

تقييم تجارب شركات إنتاج الكهرباء في التخفيف من انبعاثاتها الكربونية – حالة بعض الشركات الأوروبية

الإسم و اللقب : مطالبس عبدالقادر

المؤسسة الأصلية : جامعة الجزائر3

الرتبة العلمية : أستاذ مساعد (ب)

البلد : الجزائر

البريد الإلكتروني metalesaek@yahoo.fr

الإسم و اللقب : خليلد علي

المؤسسة الأصلية : جامعة الجزائر3

الرتبة العلمية : أستاذ محاضر (أ)

البلد : الجزائر

البريد الإلكتروني : alikhelid@yahoo.fr

Résumé

En réalité , il n'y'a pas une solution magique définitive pour régler le problème du changement climatique , mais toute une solution future doit être commencer dès aujourd'hui en prenant les mesures nécessaires , ces mesures qui sont actuellement insuffisantes et limitées , mais avec le temps et évidemment avec la présence et la continuité de la volonté politique de tous les pays du monde pour pousser la recherche scientifique surtout dans le domaine de consommation d'énergie , pourront donner de bons résultats .

*A cause des émissions carboniques très élevées des compagnies d'électricité , ces compagnies se trouvent dans l'obligation de prendre l'initiative pour trouver des solutions de leurs émissions , et parmi eux la compagnie française **Edf** qui a pensé que la solution se trouve dans l'énergie solaire ou a construit la plus grande station solaire de production d'électricité en Europe dans la région **GABARDAN** , et cette électricité d'origine solaire couvrit **11%** de la consommation globale de la région , sans parler des effets positive sur l'environnement et sur l'économie de cette région.*

تمهيد :

لعل أخطر ما تعيشه البشرية حالياً بقلق متزايد هو مشكلة التغيرات المناخية , و التي نتجت حسب الخبراء عن ظاهرة تعرف بالاحتباس الحراري و هي عبارة عن ارتفاع متوسط درجة حرارة الغلاف الجوي , و يعزوا الخبراء هذا الارتفاع في درجة الحرارة إلى ارتفاع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري و خاصة غاز الفحم الذي يتسبب فيه الإنسان بشكل أساسي. و بمأن نسبة هائلة من انبعاثات غاز الفحم تتأتى من حرق الطاقات الأحفورية (البترول , الغاز , الفحم) حيث تمثل ما نسبته 75% من مجموع انبعاثات النشاط البشري , فإن أي سبيل لحل هذه المشكلة يجب أن يبدأ أولاً بالبحث عن سبل للتخفيف من استهلاك

هذا النوع من الطاقات و استبدالها بطاقات نظيفة ، أو على الأقل — في ظل محدودية تنافسية الطاقات النظيفة — المفاضلة فيما بينها باستبدال الطاقات الأحفورية الأكثر تلويثا كالفحم نحو أقلها تلويثا كالغاز الطبيعي.

لذلك سوف نتناول في هذه الورقة البحثية تجربة أحد شركات إنتاج الكهرباء الأوروبية وهي شركة EDF الفرنسية في هذا المجال ، و في الحقيقة وقع اختيارنا على هذا النوع من الشركات لسببين ، الأول هو أن قطاع إنتاج الكهرباء يعتبر من أكثر القطاعات الاقتصادية تلويثا بالانبعاثات الكربونية و التي شكلت نسبتها 41% من الانبعاثات العالمية الإجمالية سنة 2007 ، و الثاني هو أن معظم الدول الأوروبية قد وضعت البعد البيئي ضمن أولويات سياساتها الطاقوية — على عكس دول كبرى ملوثة أخرى كالولايات المتحدة الأمريكية و الصين التي وضعت ثانيا وراء أمنها الطاقوي ، أيضا لأنها تمتلك التكنولوجيات العالية و التمويل اللازم.

إذن و بأخذ كل ما سبق بعين الاعتبار سوف نقسم هذه الورقة إلى ثلاث عناصر أساسية ، حيث سيعنى العنصر الأول باستعراض سريع لمسؤولية النشاط البشري في الانبعاثات الكربونية ، أما العنصر الثاني فسنتناول فيه قطاع إنتاج الكهرباء و مختلف أنواع الوقود المستخدمة بما فيها الأحفورية و النظيفة ، و أيضا استعراض لمختلف التكنولوجيات المتوفرة في هذا المجال، و في الأخير سوف نتناول بالدراسة تقييم تجربة شركة EDF في إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية للتخفيف من انبعاثاتها الكربونية ، و لأن الجزائر لها إمكانيات هائلة في هذا النوع من الطاقة فيمكنها اقتباس هذه التجربة و محاولة تطبيقها على الأقل في المدن الصحراوية التي عانت بشدة من الانقطاعات المتتالية خلال الصائفة الأخيرة.

1 — الأسباب و المخاطر المحتملة لمشكلة التغيرات المناخية تحت فرضية غياب تحرك المجتمع الدولي:

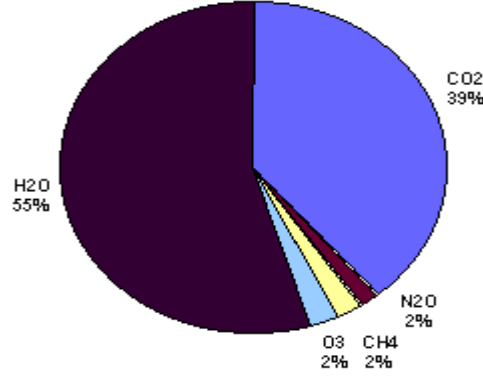
لن نبالغ إذا أكدنا أن مشكلة التغيرات المناخية هي أحد أهم المشكلات البيئية التي يواجهها كوكبنا حاليا ، و قد تكون الثمن الباهظ الذي يدفعه الإنسان مقابل استنزافه الهائل لكل موارده الطبيعية بطريقة فوضوية و غير عقلانية تستند فقط على المفهوم الرأسمالي للبحث للربح و الخسارة ، هذه المشكلة التي ازدادت حدتها مؤخرا و يجب محاربتها و بطبيعة الحال للقيام بذلك و يجب فهمها أولا و البحث عن أسبابها و من ثم يمكن البحث عن الإجراءات الملائمة لمواجهتها.

1 - 1 — مفهوم مشكلة التغيرات المناخية :

يتحدد مناخ كوكبنا وفق مجموعة مركبة من العوامل من بينها ما يعرف بظاهرة الاحتباس الحراري ، و هي ظاهرة طبيعية عادية تحدث نتيجة تركيز بعض الغازات¹ بنسب متفاوتة كما هو موضح في الشكل الموالي (التي تسمى باسم هذه الظاهرة) في الغلاف الجوي التي تسمح باحتباس الأشعة الشمسية المنعكسة من الأرض نحو الفضاء (*Infrarouge*) و التي تسبب ارتفاع درجة الحرارة ، و قد سمحت باستقرار متوسط درجة حرارة الأرض عند مستوى +15° و هو مستوى مثالي للحياة عوض -15°² في غياب وجودها ، و هذه الغازات جزء منها يعود إلى ظواهر طبيعية بحتة و منها ما يعود إلى النشاط البشري و التي يأتي على رأسها غاز الفحم.

حسب خبراء المناخ فإن النسبة الطبيعية لتركيز هذه الغازات لا يجب أن يتجاوز 0.05% من مجموع مكونات الغلاف الجوي³ ، و بمجرد أن تجاوزت نسبة الغازات هذا المستوى حتى ظهرت إلى العيان مشكلة التغيرات المناخية ، و لعل هذا ما يفسر حدوثها نظرا للقفزة الهائلة للاقتصاديات الرأسمالية خلال القرن العشرين و التي استهلكت كميات ضخمة من الطاقات الأحفورية المصدر الرئيسي لانبعاثات غاز الفحم (أحد أهم غازات الاحتباس الحراري)⁴.

الشكل 1: التوزيع النسبي لغازات الاحتباس الحراري (إحصائيات 1992)



Source : Marie-Antoinette Mélières, la Fondation Nicolas Hulot pour la Nature et l'Homme

و لمقارنة التأثيرات الضارة بالمناخ لهذه الغازات ، تم وضع مؤشر خاص سمي جهد تدفئة العالم GWP⁵ ، يعبر عن قدرة جزئ الغاز الدفئ على تغيير المناخ ، و قد اختير غاز الفحم كمعلم للقياس حيث يمثل جهده للتدفئة 1 ، و من خلال الجدول أدناه يتبين مدى خطورة الغازات الصناعية مقارنة بالغازات الطبيعية و لحسن الحظ أن نسبة انبعاثات الغازات الصناعية هامشية مقارنة مع باقي الغازات ، و أيضا نسبة تركيز غاز الفحم العالية مقارنة مع باقي الغازات ، و تعتمد قدرة الغاز على تغيير المناخ على عاملين أساسيين ، تركيزه في الغلاف الجوي ، و قيمة جهده في تدفئة العالم.

الجدول 1: مقارنة شدة التأثير على المناخ بين غازات الاحتباس الحراري

غاز	مركيزه في الجو	جهد تدفئة العالم GWP
غاز الفحم CO ₂	383000	1
غاز الميثان CH ₄	1745	23
غاز أكسيد النيتروجين N ₂ O	314	296
مركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية HFC _s	0.105	1400 – 1300
مركبات الكربونية الفلورية المتعددة PFC _s	0.07	7850
مركبات الكربونية الفلورية الكلورية CFC _s	0.503	14000 – 5000
سادس فلوريد الكبريت SF ₆	0.102	22200

Source : http://www.seed.slb.com/en/scictr/watch/climate_change/gases.htm

1 – 2 – أهم مظاهر مشكلة التغيرات المناخية⁶ :

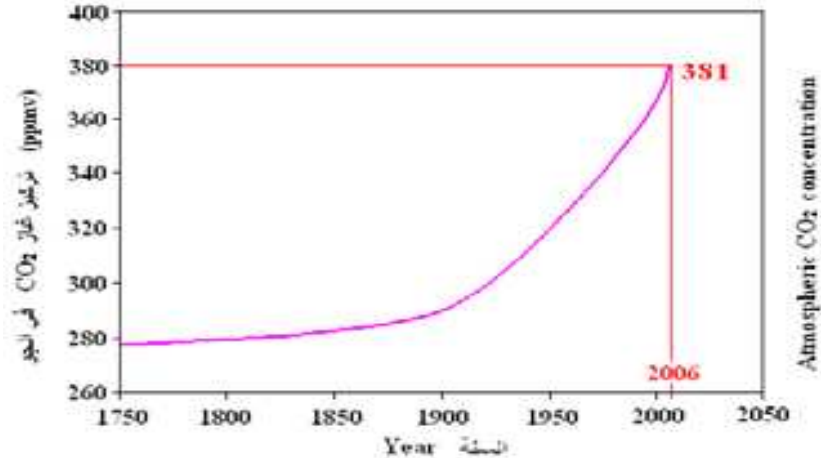
- خلال القرن العشرين ارتفع متوسط درجة حرارة الأرض بمعدل يقارب $0.2 \pm 0.6^\circ$ ، و أكبر نسبة في هذا الارتفاع حدثت بعد سنة 1975 ، بينما كانت العشرية الأخيرة من القرن العشرين (1990 – 1999) الأكثر سخونة على الإطلاق حيث سجلت سنة 1998 أعلى درجة حرارة منذ أن تم اختراع الترمومتر ، و بصفة عامة فقد سجل خبراء المناخ تغيرات كبيرة في المناخ من أهمها :
- ارتفاع درجة حرارة التروبوسفار. (الطبقة الدنيا من الغلاف الجوي)
- تناقص في عدد موجات البرودة الشديدة ، و تزايد عدد موجات الحرارة الشديدة.
- تزايد حدة ظاهرة النينو المسببة في حدوث الأمطار الطوفانية أو الجفاف الشديد في عدة مناطق من العالم.
- تناقص المساحات الجليدية (اختفاءه تماما من بحيرة الأرجنتين) ، و نقص مدة تواجده في بعض المسطحات المائية و الأنهار.

- تراجع مساحة الطبقة الجليدية في القطبين و تقلص سمكها بنسبة تفوق 40%.
- ارتفاع مستوى سطح البحار و المحيطات بحوالي 10 إلى 20 سم.
- إحلال الأمطار بدل الثلوج في عدة مناطق عالية و متوسطة الارتفاع.
- ارتفاع عدد الأعاصير الاستوائية إلى حوالي 4 إلى 5 في السنة و خاصة في خليج المكسيك و الولايات المتحدة الأمريكية.

1 - 3 - مسؤولية النشاط البشري في مشكلة التغيرات المناخية

ظلت نسبة غاز الفحم في الغلاف الجوي تتغير بشكل منتظم و طفيف على مدى ملايين السنين و يعود سبب ذلك إلى التوازن الطبيعي الحاصل بين مقدار انبعاثات الغاز من جهة ، و بين امتصاصه عن طريق منافذه الطبيعية من جهة أخرى ، إلا أن تركيزه في الجو أخذ يتغير صعودا خلال المائتين و الخمسين سنة الأخيرة كما هو موضح في الشكل أدناه.

الشكل 2: تغيرات تركيز غاز الفحم في الجو في الفترة 1750 - 2006



Source : http://www.earth-policy.org/indicators/CO2/2006_data3.htm#top

يقدر ما أطلقه الإنسان من غاز الفحم في الجو من مختلف نشاطاته منذ انطلاق الثورة الصناعية مع بدايات القرن الثامن عشر حتى الآن حوالي 315 مليار طن متري كربون مكافئ ، نصفها تقريبا انبعث فقط منذ سنة 1970 حتى الآن ، و قد تراكم من هذه الكمية في الجو حوالي 220.5 م ط م ك ، في حين تم امتصاص الباقي من خلال منافذه الطبيعية ، و تسببت هذه الكمية المتراكمة زيادة في تركيز غاز الفحم في الجو بنسبة 37.5% مقارنة مع سنة 1740 .

إنه لمن الواضح أن هذا التغير يعود إلى التطور الحضاري ، لسبب بسيط هو أن تركيز غاز الفحم في الجو لم يشهد هذا التزايد المتسارع إلا مع انطلاق الثورة الصناعية ، و من السهل تفسير هذه الزيادة في كونها تعود بالذات إلى التوسع في استخدام أنواع الوقود المختلفة لإنتاج الطاقة التي تحتاجها النشاطات البشرية.

و على الرغم من التزايد المطرد في تركيز غاز الفحم ، إلا أن ذلك لم يثر أي نوع من القلق لغاية بداية النصف الثاني من القرن العشرين عندما أخذت نسبة تركيزه تسجل أرقاما قياسية لم تسجلها من قبل على مدى ملايين السنين ، و أخذت العلاقة بين هذه النسبة و التغيرات في درجة حرارة الأرض تتضح يوما بعد يوم ، أصبح معها لزاما على العلماء و الخبراء المختصين القيام بمراقبة و دراسة دقيقة لتطور نسبة تركيز غاز الفحم في الجو ، و الذي ترجم أول مرة عن طريق إنشاء أول مركز عالمي لهذا الغرض في جزر هاواي (مركز Mauna Loa) ، حيث بينت تسجيلاته أن تركيز غاز الفحم يتزايد سنويا بمعدل 0.3%⁷.

حسب تقديرات الوكالة الدولية للطاقة⁸ ، فإنه إذا استمرت التوجهات الطاقوية على شكلها الحالي ، و دون تغييرات جذرية في السياسات الطاقوية الحكومية الحالية ، فإن ذلك سوف يؤدي إلى تبعية متعاضمة اتجاه الطاقات الأحفورية و التي سوف يكون لها آثار وخيمة في زيادة حدة مشكلة التغيرات المناخية ، حيث أنه و حسب السيناريو المرجعي للوكالة فيتوقع ارتفاع سريع في انبعاثات غاز الفحم الناتجة عن حرق الطاقات الأحفورية بمعدل نمو سنوي متوسط يبلغ 1.5% خلال الفترة 2007-2030 ، حيث سيبلغ حجم الانبعاثات 34.5 جيجا طن سنة 2020 ، ثم 40.2 جيجا طن سنة 2030 بينما كان 28.8 جيجا طن سنة 2007 ، أما حسب المناطق فيتوقع أن تأتي كل الزيادة الحاصلة في هذه الانبعاثات خلال هذه الفترة من دول خارج منظمة التنمية و التعاون الاقتصادي (OCDE) ، حيث أن الصين لوحدها سوف تتسبب في ثلاثة أرباع هذه الزيادة البالغة 11 جيجا طن أي بمقدار 6 جيجا طن ، ثم تأتي الهند ثانياً بـ 2 جيجا طن ، ثم دول الشرق الأوسط بـ 1 جيجا طن.

1-4 - أهم المخاطر المحتملة لمشكلة التغيرات المناخية :

إن بقاء غازات الاحتباس الحراري في الجو دون اتخاذ إجراءات معينة للحد منها سيؤدي إلى تفاقم مشكلة التغيرات المناخية ، و قد قدرت الأوساط العلمية بأن ترك الحال على ما هو عليه سيرفع تركيز الفحم في الجو إلى أكثر من 1000 جزئ بالمليون PPM ، مما سيزيد من درجة الحرارة بحوالي 6 درجات مئوية ، بل إن بعض الدراسات و التقارير الحديثة تشير إلى احتمال حصول هذا الأمر قبل ذلك بكثير ، و من خلال الجدول (2 - 1) نلاحظ على أنه بالرغم من أن تأثير غاز الفحم على المناخ أقل ضرراً بالنسبة لباقي الغازات ، إلا أن تركيزه في الجو أكبر منها بكثير مما يجعل منه الغاز المؤثر الأول في تغيرات المناخ ، لذلك فإن أي مسعى نحو التقليل من غازات الاحتباس الحراري يجب أن يوجه بالدرجة الأولى نحو غاز الفحم.

وحسب الخبراء أيضاً فإنه إذا لم يتم اتخاذ إجراءات و تدابير صارمة لمحاربة مشكلة التغيرات المناخية في القريب العاجل ، فإن الاقتصاد العالمي سوف يتحمل خسائر قد تتجاوز 20% من الناتج العالمي (PIB) لمعالجة آثارها المدمرة في جميع مجالات الحياة ، و ذلك دون الحديث عن التوترات السياسية و حتى الحروب التي قد تحدث هنا و هناك نتيجة الصراع على مصادر المياه التي سوف تنحسر بشكل رهيب.

و من بين أهم هذه المخاطر المتوقعة من الآن و حتى 2100⁹ :

- ارتفاع متوسط درجة حرارة الأرض بين 1.1° إلى 6.4°.
 - ارتفاع مستوى سطح البحار و المحيطات ما بين 18 و 59 سم ، ما يؤدي إلى غرق عدة مناطق ساحلية عبر العالم منها مناطق الدلتا في أفريقيا و آسيا كحال دلتا النيل في مصر و أجزاء هامة من بنغلاديش ، و كذا اختفاء دول كاملة من على الخريطة كجزر المالديف و توفالو (Tuvalu).
 - زيادة حدة و عدد الكوارث الطبيعية كالأعاصير القوية و الفيضانات المدمرة و الجفاف الشديد.
 - انقراض من 20 إلى 30% من الحيوانات و النباتات إذا ارتفعت درجة الحرارة بمقدار 2.5% ، و تتجاوز 40% إذا ارتفعت بمقدار 4%.
 - تناقص فادح في المنتجات الفلاحية مما يؤدي إلى تواتر المجاعات عبر العالم ، و زيادة حدة التوترات السياسية ، و الهجرة الجماعية.
 - تراجع أكبر في المساحات الجليدية و انحسار المنطقتين القطبيتين.
 - انتشار الأوبئة و الأمراض المتنقلة.
- في الحقيقة إن آثار هذه المشكلة لا تتوزع بطريقة متساوية على مختلف مناطق العالم ، لذلك سوف نأخذ ما يهمنا و هي قارة أفريقيا و حوض البحر الأبيض المتوسط¹⁰ :

❖ أفريقيا :

سوف تكون أفريقيا أكثر مناطق العالم عرضة لمخاطر هذه المشكلة لعدة أسباب منها , الفقر و الجهل , و غياب الاستقرار السياسي في أغلب دول القارة , و كذا نقص الموارد المالية لمواجهة هذه المشكلة , و حسب خبراء المناخ سوف تتعرض شمال أفريقيا و دول الساحل (و منها الجزائر) إلى موجات من الجفاف الشديد , و ازدياد رقعة التصحر التي سوف تلتهم 75% من الأراضي الفلاحية السهبية , ثم تلتهم فيما بعد ما تبقى من أراضي خضراء خاصة في الشريط الساحلي للمغرب العربي , و هذا سوف يؤدي إلى استنزاف أكبر لخزان المياه الجوفية و ما سيلحق ذلك من توترات سياسية.

دلنا النيل سوف تكون عرضة من جهة , لارتفاع مستوى البحر الذي سيغرق أجزاء مهمة من الأراضي الفلاحية الخصبة المحاذية لها , و من جهة أخرى ارتفاع نسبة ملوحة الأراضي المتبقية و بذلك تصبح معيشة 5 ملايين شخص مهددة من الآن و حتى 2050 , و سوف تحدث صراعات شديدة على تقاسم مياه النيل بين الدول التي يمر عبرها و تكون على أشدها بين أثيوبيا السودان و مصر. في القرن الإفريقي سوف تؤدي مشكلة التغيرات المناخية إلى تراجع تساقط الأمطار و ارتفاع درجات الحرارة التي تؤدي إلى تناقص رهيب في الإنتاج الفلاحي مما يجعلها عرضة لموجات دورية من المجاعات , و انتشار النزاعات العسكرية في منطقة هي أصلا تعيش حالة من عدم الاستقرار السياسي و قرصنة السفن.

أفريقيا الجنوبية هي الأخرى سوف تكون عرضة لجفاف شديد يهدد حياة الملايين من البشر و نقص فادح في الغذاء الذي يؤدي إلى اندلاع الحروب هنا و هناك , و انتشار الأوبئة و الأمراض المعدية التي ستزداد انتشارا مع ارتفاع الحرارة و نسبة الرطوبة , و أيضا سوف تؤدي هذه المشكلة إلى انقراض أصناف عديدة من الحيوانات و النباتات و خاصة تلك التي تعيش في المحميات الحكومية في كل من كينيا بتسوانا... الخ (و خاصة النمر و أفراس النهر و حيوانات أخرى).

أما فيما يخص الهجرة المتواصلة إلى شمال ضفة البحر المتوسط و التي تورق دول أوروبا سوف تزداد حدة في الخمسين سنة القادمة , و ارتفاع عدد اللاجئين (لاجئي التغيرات المناخية) في المخيمات سوف يتضاعف عدة مرات , و هذا في مقابل نقص محتمل في مساعدات الدول الصناعية المتسبب الرئيس في هذه المشكلة و التي لن ترضى بانخفاض مستويات معيشة مواطنيها على حساب المساعدات.

❖ حوض البحر الأبيض المتوسط :

سوف لن يكون حوض البحر الأبيض المتوسط بمعزل عن مخاطر مشكلة التغيرات المناخية ، فحسب (GIEC 2007) فقد ارتفع متوسط درجة الحرارة في هذه المنطقة منذ 1970 بحوالي 2° مئوية ، و من أهم المخاطر المتوقع حدوثها خلال القرن الحالي يمكن اختصارها فيما يلي :

- ارتفاع درجة الحرارة سيتراوح ما بين 2.2° و 5.1° مئوية خلال الفترة 2080-2099 مقارنة مع الفترة 1980-1999 .
- انخفاض كمية تساقط الأمطار بمقدار يتراوح بين -4 إلى -27% في دول جنوب أوروبا و شمال أفريقيا ، في حين أن دول أوروبا الشمالية ، و على العكس ستعرف زيادة في التساقط بنسبة تتراوح بين 0 إلى 16%.
- ارتفاع في عدد موجات الجفاف و الحرارة الشديدة ، و ذلك من خلال زيادة عدد الأيام التي تفوق فيها درجة الحرارة 30° مئوية ، و أيضا زيادة حدة (و ليس عدد) الفيضانات إن وقعت.
- ارتفاع مستوى سطح البحر الأبيض المتوسط بمقدار 35 سم من هنا و إلى غاية نهاية القرن الحالي.
- ارتفاع كمية التبخر و انخفاض كمية التساقط تؤدي إلى خلل و تغير في دورة المياه العذبة و شحها في المنطقة.
- اتساع رقعة التصحر و التي سوف تقتصر في البداية على دول شمال أفريقيا ، لكنها تنتقل إلى دول جنوب أوروبا مع نهاية القرن.
- التغير في التنوع النباتي و الحيواني في المنطقة ، حيث يحدث انتقال لهذه الأنواع من المناطق المنخفضة و الجنوبية نحو المناطق المرتفعة و الشمالية و انقراض الأنواع التي تعجز عن التنقل ، و ظهور أنواع جديدة لم تكن معروفة في المنطقة.

— تناقص في المساحات الغابية و الحيوانات التي تعيش فيها خاصة نتيجة الحرائق و الأمراض.

الشكل 3: علم المناخ السيناريوهات العالمية و الإقليمية



المصدر : جون ليوبلين ، الأعمال في مجال التغير المناخي ، مجلة النفط و التعاون العربي ، العدد 123 ، حريف 2007 ، ص

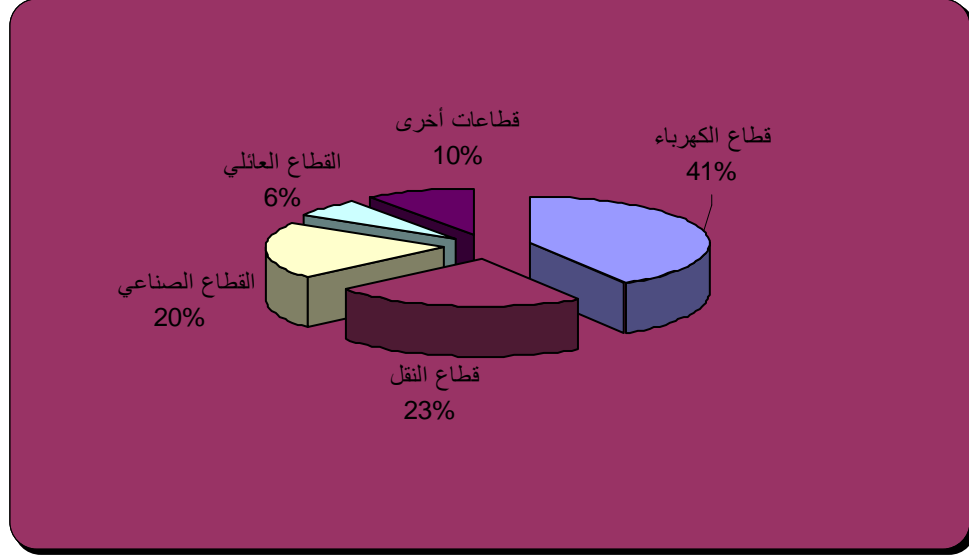
.156

2 — قطاع إنتاج الكهرباء :

أكبر القطاعات الاقتصادية استهلاكاً للطاقة هي نفسها أكثرها انبعاثاً لغاز الفحم ، و كما هو موضح في الشكل الموالي ، يأتي في مقدمتها قطاع توليد الكهرباء ، ثم قطاع النقل ، ثم القطاع الصناعي ، ثم باقي القطاعات على غرار القطاع الفلاحي و التجاري و غيرها.

الشكل 4 :

توزيع انبعاثات غاز الفحم عبر القطاعات الاقتصادية سنة 2007

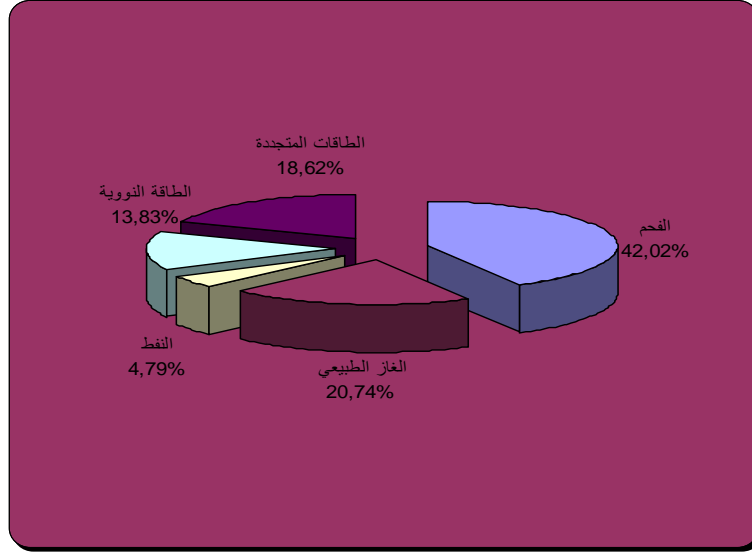


Source : IEA , *co2 Emissions from fuel combustion* , OECD/IEA , 2009 p13.

بلغ حجم الكهرباء المنتجة من جميع المصادر سنة 2009 حوالي 20093.6 تيراواط ساعي مقارنة بـ 11847.5 تيراواط ساعي سنة 1990 ، أي أن هذا القطاع نما بمعدل نمو سنوي متوسط قارب 3% ، و تنصدر كل من الو.م.أ و الصين الإنتاج العالمي للكهرباء بنسب عالية جدا مقارنة مع باقي دول العالم هي على التوالي 20.7% و 18.5% ، أما حسب التكتلات الدولية فتصدر دول منظمة التنمية و التعاون الاقتصادي أكثر من نصف الإنتاج العالمي (51%) حيث قدر سنة 2009 حوالي 10347.2 تيراواط ساعي¹¹ . حسب الشكل أدناه ، فإن الطاقة الكهربائية المنتجة من الطاقات الأحفورية (مشتقات نفطية ، غاز طبيعي ، فحم) تشكل حصة الأسد من إجمالي إنتاج الكهرباء حيث تبلغ 67.5% (سنة 2007) ، ثم تأتي الطاقة النووية ثانيا بنسبة 13.8% ، أما حصة الطاقات المتجددة ، و التي تشكل الحصة الأهم منها الطاقة الكهرومائية ، النسبة المتبقية البالغة 18.7% ، و مع أفق سنة 2035 يتوقع أن يرتفع إنتاج الكهرباء بنسبة 87% مقارنة مع سنة 2007 ، و 18% من هذا الارتفاع تأتي من الطاقات المتجددة ، و داخل الطاقات المتجددة 54% من الزيادة تأتي من الطاقة الكهرومائية ، و 26% تأتي من الطاقة الهوائية و الباقي يتوزع على باقي الطاقات المتجددة¹² .

الشكل 5 :

مصادر إنتاج الكهرباء 2007



Source : U.S. EIA , International Energy Outlook 2010 , p78.

يعتبر هذا القطاع من أكثر القطاعات الاقتصادية تلويثا بالانبعاثات الكربونية و التي شكلت نسبتها 41% من الانبعاثات العالمية الإجمالية سنة 2007 كما هو موضح في الشكل السابق ، و في الحقيقة ليست هذه الانبعاثات متساوية في جميع المحطات ، فهناك عدة أنواع منها محطات التوليد البخارية و محطات الاحتراق الداخلي ، و كلا هذين النوعين يعمل بمصادر الطاقة الأحفورية و التي تعتبر أكثر المحطات تلويثا و لسوء الحظ يشكل عدد هذه المحطات عالميا ما نسبته 85% من العدد الإجمالي العالمي¹³ ، و هناك محطات أخرى تعمل بالطاقة النووية و الطاقة المتجددة ، و هي محطات شبه خالية من الانبعاثات.

تختلف طرق إنتاج الكهرباء من بلد لآخر ، وذلك حسب حجم اقتصاد كل بلد و مصادر الطاقة التي يتوفر عليها ، و مدى التقدم التقني الذي يتمتع به ، و أيضا مدى ترتيب أولوياته ضمن سياسته الطاقوية ، فعلى خلاف دول الاتحاد الأوروبي التي تضع العامل البيئي من أولى أولوياتها نجد دولاً أخرى كالولايات المتحدة الأمريكية و الصين و غيرها تضع هذا الانشغال ثانيا وراء أمنها الطاقوي ، و هذا في الحقيقة ما قد يؤدي إلى تفويض الجهود الدولية في محاربة مشكلة بيئية ما في حجم مشكلة التغيرات المناخية. و حسب تقديرات إدارة المعلومات الطاقوية¹⁴ ، فإن إنتاج الكهرباء سيرتفع بنسبة 87% من 18.8 تريليون كيلواط/ساعي سنة 2007 ليبلغ 35.2 تريليون كيلواط/ساعي سنة 2035 ، و خلال هذه الفترة سترتفع حصة الطاقات المتجددة في توليد الكهرباء من 18% سنة 2007 لتصل إلى 23% سنة 2035 ، و ذلك بمعدل نمو سنوي يبلغ 3% ، و هو أكبر معدل نمو سيسجل مقارنة مع نمو باقي الطاقات الأحفورية.

و حسب الوكالة الدولية للطاقة¹⁵ و التي تبني توقعاتها على السيناريوهين ، الأول السيناريو المرجعي و الذي يفترض تجاهل دول العالم لمشكلة التغيرات المناخية و عدم القيام بإجراءات فعالة لمحاربتها ، و الثاني (*Blue Map*) ، و هو يفترض بذل الجهود اللازمة للتخفيف من الانبعاثات الكربونية ، ففي السيناريو الأول ، يتوقع أن ترتفع الانبعاثات الكربونية لقطاع الكهرباء من 41% سنة 2007 لتصل إلى 43% سنة 2020 ، ثم إلى 44% سنة 2030 ، بينما في حالة السيناريو الثاني فستستقر النسبة عند 41% سنة 2020 أيضا ، ثم تنخفض فيما بعد لتصل إلى 32%.

❖ إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية :

عرفت الطاقة الشمسية نموا هائلا و خاصة منذ بداية القرن الجديد بمعدل سنوي بلغ 35% ، و هذا النمو يعود بالأساس إلى الدعم الحكومي الكبير ، و خاصة في ألمانيا و اليابان و الذين لوحدهما يمثلان 63% (42% لألمانيا و 21% لليابان)¹⁶ ، بينما تستحوذ ألمانيا لوحدها على 90% من صناعة تجهيزات الطاقة الشمسية¹⁷ ، و بلغ حجم الطاقة الشمسية سنة 2009 حوالي 22928.9 ميغاواط¹⁸ .

يمكن إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية بطريقتين ، الطاقة الحرارية الشمسية ، و الطاقة الفوتوفولتية ، و من بين التقنيات الحديثة في توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة الحرارية الشمسية التي تعرف بنجاح ملحوظ ، هي المحطات المهجنة العاملة بالوقود الشمسي الذي يستخدم المركبات الحوضية (*through concentrators*) ، و حسب دراسة قامت بها وزارة الطاقة الأمريكية و التي خلصت إلى أن زيادة الاستثمارات بمقدار 25% في الطاقة العالية الحرارة المولدة نتيجة حرق الوقود أو المركبات الحرارية تضاعف كفاءة توليد الطاقة ، مما يؤدي إلى خفض الحاجة إلى المجمعات الشمسية بمقدار النصف بالمقارنة مع الأنظمة التي تعمل على حرارة منخفضة ، و من الأنظمة الحرارية الواعدة نجد هناك أيضا نظام البرج الشمسي المركزي ، و نظام المحرك (*tarabelic dish engine*) ، و الذي تم بناء و اختبار العديد منها كوحدة بحث و تطوير و عرض ، و التي تنتج حرارة شمسية مرتفعة .

أما فيما يخص الطاقة الفوتوفولتية ، لا زال السليكون المتعدد التبلور و منذ اكتشافه سنة 1954¹⁹ المادة الأساس في إنتاج الخلايا الشمسية و بكفاءة تتجاوز 15% ، و حاليا بدأ خيار خلايا الفيلم الرقيق المرن بالظهور مما قد يجعل تركيب الخلايا أسهل بكثير حتى على السطوح المنحنية ، و توجد برامج بحث و تطوير في بلدان منظمة التنمية و التعاون الاقتصادي في مقدمتها اليابان ، كما دخلت حديثا السباق مختبرات أمريكية و أعلنت عن تطوير أول خلايا تصل كفاءتها إلى 40%²⁰ .

أيضا هناك عامل آخر سوف يكون له دور في انتشار الطاقة الشمسية على نطاق واسع و هو مشكلة تخزين الكهرباء عند اختفاء الأشعة الشمسية ، فلا زال لحد الآن يعتمد على الطرق الكلاسيكية كتلك التي تعتمد على تركيب البطاريات ، أو تحويل الطاقة عن طريق مضخات شمسية و غيرها و التي طاقتها التخزينية لا زالت منخفضة كثيرا ، و في الحقيقة هذا العائق سيكون له الأثر الكبير في المناطق الريفية و النائية ، لأنه في حالة توفر الشبكة يصبح التخزين غير ذا جدوى²¹ .

— حوافر و معوقات الطاقة الشمسية :

- من بين أهم المحفزات التي تتمتع بها تكنولوجيات الطاقة الشمسية ، و التي ساهمت في توسعها نذكر من أهمها :
 - سهولة و مرونة بعض تقنياتها كإلخالاتها الضوئية التي يمكن تركيبها فوق أسطح المنازل و الأبنية الأخرى و استخدامها في بعض الأماكن النائية عن الشبكة.
 - لا تنبعث عن الكهرباء الناتجة عنها أي انبعاثات كربونية أو غازية أخرى ، أو إشعاعات أو تلوث ، إضافة إلى صمتها المطبق ، فهي إذن و بكافة المقاييس صديقة للبيئة.
 - صحيح أن تجهيزاتها تستهلك طاقة عند تصنيعها إلا أن الطاقة المتراكمة التي تنتجها خلال عمرها التشغيلي تزيد بكثير عن تلك الداخلة في تصنيع تجهيزاتها ، و قد قدرت بعض المصادر أن فترة الإنتاج لمدة تتراوح بين 2 إلى 5 سنوات تكفي لتعويض تلك الطاقة المستهلكة في مرحلة التصنيع ، مقابل مدة عمرها التي تتجاوز 30 عاما.
 - و على غرار باقي المصادر المتجددة هناك عدة عوائق تقف حائلا دون التوسع السريع لهذه الطاقة سوف نختصرها في النقاط التالية :
 - صحيح أن وقودها مجاني ، إلا أنها تتميز بتكاليف عالية لتوليد الكهرباء مقارنة بالتقنيات الأخرى سواء كانت تقليدية أو من مصادر متجددة أخرى ، و قدرتها بعض المصادر بأنها تفوق مستويات الطاقة التقليدية بنحو ثلاثة إلى أربعة أضعاف.

- عدم توفر الكهرباء من الطاقة الشمسية أثناء الليل أو خلال الأحوال الجوية غير المواتية ، مما يتطلب تخزينها أو ربطها بنظام مكمل.
 - المساحات الكبيرة المطلوبة لتشبيد الألواح الشمسية و مستلزماتها.
 - صحيح أنها معدومة الانبعاثات أثناء استغلالها ، إلا أن صناعة تجهيزاتها تصدر أكبر نسبة من الانبعاثات الكربونية مقارنة مع باقي جميع المصادر. بما فيها المصادر التقليدية حيث تبلغ 58 غرام/كيلوواط ساعي للشمسي الحراري ، و 34 غرام/كيلوواط ساعي للشمسي الفوتوفولتي.
 - نقص السيلكون المناسب لصناعتها مما رفع أسعاره و بالتالي رفع تكاليف إنتاج الخلايا الضوئية و خصوصا و أنه يتوقع أن يتزايد الطلب على السيلكون من 41 ألف طن سنة 2006 إلى 120 ألف طن سنة 2010 ، و على الرغم من توفر هذه المادة في الطبيعة إلا أن الحصول على السيلكون الخالص للخلايا الضوئية لا يزال يتطلب عمليات معقدة²².
- _____ اقتصاديات الطاقة الشمسية :

على الرغم من التقدم التكنولوجي و انخفاض تكاليف توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية إلى النصف خلال العقدين الماضيين ، إلا أن تلك التكاليف لا تزال عالية مقارنة مع تكاليف الوقود الأحفوري ، و يسود اعتقاد بأنه ما لم تنخفض تكاليف تقنيات الخلايا الشمسية بحدود 3 إلى 5 مرات سيكون من الصعب توقع نموها على مستوى واسع على الأمد البعيد ، و قد يكون هناك اختلاف كبير في تكاليف أنظمة الخلايا الضوئية و ذلك تبعاً لحجم النظام و الموقع و نوع الزبون و قربها أو بعدها عن الشبكة و مواصفات فنية أخرى. تتفاوت تقديرات تكاليف توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية تبعاً للمصادر المختلفة ، فقد قدرت بعض المصادر طاقة التوليد في البلدان الصناعية باستخدام الخلايا الضوئية الشمسية ما بين 180 إلى 450\$/ميغاواط ساعي ، و تكاليف الاستثمارات ما بين 5000 إلى 8000\$/كيلوواط سنة 2005 ، و من الأنظمة الحرارية الشمسية ما بين 105 إلى 230\$/ميغاواط ساعي ، و تكاليف الاستثمارات ما بين 2000 إلى 2300\$/كيلوواط ، و هي أكبر بكثير مقارنة مع المحطات العاملة بالفحم و الغاز الطبيعي و التي تتراوح تكاليف توليدها للكهرباء على التوالي ما بين 20 إلى 60 و 40 إلى 60\$/ميغاواط ساعي ، و تكاليف استثماراتها ما بين 1000 إلى 1200\$/كيلوواط للفحم و 450 إلى 600\$/كيلوواط للغاز الطبيعي²³.

و بالرغم من تكاليفها العالية نسبياً ، تمر الصناعة العالمية للطاقة الشمسية بمرحلة ازدهار و نمو بمعدلات عالية ، و مما ساعد على ذلك تصاعد أسعار النفط العالمية إلى مستويات قياسية ، و هذا بدوره ما حسن من اقتصاديات مشاريعها و جعلها ذات جاذبية كبيرة ، بالإضافة إلى الدعم و التشجيع الذي تلقاه تلك الصناعة من حكومات البلدان المستهلكة ، و تعتمد الصناعة المذكورة و بدرجة كبيرة على استمرارية الدعم الحكومي و توسيعه ليشمل أسواق جديدة.

و حسب تقديرات إدارة المعلومات الطاقوية الأمريكية²⁴ ، ستشهد الطاقة الشمسية أكبر نمو على الإطلاق خلال الفترة 2007-2035 بمعدل نمو سنوي يبلغ 12.7% ، حيث ستتقل من 6 مليار كيلوواط ساعي سنة 2007 لتبلغ 165 مليار كيلوواط ساعي سنة 2035 ، و في الحقيقة هذا المعدل العالمي لا يتوزع بطريقة متساوية على دول العالم ، و أكبر معدلات النمو ستسجل في دول خارج منظمة التنمية و التعاون الاقتصادي التي ستبلغ متوسط 21.7% ، مقابل 11.6% لدول هذه المنظمة.

يمكن أن نستخلص مما سبق أنه على المدى القصير و حتى المتوسط لا يعول كثيراً على الطاقة الشمسية لأن تلعب دوراً مهماً في ميزانية الطاقة العالمية ، و ستظل تحت غطاء الدعم الحكومي لوقت ليس بقريب و بطبيعة الحال هذا الدعم لن يكون حاسماً إلا بعد أن يتجاوز العالم الأزمة المالية العالمية الحالية بشكل نهائي ، أما على الأمد البعيد نسبياً ستفرض هذه الطاقة نفسها لا شك على الساحة العالمية للطاقة ، هذا إذا فرضنا عدم ظهور حرق تكنولوجي كبير.

3 - تجربة شركة EDF مع الطاقة الشمسية :

تعتبر هذه الشركة من أكبر الشركات الأوروبية في إنتاج الكهرباء ، تأسست في 8 أبريل سنة 1946 تابعة للحكومة الفرنسية ، و فيما بعد سنة 2004 تم فتح رأسمالها للخواص ، في بداية انطلاقها قامت هذه الشركة ببناء محطات إنتاج من الفحم ثم توجهت مروراً مع الزمن نحو بناء محطات الديزل و بناء السدود العملاقة على غرار سد (Tigne 1952) و (Serre-Poncon 1960) ، و في سنة 1963 قررت الشركة دخول عالم الطاقة النووية حيث قامت ببناء أول مفاعل نووي لإنتاج الكهرباء بطاقة إنتاج بلغت 70 ميغاواط ، و بعد الأزمة النفطية لسنة 1973 سرعت الشركة باستبدال محطاتها التقليدية بأخرى نووية لتصبح بذلك من أكبر الشركات العالمية في إنتاج الكهرباء النووية في العالم²⁵ .

في الحقيقة بالرغم من أن هذه الشركة تعتبر من أقل شركات الكهرباء تلويناً في أوروبا ، إلا أنه وقع اختيارنا عليها بسبب تجربتها الرائدة في مجال الطاقة الشمسية و هذه التجربة قد تصلح لتطبيقها في الجزائر ، أو على الأقل في المناطق الصحراوية التي تتوفر على إمكانيات هائلة في هذا المجال.

و دخلت هذه الشركة عالم الطاقة الشمسية حيث قامت بإنشاء فرع تابع لها يسمى *EDF : Energie solaire* سنة 2007 ، يهتم ببناء و تركيب الألواح الشمسية للخواص و لكل المتعاملين الاقتصاديين مع شراء الكهرباء الفائضة عن حاجتهم و حقنها في الشبكة ، و قامت لحد الآن بتركيب ما يفوق 10000 منزل عند الخواص و 1000 مقر حكومي و تظلم بجميع مراحل هذه الصناعة من بدايتها إلى نهايتها و أيضاً بصيانتها الدورية ، بلغ رقم أعمالها 137.5 مليون أورو نهاية 2010 ، يشتغل بها 443 عامل تتوفر على 14 وكالة تتوزع على كامل التراب الفرنسي²⁶ . أما أضخم مشروع قامت به فهو محطة *Gabardan* الشمسية لإنتاج الطاقة الكهربائية.

مشروع *Gabardan* لإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية :

تم إنجاز هذا المشروع في منطقة النشاطات الصناعية المسماة *Gabardan* التابعة لبلدية *Losse* التابعة لمقاطعة *Aquitaine* بفرنسا ، هذا المشروع الذي هو عبارة عن محطة شمسية لإنتاج الطاقة الكهربائية تم بنائها على مساحة قدرها 300 هكتار و التي هي ملك للسلطات المحلية للبلدية ، و تعتبر هذه المحطة من أكبر المحطات الشمسية المنجزة في أوروبا. تم تركيب هذه المحطة باستخدام نوعين من الألواح الشمسية الفوتوفولتية :

_____ 1020000 لوح شمسي فوتوفولتي ثابت يعتمد على تقنية *First solar* طاقتها الاجمالية 74 ميغاواط.

_____ 11100 لوح شمسي فوتوفولتي متحرك يعتمد على تقنية تسمى *Trackers* طاقتها الاجمالية 2 ميغاواط.

تستطيع هذه المحطة تغطية استهلاك ما يعادل 44000 منزل و هذا ما يعادل 11% من سكان هذه المنطقة.

❖ التقنيات المستخدمة في هذه الخطة :

تم استخدام نوعين من أحدث التقنيات على الاطلاق :

1 — *Les Trackers d'Exosun* :

طورت هذه التقنية شركة *Exosun* و هي عبارة عن ألواح فوتوفولتية متحركة و مبرمجة للتحرك أوتوماتيكياً مع تحرك الشمس للحصول على أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية ، و هذه التقنية تسمح برفع الطاقة الإنتاجية للألواح إلى أقصى ما يمكن.

2 — *First solar* :

هي ألواح شمسية طورها الشركة الأمريكية المسماة باسمها و هي أكبر منتج للألواح الشمسية في العالم ، حيث ألها قامت بإنتاج ألواح حديثة عالية الكفاءة ، خفيفة الوزن ، رقيقة السمك ، يبلغ حجم كل لوح 120x60 cm ، و هي ثابتة غير متحركة موجهة نحو الجنوب مركبة على هيكل يتسع لـ 10 ألواح بعلو قدره 3.3 متر.

❖ مراحل إنجاز المشروع :

مر إنجاز هذه المحطة عبر عدة مراحل إلى أن بلغت طاقتها الحالية 76 ميغاواط ، و التي يمكن اختصارها كما يلي :

— أكتوبر 2007 :

امضاء عقد كراء قطعة الأرض مع السلطات المحلية المالكة للأرضية.

— سبتمبر 2008 :

إنهاء الدراسة القانونية للمشروع و خاصة القوانين الخاصة بمصالح المياه.

— نوفمبر ديسمبر 2008 :

— إنهاء الدراسات البيئية و التقنية للمشروع.

— الحصول على رخصة من مصالح المياه.

— الحصول على رخصة تهيئة الأرضية.

— جانفي 2009 :

الحصول على رخصة البناء.

— ماي 2009 :

انطلاق أشغال البناء.

— ديسمبر 2010 :

الانتهاء من عملية البناء و استلام المحطة و دخولها حيز الاستغلال.

❖ المنفذون للمشروع :

شارك في إنجاز المشروع بشكل مباشر أو غير مباشر عدة مؤسسات و هي :

— **Edf** :

قامت هذه الشركة بتطوير و تمويل و بناء و استغلال المحطة و تعتبر المالك الرئيسي لها.

— **Exosun** :

قامت هذه الشركة بتوفير الألواح الشمسية الفوتوفولتية المتحركة (*Trackers*) ، و كذا تركيب هياكلها.

— **Edf Energie Solaire** :

و هي فرع من الشركة الأم قامت بتوفير و تركيب الألواح الفوتوفولتية الثابتة .

— **First Solar** :

المصنع للألواح الفوتوفولتية الثابتة .

— **Sunteck Power Solarfun** :

المصنع للألواح الفوتوفولتية المتحركة (*Trackers*) .

— **Schneider Electric** :

المصنع لبطاريات التخزين.

❖ الانعكاسات الايجابية لهذا المشروع على المنطقة :

في الحقيقة يدخل هذا المشروع ضمن إطار اقتصادي شامل لبعث التنمية المحلية في هذه المنطقة دون الإضرار ببيئتها المحيطة و كانت له فوائد عديدة اقتصاديا و بيئيا.

_____ اقتصاديا :

خلال بناء المحطة لمدة سنة :

_____ مداخيل متأتية من توفير الغذاء و السكن لعمال ورشات البناء.

_____ توفير صفقات للمقاولين المحليين (تهيئة الأرض ، بناء سياج...الخ).

_____ توفير فرص عمل لليد العاملة المحلية حيث تم شغل أكثر من 100 عامل لمدة سنة.

أما بصفة دائمة :

_____ خلق ورشات صناعية مجاورة .

_____ خلق مناطق و فضاءات سياحية مجاورة نظيفة .

_____ توفير تكوين مهني للمشتغلين في هذا المجال من المنطقة.

_____ بيئيا :

أكبر ميزة لهذه المحطة على هذه المنطقة أنه تم بنائها على أرض نباتية كان يتكاثر فيها و بشدة أحد أشد أنواع الفطريات السامة و القاتلة للإنسان بمجرد استهلاكها و أثبت كل الطرق المعتمدة في القضاء عليها ، و بالتالي فبناء هذه المحطة كان حلا مثاليا ، و هناك محطات مستقبلية مخطط بنائها في أراضي مشابهة.

❖ الأرضيات الملائمة لهذه المحطات :

في الحقيقة لقد قامت شركة *Edf* بإنجاز عدة محطات شمسية أخرى و لكن من الحجم الصغير ، و كانت كلها تستخدم أراضي لا يمكن استغلالها في الحالات العادية و من الأمثلة على ذلك :

_____ أحراش غابية مهترئة.

_____ أراضي كان تستخدم لرمي النفايات.

_____ منطقة ملوثة غير صالحة للزراعة أو السكن.

_____ مناطق كان تستغل في الاستخدام العسكري.

و من بين هذه المحطات المصغرة :

_____ محطة *Narbonne* بطاقة إنتاج قدرها 7.1 ميغاواط ، و هي أول محطة تم بنائها في فرنسا سنة 2008 في أرضية

كانت عبارة عن منحجم مفتوح.

_____ محطة *Manosque* بطاقة إنتاج قدرها 4.1 ميغاواط تم بنائها على أرضية كانت مخصصة لرمي النفايات.

_____ محطة *Sainte-Tulle* بطاقة إنتاج قدرها 5.24 ميغاواط تم بنائها على أرضية كانت مخصصة للتدريب العسكري.

خاتمة :

في الحقيقة لا يوجد لحد الآن الحل السحري و الآني لمشكلة بحجم مشكلة التغيرات المناخية ، و لكن الأكيد أن أي حل مستقبلي لها يبدأ من الآن باتخاذ الإجراءات اللازمة و إن كانت هذه الإجراءات حاليا غير كافية و محدودة ، إلا أنها مع الوقت و مع توفر و استمرار الإرادة السياسية لحكومات العالم لبعث و دعم أكثر فأكثر البحث العلمي و خاصة في مجال التخفيف من الانبعاثات الكربونية الناتجة عن حرق الطاقة سوف تحقق نتائج ملموسة ، و أيضا على الشركات الكبرى الملوثة المساهمة في معالجة هذه المشكلة من خلال تخصيص نسب هامة من ميزانيتها لإنفاقها على البحث العلمي.

و نظرا لأن شركات إنتاج الكهرباء تعتبر من أكبر الشركات تلويثا ، فإنه لزاما عليها لأن تكون هي البادئ في هذا الصدد ، و من بين هذه الشركات تناولنا في هذه الورقة البحثية تجربة أحد الشركات العملاقة في هذا المجال ، و هي شركة *Edf* الفرنسية ، التي دخلت مجال الطاقة الشمسية ، و استعرضنا تجربتها في إنجاز أكبر محطة شمسية لإنتاج الكهرباء في أوروبا و هي محطة *Gabardan* و التي حققت نجاحا كبيرا حيث استطاعت أن تغطي استهلاك ما نسبته 11% من الاستهلاك الإجمالي في المنطقة التي أنشئت فيها ، بالإضافة إلى انعكاساتها الإيجابية الاقتصادية و البيئية على كامل المنطقة.

المراجع

¹ - بخار الماء (H_2O) ، غاز الفحم (CO_2) ، غاز الميثان (CH_4) ، الغازات الصناعية (HFC , PFC , SF_6) ، غاز الأوزون (O_3) ، غاز الآزوت (N_2O).

¹ - جورج .ف شيلينغار و ليونيد .ف خيلوك : البشر غير مسؤولين عن الاحترار المناخي ، مجلة النفط و التعاون العربي ، العدد 125 ، ربيع 2008 ص 41.

¹ - دون إدراج بخار الماء الذي يعتبر من أهم غازات الاحتباس الحراري إلا أن المدة التي يستغرقها في الغلاف الجوي لا تتجاوز بضعة أيام.

¹ - Sylviane GASTALDO : *Energie et environnement – Effet de serre* ,La Documentation française, paris 2008 /p7.

¹ - *Global Warming Potential*

¹ - Académies et Conseil économique et social français : *le changement climatique* , 24 janvier 2006 ,

¹ - وسام قاسم الشالجي : اصطياد غاز الفحم و تخزينه ، مرجع سبق ذكره ص 38.

1 - IEA : *World Energy Outlook 2009*.

1 - Document de L'Autorité de régulation des hydrocarbures : *les changement climatique publié 05 juin 2009*.

1 - Document établi par le Haut Représentant et la Commission européenne à l'attention du Conseil européen : *Changements climatiques et sécurité internationale 14 mars 2008.p6*

1 - *BP statistical review of world eenergy 2009*.

1 - U.S. EIA , *International Energy Outlook 2010* , Op.Cit ,, p77.

¹ - IEA , *co2 Emissions from fuel combustion* , OECD/IEA , 2009 p13.

¹ - U.S. EIA , *International Energy Outlook 2010* ,Op.Cit , p77.

¹ - IEA , *How the energy sector deliver on a climate agreement in copenhqge* , OECD/IEA , octobre 2009 , p17.

1 - CNUCED , La future panoplie énergétique et les énergies renouvelables , www.unctad.org mars 2010 ,p6.

1- Assemblée nationale français , Rapport d'information sur l'énergie photovoltaïque , la documentation française , juillet 2009 , p34

1 - BP statistical review of world energie 2009.

1 - Jean Syrota , Perspectives énergétiques de la France à L'horizon 2020-2050 , Op.Cit , p252.

1 - ليور نؤام ، توليد الكهرباء مستقبلا و دور مصادر الطاقات المتجددة ، مرجع سبق ذكره ، ، ص157.

1 - Assemblée nationale français , Rapport d'information sur l'énergie photovoltaïque , Op.Cit , p20

1 - علي رجب ، تطور الطاقات المتجددة و انعكاساتها على أسواق النفط العالمية و الأقطار الأعضاء ، مرجع سبق ذكره ، ص24.

1 - Jean Syrota , Perspectives énergétiques de la France à L'horizon 2020-2050 , Op.Cit , p253.

1 - U.S. Energy Information Administration , International Energy Outlook 2010 , p81.

1- EDF : Document de reference information sur l'emetteur , p50 , 2011 , www.edf.fr

- EDF : Document de reference information sur l'emetteur , p44 , 2011 , www.edf.fr 1

- ¹ - بخار الماء (H₂O) ، غاز الفحم (CO₂) ، غاز الميثان (CH₄) ، الغازات الصناعية (HFC ، PFC ، SF₆) ، غاز الأوزون (O₃) ، غاز الآزوت (N₂O).
- ² - جورج. ف. شيلينغار و ليونيد. ف. خيلويك : البشر غير مسؤولين عن الاحترار المناخي ، مجلة النفط و التعاون العربي ، العدد 125 ، ربيع 2008 ص 41.
- ³ - دون إدراج بخار الماء الذي يعتبر من أهم غازات الاحتباس الحراري إلا أن المدة التي يستغرقها في الغلاف الجوي لا تتجاوز بضعة أيام.
- ⁴ - Sylviane GASTALDO : Energie et environnement – Effet de serre ,La Documentation française, paris 2008 /p7.
- ⁵ - Global Warming Potential
- ⁶ - Académies et Conseil économique et social français : le changement climatique , 24 janvier 2006 ,
- ⁷ - وسام قاسم الشالحي : اصطياد غاز الفحم و تخزينه ، مرجع سبق ذكره ص 38.
- 8 - IEA : World Energy Outlook 2009.
- 9 - Document de L'Autorité de régulation des hydrocarbures : les changement climatique publié 05 juin 2009.
- 10 - Document établi par le Haut Représentant et la Commission européenne à l'attention du Conseil européen : Changements climatiques et sécurité internationale 14 mars 2008.p6
- 11 - BP statistical review of world eenergy 2009.
- 12 - U.S. EIA , International Energy Outlook 2010 , Op.Cit ,, p77.
- ¹³- IEA , co2 Emissions from fuel combustion , OECD/IEA , 2009 p13.
- ¹⁴ - U.S. EIA , International Energy Outlook 2010 ,Op.Cit , p77.
- ¹⁵ - IEA , How the energy sector deliver on a climate agreement in copenhagen , OECD/IEA , octobre 2009 , p17.
- 16 - CNUCED , La future panoplie énergétique et les énergies renouvelables , www.unctad.org mars 2010 ,p6.
- 17- Assemblée nationale français , Rapport d'information sur l'énergie photovoltaïque , la documentation française , juillet 2009 , p34
- 18 - BP statistical review of world energie 2009.
- 19 - Jean Syrota , Perspectives énergétiques de la France à L'horizon 2020-2050 , Op.Cit , p252.
- 20 - ليور نوام ، توليد الكهرباء مستقبلا و دور مصادر الطاقات المتجددة ، مرجع سبق ذكره ، ، ص 157.
- 21 - Assemblée nationale français , Rapport d'information sur l'énergie photovoltaïque , Op.Cit , p20
- 22 - علي رجب ، تطور الطاقات المتجددة و انعكاساتها على أسواق النفط العالمية و الأقطار الأعضاء ، مرجع سبق ذكره ، ص 24.
- 23 - Jean Syrota , Perspectives énergétiques de la France à L'horizon 2020-2050 , Op.Cit , p253.
- 24 - U.S. Energy Information Administration , International Energy Outlook 2010 , p81.
- 25- EDF : Document de reference information sur l'emetteur , p50 , 2011 , www.edf.fr
- 26 - EDF : Document de reference information sur l'emetteur , p44 , 2011 , www.edf.fr