتائج هذا التحقيق، و التشكيك فيه.

كما تلتها دراسات أخرى، أهمها دراسة جامعة ميسوري، و التي أكدت الآثار السامة لهاته المواد الكيميائية المستخدمة.[28]

شكل (5) أهم المواد المستعملة في التكسير الهيدروليكي.



Source : Ladjel segni: **« Les impacts sur l'environnement des activités d'extraction de gaz de schiste »,** op cit, page 20 .

يظهر من خلال الشكل أعلاه أن 750 من هذه المواد الكيميائية هي مواد مستعملة، و أن 29 منها تصنف ضمن المواد الكيميائية المسرطنة، بالإضافة إلى 10 من المواد المشعة، في حين تعتبر 65 منها ضمن قائمة المواد جد السامة.

الخاتمة:

على ضوء المعلومات و المعطيات التي تناولناها في دراستنا لهذا الموضوع، توصلنا إلى أن موضوع الغاز الصخري من الموضوعات الساخنة ، التي طرحت على طاولة المناقشات الحكومية الجزائرية ، هذه الأخيرة التي و عدلت قانون المحروقات في فيفري 2013، المتضمن لاستغلال الموارد غير التقليدية، و انقسم البرلمان إلى أغلبية معارضة، و حكومة مؤيدة لهذا المشروع.

يكمن الإشكال في استغلال الغاز الصخري في تقنية التكسير الهيدروليكي المتبعة في استخراجه، اذ بالإضافة إلى تعقد تكنولوجياتها و هيمنة الولايات المتحدة الأمريكية المتحكمة بها، فان لها عدة انعكاسات بيئية و صحية على المجتمع، دون ان ننسى كونها تقنية جد مكلفة للجزائر.

تعد الجزائر من بين أكبر الدول المنتجة للغاز الطبيعي و ثاني أكبر منتج للنفط في إفريقيا، كما تحتل المرتبة الثالثة عالمياً من حيث مخزونها الهائل من الغاز الصخري، كلها مقومات جعلت منها وجهة مقصودة من قبل الشركات المحلية و الأجنبية المهتمة بالاستثمار في مجال المحروقات المربحة.

بالرغم من أن الاستغلال التجاري للغاز الصخري في الجزائر لن يكون ممكنا قبل عام 2022 ، تسبقه المرحلة النموذجية للاستغلال غاية 2019، حسب إحصائيات سونطراك، إلا أنه لا يزال قيد جدل كبير و لقد تزامنت عمليات الحفر التقييمية للغاز الصخري في الجزائر باحتجاجات شعبية مناهضة له.

- **نتائج البحث:**

في ضوء ما تقدم من الموضوع توصلنا الى جملة من النتائج نلخصها في الآتي:

- ✓ تحتوي الجزائر على احتياطيات واسعة من الغاز الصخري تفوق 707 ترليون متر مكعب، متربعة على المرتبة الثالثة عالميا، و يمكن استخراج الغاز الصخري على المدى البعيد، في بعض المناطق الصحراوية الغير مأهولة بالسكان مثل منطقة عين صالح و حوض اليزي، إلا أن صعوبة الفهم الكامل للخصائص الجيولوجية في الأحواض الصخرية للغاز يؤدي إلى حالة عدم التأكد من تقديرات الاحتياطيات منه في الجزائر.
- ✓ يعتبر كثيرون الغاز الصخري هو غاز نظيف بيئيا، نسبة إلى مساهمته الضئيلة في ظاهرة الاحتباس الحراري مقارنة بمصادر أخرى للطاقة، إلا أن الدراسات اثبتت عكس ذلك على المدى الطويل، خاصة نسبة الى غاز الميثان الأكثر فتكا من غاز ثاني أكيد الكربون.
- ✓ عدم توفر الملكية الخاصة لحقوق المعادن الجوفية في الجزائر عكس الولايات المتحدة الأمريكية.
- ✓ غياب البنى التحتية لأماكن استغلال الغاز الصخري.
- ✓ بلغت الولايات المتحدة الأمريكية مستوى إنتاج يقدر 50% من الغاز الصخري بالاعتماد على التكنولوجيا المتطورة و الخبرة الواسعة و الموارد البشرية المؤهلة، و التي تفتقر إليها الجزائر، إذ تتوفر الولايات المتحدة الأمريكية على الصناعات الخدمية المكملة لصناعة الغاز الصخري، كما أن الشركات الأجنبية عادة ما يقودها حب الربح و تحقيق أكبر عائد، غير آبهة بالمخاطر التي تنجم عن استخراج هذا الغاز غير التقليدي على البيئة و على الصحة العمومية.

- **اختبار الفرضيات:**

وهنا يتم اختبار الفرضيات المطروحة سابقا كما يلي:

- ✓ **الفرضية الأولى:** حول الاحتياطات الهامة التي تحتوي عليها الجزائر من موارد الغاز الصخري فقد تأكد مع مطلع عام 2013، بتصنيف الجزائر من طرف الشركة البريطانية بريتش بتروليوم"BP"، في المرتبة الثالثة عالميا بعد كل من الصين و الأرجنتين، ضمن أكبر الاحتياطيات من الغاز الصخري، أغلب مصادرها متواجدة بالصحراء و تجسد ذلك في قرار الحكومة بتجربة نمودجية أولى للتنقيب عن الغاز الصخري في 2014 من جهة و تعديل جزئي لبعض مواد قانون المحروقات من جهة أخرى.
- ✓ **الفرضية الثانية:** التي ترمي إلى أن الاستفادة من استغلال الغاز الصخري في الجزائر مرهونة بالعديد من الضوابط البيئية، يتم قبولها حيث أنو من بين هذه الضوابط نذكر: تلويث الهواء و الماء و التربة، الناتج عن استخدام المواد الكيميائية المتفاوتة الخطورة في التكسير الهيدروليكي مما يضر بالصحة العمومية خاصة بالتأثير على نوعية مياه الاستهلاك و الشرب ، كما يتطلب استخراج الغاز الصخري، استعمال مساحات واسعة من الأراضي مما يؤدي إلى تقليص حجم الأراضي الزراعية و منافسة النشاط الصناعي و السياحي والعمراني، بسبب الخسارة الدائمة لهذه الأراضي، و عدم إمكانية استصلاحها بعد انتهاء عملية التصديع، و محدودية

المياه اللازمة في التصديع بالجزائر، اذ أن هذه العملية تتطلب استعمال كميات معتبرة من المياه العذبة تتراوح بين 10-20 ألف متر مكعب لكل بئر استغلال، وتقع مناطق استخراج الغاز الصخري في الجزائر بمناطق صحراوية بعيدة ووعرة و معروفة بالإجهاد المائي. بالإضافة الى أن الاستهلاك الواسع للمياه في التصديع يؤثر على منسوب المياه الجوفية، خاصة و أن الجزائر تتقاسم مياهها الجوفية مع كل من المغرب و ليبيا و تونس مما يطرح إشكالات جيوسياسية بينها. بالإضافة إلى ما سبق خطر الزلازل رغم كونه ضعيف نسبيا، وذلك بسبب التغيرات التي تسببها عملية التكسير الهيدروليكي على الهندسة الداخلية لطبقات الصخور و خطر الإشعاعات.

- **الإقتراحـات**

على ضوء النتائج السابقة كان تقديم جملة من الاقتراحات التي يمكن تلخيصها في الآتي:

- ✓ يجب تهيئة مناخ الاستثمار، و امتلاك التكنولوجيا المتطورة و النظيفة للغاز الصخري في الجزائر و هذا لن يتم إلا على المدى الطويل إذ قد يتجاوز 50 سنة.
- ✓ إن لجوء الجزائر إلى استغلال الغاز الصخري، يتطلب إطار قانوني صارم في مجال الحفاظ على البيئة و الصحة البشرية. و يجب على الحكومة إعادة مراجعة نظامها الجبائي و الضريبي للنفط و الغاز، قصد استقطاب الاستثمارات الأجنبية لتطوير تقنيات هذه الصناعة في الجزائر. كما يجب على الحكومة الجزائرية أن تتريث في قرار استخراج الغاز الصخري، حتى تتحكم في تقنياته و تقلل من سلبياته البيئية إلى أبعد مدى، و ذلك بإقامة شراكة مع الشركات الأجنبية المتحكمة في تكنولوجيا إنتاجه، و تقليل تكاليفه، و أخيرا حماية البيئة و الاستغلال الكفؤ للمياه.
- ✓ ضرورة إجراء دراسات من طرف الخبراء و المختصين لمناقشة إمكانية نجاح مشروع الغاز الصخري في الجزائر، و كذا التوقيت المناسب لذلك، و لن يتم ذلك من دون تشجيع البحث العلمي و الابتكار في مجال التنقيب و الإنتاج للغاز الصخري، مع ضرورة الاهتمام بتكوين إطارات و كفاءات بشرية قادرة على التحكم في استخدام تقنيات استخراج الغاز الصخري كإجراء دورات تكوينية و تبادل المعرفة مع الدول الأجنبية (خاصة أمريكا).
- ✓ وضع نظام تشريعي يضمن مكافأة ملاك الأراضي في حال تم استغلال الغاز الصخري المتواجد في باطن أراضيهم و تعويض السكان المجاورين لحقول الاستغلال.
- ✓ ضرورة تطوير طرق الاستكشافات لتحديد مواقع موارد الغاز الصخري في الجزائر و دقة تقديرها، وكذا نقل التكنولوجيا الحديثة للرفع من نسبة الاسترجاع في حقول الغاز الطبيعي التقليدي على حد سواء.

في الأخير لا يفوتنا إلا أن نقول بأن تطوير الغاز الصخري في الجزائر يجب أن يرافق جهود التنمية المستدامة و التي بدورها تقتضي تحقيق التوازن بين البعد الاقتصادي و الاجتماعي و البيئي، لإمكانية الاستفادة من استغلاله في الجزائر، و التي لن تتم إلا بضرورة تطوير تقنيات استخراجه الآمنة بيئيا و صحيا و اجتماعيا و التي تخدم اقتصاد الجزائر من جهة بخفيض تكاليفه الإنتاجية و زيادة كفاءته الاقتصادية، ومن جهة بضمان حق الأجيال المقبلة في بيئة نظيفة و صحية، و إلا فالأجدر بالجزائر أن تهتم بتطوير طاقاتها المتجددة كالطاقة الشمسية و الريحية، و بتنويع قطاعاتها الاقتصادية الأخرى و التي منها الزراعة و السياحة، بدل لجوئها إلى استغلال الغاز الصخري.

الهوامش و المراجع:

[1]مراد ناصر:"**التنمية المستدامة و تحدياتها في الجزائر**"،مجلة التواصل،جامعة باجي مختار،عنابة،العدد 26 جوان 2010، ص133.

[2]جبار سعاد و ماحي سعاد: "**الطاقة في الجزائر موارد و إمكانات**"، مداخلة، مقدمة إلى المؤتمر الدولي الأول :"**السياسات الاستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية و تأمين الإحتياجات الدولية** "،كلية العلوم الإقتصادية و التجارية و علوم التسيير، جامعة فرحات عباس، سطيف1، الجزائر ، 7 و 8 أفريل 2015، ص03.

[3]مباركي ابراهيم: "**ترشيد استخدام الطاقة وحماية البيئة لتحقيق التنمية المستديمة، دراسة مستقبلية، آفاق 2030**"، رسالة ماجستير، غير منشورة، فرع إقتصاد التنمية، كلية العلوم الاقتصادية، جامعة الحاج لخضر، باتنة، 2014، ص04.

[4]محمد أزهر سعيد السماك: "**اقتصاديات المواقع الصناعية و تقييم المشروعات و دراسة الجدوى** "، دار زهران للنشر و التوزيع، عمان، الأردن، 2009 ، الطبعة الأولى ، ص11.

[5] Etienne Amic et autres **: « L'énergie à quel prix ? les marchés de l'énergie »**, Edition technip, IFP publication, Paris, France, 2006, p65.

[6]مخلفي أمينة: " النفط و الطاقات البديلة المتجددة، و الغير متجددة"، مجلة الباحث، جامعة ورقلة، عدد 09، 2011، ص 221.

[7]كينيث سديفيس: "**ما بعد النفط**"، صباح صديق الدملوجي، المنظمة العربية للترجمة، الطبعة الأولى، لبنان ، الطبعة الاولى، يونيو 2009، ص 151.

[8]الموسوعة العربية: " **للمعرفة من أجل التنمية المستدامة**"، المجلد الأول، اللطبعة الأولى، الدار الغربية للعلوم ناشرون، بيروت، لبنان، 2006، ص .281.

[9]مخلفي أمينة :"**النفط و الطاقات البديلة المتجددة ، والغير منتجددة** "، مرجع سابق، ص 223.

[10]بوداح عبد الجليل :"**الطاقة النووية بين تحديات البيئة و آفاق الكفاءة الاقتصادية**– دراسة التجربة الفرنسية مع الانارة لحالة الجزائر "، مداخلة مقدمة إلى لملتقى العلمي الدولي الثاني : " **الطاقات البديلة ، خيارات التحول و تحديات الانتقال** "، جامعة أم البواقي، 2014-2015، ص3.

11الورقة القطرية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية ، مؤتمر الطاقة العربي العاشر، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة، أيام 21،23 ديسمبر 2014، ص 16.

[12]EIA, (2015) **« technically revovable shale oil and shale gas resource** », Independent Statistics & Analysis, September 2015, p 9.

[13]EIA**,**(2015) **"technically recovable shale oil and shale gas resources", op-cit**, pp 9, 10.

[14] Mokhtar Otmani et FaycalLoucif, (2014) :**" Renewable Energies and Shale Gas in Algeria, between fact and perspectives",** Colloque sur : « Les politiques d'utilisation des ressources énergétiques : entre les exigences du développement national et la sécurité des besoins internationaux », université de Sétif 1, 2014, p1.2.

[15] Claude Bébéar : **« Gaz de schiste comment avancer »**, rapport, institut Montaigne, Paris, Juillet 2014, pp 30-40

[16] Coulon Cécile et Monin Pierre ; **« la pollution atmosphérique induite par l'exploitation du gaz de schiste »**, atelier du cerces centre d'enseignement et de recherches sur l'environnement et la société environnemental research and teachnig institute, erti, ens école nationale supérieure, Paris , 1er semestre 2015, p13.

[17] Coulon Cécile et Monin Pierre ; « **La pollution atmosphérique induite par l'exploitation du gaz de schiste »**, op-cit, p14.

[18] Benjamin Dessus : **« Que penser de l'affaire des gaz de schiste »**, les cahiers de Global chance, No33, France, Mars 2013, pp 97,98

.

[19] Benjamin Dessus : **« Que penser de l'affaire des gaz de schiste »**, op-cit p 98, 99.

[20] Stefan Lechtenbohmer : **« L'incidence de l'extraction de gaz de schiste et de pétrole de schiste bitumineux sur l'envionnement et la santé humaine**" , etude, Direction generale des politiques internes, Bruxelles, Belgique, Juin 2011 ,p p 72,73.

[21]محمد مدحت غسان،" (2013)**الشركات متعددة الجنسيات وسيادة الدولة**."،دار الراية للنشر و التوزيع،عمان،الأردن،الطبعة الأولى، ص 181.

[22]Mokhtar Otmani et Faycal Loucif, (2014) : **" Renewable Energies and Shale Gas in Algeria, between fact and perspectives"**, op-cit, pp13-15 .

[23]Mohamed Kaced, (2013) **« Le Potentiel Shale Gas en Algerie** », Journees d'etudes « Tight & Shale Reservoirs », Sheraton Alger, institut Algerien du pertrole, Sonatrach, 17-18 Septembre 2013, p18

[24]Mohamed Kaced , (2013) **« Le Potentiel Shale Gas en Algerie** », Journees d'etudes « Tight& Shale Reservoirs »,op-cit, p18

[25]Jacques AMBROISE et Jean Marc SEREKIAN, (2014)**,« Gaz de schiste le choix dupire-La grande guerre à l'ère du déclin pétrolier »**, Edition Sang de la Terre, Paris, France, Octobre 2015, pp 198,199.

[26]Mohammed Said BAGHOUL: **« Quelques aspects techniques, environnementaux et économiques concernant la fracturation hydraulique»**, rapport sur "l'experience d'exploitation du gaz de schiste et la fracturation hydraulique", rapport, Tamenrasset, février 2015, pp 7 : 9.

[27]Mohammed Said BAGHOUL, **«Quelques aspects techniques, environnementaux et économiques concernant la fracturation hydraulique»,** op-cit, pp 9 :11.

[28]Mohammed Said BAGHOUL, **«Quelques aspects techniques, environnementaux et économiques concernant la fracturation hydraulique»,** op cit, pp 12,13.