واقع الطاقة الخضراء و دورها في تحقيق التنمية المستدامة بالجزائر

د. قدال زين الدين، أستاذ محاضر -أ-، جامعة مستغانم
د. مراد بن سماعيل، أستاذ محاضر -ب-، جامعة .
بن عيشة كريمة، طالبة دكتوراه، جامعة .

ملخص:

الجزائر على غرار باقي الدول النفطية تبحث عن مصادر أخرى لتمويل مخططاتها التنموية في ضل تدهور سعر النفط و بالتالي أصبحت هناك ضرورة و حاجة ملحة للتوجه نحو تطوير واستغلال مصادر الطاقة الخضراء، إذ تتمتع الجزائر بمزايا جيو إستراتيجية هائلة خاصة في مجالي الطاقة الشمسية و الرياح حيث يعدان من أسرع مصادر الطاقة نموا وجذبا للإستثمارات في الوقت الحالي.

إن الإستثمار في هذا المجال يرفع عدة تحديات مالية، جغرافية و مناخية التي من الممكن أن تواجه إستخدام مصادر الطاقة الخضراء إذ يتطلب الإستفادة من تجارب الدول المتقدمة في هذا المجال.

قامت الجزائر بوضع خطط مستقبلية للطاقات المتجددة ضمن برنامج السياسات الطاقوية خاصة مع بداية الألفية الثالثة مهّدت بها لديناميكية الطاقة الخضراء، و بذلك تصبو إلى أن تكون فاعلا أساسيا في إنتاج الكهرباء إنطلاقا من الطاقة الشمسية و بذلك تطمح إلى نموذج جديد للنمو كي تشكل به محركا للتنمية الإقتصادية.

يهدف هذا المقال إلى دراسة موضوع واقع الطاقة الخضراء بالجزائر كونها تمثل إحدى أهم المصادر الرئيسية للطاقة العالمية بعيدا عن الطاقة التقليدية فضلا عن كونها طاقة نظيفة وغير ملوثة للبيئة مما سيكسبها أهمية بالغة في تحقيق التنمية المستدامة.

الكلمات المفتاحية:

الطاقة الخضراء، التنمية المستدامة، التنمية الإقتصادية بالجزائر.

1. الإطار النظري للتنمية المستدامة:

1.1 نظرية الموارد الناضبة:

قام الإقتصادي (هارود هوتلينغ) بنشر دراسة حول "إقتصاديات الموارد الناضبة" في عام 1931، وقام من خلالها ببناء نموذج نظري حول كيفية الإستخدام الكفء للموارد الطبيعية الناضبة وكيفية إستغلالها و الإستفادة منها على المدى الطويل[1].

تستند هذه النظرية على فرض أساسي و هو أن ملاّك المورد الناضب الذين يهدفون إلى تعظيم الثروة يحاولون إنتاج المورد بطريقة تعظم قيمته الحالية، و لتحقيق ذلك لابد و أن تكون القيمة الحالية للعائد الصافي لوحدة المورد الناضب واحدة في كل الفترات، و إلا سيكون من مصلحة المنتجين تحويل إنتاجهم من فترة إلى أخرى.

و في الحالات التي تضمن إستخدام منتجات غير متجددة (ناضبة) كالنفط مثلا يمنع قرار إنتاج برميل من النفط في الحاضر إمكانية إنتاج آخر في المستقبل. الواقع أن قرار الإنتاج اليوم يترتب عليه تكلفة للفرصة البديلة، حيث أن إنتاج الحاضر يمنع هذا الإنتاج في فترة أخرى في المستقبل، و يجب على ملاّك المورد الناضب أن يأخذوا في إعتبارهم هذا المكون من مكونات النفقة عند اتخاذ قراراتهم بالإنتاج.

و على هذا الأساس يمكن إعتبار أن فكرة هوتلينغ عن توصيف الموارد الناضبة تعني في جوهرها ضرورة مراعاة الأجيال القادمة في تلك الموارد عند القيام بعمليات إستغلالها وهو الأساس النظري الذي أنطلق منه فيما بعد الأمم المتحدة في العقد الأخير من القرن 20 عندما تبنت مفهوم التنمية المستدامة.

2.1. نظرية الإقتصاد الإيكولوجي:

من جملة الإنتقادات الموجهة لمقاربة الكل للسوق يبرز تيار جديد يعد بمثابة برنامج عمل أكثر منه إطار نظري يدعو هذا التيار إلى التقارب بين علوم الطبيعية و العلوم الإجتماعية و من ثمة يتحول إلى مجال جديد لدراسات متعددة التخصصات للعلاقات المترابطة بين الأنظمة الإقتصادية والإجتماعية و الإيكولوجية[2]، و حسب هذا التيار لا يمكن إعتبار النمو و الإقتصاد بجانب واحد بل يخضعان لعوائق تركز على ثلاث مبادئ هي:

- إن حدود إستعاب الطبيعة محدودة و على النظام الإقتصادي أن يأخذها في الحسبان،
- يجب التنبؤ بإمكانيات التعويض بين المواد القابلة للتجدد و الناضبة،
- يجب إحترام ظروف إعادة تجديد المواد الطبيعية المتجددة.

---

[1] سعيدي يحي و شنبي صورية، نظريات التنمية المستدامة، مجلة وطنية العدد 03 – 04 أكتوبر 2010، جامعة المسيلة، ص 05.

[2] عبد الله خبالة و رابح بوقرة، الوقائع الإقتصادية - العولمة الإقتصادية - التنمية المستدامة، جامعة الإسكندرية، 2009، ص 189.

3.1. نظرية أرتور بيجو :

يقترح أرتور بيجو (ARTHUR Pigou) خلال سنوات العشرين من القرن الماضي أن تصبح التأثيرات التي تحدث خارج السوق من جراء إنتاج و إستهلاك بعض الموارد ومنها البيئية عن طريق تطبيق بعض الأدوات الإقتصادية مثل الرسوم و المساعدات وتمثل هذه الرسوم تعويضات يدفعها المسؤولون عن النفايات الملوثة التي يرمونها مثل المياه الصناعية المستعملة و غيرها من الملوثات المضرة بالبيئة، إذ تكلف معالجتها مبالغ مالية هامة، و تخصص تلك المساعدات لتسديد مجمل الأشغال لتجميل المحيط و بيئته[3].

2. إستغلال الطاقة الخضراء بالجزائر:

يتجه العالم اليوم إلى مرحلة ما بعد البترول في آفاق 2040، بما في ذلك الموارد الطاقوية المخزنة في القشرة الأرضية، و أن المستقبل الحقيقي للأمن الطاقوي مرتبط بتطوير القدرة على استغلال الموارد الطبيعية غير القابلة للنفاذ، كما هو الشأن بالنسبة للطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

تمثل الطاقة الخضراء و بالأخص الطاقة الشمسية بالجزائر عشر مرات إحتياطات حقل بحجم حاسي الرمل سنويا المقدرة بحوالي 4000 مثر مكعب حيث يعادل الإحتياطي 40 ألف مليار متر مكعب، مع عدم حاجتنا للبحث و الإستكشاف. كما أن الإستثمار في الطاقات النظيفة المستمدة من الشمس والرياح أقل تكلفة من الناحية الإقتصادية من خيار التوجه نحو استغلال الغاز الصخري الملوث للبيئة.

أنعم الله على الجزائر بثروة هائلة من الطاقة الخضراء و المتجددة إضافة إلى مواردها النفطية و الغازية، فهي تمتاز بسطوع شمسي كبير و بسرعات رياحية معتدلة إلى مرتفعة، ولدى كثير من مناطق التراب الوطني قدرة كبيرة على استغلال الطاقة المائية، إضافة إلى كميات لا يستهان بها من طاقة الكتلة الحية، و جميع مناطق الجزائر مؤهلة لاستغلال هذه الموارد الطاقوية المتجددة، لكن رغم الفرص الواعدة إلاّ أن برامج الأبحاث و التطوير و نقل التكنولوجيا و التطبيقات العملية لا تزال أقل بكثير مما هو مطلوب، و للجزائر عدة إطارات مؤسساتية و تشريعية تحرص على النهوض بمواردها الطاقوية و استغلالها في الطاقة الكهربائية.

1.2. الطاقة الشمسية:

أعلنت الوكالة الفضائية الألمانية بعد دراسة حديثة قامت بها أن الصحراء الجزائرية هي أكبر خزان للطاقة الشمسية في العالم، حيث تدوم الإشعاعات الشمسية بها 3000 ساعة

[3] سعيدي يحي و شنبي صورية، المرجع السابقن ص 4.

إشعاع في السنة، و هو أعلى مستوى لإشراق الشمس على المستوى العالمي [4]، و حسب الدراسات المتخصصة تتلقى الجزائر ما بين 2000 و 3900 ساعة من الشمس و متوسط 5 كيلوواط في الساعة من الطاقة على مساحة 1م^2 على كامل التراب الجزائري، أي أن القوة تصل إلى 1700 كيلوواط/م^2 في السنة في الشمال و 2263 كيلوواط/م^2 سنويا في الجنوب والجدير بالذكر أن الجزائر تمتلك أكبر نسبة من الطاقة الشمسية في حوض البحر المتوسط تقدر 4 مرات مجمل الإستهلاك العالمي للطاقة و 60 مرة من حاجة الدول الأوروبية من الطاقة الكهربائية، أما إجمالي الطاقة الشمسية بالجزائر تقدر بـ 169400 تيراواط ساعة/سنة أي 5000 مرة إستهلاك الكهرباء السنوي في البلاد. و إذا قمنا بمقارنة الطاقة الشمسية مع الغاز الطبيعي فإن إمكانات الطاقة الشمسية في الجزائر تساوي ما يعادل 37000 مليار م^3 أي أكثر من 8 أضعاف إحتياطات الغاز الطبيعي في البلاد[5].

و على هذا الأساس شرعت الجزائر في إنشاء محطة للطاقة الهجينة تعتبر الأولى من نوعها على مستوى العالم، و التي تعمل بالمزج بين الغاز و طاقة الشمسية، خاصة بعد إرتفاع تكلفة الكهرباء المنتجة بالغاز الطبيعي علما أن مقدار الإستهلاك الطاقوي بالجزائر يتراوح ما بين 25 و 30 ألف ميغاواط سنويا، في حين يمكن الإعتماد على 9,13 ألف ميغاواط في السنة كطاقة ناتجة عن الخلايا الشمسية. الجدول التالي يبين حجم تلك الطاقة في الجزائر:

الجدول رقم (01): الطاقة الشمسية الكامنة في الجزائر (الوحدة: كيلوواط/ساعة لكل م^2 في السنة).

المناطق	المنطقة الساحلية	الهضاب العليا	الصحراء
المساحة	4	16	86
متوسط قدرة التشميس (ساعة / السنة)	2650	3000	3500
متوسط الطاقة المتوفرة (كيلوواط/م^2/السنة)	1700	1900	2650

المصدر: وزارة الطاقة و المناجم، دليل الطاقات المتجددة، الجزائر، 2018.

كما ثبتت العديد من دراسات الجدوى في عدة دول من بينها الجزائر أنه يمكن إستعادة رأس المال المستثمر في الطاقة الشمسية خلال فترة تتراوح ما بين 3 إلى 5 سنوات تتمكن بعدها

[4] البوابة الجزائرية للطاقات المتجددة، الرابط (http : //www.portail.cder.dz/ar)، تاريخ الإطّلاع 2018/09/12.
[5] مركز تنمية التطاقات المتجددة، (http : //www.cder.dz/spip.php ?article1450)، تاريخ الإطّلاع 2018/09/12.

الجهة المنفذة لمشاريع الطاقة الشمسية من الحصول على طاقة نظيفة منخفضة التكلفة و أن إنتاج 1 كيلوواط يكلف حوالي 0,12 دولار أي ما يعادل تقريبا 12 دينار[6].

2.2. طاقة الرياح:

تتميز الجزائر بموقع جغرافي مناسب للإفادة من الطاقة حيث أن الرياح التي تهب على الجزائر تحمل معها كثيرا من الهواء البحري الرطب و كميات كبرى من الهواء القاري الخاص و بعض الأهوية الصحراوية و المحلية بمتوسط سرعة يفوق 7 أمتار في الثانية خصوصا بالمناطق الشاطئية بمساحة تمتد إلى 50 ألف كلم^2، و أهمية إستعمال طاقة الرياح تكمن في كونها أكثر إقتصادية إذ تكلف من 5 إلى 6 دينار كل 1 كيلوواط، ما يجعلها أقل كلفة مقارنة بالطاقة الشمسية، كما أنها تتم في الجو و تتوفر على تكنولوجيا بسيطة و غير معقدة مقارنة بالمصادر الأخرى للطاقة بالإضافة إلى أنها غير ملوثة[7].

يتغير المورد الريحي في الجزائر من مكان لآخر نتيجة الطوبوغرافيا و تنوع المناخ، حيث تنقسم الجزائر إلى منطقتين جغرافيتين كبيرتين:

- الشمال الذي يحده البحر المتوسط و يتميز بشريط ساحلي يمتد على 1200كلم وبتضاريس جبلية تمثلها سلسلتي الأطلس التلي و الصحراوي، و بينها توجد السهول و الهضاب العليا ذات المناخ القاري، و معدل سرعة الرياح في الشمال غير مرتفعة جدا ما بين 2 إلى 3 م/ثا.
- منطقة الجنوب التي تتميز بسرعة رياح أكبر من الشمال خاصة الجنوب الغربي بسرعة تزيد عن 4م/ثا و تتجاوز 6 م/ثا بمنطقة أدرار. و عليه يمكن القول أن سرعة الرياح في بلادنا معتدلة و تتراوح ما بين 2 إلى 6 م/ثا، و هي طاقة ملائمة لضخ المياه خصوصا في السهول المرتفعة[8].

3.2. الطاقة المائية:

إن كميات الأمطار الكلية التي تسقط على الإقليم الجزائري، هي كميات مهمة و تقدر بحوالي65 مليار م^3 سنويا، لكن لا تستغل منها إلاّ نسبة قليلة تقدر بـ 5 % على عكس بعض البلدان الأوروبية التي تستغل حوالي 70% من هذا المورد في توليد الطاقة الكهرمائية، إن عدد الأيام التي تهطل فيها الأمطار تتجه نحو الإنخفاض، كما أن هذه الأمطار تتركز في مناطق محدودة بالإضافة إلى تبخر هذه المياه بفعل الحرارة، ناهيك عن تدفقها بسرعة نحو البحر، أو نحو حقوق المياه الجوفية، جغرافياً تنخفض مصادر المياه السطحية كلما إتجهنا

---

[6] المنتدى العربي الأسيوي، (http://www.oran-aps.dz/spip.php?page=impimer&id.article=13200)، تاريخ الإطّلاع 2018/12/10.

[7] ذبيحي عقيلة، الطاقة في ضل التنمية المستدامة: دراسة حالة الجزائر، رسالة ماجستير، جامعة قسنطينة، سنة 2009، ص 233.

[8] ذبيحي عقيلة، مرجع سابق، ص 235.

من الشمال نحو الجنوب، و تقدر حاليا كمية المياه النفعية والمتجددة بـ 25 مليار م^3، ثلثا هذه الكمية هي عبارة عن مياه سطحية في ضل 103 سد منجز و 50 سد في طور الإنجاز[9]. الجدول التالي يلخص لنا أهم مراكز توليد الطاقة الكهرمائية في الجزائر.

الجدول رقم (02): أهم مراكز توليد الطاقة الكهرمائية في الجزائر

المركز	قدرة التوليد بالميغاواط	المركز	قدرة التوليد بالميغاواط
درقينة	71,5	غريب	7000
أغيل مدى	24	تيري مدن	4458
منصورية	100	قوريت	6425
أرقان	16	بوحنيفة	5700
سوق الجمعة	8085	واد الفضة	15000
أقزر شبال	2712	بني باهد	3500

المصدر: ذبيحي عقيلة، مرجع سابق، ص234.

4.2. الطاقة النووية:

تخطط الجزائر لإستغلال 30 ألف طن من اليورانيوم، و قد رصدت الحكومة الجزائرية لهذه العملية حوالي 150 مليون دولار، كما أنها تعتزم الإعتماد على مادة اليورانيوم الحيوية في مضاعفة توليد و إنتاج الطاقة الكهربائية مع فتح المجال أمام المستثمرين الأجانب من خلال الشراكة مع المؤسسات الجزائرية، لا سيما في منطقتي تمنراست و تندوف، و حتى تتم ترقية حجم الإنتاج الحالي الذي لم يتعدى بضعة آلاف من الأطنان، و في حال رفع إستغلال اليورانيوم من شأنه أن يكون له آثار إيجابية على دعم إحتياطي الصرف الجزائرية، مع ضرورة الأخذ بكل الإحتياطات اللازمة إزاء هذه الطاقة المفيدة و الخطيرة جدا في الوقت نفسه، كما قررت الجزائر بناء 10 مفاعلات نووية جديدة موجهة لإنتاج الطاقة الكهربائية و ذلك بالتعاون مع دول رائدة في إتقان هذا النوع من التكنولوجيا، و في مقدمتها الو.م.أ، فرنسا و الصين. و إمكانية إستغلال 30 ألف طن من مادة اليورانيوم المخصب في مضاعفة توليد و إنتاج الطاقة الكهربائية، و سيضمن ذلك تحلية 120 م^3 من المياه يوميا، و الإسهام في دفع الطاقات البديلة كطاقة الرياح و الطاقة الشمسية[10].

5.2. طاقة الحرارة الجوفية:

يشكل كلس الجوراسي في الشمال الجزائري إحتياطا هاما لحرارة الأرض الجوفية، و يؤدي إلى وجود أكثر من 200 منبع مياه معدنية حارة واقعة أساسا في مناطق شمال شرق و شمال

---

[9] بلعربي سمير، واقع طاقة الرياح في الجزائر، مجلة الطاقات المتجددة، مركز تطوير الطاقات المتجددة، العدد 1، الجزائر، 2012، ص 23.

[10] الرابط، (http://algerianews.maktoobblog.com/518560)، تاريخ الإطّلاع 2018/09/10.

غرب البلاد، و توجد هذه الينابيع في درجة حرارة غالبا ما تزيد عن 40°م، و أكثر المنابع الحرارة هو منبع المسخوطين 96°م، و هذه الينابيع الطبيعية التي هي على العموم تسربات لخزّانات موجودة في باطن الأرض تدفق لوحدها أكثر من 2م/ثا من الماء الحار و هي جزء صغير فقط مما تحويه الخزّانات، كما يشكل التكون القاري الكبيس خزّانا كبيرا من حرارة الأرض الجوفية، و يمتد على آلاف الكيلومترات المربعة و يسمى هذا الخزّان طبقة ألبية، حيث تصل حرارة مياه هذه الطبقة إلى 57°م، و لو تمّ جمع التدفق الناتج من إستغلال الطبقة الألبية و التدفق الكلي لينابيع المياه المعدنية الحارة فهذا يمثل على مستوى الإستطاعة أكثر من 700 ميغاواط[11].

6.2. طاقة الكتلة الحيوية:

إن آفاق تطوير هذه الطاقة قائمة في الجزائر و لا سيما في مزارع تربية المواشي و تحويل مخلفات التمور في الجنوب و مخلفات صناعة زيت الزيتون ما يوحي إلى قيام مشاريع توليد الطاقة الكهربائية تعمل بالبقايا الجافة، و سيتم حساب قوة المحطة الكهربائية تبعا لما يتوفر من وقود الكتلة الحيوية، وفي حالة بقايا صناعة زيت الزيتون فإن متوسط الكمية من البذور أو النوى المطروحة سنويا تقدر بـ 70000 طن في الجزائر، و إلى حد الآن تستخدم البقايا الجافة من صناعة زيت الزيتون كوقود منزلي، أما المزايا الأخرى التي تمتاز بها هذه الطاقة فإنها ذات طابع إجتماعي و إقتصادي بيئي.

و بالنسبة لموارد الجزائر لهذا النوع من الطاقة فهي:

- موارد غابية، إذ تتمثل في الغابات الإستوائية و التي تتمركز في شمال البلاد بمساحة 10% من المساحة الإجمالية للبلاد، و تقدر الطاقة الإجمالية لهذا المورد بـ 37 ميغاطن معادل نفط/السنة، بقدرة إسترجاع تقدر بـ 3,7 ميغاطن معادل نفط/السنة أي 10%.
- موارد طاقوية، من النفايات الحضرية و الزراعية و التي تقدر بـ 5 مليون طن معادل نفط، و الذي يمثل حقلا قادر على إستعاب 1,33 مليون طن معادل نفط/السنة[12].

الجدول التالي يلخص لنا إمكانيات الطاقة الخضراء في الجزائر من 2015 إلى 2030.

الجدول رقم (03): برنامج الطاقات المتجددة في الجزائر من 2015 إلى 2030

الفترة	المرحلة الأولى	المرحلة الثانية	المجموع

[11] بلعربي سمير، واقع طاقة الرياح في الجزائر، مجلة الطاقات المتجددة، مركز تطوير الطاقات المتجددة، العدد 1، الجزائر، 2012، ص23.
[12] بلعربي سمير، مرجع سابق، ص28.

	من 2015 إلى 2020	من 2021 إلى 2030	(الميغاواط)
الطاقة الشمسية	3000	10575	13575
طاقة الرياح	1010	4000	5010
الطاقة المشتركة	150	250	400
طاقة الكتلة الحية	360	640	1000
الطاقة الحرارية	05	10	15
المجموع	4525	15475	20000

المصدر: البرنامج الوطني لتطوير الطاقات الجديدة و المتجددة، وزارة الطاقة و المناجم 2016.

نتائج و إقتراحات:

يبرز دور الطاقات المتجددة في مدى مساهمته الفعلية في تحقيق أبعاد إجتماعية، بيئية و إقتصادية مستهدفة من إنتاج للكهرباء من مصادر متجددة خاصة في المناطق النائية البعيدة ذات تكلفة عالية لإيصال إمدادات التيار الكهربائي و الإستغناء النسبي عن المصادر التقليدية بالأخص الغاز الطبيعي المولد للطاقة الكهربائية و من تحقيق فرص عمل جديدة.

و عليه نقترح جملة من التوصيات للنهوض بهذا القطاع الإستراتيجي:

- يجب تخصيص غلاف مالي للإستثمار في هذا المجال في ضل إنخفاض مداخيل البلاد بفعل إنخفاض سعر البرميل في الآونة الأخيرة،
- العمل على تكوين و تدريب الموارد البشرية و اكتساب الخبرات للنهوض بهذا القطاع،
- أهمية دعم التكنولوجيا و البحث العلمي خاصة في مجال البحث عن بدائل طاقوية و تطوير إستعمال الطاقة الخضراء،
- تفعيل القوانين و التشريعات لتشجيع استعمال الطاقة الخضراء و ترشيد استعمال الطاقة الأحفورية،
- عقد ندوات و لقاءات دورية و التعاون مع البلدان الرائدة في هذا المجال من أجل الإستفادة من تجاربهم و خبراتهم و عقد شراكات عمومية أو خاصة مع الشريك الأجنبي لدعم مسار التحول إلى إقتصاديات الطاقة الخضراء بالجزائر من خلال تحسين الإنتاجية و المساهمة في خفض تكاليف الإنتاج.

المراجع:

1. البوابة الجزائرية للطاقات المتجددة، الرابط (: http //www.portail.cder.dz/ar)، تاريخ الإطّلاع 2018/09/12.
2. المنتدى العربي الأسيوي، (http://www.oran-aps.dz/spip.php?page=impimer&id.article=13200)، تاريخ الإطّلاع 2018/12/10.
3. الرابط، (http://algerianews.maktoobblog.com/518560)، تاريخ الإطّلاع 2018/09/10.
4. بلعربي سمير، واقع طاقة الرياح في الجزائر، مجلة الطاقات المتجددة، مركز تطوير الطاقات المتجددة، العدد 1، الجزائر، 2012.
5. ذبيحي عقيلة، الطاقة في ضل التنمية المستدامة: دراسة حالة الجزائر، رسالة ماجستير، جامعة قسنطينة، سنة 2009.
6. عبد الله خبالة و رابح بوقرة، الوقائع الإقتصادية - العولمة الإقتصادية - التنمية المستدامة، جامعة الإسكندرية، 2009.
7. سعيدي يحي و شنبي صورية، نظريات التنمية المستدامة، مجلة وطنية العدد 03 – 04 أكتوبر 2010، جامعة المسيلة.
8. مركز تنمية الطاقات المتجددة، (: http //www.cder.dz/spip.php ?article1450)، تاريخ الإطّلاع 2018/09/12.