مجلة الاقتصاد الدولي والعولمة

Journal of International Economy and Globalization

# الإستثمار في الغاز الصخري في الجزائر بين المنافع الاقتصادية والأضرار البيئية

# Investing in Shale Gas in Algeria Between Economic Benefits and Environmental Damage

د.نبيل بن مرزوق♦، المركز الجامعي لتيبازة –مرسلي عبد الله، الجزائر

د.الصادق زوين، جامعة البليدة 2 ، الجزائر.

د.صالح سراي، جامعة محمد البشير الابراهيمي، برج بوعريريج، الجزائر.

| تاريخ الإرسال: 2020/11/01 | تاريخ القبول: 2020/11/22 | تاريخ النشر: 2020/12/01 |
|---|---|---|

| الكلمات المفتاحية | الملخص |
|---|---|
| الطاقة؛ البيئة؛ الغاز التقليدي؛ الغاز الصخري؛ الاستثمار في الغاز الصخري. | تهدف الدراسة إلى تسليط الضوء على الدوافع الاقتصادية التي توجّه الجزائر نحو استغلال الغاز الصخري رغم الآثار السلبية التي تلحق بالبيئة، حيث قمنا بطرح الإشكالية التالية: ما هي المبررات الاقتصادية التي تدفع بالجزائر إلى التوجه نحو الاستثمار في الغاز الصخري في ظل الآثار السلبية التي تمس البيئة؟ وللإجابة عن هذه الإشكالية قمنا بالاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي الذي يخدم هذه الدراسة.<br>توصلنا إلى ضرورة إعطاء الأولوية لمتطلبات السوق وبالتالي الأهمية الاقتصادية للاستثمار في الغاز الصخري مصحوبة بضرورة التخفيف من خطورتها على البيئة ومواردها خصوصا المياه الجوفية التي تزخر بها أغلب مناطق الجنوب الجزائري. |

| Keywords | Abstract |
|---|---|
| Energy; Environment; Conventional Gas; Shale Gas; Investment in Shale Gas. | The study aims to shed light on the economic motives that guide Algeria towards the exploitation of shale gas despite the negative effects on the environment, where we posed the following problematic: What are the economic justifications that drive Algeria to go towards investing in shale gas in light of the negative effects affecting the environment? To answer this problematic, we have based on the descriptive analytical method that serves this study.<br>We have come to the need to prioritize market requirements and thus the economic importance of investing in shale gas accompanied by the need to reduce its risk to the environment and its resources, especially the groundwater that abounds in most areas of southern Algeria. |

**JEL Classification Codes** : N6 ; Q2 ; Q5 .

♦ **المؤلف المرسل**: نبيل بن مرزوق ، **الإيميل**: benmerzoug.nabil14@gmail.com

## 1. مقدمة:

من المؤكد أن مصادر الطاقة التقليدية معرضة للنضوب عاجلا أم آجلا كونها غير قابلة للتجديد إلا من خلال حقب زمنية طويلة جدا، ناهيك عن الاستغلال غير العقلاني لها بسبب الطلب المتزايد على الطاقة في العالم، مما دفع بالدول بالبحث عن مصادر للطاقة بديلة غير تقليدية في صورة الغاز الصخري والذي برز في العقود الأخيرة كمصدر مهم للطاقة غير المتجددة من شأنه أن يحتل مكانة هامة في السوق العالمية للطاقة، إلا أن إنتاج هذا النوع من الطاقة يواجه جدلا واسعا حول ما يحمله من مزايا اقتصادية لكن بالمقابل من شأنه أن يهدد البيئة إذا لم يحسن استخراجه.

وضع تذبذب أسعار الطاقة التقليدية في الأسواق العالمية وعدم استقرارها الجزائر أمام حتمية الاختيار والمفاضلة بين مجموعة من البدائل المتاحة أمامها، إما الإبقاء على عقودها مع الأطراف التي تتعامل معها بالتالي تخفيضها للأسعار مما يؤثر سلبا على موازنتها ، أو التوجه نحو الحتمية الاقتصادية المتمثلة في الاستثمار في الغاز الصخري وما قد يتبعه من آثار سلبية تمس البيئة ومواردها خصوصا المياه الجوفية التي تزخر بها أغلب مناطق الجنوب.

من خلال ما سبق يمكن طرح الإشكالية التالية: **ما هي المبررات الاقتصادية التي تدفع بالجزائر إلى التوجه نحو الاستثمار في الغاز الصخري في ظل الآثار السلبية التي تمس البيئة؟**

يندرج تحت هذه الإشكالية التساؤلات الفرعية التالية:

- ما هي المنافع الاقتصادية للاستثمار في الغاز الصخري؟
- ما هي الآثار البيئية التي تصاحب الاستثمار في الغاز الصخري؟
- ما هي إمكانيات الجزائر من الغاز الصخري؟

للإجابة عن لإشكالية الدراسة وتساؤلاتها الفرعية يمكننا وضع الفرضية التالية: **الجزائر أمام حتمية التوجه نحو استغلال الغاز الصخري بسبب انهيار أسعار النفط في الأسواق العالمية مما يفرض عليها البحث عن بديل للصادرات النفطية.**

للإلمام بكل جوانب الدراسة تم الاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي الذي يتناسب مع هذا النوع من الدراسات، وذلك من خلال جمع المعطيات حول الاستثمار في الغاز الصخري وتحليلها وتفسيرها تفسيرا كافيا لخدمة موضوع الدراسة.

## 2.ماهية الغاز الصخري:

### 1.2. مفهوم الغاز الصخري:

يعرف أيضا بـ "غاز الاردواز" أو "غاز الشيست" وهو غاز طبيعي يكون حبيسا بين تشكيلات الطفح السطحي، والطفح السطحي هو أحد أنواع الصخور الرسوبية أو بمعنى آخر تكوين صخري رسوبي يحتوي على الطين والكواتز ومعادن أخرى، وينتمي الغاز الصخري إلى فئة الغازات الطبيعية غير التقليدية.(جابة وكعوان 2015، ص. 107)

يتكون الغاز الصخري داخل صخور الشيست التي تحتوي على النفط بفعل الحرارة والضغط ويبقى محبوسا داخل تجويفات تلك الصخور الصلبة التي لا تسمح بنفاذه، ويعتبر الغاز الصخري غاز ثقيل ونادر يتم استخراجه من بين

الصخور الكائنة في جوف الأرض على عمق يتراوح بين 4000 و 5000 متر، ونظرا لكون الغاز الصخري ينشأ داخل الصخور ويبقى محجوزا بين تجويفاتها فإنه يتم استخدام تقنية معقدة لاستخراجه، تتضمن المزاوجة بين الحفر أفقيا تحت الأرض لمسافة قد تصل إلى 3000 متر من أجل الوصول إلى أكبر مساحة سطحية ملامسة للصخور وتكسير تلك الصخور بما يعرف بالتكسير الهيدروليكي بواسطة سائل مكوّن من الماء والرمل وبعض الكيماويات يضخ تحت ضغط جد عالي من أجل تحرير الغاز من خلال تحطيم الصخور الحابسة له.(طرطار وراشي 2015، ص. 07)

### 2.2. تقنيات ومراحل استخراج الغاز الصخري:

يمكن حصر أهم تقنيات استخراج الغاز الصخري فيما يلي:(سعيدي سياف وبوجغدار، 2017، ص. 39)

**أ. البحث عن الصخور:** تبدأ التقنية بعملية الاستكشاف وهي في أغلب الحالات أسهل تقنيا مقارنة بعمليات البحث عن المحروقات التقليدية، وتكمن المخاطر الجيولوجية في عدم العثور على ترسبات منخفضة، ولكن الأهم هو إيجاد قدر كاف منها بكميات قابلة للاستخراج.

**ب. تصديع الصخور:** تتم هذه العملية بدفع المياه الممزوجة بالكيماويات إلى البئر تحت ضغط عال والذي تحتويه المياه الموجودة في الآبار التقليدية، على شكل هلام يرفع من نسبة اللزوجة وهو ما يسمح بتصديع الصخور.

**ج. التشقق:** يتم بعد ضخ السائل اللزج بضغط عال "تكسير" هذا السائل بكميات قليلة من مركب ذي أساس معدني يسمى مشبكة لخفض لزوجته، ومن ثم يتدفق رجعا إلى خارج الصخور، ولكن قبل ذلك يتم حقن الرمل أو بعض المواد الأخرى المعروفة بالدعامة في الصدوع، الأمر الذي يدعم فتح الصدوع لتمكين الغاز من التدفق.

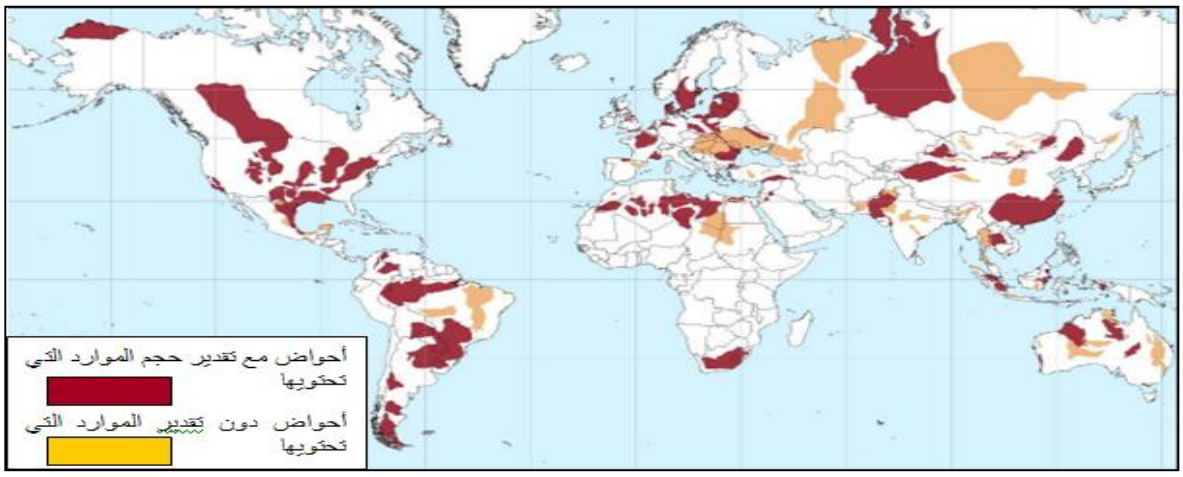
**د. تقنيات أخرى:** ومن بينها تقنية الحفر الأفقي التي تستخدم في جميع أنحاء العالم ويجري استخدام تقنية أخرى تقضي توجيه البئر بزاوية محددة من اتجاه الإجهاد الجيولوجي الأفقي الأقصى مما يسمح بتكوين الصدوع المستعرضة مما يزيد من الإنتاج أكثر، وكذا تقنية الحفر متعدد الأذرع ويتم خلالها حفر عدة أبار وإكمالها انطلاقا من منصة واحدة ، وتعتبر هذه التقنية من التقنيات المهمة في عملية معالجة المياه.(بحري وعقابي 2018، ص. 104)

### 3.2. احتياطي الغاز الصخري العالمي:

حسب آخر تحيين لإحصائيات إدارة معلومات الطاقة الأمريكية يوم 24 سبتمبر 2015 فإن إجمالي الاحتياطي العالمي من الغاز الصخري يقدر بـ 7795 تريليون متر مكعب موزعة على 46 دولة، أما الاحتياطي العالمي من النفط الصخري فيقدر بـ: 418.9 مليار برميل موزعة على 40 دولة

(www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/overview.pdf)والشكل التالي يوضح خريطة العالم تحمل أهم الأحواض الكبرى من الغاز والنفط الصخريين:

**الشكل 01: احتياطيات العالم من الغاز والنفط الصخريين.**




**Source:** United States basins from U.S. Energy Information Administration and United States Geological Survey; other basins from ARI based on data from various published studies.

من خلال الشكل السابق يتضح لنا أن هناك احتياطيات كبيرة من الغاز الصخري ترتكز بشكل رئيسي في آسيا والقارتين الأمريكيتين، مع وجود احتياطيات أخرى بشكل أقل في أوروبا وإفريقيا وأوقيانوسيا.

ومن أجل التعرف على الدول التي تمتلك أكبر احتياطي في العالم من الغاز الصخري نورد الجدول التالي:

**الجدول01: أكبر عشر احتياطيات في العالم من الغاز الصخري.**

| الترتيب | الدولة | الاحتياطي (تريليون قدم$^3$) |
|---|---|---|
| 01 | الصين | 1115 |
| 02 | الأرجنتين | 802 |
| **03** | **الجزائر** | **707** |
| 04 | الولايات المتحدة الأمريكية | 665 |
| 05 | كندا | 573 |
| 06 | المكسيك | 545 |
| 07 | استراليا | 437 |
| 08 | جنوب إفريقيا | 390 |
| 09 | روسيا | 285 |
| 10 | البرازيل | 245 |
| الاحتياطي العالمي | | 7795 |

**Source :** U.S.Energy Information Administration,Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States, available on the following link :

https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/overview.pdf

من خلال الجدول السابق يتضح لنا بأن الصين تمتلك أكبر احتياطي عالمي من الغاز الصخري يقدر بـ 1115 تريليون قدم مكعب (أي 14.30% من إجمالي الاحتياطي العالمي)، تليها الأرجنتين باحتياطي قدره 802 تريليون

متر مكعب (أي 10.29 % من إجمالي الاحتياطي العالمي، ثم الجزائر في المرتبة الثالثة باحتياطي قدره 707 تريليون قدم مكعب (أي 9.07 % من إجمالي الاحتياطي العالمي).

## 3. الأهمية الاقتصادية و الآثار البيئية للغاز الصخري:

### 1.3. الدوافع الاقتصادية لاستغلال الغاز الصخري:

إن توجه الدول التي تمتلك احتياطات ضخمة من الغاز الصخري للاعتماد على هذا النوع من الطاقة واستغلاله بدلا من الطاقات التقليدية، تحكمه مقتضيات إستراتيجية تدفع هذه الدول إلى التوجه نحو هذه الطاقة البديلة، ومن بين هذه الدوافع نذكر ما يلي:

– إن استغلال الغاز الصخري يساهم في إزالة هاجس ذروة الغاز، حيث أن استهلاك الغاز التقليدي في تزايد كبير مما يعرض هذا الأخير للزوال، واستغلال الغاز الصخري يساهم في إضافة كميات كبيرة من الغاز الطبيعي إلى الاحتياطات المتبقية من الغاز التقليدي مما يجعل أسعار الغاز منخفضة مما يعود بالفائدة على الدول وحتى المواطنين المستهلكين؛

– يتطلب وقت أقصر لأول عملية إنتاج مقارنة بالغاز التقليدي بالإضافة إلى سهولة تحديد مواقع الحفر حيث أن الغاز الصخري يتموقع فوق التموضعات التقليدية للغاز مما يساهم في تقليل تكاليف استخراجه؛(بحري وعقابي 2018، ص.106)

– يساهم استغلال الغاز الصخري في الحد من الاعتماد على استيراد الدول المنتجة للطاقة التي اكتشفت وجود احتياطات الغاز لديها مما يساعد ذلك على موازنة ميزان مدفوعاتها؛(بن عبد الله وبن عبو 2019، ص. 679)

– تخفيض تبعية بعض الدول طاقويا للخارج، وتغطية الطلب المحلي، بل إمكانية التحول إلى مصدِّر للغاز؛(الغنجة 2017، ص. 49)

– خلق إيرادات جديدة للشركات المنقبة على الغاز مما يساهم في خلق مناصب عمل جديدة في المناطق التي تواجد فيها الغاز الصخري؛(بن عبد الله وبن عبو 2019، ص. 679)

– من المتوقع أن يرفع استغلال الغاز الصخري من سلامة التموين للدول المستوردة للطاقة، فأوروبا مثلا من المتوقع أن تستفيد من الغاز الصخري الموجود بروسيا (في حال استخراجه)، ومن الغاز الصخري القادم من الولايات المتحدة الأمريكية في آن واحد، خاصة أن الدراسات أثبتت فقر الدول الأوروبية لهاته المادة؛(الغنجة 2017، ص. 50)

– حسب تقرير الصادر من شركة إكسون موبيل القطرية سنة 2013، من المتوقع زيادة الطلب على الطاقة في القطاع الصناعي بمعدل يفوق 30 % في الفترة الممتدة بين 2014 و2040 باعتبار سنة 2014 سنة الأساس، تأتي نحو 90 % من تلك الزيادة في الطلب من قطاعي الصناعات الثقيلة والصناعات الكيميائية، ويتوقع أن تلبي الكهرباء والغاز معا أكثر من نصف الاحتياجات الصناعية، ومع توسع القطاع الصناعي يزداد الطلب على الكهرباء بما يقرب 80 % بينما يزداد الطلب على الغاز بنحو 55 %، مما يزيد من ضرورة التوجه نحو استغلال الغاز الصخري مستقبلا.

(تقرير إكسون موبيل، https://www.exxonmobil.com.qa/ar-QA/Energy-and-environment/Looking-forward/Outlook-for-Energy/Outlook-for-Energy-A-perspective-to-2040#)

– ازدهار صناعة السيارات الهجينة التي تستهلك كميات أقل من الطاقة، حيث من المتوقع أن تتحول المركبات الشخصية من استخدام البنزين التقليدي إلى نماذج هجينة بحلول سنة 2040؛(تقرير إكسون موبيل، https://www.exxonmobil.com.qa/ar-QA/Energy-and-environment/Looking-forward/Outlook-for-Energy/Outlook-for-Energy-A-perspective-to-2040#(

## 2.3. مقارنة تكاليف إنتاج الغاز الصخري بالغاز التقليدي:

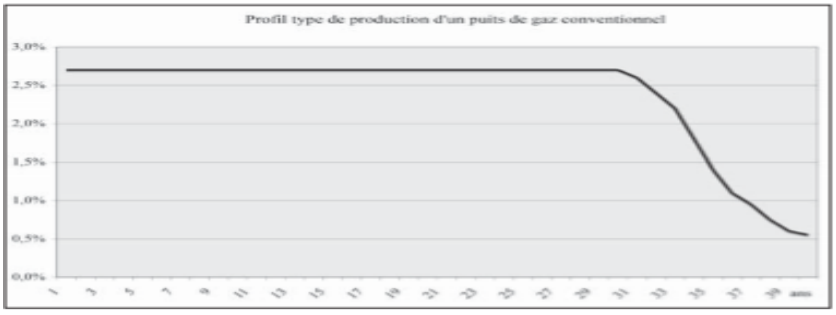
لا تبدو المقارنة بين الخصائص الفيزيائية للآبار التقليدية وآبار الغاز الصخري بداهة لصالح الأخيرة، فعمق الحفر وصعوباته على الأقل لا تقل أهمية وأحيانًا أكثر أهمية لبئر الغاز الصخري من البئر التقليدية، من ناحية أخرى يجب حفر المزيد من الآبار في المتوسط لإنتاج نفس الكمية الإجمالية من الغاز الطبيعي حتى مع افتراض تكاليف حفر متطابقة، فإننا نتوقع أن نجد تكاليف إنتاج أعلى من الغاز الصخري بشكل ملحوظ مقارنةً بالغاز التقليدي.

لكن في الولايات المتحدة، صاحب تطوير الغاز الصخري انخفاض في أسعار الغاز في السوق، والتي حدثت على الأرجح نتيجة لأزمة الإسكان التي رافقت أزمة الرهن العقاري، أدت بلا شك المنتجين إلى البيع بأسعار أقل من تكاليف إنتاجهم. لكن الجزء الكبير من التفسير لهذا التطور يكمن في خصائص هذا الإنتاج، والتي يختلف ملفها الزمني كثيرًا عن خصائص الغاز التقليدي.

يمكننا تقديم نظرة عامة من خلال حساب مقارن مبسط يتألف من مقارنة تكاليف إنتاج بئر غاز تقليدي مع بئر غاز صخري ينتج على التوالي إجمالي الكميات $Pt_1$ و $Pt_2$ من الغاز الطبيعي خلال حياتهم العملية:( Dessus (2013, p.p. 97-98

يتطلب المشروع الأول، وهو مشروع الغاز التقليدي، استثمارًا أوليًا $I_1$ ويتم إنتاجه لمدة 40 عامًا كما يوضحه الشكل التالي:

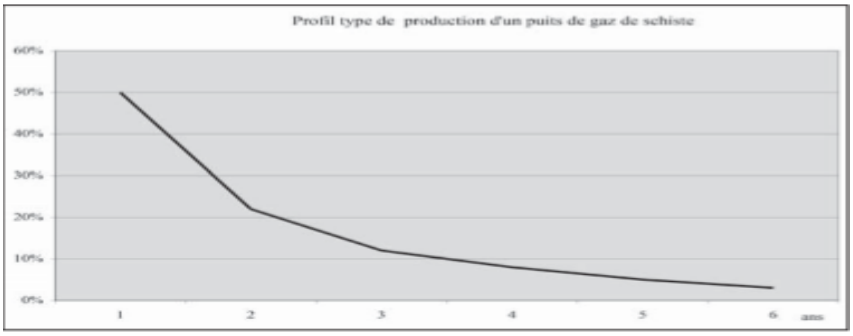
**الشكل 02: برنامج نموذجي لإنتاج بئر غاز تقليدي بعمر 40 سنة (٪ لكل سنة من إجمالي إنتاجه).**




**Source** : Benjamin Dessus, Op-cit, p 93.

أما المشروع الثاني فيخص الغاز الصخري، حيث يتطلب استثمار $I_2$ ويتم إنتاجه لمدة 6 سنوات كما يوضحه الشكل التالي:

**الشكل 03: برنامج نموذجي لإنتاج بئر غاز صخري (٪ لكل سنة من إجمالي إنتاجه).**




**Source** : Benjamin Dessus, Op-cit, p 93.

إذا لم يبد المستثمر أي تفضيل للحاضر على المستقبل، سيقتصر التحكيم على مقارنة القيم $I_1 / Pt_1$ و $I_2 / Pt_2$.

ولكن إذا كان المستثمر كما هو الحال دائمًا، يُظهر تفضيلًا للحاضر على المستقبل فالحساب يصبح أكثر تعقيدًا، حيث يستخدم لحساب المردودية معدل خصم إيجابي (على سبيل المثال معدل القروض الممنوح من طرف البنك)، إن اختيار سعر الخصم X يأخذ في الاعتبار أن الإنتاج الذي يتم في العام n بعد بدء التشغيل يتأثر بالمعامل $1/(1+X)^n$، وعليه فإن تكلفة الاستثمار في الغاز تحسب كما يلي:

$$C1= I_1/\sum_{1}^{6} 1/(1+x)^n \text{ et } C2 = I_2/\sum_{1}^{40} 1/(1+x)^n$$

إذا كان معدل الخصم 10٪ ، فإن القيمة التراكمية المخصومة لإنتاج الغاز الصخري تصل إلى 83٪ من إجمالي الإنتاج المادي Pt ، بينما تصل قيمة إنتاج غاز البئر التقليدي إلى 26٪ فقط من هذا الإنتاج Pt:

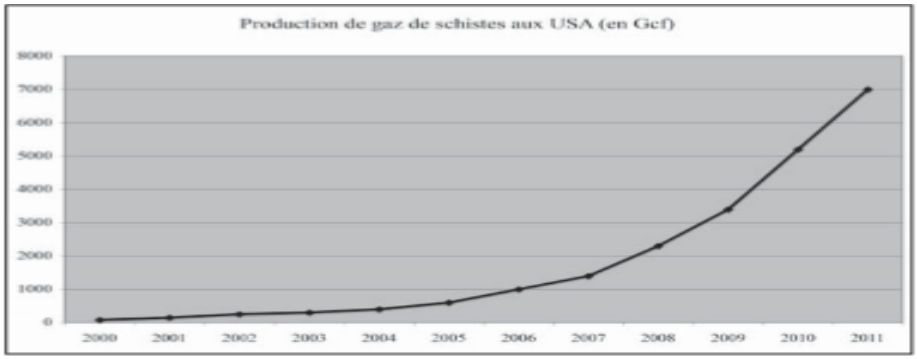
$C1 = I_1 / 0.26\ Pt_1$ و $C2 = I_2 / 0.83 Pt_2$

يؤخذ في الاعتبار أن معدل الخصم البالغ 10٪ يقلل من تكلفة رأس المال في التكلفة الإجمالية لإنتاج الغاز الصخري بمعامل 26/83 = 3.19 مقارنة بعامل الغاز التقليدي.

بعبارة أخرى، يمكن للمستثمر الصناعي لتحقيق نفس الربحية، حيث يمكنه استثمار 3.19 مرة أكثر في حفر الغاز الصخري من حفر بئر غاز تقليدي بنفس الإنتاجية الإجمالية.

وبالتالي، فإن العائد السريع جدًا للاستثمار في عمليات حفر الغاز الصخري هو عامل حاسم في تطورها في الولايات المتحدة الأمريكية، كما هو موضح في الشكل التالي:

**الشكل 04: تطور إنتاج الغاز الصخري في الولايات المتحدة الأمريكية خلال الفترة 2000-2011.**




**Source** : Benjamin Dessus, Op-cit, p 98.

وفقًا لمكتب التصميم الأمريكي IHS في الولايات المتحدة الأمريكية، تتراوح تكاليف الاستثمار (الحفر ، التكسير ، الاتصال ، إلخ) في حدود 3 إلى 12 مليون دولار بمتوسط 6.6 مليون دولار لكل بئر (مقسمة كما يلي: 32٪ للحفر، 56٪ للكسر، 12٪ لمنشآت الغاز والنقل)، حيث تستفيد تكاليف الحفر والتكسير من تأثير الحجم نظرًا لعددها السنوي (7000 في عام 2011). يتيح التركيز الجغرافي لحفر الآبار الاستخدام الأمثل لأدوات الحفر والتكسير.

غالبا ما تكون تكاليف حفر آبار الغاز الصخري أعلى من تكاليف الآبار التقليدية بسبب التكسير، لكن بالمقابل تقارن بشكل إيجابي بتكاليف الحفر البحري التي تكون أعلى بشكل منهجي من تكاليف الحفر البري.

كما يتمتع عمال الحفر بشروط ضريبية جذابة للغاية تسمح لهم من خلال الاهتلاك المتسارع (في العام التالي للحفر)، بتجنب الضرائب على الأرباح التي يجنونها في عمليات الحفر الخاصة بهم النفط والغاز البحري.

### 3.3. الآثار البيئية لاستغلال الغاز الصخري:

تحفزت العديد من الدول لاستغلال الغاز الصخري مثلما هو الحال في الولايات المتحدة الأمريكية والصين وشجعت على الاستثمار في هذا المجال، في المقابل امتنعت عن ذلك دول أخرى مثل ألمانيا، فرنسا، والجزائر مدفوعة بالرفض الجماهيري وخاصة سكان الجنوب للاستثمار فيه، وذلك كون عملية استخراج الغاز الصخري يهدد صحة الأفراد والموارد المائية والطبيعة الجيولوجية الصحراوية، وفيما يلي نورد بعض الآثار البيئية السلبية لاستغلال الغاز الصخري:

أ. **تلويث المياه:** حيث يمكن حدوث ذلك في حالة وجود خلل في عزل المياه عن البئر (العزل يتم بعدة أنابيب فولاذية واسمنت) أو في حالة تمديد الشقوق المحدثة في صخر المكمن بالتكسير الهيدروليكي أو الجاف ووصولها إلى غاية المادة المائية، وقد حدث هذا فعلا في الولايات المتحدة الأمريكية نظرا لقرب المكمن من المياه.( خاطر إ وخاطر ط 2016، ص. 130)

ب. **استهلاك المياه:** حيث أن استخراج الغاز الصخري يتطلب كميات هائلة من المياه تتراوح بين 54.000 و 174.000 متر مكعب تكفي لبئر واحد فقط.(Gross 2013, p. 03)

**ج. إمكانية حدوث إصابات بأمراض سرطانية:** وذلك نتيجة تواجد كميات كبيرة من الغاز إلى جانب المياه الجوفية، فالغاز يعتبر مادة مسببة للأمراض السرطانية وأمراض أخرى ناتجة عن تلوث المياه بمواد مشعة مثل اليورانيوم.(شنوف 2017، ص. 212)

**د. تلويث الهواء:** وذلك عن طريق تبخر المواد الكيميائية الممزوجة بسوائل التكسير في مختلف مراحل إنتاج الحقول، ومن بين هذه الملوثات نجد غاز البنزين Benzene، غازات Nox، Sox، $O_3$، وغيرها من الغازات، وأيضا عن طريق تسربات الغازات على مستوى آبار الاستخراج وعند نقلها في أنابيب الغاز.(صياد ومقيمح 2019، ص. 17)

**هـ. التغير الديناميكي في طبقات الأرض التحتية:** حيث أن التأثيرات البيئية لا تقف عند التلوث المائي والهوائي فقط، بل تمتد لتلحق تغيرات في ديناميكية طبقات الأرض، إلا أن التحسن التكنولوجي أدى إلى ابتكار التنقيب الأفقي الذي يمكّن من استغلال كميات كبيرة من السجيل الصفحي من دون إحداث أي خلل على سطح الأرض.(سعيدي سياف وبوجغدار، 2017، ص.ص. 43-44)

## 4. ثروة الغاز الصخري في الجزائر:

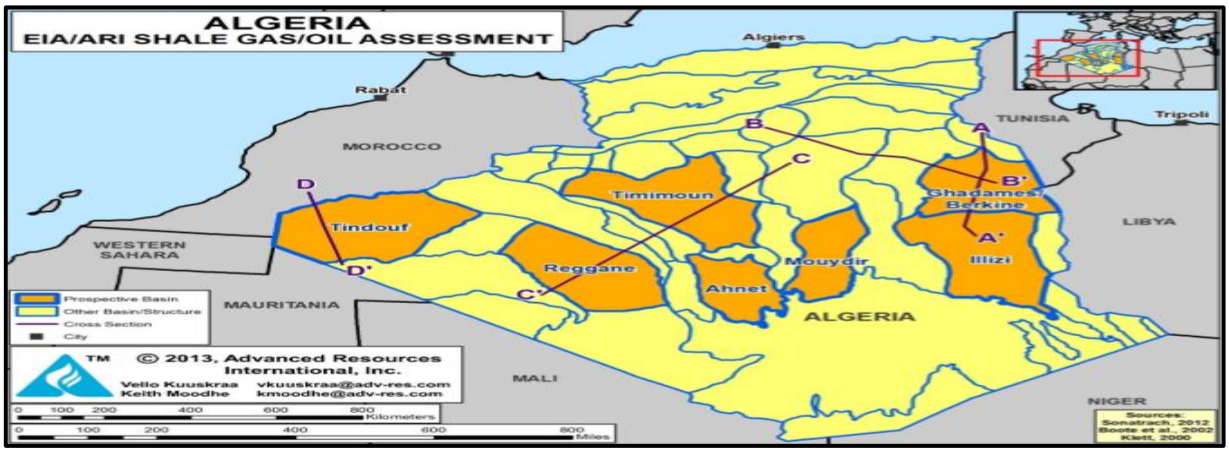
تشير التقديرات إلى أن الاحتياطي الإجمالي من الغاز الصخري بالجزائر يقدر بـ 3719 تريليون قدم مكعب، حيث أن الكمية القابلة للاستخراج منه هي 707 تريليون قدم مكعب.

ويأتي جزء كبير من هذا الاحتياطي في الجنوب الشرقي الذي يحتوي كذلك على أكبر احتياطي للمياه الجوفية في الصحراء الجزائرية.

### 1.4. إمكانيات الجزائر من الغاز الصخري:

تملك الجزائر ثالث أكبر احتياطي من الغاز الصخري قابل للاسترجاع من الغاز الصخري في العالم، والذي يقدر بـ: 707 تريليون قدم مكعب، وأكدت دراسة أنجزت من طرف وزارة الطاقة الأميركية بالتعاون مع الشركة الأميركية للموارد الدولية المتقدمة أن الجزائر تتوفر على سبعة أحواض رئيسية مهمة تحتوي على الغاز الصخري، ومن أجل تقييم أفضل لهذه الموارد من الطاقة غير التقليدية رخصت الحكومة سنة 2014 وسنة 2018 للقيام بعمليات الحفر التجريبي للبحث عن الغاز الصخري، والشكل التالي يوضح توزيع أحواض الغاز الصخري في الجزائر:

**الشكل 05: أحواض الغاز الصخري في الجزائر.**




**Source** : U.S.Energy Information Administration, Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: Algeria, available on the following link : https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/Algeria_2013.pdf.

أ. **حوض بركين:** يعتبر أكبر حوض غاز صخري في الجزائر بمساحة كلية تقدر بـ 117000 ميل مربع ويقع في الجنوب الشرقي من الجزائر ويمتد إلى غاية الحدود التونسية جنوبا والحدود الليبية غربا. يوفر مصائد هيكلية للنفط والغاز التقليدي المستمدين من صخور العصر الديفوني والعصر السيلوري، ويمكن تلخيص أهم الخصائص التي يتميز بها هذا الحوض من خلال الجدول التالي:

**الجدول 02: خصائص وموارد الغاز الصخري في حوض بركين.**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| البيانات الأساسية | الحوض/ المساحة الإجمالية | | بركين (117.000 ميل$^2$) | | | |
| | التكوين الصخري | | فرنسيان | | تانزوفت | |
| | العصر الجيولوجي | | العصر الديفوني | | العصر السيلوري | |
| | الإيداع البيئي | | بحري | | بحري | |
| الخصائص الفيزيائية | المنطقة المرتقبة (ميل$^2$) | | 2.720 | 3.840 | 3.490 | 6.050 | 22.080 |
| | السُمك (قدم) | الغني عضويا | 275 | 275 | 275 | 115 | 115 |
| | | الصافي | 248 | 248 | 248 | 104 | 104 |
| | العمق (قدم) | المجال | -8000<br>10.500 | -9.000<br>10.000 | -10.000<br>16.000 | -10.000<br>14.500 | -11.000<br>16.000 |
| | | المعدل | 8.500 | 9.500 | 13.000 | 10.500 | 13.000 |
| المورد | مرحلة الغاز | | غاز مساعد | غاز سائل | غاز جاف | غاز سائل | غاز جاف |
| | تركيز الغاز في مكانه (مليار قدم مكعب /ميل$^2$) | | 35.4 | 111.4 | 133.9 | 42.9 | 54.5 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | الغاز الصخري الموجود في مكانه (تريليون قدم مكعب) | 48.2 | 213.8 | 233.7 | 129.9 | 601.3 |
| | الغاز الصخري القابل للاستخراج (تريليون قدم مكعب) | 4.8 | 42.8 | 58.4 | 26.0 | 150.3 |

**Source** : U.S.Energy Information Administration, Op-cit.

**ب. حوض تيندوف:** يعتبر ثاني أكبر حوض غاز صخري في الجزائر بمساحة كلية تقدر بـ 77000 ميل مربع، يستمد الغاز من صخور العصر السيلوري، يقع في أقصى الجنوب الغربي من الجزائر يحده من الغرب المغرب وجمهورية الصحراء الغربية ومن الجنوب موريتانيا ويعتبر آخر اكتشافات الجنوب، ويمكن تلخيص أهم الخصائص التي يتميز بها هذا الحوض من خلال الجدول التالي:

**الجدول 03: خصائص وموارد الغاز الصخري في حوض تيندوف.**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| البيانات الأساسية | الحوض/ المساحة الإجمالية | | تيندوف (77.000 ميل$^2$) | |
| | التكوين الصخري | | تانزوفت | |
| | العصر الجيولوجي | | السيلوري | |
| | الإيداع البيئي | | بحري | |
| الخصائص الفيزيائية | المنطقة المرتقبة (ميل$^2$) | | 5.340 | 23.800 |
| | السُمك (قدم) | الغني عضويا | 60 | 60 |
| | | الصافي | 54 | 54 |
| | العمق (قدم) | المجال | 13.000-6.600 | 14.000-6.600 |
| | | المعدل | 10.000 | 11.000 |
| المورد | مرحلة الغاز | | غاز سائل | غاز جاف |
| | تركيز الغاز في مكانه (مليار قدم مكعب /ميل$^2$) | | 18.9 | 24.2 |
| | الغاز الصخري الموجود في مكانه (تريليون قدم مكعب) | | 20.2 | 115.2 |
| | الغاز الصخري القابل للاستخراج (تريليون قدم مكعب) | | 3.0 | 23.0 |

**Source** : U.S.Energy Information Administration, Op-cit.

**ج . حوض إيليزي:** يعتبر ثالث أكبر حوض غاز صخري في الجزائر بمساحة تقدر بـ 44900 ميل مربع، يستمد غازه الصخري من صخور العصر السيلوري، ويقع جنوب حوض بركين حيث تفصلهما سلسة من الصخور، يحده من الجنوب جبال الهقار ومن الشرق ليبيا ومن الغرب منطقة التوارق التي تفصل حوض إيليزي عن حوض مويدر، ويمكن تلخيص أهم الخصائص التي يتميز بها هذا الحوض من خلال الجدول التالي:

**الجدول 04: خصائص وموارد الغاز الصخري في حوض إيليزي.**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| البيانات الأساسية | الحوض/ المساحة الإجمالية | | إيليزي (44.900 ميل$^2$) | |
| | التكوين الصخري | | تانزوفت | |
| | العصر الجيولوجي | | السيلوري | |
| | الإيداع البيئي | | بحري | |
| الخصائص الفيزيائية | المنطقة المرتقبة (ميل$^2$) | | 9.840 | 16.760 |
| | السُمك (قدم) | الغني عضويا | 180 | 180 |
| | | الصافي | 162 | 162 |
| | العمق (قدم) | المجال | 8.000-3.300 | 8.000-3.300 |
| | | المعدل | 5.000 | 5.000 |
| المورد | مرحلة الغاز | | غاز سائل | غاز جاف |
| | تركيز الغاز في مكانه (مليار قدم مكعب /ميل$^2$) | | 50.9 | 60.7 |
| | الغاز الصخري الموجود في مكانه (تريليون قدم مكعب) | | 100.1 | 203.6 |
| | الغاز الصخري القابل للاستخراج (تريليون قدم مكعب) | | 40.7 | 15.0 |

**Source** : U.S.Energy Information Administration, Op-cit.

**د. حوض تيميمون:** وهو رابع أكبر حوض في الجزائر بمساحة تقدر بـ 43700 ميل مربع، يوفر مصائد هيكلية للغاز المستمد من صخور العصر الديفوني والعصر السيلوري، يقع وسط الجنوب الجزائري، ويعتبر هذا الحوض شديد التفاوت بسبب عوامل التعرية في العصور القديمة، لذلك فهو أكثر سمكا في وسط الحوض وأقل سمكا في شمال وشرق الحوض، ويمكن تلخيص أهم الخصائص التي يتميز بها هذا الحوض من خلال الجدول التالي:

**الجدول 05: خصائص وموارد الغاز الصخري في حوض تيميمون.**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| البيانات الأساسية | الحوض/ المساحة الإجمالية | | تيميمون (43.700 ميل$^2$) | |
| | التكوين الصخري | | فرنسيان | تانزوفت |
| | العصر الجيولوجي | | الديفوني | السيلوري |
| | الإيداع البيئي | | بحري | بحري |
| الخصائص الفيزيائية | المنطقة المرتقبة (ميل$^2$) | | 32.040 | 41.670 |
| | السُمك (قدم) | الغني عضويا | 200 | 100 |
| | | الصافي | 180 | 90 |
| | العمق (قدم) | المجال | 9.000-3.300 | 15.000-5.000 |
| | | المعدل | 6.000 | 10.000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| المورد | مرحلة الغاز | غاز جاف | غاز جاف |
| | تركيز الغاز في مكانه (مليار قدم مكعب /ميل$^2$) | 72.9 | 35.5 |
| | الغاز الصخري الموجود في مكانه (تريليون قدم مكعب) | 467.1 | 295.5 |
| | الغاز الصخري القابل للاستخراج (تريليون قدم مكعب) | 93.4 | 59.1 |

**Source** : U.S.Energy Information Administration, Op-cit.

**هـ. حوض رقان:** يأتي هذا الحوض في المرتبة الخامسة من حيث المساحة، حيث تقدر مساحته بـ 40000 ميل مربع، يحتوي على صخور العصر السيلوري وصخور العصر الديفوني، يقع وسط الجنوب الجزائري ويفصله عن حوض تيميمون حاجز صخري، ويمكن تلخيص أهم خصائص هذا الحوض في الجدول الموالي:

**الجدول 06: خصائص وموارد الغاز الصخري في حوض رقان.**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| البيانات الأساسية | الحوض/ المساحة الإجمالية | | رقان (40.000 ميل$^2$) | | |
| | التكوين الصخري | | فرنسيان | | تانزوفت |
| | العصر الجيولوجي | | الديفوني | | السيلوري |
| | الإيداع البيئي | | بحري | | بحري |
| الخصائص الفيزيائية | المنطقة المرتقبة (ميل$^2$) | | 2.570 | 2.110 | 10.150 | 24.600 |
| | السُمك (قدم) | الغني عضويا | 330 | 260 | 130 | 230 |
| | | الصافي | 297 | 234 | 117 | 207 |
| | العمق (قدم) | المجال | -5.500<br>14.500 | -6.600<br>16.000 | -5.000<br>9.500 | -7.500<br>16.000 |
| | | المعدل | 10.000 | 11.000 | 8.000 | 12.000 |
| المورد | مرحلة الغاز | | غاز سائل | غاز جاف | غاز سائل | غاز جاف |
| | تركيز الغاز في مكانه (مليار قدم مكعب /ميل$^2$) | | 103.9 | 97.3 | 38.3 | 94.4 |
| | الغاز الصخري الموجود في مكانه (تريليون قدم مكعب) | | 53.4 | 41.0 | 77.8 | 464.5 |
| | الغاز الصخري القابل للاستخراج (تريليون قدم مكعب) | | 8.0 | 8.2 | 11.7 | 92.9 |

**Source :** U.S.Energy Information Administration, Op-cit.

**و. حوض مويدر:** يحتل المرتبة السادسة من حيث المساحة حيث تقدر مساحته بـ 22300 ميل مربع، تحتوي على صخور العصر السيلوري، يقع وسط الصحراء الجزائرية يحده من الغرب حوض إيليزي ومن الشرق حوض تيميمون وأهانت، تتواجد رواسب العصر الحجري القديم والسيلوروني ، والتي تشمل التكوين الصخري المهم تانزوفت السيلوري

في الجزء الشمالي من الحوض وتنتشر في الجزء الجنوبي من الحوض، ويمكن تلخيص أهم خصائص هذا الحوض في الجدول التالي:

**الجدول 07: خصائص وموارد الغاز الصخري في حوض مويدر.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| البيانات الأساسية | الحوض/ المساحة الإجمالية | | مويدر (22.300 ميل$^2$) |
| | التكوين الصخري | | تانزوفت |
| | العصر الجيولوجي | | السيلوري |
| | الإيداع البيئي | | بحري |
| الخصائص الفيزيائية | المنطقة المرتقبة (ميل$^2$) | | 12.840 |
| | السُمك (قدم) | الغني عضويا | 60 |
| | | الصافي | 54 |
| | العمق (قدم) | المجال | 10.000-5.000 |
| | | المعدل | 6.500 |
| المورد | مرحلة الغاز | | غاز جاف |
| | تركيز الغاز في مكانه (مليار قدم مكعب /ميل$^2$) | | 18.5 |
| | الغاز الصخري الموجود في مكانه (تريليون قدم مكعب) | | 47.6 |
| | الغاز الصخري القابل للاستخراج (تريليون قدم مكعب) | | 9.5 |

**Source :** U.S.Energy Information Administration, Op-cit.

**ي. حوض أهانت:** يعتبر هذا الحوض أصغر حوض في الجزائر من حيث المساحة حيث تقدر مساحته بـ 22200 ميل مربع، يقع وسط الصحراء الجزائرية جنوب حوض تيميمون، وغرب حوض المويدر، وشمال جبال الهوقار، يحتوي على رواسب سميكة (أكثر من 3000 قدم) من رواسب العصر الحجري القديم بما في ذلك الصخر الزيتي الصخري السيلوري والديفوني، ويمكن تلخيص أهم خصائص هذا الحوض في الجدول التالي:

**الجدول 08: خصائص وموارد الغاز الصخري في حوض أهانت.**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| البيانات الأساسية | الحوض/ المساحة الإجمالية | | أهانت (22.200 ميل$^2$) | |
| | التكوين الصخري | | فرنسيان | تانزوفت |
| | العصر الجيولوجي | | الديفوني | السيلوري |
| | الإيداع البيئي | | بحري | بحري |
| الخصائص الفيزيائية | المنطقة المرتقبة (ميل$^2$) | | 1.650 | 5.740 | 11.730 |
| | السُمك (قدم) | الغني عضويا | 275 | 60 | 330 |
| | | الصافي | 248 | 54 | 297 |
| | العمق (قدم) | المجال | -3.300 6.600 | 9.500-5.000 | 10.500-6.000 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | المعدل | 5.000 | 7.000 | 8.000 |
| | مرحلة الغاز | غاز سائل | غاز جاف | غاز جاف |
| | تركيز الغاز في مكانه (مليار قدم مكعب /ميل$^2$) | 77.6 | 21.6 | 109.0 |
| | الغاز الصخري الموجود في مكانه (تريليون قدم مكعب) | 25.6 | 24.8 | 255.7 |
| | الغاز الصخري القابل للاستخراج (تريليون قدم مكعب) | 3.8 | 5.0 | 51.1 |

**Source** : U.S.Energy Information Administration, Op-cit.

### 2.4. استثمار الجزائر في الغاز الصخري:

قامت شركة سوناطراك بالتوقيع مع شركات متخصصة في مجال الغاز الصخري وذلك من أجل استخدام تقنيات متطورة تمكنها من استخراج الغاز من الصخور المتواجدة في أعماق الأرض.

في سنة 2009 بدأت الجزائر عملية التنقيب عن الغاز الصخري من خلال إبرام اتفاقية مع شركة الطاقة الإيطالية ENI، حيث أن النتائج الأولية كانت مشجعة باعتبار الإنتاج من الغاز الصخري بالجزائر ستكون نتيجته مضاعفة الكميات في السنوات العشرين المقبلة إلى 160 بليون متر مكعب في السنة، وسيكون بمقدور الجزائر تصدير 110 بليون متر مكعب بحلول عام 2030 مما يجعل الجزائر تحتل مكانة تنافسية هامة في أسواق الغاز العالمية، حيث ستعتمد في تصديرها لهذه المادة على خطوط الأنابيب الواصلة إلى القارة الأوروبية بالإضافة إلى الشاحنات البحرية المتخصصة وهذا ما تعمل شركة سوناطراك على تطويره في المستقبل القريب.

قامت الجزائر بوضع إجراءات احترازية للحد من التأثيرات البيئية لمشاريع استخراج الغاز الصخري على الموارد المائية، وذلك من خلال منع استغلال الطبقات الجوفية للمياه القريبة من أمكان عيش السكان في الجنوب، حيث أن المياه الجوفية بهاته المناطق تمثل المصدر الرئيسي لمياه الشرب والسقي وتلوثها يهدد الحياة بها.

يتطلب التنقيب عن الغاز الصخري بالجزائر البحث عن الإمكانيات الناجعة لحسن استغلاله ويجب عدم التسرع في هذه العملية التي تتطلب أساسا استخدام تكنولوجيات وتقنيات متطورة ومعرفة دقيقة حول التكاليف والتأثيرات على الصعيدين الجيولوجي والبيئي.

تعتبر تكاليف الاستثمار في الغاز الصخري في الجزائر أقل من تكاليف الاستثمار في الطاقة الشمسية، ومن هذا المنطلق فالأولى من الحكومة الجزائرية التوجه نحول استغلال الغاز الصخري، وأكبر مثال على ذلك الولايات المتحدة الأمريكية التي قامت باستغلال الغاز الصخري بالرغم من الإمكانات الهائلة التي تمتلكها في مجال الطاقة الشمسية، وهذا الأمر يدفع بالجزائر إلى التركيز على استغلال احتياطيات الغاز الصخري التي تمتلكها حيث تمتلك ثالث أكبر احتياطي

في العالم بعد الصين والأرجنتين على التوالي، فما يجب عليها إلا تحسين إمكانياتها التكنولوجية من خلال الاستعانة بالتجربة الأمريكية خصوصا مع اعتبار أن من بين 20 % إلى 80 % من المياه المستعملة في عملية استغلال الغاز الصخري يمكن استرجاعها ومعالجتها وإعادة استعمالها، ضف إلى ذلك أن النفط الذي تعتمد عليه الجزائر مهدد بالنضوب في آفاق سنة 2050.

**3.4. مبررات توجه الجزائر نحو الاستثمار في الغاز الصخري:** هناك العديد من الأسباب تدفع الجزائر نحو الاستثمار في الغاز الصخري ومن بينها نذكر:

– الاعتماد شبه الكلي على إيرادات النفط، مما يجعل الاقتصاد الجزائري رهينة لما يحدث في أسواق النفط العالمية؛

– تراجع قيمة العملة الجزائرية مقارنة بالعملات الصعبة نتيجة انخفاض أسعار النفط في الأسواق العالمية؛

– إضافة أعباء ثقيلة على الخزينة العمومية وصندوق ضبط الإيرادات الذي يعمل على تعديل الفجوة الكبيرة بين الرقم الذي تعتمده لسعر البرميل المقدر بـ 37 دولار والاحتياجات الحقيقية للميزانية وذلك بسبب تراجع أسعار النفط؛

– انهيار أسعار النفط يؤدي إلى تراجع أسعار الغاز الطبيعي، مما ينعكس سلبا على مخططات النظام الجزائري ويؤدي إلى تأجيل العديد من المشاريع أو إلغائها تماما بسبب نقص التمويل، خاصة في ظل اعتبار عوائد الغاز جزءا أساسيا من موارد الجزائر والتي تمثل 40 % من إجمالي الصادرات؛

– من المرجح أن تتأثر أسعار الغاز الجزائري بثورة إنتاج الغاز الصخري في الولايات المتحدة الأمريكية وتصديره بدون قيود بالإضافة إلى ظهور منتجين جدد وزيادة إنتاج الغاز المسال في قطر؛

– ستضطر الحكومة لمراجعة حساباتها، فموازنة سنة 2020 بُنيت على أساس سعر مرجعي للنفط بـ 50 دولارا للبرميل، وبما أن السعر هوى بما يفوق 40 % حيث وصل سعر البرميل الواحد من النفط في 09 مارس 2020 إلى حدود 30 دولار وهو أكبر انخفاض للسعر منذ 29 عام، ما يعني أن عائدات البلاد ستنزل بـ 40 % كأقل شيء، ما ينذر بفجوة كبيرة في الميزان التجاري، وهذا ما يحتم على الجزائر البحث عن طاقة بديلة للنفط.

**5.الخاتمة:**

يعد موضوع الاستثمار في الغاز الصخري في الجزائر واحد من أهم المواضيع الإستراتيجية التي طرحت على الساحة الوطنية في العقد الأخير من الزمن خصوصا في ظل امتلاكها لثروة هائلة منه جعلتها تحتل المرتبة الثالثة عالميا في تصنيف الدول التي تملك أكبر احتياطي قابل للاستغلال من الغاز الصخري، فالجزائر وجدت نفسها في مفارقة كبيرة بين المتطلبات الاقتصادية والحماية البيئية، فانهيار أسعار النفط –إذا استمرت على هذه الوتيرة– وما صاحبه من تراجع قيمة العملة الجزائرية مقارنة بالعملات الصعبة بالإضافة إلى تأثر أسعار الغاز الجزائري نتيجة ثورة إنتاج الغاز الصخري في الولايات المتحدة الأمريكية وتصديره بدون قيود، كل هذه المعطيات تشير إلى وجوب إعطاء الأولوية لمتطلبات السوق

وبالتالي الأهمية الاقتصادية مصحوبة بضرورة التخفيف من خطورتها على البيئة ومواردها خصوصا المياه الجوفية التي تزخر بها أغلب مناطق الجنوب الجزائري، بالإضافة إلى ما سبق توصلنا إلى النتائج التالية:

– يمكن للمستثمر الصناعي لتحقيق نفس الربحية، حيث يمكنه استثمار 3.19 مرة أكثر في حفر الغاز الصخري من حفر بئر غاز تقليدي بنفس الإنتاجية الإجمالية؛

– إن العائد الجد سريع للاستثمار في عمليات حفر الغاز الصخري هو عامل حاسم في تطورها في الولايات المتحدة الأمريكية؛

– تتراوح تكاليف الاستثمار في الغاز الصخري (الحفر ، التكسير ، الاتصال ، إلخ) في حدود 3 إلى 12 مليون دولار بمتوسط 6.6 مليون دولار لكل بئر (مقسمة كما يلي: 32٪ للحفر، 56٪ للكسر، 12٪ لمنشآت الغاز والنقل)؛

– تمتلك الجزائر احتياطي إجمالي من الغاز الصخري يقدر بـ 3719 تريليون قدم مكعب، 19 %منه قابلة للاستخراج، ويأتي جزء كبير من هذا الاحتياطي في الجنوب الشرقي الذي يحتوي كذلك على أكبر احتياطي للمياه الجوفية في الصحراء الجزائرية؛

– قد تضطر الجزائر لمراجعة حساباتها، فموازنة سنة 2020 بُنيت على أساس سعر مرجعي للنفط بـ 50 دولارا للبرميل، وبما أن السعر هوى بما يفوق 40 % حيث وصل سعر البرميل الواحد من النفط في 09 مارس 2020 إلى حدود 30 دولار وهو أكبر انخفاض للسعر منذ 29 عام، ما يعني أن عائدات البلاد ستنزل بـ 40 %كأقل شيء، ما ينذر بفجوة كبيرة في الميزان التجاري، وهذا ما يحتم على الجزائر البحث عن طاقة بديلة للنفط من بين البدائل الطاقوية المتاحة؛

– يتطلب التنقيب عن الغاز الصخري بالجزائر البحث عن الإمكانيات الناجعة لحسن استغلاله ويجب عدم التسرع في هذه العملية التي تتطلب أساسا استخدام تكنولوجيات وتقنيات متطورة ومعرفة دقيقة حول التكاليف والتأثيرات على الصعيدين الجيولوجي والبيئي.

– تعتبر تكاليف الاستثمار في الغاز الصخري في الجزائر أقل من تكاليف الاستثمار في الطاقة الشمسية، ومن هذا المنطلق فالأولى من الحكومة الجزائرية التوجه نحول استغلال الغاز الصخري، وأكبر مثال على ذلك الولايات المتحدة الأمريكية التي قامت باستغلال الغاز الصخري بالرغم من الإمكانات الهائلة التي تمتلكها في مجال الطاقة الشمسية، فما يجب عليها إلا تحسين إمكانياتها التكنولوجية من خلال الاستعانة بالتجربة الأمريكية خصوصا مع اعتبار أن من بين 20 % إلى 80 % من المياه المستعملة في عملية استغلال الغاز الصخري يمكن استرجاعها ومعالجتها وإعادة استعمالها.

وعلى ضوء ما سبق يمكننا اقتراح التوصيات التالية:

– وجوب التريث و الدراسة التشخيصية المعمقة من جميع الجوانب والأبعاد بمشاركة الخبراء والمختصين وتوظيف الخبرات الطويلة في مجال الطاقة؛

– عقد شراكات دولية في إطار استراتيجيات ومصالح مبنية على العلاقات القوية التي تتيح الاستفادة من تطوير التقنيات المستعملة في مجالات استخراج الغاز الصخري خاصة أن هناك العديد من الأبحاث في بدائل التكسير الهيدروليكي؛

– ضرورة الاستعانة بالتجربة الأمريكية في مجال استغلال الغاز الصخري والتكنولوجيات المتطورة المستعملة في ذلك؛

– تبقى دائما الإشارة إلى ضرورة التنويع الطاقوي بين المصادر التقليدية والبديلة والطاقات المتجددة التي لابد أن يتم التفكير في تطويرها والاستمرار في البحث عن سبل إحلالها في إطار إستراتيجية وطنية متكاملة.

## 6.قائمة المراجع:


1. الغنجة، هـ. (جانفي 2017). **ثروة الغاز والنفط الصخريين: بين الاعتبارات الاقتصادية والتحديات البيئية– حالة الولايات المتحدة الأمريكية**. مجلة السياسة العالمية. العدد 01. جامعة بومرداس.
2. بحري،د .عقابي، خ. (جويلية 2018). **الطاقة الشمسية والغاز الصخري: خيارات الجزائر ما بعد النفط**. مجلة الباحث للدراسات الأكاديمية. العدد 13. جامعة باتنة.
3. بن عبد الله، ر.ر .بن عبو، س. (أوت 2019). **أهمية استغلال الغاز الصخري والمراهنة عليه كمصدر طاقوي بديل**. مجلة البشائر الاقتصادية. المجلد 05. العدد 02. جامعة بشار.
4. تقرير إكسون موبيل، **توقعات الطاقة: نظرة إلى عام 2040**، متاح على الرابط التالي: https://www.exxonmobil.com.qa/ar-QA/Energy-and-environment/Looking-forward/Outlook-for-Energy/Outlook-for-Energy-A-perspective-to-2040#،تاريخ الاطلاع 2020/03/12.
5. جابة،أ .كعوان، س. (2015). **الغاز الصخري في الجزائر في ضوء التجربة الأمريكية**. مجلة المستقبل العربي. العدد 441. مركز دراسات الوحدة العربية.لبنان.
6. خاطر،إ. خاطر،ط. (جوان 2016). **الغاز الصخري في الجزائر بين المنافع والأضرار**. مجلة دراسات وأبحاث اقتصادية في الطاقات المتجددة. العدد 04. جامعة باتنة 01.
7. سعيدي سياف، ح. بوجغدار.خ. (ديسمبر 2017). **التوجه الطاقوي نحو الغاز الصخري في الجزائر بين الرهان الاقتصادي والهاجس البيئي**. مجلة دراسات اقتصادية. المجلد 04. العدد 03. جامعة قسنطينة 02.
8. شنوف،ش. (ديسمبر 2017). **الانعكاسات البيئية للغاز الصخري وأثره على الثروة المائية**. مجلة المستقبل الاقتصادي. العدد 05. جامعة بومرداس.
9. صياد،ن. مقيمح، ص. (ديسمبر 2019). **ضوابط الاستثمار في الغاز الصخري بالجزائر في ظل التنمية المستدامة**. مجلة الإصلاحات الاقتصادية والاندماج في الاقتصاد العالمي. المجلد 13. العدد 02. المدرسة العليا للتجارة.
10. طرطار، أ. راشي،ط. (2015). **الغاز الصخري كمصدر جديد للطاقة العالمية**. المؤتمر الأول حول السياسات الاستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الاحتياجات الدولية. جامعة فرحات عباس بسطيف. الجزائر.
11. Dessus, B.(2013). **Que penser de l'affaire des gaz de schiste**. Les cahiers de Global Chance. n°33. France.
12. Green Gross. (2013). **Enjeux Sanitaires. Environnementaux et Économiques liés à l'Exploitation des Gaz de Schiste Synthèse des travaux**. Green Gross France et Territoires.France.

13. U.S.Energy Information Administration .**Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources**: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States .available on the following link :
https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/overview.pdf. viewed on 10/03/2020.