**الطاقة النووية بين التحديات البيئية و آفاق الكفاءة الاقتصادية: دراسة التجربة الفرنسية مع الإشارة لحالة الجزائر**

**Nuclear power between environmental challenges and prospects for economic efficiency: study French experience with reference to the case of Algeria**

المحور: التجارب الدولية و المحلية لترقية الطاقات البديلة.

ا**للقب والإسم د. بوداح عبد الجليل(\*) &** ا**للقب والإسم أ. رحايلية سيف الدين (\*\*)**

**الملــخـص:**

تطور استغلال الطاقة النووية منذ اكتشاف الإنسان لأول تفاعل نووي متسلسل و أصبحت الطاقة النووية مصدرا أساسيا لتوليد الطاقة الكهربائية في العديد من الدول و خصوصا المتقدمة منها ، حيث يوجد 434مفاعل نووي تجاري في العالم سنة2013 إضافة إلى عشرات المفاعلات التجريبية و البحثية، و يعود السبب الرئيسي لاستغلال هذه المفاعلات إلى الطاقة العالية التي تنتجها مقارنة مع الطاقات الأحفورية أو المتجددة هذا من جهة ، و من جهة أخرى تكلفة المادة الأولية المتمثلة في " اليورانيوم" حيث يعتبر أقل تكلفة مقارنة مع البترول .

و سنحاول في هذه الورقة البحثية تسليط الضوء على استخدامات الطاقة النووية وكذا إيجابياتها و سلبياتها من خلال دراسة التجربة الفرنسية ، و كذا أهم المعوقات التي تواجه تطور هذه الطاقة في الجزائر .

**الكلمات المفتاحية:** الطاقات الجديدة، الطاقات الأحفورية، الطاقة الكهرونووية.

**Abstract**

The evolution of the exploitation of nuclear energy since the discovery of the human for the first nuclear chain reaction and has become a major source for electric power generation in many countries, especially the developed ones, Where there is ...... a commercial nuclear reactor in the world in 2013 in addition to dozens of experimental reactors and research, And the main reason for the exploitation of these reactors to high-energy produced compared with fossil or renewable energies from this point, On the other hand the cost of the raw material of "enrichment" where is less expensive compared with petroleum.

And we will try in this paper to highlight the uses of nuclear energy as well as the positives and negatives through the study of the French experience, and as well as the most important obstacles facing the development of this energy in Algeria.

**Keywords:** New energies, fossil energies, nuclear energy.

**(\*)- أستاذ محاضر قسم "أ" ،كلية العلوم الاقتصادية و علوم التسيير، جامعة قسنطينة 2، الهاتف0561612368، البريد الالكتروني**

**jalil\_bouda@yahoo.com**

**(\*\*)- أستاذ مساعد قسم ب، كلية العلوم الاقتصادية و علوم التسيير ، جامعة سوق أهراس ، الهاتف0555731250، البريد الالكتروني**

**Rehailia.seifeddine@gmail.com**

**المقدمة**

تعتبر الطاقة السبب الرئيسي لتطور الإنسان ، فمنذ ظهور البشرية و هي تستعين بنوع معين من الطاقة ، حيث استخدم الإنسان الطاقة العضلية ثم طاقة الحيوانات و طاقة الطبيعة لقاء أموره المختلفة، و لكن مع تطور الحاجات الإنسانية لم يعد هذا النوع من الطاقة يلبي احتياجاته مما حتم عليه إيجاد مصادر أخرى ، فاكتشف الآلة البخارية التي تعمل على طاقة الفحم التي أحدثت ثورة و قفزة نوعية في حياة البشرية لتليها اكتشاف مصادر أحفورية أخرى كالبترول و الغاز ، و رغم الفوائد العظيمة لهذه المواد إلا أن الإنسان اكتشف أنها محدودة و تنفذ من الاستخدام المستمر كما أنها تلوث بيئته و هذا ما حتم عليه البحث عن مصادر أخرى.

و من بين أبرز المصادر الجديدة نجد الطاقة النووية التي تعتمد على عملية انشطار أو انصهار الذرة حيث تولد هذه العملية طاقة هائلة لم يعرفها الإنسان من قبل ، و قد استغلها لأمور حربية أدت إلى وفاة الآلاف من الأشخاص ، و لكن من الجهة الإيجابية فهي تستخدم في العديد من المجالات مثل إنتاج الكهرباء و المجال الطبي و الزراعي و غيرها ، و ، فرغم السلبيات العديدة لهذه الطاقة إلا أن اقتصاد العديد من الدول أصبح مرتبط بها خصوصا الدول المتقدمة.

و من أبرز الدول التي تعتمد على الطاقة النووية كمصدر رئيسي لإنتاج الكهرباء نجد فرنسا حيث تقارب نسبة إنتاج الطاقة النووية الثمانين بالمائة من نسبة الإنتاج الإجمالي، و تعتبر فرنسا من التجارب الرائدة في مجال الطاقة النووية للأغراض السلمية يمكن للجزائر الاقتداء بها، و من هنا تبرز إشكالية الدراسة و المتمثلة في:

* **هل تعتبر الطاقة النووية كبديل حقيقي للطاقات الأحفورية في فرنسا؟**

و من خلال هذا التساؤل تبرز لنا الأسئلة الفرعية التالية:

* ما هي الطاقة النووية و كيفية عملها؟
* ما هي إيجابيات و سلبيات الطاقة النووية مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى؟
* هل يمكن للجزائر الاستفادة من التجربة الفرنسية في مجال الطاقة الكهرونووية؟

و للإجابة على هذه الأسئلة تم تقسيم هذه الورقة البحثية إلى ثلاث محاور رئيسية:

* المحور الأول:الطاقة النووية مفاهيم و أسس.
* المحور الثاني: آثار الطاقة النووية.
* المحور الثالث: دراسة التجربة الفرنسية في مجال الطاقة النووية.

**المحور الأول: الطاقة النووية مفاهيم و أسس.**

**1- التطور التاريخي للطاقة النووية:[[1]](#endnote-2)** تعود فكرة الطاقة النووية إلى العالم الألماني "أنشتاين" في سنة 1905 أين قام بوضع النظرية النسبية الشهيرة ، حيث وضح أن المادة من الممكن أن تتحول إلى طاقة ، و في سنة 1935 تمكن العالم الإيطالي "أنريكو فارم " بقذف المواد المشعة بنترونات ذات طاقة منخفضة و أطلق على العملية اسم " الإنشطار النووي"، و في سنة 1938 تمكن العالمان "أوتو هان" و "فريتز سترسمان" من اكتشاف انشطار ذرة اليورانيوم عند قذفها ببعض النيوترونات عالية الطاقة حيث تتنج طاقة هائلة من عملية الانشطار، و في سنة 1942 نجح العالم "فاري" في الوصول إلى أول سلسلة تفاعلات نووية متواصلة و ذلك في جامعة "شيكاكو"، حيث تم التركيز بعد ذلك في استخدام الطاقة النووية لأغراض الحرب العالمية الأولى و الثانية و التي أدت إلى تفجير قنبلتي "هيروشيما و ناكازاكي" في اليابان أين أودت بحياة أكثر من 130.000 شخص و دمار 90% من المدينتين، ليعقبه سباق تسلح نووي بين روسيا و الولايات المتحدة.

أما أول مفاعل نووي تجاري فقد تم بناؤه في "بريطانيا" سنة 1956 ليتم بعده بناء مفاعلات أخرى في روسيا و الولايات المتحدة سنة 1957 حيث تستخدم بالدرجة الأولى لإنتاج الطاقة الكهربائية ، لتنتشر بعدها المفاعلات النووية للأغراض السلمية في العديد من دول العالم مثل كندا، أروبا ، اليابان و غيرها من الدول أين وصل عددها إلى 419 مفاعل بقدرة 326129 ميغاوات سنة 1992، و لكن نظرا للكوارث النووية التي يمكن أن تحصل أدى إلى تحفظ العديد من دول العالم لاستخدام هذا النوع من الطاقة ، و من أبرز الكوارث النووية نجد كارثة "تشرنوبل" سنة 1986 بأكرانيا و كارثة "فوكوشيما " سنة 2011 باليابان.

**2- مفهوم و عمل الطاقة النووية:** إن الطاقة النووية هي تلك الطاقة المستمدة من الانشطار النووي حيث تنشطر المواد الثقيلة عند قذفها بالنيوترونات ما يولد هذا الأمر سلسلة من التفاعلات تنتج عنها طاقة هائلة ، و يستخدم عادة لإنتاج الطاقة النووية مادة " اليورانيوم" الذي يعتبر من أثقل المواد و أكثرها كثافة حيث يحتوي على 92 بروتون و يختلف عدد النيوترونات من بديل لآخر حيث نجد "اليورانيوم 238" و "اليورانيوم 235" و " اليورانيوم 234" و غيرها و هذه الأرقام تشير إلى عدد النيوترونات حيث لكل نوع من اليورانيوم استخدامات خاصة به ، و يتم إنتاج الطاقة الكهرونووية في المحطات النووية أين تتم السيطرة على عملية "الانشطار النووي المتسلسل"، و فكرة عمل المحطات النووية لا تختلف كثيرا عن فكرة عمل المحطات التقليدية العاملة على الوقود الأحفوري ، حيث أن عملية الانشطار النووي تقوم بتوليد حرارة عالية جدا أين تستخدم هذه الحرارة في صنع البخار الذي يدير "التربينات" التي بدورها تنتج الطاقة الكهربائية.

**3- أنواع الطاقة النووية:** حاليا هناك نوعان رئيسيان:

**3-1- الطاقة الكهرونووية المستمدة من الانشطار النووي:[[2]](#endnote-3)** و هو النوع الذي تم ذكره سابقا ، حيث أن مادة اليورانيوم متواجدة في الطبيعة بكميات محدودة و " اليورانيوم 235" هو الذي يعتمد عليه في عملية الانشطار النووي ، حيث يحتوي اليورانيوم الطبيعي على 0.71% من "اليورانيوم 235" أما الباقي فيشمل نظائر اليورانيوم 238 و 234، كما يوجد عديد الأنواع من المحطات النووية التي تنتج الطاقة الكهربائية من عملية الانشطار النووي أبرزها المفاعلات العاملة بالماء العادي و مفاعلات الماء الثقيل و كذا مفاعلات التبريد الغازي و لكل منها آثار إيجابية و سلبية.

**3-2- الطاقة الكهرونووية المستمدة من الانصهار النووي:[[3]](#endnote-4)** يتم توليد الطاقة الكهربائية عن طريق الانصهار النووي بدمج بعض النوى الخفيفة لتكوين نواة أثقل ، و هذا يشبه ما يحدث للشمس حيث تندمج نواتي هدروجين لتكوين نواة هليوم ، و ينتج عن عملية الانصهار النووي طاقة هائلة تعادل أضعاف المرات الطاقة الناتجة عن عملية الانشطار النووي ، و لكن هذا النوع من الطاقة الكهرونووية مازال قيد الدراسة و التطوير و لا يتوقع تجسيده تجاريا إلا بعد عدة سنوات ، و لو يتم تجسيد هذا المشروع ستصبح الطاقة الكهرونووية طاقة متجددة و نظيفة لاعتمادها على مصدر الهدروجين المتجدد.

**4- استعمالات الطاقة النووية:** تستخدم الطاقة النووية لعدة أغراض منها:[[4]](#endnote-5)

4-1- توليد الطاقة الكهربائية:حيث تزود الطاقة النووية الدول المتقدمة بأكثر من 15% من الطاقة و العالم بأكثر من 6% من الطاقة الكهربائية المستهلكة ، و مع المشاكل البيئية و الاقتصادية التي يسببها الوقود الأحفوري فإن العديد من العلماء يرون أن الطاقة الكهرونووية هي طاقة المستقبل.

4-2- الاستخدام الصناعي: حيث تستخدم الطاقة النووية في تحلية مياه البحر و صناعة المجوهرات ، و العديد من الصناعات الغذائية و الدوائية و الصناعات الثقيلة ، كما يستفاد من النظائر المشعة في التحكم بالعمليات الصناعية و التركيب الداخلي للمواد المعدنية و الخزفية و حفظ الأغذية و البسترة.

4-3- الاستخدامات العسكرية: حيث تستخدم الطاقة النووية في تسيير الغواصات و السفن الحربية و غيرها ، حيث أن الغواصات العاملة بالطاقة النووية تستطيع البقاء تحت سطح الماء لعدة أشهر دون الحاجة للتزود بالوقود ، و كذالك تستخدم لصناعة القنابل الذرية و الهيدروجينية المدمرة.

4-4- الاستخدامات الطبية: حيث يظهر أساسا في معالجة الأمراض السرطانية و ذلك بتوجيه الإشعاع المناسب نحو الخلايا المريضة و قتلها و كذا اكتشاف الأمراض بشكل مبكر مثل أمراض الشرايين و غيرها.

4-5- الاستخدامات الزراعية: يمكن استخدام الإشعاعات النووية بتركيزات معينة لتحسين كمية و جودة المزروعات ، كما تستخدم لحفظ مخزون الطعام و منعه من التآكل و التعفن ، إضافة إلى استخدام الطاقة النووية لإبادة الطفيليات و تحديد الأعمار الجيولوجية للتكوينات و الحضارات القديمة و غيرها من الاستخدامات التي تعود على الإنسانية بالفائدة.

**المحور الثاني: آثار استخدام الطاقة النووية.**

**1- الآثار الإيجابية لاستخدام الطاقة النووية:** هناك العديد من الإيجابيات للطاقة الكهرونووية تتمثل في:

* كمية الوقود النووي المستخدم لتوليد الطاقة النووية أقل بكثير من كمية الوقود الأحفوري المستخدم لتوليد نفس الطاقة.
* تعد الطاقة النووية آمنة نسبيا و ذلك راجع لاستخدام أساليب أمنية متقدمة إضافة إلى الحذر الشديد في التعامل مع هذه المحطات لذلك فالخطر النووي نادر الحدوث.
* المادة الأولية المتمثلة في اليورانيوم متوفرة في أغلب مناطق العالم ، إضافة إلى سهولة استخراجه و نقله مقارنة مع مصادر الوقود الأحفوري الأخرى ذلك من جهة ، و من جهة أخرى الاتفاقات الدولية التي تنظم تجارة اليورانيوم .
* تعتبر الطاقة النووية طاقة خضراء و نظيفة ، حيث أن المعايير الدولية سارية المفعول تعتبر إنتاج الطاقة الكهرونووية طاقة نظيفة مقارنة مع الوقود الأحفوري ، حيث لا تنتج المفاعلات النووية غاز ثاني أكسيد الكربون و غاز أكسيد الكبريت.
* حاليا التجارب في الميدان النووي تركز على عملية الانصهار النووي التي تعتمد على عنصر الهدروجين كوقود لها ، و في حالة نجاح التجارب تجاريا و افتتاح المحطات النووية العاملة على الانصهار سوف تصبح الطاقة النووية طاقة مستديمة و تنتج أضعاف الطاقة الكهربائية المولدة من عملية الانشطار.[[5]](#endnote-6)
* المحطات النووية لا تحتاج إلى مساحات شاسعة مقارنة مع طاقة الرياح و الطاقة الشمسية مما يجعلها الخيار المثالي للدول ذات المساحة الصغيرة أو ذات الاكتظاظ السكاني الكبير.
* يتزايد استهلاك الكهرباء بمعدل 8% سنويا أي أن الاستهلاك العالمي يتضاعف كل عقد من الزمن ، لذا تصبح الطاقة النووية من أهم بدائل توليد الكهرباء بعد الوقود الأحفوري.
* قلة التكلفة الإجمالية ، حيث و بالرغم من ارتفاع التكلفة الرأسمالية لها إلا أن انخفاض تكلفتها التشغيلية و قدرتها على العمل لفترات طويلة يجعلها رخيصة نسبيا.
* تساهم الطاقة الكهرونووية في المحافظة على الاحتياطات الموجودة من الوقود الأحفوري و الاستفادة منها في التصدير و الحصول على العملة الصعبة ، خصوصا في الدول التي تعتمد وارداتها عل البترول و الغاز .
* يمكن الاستفادة من الطاقة النووية في مجال تحلية مياه البحر من خلال البخار الناتج عن استخدام الماء كمادة تبريد ، حيث أن البخار يتم تقطيره بطرق حديثة و قليلة التكاليف بسبب "اقتصاديات الحجم".[[6]](#endnote-7)

**2- الآثار السلبية لاستخدام الطاقة النووية:** رغم الآثار الإيجابية للطاقة الكهرونووية إلى أن هناك العديد من السلبيات التي تعرقل تطور الطاقة النووية تتمثل في:

* النفايات النووية: حيث يبلغ متوسط إنتاج المفاعل النووي التجاري حوالي 300م3 من النفايات الإشعاعية سنويا إضافة إلى 30 طن من المواد الصلبة شديدة الإشعاع سنويا، حيث يتم دفنها في مخازن عميقة تحت الأرض حيث تزيد خطورة ملامسة هذه النفايات للمياه الجوفية مما يشكل خطرا كبيرا على البشرية هذا من جهة ، و من جهة أخرى يستخدم اليورانيوم المستنفذ في صناعة الأسلحة و هو ما يؤثر على العالم كذلك.[[7]](#endnote-8)
* طول فترة إنشاء المحطات النووية(7-10) سنوات و ارتفاع فترة استرداد رأس المال ، مما يجعلها استثمارات عالية المخاطر من جهة ، و من جهة أخرى الأضرار البيئية التي تسببها عملية الإنجاز من غبار و تلويث للبيئة.
* الكوارث النووية: هي نادرة الحدوث لكن عند حصولها تسبب خلل كبير في النظام البيئي و البشري ، حيث نجد أن كارثة "تشرنوبيل" بأوكرانيا سنة 1986 التي تعد أكبر كارثة نووية أودت بحياة أكثر من 8000 شخص نتيجة الإشعاعات المباشرة و حوالي 2.3 مليون شخص يعانون من أمراض متفاوتة الخطورة خصوصا سرطان الغدة الدرقية ، كما نجد كارثة أخرى هي كارثة "فوكوشيما" سنة 2011 نتيجة زلزال اليابان الكبير.
* التخوف من انتشار مادة البلوتونيوم الناتجة عن تخصيب اليورانيوم عن طريق دورة الوقود مما يسهل الحصول على القنابل الذرية، إضافة إلى التطورات الحاصلة في مجال إنتاج الطاقة الكهرونووية التي أصبحت تستخدم لأغراض عديدة ، فمثلا تطوير عملية الانصهار النووي أصبح يستخدم لإنتاج "القنبلة الهيدروجينية" و التي تعادل قوتها أضعاف القنبلة الذرية.
* إضافة إلى أخطار أخرى متعلقة بانتشار الإشعاعات النووية عبر الهواء أو الشتاء النووي و الأمطار الحمضية.[[8]](#endnote-9)

3**- المقارنة بين الطاقة النووية و الطاقات الأخرى:** يمكن تقسيم المقارنة إلى نوعان ، مقارنة بين الطاقة الكهرونووية و الطاقات الأحفورية و مقارنة بين الطاقة الكهرونووية و الطاقات المتجددة:

3-1- **المقارنة بين الطاقة النووية و الوقود الأحفوري:** بصفة عامة فإن استعمال ما يعادل إصبع من اليورانيوم(يساوي تقريبا إصبع اليد) ينتج طاقة كهربائية تساوي 1700 قدم3 من الغاز الطبيعي و 1780lb من الفحم و 149 غالون من البترول، و سنأخذ كمثال عن الطاقة الأحفورية طاقة الفحم و نقارنها بالطاقة النووية في الجدول الموالي:

جدول رقم1 الفرق بين الطاقة الكهرونووية و الفحم.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| البيان | الفحم | الطاقة النووية |
| المساحة المطلوبة | 17000اكر | 1900اكر |
| الاحتياجات اليومية من الوقود لتوليد1000ميغاوات | 9000طن يوميا | 3كغ يوميا |
| الاحتياطي العالمي | عدة مئات من السنين | 100سنة أو أكثر بقليل |
| تلويث الهواء | عالي جدا | منخفض |
| المساهمة في تغيير المناخ | يساهم جدا | مساهمة قليلة جدا |
| الانبعاث الإشعاعي | 1 كوي | 28000كوي |
| تلويث المياه | على المدى القصير، محلي | على المدى البعيد، واسع |
| حدوث كوارث | يمكن التنبؤ بها | صعوبة التنبؤ بها |
| متوسط الوفيات المهنية سنويا | 0.5-5 | 0.1-1 |
| ارتباطها بالأسلحة النووية | لا يوجد | يوجد |
| التنبؤ بالمخاطر | حالة تأكد | حالة عدم تأكد |

المصدر: Peter.H.Roven, David .M. Hssenzahlet , Enveronemment,John Willy § sons, USA, 2012,p252.

من خلال الجدول بتبين لنا أن الطاقة النووية تعتبر طاقة نظيفة مقارنة مع الطاقة الأحفورية و كفاءتها الاقتصادية أكبر ، لكن ما يعاب عليها بعض الأضرار طويلة المدى خصوصا الإشعاعية منها إضافة إلى خطر تلويث المياه الجوفية و صعوبة التنبؤ بالمخاطر النووية. [[9]](#endnote-10)

**3-2- المقارنة بين الطاقة النووية و الطاقات المتجددة:** حيث يمثل الجدول الموالي مقارنة بين الطاقة الكهرونووية و الطاقة الشمسية:

جدول رقم2 مقارنة بين الطاقة النووية و الطاقة الشمسية.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| الطاقة الشمسية | الطاقة الكهرونووية | البيان |
| 3ملايير دولار | 5 ملايير دولار | تكلفة بناء محطة 1000ميغاوات |
| 3-4 سنوات | 10سنوات | وقت الإنشاء |
| مجاني | 10§/كغ-75§/كغ | تكلفة الوقود المستخدم |
| مستدامة | غير مستدامة | التوفر |
| غير متواجدة | متواجدة | حوادث إشعاعية |
| لا | نعم | الاستعمالات الحربية |
| لا | نعم | النفايات |

المصدر:Bela Liptak, Post-oil energy Technology, C.R.C.Press, USA, 2009, p18.

من خلا المقارنة بين الطاقة الكهرونووية و الطاقة الشمسية نلاحظ أن التكلفة الاستثمارية العالية و طول فترة الإنجاز من أبرز عيوب الطاقة النووية لكن في المقابل الكفاءة الانتاجية لها أكبر من الطاقة الشمسية ، و عموما تعد الطاقة الشمسية أفضل من الطاقة النووية لكن عدم توفر الشمس في كل المناطق و كل الأوقات يجعل منا غير مجدية اقتصاديا في العديد من المناطق.[[10]](#endnote-11)

**المحور الثالث: التجربة الفرنسية في مجال الطاقة الكهرونووية.**

**1- واقع الطاقة النووية في العالم:** يمكن تمثيلها حسب الشكل التالي:

المصدر: World Energy Council, world energy resources, UK,2013,p8.

من خلال الشكل السابق نلاحظ أن مصادر الطاقة الأحفورية هي التي لا تزال تهيمن على مصادر الطاقة في العالم و ذلك بنسبة 76% أما الطاقة النووية فتقدر نسبتها ب 6% خلال سنة 2013 و ذلك راجع إلى كونها تتمركز في الدول المتقدمة أو السائرة في طريق النمو فقط لكون هذا النوع من الطاقة يعتبر ذو تكنولوجيا عالية و تكاليف مرتفعة،[[11]](#endnote-12) و تتوزع الطاقة النووية حسب الجدول الموالي:

جدول رقم 3 توزع الطاقة النووية حسب القارات.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| القارة | في حالة شغل | | قيد الإنجاز | | عدد الدول |
| العدد | MW | العدد | MW |
| أمريكا الشمالية | 119 | 112581 | 5 | 5633 | 2 |
| أمريكا الجنوبية | 6 | 4149 | 2 | 1937 | 3 |
| أروبا الغربية | 117 | 113505 | 2 | 3230 | 9 |
| أروبا الشرقية | 68 | 48607 | 15 | 12271 | 10 |
| إفريقيا | 2 | 1860 | - | - | 1 |
| الشرق الأوسط و جنوب اسيا | 25 | 6913 | 10 | 7227 | 4 |
| اسيا(الصين، اليابان، كوريا) | 91 | 79086 | 36 | 3469 | 3 |
| المجموع | 434 | 371733 | 72 | 69367 | 32 |

المصدر:IAGA, energy electricity and nucluar power estimates for the period up to 2050, edition 2014,pp12,13.

من خلال هذا الجدول نلاحظ أن 434 محطة نووية موزعة على 32 دولة فقط منها 100 مفاعل بالولايات المتحدة و 33 في روسيا و 48 في الصين ، حيث تمثل الطاقة النووية 11% من الطاقة المستهلكة في 32دولة هذا من جهة ، و من جهة أخرى نلاحظ أن دول آسيا تستثمر في الطاقة الكهرونووية بصورة كبيرة من خلال إنشاء 32 مفاعل نووي جديد.[[12]](#endnote-13)

حيث لا يمكن للعديد من الدول الاستغناء عن الطاقة الكهرونووية حاليا و تعتبرها مصدرا أساسيا لإنتاج الكهرباء و هذا ما يوضحه الجدول التالي:

جدول رقم4: العشر دول الأكثر اعتمادا على الطاقة النووية.

|  |  |
| --- | --- |
| البيان | النسبة المؤوية من إجمالي الطاقة المولدة |
| فرنسا | 78.7 |
| بلجيكا | 52.1 |
| سلوفيكيا | 51.7 |
| المجر | 50.7 |
| أكرانيا | 43.6 |
| السويد | 42.7 |
| سويسرا | 36.4 |
| التشيك | 35.9 |
| سلوفينيا | 33.6 |
| فلندا | 33.3 |

المصدر: IAGA, opc,p14.

من خلال هذا الجدول نلاحظ أن أغلب الدول التي تعتبر الطاقة النووية كمصدر رئيسي لإنتاج الكهرباء لا تتمتع بمساحة كبيرة و لا بثروات الوقود الأحفوري، حيث في هذه الحالة الاعتماد على الطاقة النووية يعتبر أقل كلفة من الاعتماد على الوقود الأحفوري ، و الطاقة النووية لا تحتاج إلى مساحات كبيرة مثل الطاقات المتجددة، كما نلاحظ كذلك أن دولة أكرانيا و رغم تعرضها لكارثة نووية إلا أنها لازالت تعتمد على الطاقة النووية كمصدر رئيسي لإنتاج الكهرباء و ذلك بنسبة 43.6%.

**2- التجربة الفرنسية في مجال الطاقة النووية:** تعتبر فرنسا دولة رائدة في إنتاج الطاقة الكهرونووية حيث تمتلك 58 مفاعلا نوويا يلبي 73.3% من الطلب على الطاقة في فرنسا و تتوزع المفاعلات النووية في فرنسا كالتالي:

شكل رقم2 توزيع المفاعلات النووية في فرنسا لسنة 2013.



المصدر ,20-09-2014, http://www.franceculture.fr/2011-03-14-le-nucleaire-en-france.html

حيث نلاحظ من هذا الشكل أن المفاعلات النووية منتشرة في كل فرنسا و هذا ما يعكس الاعتماد الكبير على الطاقة النووية في هذه الدولة، كما نلاحظ أن أكثر من 70% من المفاعلات لا يزيد عمرها عن 24 سنة، و هذا ما يعكس اهتمام فرنسا بهذا النوع من الطاقة حيث أن أغلب المفاعلات النووية تم إنجازها خلال 20سنة الماضية فقط و الشكل الموالي يوضح تطور الطاقة النووية في فرنسا:

شكل رقم3 تطور الطاقة النووية في فرنسا

المصدر: http://www.lemonde.fr/planete/infographie/2008/07/09/les-centrales-nucleaires-en-france\_1068324\_3244.html

من خلال الشكل يتضح لنا أن فرنسا بدأت بتطوير قدرتها النووية منتصف السبعينات و بداية الثمانينات و السبب يرجع أساسا لأزمة البترول سنة 1973 من جهة و من جهة أخرى للارتفاع المستمر في أسعار الطاقة الأحفورية، حيث لا تعتمد فرنسا على الوقود الأحفوري إلا بنسب قليلة جدا كما هو موضح في الشكل التالي:

شكل رقم4 الطاقة في فرنسا حسب المصدر لسنة 2013.

المصدر: http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie\_en\_France20/09/2014

من خلال التركيبة الطاقوية لفرنسا نلاحظ اعتمادها المطلق على الطاقة النووية و أنواع أخرى من الطاقات المتجددة ، حيث أنها تعتبر أقل تكلفة و أكثر كفاءة في إنتاج الطاقة الكهربائية بالنسبة لفرنسا من جهة ، و من جهة أخرى لا تكون هناك تابعة طاقويا لأي دولة، حيث أن الملاحظ للتجربة الفرنسية في مجال الطاقة يرى أن فرنسا تلبي احتياجاتها الطاقوية من الطاقة النووية فيما تسعى للرفع من كفاءة استخدام الطاقات المتجددة مستقبلا ، و ذلك لكون فرنسا فقيرة من الثروات الأحفورية إضافة إلى مساحتها المحدودة، حيث تكون الطاقة الكهرونووية أرخص و أكثر كفاءة بالنسبة لها.

**3- الإشارة إلى حالة الجزائر:** تمتلك الجزائر مفاعلين نوويين معدين لأغراض البحث و التطوير هما:

\* المفاعل النووي"السلام": يقع هذا المفاعل بعين وسارة بولاية الجلفة حوالي 200كم عن العاصمة تابع لوكالة الطاقة الذرية الجزائرية، أنشأ سنة 1992 لأغراض تجريبية بقوة 15 ميغاوات، يستخدم لتبريده الماء الثقيل و الكرافيث كعاكس.

\*المفاعل النووي "النور":أنسأ سنة 1989 لأغراض البحث و التدريب بقوة 1 ميغاوات، يستخدم أساسا لتدريب العمال و طلبة الهندسة النووية وغيرها، يقع بدرارية بالجزائر العاصمة تابع لنفس الوكالة السابقة.[[13]](#endnote-14)

أي أن الجزائر لا تمتلك أية مفاعلات لتوليد الطاقة الكهرونووية، و هذا راجع بالدرجة الأولى لامتلاك الجزائر لثروات أحفورية كبيرة حيث تصبح تكلفة إنتاج الطاقة بالوقود الأحفوري أرخص من إنتاجها بالمفاعلات النووية، هذا من جهة و من جهة أخرى الصعوبات التقنية و السياسية التي تواجهها، إضافة إلى توفر الجزائر لمقومات إنشاء محطات الطاقات المتجددة خصوصا الطاقة الشمسية التي أصبح يعتمد عليها حاليا في المناطق النائية.

لكن معرفة الجزائر لأهمية الطاقة النووية جعلها توقع اتفاقية شراكة بناء مفاعل نووي مع روسيا بقوة03 سبتمبر 2014 ، إضافة إلى العديد من الاتفاقيات الأخرى مع دول مثل الصين، فرنسا و اليابان، و تشير الإحصائيات إلى أن إحتياطات الجزائر من مادة اليورانيوم حولي 29000طن ما يكفي لتشغيل مفاعلين نوويين بقوة1000ميغاوات لكل واحد منهما لمدة 60 سنة ،[[14]](#endnote-15)والسبب الرئيسي لهذه العملية هو التقليل من الاعتماد على المحروقات لإنتاج الطاقة الكهربائية.

**الخاتمة**

من خلال هذه الورقة البحثية تم التعرض للطاقة النووية و تطورها التاريخي حيث تعتبر طاقة جديدة نسبيا، كما تعرفنا على طريقة عمل هذه الطاقة و أنها تعتمد على عملية انشطار و انصهار النوى، حيث تستغل الطاقة النووية حاليا لأغراض عديدة منها الاقتصادية و العسكرية و الطبية ، و في الآونة الأخيرة زاد الاعتماد عليها في توليد الطاقة الكهربائية و ذلك لمجابهة الطلب المتزايد على الطاقة خصوصا في الدول المتقدمة أو ذات الكثافة السكانية المرتفعة و المساحة الضيقة.

و من خلال هذه الورقة البحثية تعرضنا للتجربة الفرنسية في مجال إنتاج الطاقة الكهرونووية، حيث تعتمد فرنسا بصورة أساسية في إنتاج الكهرباء على المفاعلات النووية بنسبة تقارب80% و أغلب النسبة المتبقية عبارة عن طاقات متجددة ، و يعود السبب الرئيسي لذلك كمحاولة للدولة الفرنسية على الابتعاد عن استخدام الوقود الأحفوري و ذلك للمشاكل البيئية المرتبطة به من جهة، و من جهة أخرى التزايد المستمر لأسعاره و تذبذب إنتاجه، حيث تصبح الطاقة النووية في هذه الحالة أكثر كفاءة و أقل تكلفة.

أما التجربة الجزائرية في مجال الطاقة النووية فانحصرت على استخدامات البحث و التدريب فقط ، لكن يرتقب خلال السنوات القادمة إنشاء مفاعلات نووية من أجل تلبية الطلب المتزايد على الكهرباء و التقليل من استخدام الوقود الأحفوري نظرا لنفاذه و تذبذب أسعاره.

**قائمة المراجع:**

1. John .R.Fanchi, Energy Technology, ELSEVIER,UK, 2004,pp321-323. [↑](#endnote-ref-2)
2. ممدوح فتحي، الطاقة النووية و إنتاج الطاقة، مجلة أسيوط للدراسات البيئية، العدد22 جانفي 2002،ص63. [↑](#endnote-ref-3)
3. ذبيحي عقيلة ،الطاقة في ظل التنمية المستدامة(حالة الطاقة المستدامة في الجزائر)، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية و علوم التسيير لجامعة منتوري-قسنطينة-،2009، ص102. [↑](#endnote-ref-4)
4. اسماعيل شعبان، محمد معن ديوب، لؤي بهجت ديب، الطاقة النووية وأثرها على اقتصاديات الدول، مجلة جامعة تشرين للبحوث و الدراسات الاقتصادية،سلسلة العلوم الاقتصادية و القانونية مجلد31 العدد1-2009، ص ص8-9. [↑](#endnote-ref-5)
5. Debbie Newman, Ben Woolgar, Pros and Cons a debaters handbook, The English Speaking union,19ed, USA,2014, p257 [↑](#endnote-ref-6)
6. أحمد بن ناصر الراجحي، الطاقة الكهرونووية كفاءة إقتصادية و محاذير إشعاعية، المجلة الاقتصادية السعودية عدد 31 -2009،ص ص 14-15. [↑](#endnote-ref-7)
7. أيوب أبو دية، الطاقة النووية ما بعد فوكوشيما، دون دار نشر، الأردن، 2011، ص17. [↑](#endnote-ref-8)
8. Jim Ollhof, nuclear energy, Abdo Publishing Company, USA, 2010,pp18-19. [↑](#endnote-ref-9)
9. 8 Peter.H.Roven, David .M. Hssenzahlet , Enveronemment,John Willy § sons, USA, 2012,p252. [↑](#endnote-ref-10)
10. Bela Liptak, Post-oil energy Technology, C.R.C.Press, USA, 2009, p18. [↑](#endnote-ref-11)
11. World Energy Council, world energy resources, UK,2013,p8. [↑](#endnote-ref-12)
12. IAGA, energy electricity and nucluar power estimates for the period up to 2050, edition 2014,pp12,13. [↑](#endnote-ref-13)
13. IAEA, Research reactors in africa,2009,pp4-7. [↑](#endnote-ref-14)
14. http://www.mem-algeria.org/francais/index.phpوزارة الطاقة و المناجم الجزائرية :20-09-2014. [↑](#endnote-ref-15)