

# CONCOURS D'IDÉES 2020

## Prévisions solaires avec l'apprentissage automatique

objectif : développer un outil permettant de prévoir le potentiel de migration vers l'énergie solaire. outil accessible au grand public.

## **Prévisions solaires avec l'apprentissage automatique**

### **Problématique :**

Le Maroc a lancé en 2009 un ambitieux programme énergies renouvelables et souhaite en ambitionnant de couvrir à l'horizon 2030 plus de 50% de ses besoins en énergie électrique par un mix énergétique durable.

Dans ce mix énergétique durable, nous trouvons l'éolien, le solaire et l'hydraulique. Nous nous intéressons plus particulièrement à l'énergie solaire compte tenu du fait que la position géométrique du Maroc lui permet d'avoir un ensoleillement de plus de 3.000 heures par an et une irradiation moyenne de près de 2372 kwh/m<sup>2</sup>/an, Ainsi que les politiques énergétique et climatique du Maroc ont connu « des développements majeurs » au cours des dernières années selon un rapport publié le 7 mai 2019 par l'Agence internationale de l'énergie (AIE).

Le fait le plus connu au sujet de l'énergie solaire est qu'elle représente une source d'énergie propre et verte. L'énergie solaire est un excellent moyen de réduire notre empreinte carbone. Ainsi qu'il n'y a rien dans l'énergie solaire qui pollue la nature, elle ne libère pas de gaz à effet de serre, et à l'exception de la nécessité d'une source d'eau propre pour fonctionner, elle n'utilise absolument aucune autre ressource. Par conséquent, elle est écologique. Pourtant, les gens sont toujours dans le doute de l'utiliser. Selon les dernières données de l'AIE portant sur 2017, l'agence rappelle que la consommation d'énergie primaire du Maroc repose encore à presque 90% sur les énergies fossiles.

Cependant, les équipements d'énergie solaire s'avèrent encore coûteux et complexes, ce qui les rend difficilement accessibles aux citoyens moyens. Il est donc difficile pour lui d'adopter pour des usages domestiques plusieurs équipements particulièrement complexes (module PV, contrôleur de charge, batterie, etc.). En raison de cette complexité, il sera encore plus difficile de connaître quoi faire lorsque le système tombe en panne.

Non seulement cela, mais les gens ont tendance à penser qu'il est trop coûteux de passer à l'énergie solaire. Prenant exemple qu'aux états unis 97% des Américains surestiment le coût des panneaux solaires, selon l'Organisation mondiale de la nature.

Alors que les panneaux solaires n'étaient utilisés que pour les riches et soucieux de l'environnement, la récente demande d'énergie propre a provoqué une montée en popularité.

## **Prévisions solaires avec l'apprentissage automatique**

La production massive de panneaux solaires a entraîné une baisse générale des prix. Le prix des panneaux solaires a chuté de près de 80 % depuis 2008.

Cette forme d'énergie renouvelable est plus accessible que jamais. Pourtant, au cours de cette même période, les coûts accessoires, tels que les ventes, le marketing et l'étude, sont restés presque complètement stagnants. Selon l'association des industries de l'énergie solaire (AIES), au quatrième trimestre 2016, les coûts accessoires représentaient 67% des coûts d'installation du solaire résidentiel. Cela a déplacé l'élan pour la croissance de l'industrie solaire du développement de technologies moins chères à une focalisation sur les moyens d'attaquer les coûts faibles en diffusant plus efficacement les informations aux clients solaires potentiels.

### **Synthèse de la problématique :**

- La complexité des installations solaires pour un usage domestique.
- La problématique de calcul de retour sur investissement.

# Solution

### introduction à la solution proposée

La prévision de l'énergie solaire n'est pas un processus facile car elle dépend en grande partie des conditions climatiques, qui fluctuent dans le temps. Pour surmonter les défis mentionnés ci-dessus, il est important d'employer des méthodes nouvelles et intelligentes pour obtenir des résultats valides et précis. À ce jour, les méthodes d'apprentissage automatique (ML) ont retenu l'attention de nombreux chercheurs et développeurs dans le domaine des prévisions de production d'énergie solaire en plus d'autres domaines tels que la résolution des équations différentielles partielles .

Notre objectif alors est de créer un outil qui rende l'information sur le potentiel de passage à l'énergie solaire accessible à un public plus large (les ménages ,petites industries ,exploitation agricoles,complexes touristiques,grandes surfaces ...), réduisant ainsi le coût des études aux différentes phases d'approche de transition énergétique .

#### Addresses

région	<input type="text" value="souss Massa"/>
ville	<input type="text" value="Agadir"/>
quartier	<input type="text" value="Elhouda"/>
code postal	<input type="text" value="80070"/>

#### vos prédictions solaires

indicateur	valeur
Capacité d'installation	11.11 kw
retour annuel	4500 dh
point mort d'investissement	22,22 ans
énergie de sortie annuelle	9479.64 Kwh / an

#### informations d'installation

montant à investir	<input type="text" value="100 000 dh"/>
direction	<input type="text" value="N"/>
inclinaison °	<input type="text" value="30"/>

une interface prévisionnelle de notre solution, qui prédit le rendement attendu d'un utilisateur habitant à Agadir

## **Prévisions solaires avec l'apprentissage automatique**

### **les données utilisées**

Les données de ce projet provenaient de deux sources, toutes deux gérées par le NREL. La première est The OpenPV Project, qui contient des données relatives à plus d'un million d'installations de panneaux solaires aux États-Unis (nous avons choisi ces données car elles sont disponibles et nous pouvons y compter sur, en attendant d'avoir un accès à une base de données marocaine). Cet ensemble de données comprend les éléments suivants:

- Production annuelle d'énergie
- Coût d'installation
- La superficie
- L'orientation
- L'inclinaison
- Le type de technologie
- etc

Le deuxième ensemble de données provient de la base de données nationale sur le rayonnement solaire (National Solar Radiation Database, NSRDB). Cet ensemble de données comprend des mesures horaires de:

- Le rayonnement
- La température
- La vitesse du vent
- La position du soleil

### **les variables**

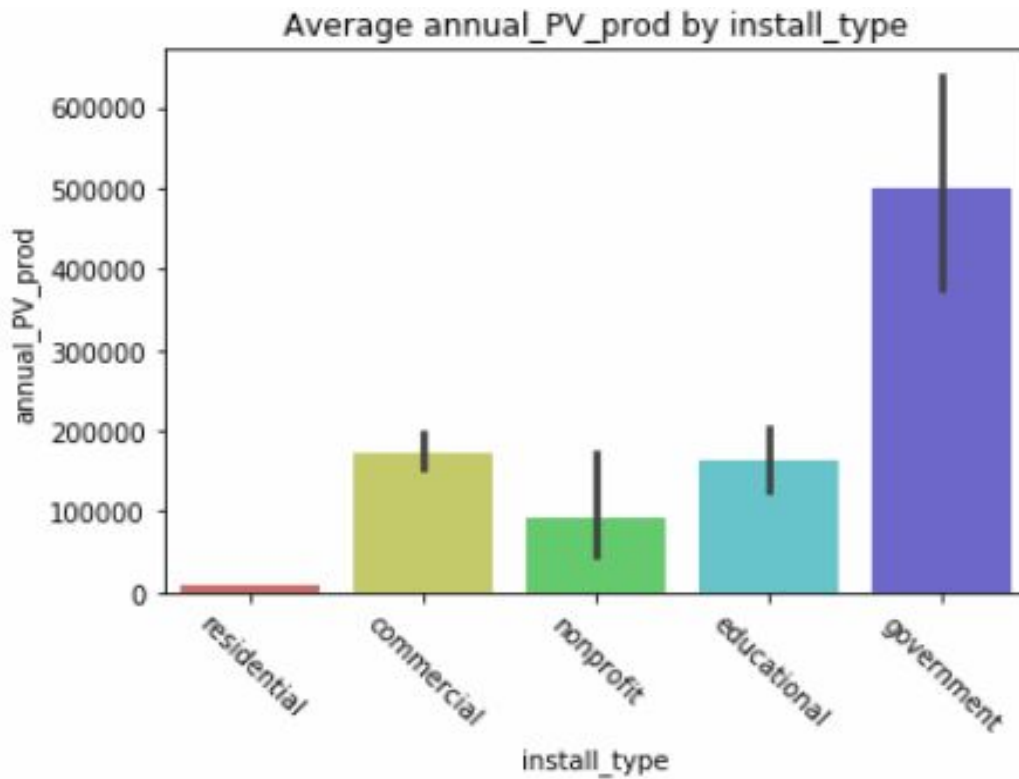
Sur la base d'une analyse exploratoire, nous avons choisi les variables suivantes pour construire un modèle de production annuelle d'énergie.

- capacité d'installation en kw
- différence d'inclinaison optimale
- Type de technologie
- Diffuse Horizontal Irradiance(DHI)
- Direct Normal Irradiance (DNI)
- vitesse du vent
- azimut

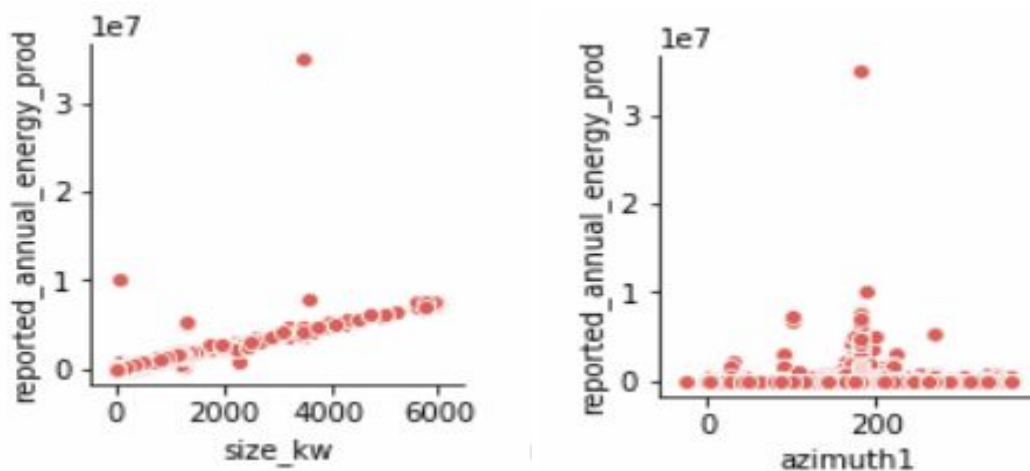
## Prévisions solaires avec l'apprentissage automatique

### visualisation des données

Nous faisons une analyse exploratoire des données pour voir ce que les données peuvent dire, est en conclusion connaître plus sur vos données avant de les injecter dans un modèle d'apprentissage machine, ci-dessous une partie parmi autres de ces analyses :



Par exemple, le secteur le plus producteur d'énergie dans nos données est le gouvernement suivi par les autres (éducation, commercial... etc).



## Prévisions solaires avec l'apprentissage automatique

Dans le graphique à gauche nous pouvons remarquer une forte relation linéaire entre la capacité et l'énergie annuelle produite, et c'est bien!

À droite, vous pouvez remarquer les valeurs énergétiques les plus élevées en valeur azimut = 200 °.

### modèle forêt aléatoire “random forest”

Dans l'ensemble de données Le modèle de régression linéaire obtient 71% de performance de prédiction lorsque la forêt aléatoire atteint une précision de 97% -et c'est un bon résultat- .

Jusqu'à présent, nous allons utiliser le modèle de forêt aléatoire en raison des meilleures performances qu'il a montrées.



### application web

En construisant un modèle d'apprentissage automatique qui prédit le coût d'installation et la production annuelle d'énergie d'une future installation solaire, et que se basera et comptera sur l'historique des données collectées par les stations marocaines dans le domaine des énergies renouvelables et l'efficacité énergétique ou les instituts de recherche en énergie solaire.

Au fait l'étude montre que les techniques réseau de neurones artificiels prédisent le rayonnement solaire plus précisément par rapport aux méthodes conventionnelles, en plus le modèle ML, utilise les méthodes statistiques qui sont des formules et techniques mathématiques traditionnelles qui ont été utilisées historiquement à des fins de prévision il combine les résultats des prévisions de ces différentes méthodes en une prévision plus précise. ainsi que l'utilisateur déterminera facilement l'angle idéal pour le rendement maximal

## **Prévisions solaires avec l'apprentissage automatique**

de son installation et prévoir avec précision l'énergie solaire produite tout au long les différentes saisons et conditions climatiques.

ces modèles sont le pilier de mettre en œuvre une application Web conviviale qui montre aux utilisateurs combien ils devraient s'attendre à économiser sur leur facture d'énergie chaque année en passant au solaire.

### **conclusion**

Dans l'ensemble, ceux qui cherchent à installer des panneaux solaires devraient faire tout ce qui est en leur pouvoir pour maximiser les bénéfices. S'il y a le choix entre payer pour installer des panneaux de suivi, plus d'inclinaison, etc., ou installer des panneaux supplémentaires, les panneaux supplémentaires seront presque toujours le bon choix.

En utilisant l'apprentissage automatique, nous avons construit un modèle qui donne des prédictions très précises du retour attendu sur l'énergie généré par un panneau solaire potentiel, et le rendra bientôt facilement accessible via une application web. Des outils tels que celui-ci, qui utilisent les techniques d'apprentissage automatique décrites ci-dessus, rendront plus largement disponibles les informations concernant la capacité de passer au solaire, ce qui réduira finalement les coûts modérés d'installation et accélérera la transition vers les énergies renouvelables.

Enfin et par notre projet nous contribuerons par la suite au rôle du Royaume du Maroc dans la lutte contre le changement climatique qui s'est fixé des objectif ambitieux pour porter la part d'énergies renouvelables dans son mix énergétique à 52% en 2030.



## Prévisions solaires avec l'apprentissage automatique

### **Idée et réalisation :**

Elouafi Mohamed

Mahmoud Fatima Ezzahra

Taki Wafa

### **Adresses email :**

[m.elouafi18@gmail.com](mailto:m.elouafi18@gmail.com)

[fatimaelzahraemahmoud@gmail.com](mailto:fatimaelzahraemahmoud@gmail.com)

[takiwafa@gmail.com](mailto:takiwafa@gmail.com)