

## Les impacts spatiaux positifs et négatifs du site complexe énergétique solaire d'Ouarzazate (Sud-Est Marocain)

Pr. Ahmed BOUHAMED, Université Hassan II Casablanca, Maroc

### ملخص:

تناولت هذه الدراسة موضوع أهمية الطاقة الشمسية بالمغرب، وركزت على مشروع المركب الكبير للطاقة الشمسية بمدينة ورزازات "نور" وآثار استخداماته الايجابية والسلبية على المجال والسكان بالخصوص. واعتمدنا في جمع معلومات الدراسة على المصادر الأولية من زيارات ميدانية ومقابلات شخصية وجماعية، إضافة إلى الدراسات التي قامت بها بعض إدارات تسيير هذا المشروع كالوكالة المغربية للطاقة المستدامة. ولمعالجة هذا الموضوع اتبعنا منهجا وصفيا وتحليليا. توصلت الدراسة إلى أن استخدام الطاقة الشمسية بمدينة ورزازات يؤثر إيجابيا على الجوانب السوسيو-اقتصادية والاجتماعية في حياة السكان، غير أن مثل هذه المشاريع للطاقة الشمسية تخلف آثارا سلبية على البيئة والسكان. **كلمات مفتاحية:** الطاقة الشمسية، الطاقة البديلة، المركب الكبير للطاقة، الآثار المجالية، مدينة ورزازات.

### Résumé:

Cette étude a traité l'importance de l'énergie solaire au Maroc, et s'est concentrée sur le projet du grand complexe solaire dans la ville d'Ouarzazate "Noor" et ses impacts positifs et négatifs sur le spatial et la population locale en particulier. Nous nous sommes appuyés sur les sources primaires de visites de terrain et d'entretiens individuels et collectifs, en complément des études menées par certains des départements responsables de la gestion et du fonctionnement de ce projet comme l'Agence Marocaine de l'Energie Durable. Pour aborder ce sujet, nous avons suivi une approche descriptive et analytique. L'étude a montré que l'utilisation de l'énergie solaire à Ouarzazate a des impacts positifs sur les aspects socio-économiques de la vie de la population, sans oublier que de tels projets solaires ont des effets négatifs sur l'environnement et la population locale. **Mots clés:** Énergie solaire, énergie alternative, complexe de grande énergie, impacts spatiaux, ville d'Ouarzazate.

## Introduction

De nos jours l'énergie est quelque chose d'automatique et indispensable (M. Marcisova, 2011), peu importe de quelle forme nous parlons. Après la découverte du charbon, du pétrole et même de l'uranium, ces ressources ont connu une énorme expansion. Mais les hommes ont, depuis toujours, exploité toutes ces ressources naturelles comme si elles étaient inépuisables. Mais ce n'est pas toujours le cas et aujourd'hui nous cherchons à remplacer ces ressources dont nous avons pris tellement l'habitude de se servir. Evidemment c'est une mission très dure où l'intérêt économique, écologique et l'incapacité technologique jouent un rôle primordial. Ce sont les sources d'énergie renouvelables qui devraient remplacer les sources actuelles. Il s'agit de l'énergie obtenue des « quatre éléments » à savoir, de l'eau (l'énergie hydraulique), du vent (l'énergie éolienne), du soleil (l'énergie solaire) et du feu (l'énergie thermique). Pour répondre à la croissance de la demande énergétique mondiale, à l'épuisement inévitable des ressources fossiles et à la détérioration de l'environnement, certains pays préconisent la production l'énergie grâce à d'autres moyens souvent qualifiés de « propres » en référence au fait qu'ils ne génèrent pas de gaz à effet de serre. Ces moyens de production sont principalement issus des énergies renouvelables (S. Hamdani, 2016), c'est-à-dire dont les ressources sont inépuisables par nature et protectrice de l'environnement. En exemple, on peut citer l'énergie hydraulique, éolienne, solaire ... Ce dernier terme recouvre en réalité de nombreuses technologies, parmi lesquelles l'énergie photovoltaïque. Il s'agit ici de transformer directement la lumière du soleil en électricité, sans intermédiaire, grâce à un matériau semi-conducteur.

L'énergie solaire est considérée comme inépuisable (encore 5 milliards d'année), et elle est disponible partout sur la terre. Le potentiel énergétique moyen récupérable est en général bien connu en tout point de la surface du globe et en fonction de l'époque de l'année. La disponibilité de l'énergie solaire est variable dans le temps, c'est une énergie intermittente. Elle dépend des cycles jour/nuit et été/hiver ainsi que de la météorologie, ce dernier facteur rend sa disponibilité aléatoire à cours terme. Pour contrer cet inconvénient, il existe différentes solutions comme le stockage sur quelques jours, le foisonnement entre différentes sources solaires (géographique) ou différentes sources d'énergies renouvelables (multi énergie), ou encore l'utilisation d'une énergie d'appoint conventionnelle

disponible en permanence, en général fossile. Ces systèmes sont appelés systèmes hybrides. L'énergie solaire utilise de la surface, environ 10 m<sup>2</sup> pour une puissance électrique de 1kW. Cette surface peut être facilement intégré au bâti, en toiture ou en façade, et donc diminuer le coût propre du bâti.

L'énergie solaire photovoltaïque a connu un véritable développement et est devenue de plus en plus une solution parmi les options énergétiques prometteuses avec des avantages comme l'abondance, la disponibilité en plus ou moins grandes quantités en tout point du globe terrestre.

Aujourd'hui, l'énergie est essentielle pour répondre aux besoins des individus, des industries ou des transports. On cherche donc des solutions alternatives aux énergies fossiles polluantes et limitées et l'énergie solaire en est une. Ces impacts environnementaux sont minimes par rapport aux avantages à long terme et les avancées dans ce domaine en feront une énergie de plus en plus propre au fil des années.

Malgré ces impacts positifs d'énergie solaire, ils peuvent produire des impacts négatifs sur le terrain. Comme la puissance d'énergie solaire photovoltaïque est inconstante, car la production d'énergie à lieu en fonction du rayonnement solaire, et non de la demande, certains procédés de fabrication peuvent être polluants s'ils ne sont pas bien gérés.

Cet article traite des impacts spatiaux de l'énergie solaire, en particulier le site complexe énergétique solaire de la ville d'Ouarzazate au Sud du Maroc. Et Pour discuter ce sujet, nous avons adopté une approche descriptive, et analytique pour identifier les conditions environnementales existantes au projet d'énergie solaire à Ouarzazate et aussi pour évaluer les impacts spatiaux positifs et négatifs du ce projet.

Cet article répondra aux questions suivantes:

- Quelles sont les conditions environnementales existantes et qui attirent le site complexe énergétique solaire d'Ouarzazate?
- Quels sont les impacts spatiaux de ce site énergétique?

### **1) Présentation de la zone d'étude**

Ouarzazate est située dans le sud-est du Maroc est à environ 14 km au nord-est de la ville de Ouarzazate et à 10 km, à 200 km de la ville de Marrakech, à environ 295 km de la ville d'Er-rachidia, Ouarzazate est située dans la région de Draa Tafilalet. Ouarzazate, une ville aux portes du Sahara. Célèbre pour ses Studios Atlas, lieux de tournage des blockbusters américains Game of Thrones ou Babel, la « Oualliwoud » marocaine est

moins connue comme premier site d'un projet sur les énergies renouvelables "NOOR".

Noor Ouarzazate, le premier projet d'énergie solaire piloté par (MASSEN, 2016) est le plus grand complexe énergétique au Monde avec une capacité totale de 580 MW (Figure 1).

Etendu sur plus de 3.000 hectares, Noor Ouarzazate est constitué de quatre centrales solaires multi-technologiques, développées dans le respect total des normes internationales, tant au niveau technologique qu'environnemental, et associées à une plateforme de recherche et développement qui s'étend sur plus de 150 hectares.

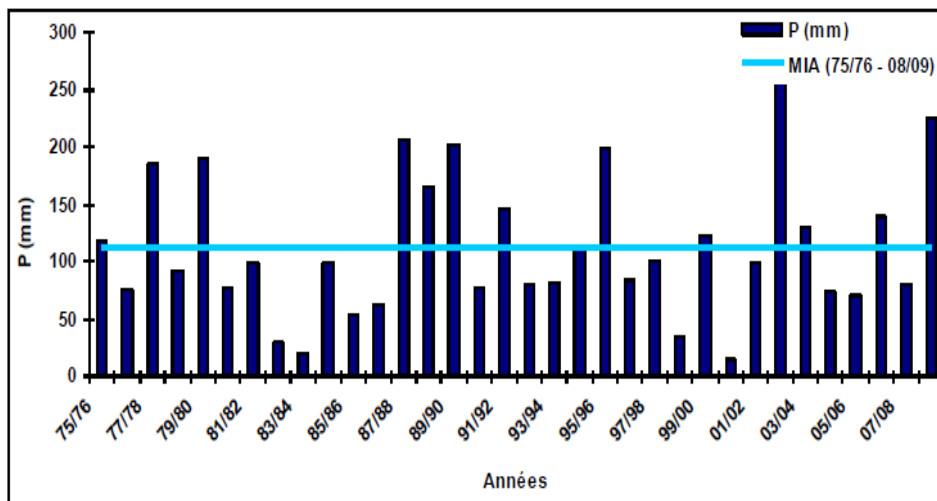
- A l'Est par la route provinciale R307;
- Au Sud par la retenue du barrage Mansour Ed Dahbi;
- Au Nord par les douars d'Izerki, dont la covisibilité par rapport au site du complexe est probable, et dont les habitants pratiquent la piste actuelle traversant le site du complexe;
- A l'Ouest par la grande falaise tracée par le cours d'eau Anatine et ses confluent dont Warguine.

## **2) Les conditions environnementales existantes et attire le site complexe énergétique solaire d'Ouarzazate**

### **a.la Climatologie**

#### **• Précipitation**

Au niveau de l'ensemble de la zone d'étude, le régime annuel des précipitations est caractérisé par quatre saisons de durée inégale. L'été constitué une période de sécheresse quasi-absolue et qui peut durer de quatre à cinq mois, d'avril à août inclus. Puis s'en suivent deux périodes relativement humides séparées par une période hivernale demi-sèche, de janvier à février. La première période humide, s'étend de septembre à décembre et la seconde, de très courte durée se situe au mois de mars (M. Agoussine et autre, 2004). L'automne et le printemps sont donc relativement humides, l'hiver est moins humide alors que l'été est très sec. La grande part de ces précipitations se condense dans la période d'automne. A l'intérieur de cette période, les pluies tombent en quelques jours à quelques heures seulement, ce qui témoigne d'une faible fréquence des pluies, de leur rapidité ainsi que de leur violence. Ces pluies sont souvent sous forme d'averses torrentielles.

**Figure 3: pluviométrie moyenne interannuelle 1975/76 – 2008/09****Station Mansour Ed Dahbi**

La pluviométrie est très variable d'une année à l'autre figurant ainsi l'irrégularité du régime inter-annuel.

**• Température**

Au niveau de la zone d'étude, les mois les plus chauds, se situent entre mai et septembre. La moyenne mensuelle la plus forte, est enregistrée en juillet (30°C), les mois de juin, août et septembre ont des moyennes fortes mais sont relativement moins chauds. Par contre les mois les plus froids, sont de novembre à avril (figure 4).

**• Hygrométrie**

Au niveau de la zone d'étude, l'humidité de l'air croit du mois d'août jusqu'au mois de décembre, puis elle va en décroissant jusqu'à atteindre une valeur minimale au mois de juillet. Cette variation évolue relativement en sens inverse avec la température.

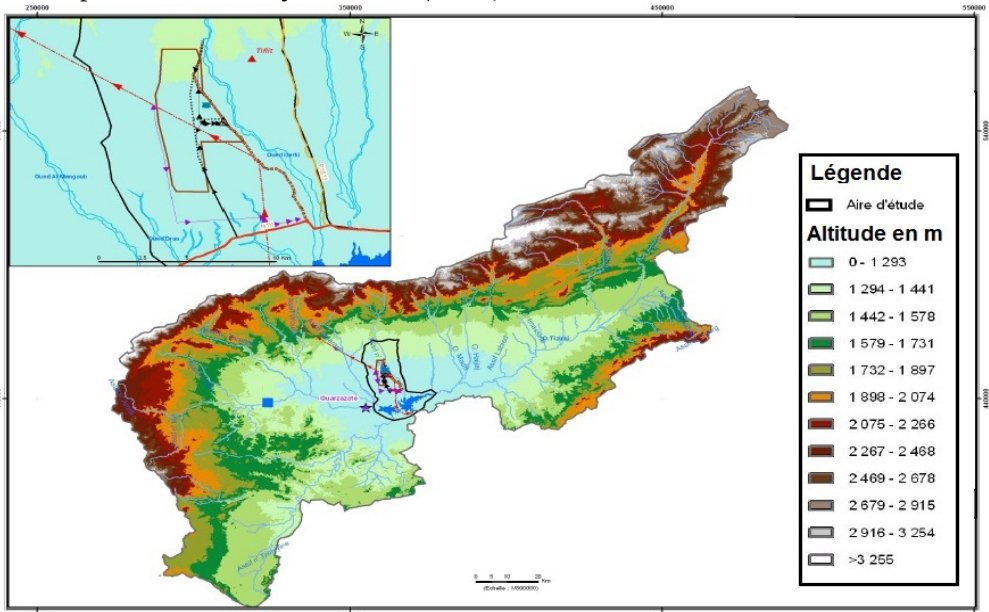
**b. Topographie**

La zone d'étude est constituée d'un ensemble de plateaux morcelés par l'érosion, avec des altitudes fluctuant dans une fourchette de valeurs allant de 1100 m à 1450 m. Leur surélévation au-dessus des vallées des oueds qui

les entailles est variable entre quelques dizaines de mètres à une soixantaine de mètres.

### Figure 5: topographie de bassin Ouarzazate

Au niveau du plateau supportant le site du complexe solaire de Ouarzazate, la pente dominante y est douce ( $\leq 5\%$ ); elle décroît vers le Sud et est



presque uniforme sur tout le plateau. Dans sa majeure partie, le plateau est sillonné par des dépressions de faible profondeur issues de la partie septentrionale et deviennent plus profondes vers le Sud. Ce réseau de dépressions assure le drainage naturel des eaux pluviales et leur acheminement vers les oueds bordiers sud (cas d'IssilTfeig), est et ouest (figure 5).

### c. Hydrographie

L'ensemble de la zone d'étude est situé au niveau du Haut Draa, en particulier au niveau du sous bassin versant de l'oued Dades à l'Ouest du cours d'eau Izerki. Au voisinage du site du complexe solaire de Ouarzazate, cette zone d'étude est drainée à l'Est par l'oued Izerki et ses principaux affluents dont l'assif N'Ougni, l'assif Tizerkit au Sud, l'assif IssilTfeig au Sud Est et par l'oued Wargouine à l'Ouest. Le site du complexe solaire est drainé par un réseau de chaâbas et cours d'eau à sec durant une grande

période de l'année sauf en période pluvieuse, dont IssilTfeig. Cette dernière coule vers le Sud-Est en direction de la retenue du barrage Mansour Ed Dahbi. Cet ensemble de cours d'eau dessine ainsi un réseau hydrographique à chevelu moyennement dense.

### 3) les impacts spatiaux positifs et négatifs du site complexe énergétique solaire d'Ouarzazate

#### a. Impactspositifs

#### ❖ grand site de production solaire multi-technologique au monde

| Sections | Capacité (MW) | Superficie (ha) | Stockagethermique (heur) |
|----------|---------------|-----------------|--------------------------|
| NOOR 1   | 160           | 480             | 3                        |
| NOOR 2   | 200           | 680             | 7                        |
| NOOR 3   | 150           | 750             | 8                        |
| NOOR 4   | 70            | 210             | 9                        |

**Figure 6: les quatre projets de Noor Ouarzazate**

Ces quatre projets feront de Noor Ouarzazate le plus grand site de production solaire multi-technologique au monde avec une capacité de 580 MW et un investissement total supérieur à 24 milliards de dirhams, sans compter les infrastructures communes développées par MASEN et l'ONEE pour les besoins des développeurs. Ces infrastructures servent les besoins de connexion électrique, de transport routier, d'adduction en eaux brute et potable, de drainage, de télécom et de sécurité.

#### ❖ Impacts socio- économiques

Les principaux apports du projet de construction des différentes infrastructures communes du complexe solaire d'Ouarzazate seraient:

- La création d'emplois pendant la phase des travaux. En effet, les travaux mis en œuvre pour l'installation et/ou la construction des différentes infrastructures communes étudiées nécessiteront le recours à de la main d'œuvre locale, généralement disponible et peu coûteuse. Les entreprises chargées des travaux recrutent localement pour les opérations de terrassement, de construction et d'installation de pylônes ou poteaux électriques, etc qui ne nécessitent aucune qualification particulière;
- Des emplois temporaires pourront être créés pour les travaux de génie civil, l'assemblage et l'installation des pylônes, le déroulement et l'installation des câbles ainsi que pour le transport de matériaux. Les

travaux d'ouverture de voies d'accès seront aussi assurés par de la main d'œuvre locale;

- A ces emplois temporaires créés directement par les travaux, il faut aussi ajouter la création d'emplois indirects liés à la logistique nécessaire pour le personnel venu de l'extérieur;
- Globalement, la demande en biens et services augmentera et stimulera temporairement l'économie locale;
- En raison des faibles revenus au niveau local et de la part importante de personnes en dessous du seuil de la pauvreté relative dans certaines parties de l'aire d'étude, la distribution de salaires ne peut qu'avoir un impact positif sur la population.
- La publicité touristique et la création des investissements étrangers dans la zone Ouarzazate.

#### ❖ **Impacts sociaux :**

- La contribution à la résolution de certains problèmes de l'infrastructure éducative de base (sanitaires, électricité, entretien ;...), afin de réduire le taux d'analphabétisme qui est alarmant dans les douars de la zone d'étude en particulier chez les femmes;
- L'amélioration de la couverture en services de soins des populations par l'équipement des infrastructures et l'affectation du personnel soignant; etc.

#### **b. Impacts négatifs:**

##### ❖ **consumation eaux Barrage Al-Mansour Ed Dahbi**

Le barrage d'Al-Mansour Ed Dahbi joue un rôle important dans l'approvisionnement en eau potable et en eau d'irrigation des oasis du Draa, qui, en raison du manque d'eau de surface, stocke l'eau des montagnes environnantes est le seul fournisseur d'eau à Draa. Mais la mise en place de ce complexe solaire dans la région et la fourniture de ce complexe avec de l'eau industrielle pour la production d'énergie électrique peuvent empêcher l'arrivée des tirs des barrages sur Draa central et inférieur (Agdaz, Zagora, Tagounite, M'hamid El Ghizlane, ...)

##### ❖ **Surexploitation de l'eau du Barrage Al Mansour Ed Dahbi**

En aval, le site Ramsar du Moyen Draa, qui inclue le Lac du barrage Mansour Ed Dahbi pourrait être affecté en cas de mortalité d'avifaune aquatique migratrice, par percussion ou électrocution sur la ligne électrique 60 KV.

##### ❖ **Haute la température, due au projet énergétique solaire**

Selon l'enquête sur le terrain avec la population locale près du site du complexe d'énergie Noor, il a été constaté que la plupart de la population retourne la cause de la température excessive au cours des dernières années en raison de ce complexe d'énergie solaire Noor.

### Conclusion

Cette étude a tenté de répondre aux impacts positifs et négatifs du grand site énergétique solaire "Noor" à Ouarzazate, dans le sud-est du Maroc. A travers ce travail, il a été démontré que ce site énergétique a plusieurs impacts positifs sur le terrain en général et surtout sur le domaine socio - économique et social; ce projet là crée de l'emploi pendant la phase des travaux mis en œuvre pour l'installation et/ou la construction des différentes infrastructures communes étudiées nécessiteront le recours à de la main d'œuvre locale, Quant au domaine social, il a contribué à la résolution de certains problèmes de l'infrastructure éducative de base (sanitaires, électricité, entretien ;...).

En effet, le projet d'énergie solaire à Ouarzazate n'a pas beaucoup d'impacts négatifs sur le terrain, mais des actions tribales doivent être entreprises pour que les problèmes environnementaux et sociaux de ce projet ne soient pas exacerbés à long terme.

### Bibliographies:

- Agence marocaine pour l'énergie durable (Masen), 2016.
- Etude d'impacts environnement du plan de développement du site complexe énergétique solaire d'Ouarzazate, agence marocaine pour l'énergie solaire (Masen), 2012.
- **M. Agoussine et autre**, reconnaissance des ressources en eau du bassin d'Ouarzazate (sud –Est Marocain), bulletin de Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Terre, n° 26, Maroc, 2004, p 81 – 92.
- **M. Marcisova**, l'énergie solaire, université Palacky Olomouc, Tchèque, 2011, p 6.
- projet de parc photovoltaïque de Villbois commune de Villbois dans l'Ain Décembre, étude d'impacts sur l'environnement, France, 2014, p20.
- **Sara Hamdani**, étude comparative de trois technologies photovoltaïques sous le climat d'Ouarzazate, installation de la métrologique PROPRE. MA. Université sidi Mohamed ben Abdellah, faculté des sciences et technique Fès, Maroc, 2016, p 12.

**Sites Web:**

-<http://www.buzzons.ca/posetacolle:quels-sont-les-impacts-de-energie-solaire-sur-environnement>, Posée par Jacob Gonthier, Ottawa – 17 juin 2015

-<https://orientxxi.info> › Magazine › Reportage, posée 10 décembre 2015.