

التحديات والتهديدات البيئية للغاز الصخري

Challenges and threats to shale gas on environmental security



د/ حليلة حقاني

جامعة الجزائر 3، (الجزائر)

halimahagani87@gmail.com

تاريخ النشر: 2022/12/29

تاريخ القبول: 2022/12/26

تاريخ الارسال: 2022/11/22

ملخص: الغاز الصخري هو غاز ثقيل ونادر من أنواع الغاز الغير تقليدي ينتمي إلى الطاقة المتجددة لانه تستخرج منه نوعية جيدة من الطاقة و الذي يتم استخراجها من الصخور المتواجدة في عمق الأرض و لكن كيفية استخراج هذا النوع من الطاقة و عمليات التنقيب و التكسير و الاستخراج مكلفة بالإضافة إلى خطورتها البيئية نظرا للتهديدات البيئية الناتجة عنه، التي يظهر تأثيرها في الاستخراج و تلوث المياه المستعملة في عملية الاستخراج وكذا تسرب المياه الملوثة التي تحتوي على مواد كيميائية و هيدروليكية سامة التي تلوث المياه الجوفية و كذا تلوث الهواء الناتجة عن مكونات الغاز مما أدى إلى ضرورة وضع قوانين و موثيق دولية لحماية البيئة من خطر الاستعمال اللامحدود للطاقة و الغاز، الاهتمام بالنظرية الخضراء و الأمن البيئي و أمنة البيئة من خلال المسؤولية الأخلاقية والإنسانية للمؤسسات البترولية و الدولية.

الكلمات المفتاحية: استخراج الغاز الصخري؛ التلوث؛ المواد الكيماوية و الهيدروليكية؛ الامن البيئي؛

تصنيف جال: PO

Abstract: Shale gas is a heavy and rare gas that is unconventional and belongs to renewable energy because it extracts a good quality of energy, which is extracted from the rocks located deep in the ground, but how to extract this type of energy and the operations of exploration, fracturing and extraction are expensive in addition to its environmental risks due to the resulting environmental threats The effects of which appear in the extraction and pollution of the used water in the extraction process, as well as the leakage of polluted water that contains toxic chemical and hydraulic materials that pollute the groundwater, as well as air pollution resulting from gas components, which has led to the need to develop laws, charters and international conferences to protect the environment From the danger of unlimited use of energy and gas, concern for green theory, environmental security and environmental safety through the moral and human responsibility of the oil and international institutions;

key words: Shale gas extraction; pollution; chemical and hydraulic materials; environmental security

JEL classification: Po

1. مقدمة:

على الرغم أنه يبقى النفط من المصادر الأساسية للطاقة التي اعتمد و ما زال يعتمد عليها معظم القطاعات الصناعية و الغير صناعية من أجل التقدم و لكن المشاكل البيئية الناتجة عن إنتاجه و استهلاكه و كذا تداول بعض القطاعات المتخصصة عن إمكانية استنزاف الاحتياطي العالمي منه و في المقابل طرح العديد من البدائل عن هذا النوع التقليدية و المتجددة و أهمها شهرة هو الغاز الطبيعي أولاً و مؤخراً الغاز الصخري الذي عرف اهتمام أوساط الشركات المتخصصة في استخراج أنواع الطاقة و كذا الأوساط السياسية و الأكاديمية.

نظراً لاعتماد الامن البيئي كبعد من ابعاد الامن الموسع و كصيغة منظورية ضرورية في دراسات المقاربة الموسعة للامن و الامن الانساني الذي فرضه التغير الحتمي في السياسة الدولية تطلب ادراج التهديدات البيئية ضمن قائمة تحليل الدراسات الدولية و السياسات العامة للدول بناء على ذلك خلال هذا العمل نجمع متغيرين هامين في مقاربة في تأثير مورد طبيعي الا و هو الغاز الصخري على البيئة و للتفصيل في ذلك نطرح الاشكالية الرئيسية التالية:

ما هي الآثار والتهديدات التي يشكلها الغاز الصخري على البيئة؟ او ما هي التحديات البيئية للغاز الصخري؟

لتحليل الاشكالية نعتمد على تقسيم الدراسة الى الاجزاء التالية:

لتحليل الموضوع يتم الاعتماد على مناهج البحث اهمها الوصفي لتحليل معنى الغاز الصخري، و الاعتماد على المقاربة الموسعة للامن الانساني من خلال التركيز على البعد البيئي و تأثيره على الفرد و الدول و مدى تأثير التهديدات البيئية الناتجة عن الغاز الصخري و كيفية معالجة اخطاره من خلال التركيز على الامن البيئي.

الغاز الصخري: مقاربة مفاهيمية.

معضلة الغاز الصخري البيئية.

أمنة البيئة.

2. الغاز الصخري: مقاربة مفاهيمية.

أحدث الغاز الصخري تغيراً واضحاً في سوق الطاقة العالمية خاصة مع أخذ الغاز مرتبة الفحم في سوق النفط مما جعل وكالة الطاقة الدولية سنة 2011 تؤكد هذا التحول من خلال إطلاق ما يمكن تسميته عصر الغاز الذهبي حيث اعتبر دخول الغاز الصخري في مراتب الطاقة العالمية تغيراً أو تطور هام في العرض و الطلب على مادة الغاز في العالم.

الغاز الصخري من الغازات الطبيعية الغير تقليدية مع العلم أن أول بئر غاز كانت في ولاية نيويورك في الولايات المتحدة الأمريكية سنة 1821 (مجلس الطاقة العالمي، 2010) و تم هذا قبل حفر أول بئر نفط سنوات طويلة و مع ذلك كان إنتاج الغاز الصخري و استهلاكه متواضعا مقارنة بنظيره الغاز الطبيعي و البترول.

يعود الفضل للولايات المتحدة الأمريكية في كشف و تطوير فكرة الغاز الصخري (حسب " الفايانانسييل تايمز" إن " جورج ميتشل" الذي يسمى والد الغاز الصخري في الولايات المتحدة الأمريكية و هو ابن أحد المهاجرين اليونانيين دفعه الشك و الاكتشاف من خلال فريق عمل إلى تطوير تقنية التفيت الهيدروليكي من خلال عملية ضخ مياه و رمال و كيماويات في آبار جوفية عميقة الأمر الذي يسمح بتدفق الغاز الطبيعي) و تحتل المرتبة الثانية حول مخزون الغاز الصخري ب 862 تريليون قدم مكعب أي ما يعادل نحو 20.2 مليار برميل طن من النفط بعد الصين التي تأتي في المرتبة الأولى بر 1215 تريليون قدم مكعب و الأرجنتين لها 774 تريليون قدم مكعب (ما يجب الإشارة له هو أن تقديرات المخزون لا تعني بالضرورة الاحتياطات المثبة القابلة للاستخراج بل تشمل كل الكميات التي تم تحديدها في المكامنتاج) والمكسيك بمخزون يقدر ب 681 تريليون قدم مكعب هته الدول الأربعة تشكل نسبة 53 % من إجمالي المخزون الغاز الصخري العالمي. (معهد الدراسات المصرفية، 2014)

مع تراجع اكتشاف احتياطات جديدة ن الغاز الطبيعي و النفط في الولايات المتحدة الأمريكية كمصادر تقليدية للطاقة و تراجع احتياط كل من الطاقتين اتجهت اهتمامات شركات الطاقة العالمية إلى بناء مخزونات ضخمة من الغاز الغير تقليدي المستمدة من الحقول البحرية و كذا الغاز الصخري و ما يبين ذلك بشكل واضح هو استحواذ شركة XTO energy التي تعمل في مجال استكشاف و إنتاج الغاز الصخري في صفقة بلغت قيمتها 41 مليار دولار كما عرفت إنتاج الغاز الصخري خلال عام 2010 نحو 4.87 تريليون قدم مكعب لتشكل نسبة 23 % من إجمالي إستهلاك السوق الأمريكية من الغاز الذي بلغ 22.8 تريليون قدم مكعب تتحدد بشكل كبير في " تكساس، لويزيانا، أركنساس، نيويورك" و أهم الحقول هي: " بارينت في تكساس، هانيزفيل في لويزيانا، مارسيلوز في بنسلفانيا".

الغاز الصخري هو غاز طبيعي يتكون من داخل الصخور التي تحتوي على النفط بفعل الحرارة و الضغط كما يحتوي على الميثان الذي ينحصر في جيوب صغيرة في التكوينات و التشكيلات الصخرية لذا يسمى الوقود الأحفوري.

إن الغاز الصخري يمثل الصورة الجديدة لغاز الميثان الطبيعي ليحل محل الفحم في محطات توليد الطاقة كما يعرف تواجده بكل أنحاء العالم حتى في المناطق التي لا تملك احتياط يذكر من الغاز الطبيعي التقليدي مثل " فرنسا- بولندا- البرازيل- جنوب إفريقيا" و التي تعرف باستورادها للغاز مثل فرنسا بنسبة 98%.

يحتوي الغاز الصخري على غاز الصخور الرملية المحكمة و هيدرات الميثان حيث أن " الطفل الصخري"(الطفل الصخري: هو تكوين صخري رسوبي يحتوي على الطين و الكوارتز و معادن أخرى) يشكل القيمة الأساسية لغاز الصخري و التي تسمى بصخور المنشأ و هي مصدر الهيدروكربون يهاجر إلى الصخور ذات المسامية و النفاذية العاليتين، حيث ينتشر الغاز الصخري في الطبقات الصخرية داخل تسمية غاز حجر الأردواز لأنه يتواجد بطبقات صخرية تحمل هذا الاسم التي لا تحتوي على ثغور أو شقوق مما يفرق الغاز الطبيعي عن الصخري مما يصعب استخراجه.

وفقا لعلماء الجيولوجيا يوجد أكثر من 688 ترسبا للطفل الصفحي التي تعتبر من أهم أنواع الصخور الرسوبية في 142 حوضا رسوبيا حول العالم في حين يعتقد من قبل أكثر علماء الأرض والطاقة أن قاعدة موارد الغاز الصخري كبيرة وواسعة الانتشار في العالم، (African development bank group, p. 09) و قد حددت الدراسات الهامة أن حجم مخزون موارد الغاز الصخري قدرت بنحو 16110 تريليون قدم مكعب أي 456 تريليون متر مكعب مقارنة ب 187 تريليون متر مكعب من الغاز التقليدي و يفترض أن حوالي 40% من المخزون سيوجه إلى المنفعة الاقتصادية؛ لذا يعتبر الغاز الصخري البديل الطاقوي المهم عن أنواع الغاز التقليدية (U.S.E Energy information administration، 2012) المعروفة في الاستعمال المستقبلي للطاقة نظرا لنسبة و حجم الغاز الصخري المتواجد في أنحاء العالم و خاصة مع تطور التكنولوجيا الخاصة بالكشف أو إنتاج الغاز من الطفل الصخري بشكل أسهل و غير مضر للبيئة.

3. مراحل استخراج الغاز الصخري:

1.3. مرحلة البحث والتنقيب:

تحدد ب الدراسات التحليلية و الأشغال التطبيقية وكذا التركيز على الجوانب الجيولوجية والتكنولوجية الهدف منها هو إنتاج مادة الغاز تتم هته العملية من خلال تركيب ورشات الحفر أو بناء قواعد بحرية " مكلفة جدا" من أجل تطوير الأحواض المكتشفة. تعتبر الصخور الرسوبية المنشأ العضوي للغاز و النفط خاصة في حافة القارات و عند السلاسل الجبلية و في الجرف القاري، إكتشاف أنواع الصخور المكونة للأرض يتم التفرقة بين الغاز و النفط. من أهم الطرق المتبعة في البحث عن الغاز هي:

- المسح الجيولوجي: تتحدد مهمة الجيولوجي في رسم خرائط مختلفة توضح تراكيب و أنواع الصخور في المنطقة محل الدراسة المراد مسحها بأخذ عينات و نماذج و تحليلها في المخبر.
- هناك طرق بسيطة للمسح أبرزها الالتواءات الطبيعية الواضحة أو أن تجذب القبابية النفط.
- المسح الجيوفيزيائي: تنتج عن التقدم التكنولوجي لها نتائج جد إيجابية تتفرع منها أنواع هي:

2.3. المسح الزلزالي:

بإرسال موجات صوتية إلى الأرض لتحث حركة على السطح أو في أعماق مناسبة ثم يتم تسجيل ترددات الموجات الصوتية التي ترسلها الطبقات على أشرطة مغناطيسية يتم معالجتها بالفعل الآلي و بتفسير هته المعلومات يمكن التعرف على التراكيب الصخرية و أنواعها.

3.3.3. المسح المغناطيسي:

هو قياس عنصر المجال المغناطيسي في مناطق مختلفة لمعرفة سمك الصخور الرسوبية بمعنى تجاوز الصخور القاعدية عن سطح الأرض لمعرفة وجود الغاز من عدمه. (محمد أحمد، 1983)

3.3.3.1. الحفر والتنقيب:

بعد أن يتم تحديد المناطق التي تحتوي على موارد طبيعية من الغاز تأتي مرحلة الوصول إلى هته المادة الطبيعية باعتبار " الحفر " هو الوسيلة الوحيدة التي يتم بموجبها التأكد من وجود الغاز. عملية الحفر من أخطر مراحل البحث و أكثرها تصريفا للأموال خاصة في المناطق المغمورة بالمياه " بثلاثة أو أربعة أضعاف اليابسة"، كما تتفاوت مدة الحفر تبعا للعمق و صعوبة المنطقة التي يحتوي فيها الحفر و عادة ما تكون خلال عدة شهور مما يربطها بعنصر المغامرة أو المخاطرة.

ساهم التطور التكنولوجي و الأجهزة المتطورة في دراسة مركزة لطبقات الأرض و تقليص درجات خسائر الحفر العشوائي و الحفر في الأماكن الأكثر احتمالا. (عبد القادر، 2008، صفحة 22)

3.3.3.2. مرحلة الاستخراج والإنتاج:

بعد عملية الحفر و عند الوصول إلى الغاز الخام يجب استخدام أجهزة مناسبة لاستخراجه و رفعه إلى سطح الأرض بطريقة فعالة للحصول على أكبر معدل تغطية بمعنى الكمية القصوى من الغاز المستخرجة في وحدة زمنية معينة.

في أغلب الأحيان تساعد الإمكانيات المتطورة و الضغط الزائد في أحواض الغاز على اندفاعه بقوة إلى الأعلى بمجرد الوصول إليه و قليلا ما يتم الاستعانة بمضخات خاصة زائدة لسحبه.

إن الحصول على الغاز أو النفط أو استخراجه يعتمد على طاقة المكمن الطبيعي و التي تكون وليدة أحد المؤثرات التالية:

- المكامن ذات الدفع الفذاتي.
- المكامن ذات الدفع بالقبة الغازية.
- المكامن ذات الدفع المائي.
- المكامن ذات الدفع الجذبي.

3.3.3.3. مرحلة المعالجة:

بعد عملية الاستخراج تجمع الكميات من الغاز الطبيعي الخام في محطات خاصة أين تتم معالجته بفصل العناصر السائلة من المادة الخام و بعض المركبات الكيميائية الأخرى لأن الغاز الطبيعي يخرج من البئر و يتكون من 90 % من الميثان و 5 % من البروبان و خليط من الغازات الأخرى بنسبة 5 % " البيوتان و الإيثان " (يستخدم " الميثان و الإيثان و البروبان " في صناعة أسود الكربون الذي يصنع به حبر المطابع و ورق الكربون و إطارات المطاط، و يستخدم الغاز الطبيعي بمكوناته الهامة في تسهيل الحصول على النفط خلال حقنه في الآبار، يستخدم الميثان و الإيثان في صناعة الحديد الإسفنجي و صناعة الزجاج و الألمنيوم و الفخار و الإسمنت، يستخدم " البروبان و البيوتان " كوقود للأغراض المنزلية في أغلب الأحيان.) حيث

يستخرج البروبان و البيوتان من الغاز الطبيعي ثم يتم خلطهما معا بنسب متساوية و يتم فصل " البروبان و البيوتان " في مصافي خاصة بذلك و الناتج من الغازات المتبقية يستخدم في المصانع على شكل غاز طبيعي.

4.3.3. مرحلة النقل:

نقل الغاز الطبيعي من محطات المعالجة و التي تكون في الحقول عبر أنابيب مصنوعة من الحديد و الصلب ذات أقطار مختلفة و ينقل الغاز داخل هته الأنابيب بواسطة مضخات ضغط. تعتبر الأنابيب أكثر وسائل النقل أمانة و فعالية لأنها مثبتة تحت الأرض و بعيدة عن كل أنواع الخطر. على إختلاف البترول و الفحم تعتبر الكمية الضائعة أثناء نقل الغاز قليلة جدا حيث يتم نقله عبر البحار و المحيطات بعد تحويله إلى غاز مميع في سفن كبيرة الحجم مجهزة بأجهزة تبريد للحفاظ عليه في حالته السائلة ؛ (محمد، 2012-2013) و من أجل تسهيل عملية نقل الغاز الطبيعي يتم إنشاء محطات تمييع الغاز عند موانئ التصدير و التي تسمى "نهائي التصدير".

5.3.3. مرحلة التخزين:

تخزين الغاز أو النفط في حالته الطبيعية يتطلب حزانات كبيرة و متسعة مما أدى بعلماء الطاقة إقامة خزانات جيولوجية موجودة في أعماق الأرض مما يسمح باستيعاب أحجام كبيرة من الغاز. و بالتالي نستنتج أن مراحل استخراج و إنتاج الغاز الطبيعي يشترك كثيرا مع إنتاج البترول مع سهولة عملية الكشف و الاستخراج الخاصة بالغاز هذا ما يتفق عليه علماء الطاقة و الجيولوجيا. لا تختلف كثيرا مراحل الحصول على الغاز الصخري عن الغاز الطبيعي و لكن لا بد من الإشارة لبعض العمليات الهامة:

- عملية الاستكشاف للغاز الصخري أسهل تقنيا مقارنة بالبحث عن المحروقات التقليدية.
- تعتبر طبقات الطفل الصفحي الأكثر إنتاجية تلك التي تكون هشة و تتكون من صدوع طبيعية لأنها تحتوي على نسب عالية من الكربون العضوي الكلي.
- تتم عملية الاستخراج من خلال تصدع الصخور " بدفع المياه المخلوطة بمواد كيماوية إلى البئر تحت ضغط عال" (World energy concil, 2010) مضاف إليها هلام (الهلام: هو مادة تكون مشتقة من صمغ بذور القوار يساعد على اللزوجة) يتم ضخ هذا السائل اللزج بضغط عال و هو ما يصدع الصخور ليساعد على تكسير الصخور ثم من خلال تركيب معدني يتم خفض اللزوجة ليتدفق راجعا إلى السطح بحقن الرمل ليساهم في فتح الصدوع و تمكين الغاز من التدفق.
- كخلاصة هامة لاستخراج الغاز الصخري لا بد من القيام بعملية الحفر الأفقي و التكسير الهيدروليكي على نطاق واسع و استخدام الماء و الرمل من أجل تحقيق الحد الأمثل من اتصال السطح بمكان الغاز من أجل المحافظة على زيادة المسامية لأنه يمكن أن يكون الغاز الصخري إما جافا أو غنيا بالسوائل و منها الإيثان المفضل في صناعة البتروكيماويات.

إن إنتاج الغاز الصخري لا يختلف عن استخراج الغاز الطبيعي و لكن تقنيات الغاز الصخري و عمليات الحصول عليه مكلفة نوعا ما لأنها تتطلب التكنولوجيا الكافية للتكسير الصخري التي تمتلكها الدول المتطورة مثل الولايات المتحدة الأمريكية و الصين و كندا مما يجعلها تسيطر على مكامن الغاز الصخري و استخراج هته المادة في العالم و في المقابل تعاني الدول الأخرى بنقص لته الإمكانيات الضرورية مما يجعل استعمال الغاز الصخري ضيق و غير مستغل إلى حد ما مقارنة مع الغاز الطبيعي.

4. معضلة الغاز الصخري البيئية:

على الرغم ان الغاز الصخري هو من الطاقة المتجددة و ينتمي الى انواع الغاز الغير تقليدي لانه غاز ثقيل و نادر تستخرج منه نوعية جيدة من الطاقة لانه يتم استخراجه من الصخور المتواجدة في عمق الارض او باطنها حيث يصل العمق الارض الى اربعة او خمسة آلاف متر في شكل صفائح صخرية كبرى و لكن كيفية استخراج هذا النوع من الطاقة و عمليات التنقيب و التكسير و الاستخراج مكلفة بالاضافة الى خطورتها البيئية و الانسانية التي سنفصل فيها لذا سمي الغاز الصخري ب: "الكنز المسموم".

يتم تقسيم التأثيرات البيئية للغاز الصخري كالتالي:

1.4. خلال عملية التنقيب والاستخراج:

تنتج عملية استخراج الغاز الصخري تأثيرا بيئيا سلبيا على البيئة و الانسان خصوصا حيث ان هذا النوع من الغاز يتموقع في مسامات صغيرة او ضيقة جدا و لا تسمح بالانسياب بشكل جيد مقارنة بالغاز الطبيعي مما يتطلب تكسير الصخرة الام التي يوجد بداخلها الغاز الصخري لتمكينه من الانسياب بشكل جيد حيث تكون هته العملية في مناطق بعيدة و حساسة بيئيا مما يطرح مواد سامة و عناصر كيميائية. مع ذلك يعتبر الغاز الصخري مادة طاقوية اصبحت ضرورية للتخمين في تثبيتها كطاقة بديلة و مفيدة للصناعة و التجارة و الهيكلة و في المقابل ضروري البحث و التنقيب عليها و الاستفادة منها و اوتوماتيكيا التأثير الذي تنتجه هذا المورد الطاقوي على البيئة حيث تمتلك دول الصدارة من حيث الاحتياطات للغاز الصخري بقيمة الاف تريليون قدم مكعب و الت يمكن توضيحها في الجدول لتتعرف جديا على تأثير هته الارقام من الاحتياط الكبير على البيئة على مستوى فترات طويلة.

الترتيب	الدول	ترليون متر مكعب من احتياط الغاز الصخري
1	الصين	1115
2	الارجنتين	802
3	الجزائر	707
4	الولايات المتحدة الامريكية	665
5	كندا	573
6	المكسيك	545

الجدول رقم 1: احصائيات احتياط الغاز الصخري للدول الاولى لسنة 2015. (Rapport, 2015)

ملاحظة: ان الاحصائيات المستجدة التي تكشف عن احتياطي الدول الاولى التي تملك مخزون من الغاز الصخري خلال سنة 2022 نفسها الاحصائيات المتواجدة في الجدول اعلاه في موقع ويكيبيديا اولها كندا ب

1115 تريليون متر مكعب و الارجننتين في المرتبة الثانية ب 802 تريليون متر مكعب ثم الجزائر ب 707 تريليون متر مكعب و الولايات المتحدة الامريكية ب 665 تريليون متر مكعب . (الصخري, 2022)

2.4. خلال عملية التنقيب والاكتشاف يتم مايلي:

- اعتماد تقنيات الاستكشاف الارضية بشكل واسع لايجاد الاحتياطات للغاز الصخري التي تعتمد على الامواج الاهتزازية تتضمن استعمال آليات ارتجاجية او تسمى " عربات الصدم" و في بعض الاحيان يتم العمل بالتفجيرات التي تساعد الوصول الى الاحتياطات النفطية التي تحدث في الثقوب المحفورة تحت سطح الارض و كذا المدافع الهوائية في المناطق البحرية، ثم يتم تجنيد المعدات الثقيلة لمواصلة عمليات الكشف و الحفر في المناطق الحساسة بيئيا.

- بعد عملية الاستكشاف تاتي عملية حفر الآبار و تجهيزها لتتم عملية الاستخراج الحقيقي مصحوبة بكميات هامة من الغاز الصخري الى سطح الارض، و تتم العملية " التشقيق الهيدروليكي" خلال عملية الحفر و الاستخراج كميات كبيرة من الفتات الصخري التي تسمى " الحت" المكونة اساسا من فضلات العمل و الذي يكون ممزوجا بسائل ناتج عن الحفر لتزيت مثقب الحفر للمحافظة على استقرار الضغط في بئر النفط مما يجعلها ملثة و ضارة بمعادن ثقيلة و مواد كيميائية حيث تتراكم كمية الحت و الطين الناتجة عن البئر النفطي بين 60 و 300 الف غالون في اليوم. (ادارة معلومات الطاقة الامريكية، 2018)

- يؤثر استخراج الغاز الصخري على الثروة المائية من جهتين تتمثل في استخدام كميات هائلة من المياه العذبة في عملية الاستخراج، اما الثانية هي تلويث المياه الجوفية الموجودة في مناطق الاستغلال.

3.4. تلويث المياه :

يتم ذلك من خلال عملية التكسير الهيدروليكي الممزوج بالمياه خلال عملية الكسر حيث يتم خلط المياه مع اكثر من 700 مادة كيميائية فعندما يتم استيراد الماء المستعمل يكون ملوثا، الذي يتطلب بدوره الاعتماد على محطات معالجة المياه و لكن تتطلب هته مصانع التحلية الكثير من الطاقة نظرا لذلك تعتمد مصانع الاستخراج على الاحتفاظ و تخزين سائل التكسير في احواض مفتوحة على الهواء الطلق الذي ينتهي بتبخره ليتحول الى امطار حمضية مضرّة بالبيئة و الانسان و الحيوان و النبات..

الماء الناتج عن عملية التكسير يحتوي على عناصر عالية من السم منها معادن ثقيلة " كالرصاص و الزنك و الزئبق" و مركبات عضوية طيارة " البنزين و التولوين" حيث يميل الماء الناتج عن البئر او الحفر الى 90 % الذي يحتوي على نسبة ملوحة عالية فمثلا الولايات المتحدة الامريكية يتم استعمال 8 براميل من الماء مقابل برميل من النفط المستخرج، لذا ان استخراج الغاز يتطلب البئر الواحد ما بين 3 و 5 ملايين غالون. (حنان و خالد، صفحة 43)

من بين 20 الى 70 % من المياه المستعملة في عملية التكسير تبقى في اعماق البئر فاذا تم ضخ 15 مليون لتر من الماء في البئر و بقيت 20 % منها في عمق البئر يعني خسارة حوالي 3 مليون لتر من الماء.

(l,exploitation du gaz de schiste. Les consequences direct, 2015)

4.4. تلوث المياه الجوفية:

عند التقاء الشقوق الاصطناعية الناتجة عن عملية التكسير مع الشقوق الطبيعية التي تكون بعيدة عن المياه الجوفية يؤدي الى تسرب المياه الناتجة الى طبقة المياه الجوفية. صعوبة التخلص من رواسب الحفر التي تطرح نفايات على سطح الارض في شكل طين يحتوي على بقايا هيدروكربونية بإضافات كيميائية و معادن ثقيلة و يحمل كذلك الزرنيج – الزئبق- الرصاص- و السيلينيوم و حتى الراديوم. (Park , 2014, p. 167)

5.4. تلوث الهواء:

انبعاث غاز الميثان الناتج عن الصناعات النفطية الذي يعتبر من الغازات المسببة للاحتباس الحراري بعد ثاني اكسيد الكربون حيث ان عملية حرق المنتجات النفطية تنبعث كوقود لتنتج كل من ثاني اكسيد الكربون CO₂ و اول اكسيد الكربون CO و ثاني اكسيد الكبريت SO₂ و اكسيد النتروجين NOX و المركبات العضوية المتطايرة VOC.

ان غاز اكسيد الكربون ينتج غاز دفيء و مصدر للاحتباس الحراري و ثاني اكسيد الكبريت يسبب الامطار الحمضية و اكسيد النتروجين و المركبات العضوية تؤدي الى زيادة في ثقب الازون، كما ان الرصاص تسمم الهواء و خلق الامراض.

ان حالات الذهاب و الاياب لشاحنات نقل المياه لاستغلال احتساب 20 بئر يتطلب نقل 6000 متر مكعب من المياه ما يعادل 600 مليون لتر من المياه مع العلم ان شاحنة لا تستطيع نقل اكثر من 20 متر مكعب من المياه لذا يتطلب 300 شاحنة لاضمار المياه المطلوبة و يمكن ان تنتقل الكمية الى محطات التحلية مما يزيد من انبعاث ثاني اكسيد الكربون للجو.

اما عن استخراج النفط من البحار و المحيطات حيث يستخدم منصة النفط 400000 غالون من المياه استغلال مصادر البترول و الغاز، كما ان التسرب النفطي من أخطر المظاهر التي تعرفها البيئة البحرية في العالم من خلال تسرب المواد الهيدروكربونية البترولية السائلة في البيئة البحرية. يتسبب النفط الثقيل في الاختناق أما النفط الخفيف يتسبب في التسمم ففي حالة ابتلاع الأسماك الكائنات البحرية للنفط أو المواد المنشقة منه يسبب تهيج في الجهاز الهضمي و قرحة و نزيف تؤدي إلى ضعف قدرة الحيوانات على الاستهلاك أو امتصاص الأغذية.

تسبب ناقلات النفط في تلوث البحار و المحيطات و الممرات البحرية بتسرب النفط الخام و مشتقاته أو تصريف مخلفات زيوت المحركات أو من حوادث ملاحية بالتصادم أو الجنوح مما يسبب انفجار أو انقلاب أو حرائق.

أما في محطات و موانئ التصدير و استقبال و تخزين النفط قد يحدث تسرب نفطي خطير على البحر و الأسماك و الانسان و كذلك التسريبات من خزانات تزويد السفن بالنفط أو تمزق في الخراطيم المستخدمة في شحن أو تفريغ للناقلات النفطية.

نتج عن انفصال أنابيب نقل النفط الممتدة تحت البحار و المحيطات التي توصل بين مرافق التخزين للنفط على الساحل و بين منصات التصدير الطافية على البحر نتيجة عطب أو حالة اصطدام على تلك الأنابيب.

عند امتصاص الزيت أو المواد المشتقة من خلال الجلد يؤدي إلى إتلاف الكبد والكلى كما أن تأثير تسرب النفط للأسماك و بيضها مما يؤدي إلى تأخر فقس البيض و انخفاض معدلات الفقس و تباطؤ النمو الجيني.

إن استنشاق المواد الكيماوية الناتجة عن المواد المبخرة التي تطفو فوق سطح البقعة النفطية يؤدي إلى التهاب الحيوانات البحرية التي تتطلب الاستنشاق على سطح الماء خاصة الدلافين و السلاحف. تعتبر حادثة تسرب النفط من الأنابيب البحرية و آبار الاستخراج في الخليج الفارسي العربي ثناء حرب الخليج الأولى بحوالي 240 مليون غالون من النفط في المياه. (محمد و محمد ، 2012)

منذ الستينات سجل حدوث تسربات تقدر ب 10 آلاف غالون إلى المياه الإقليمية ل 112 دولة في العالم و لكن هناك مناطق تكررت فيها بشكل كبير للبيئة البحرية مثل شمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية و خليج المكسيك و الخليج الفارسي، كما تعتبر حادثة التسرب النفطي في خليج المكسيك لعام 2010 الأخطر في العالم في المنصة البحرية " ديبوتر هورزون " و لترانس أوغن ليميتد" (سهام، 2010-2011) و التي لوثت 4 ملايين برميل في البحر مما أدى إلى نشوب حريق في المنصة البحرية بسبب تسرب غاز طبيعي إلى المنصة من أنبوب سحب النفط أدى إلى فقدان 11 عامل و إصابة 17 آخرين و قد وصل الأمر إلى غرق المنصة البحرية التابعة لشركة "بريتيش بتروليوم" في خليج المكسيك بعد أن لم يستطع التحكم في النار الذي اشتعلت لمدة يومين.

تعتبر حادثة خليج المكسيك الأكبر و الأخطر على البيئة البحرية بعد حادثة غرق ناقلة النفط " إكسوزن فالدير" في شواطئ ولاية آلاسكا في عام 1989 تسرب عنها حوالي 250 ألف برميل من حمولة الناقلة إلى مياه المحيط الهادي.

الحوادث النفطية على مياه البحر و المحيط تستدعي إيجاد حلول قصيرة و طويلة المدى آنية و وقائية تقي المياه و ما تحويه من التلوث النفطي و منها الحلول الميكانيكية و الحواجز الطافية و الكاشطات و الماصات و المطهرات الكيماوية و في المقابل فرض عقوبات و قوانين بيئية صارمة على الشركات النفطية في مجال استخراج و تصنيع النفط في المياه خاصة.

6.4. إمكانية حدوث الزلازل:

يحدث عن التكسير الهيدروليكي اخطار من هزات ارضية تقدر 1,5 على سلم ريشر و لكن في بعض المادة البدا في عملية التكسير لا يمكن التحكم فيها، و قد تتحول لهزات ارضية من الحجم الكبير من 3 الى 5 درجة مثال على ذلك 5,7 درجة على سلم ريشر في الولايات المتحدة الامريكية. (Park , le gaz de schiste- risques et enjeu, 2014, p. 165)

1.6.4. خلال مرحلة النقل:

الانابيب و المصافي يمكن ان تشكل خطرا لى البيئة ككل فالانابيب الموجودة فوق الارض يمكن ان تتعرض لشقوق و تسربات او الصدا مما يؤدي الى تسربات للمياه الجوفية و كذا تلوث المياه السطحية و التربة و الى حرائق و انفجارات.

ايضا مصافي تكرير البترول تقوم بتلويث الهواء بالاضافة الى تسربات النفطية الناتجة عن ناقلات النفط. ما يجب الاشارة اليه من الجهة الاخرى خلال عملية الحفر كما نبه لها البروفيسور " سقني لعجال" يتم استعمال مواد مسرطنة و سامة لاستخراج الغاز الصخري و المتمثلة فيما يلي:

- اكسيد كلوريدريك: يتفاعل مع المواد العضوية و حتى المعدنية و يتسبب في حروق في حالة لمسه لجسم الانسان.
- حمض الهيدروفلوريك.
- البنزين: يسبب سرطانات خطيرة .
- الطوليان $\text{toluene c}_7\text{h}_8$: يسبب امراض خطيرة في الجهاز العصبي المركزي و التهابات في الرئتين و يسبب حروقا في الجهاز الهضمي اذا تم تسريه في مياه الشرب. (2018)
- حيث زاد البروفيسور خطورة الحفر الهيدرولوجي انه يسمح بحروج بكتيريا صخرية التي تعيش داخل الصخور الى السطح العلوي و بالتالي تسبب سرطانات و امراض خطيرة.

5. امنة البيئة:

اولا الامنة هي عملية لتحويل المواضيع الى مسائل امنية نظرا لوجود ضرر او تهديد و تركيز على التدابير الاستثنائية لحل المشكلة المعضلة فنظرا لملائمة استخدام المصطلح في هته النقطة الهامة عو الخطر البيئي للغاز الصخري لا بد من وضع خطاب امنية بعد ادراك اضرار الغاز الصخري و ايجاد خطة استراتيجية لمواجهة هذا التهديد الطاقوي .

نظرا للتهديدات البيئية التي يحدثها التنقيب و استخراج و نقل الغاز الصخري على كل المكونات البرية و البحرية و الجوية للبيئة اقتضى الاهتمام و وضع خطط لانقاص البيئة بالطريقة القانونية و النظريات الخضراء و طرح اهمية الامن البيئي ضمن انواع و ابعاد الامن كضرورة حتمية لتنافس المصالح الصناعية للبتروكيماويات و الطاقة التي اصبحت تاثيراتها تدق ناقوس الخطر على الانسان و الحيوان و الهواء و النبات.

تدعيما لذلك ان استعمال الغاز كوقود سيتضاعف الى 3 مرات خلال المدة من 2011 الى 2030 اذا ما عرفت هته الطاقة تطورا تكنولوجيا في استغلالها يلقي القبول العام لدى السكان و الحفر البحري، حيث يتوقع الباحثون في الطاقة ان يبلغ استخدام الغاز الطبيعي ب 30 % من الطاقة المستخدمة عالميا عام 2040 بالمقارنة مع سنة 2013 التي كانت 20 % ، بالاضافة الى انه سيصبح كل من الكهرباء و الغاز الطبيعي مصدرين هامين يتم الاعتماد عليهما في ظل تحول الاقتصاد الطاقوي في العالم نحو انواع الوقود النظيفة و التي ستشكل 60 % من الطلب العالمي للطاقة في القطاع السكني و التجاري. (نسيمة، 2020).

ان كل انواع الطاقة الماخوذة من الطبيعة هي جزء هام لتفعيل الحياة و الصناعة و الاقتصاد و التجارة و لكن تاثيراتها على البيئة و عدم استغلالها بالشكل الصحيح يتطلب فرض اخلاقيات مكونة من ثلاث مركبات اساسية للتنمية المستدامة و المتمثلة في النمو الاقتصادي و حماية البيئة و الجوانب الاجتماعية خاصة مع تنامي التوعية البيئية و الامن البيئي خلال 50 سنة الاخيرة من القرن العشرين خاصة و ان البيئة اصبحت جزء مهما من تحديات الطاقة حيث تحول الشعار من E3: (امال و انفال ، 2014)

ENERGY-ECONOMY-ENVIROMENT

الى شعارE4:

ENERGY-ECONOMY-ENVIROMENT-ETHIC

كما عملت المؤسسة السويسرية "كوفالونس" COVALENCE تقوم بتسيير حصص الاخلاقيات Ethical Quote الذي يعطي تقدير لحيطرة المؤسسات البترولية العالمية حيث حضيت مؤسسة " ستاسيول النرويجية" و " بي بي البريطانية" تقدما فيما يتعلق باخلاقيات المؤسسات من خلال حساب معايير ظروف العمل و الاثر على البيئة، المنتجات البيئية المستعملة، و الرعاية الاجتماعية للعمال، اجراءات مكافحة الفساد، و العلاقات مع منظمة الامم المتحدة كلها تدخل ضمن ترتيب المؤسسات البترولية. (samuele, 2007)

1.5. مسؤولية المؤسسات البترولية لحماية البيئة:

من اجل تحقيق التوازن البيئي وفقا لقانون الإيزان البيئي و ضرورة تحقيق التنمية المستدامة و تبني نمط جديد للتنمية يحافظ على مخزون الموارد الطبيعية المتاحة و استحداث بدائل نظيفة لا تدمر البيئة ، حيث ان اساس الوعي البيئي (Myer & ali , 2010) في الصناعة النفطية جعلها تغير مجموعة من التقنيات و التكنولوجيا المستعملة و كذا التشريعات و التنظيمات من خلال خمسة نقاط اساسية تتمثل فيما يلي:

- صيانة المورد النفطي بترشيد استعماله و حمايته من الاستشراق كما هو في الولايات المتحدة الامريكية بانشاد هيئة صيانة موارد النفط.
- تحسين التكنولوجيا في جميع مراحل الصناعة النفطية التنقيب و الاستخراج و النقل و التوزيع بناء على احترام ثلاثية الصحة و الامن و البيئة.

- تحسين الفعالية بناء على التكنولوجيا العالية و المتطورة.
- تحسين مستويات المعيشة يؤدي الى السعي الدائم لتغيير طرق الحصول على الطاقة و اشكال الوقود الاحفوري الى طاقات متجددة تحافظ على البيئة بشكل افضل " كتخزين ثاني اكسيد الكربون و استعمال الألواح الشمسية في توليد الطاقة و تشغيل الاجهزة و حتى استعمالها في المعدات المستعملة في حقول النفط و الغاز الصخري".
- الحد من تغييرات المناخ و خطر الاحتباس الحراري من خلال ضبط انتشار الغازات السامة و الميثان و ثاني اكسيد الكربون.

خلال 15 سنة الاخيرة انفقت اكبر خمسة مؤسسات بترولية حوالي 5 ملايين دولار من اجل تطوير مصادر الطاقة المتجددة حيث يمثل هذا 10 % من 50 مليار دولار تقريبا تم ضخهم في قطاع الطاقة النظيفة من خلال صناديق استثمارية و مستثمرين في مؤسسات اثناء تلك الفترة، كما ان الطاقات المتجددة في مشاريع اهتمام المؤسسات البترولية العالمية بعد المحروقات حيث انفقت " شيفرون" حوالي 3,2 مليار دولار سنة 2002 على الطاقة المتجددة و البديلة و خدمات توفير الطاقة ليرتفع الجهد الى 27 مليار دولار في 2011. (2013)

ان مسؤولية المؤسسات النفطية لحماية البيئة امر ضروري و يظهر ذلك في التنظيم القانوني في شكل قوانين محلية او اتفاقيات دولية و التعاون الدولي لحماية البيئة من طرف منظمات دولية ، و كذلك تظهر في صورة اليات اقتصادية كالضرائب البيئية و ضرائب الطاقة كل هذا يتلخص في المسؤولية الاجتماعية و البيئية للمؤسسات هته الاخيرة مسؤولية و نشاط لتغطية الاثار البيئية للعمليات الانتاجية للمؤسسات و تخفيض التلف و الانبعاثات و كذا تعظيم كفاءة انتاجية مواردها.

المسؤولية البيئية تتمثل في " عملية تطبيق المعارف الخاصة بحماية البيئة مع وجود وعي حقيقي بذلك لدى القائمين على اتخاذ القرارات من ادارة و تسير، و تقديم، المعالجة، الانتاج و غيرها و كذلك على كافة مبادئ التنمية المستدامة. (امال و انفال ، نحو حوكمة جديدة للمؤسسات البترولية، الطاقات المتجددة في قلب متغير، 2014،)

ركزت خطة التنمية المستدامة 2030 على مجموعة واسعة من الاهداف الاقتصادية و الاجتماعية و البيئية في 17 هدفا تتفرع الى 169 غاية يزهم تنفيذها بحلول عام 2030 حيث حددت ضمن الاهداف 7 و 8 و 12 (الاجتماعي، 2017) على كل من الدارة المستدامة لموارد الطاقة و الاخذ بالاعتبار تغير المناخ و فصل النمو الاقتصادي على التدهور البيئي و كذا ادارة الموارد الطبيعية، فالمهم ان من الوسائل المطروحة في تنفيذ الخطة تعزيز التعاون الدولي من اجل تسير الوصول الى بحوث و تكنولوجيا الطاقة النظيفة بما في ذلك الطاقة المتجددة و الكفاءة في استخدام الطاقة و تكنولوجيا الوقود الاحفوري المتقدمة و الانظف و كذا تشجيع الاستثمار في البنى التحتية للطاقة و تكنولوجيا الطاقة النظيفة بحلول عام 2030.

المؤسسات البترولية و النفطية عليها اولى المسؤوليات في الحفاظ على الامن البيئي و مواجهة التحديات من خلال تحسين ادائها و زيادة قدرتها و تنافسيتها لحماية البيئة لان هذا الاخير متغير لا يمكن التخلي عنه لديمومة المورد الطبيعي و بقاء نشاطاتها الاستخراجية و الطاقوية و ضرورة تطبيق اخلاقيات العمل و الاستخراج باحترام البيئة و متطلباتها امر ضروري و حتي.

6. خاتمة:

ان التنقيب و استخراج الغاز الصخري له تاثير كبير جدا على البيئة من مخاطر و تاثيرات سلبية على الهواء و الماء و النبات و الانسان يعود ذلك لمسؤولية الدول و المؤسسات النفطية و الشركات المستخرجة و المنتجة للنفط و الغاز مما جعل لفت الانتباه ليس فقط على تناقص الموارد البترولية و النفطية في باطن الارض فقط و انما الاشارة الى اهمية المسؤولية البيئية و الاخلاقية للدول و المؤسسات الكبرى النفطية المنتجة بضرورة اخذ البيئة ضمن خطط و استراتيجيات التنقيب و الانتاج الطاقوي لان التهديد البيئي الناتج عن الاستخراج و الانتاج الغازي و البترولي و الهيدروليكي قد ظهر بنسب كبيرة و دق ناقوس الخطر مما تطلب الاشارة الى التهديدات البيئية الناتجة عن الغاز الصخري و الطبيعي و ضرورة وضع قوانين و موثيق و مؤتمرات دولية لحماية البيئة من خطر الاستعمال اللامحدود للطاقة و الغاز و تاثيراته على الانسان و الحيوان و الارض و الهواء او على البيئة ككل التي يظهر تاثيرها في الاستخراج و تلوث المياه المستعملة في عملية الاستخراج و كذا تسرب المياه الملوثة التي تحتوي على مواد كيميائية و هيدروليكية سامة التي تلوث المياه الجوفية و كذا تلوث الهواء الناتجة عن مكونات الغاز مما ادى الى ضرورة الاهتمام بالنظرية الخضراء و الامن البيئي و امنة البيئة من خلال المسؤولية الاخلاقية للمؤسسات البترولية و الدولية.

7. قائمة المراجع

- ادارة معلومات الطاقة الامريكية. (2018). منهج مفتوح للتعريف على اساسيات صناعة النفط: الحوكمة، النفط و البيئة. تم الاسترداد من <http://www.cia.gov/kids/energy.vfm?page=oil.home-basics#oil.enviromentals-basics,15mais>
- رحمان امال ، و نسيب انفال . (ديسمبر، 2014 ،). نحو حوكمة جديدة للمؤسسات البترولية، الطاقات المتجددة في قلب متغير. *لمجلة الجزائرية للتنمية الاقتصادية*، 01، 48.
- رحمان امال ، و نسيب انفال . (ديسمبر ، 2014). نحو حوكمة جديدة للمؤسسات البترولية و الطاقات المتجددة في قلب متغير. *المجلة الجزائرية للتنمية الاقتصادية*، 01، 47.
- زيدان محمد ، و يعقوبي محمد . (2012). الآثار البيئية لشركات البترول العالمية و مدى تحملها لمسؤوليتها اتجاه البيئة. (صفحة 13). جامعة بشار.
- سهام، ب. (2010-2011). حادثة التسرب النفطي في خليج المكسيك. (p. 44). كلية العلوم الاقتصادية، جامعة ورقلة.

- مجلس الطاقة العالمي. (2010). *دراسة موارد الطاقة: نظرة مركزة على الغاز الصخري*. لندن: مجلس الطاقة العالمي.
- مطالبس عبد القادر. (2008). *استهلاك الغاز الطبيعي الجزائري في الاتحاد الأوروبي، مذكرة ماجستير*. (جامعة الجزائر، المؤدي)
- الدوري محمد أحمد. (1983). *محاضرات في الاقتصاد الدولي*. جامعة عنابة (صفحة 08). الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية.
- دكمة محمد. (2012-2013). *أهمية الغاز الطبيعي في الجزائر و تنمية صادراته في السوق الدولية، مذكرة ماستر*. (جامعة قاصدي مرباح، المؤدي) قسم العلوم الاقتصادية.
- سعدي سيف حنان، و بوجعدار خالد. (بلا تاريخ). *لتوجه الطاقوي نحو الغاز الصخري بين الرهان الاقتصادي و الهاجس البيئي*. (صفحة 43). جامعة العربي بن مهيدي، كلية العلوم الاقتصادية،.
- معهد الدراسات المصرفية. (2014، مارس). *الغاز الصخري"، نشرة توعوية*. معهد الدراسات المصرفية، 08، 02.
- African development bank group. (n.d.). *shale gas: and its implications for the development bank*. Tunisia: African development bank.
- L'exploitation du gaz de schiste. Les consequences direct. (2015, mai 19). *Tpe-gaz-de-schiste-alvay stada.net-gaz-et-nature*.
- Park , o. (2014). *le gaz de schiste- risques et enjeu*. paris: editions dangles.
- U.S.E Energy information administration. (2012). *annuel energy outlool 2012, unproved technically recoverable resoures assumptions by basin*. table 14.
- Myer , k., & ali , e. (2010). *environmentally conscios fossil energy production*. new jersey.
- Park , o. (2014). *le gaz de schiste- risques et enjeux*. paris: editions dangles.
- Rapport. (2015). *TATAL et le gaz de schist en algerie, observation des multinationals, social, ecologique, politique*.
- samuele, f. (2007). *le monde et lenergie enjeux geopolitique*. paris: edition techniq.
- World energy concil. (2010). *survey of energy resources : focus on shale gas", conseil mondial de l'energie: for sustainable energy*. London, United Kingdom.
- (2013, fevrier 28). Retrieved from <http://www.planete-energies.com/fr/les-sources-d-energie/le-petrole-rt-le-legaz--/les-acteurs-du-monde-des-hydrocarbures/les-compagnies-petroliers-51-html>