دراسة مقارنة لبدائل مرحلة ما بعد النفط في الجزائر

A comparative study of post-oil alternatives in Algeria

د.عيشاوي كنزة

المدرسة الوطنية العليا للعلوم السياسية – الجزائر

kenzoaichaoui@yahoo.fr

تاريخ الإرسال: 2019/03/21 تاريخ القبول: 2020/09/23 تاريخ النشر: 2020/12/31

ملخص:

تهدف هذه الدراسة الى تسليط الضوء على البدائل الطاقوية المتوفرة وطنيا التي يكن ان تحل محل المصادر الاحفورية، خاصة في ظل الازمة الحالية التي يعيشها الاقتصاد الوطني. و المتمثلة في كل من الطاقة النووية ، الغاز الصخري، والطاقات المتجددة، مع ابراز افضل بديل. و قد توصلت الدراسة الى ضرورة التوجه للاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة و بالتحديد الطاقة الشمسية، و هذا لتوفرها بإمكانيات هائلة وطنيا، اضافة الى انها طاقة دائمة، نظيفة وتكاليفها في انخفاض من سنة لأخرى .

- **الكلمات المفتاحية :** مصادر احفورية ، طاقة نووية ، غاز صخري ، طاقات متجددة.
- **تصنيف JEL : F4**

Abstract:

This study aims to shed light on the national alternative energies that can replace fossil resources, such as nuclear energy, shale gas, and renewable energies. With highlighting the best alternative. The study concluded the necessity of heading to renewable energies, particularly solar energy, due to its great national potential in addition to being permanent, clean energy and its costs are declining from year to year.

- **Keywords:** fossil resources, nuclear energy, shale gas, renewable energies
- **Jel Classification Codes : F4**

المؤلف المراسل: د.عيشاوي كنزة. اميل التواصل: kenzoaichaoui@yahoo.fr

I. تمهيد :

تمتلك الجزائر امكانيات هامة من مصادر الطاقة التقليدية (نفط + غاز طبيعي) ، مما جعلها تحتل مكانة هامة في السوق الطاقوي العالمي . فالجزائر تحتل المرتبة 18 عالميا كمنتج للنفط و الثالثة افريقيا بعد كل من نيجيريا و انغولا. و المرتبة 10 عالميا كمنتج للغاز الطبيعي و الاولى افريقيا. إلا ان تراجع الانتاج في السنوات الاخيرة ، اضافة الى الانخفاض الذي عرفته اسعار النفط في الاسواق العالمية بدءا من سنة 2014 ، مما كان له تأثيرات سلبية على الاقتصاد الوطني ، استوجب ضرورة البحث عن بدائل طاقوية جديدة و هذا لتخفيف الضغط على المصادر الاحفورية و اطالة عمرها من جهة ، و لدعم المكانة الجيواستراتيجية للجزائر كمورد طاقوي للسوق العالمي بشكل عام و السوق الاوروبي بشكل خاص من جهة اخرى.

إلا ان تعدد الخيارات الطاقوية المتوفرة محليا من طاقة نووية ، غاز صخري ، و طاقات متجددة يتطلب ضرورة دراسة كل خيار على حدى ، مع اخذ كل من جانب التكلفة ، المردودية و البعد البيئي بعين الاعتبار. و هذا لاختيار البديل المناسب ،خاصة ان الاستثمار في اي من هذه الخيارات يتطلب انفاق مالي معتبر. و على هذا الاساس يتمثل الاشكال الرئيسي لدراستنا في ما يلي :

ما هو افضل خيار طاقوي للجزائر في مرحلة ما بعد النفط في ظل البدائل الطاقوية المتاحة ؟

و للإجابة على هذا السؤال تم تقسيم الدراسة الى خمسة محاور:

أولا- مظاهر الازمة النفطية في الجزائر.

ثانيا- الامكانيات الوطنية من المصادر البديلة.

ثالثا- تكاليف الاستثمار في المصادر البديلة.

رابعا- حجم المياه المستهلكة للمصادر البديلة.

خامسا- التأثيرات البيئية للمصادر البديلة.

أهمية الدراسة : تنبع أهمية هذه الدراسة من طبيعة الموضوع الذي اصبح محل اهتمام عالمي خاصة في ظل تقلبات أسعار النفط في السوق الدولية و اثارها الكارثية على الاقتصاد الوطني ، مع القاء الضوء على الحلول الممكنة للخروج من الازمة .

اهداف الدراسة : تهدف هذه الدراسة الى:

- تشخيص الازمة النفطية في الجزائر.
- حصر البدائل الطاقوية المتوفرة وطنيا و التي يمكن ان تحل محل المحروقات مستقبلا.
- اختيار البديل الانجع بناءا على عدة مؤشرات.

II. مظاهر الازمة النفطية في الجزائر

يكتسي قطاع المحروقات مكانة مهمة في الاقتصاد الجزائري ، شأنه شأن معظم الدول المنتجة و المصدرة للنفط و الغاز. فاكتشاف النفط في الجزائر سنة 1956 كان بمثابة نقطة تحول للاقتصاد الوطني ، فبعدما كانت الجزائر تصنف كدولة زراعية ، اصبحت تصنف على انها دولة نفطية . فتزايدت اهمية هذا المورد من سنة الى اخرى ، بحيث اصبح العصب المحرك لكافة القطاعات الاقتصادية بل و التنمية الاقتصادية بشكل عام . و بذلك دخل الاقتصاد الوطني في مرحلة الاعتماد شبه المطلق على هذه الثروة ، و اصبحت الجزائر تصنف على انها دولة ريعية ، تتأثر مباشرة بأي هزة تحدث في اسواق النفط . غير ان الازمة التي يمر بها الاقتصادي الوطني حاليا تعتبر الاخطر على الاطلاق لارتباطها بعدة مؤشرات وهي :

II.1 تراجع اسعار المحروقات :

على الرغم من ان الجزائر تعد من الدول المنتجة والمصدرة للنفط ، إلا انها لا تستطيع التحكم في اسعاره ، حيث تتحدد هذه الاخيرة بناءا على الية العرض و الطلب في الاسواق العالمية . و كنتيجة لاعتماد الاقتصاد الوطني مباشرة على صادرات المحروقات التي تشكل اكثر من 95 % من صادراته . فان ارتفاع او انخفاض اسعار المحروقات تؤثر مباشرة على الانفاق العام و الخطط التنموية في الدولة . فارتفاع اسعاره في اواخر 2012 بحيث تجاوز سعر برميل النفط 100 دولار ادى الى بحبوحة مالية و رفع من حجم احتياطي الصرف بمعدلات هائلة و في ظرف قياسي بحث قفز الاحتياطي من أقل من 60 مليار دولار في عام 2005 إلى أكثر من 200 مليار دولار في عام 2013. اما انخفاض اسعاره منذ منتصف 2014 حيث وصل سعر البرميل الى 50 دولار ، ادى الى تراجع المداخيل الوطنية و بالتالي التوجه للاعتماد على احتياطيات الصرف لتغطية النفقات العامة. فقد تراجع احتياطي الصرف الى 155 مليار دولار مع بداية 2016 ثم انخفض الى 97 مليار دولار مع نهاية 2017 (بنك الجزائر، 2018، صفحة 48) ليستقر حاليا في حدود 80 مليار دولار في نهاية 2019. و اذا استمر هذا التراجع في الاسعار في السنوات القادمة فستكون السلطات الوطنية في وضعية محرجة ، مما يضطرها للجوء للمديونية ، خاصة ان هذه الاحتياطيات لم يتم توظيفها في مشاريع استثمارية قد نتوقع منها ارباح مستقبلا.

II.2 انخفاض انتاج المحروقات :

تعتبر الجزائر من الدول الافريقية و العربية التي تزخر بإمكانيات هامة من المحروقات، مما يسمح لها بان تحتل مراكز عالمية متقدمة سواء من حيث الانتاج او الاحتياطيات . و قد احتلت المرتبة 12 عالميا(M. Ahar, 2017, p. 1) في 2006 بعدما بلغ انتاجها حوالي 64 مليون طن اي بمعدل 1.2 مليون برميل/يوميا. غير ان هذا الانتاج عرف بعدها تراجع الى 49-50 مليون طن ما بين 2013 و 2014 (مقري، 2017)، مما جعل ترتيبها يتراجع الى المرتبة 18 عالميا و الثالثة افريقيا بعد كل من نيجريا و انغولا . فهذا التراجع في الانتاج مع انخفاض عدد الحقول المكتشفة في السنوات الاخيرة و ثبات احتياطياتها عند 12.2 مليار برميل ، اعتبر بالنسبة للمحللين كمؤشر على ان السقف الذي وصل اليه الانتاج في 2006 هو الذروة النفطية (PEAK OIL)، و اذا استمر الحال على ما هو عليه (انخفاض الانتاج ، و عدم اكتشاف حقول جديدة) فمن المحتمل ان ينضب هذا المورد في فترة اسرع مما كان متوقع . و بذلك تتحول الجزائر من دولة مصدرة للمحروقات لى دولة مستوردة للمحروقات ، مثلما حدث مع اندونيسيا مع بداية الالفية .

II.3 ارتفاع الاستهلاك المحلي للمحروقات :

بحسب الديوان الوطني للإحصائيات فقد تجاوز عدد سكان الجزائر 43 مليون نسمة مع نهاية 2019 ، بعدما كان حوالي 10 مليون نسمة غداة الاستقلال و هذا العدد في زيادة مستمرة من سنة الى اخرى نتيجة لتحسن الظروف المعيشية . اذن فهذا النمو السكاني السريع اضافة الى التوسع الاقتصادي في مختلف القطاعات الذي تشهده الجزائر مع غياب الفعالية الطاقوية ، ادى الى زيادة الطلب على خدمات الطاقة. فقد ارتفع الاستهلاك النهائي للطاقة في كل القطاعات (صناعة،سكن،خدمات،نقل،زراعة) من حوالي 18 مليون طن مكافئ نفط في 2000 الى 36 مليون طن مكافئ نفط في 2012 ، و من المتوقع ان يبلغ الاستهلاك 66.42 مليون طن مكافئ نفط في2030 (العاشر، 2014، صفحة 30). و بحسب الوكالة الدولية للطاقة فان 75.9% من استهلاك الطاقة في الجزائر يذهب للاستعمالات المنزلية و النقل (استعمالات منزلية 29.5% ، النقل 46.4%) ، في حين لا يحصل القطاع الصناعي إلا على نسبة 17% و القطاع الفلاحي على 0.6% (مقري، 2017)، اي ان هذه الثروة الطاقوية ضائعة لا تستخدم لخلق ثروة اخرى دائمة من خلال استغلالها في القطاع الصناعي و الفلاحي.

و عليه فان المشكل في الجزائر حاليا اعمق من مشكل تراجع اسعار المحروقات ، بل تراجع في الانتاج و عدم تجديد الاحتياطيات و في المقابل ارتفاع الاستهلاك المحلي مما يؤثر على الكميات الموجهة للتصدير. لذلك فمبدأ ضمان الامن الطاقوي والحفاظ على الاحتياطيات الوطنية من المحروقات و رفع الصادرات يتطلب ضرورة وضع خطة طويلة المدى من خلال اللجوء الى مصادر طاقوية اخرى لتخفيض الضغط على المصادر التقليدية الناضبة و اطالة عمرها.

III.الامكانيات الوطنية من المصادر البديلة

ان اتخاذ قرار الاستثمار و استغلال اي من الخيارات الطاقوية المتوفرة وطنيا ، يجب ان يرتكز اولا على دراسة مدى وفرة هذه الموارد ، مع امكانية الاعتماد عليها بأريحية للأجيال القادمة .

III.1 الطاقة النووية :

ينحصر وجوده معدن اليورانيوم في عدد قليل من الدول أهمها أستراليا و كزاخستان . في حين تفتقر الدول العربية لمعدن اليورانيوم ، حيث لا يملك سوى الأردن (0.5% من المخزون العالمي) والجزائر (0.3%) ومصر (أقل من 0.1%) (نخلة، 2018) . و على الرغم من عدم امتلاك الجزائر لاحتياطيات ضخمة من اليورانيوم و التي لا تتعدى 29 الف طن ، إلا انه خيار متاح و انجزت عليه العديد من الدراسات و الابحاث ، و كان هناك اهتمام جدي به منذ ثمانينات القرن الماضي. وقد تجدد هذا الاهتمام بعد تحسن الاوضاع الامنية و استقرارها ، فقد تقدمت الجزائر بطلب للوكالة الدولية للطاقة الذرية في 2005 لتطوير برنامجها النووي للاستخدام السلمي، و بعد الموافق عليه في 2006 ابرمت اتفاقيات تعاون مع كل من الارجنتين ، الصين و روسيا لمساعدتها على انجاز محطات نووية للاستخدام السلمي (الدين، 2014)، فهذا الاحتياطي الوطني من اليورانيوم رغم قلته يكفي لإنشاء محطتين نوويتين بطاقة 1000 ميجاواط ، يغطي الحاجات الوطنية الطاقوية لمدة 60 عام . مما يعني تخفيض العبء عن المصادر التقليدية والمحافظة عليها لفترة اطول. و بناءا عليه تعتزم السلطات الوطنية بناء اول محطة نووية في 2025 لمواجهة الطلب المتزايد على الكهرباء محليا .

III.2 الغاز الصخري :

تتوفر الجزائر على امكانيات معتبرة من الغاز الصخري ، جعلها تحتل المرتبة 3 كأكبر احتياطي عالمي بعد كل من الصين والارجنتين ، و تقع معظم هذه الاحتياطيات في جنوب البلاد و تقدر بحوالي 4.940 تريليون قدم مكعب، منها 740 تريليون قدم مكعب قابلة للاسترجاع اي حوالي 19.796 مليار م^3 . و الجدول التالي يوضح احتياطيات الغاز الصخري في الجزائر بحسب الاحواض .

جدول رقم (1): اهم احواض الغاز الصخري في الجزائر

الوحدة : تريليون قدم مكعب (TFC)

الحوض	احتياطي الغاز الصخري
احنيت	1902
تيميمون	1952
بشار	53
بركين	954
اليزي	106
المجموع	4940

La sources: www.energy.gov.dz/ unconventional Resources: Tight Gas sands and shale Gas

فهذه الامكانيات الوطنية المعتبرة جعلت الغاز الصخري يحتل مكانة مهمة في الدراسات المستقبلية للسلطات الوطنية كمصدر طاقوي بديل للبترول و الغاز الطبيعي ، التي تشير كل الدلائل انها دخلت مرحلة النفاذ . في حين ان العديد من المؤشرات يجب ان تأخذ بعين الاعتبار قبل الانطلاق في استغلال الغاز الصخري و اولها انه مادة نافذة مثل الموارد الاحفورية الاخرى ، فمن اهم خصائصه أن مردودية البئر تتراجع ب 50 % منذ العام الأول ، و هذا ضمن الظروف الأمريكية المثالية التي تستطيع استرجاع المخلفات بنسبة % 40 (مقري ع.، 2017). في حين ان قدرات الاسترجاع الوطنية لا تتعدى 15%. لذلك فبعد انفاق الملايير من الدولارات على مدى سنوات لاستغلاله ، سوف يصل الى مرحلة النفاذ و نعود للبحث عن بدائل اخرى ، و هي الحالة التي نعيشها اليوم.

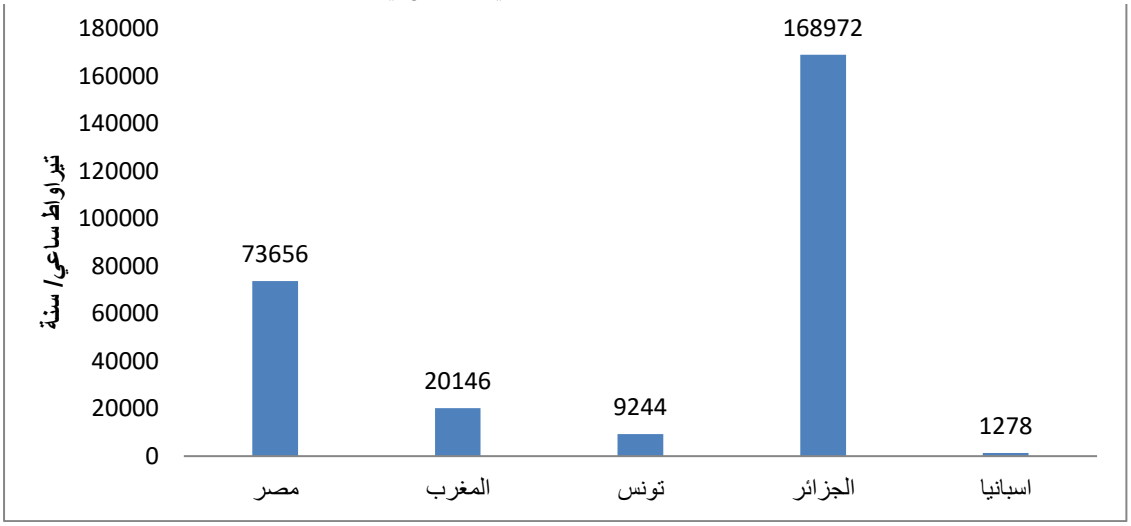
III.3 مصادر الطاقات المتجددة :

ان كبر مساحة الجزائر التي تبلغ 2381741 كم^2 ، و التي جعلتها اكبر دولة في افريقيا و عاشر اكبر دولة في العالم ، اضافة الى موقعها الجغرافي الهام في منطقة البحر الابيض المتوسط و المناخ السائد جعلها تمتلك امكانيات هامة من المصادر المتجددة.

III.1.3 الطاقة الشمسية :

كشفت احدث دراسة عالمية عن الطاقة الشمسية ، ان الجزائر من بين احسن 3 حقول شمسية في العالم ، حيث صنفت الجزائر و ايران و منطقة اريزونا في الولايات المتحدة الامريكية كأكبر و احسن حقول للطاقة الشمسية في العالم . كما تعتبر القدرة التشميسية في الجزائر الاهم في كل حوض البحر المتوسط (Boudjelthia, 2014)، حيث تقدر اشعة الشمس الساطعة على التراب الجزائري ب 168972 تيراواط ساعي/السنة. و هو ما يوضحه الشكل التالي.

شكل رقم(1): مقارنة بين الاشعاع الشمسي الساطع في عدة دول متوسطية



La source : www.cder.dz/ EL Amine Kouadri Boudjelthia, Energie Renouvelable : Un moteur principal du développement durable en Algérie, sans page.

كما يكن ان تدوم الاشعاعات الشمسية في الجنوب حسب الدراسات حتى 3900 ساعة اشعاع سنويا. و هذه الإمكانيات للطاقة الشمسية التي تتربع عليها الجزائر تساوي ما يعادل 37000 مليار م^3 من الغاز الطبيعي ، اي اكثر من 8 اضعاف الغاز الطبيعي

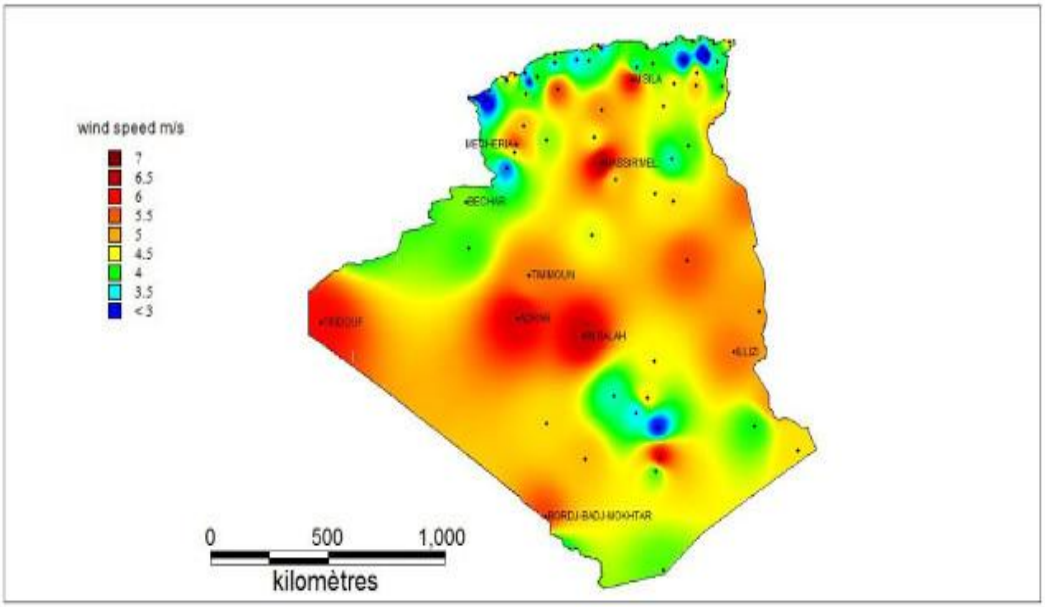
في البلاد (احمد، تجربة الجزائر في استغلال الطاقة الشمسية و طاقة الرياح، 2015، صفحة 63). و وفقا للخبراء فان هذه الامكانيات تفوق 5 مليارات جيجاواط ساعي (Senouci Benabbou, 2016, p. 8)، مما يغطي 5000 مرة الاستهلاك الوطني من الكهرباء و 60 مرة استهلاك اوروبا و 4 مرات استهلاك العالم من الكهرباء (CREG, 2011, p. 1).

و الجزائر لا تمتلك فقط امكانيات هامة من الطاقة الشمسية ، بل تعتبر منجم لرمل السيليس الذي يعد المادة الاساسية لصناعة الالواح الكهروضوئية . فقد كشف وزير الطاقة و المناجم يوسف يوسفي عن وجود 65 موقع في الجزائر غني بطاقة السيلسيوم البديلة (رمل السيليس)(cder, 2013) ، مما يسمح بان تصبح الجزائر من اكبر المنتجين و المصدرين لهذه الالواح عالميا.

III.3.3 طاقة الرياح:

تتفاوت طاقة الرياح في الجزائر من منطقة الى اخرى ، و هذا راجع الى التنوع المناخي و التنوع الطوبوغرافي، حيث تمتاز الجزائر بهبوب رياح في الجنوب بسرعة اكبر منها في الشمال و تصل هذه السرعة الى 7 م/ثا(IEA, 2007, p. 41) . و حسب اطلس الرياح الجديد الصادر عن مركز تنمية الطاقات المتجددة في 2018 ، تعتبر عين صالح و ادرار اهم المناطق ذات الهبوب المرتفع في الجنوب الغربي بسرعة متوسطة تقدر ب 6.4 م/ثا و 6.3 م/ثا على التوالي. كما يظهر موقع حاسي الرمل سرعة متوسطة معتبرة تصل الى 6.5 م/ثا (CDER، 2019). في حين تظهر منطقة مشرية كأهم منطقة في اقصى الغرب بسرعة متوسطة تقدر ب 5.6 م/ثا. وفيما يلي خريطة تبين سرعة الرياح عبر مختلف انحاء الوطن.

شكل رقم (2): خريطة توضيحية للطاقة الريحية في الجزائر



La source : www.cder.dz/spip.php?article3584

III.3.3 الطاقة الجوفية :

يوجد في الجزائر 240 منبع مياه جوفية ، و يشكل كلس الجوراسي في الشمال الجزائري احتياطيا هاما لحرارة الارض الجوفية فيه اكثر من 30 منبع مياه معدنية حارة، درجة حرارتها تزيد غالبا عن 40°. و اسخنها على الاطلاق ببسكرة (118°) (Senouci Benabbou, 2016, p. 8). في حين يشكل التكوين القاري الكبيس بمنطقة الجنوب اكبر خزان حراري في الجزائر، و يمتد على ألاف الكيلومترات المربعة ، و يتم استغلال هذا الخزان المسمى " **الطبقة الالبية** " من خلال التنقيب بأكثر من 4م^3/ثا. حيث تصل حرارة مياه هذه الطبقة الى 57° .

فهذه الامكانيات الهامة المتوفرة وطنيا من المصادر المتجددة اضافة الى طاقة الكتلة الحيوية (مخلفات حيوية حيوانية و نباتية ، نفايات،...) التي يمكن استغلالها ايضا ، يشير الى وجوب توجه جهود السلطات الوطنية بالأحرى الى دعم و تشجيع استغلال المصادر المتجددة ، لان اي دولار سوف يتم استغلاله حاليا سوف يبقى اثره للأجيال القادمة ، لأنها ثروة دائمة و متجددة غير قابلة للنفاذ.

IV. تكاليف الاستثمار في المصادر البديلة

ان الاستثمار في الطاقة النووية ، الغاز الصخري ، او الطاقات المتجددة يتطلب نفقات استثمارية عالية ، لاعتمادها على تكنولوجيات جد متطورة . و تعد تكلفة توليد الكهرباء من خلال الطاقة النووية متواضعة نسبيا مقارنة مع سائر الطرق المستخدَمة لتوليد الكهرباء ، لكن يحد منها طول فترات البناء و ارتفاع تكاليف الاستثمار التي يتطلبها إنشاء المحطات النووية ، خاصة منها الجيل الجديد من المفاعلات الأكبر حجما والأكثر تعقيدا من المفاعلات القديمة. و التي تختلف اسعارها حسب مواصفاتها ، سعتها ، و فترة استغلالها . وتجدر الإشارة إلى أن الفترة الزمنية اللازمة لاسترداد تكاليف الاستثمار في المفاعلات الجديدة طويلة جدا وقد تبلغ عقدين الى ثلاثة عقود (نخلة، 2018). كما ان كلفة الطاقة النووية لا تتوقف عند المبالغ المدفوعة لشراء المفاعلات بل تشمل أيضا مصاريف التشغيل والتفكيك والحوادث. حيث يقدر سعر المفاعل النووي الواحد (1000 ميجاواط) في حدود 10 مليار دولار ، و تقدر مصاريف تشغيل المفاعل النووي الواحد بنفس القدرة بحوالي 200 مليون دولار سنويا. كما ان عملية تفكيك المفاعل النووي معقدة وتستغرق فترة طويلة قد تصل إلى عشرين سنة و تتطلب أموالا طائلة ، و كقاعدة عامة تبلغ كلفة التفكيك حوالي 15% من ثمن الإنشاء. ففي الولايات المتحدة بلغت كلفة تفكيك مفاعل تروجان 509 ملايين دولار في عام 1992 ومفاعل سان أونوفر 572 مليون دولار في عام 2004 (نعوش، 2015).

اما بالنسبة للغاز الصخري تتميز تكاليف استغلاله بالارتفاع في الوقت الحالي ، حيث تبلغ تكلفة حفر بئر عمودي بطول 3.200 م بتفريغ أفقي يقدر ب 1.200م في حقول هاينسفيل بالولايات المتحدة حوالي 8 ملايين دولار مقابل 14 إلى 16 مليون دولار لحفر نفس البئر ببولونيا التي تعد بها صناعة الغاز الصخري فتية (ع.سفيان، 2015). هذه التكاليف التي لا يمكن تعميمها و هذا نظرا للعديد من المعطيات كاختلاف الطبيعة الجيولوجية لكل منطقة او من حيث التحكم في التكنولوجيات بالنسبة للدول المتقدمة . وقد تصل هذه التكاليف في حالة الجزائر حتى 20 مليون دولار للبئر . و حسب الخبير الاقتصادي "**عبد الرحمن مبتول**" فان العمر الافتراضي لبئر ينتج الغاز الصخري بالجزائر لا يتجاوز 5 سنوات ، تصبح بعدها قدرته الإنتاجية شبه منعدمة ، الأمر الذي يفرض التوجه إلى الاستثمار في التنقيب وحفر آبار جديدة في مناطق أخرى ، وعلى هذا الأساس فإن حجم النفقات والتكاليف ستتضاعف (بشار، 2014). اضافة الى تكاليف نقل طاقة الغاز الصخري التي تشكل هي الأخرى رهان مردودية و جدوى للاستثمار في هذا المجال. و تتراوح كلفة الغاز الصخري حاليا ما بين 8 و 12 دولار/ مليون وحدة حرارية ، وقد يصل الى 15 دولار/ مليون وحدة حرارية في حالة الجزائر ، في حين أن سعر الغاز في السوق الأوربية 10 دولارا . لذلك يجب ان تتخلى السلطات الوطنية عن استغلال الغاز الصخري حاليا بسبب عدم جدواه الاقتصادية. كما هو حال السلطات الصينية التي ما تزال تعتمد بشكل كبير على الصادرات من الطاقة الاحفورية اكثر من اعتمادها على الغاز الصخري رغم امتلاكها لأكبر احتياطي عالمي منه (مقري ع.، 2017).

و تستهدف خطة الحكومة الجزائرية فيما يخص الغاز الصخري وتيرة إنتاج 50 مليار م^3 في السنة لمدة عشرين سنة ما يستوجب حفر 10 آلاف بئر في العشرين سنة المقبلة ، ما تقدر نفقاته الاستثمارية ما بين 150-200 مليار دولار (على اساس تكلفة حفر بئر واحد بين 15-20 مليون دولار) ، اي ان التكلفة السنوية للاستثمار في الغاز الصخري لا تقل عن 7 مليار دولار.

في حين ان تكاليف الاستثمار في الطاقات المتجددة تعرف انخفاض من سنة الى اخرى كنتيجة للأبحاث و الدراسات المستمرة خاصة بالنسبة لطاقة الرياح و الطاقة الشمسية الكهروضوئية ، فبحسب اخر الدراسات فان تكلفة انتاج 1 ميجاواط من الطاقة الشمسية اصبح بحدود 0.8-1 مليون دولار (L'AFRIQUE Des Idées, 2017, p. 15). و هذه التطورات ادت الى انخفاض تكاليف الاستثمار في البرنامج الوطني للطاقات المتجددة من 80 مليار دولار عند تاريخ اطلاقه في 2011 الى 30 مليار دولار حاليا . هذا البرنامج التي تستهدف السلطات الوطنية من خلاله انتاج حوالي 22.000 ميجاواط من الكهرباء للاستهلاك المحلي و التصدير.

V. حجم المياه المستهلكة للمصادر البديلة

كالعديد من بلدان المتوسط في المنطقة ، تعاني الجزائر من ازمة مياه كبيرة ، و التي تتفاقم مع موجة الاحترار العالمي بسبب انخفاض معدلات التساقط و ارتفاع معدلات التبخر. إلا ان الجزائر تمتلك مخزون من المياه الجوفية في الجنوب ، و الذي يعتبر بمثابة الثروة و الاحتياطي الذي يجب المحافظة عليه حتى الاجيال القادمة . لذلك و امام تعدد الخيارات الطاقوية يجب على السلطات الوطنية الاخذ بالبديل المناسب الاقل استهلاك للمياه ، و هذا لعدم وجود بديل للثروة المائية. و تتطلب محطة للطاقة النووية تعمل بنظام التبريد الرطب حجم مياه يعادل 3055 ل للميجاواط/ساعي من الكهرباء ، بالمقارنة مع محطة تعمل بتوربينات الغاز التي تستهلك ما بين 570-1100 ل للميجاواط/ساعي من الكهرباء (World energy council, 2016, p. 50). و هو اقل من نصف ما تستهلكه محطة الطاقة النووية .

اما بالنسبة لاستخراج الغاز الصخري ،و الذي يتواجد في طبقات عميقة تصل الى كيلومتر او اكثر في باطن الارض. مما يستلزم الحفر الراسي ثم الافقي تحت الارض لمدة 15-30 يوم لكل بئر باستخدام تقنيات عالية ، فيتطلب استخدام كميات كبيرة من الماء تقدر ب 304 الف لتر/البئر ، او ما يعادل 14 الف لتر يوميا . اضافة الى استخدام ما يقارب من 10-25 مليون لتر من المياه

العذبة لكل بئر (حسن، 2015، الصفحات 3-4) (انتاج 1 مليار م^3 من الغاز الصخري يتطلب 1 مليون م^3 من الماء العذب (مختار، 2018، صفحة 7))، و يمكن اعادة تدوير حوالي 40% فقط من هذه المياه(François, 2015) .

اما بالنسبة للمصادر المتجددة ، فان محطات الطاقة الشمسية الحرارية تستهلك كميات من المياه مقاربة للتي تستهلكها المحطات النووية، فالمحطة الواحدة وفق نظام التبريد الرطب تحتاج ما يعادل 3573 ل لكل ميجاواط/ساعي من الكهرباء ، اضافة الى المياه المستخدمة لغسل المرايا (حوالي 20 ل لكل ميجاواط/ساعي) ، في حين ان نظام التبريد الجاف قد يقلل من هذا الاستهلاك بنسبة 10%، إلا ان فعاليتها تقل عند درجة حرارة اكثر من 38° . لكن بالنسبة للطاقة الشمسية الكهروضوئية لا تستهلك المياه لإنتاج طاقة كهروضوئية ، كما ان حاجتها في حدود 118 ل للميجاواط/ساعي من الكهرباء ، تتأتى من تصنيع الخلايا الكهروضوئية و صيانة الوحدات(World energy council, 2016, p. 50) . هذه التقنية الاخيرة التي يتم الاعتماد عليها بالدرجة الاولى في توليد الطاقة الكهربائية وفق البرنامج الوطني للطاقات المتجددة .كما ان اقامة محطات طاقة رياح قريبة من المناطق الساحلية يمكن ان يستغل في تحلية مياه البحر ، مما يساهم في فك ازمة ندرة المياه . و في ما يلي جدول يلخص استهلاك المياه حسب كل مصدر

جدول رقم (2) : حجم لمياه المستهلكة حسب كل مصدر طاقوي

المصدر الطاقوي	توربينات الغاز	محطة نووية	الغاز الصخري (البئر)		طاقات متجددة (ميجاواط/ساعي)		
			حفر	انتاج	طاقة شمسية حرارية	غسل مرايا	طاقة شمسية كهروضوئية
حجم المياه المستهلكة (ل)	-570 1100	3055	304 الف	10-25 مليون	3573	20	118

المصدر: من اعداد الباحثة بناءا على المعلومات الواردة اعلاه

VI. التأثيرات البيئية للمصادر البديلة

كنتيجة للأضرار التي لحقت بالبيئة من جراء الاستهلاك المفرط للمصادر الاحفورية ، و التي اصبحت تهدد حياة مختلف الكائنات الحية التي تعيش على الكرة الارضية بما فيها الانسان. بدا التوجه العام للبحث عن مصادر طاقوية صديقة للبيئة للتخفيف من حدة هذه الاثار. و تعتبر الطاقة النووية من مصادر الطاقة الخضراء و الغير ملوثة للبيئة ، حيث لا تنتج المفاعلات النووية غاز ثاني أكسيد الكربون و غاز أكسيد الكبريت. لكن المشكل الاساسي يكمن في كيفية تصريف النفايات النووية ، حيث يبلغ متوسط إنتاج المفاعل النووي التجاري حوالي 300 م^3 من النفايات الإشعاعية سنويا إضافة إلى 30 طن من المواد الصلبة شديدة الإشعاع سنويا ، و التي يتم دفنها في مخازن عميقة تحت الأرض مما يزيد من خطورة ملامسة هذه النفايات للمياه الجوفية ، وهو ما يشكل خطرا كبيرا على البشرية (الجليل، صفحة 6) ،اضافة الى حوادث تسرب الاشعاعات مثلما حدث لمفاعل تشرنوبل في 1986 ، و مفاعل فوكوشيما في 2011، و التي تتسبب في خسائر بشرية و مادية كبيرة . مما جعل العديد من الدول تتخلى عن استعمال هذه الطاقة ، و على رأسها المانيا التي قامت بغلق 9 مفاعلات نووية ، في انتظار غلق المفاعلات الباقية افق 2022 (الالمانية، 2018). كما تزال منطقة رقان في الصحراء الجزائرية تعاني من تابعات التجارب النووية للمستعمر الفرنسي بعد اكثر من نصف قرن على هذه التجارب ، مما يؤكد على الاثار الخطيرة للطاقة النووية و التي تستمر على المدى الطويل .

اما بالنسبة للغاز الصخري فان استخراجه يتسبب في انبعاثات غاز الميثان ، اضافة الى غازات اخرى كثاني اكسيد الكربون ، مما يتسبب في تزايد ظاهرة الاحتباس الحراري (حسن، 2015، صفحة 5). كما يتطلب استخراجه معالجة المياه بالمواد الكيماوية ، مما يشكل خطر على تلويث المياه الجوفية الموجودة في المناطق التي تتوفر على احتياطات الغاز الصخري في الجنوب الجزائري ، وبحسب **علي بطاطا** رئيس الوكالة الوطنية لتثمين موارد المحروقات فان من 20% الى 80% من المياه المستعملة في ابار انتاج الغاز الصخري تسترجع و يعاد استعمالها بعد معالجتها (سعيد، 2014). إلا ان الجزائر لا تتحكم في تكنولوجيات استخراج الغاز الصخري على غرار الو.م.أ، و عليه فالوسائل و الطرق المستخدمة حاليا تشكل خطر على صحة المواطنين و البيئة. لذلك فقد قوبل مشروع الحكومة الجزائرية لاستغلال الغاز الصخري بمعارضة شديدة من المجتمع المدني و المواطنين ، حيث انطلقت في جانفي 2015 مظاهرات مناهضة لاستغلال الغاز الصخري بسبب الأضرار المتوقعة على صحة الانسان و البيئة. شارك بها حوالي 35.000 مواطن في تمنراست ، ثم انتشرت في ظرف 3 اشهر في كل من ادرار و ورقلة (Others, 2015, pp. 13-14). مما ادى الى تجميد المشروع في نفس السنة .

في حين ان المصادر المتجددة ، مصادر خضراء صديقة للبيئة لا تتسبب إلا في انبعاثات ضئيلة لثاني اكسيد الكربون ، فالطاقة الشمسية تنبعث منها فقط ما بين 0.07 الى 0.2 رطل مكافئ للكيلواط/ساعي ، و كل من الطاقة الجوفية و الطاقة المائية ينبعث منها ما بين 0.1 و 0.2 رطل مكافئ للكيلواط/ساعي ، و تعتبر طاقة الرياح الانظف اذ ينبعث منها فقط ما بين 0.02 الى 0.04 رطل مكافئ للكيلواط/ساعي (ucsua، 2017).

VII. النتائج و مناقشتها:

توصلنا من خلال دراستنا الى:

- ✓ ادى الانخفاض المستمر لسعر برميل النفط منذ منتصف 2014 الى ازمة حقيقة للاقتصاد الوطني ، خاصة مع عدم استخدام اموال البحبوحة المالية لتطوير قطاعات اقتصادية اخرى مثلما فعلت العديد من الدول النفطية.
- ✓ الاعتماد بشكل كبير على الاحتياطيات الوطنية لتغطية النفقات العامة ، ادى الى تراجعها الى الربع في ظرف اقل من 10 سنوات . مما ينبئ بأزمة مديونية مشابهة لازمة التسعينات اذا استمرت هذه الوضعية مدة اطول .
- ✓ تعدد الخيارات الطاقوية الوطنية (طاقة نووية ، غاز صخري ، طاقات متجددة) ، التي يمكن الاعتماد عليها لتخفيف ضغط الطلب المحلي على المحروقات على المدى القصير و المتوسط ، و من ثم التصدير للخارج على المدى لطويل .
- ✓ تبني اي من هذه الخيارات الطاقوية يستلزم استثمارات مالية معتبرة ، مما يستدعى ضرورة اجراء العديد من الدراسات عليها لاختيار البديل الانجع.
- ✓ من خلال المفاضلة بين الخيارات المتوفرة امام الجزائر (طاقة نووية ، غاز صخري، طاقات متجددة) ،سواء من حيث الامكانيات ، التكاليف او حتى الاثار البيئية . نجد الكفة ترجح لصالح مشاريع الطاقات المتجددة ، حيث نمتلك فرصا أفضل للاستثمار في مجال الطاقة الشمسية و طاقة الرياح و حتى الكتلة الحيوية مع فارق الكلفة الاقتصادية و السلامة و النظافة ، فضلا عن القدرات البشرية التي لا تحتاج لتدريب كبير لعدم الاعتماد على تكنولوجيات جد معقدة.
- ✓ الامكانيات المحدودة من اليورانيوم سوف يسمح فقط بتغطية الحاجات الوطنية من الطاقة الكهربائية ، ولمدة معينة (60 عام). اما الاعتماد على الغاز الصخري فسيمكن الجزائر من المحافظة على مكانتها كمزود للسوق العالمي بالمادة الخام ، اي بقاء الدولة الريعية مع استمرار المخاوف من نفاذ هذا المورد مهما طال به العمر. في حين ان الاعتماد على المصادر المتجددة سوف يسمح بالتحول من دولة ذات ريع ناضب الى دولة ذات ريع دائم.
- ✓ الاندماج في نهج الطاقات المتجددة سوف لن يسمح للجزائر بالتحول لدولة منتجة و مصدرة للطاقة الكهربائية فقط بل سيشجع على انتاج و تصنيع المواد الاولية للقطاع من الواح شمسية ، توربينات رياح ، مولدات،...لاستهلاكها محليا مع امكانية تصديرها مستقبلا

VIII. الخلاصة:

يعتبر قطاع المحروقات النعمة و النقمة على الاقتصاد الوطني على حد سواء ، فمن جهة يعد المصدر الاول لدخل الخزينة و للعملة الصعبة ، و من جهة اخرى يعد السبب الاول للنكسات المتتالية التي اصابت الاقتصاد الوطني ، نتيجة لعدم القدرة على التحكم في اسعاره . التي تتحدد في السوق الدولي بناءا على اليه العرض و الطلب ، و التي بدورها تتحكم فيها العديد من الحسابات الاستراتيجية. غير ان تراجع الكميات المنتجة من المحروقات في السنوات الاخيرة ، اضافة الى ارتفاع الطلب المحلي عليها ، بدا يطرح مشكل اعمق من تراجع الاسعار .بل عن مدى القدرة على ضمان الامن الطاقوي المحلي ، والمحافظة على مكانة الجزائر كدولة منتجة و مصدر للطاقة مستقبلا.

الاحالات و المراجع

1. بنك الجزائر، التقرير السنوي 2017 ، جويلية 2018: التطور الاقتصادي و النقدي للجزائر ، ص 48
2. M. Ahar,M.Hammat, Le potentiel en hydrocarbures de L'Algerié, Schlum berger WEC Sonatrach,P1
3. عبد الرزاق مقري،الانتقال الطاقوي هو الحل، تم تصفحها في vue le /http:hmsalgeria.net/ar/editor/9936-2017112 30/01/2018
4. الورقة القطرية، 27-29 اكتوبر 2014، مؤتمر الطاقة العربي العاشر ، ابوظبي ، ص30.
5. عبد الرزاق مقري،الانتقال الطاقوي هو الحل ،مرجع سابق

6. كارول نخلة ، مستقبل الطاقة النووية في الشرق الاوسط و شمال افريقيا، منشور على الموقع carnegie-mec.org، بتاريخ 2018/01/28، تم الاطلاع عليه في 2018/10/20 على 13:00
7. بوداح عبد الجليل ، رحايلية سيف الدين، 18-19 نوفمبر 2014 الطاقة النووية بين التحديات البيئية و افاق الكفاءة الاقتصادية: دراسة التجربة الفرنسية مع الاشارة لحالة الجزائر، مداخلة مقدمة في الملتقى الدولي الثاني حول الطاقات البديلة:خيارات التحول و تحديات الانتقال ، جامعة ام البواقي، ص14
8. عبد الرزاق مقري، الغاز الصخري : هل هو الحل؟، منشور على الموقع **hmsalgeria.net/ar/editor**، بتاريخ 2017/10/15، تم الاطلاع عليه في 2018/10/18 على 10: 25
9. EL Amine Kouadri Boudjelthia, Energie Renouvelable : Un moteur principal du développement durable en Algerie, sans page. www.cder.dz/
10. سليمان كعوان، جابة احمد، 2015، تجربة الجزائر في استغلال الطاقة الشمسية و طاقة الرياح، مجلة العلوم الاقتصادية و التسيير و العلوم التجارية ، العدد14 ،ص63.
11. Senouci Benabbou, Benhabib Abderrezzak , 23-25 March 2016 Energy Transition Challenges in Algeria,15th MEEA, Doha, P8
12. CREG , Mars 2011 , présentation du programme de développement des énergies renouvelable et des efficacité énergétique 2011-2030,P1
13. تيبازة مرشحة لانتاج السيلسيوم الشفاف سنة 2013، على البوابة الجزائرية للطاقات المتجددة ، portail.cder.dz/ar/spip.php?article1360 تاريخ الاطلاع 2018/09/09 على 12:12
14. Guide lines to renewable energies ,Edition 2007,P41.
15. www.cder.dz/spip.php?article3584, vue le 21/01/2018 à15 :00
16. Senouci Benabbou,Benhabib Abdrrezzak,opi,cite,sans page
17. كارول نخلة، مرجع سابق
18. صباح نعوش، كلفة الطاقة النووية في الدول العربية ، منشور على الموقع **www.aljazeera.net/news/ebusiness/2015/8/4** ، بتاريخ 2015/08/04، تم الاطلاع عليه في 2018/10/18 على 11:30
19. ع. سفيان،قصة الغاز الصخري في الجزائر احتياطات هائلة..والجدل مستمر،منشور على الموقع www.djazairess.com/akhbarelyoum/132006، بتاريخ 2015/02/08 ، تم الاطلاع عليه في 2018/10/30 على 14:19
20. سعيد بشار 20، مليون دولار تكلفة إنجاز بئر واحدة لإنتاج الغاز الصخري، متوفر على الموقع www.elkhabar.com/press/article/43723/، بتاريخ 2014/05/25، تم الاطلاع عليه في 2018/10/19 على 12:00
21. عبد الرزاق مقري، الغاز الصخري : هل هو الحل؟، مرجع سابق
22. L'AFRIQUE Des Idées ,Decembre 2017, Potentials,Polices,Financing,and Resking in renewable energy sector in Africa,P15
23. World energy council, world energy ressources-solar 2016-, 2016,P50
24. جمال قاسم حسن، ، جويلة 2015 ، النفط و الغاز الصخريين و اثرهما على اسواق النفط العالمية، ورقة معدة لصندوق النقد العربي ص ص3-4
25. مغاري عبد الرحمن، صابة مختار ، 23-24 افريل 2018،استراتيجية النهوض بالطاقات المتجددة في الجزائر كحتمية لمواجهة محدودية الطاقات الاحفورية و تحقيق التنمية المستدامة، مداخلة مقدمة في المؤتمر الدولي حول استراتيجيات الطاقات المتجددة و دورها في تحقيق التنمية المستدامة ، جامعة البليدة 2، ص7
26. Renard François, Octobre 2015 ,Le gaz de schiste, Article 031, sans page
27. World energy council, op.cit,P50
28. بوداح عبد الجليل ، رحايلية سيف الدين ، مرجع سابق ، ص6
29. غرفة التجارة و الصناعة العربية الالمانية /www. ghorfa.de
30. جمال قاسم حسن، مرجع سابق ،ص5
31. سعيد بشار، تكاليف استغلال الغاز الصخري اقل من الاستثمار في الطاقة الشمسية، www.djazairess.com ، منشور في 2014/06/16، تم الاطلاع عليه في 2018/10/18، على 11:20
32. Tim Boersma and Others , Shale Gas in Algeria : No Quick fix, Policy Brief 15-01, November 2015,PP13-14
33. www.ucsua.org/clean-energy/renewable-energy/ vu le 15/02/2017 à 15 :20