الغاز الصخري: مقاربة مقارنة بين جدوى الاستثمار وتحديات الاستدامة البيئية

Shale gas: a comparative approach between the feasibility of investment and the challenges of environmental sustainability

د.ليلى مداني[1*]

[1] جامعة أمحمد بوقرة بومرداس (الجزائر)

تاريخ الاستلام : 2019-12-04؛ تاريخ المراجعة : 2021-02-10؛ تاريخ القبول : 2021-06-30

ملخص :

لقد شهد الاستثمار في الغاز الصخري تطورا كبيرا عرف بثورة الغاز الصخري منذ سنة 2010 خاصة في دول أمريكا الشمالية، حيث ارتفعت معدلات استخراجه مما أثر بشكل كبير على أسعار المواد الطاقوية التي انخفض سعرها خاصة النفط منذ سنة 2014، كما أثار في ذات الوقت جدلا واسعا في الكثير من دول العالم حول آثاره الخطيرة على مستقبل الاستدامة البيئية خاصة الدول التي بدأت في التنقيب عنه كالجزائر، والهدف من هذه الدراسة هو المقارنة بين الجدوى الاقتصادية لاستغلال الغاز الصخري باعتباره فرصة جيدة بالنسبة للدول التي تملك كميات معتبره منه وبين طبيعة المخاوف البيئية المرتبطة باستغلاله في الوقت الراهن، وقد تم تحليل الجدل بين فرص وتحديات استغلال الغاز الصخري على الاستدامة البيئية بالاعتماد على مجموعة من التقارير والدراسات العلمية، ليتبين أن تقيم مزايا استغلال الغاز الصخري وتحقيق فرصة جيدة للربح والاستثمار الناجع مرتبط بمدى التطور التكنولوجي لطرق استخراجه، وهو ما سيمكن من تقديم بديل أكثر نجاعة لاستغلاله يؤخذ الحسابات البيئة بعين الاعتبار، نظرا لكون الطرق المعتمد حاليا لا تضمن تجنب آثار استغلاله على الاستدامة البيئية، وبالتالي على صحة الانسان ومجاله الايكولوجي وجودة حياته مستقبلا.

الكلمات المفتاح: الغاز الصخري؛ الاستثمار؛ الاستدامة البيئية ؛ المناخ؛ الطاقات الأحفورية.

Abstract :

The investment in shale gas has been a major development known as the shale-gas revolution since 2010, especially in North American countries, where its extraction rates have increased significantly, affecting other energy, especially oil, which has been falling, especially since 2014. The extraction of shale gas has also provoked a wide controversy in many countries around the world about its dangerous effects on the future of environmental sustainability, The aim of this study is to compare the economic feasibility of exploiting shale gas for countries that possess such quantities and the nature of the environmental concerns related to its exploitation, The debate between the opportunities offered by shale gas and the challenges posed by it to environmental sustainability has been analyzed by drawing on a range of scientific reports and studies to show that the advantages of shale-gas exploitation and profit-making will depend on future technological development, which can provide a good way to exploit shale gas with consideration Environmental accounting, since the methods currently adopted do not guarantee that the effects of their exploitation on environmental sustainability, human health, ecological area and future quality of life.

Keywords : Shale gas ; investment ; Environmental sustainability; climate; fossil energies.

I- تمهيد :

منذ ثورة الغاز الطبيعي غير التقليدي أو ما عرف بثورة الغاز الصخري في الولايات المتحدة الأمريكية وكندا منذ سنة 2010، برز جدلا واسع في الكثير من دول العالم حول الآثار الخطيرة للغاز الصخري على مستقبل الاستدامة البيئية، سواء في الدول المتقدمة منها كفرنسا وبريطانيا وعدد من دول الاتحاد الأوربي أو حتى دول العالم الثالث والتي اثبت المسح الجيولوجي احتوائها على كميات معتبرة منه، والتي اتجهت نحو ايجاد فرصة للتنقيب عنه بما في ذلك الجزائر، فما هي حقيقة المخاوف المرتبطة باستغلال الغاز الصخري ضمن مجمل مراحل انتاجه على البيئة والتنمية المستدامة ضمن بعديها الاقتصادي والبيئي خاصة؟

وعليه تستند هذه الدراسة إلى تحليل ومناقشة الفرضيات التالية:

- إن الدوافع الاقتصادية المرتبطة بإيجاد طاقات بديلة للطاقات الأحفورية التقليدية هي السبب الأساسي للاستثمار في الغاز الصخري.
- إن الاستغلال الناجع للغاز الصخري يرتبط بمدى تطور التكنولوجيا النظيفة المثلى لاستغلاله دون آثار سلبية على البيئة بمختلف أبعادها.

إن الهدف من تناول العلاقة الموجودة بين النجاعة الاقتصادية للغاز الصخري وتبعات ذلك على البيئة هو البحث في طبيعة المخاوف البيئية المرتبطة بالاستثمار في الغاز الصخري مقارنة بالجدوى الاقتصادية المرتبطة باستخراجه، وذلك بهدف الوصول إلى العلاقة السببية المرتبطة بجانبي البيئة وتحقيق الربح وبوادر ترجيح هذا الأخير على حساب التنمية المستدامة.

ومن أجل ذلك تقوم هذه الدراسة بتناول ثلاث محاور أساسية تتمثل في:

- دراسة الجدوى الاقتصادية لاستغلال الغاز الصخري.
- تأثير استغلال الغاز الصخري على البيئة بأبعادها المختلفة
- تقيم نجاعة استغلال الغاز الصخري وفقا للتكنولوجيا الحالية المتوفرة.

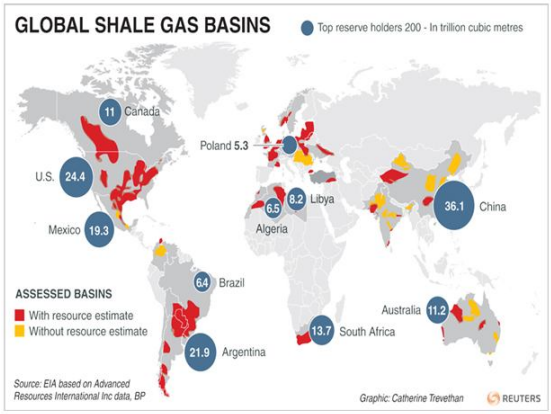
وسيتم تحليل ومناقشة المحاور السابقة باستخدام مجموعة من المناهج الوصفية التحليلية إلى جانب المنهج المقارن، بغية تحليل المعلومات الأولية التي تم جمعها من مصادر متعددة تمثلت أساسا في مجموعة من الدراسات الميدانية والدراسات العلمية الأكاديمية حول هذا الموضوع والمقالات والكتب والتقارير الدولية حول الغاز الصخري.

1.I- جدوى الاستثمار في الغاز الصخري:

لقد برز الغاز الصخري باعتباره طاقة أحفورية غير تقليدية في ظل التوجه الاستراتيجي للدول نحو البحث عن طاقات بديلة للنفط والفحم خاصة نتيجة ارتفاع أسعار النفط منذ بداية الالفية الثانية من جهة، وبهدف تنويع الدول لمناطق استيرادها للطاقة تحقيقا للأمن الطاقوي من جهة ثانية، لذا بدأ الاستثمار في الغاز الصخري سنة 2010 في ظل ما أطلق عليه بثورة الغاز الصخري في الولايات المتحدة الأمريكية والذي أثار جدلا كبيرا في الكثير من الدول، منها الأوربية وحتى العربية بما في ذلك الجزائر حول آثار استغلاله على الاستدامة البيئية، والإشكال الذي طرح من البداية خاصة لدى بعض دول الجنوب باعتبار أن البث في استغلال الغاز الصخري كان يتوقف بالنسبة لتلك الدول (المصدرة للمواد الخام أو موارد الطاقة التقليدية كالبترول والغاز الطبيعي والفحم) على اعتبارات مرتبطة أساسا بمدى تحسن الوضع الاقتصادي فيها، خاصة في ظل انخفاض أسعار النفط منذ سنة 2014، وبالتالي امكانية العزوف عن الاستثمار فيه في حالة ما إذ انتعشت أسعار النفط مرة أخرى، خاصة أنه منذ سنة 2018 عرفت أسعار البترول استقرارا عند حدود 60 إلى 70 دولار للبرميل، وإن كان هذا السعر لا يمكن مقارنته مع أسعار الذروة لسنتي 2004 و 2005 أين تجاوز سعر برميل البترول 130 دولار من جهة، وكذا تأثير موجات الغضب الشعبي التي ثارت في العديد من الدول ضد الاستثمار والتنقيب عن الغاز الصخري

نتيجة المخاوف المرتبطة بالمحيط والبيئة من جهة ثانية، ويمكن ضمن هذا الاطار توضيح الدول التي تحتوي على كميات معتبرة من الغاز الصخري من خلال الشكل التالي الذي يبين الإحدى عشرة دولة التي تحتوى على أكبر احتياطي من الغاز الصخري، وهي على التوالي كل من: الصين والولايات المتحدة الامريكية إلى جانب الأرجنتين والمكسيك وجنوب افريقيا وأستراليا وكندا وليبيا والجزائر والبرازيل وأخير بولندا.

الشكل (1): الدول التي تحتوي على أعلى الاحتياطات من الغاز الصخري في العالم



Reference: world Affairs Council of pittsburgh, **The Shale Gas Boom and U.S. Energy Security, 2014, in:** https://worldpittsburgh.wordpress.com/2014/01/17/the-shale-gas-boom-and-u-s-energy-security/, (visited : 12-11-2019)

أ- الجدوى الاقتصادية المرتبطة بالعوامل الخارجية: لقد تم إحراز تقدم كبير جدا في استغلال الغاز الصخري والذي أصبح القوة الدافعة الأكبر لنمو إنتاج الغاز العالمي وإمكانية حلوله محل الفحم خاصة في الصين باعتبارها اكبر الدول استهلاكا للطاقة، إلا أن الجدوى الاقتصادية لاستغلال الغاز الصخري ترتبط بمجمل المحددات التي لا ترتبط بالاستغلال المباشر للغاز الصخري ولكن بمجمل العوامل التي يتوقف عليها مستقبل الاستثمار في الغاز الصخري "استنادا إلى توقعات العوامل الجيو-سياسية والجيو-اقتصادية والتكنولوجية المتوقفة أساسا على ما يلي:

- مستوى النجاح في جلب الغاز غير التقليدي أي الصخري إلى الأسواق العالمية: والذي يرتبط أيضا بكمية الغاز الصخري التي يمكن استغلالها والتي لا تتجاوز "40% من المخزون الذي قدره الاتحاد العالمي للغاز سنة 2003 ومركز فنغاز سنة 2007 وهيئة المسح الجيولوجي الأمريكية سنة 2008 والمعهد الفدرالي لعلوم الأرض والموارد الطبيعية سنة 2009 باعتبارها أكثر الدراسات مصداقية والتي قدرت حجم مخزون موارد الغاز الصخري بنحو 456 تريليون متر مكعب مقارنة بـــ 187 تريليون متر مكعب للغاز التقليدي، والتي تشير إلى أن 60% من التقديرات متواجد في الولايات المتحدة الامريكية ورابطة الدول المستقلة" (1)، وهو ما يعني أن هناك كميات وفيرة جدا من الغاز الصخري موجودة حول العالم وفي ذات الوقت هناك دول قليلة بدأت في استغلاله تجاريا.

- مستوى التطور في تحرير التجارة العالمية للغاز: (2) إذ لا يمكن تجاهل حقيقة أن احتياطيات الغاز الطبيعي أو ما أصبح يعرف بالغاز التقليدي حول العالم "لا تزال معتبرة لذا قد لا يوجد محفز كافي لاستغلال الغاز غير التقليدي أي الغاز الصخري على الصعيد الاقليمي على المدى القريب، كما أن كمية الطاقة المستخدمة أكبر بكثير في عملية انتاج الغاز غير التقليدي منها في عملية انتاج الغاز التقليدي، وستواجه الدول النامية تحديات التكاليف والزمن لتطوير كل من الموارد والبنية الأساسية، نظرا لأن العائدات الاقتصادية ستكون ضعيفة في البداية" (3)، والجزائر احدى الدول النامية التي تطمح إلى

استغلال الغاز الصخري لتبقى الجدوى الاقتصادية رهينة ارتفاع أسعار الطاقات الأحفورية التقليدية كل من الغاز الطبيعي والبترول باعتبارها تصدر هذين الموردين الذين يشكلان أساس صادراتها.

- مستوى تطور تكنولوجيا استغلال الغاز الصخري: في السنوات الأخيرة شهدت صناعة الغاز الصخري في الولايات المتحدة "ثورة هائلة وذلك بفضل تطوير تقنيات جديدة ومبتكرة، إذ أدت الاستثمارات في تقنيات الاستخراج الجديدة - وحفر الآبار الأفقية وتقنيات التكسير الهيدروليكي - إلى جعل إنتاج الغاز أقل تكلفة، كما أعطت تقنية Fracking (التكسير) إمكانية الوصول إلى موارد هائلة من الغاز غير التقليدي ولا سيما الغاز الصخري، الذي يوجد داخل التكوينات الصخرية الرسوبية والتي يتم استخلاصها عن طريق حقن الرمل والمواد الكيميائية والمياه عند الضغط العالي"،(4) وعلى الرغم من أن هناك "كميات ضخمة من الغاز الصخري غير التقليدي في الولايات المتحدة الأمريكية المجدية تجاريا، مما سيغير الصورة الاستراتيجية للولايات المتحدة باكتفائها ذاتيا من الغاز الطبيعي في المستقبل المنظور، وقد تردد هذا التطور في جميع أنحاء العالم، مما تسبب في تحولات في أنماط التجارة وجعل قادة بلدان أخرى في أوروبا وآسيا يتوجهون نحو البحث عن استكشاف إمكانات الغاز الصخري الخاصة بهم، فمثل هذه التطورات تضغط على الترتيبات الطويلة الأمد مثل عقود الغاز المرتبطة بالنفط والطابع المنفصل لأسواق الغاز في أمريكا الشمالية وأوروبا وآسيا، وقد تؤدي إلى تحولات استراتيجية مثل إضعاف سيطرة روسيا على سوق الغاز الأوروبي"، (5)، فالغاز الصخري عبارة عن نفط يستخرج عن طريق الحفر العميق ثم الحفر الزلزالي الأفقي مما يسمح بانسيابه عبر الشقوق الموجودة بين الصخور، إلا أنه يتطلب ضخ كميات كبيرة من المياه المشبعة بالمواد الكميائية وبحث الدول الأوربية عن تنويع مصادر طاقتها من الغاز خارج روسيا قد يدفعها إلى استغلال واستيراد الغاز الصخري.

إن تشجيع استكشاف الغاز الصخري والاستثمار في استخراجه سيؤدي إلى تنويع مزيج الطاقة لدى الكثير من الدول خاصة تلك التي تعتمد أساسا على استيراد النفط والغاز كالدول الأوربية، مما سيؤدي إلى الحد من الاعتماد على الطاقة الأحفورية التقليدية التي تتراوح بين النفط والفحم وإلى حد ما الغاز الطبيعي، وبالتالي امكانية تعزيز أمن الطاقة لديها، ولا بد من الاشارة إلى أن "روسيا تنفرد بالمركز الأول في الغاز الصخري"، (6) وفي هذا الاطار لا بد من الاشارة إلى أن الغاز الصخري يعتبر جديرا بأن يكون بديلا للفحم إلا انه قد لا يكون كذلك بالنسبة للنفط والغاز الطبيعي، كما قد يكون سببا أساسيا في تراجع أسعار مختلف موارد الطاقة الاحفورية لاعتبارين هما:

الأول: هو الوفرة في موارد الطاقة وبالتالي تشبع الاسواق وهو ما يعني أن العرض أكثر بكثير من الطلب.

الثاني: تنامي انتاج الغاز الصخري قد يعني التحول من الفحم باتجاه الغاز الصخري، وسيعني ذلك التخفيف من انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون، ولكن في ذات الوقت سيعني الزيادة في انبعاث غاز الميثان، وكلاهما يعتبر من الغازات الدفيئة المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري وارتفاع حرارة الكرة الارضية.

وفي ظل التحولات التي يعرفها العالم اليوم فإنه لا أحد توقع أن وباء عالميا (كجائحة كوفيد-19) يمكن أن تكون سببا في اصلاح ما تسبب فيه الاستغلال المفرط للطاقات الأحفورية استجابة لمتطلبات الانتاج والاستهلاك الرأسمالي، وإن كانت الدراسات حول حجم التحول الايجابي الذي حدث على مستوى المناخ في ظل ركود عجلة الاقتصاد العالمي خاصة قطاع النقل وبالتالي انخفاض استغلال الطاقات الأحفورية وفي ذات الوقت انخفاض اسعارها لا تزال في بداياتها.

ب- الجدوى الاقتصادية المرتبطة بالعوامل الداخلية:

ويقصد بها جملة العوامل المرتبطة بخصائص استغلال الغاز الصخري خاصة منها المزايا والعيوب الاقتصادية للغاز الصخري بالمقارنة مع الطاقات الأحفورية التقليدية، وهي تتمثل في:

- ان عملية التنقيب عن الغاز الصخري أسهل بالمقارنة مع التنقيب عن الطاقات التقليدية، وهو ما يقلل من المخاطر الجيولوجية المرتبطة بعدم العثور عليه"،(7) إلا أن الأمر المهم هو أن تكون الكميات المنقب عنها مجدية اقتصاديا، أي أن هناك امكانية للاستفادة منها واستخراجها خاصة أن سرعة نفاذ آبار الغاز الصخري قد لا تتجاوز السنة إلى ثلاث سنوات.
- الغاز الصخري مكلف اقتصاديا بالمقارنة مع النفط التقليدي لبرميل البترول أو الغاز السائل، وذلك أن "تكلفة انتاج البرميل منه تتراوح بين 70$ إلى 85$ للبرميل، خاصة أن تطوير البنية التحتية الملائمة لاستغلال الغاز الصخري مكلفة جدا" (8)، وهذا الأمر يجعل الجدوى الاقتصادية لاستغلال الغاز الصخري محل شك، خاصة اذا استمرت اسعار البترول على ما هي عليه اليوم (منخفضة)، في ذات الوقت فان "التقديرات تشير إلى أن تكلفة حفر بئر غاز صخري في بولندا مثلا تزيد على تكلفة حفر بئر في الولايات المتحدة بنسبة ثلاث أضعاف، بالنظر إلى افتقار بولندا إلى صناعة الخدمات التنافسية" (9) وهو ما يعني أن حفر تلك الآبار في دول أخرى نامية مثلا سيعني أن التكلفة قد تصل إلى عشرات الأضعاف، وهو ما يعني أيضا أن هذه المسألة حساسة جدا اقتصاديا وحتى سياسيا في الدول التي تعاني من ركود اقتصادي ولا تحتوى على بدائل أخرى للتصدير.
- إن طبيعة التكسير التي تتم لاستخراج الغاز الصخري هي أقرب بكثير إلى عملية موحدة ومتكررة مثل التصنيع، فبدلا من المشاريع الهندسية للمرة الواحدة الواسعة النطاق التي تميز المشاريع النفطية التقليدية، تستخدم نفس الحفارات لحفر آبار متعددة باستخدام نفس العمليات في مواقع مماثلة بالنسبة للغاز الصخري، لذ فإن التكسير يولد مكاسب إنتاجية قوية(10).
- يحتاج استخراج الغاز الصخري وقتا أقصر لأول عملية انتاج بالمقارنة مع الغاز التقليدي"،(11) إلا أن توفر الغاز التقليدي بكميات كافية في السوق العالمية قد لا يكون مشجعا للدول النامية للاستثمار في الغاز الصخري.
- طبيعة العملية التي تستخدم فيها نفس الحفارات والعمليات نفسها المستخدمة في حفر آبار كثيرة في مواقع مماثلة تعني أن الوقت بين قرار حفر بئر جديدة والغاز الذي يتم إنتاجه يمكن قياسه في أسابيع وليس سنوات كما هو الأمر بالنسبة للطاقات الأحفورية التقليدية.
- إن حياة بئر الغاز الصخري تميل إلى أن تكون أقصر بكثير من البئر في الغاز التقليدي فمعدل هبوطها السنوي أكثر حدة بحوالي 75% في السنة الأولى من الإنتاج بالنسبة للغاز الصخري، وهو معدل حاد من الانخفاض، فالتأخر في الإنتاج القصير ومعدلات الانخفاض المرتفعة يعني وجود علاقات أوثق بين الاستثمار وإنتاج الغاز الصخري، حيث تؤثر القرارات الاستثمارية على الإنتاج بسرعة أكبر وتنخفض مستويات الإنتاج بسرعة أكبر ما لم يتم الاستثمار في الحفاظ عليها.

ومن النتائج الهامة لهذه الخصائص أن استجابة الغاز الصخري على المدى القصير لتغيرات الأسعار ستكون أكبر بكثير من تلك المرتبطة بالنفط التقليدي، فمع انخفاض الأسعار سوف ينخفض نشاط الاستثمار والحفر وسيتابع ذلك انخفاض الإنتاج، ولكن مع انتعاش الأسعار يمكن زيادة الاستثمار والإنتاج بسرعة نسبية (12)، بالمقارنة مع امكانيات الانتاج والاستثمار في الطاقة الأحفورية بسرعة أقل في علاقتها بانخفاض السعر وارتفاعه.

كما ينتهي الجزء الأعظم من الغاز الصخري في حدود السنة أي 70% إلى 90% مما يعني أن عمر البئر قصير جدا، وهو ما يجعل مسألة الاستثمار فيه محل شك حول جدواها الاقتصادية، في حين أن الاستثمار في حقل النفط التقليدي يتجاوز الـــ25 إلى 30 سنة، مثل حقل كركوك "فالفارق الزمني الكبير بين قرارات الاستثمار والإنتاج قد يستغرق عدة سنوات أو أكثر من قرار الاستثمار في حقل معين قبل أن يبدأ في إنتاج النفط، وعندما يتدفق النفط فإنه غالبا ما يستمر لسنوات عديدة بخلاف الغاز الصخري،"فمنذ بداية عام 2010 ارتفع إنتاج الغاز الصخري الأمريكي إلى حوالي 4.5 مليون برميل يوميا، وتتباين هياكل التكاليف تباينا كبيرا في مختلف المناطق، ولكن معظم التقديرات تشير إلى أن غالبية الغاز الصخري الأمريكي تقع في مكان ما بشكل عام في منتصف منحنى التكلفة الإجمالية (13) بالمقارنة مع مجمل أنواع الطاقات الأحفورية الأخرى، وعلى الرغم من "أن الغاز الصخري الأمريكي يمثل أقل من 5%من سوق النفط العالمية، فإن النمو السريع في الغاز الصخري الأمريكي كان العامل الرئيسي الذي أدى إلى انهيار أسعار النفط سنة 2014، إذ زاد إنتاج النفط الأمريكي بما في ذلك الغاز الصخري من تلقاء نفسه بنحو الضعف" (14)، كما أنه "وفقا لتوقعات إدارة معلومات الطاقة EIA لسنة 2016 سيستمر الاتجاه الصاعد لإنتاج الغاز الصخري في الولايات المتحدة الأمريكية إلى سنة 2040، إلا أن بعض الوكالات المستقلة في الولايات المتحدة الأمريكية تتبنى آراء مختلفة تماما حول مستقبل الغاز الصخري وفقا لتوقعات تقييم التأثير البيئي، حيث أجرى فريق بحث مؤلف من 12 من الجيولوجيين ومهندسي الخزان والاقتصاديين من جامعة تكساس في أوستن بحثا عن أربعة مناطق غازية (مارسيلس وهاينسفيل وفايتيفيل وبارنيت) لمدة ثلاث سنوات، وباعتماد الفريق على طريقة التنبؤ بالإنتاج بدقة لا تقل عن عشرين مرة من التنبؤ بتقييم التأثير البيئي، وخلص الفريق إلى أن إجمالي إنتاج الغاز الصخري من هذه المناطق الأربعة سيصل إلى ذروته في عام 2020 ثم ينخفض بسرعة وهذا يبدو متشائما بالمقارنة مع توقعات EIA (15).

وهذا ما يوصلنا إلى نتيجة مفادها أن الاستثمار في الغاز الصخري قد يكون ذو أهمية اقتصادية إذا ما ارتفعت أسعار الطاقات الاحفورية التقليدية من جهة، وكذا إذا ما تمكنت الدول النامية التي تملك كميات معتبرة منه من تطوير بنيتها التحتية للاستثمار وكذا امكانية استيعاب التكاليف اللازمة لذلك من جهة ثانية، بالإضافة إلى ضرورات التطور التكنولوجي التي ستحسم استغلاله مستقبلا.

I.2- تأثير استغلال الغاز الصخري على البيئية:

إن المخاوف المتزايدة بشأن انبعاث الغازات الدفيئة وتأثيرها على البيئة وتغير المناخ لا ترتبط بثورة الغاز الصخري ولكن تعود إلى مراحل سابقة ترتبط بالاستثمار في الطاقات الأحفورية بشكل عام، إلا أنها ازدادت حدة مع ثورة الغاز الصخري نظرا للآثار السلبية الأكثر خطورة على البيئة بالمقارنة مع باقي انواع الوقود الأحفوري الأخرى، ولعل أبرز ما ميز ثورة الغاز الصخري خارج الولايات المتحدة الامريكية هو رفض الرأي العام المحلي في الكثير من الدول الأوربية ودول العالم الثالث منها الجزائر لوضع منصات التنقيب عن الغاز الصخري لأسباب بيئية، ويمكن حصر مجمل المخاطر البيئية وتأثير استخراج الغاز الصخري على مختلف الموارد الطبيعية سواء تعلق الامر بالمياه أو التربة، وذلك ضمن مختلف العمليات التي يمر بها انتاج الغاز الصخري فيما يلي:

أ- تأثير استغلال الغاز الصخري على جودة المياه والتربة:

إن عملية الحفر تتطلب "الجمع بين تقنيتي الحفر الأفقي والتصدع المائي" (16)، كما أن عملية الاستخراج عن طريق "التكسير الهيدروليكي تتسبب بإنتاج مخلفات مشعة وملوثة" (17)، وهو ما يعرف بالحفر والتصديع، وهو أن يتم ضخ الكثير من المياه المضغوطة المخلوطة بمواد كميائية لإحداث الصدوع التي تمكن الغاز من التدفق والذي يعني الحاجة إلى ما بين 3 إلى أكثر من 6 مليون غالون من المياه لكل بئر، اعتمادا على طول الحفر الجانبي" (18)، وبالتالي ضرورة توفر المياه بكميات كبيرة جدا، وهو ما يعني استنزاف الموارد المائية خاصة بالنسبة للدول التي تعاني من الجفاف وشح في المياه.

إن ضخ المياه بكميات كبيرة والتي تكون مشبعة بالمواد الكميائية (19) يشكل خطورة على البيئة من خلال امكانية أن يتسبب في تلوث المياه الجوفية إذا انسكب أثناء النقل أو التخزين أو المعالجة أو التسرب أثناء الضخ والذي يؤثر على التربة، والأهم التأثير على عدم امكانية تدوير المياه المستخدمة في الحفر إلا بعد أن يتم معالجتها، "لتبقى المياه المستخدمة في عملية تكسير الصخور الرسوبية أكبر عائق يواجه الشركات...فقد حذرت العديد من المنظمات الحكومية والجمعية البريطانية المختصة في معالجة المياه من خطر التكسير والآثار الناتجة عن استخدام المواد الكمياوية" (20)، ويبقى التطور التكنولوجي أو توفر التقانات النظيفة للحد من الآثار السلبية لاستخراج الغاز الصخري هي الحل الانجع والتي هي حتى الآن غير متاحة، وهذا ما يلخص مجمل ما وصل اليه باحثون في جامعة كرنيجي ميلتون ضمن الدراسة التي قام بها كل من مكتب المحاسبة الحكومية GAO وكذا الوكالة الدولية للطاقة الذرية باعتبار أن "تطوير النفط والغاز والتي تشمل التنمية من التشكيلات الصخرية أي الغاز الصخري تشكل مخاطر كامنة لجودة الهواء وكمية المياه ونوعية المياه والأرض والحياة البرية"، كما أنه في اطار الدراسة الميدانية لباحثون من نفس الجامعة في منطقة مرسلواس الصخرية بولاية بنسلفانيا "توصلوا إلى أن هناك مخاطر كبير تسبب بها الحفر واستغلال الموارد المائية في هذه المنطقة لاستخراج الغاز الصخري (21) خاصة أن المحصلة النهائية تبين أن هناك تأثيرات طويلة المدى على جودة المياه وحتى الهواء وحتى التربة، مما يعني تأثيره على جودة الحياة بشكل عام.

كما يتسبب الحفر العمودي والأفقي والجانبي في هشاشة الطبقات السفلى من الأرض نتيجة الحفر الزلزالي بخلخلة الصخور مما قد يؤدي إلى هزات زلزالية تزداد شدتها كلما كانت المنطقة ذات نشاط زلزالي.

كما أن عملية الحفر في وسط الصخور والتي تكون بطريقة أفقية تتطلب مساحات شاسعة على عكس النفط التقليدي الذي تكون فيه عملية الحفر عمودية، ناهيك عن كون بعض الأماكن في أوربا الغربية مأهولة بالسكان مما دعى هذه الدول إلى تأجيل البث فيه، إلى جانب "ارتفاع معدل الاراضي اللازمة لمنصات الحفر ومواقف السيارات والشاحنات وتجهيز الغاز ومرافق النقل...إلخ، إذ تبلغ المساحة المستغلة من أجل منصات استخراج الغاز الصخري ولوازمها إلى ما "بين 16200 متر مربع و20250 متر مربع" (22) وهي مساحات شاسعة جدا وهو ما يزيد من تكاليف استخراج الغاز الصخري كلما كان في مناطق بها كثافة سكانية.

ب- تأثير استغلال الغاز الصخري على المناخ:

إن استخراج الغاز الصخري يتسبب في تلويث البيئة خاصة من خلال النفايات الكيماوية الناتجة عن عملية الحفر والتي عادة ما يتم دفنها في التربة، وفي ذات الوقت هناك آثار تترتب على استغلاله على المناخ والمرتبطة بانتشار وانبعاث الغازات الدفيئة فحتى "تقنية احتجاز الكربون في الوقت الراهن لا تعتبر قابلة للانتشار تجاريا،...كما أن الحقيقة التي لا يمكن تجاهلها هي أن غاز الميثان الذي قد يتسرب من عملية الحفر وعن حرق الغاز الصخري ذو تأثير حراري قريب المدى، ففي ظرف 20 سنة على الغلاف الجوي يكون تأثيره أكثر وطأة من انبعاث ثاني أكسيد الكربون" (23)، وهو ما يعني أن الغاز الصخري مثله مثل باقي الطاقات الاحفورية المسببة لتلوث البيئة بحرقها، وهو ما دفع العديد من البلدان الغنية بالغاز الصخري إلى تخفيض توقعاتها لاستكشاف الغاز الصخري بعد الحفر الأولي وتقييم التأثير البيئي له، وتعد بولندا واحدة من أكثر الدول نشاطا في تطوير الغاز الصخري في العالم، وقد أطلقت خمسة مشاريع لإنتاج الغاز الصخري بما في ذلك بمنطقة حوض بحر البلطيق في أوائل سنة 2010، مما جذب مشاركة العديد من شركات النفط الدولية، وبعد أن نجحت شركات النفط الدولية مثل شيفرون وإكسون موبايل في حفر العديد من الآبار الاستكشافية كانت إنتاجية الاختبار منخفضة ولم تستطع الوصول إلى المعيار الصناعي، مما دفع بولندا إلى تعليق تطوير الغاز الصخري، كما قامت شركة "شل" بحفر ثلاث آبار استكشافية في الصخر الرملي مع ظروف جيولوجية أفضل في السويد بالمقارنة مع النرويج، لكنها فشلت في الحصول على أي غاز، ومنه نستنتج أن النجاح التجاري في استغلال الغاز الصخري معقد في النرويج وليس

بنفس الجودة في السويد، وفي تقرير تقييم موارد الغاز الصخري العالمي الذي نشرته EIA في عام 2013 ، تم تخفيض موارد الغاز الصخري القابلة للاسترداد تقنيا في النرويج الى اسفل مستوى لها (24) وهذا ما يجعل مسألة الاستفادة القصوى من بئر الغاز الصخري رهينة التطور التكنولوجي من جهة، ومن جهة ثانية يظهر أن للاعتبارات البيئية دور في وقف التنقيب عنه في عدد من الدول الأوربية.

إن الاحتياطيات الحالية من الوقود الأحفوري (أي النفط والغاز والفحم) إذا ما استخدمت بكاملها ستولد ما يزيد على 2.8 تريليون طن من ثاني أكسيد الكربون، أي ما يزيد كثيرا عن تريليون طن أو ما يراه المجتمع العلمي متسقا مع الحد من الارتفاع في المتوسط العالمي لدرجات الحرارة إلى ما يزيد عن درجتين مئويتين، وهذا لا يأخذ في الحسبان الاكتشافات الجديدة التي تجري في كل وقت أو الموارد الهائلة من الوقود الأحفوري التي لم يتم حجزها بعد كاحتياطات، الأهم من ذلك هو أنه ليس كل الوقود الأحفوري على حد سواء، فالفحم مثلا هو أعلى كربون أي أن حرق الاحتياطيات الحالية من الفحم من شأنه أن يمثل 60%من تلك الانبعاثات، ويترتب على ذلك أن الفحم من المرجح أن يكون أكثر تأثرا بسياسات المناخ في المستقبل أكثر من النفط أو الغاز بما في ذلك الغاز الصخري، كما أن التكنولوجيات الناشئة مثل التقاط الكربون والتخزين تعني أننا قد نتمكن من إيجاد طرق جديدة لاستخدام الوقود الأحفوري لتوليد الطاقة التي تقلل إلى حد كبير من انبعاث الغازات الدفيئة (25) كما يمكن للغاز الصخري أن يحل محل الفحم بدرجة أكبر منه بالمقارنة مع الغاز الطبيعي وحتى النفط.

3.I نجاعة استغلال الغاز الصخري بين العوامل الاقتصادية والبيئية:

هناك دور أساسي للتطور التقني والتكنولوجي في مختلف مجالات الحياة بما في ذلك الطاقة الاحفورية وتأثيره على امكانية ايجاد مستقبل أفضل لاستغلالها بما في ذلك استغلال الغاز الصخري، وتبقى البيئة رهينة الجدل بين شعوب ومنظمات غير حكومية وحتى مجتمع مدني يبدي مخاوفه من استغلال الغاز الصخري وبين حكومات لم تستطع حتى في الولايات المتحدة الأمريكية الحصول على "ايضاحات من الشركات النفطية عن المواد الكميائية التي يتم استخدامها في عملية الحفر، باعتباره جزء من الاسرار التقنية للحفر...في ذات الوقت تشير الشركات النفطية إلى أن هناك امكانية لحدوث تلوث للمياه إذا تم التخلص من السوائل بطريقة غير سليمة" (26)، وهو ما يعني أن هناك غموض حول طريقة استخراج الغاز الصخري في الدول المتقدمة كما في دول العالم الثالث، على اعتبار أن الشركات المختصة ترفض التصريح حول حقيقة التأثيرات الناتجة عن عملية الحفر على البيئة والمحيط.

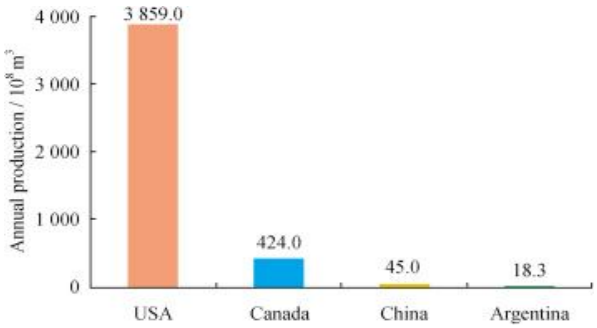
وكل ما يسعنا قوله هو أن المشكلة الاساسية التي يطرحها الغاز الصخري وغيره من أنواع الوقود الاحفوري الاخرى (الفحم والنفط والغاز الطبيعي)، هو "ازدياد انبعاث الغازات الدفيئة المدفوع إلى حد كبير بالنمو الاقتصادي والسكاني فهي الآن أعلى من أي وقت مضى، وقد أدى ذلك إلى تركيز ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز في الغلاف الجوي والتي لم يسبق لها مثيل في آخر 800000 سنة على الأقل، فالتغييرات المتوقعة مروعة مع تغيرات في النظام الإيكولوجي الواسعة النطاق، والمخاطر على الأجيال القادمة والأحداث الجوية القاسية، إذ يزداد خطر حدوث تغييرات مفاجئة ولا رجعة فيها، فالعالم يقترب من العتبة، وعلى حد تعبير "جيمس هانسن" عالم سابق في وكالة ناسا وأب الوعي العالمي بتغير المناخ الذي أطلق علي اتفاق باريس 2015 "بالاحتيال المزيف" قال أن حتى هذه الكلمات لا قيمة لها فلا يوجد عمل حقيقي بل مجرد وعود، طالما أن الوقود الأحفوري هو أرخص أنواع الوقود فسيستمر حرقه (27)، ومن خلال كل ما تقدم يتضح أن امكانية استغلال الغاز الصخري في الدول النامية وفي الجزائر باعتبارها من بين الدول التي أثبت المسح الجيولوجي احتواء أراضيها على كميات معتبرة منه، يتوقف على عدة اعتبارات ترتبط في مجملها بكميات الغاز الصخري وإمكانية استغلالها ومدى قربها من البنية الأساسية للغاز الطبيعي، وبالتالي امكانية توجيهها تجاريا نحو السوق العالمية، إلى جانب درجة انعكاس استغلاله على البيئة مما سيحدد أسعار هذا الأخير أي الغاز الصخري، وعليه فقد توصل الباحثون إلى أربع سيناريوهات لمستقبل الغاز الصخري تتمثل فيما يلي":

- **السيناريو الاول** : يتصور عالما تصبح فيه ثورة الغاز الصخري عالمية وواسعة النطاق وتحريرها بشكل متزايد ومتكامل لسوق الغاز العالمي، وهو ما يقلل من احتكار انتاج الغاز خاصة أن روسيا تعتبر المزود الرئيسي لأوربا بالغاز الطبيعي.

- **السيناريو الثاني**: يتنبأ بعالم لا يزال فيه تطوير الغاز الصخري محدودا نسبيا، ولا تزال أسواق الغاز منفصلة عن الحدود الوطنية أو الإقليمية وهو ما يعني أن انتاج الغاز الصخري ما يزال متأثرا بطرق استخراجه، ودرجة جدواه اقتصاديا مقابل حدود التلوث التي يمكن أن يتسبب بها استغلاله وهو ما يقلل من تطور الاستثمار فيه.

- **السيناريو الثالث**: مستقبل أسواق الغاز المتنوعة بسبب ثورة الغاز الصخري التي انطلقت من الولايات المتحدة الأمريكية، ولكن التحرير الشامل لأسواق الغاز سينتشر تدريجيا وعالميا، اذ تعتبر الصين ثالث أكبر منتج للغاز الصخري بعد الولايات المتحدة إلى جانب كندا والأرجنتين، كما أن هناك دراسات تشير إلى أن المكسيك والجزائر ستتعاون مع شركات النفط الدولية لإنتاج الغاز الصخري تجاريا في حدود سنتي 2020 و2030، ومن المتوقع أنه بحلول عام 2040 ستساهم هذه الدول الست بشكل كامل بنسبة 70% من إنتاج الغاز الصخري العالمي، ومن الواضح أن نمو إنتاج الغاز الطبيعي في المستقبل سيعتمد بشكل رئيسي على الغاز الصخري، كما سيكون نمو إنتاج الغاز الصخري العالمي بشكل رئيسي في كل من الصين والولايات المتحدة الأمريكية خاصة، ويمكن الاشارة إلى الدول المنتجة للغاز الصخري وكمية الانتاج من خلال الشكل التالي:

الشكل(2):الدول المنتجة للغاز الصخري وكميات الانتاج بالمتر المكعب



Reference:ShiqianWang , (2018) ,Shale gas exploitation: Status, problems and prospect , **Natural Gas Industry B ,**Volume 5, Issue 1, February, P61, in: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352854017301894 (visited:15-8-2019)

- **السيناريو الرابع**: عالما يتم فيه تطوير موارد الغاز الصخري بشكل شامل حيثما وجد، ولكن في غياب التوسع في تحرير الأسواق، حيث لا تزال الأسواق الوطنية والإقليمية منفصلة.

وقد توصلت السيناريوهات الأربع إلى تواجد حركة نحو التكامل في الأسواق العالمية وقد نظر المعدون للتقرير إلى آفاقين زمنيين: وهما بين سنتي 2012 إلى 2020 وسنتي 2020 إلى 2030"(28) ولعل الأمر الذي لم يبرز ضمن هذه السيناريوهات هو امكانية تجميد الاستثمار في استغلال الغاز الصخري لأسباب بيئية، وهو ما يجعل هذه الأخيرة تحتل مراتب ثانوية بالمقارنة مع الجدوى الاقتصادية التي يمكن أن تنتج عن تحرير أسواق الغاز بما في ذلك الغاز الصخري، إلا أن جائحة كوفيد-19 قد تؤدي بالدول إلى اعادة النظر في معايير العولمة المرتبطة بالتكامل والعالمية لصالح القطرية والإقليمية وهو ما يجعل من السيناريوا الرابع أكثر تنبؤا بالواقع الذي نعيشه اليوم.

II- النتائج ومناقشتها

إن ظهور الغاز الصخري جنبا إلى جنب مع المخاوف المتزايدة بشأن تغير المناخ والبيئة خاصة في ظل ما يشهده العالم من تغير للمناخ الذي قد يصبح أكثر تذبذبا خلال السنوات القادمة اذا استمر الاستغلال غير العقلاني من طرف الانسان للطبيعة، بحيث لا يمكن اهمال الدور المتزايد لاستخراج الطاقات الاحفورية واستغلالها في التأثير بشكل متزايد على البيئة.

إن آفاق استغلال الغاز الصخري مقيدة بالعديد من المشاكل من حيث تكنولوجيا التكسير الهيدروليكي وحتى من حيث طبيعة المواد المستخدمة، إلى جانب الحاجة الكبيرة للمياه من أجل القيام بالحفر والاستخراج، ليبقى الاستغلال النظيف للغاز الصخري رهن التطور التكنولوجي لإيجاد طرق أكثر فعالية وأقل تلويثا.

إن مسألة الاستثمار تبقي الغاز الصخري يتأرجح بين الجدوى الاقتصادية وتأثيره على البيئة ضمن أبعادها الثلاثة التي تضم في ذات الوقت الجانب الاقتصادي المرتبط بقيمة الأرباح التي يمكن تحقيقها من الاستثمار في الغاز الصخري إلى جانب البعد الايكولوجي المرتبط بواقع تأثير استغلاله على البيئة، وضمن هذين البعدين تأتي محصلة تأثيرهما على الانسان من خلال ترجيح احداهما على الآخر مما يعني تأثيره على التنمية وتحسين معيشة الفرد وجودة حياته.

وعليه يجب على الدول التي أثبت المسح الجيولوجي احتوائها على كميات معتبرة أن تفكر في قضايا المخاطر والربح على نطاق واسع من خلال تطوير استغلال الغاز الصخري بحكمة وعقلانية بعيدا عن المصالح الضيقة البعيدة عن دراسة المخاطر البيئية.

IV- الخلاصة :

إن بروز الغاز الصخري كطاقة بديلة إلى حد ما للنفط والفحم خاصة في ظل ما أطلق عليه بثورة الغاز الصخري الذي أثار جدلا كبيرا في الكثير من الدول منها الأوربية وحتى العربية بما في ذلك الجزائر نتيجة المخاوف المرتبطة بآثاره على المحيط والبيئة، مما أثار موجات من الغضب الشعبي في العديد من الدول المنددة بالاستثمار والتنقيب عنه، إلا أن درجة تأثيرها على عدم استغلال الغاز الصخري تبقى محل شك باعتبار البيئة والحفاظ عليها ليس من أولويات كبار المنتجين وعلى رأسهم الولايات المتحدة الأمريكية، لذا فكل ما يسعنا قوله في الأخير هو أن الغاز الصخري يبقى نعمة زائلة ونقمة دائمة على البيئة، خاصة أن استغلال الغاز الصخري قد يؤثر على المياه السطحية والجوفية والمجال الايكولوجي بما في ذلك الهواء والتربة والتي تعني تلوثا مستداما للبيئة، وبالتالي تأثيرا دائما على جودة حياة الانسان على المدى البعيد، إلا أن هذه المخاطر تختلف من حيث نوعيتها واحتمال حدوثها والآثار المحتملة لها كما ونوعا من دولة لأخرى، خاصة أن الشركات تتعامل بسرية تامة فيما يتعلق بتلك الاحتمالات والمخاطر، كما أن الكثير من الدراسات حول الغاز الصخري بينت وجود ممارسات سيئة تقوم بها شركات الطاقة في مدينة تكساس بالولايات المتحدة وحتى في خليج المكسيك مثلا، وهو ما يعني ضرورة تبني سياسات حذرة من طرف الدول التي تملك كميات ضخمة منه وتنوي استغلاله من خلال فرض شروط سلامة بيئية صارمة على تلك الشركات فيما يتعلق باستخراجه والتخلص من مخلفات ذلك بطريقة آمنة.

كما أن طرح فكرة الطاقات المتجددة كبديل بهدف تحقيق تنمية مستدامة من أجل الحفاظ على كوكب الأرض غير ممكن في الوقت الحالي خاصة في بعض القطاعات كالنقل، فإعادة بناء كل الآليات الاقتصادية على طاقة بديلة وخاصة متجددة يتطلب الكثير من الوقت وكذا التحول التدريجي، بحيث يتم استبدال التكنولوجيا القائمة على النفط (البترول والغاز) بطاقة بديلة أو متجددة، وعليه لا بد من استنفاذ كميات النفط اللازمة للقيام بذلك، في ظل استمرار دائم لعجلة التصنيع التي تعتمد بالأساس على النفط في الوقت الراهن، وحتى خلال المستقبل فنحن في زمن اقتصاد الطاقات والبحث عن الطاقات سواء البديلة أو المتجددة قد يقلل من الاعتماد على الطاقات الأحفورية، إلا أن امكانية التخلي عنها غير ممكنة ضمن

المستقبل المنظور، ويبقى الاستغلال الناجع للغاز الصخري خاصة في دول العالم الثالث رهن تطور طرق الاستخراج خاصة أن التكنولوجيا الحالية غير آمنة بيئيا.

الإحالات والمراجع :

1. جودي ترينامان وآلان كلارك ، (2010)، دراسة موارد الطاقة: نظرة مركزة على الغاز الصخري، تر: ايمان بويحيى و خالد الشتوي، لندن: مجلس الطاقة العالمي، ص3.

2.Spencer Dale, (2015), **New Economics of Oil**, London: Society of Business Economists Annual Conference, 13 October, P6.

3. جودي ترينامان وآلان كلارك، مرجع سابق ص6.

4 .Jacopo bellelli,(2013), **The Shale gas 'revolution' in the United States: Global implications, options for the EU,** (European Union: Printed in Belgium, , P4, 24-3- 2118, in: http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/briefing_note/join/2013/491498/EXPO-AFET_SP%282013%29491498_EN.pdf

5 .Amy Myers Jaffe and Meghan L. O'sullivan, (2012),**The Geopolotics of Natural Gas**, (Report of scenarios workshop of Harvard Kennedy School belfer center and rice University's Baker Institute Energy Forum,july,P5.

6 . جودي ترينامان وآلان كلارك، مرجع سابق، ص4.

7. نفس المرجع، ص12.

8.نفس المرجع، ص3.

9. الغاز الصخري، (2014)، **مجلة اضاءات**، السلسلة 6، العدد8، الكويت: معهد الدراسات المصرفية، مارس ، ص4.

10 .Spencer Dale, op cit, p8.

11.جودي ترينامان وآلان كلارك، مرجع سابق، ص6

12. Spencer Dale, op cit, P8.

13.Ibid, P3.

14.Ibid, P4.

15 .ShiqianWang, (2018), Shale gas exploitation: Status, problems and prospect, **Natural Gas Industry**,Volume5,Issue1, February,PP60-74, in: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352854017301894, (visited: 27-07-2019)

16.جودي ترينامان وآلان كلارك، مرجع سابق، ص13.

17. الغاز الصخري، مرجع سابق، ص4.

18.**Shale Gas and the Environment**, ,(2013), Government-University-Industry Research Initiative, Carnegie Mellon University, Pittsburgh: SIEI, p10.

19.الغاز الصخري، مرجع سابق، ص4.

20. جمال قاسم حسن، **النفط والغاز الصخريين وأثرهما على أسواق النفط العالمية**، صندوق النقد العربي، ص 5، (تاريخ الزيارة، 13-5-2019)

http://www.amf.org.ae/sites/default/files/Research%20and%20Studies/AMF%20Economic%20Papers/ar/Shale_Oil.pdf

21.Shale Gas and the Environment, op cit, p p10- 12

22 . **Impacts of shale gas and shale oil extraction on the environment and on human health,** (2011), Policy Department A: Economic and Scientific Policy, EU, P P10-20

23.جودي ترينامان وآلان كلارك، مرجع سابق، ص ص19-20.

24. ShiqianWang, op cit, p64.

25. Amy Myers Jaffe and Meghan L. O'sullivan, op cit, P5

26. الغاز الصخري، مرجع سابق، ص4.

27 .Michael Peters, (2017), Editorial Can democracy solve the sustainability crisis? Green politics, grassroots participation and the failure of the sustainability paradigm, **Journal Educational Philosophy and Theory**, Australasia, , P4.

28.Amy Myers Jaffe and Meghan L. O'sullivan, op cit, P12.

كيفية الاستشهاد بهذا المقال حسب أسلوب APA :

د.ليلى مداني ، (2021)، **الغاز الصخري: مقاربة مقارنة بين جدوى الاستثمار وتحديات الاستدامة البيئية** ، مجلة الباحث في العلوم الانسانية و الاجتماعية، المجلد 13(02)/ 2021، الجزائر : جامعة قاصدي مرباح ورقلة، ص.ص 43-54.