



# Les nouvelles technologies marocaines

---

RENCONTRE MAROCO – ITALIENNE : Pour une transition des énergies propres en Afrique

BADR IKKEN

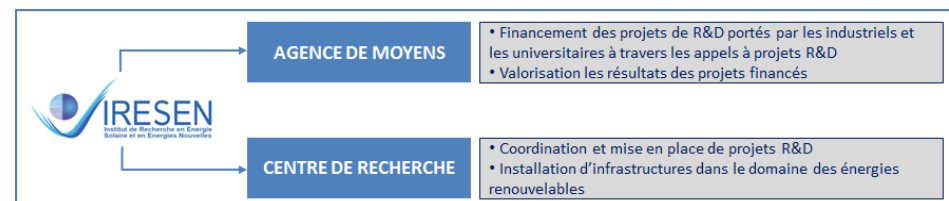
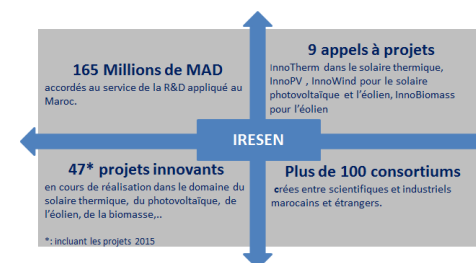
# SOMMAIRE

---

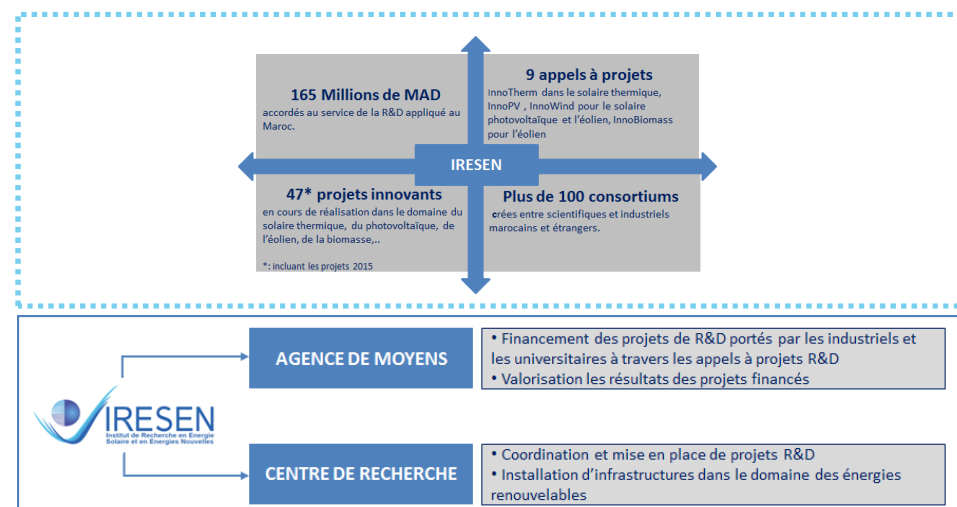


- PRESENTATION DE L'IRESEN
- FINNANCEMENT DE PROJETS INNOVANTS
  - Photovoltaïque
  - Stockage
  - Solaire Thermique
- INFRASTRUCTURES R&D – POTENTIEL ET PRIORITES
  - Green Energy Park

# Présentation d'IRESEN



# Financement de projets Innovants



# THEMATIQUES

**2012**

**2013**

**Solaire thermique et  
ses applications**



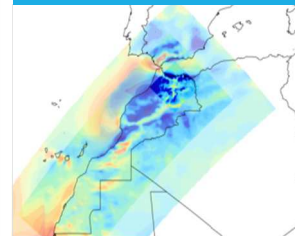
**Stockage**



**Traitement de l'eau  
utilisant les EnR**



**Evaluation des  
ressources**



**Photovoltaïque et  
éolien**



**Photovoltaïque**



**Solaire Thermique  
(CSP)**



**Smart Grids**



**Biomasse**



**Mobilité électrique**



**2014**

**2015**



# APPLICATION PHOTOVOLTAÏQUE

## R&D: PROJET SOLEIL



### Optimisation de rendement photovoltaïque par un nettoyage Low cost Ecologique

#### BUDGET DU PROJET

Financement IRESEN : 1 225 148 MAD

Investissement global : 1 709 000 MAD

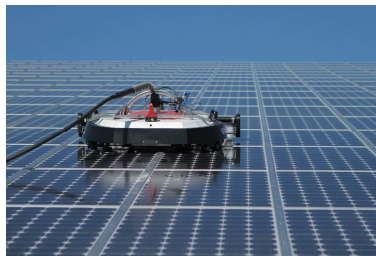
#### PARTENAIRES

Ecole Normale Supérieure, Université Mohammed V, Rabat, CEA-INES, Jet Alu Maroc, HéliosLite

#### OBJECTIFS DU PROJET

Le projet « SOLEIL» a pour ambition d'optimiser la productivité photovoltaïque dans un climat désertique par le développement:

- de solutions préventives et correctives d'encrassement des modules CPV et des panneaux PV sur tracker biaxe,
- ainsi que des solutions écologique de nettoyage.



#### RETOMBÉES DU PROJET

- Développement d'une méthode de nettoyage économique et écologique
- Optimisation du rendement des modules photovoltaïques

# APPLICATION PHOTOVOLTAÏQUE R&D: PROJET PROPRE.MA



## PROductivité Photovoltaïque à l'échelle REgionale dans tout le Maroc

### BUDGET DU PROJET

Financement IRESEN : 4 564 816 MAD

Investissement global: 13 575 013MAD

### PARTENAIRES

Université Ibnou Zohr, Université Sultan Moulay Ismail, Université Hassan 2 Mohammedia, Université Cadi Ayyad, Université Chouaib Doukkali, Université Moulay Ismail, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Université Hassan Premier, Université Al Akhawayn, Université Ibn Tofail, Université Abdelmalek Essadi, Université Hassan 2, Université Mohamed Premier, Université Mohamed 5 Agdal, RESING



1. ENSA Tanger, UAE



2. FS Tetouan, UAE



3. FP Nador, UM1



4. FS Oujda, UM1



5. FS Kenitra, UIT



6. ENS Rabat, UM5A



7. EST Meknès, UMI

**PROPRE.MA (2014-2016), objectif global du projet**  
Concevoir des cartes du productible photovoltaïque pour les technologies silicium monocristallin, polycristallin et amorphe connectées au réseau avec calibration au sol utilisant 20 générateurs identiques.

### PROPRE.MA, le réseau

Le réseau est formé des 22 enseignants chercheurs représentant les 21 institutions associées au projet. Le groupe de chercheurs est formé d'un noyau dur d'experts et de facilitateurs locaux dont le rôle est de mobiliser et d'agréger des ressources humaines locales autour du projet.

### PROPRE.MA inclut, chaque année

40 Étudiants en Master qui bénéficient de bourses durant leur stage  
2 Doctorants en formation Doctorale à Marrakech  
10'000 kWh environ d'électricité annuellement économisée par établissement  
150 tonnes de CO<sub>2</sub> annuelles non rejetés dans l'atmosphère



8. FS Fès, USMB



9. FST Mohammedia UH2M



10. FS Casablanca, UH2M



11. FS Ifrane, UA



12. EST Guelmim, UIZ



14. FST Beni Mellal, USMS

13. FST Settat, UH1

15. ENSA Safi, UCA

16. FS Marrakech, UCA

17. FST Errachidia, UMI

18. FS Agadir, UIB

19. FP Ouarzazate, UIZ



# APPLICATION PHOTOVOLTAÏQUE R&D: PROJET MORESOLAR



## Paramétrage et prédiction de la production des fermes solaires au Maroc

### BUDGET DU PROJET

Financement IRESEN : 2 171 592 MAD

Investissement global : 3 470 000 MAD

### PARTENAIRES

Université Internationale de Rabat,

Université Ibn Tofail, University of

Leeds, Jet Alu, Meteo control

### OBJECTIFS DU PROJET

Développement d'un système de monitoring et de control hybride adaptatif pour les installations PV à grande échelle.

Développement d'un système de prédiction du productible solaire adapté à l'environnement Marocain.



### RETOMBÉES DU PROJET

- Développement d'une méthode de monitoring, de control et de prédiction
- Optimisation de l'intégration du PV au réseau électrique





# APPLICATION PHOTOVOLTAÏQUE R&D: PROJET LOUCOM



## Production du module et tracker photovoltaïque à concentration au Maroc

### BUDGET DU PROJET

Financement IRESEN : 2 171 592 MAD

Investissement global : 3 470 000 MAD

### PARTENAIRES

Université Internationale de Rabat,

Université Sidi Mohammed Ben

Abdeallah, AIC Metallurgie / Delta

holding, MAGPOWER

### OBJECTIFS DU PROJET

Ce projet traite du photovoltaïque à concentration et son application au Maroc et ambitionne de développer cette technologique à faible coût et adaptés aux conditions climatiques extrêmes:

- Développement de nouvelle structure métallique,
- Développement de pylones innovants,
- Développement de trackers précis,
- Développement de nouvelle structure optique.



### RETOMBÉES DU PROJET

- Développement du photovoltaïque à concentration pour les conditions extrêmes et à faible coût.

# APPLICATION PHOTOVOLTAÏQUE R&D: PROJET MICRO ONDULEUR PV



## Développement d'un Micro-onduleur Photovoltaïque

### BUDGET DU PROJET

Financement IRESEN : 1 100 567 MAD

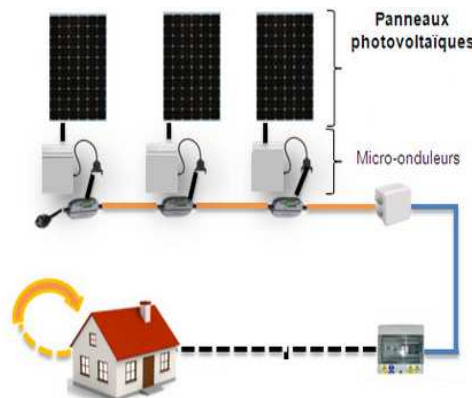
Investissement global : 1 790 498 MAD

### PARTENAIRES

Moroccan Foundation for Advanced  
Science, Innovation & Research  
(MAScIR), ADETEL

### OBJECTIFS DU PROJET

Le projet «MicroOnduleur » vise à concevoir un système électronique miniaturisé intégré sur un panneau photovoltaïque permettant le transfert et le monitoring de la puissance générée par ce dernier.



### RETOMBÉES DU PROJET

- Fort potentiel de commercialisation
- Développement d'une nouvelle génération de convertisseurs intégrés au module photovoltaïque

# APPLICATION POUR LE STOCKAGE R&D: PROJET BATTERIES



## Les batteries Lithium-ion : Une solution de choix pour le stockage de l'énergie solaire

### BUDGET DU PROJET

Financement IRESEN : 2 454 734 MAD  
Investissement global : 3 604 980 MAD

### PARTENAIRES

Université Cadi Ayyad - Laboratoire de  
Chimie des Matériaux et de  
l'Environnement, Consejo Superior de  
Investigaciones Cientificas, ESPAGNE  
ICMM-CSIC, REMINEX - MANAGEM

### OBJECTIFS DU PROJET

Concevoir et mise en place de batteries performantes de point de vue énergétique en insistant sur l'aspect 'Matériaux'. Les matériaux d'électrode à base de ressources minérales marocaines (Phosphate, cobalt, nickel, manganèse...) ont été valorisés et utilisés pour développer ces batteries innovantes.



### RETOMBÉES DU PROJET

- Développement de batteries performantes 100% marocaines.
- Valorisation de matériaux locaux pour la production des batteries

# APPLICATION SMART GRID R&D: PROJET TAHALA GRID



## Intégration optimal de la production décentralisée d'un projet Micro-Grid intelligent dans un village de Tafraouet

### BUDGET DU PROJET

Financement IRESEN : 3 348 882 MAD

Investissement global : 6 092 306 MAD

### PARTENAIRES

Université Cadi Ayyad, L'Université

Hassan Premier de Settat, Enrafrique,

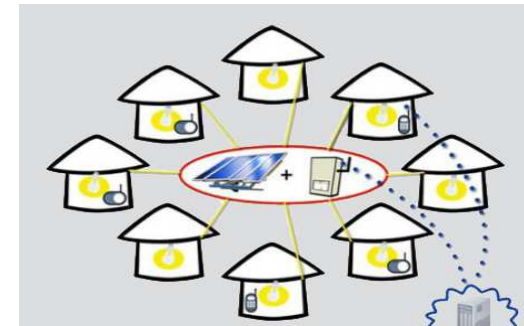
AHAD TAHALA, EROM



### OBJECTIFS DU PROJET

Le projet « Tahalagrid » a pour ambition de développer sur une durée de 24 mois un projet démonstrateur Micro-grid de taille significative incluant 8 bâtiments publics.

Le projet Micro-grid intelligent (TAHALAGRID) vise à implémenter une architecture énergétique locale innovante et transposable, optimisant l'intégration de la production décentralisée (solaire photovoltaïque, solaire thermique), le pilotage dynamique de charges, et la modélisation de la production locale.



### RETOMBÉES DU PROJET

- Développement d'un démonstrateur Micro-Grid.
- Architecture énergétique innovante et transposable.

# APPLICATION POUR LE TRATEIEMENT DE L'EAU

## R&D: PROJET AQUASOLAR



### Couplage Energie Solaire à Concentration et photovoltaïque pour le Dessalement de l'Eau au Maroc

#### BUDGET DU PROJET

Financement IRESEN : 4 454 816 MAD

Investissement global : 8 294 725 MAD

#### PARTENAIRES

Financement IRESEN : 4 454 816 MAD

Investissement global : 8 294 725 MAD

#### OBJECTIFS DU PROJET

Réalisation de la première installations de dessalement de l'eau mobile et modulaire fonctionnant exclusivement à l'énergie solaire (Photovoltaïque et thermique).



#### RETOMBÉES DU PROJET

- Développement de station de traitement des eux modulaires adaptés au besoin.
- **Utilisation de la station pour la formation et la recherche dans l'optimisation des procédés et des composant**



# APPLICATION URBAINE R&D: PROJET SOL'R SHEMSY



## Conception et réalisation de chauffe-eaux solaires Made in Morocco

### BUDGET DU PROJET

Financement IRESEN : 3 010 043 MAD

Investissement global : 5 958 000 MAD

### PARTENAIRES

Ecole Supérieure de Technologie de  
Fès, Energypoles SA, SIE



### OBJECTIFS DU PROJET

Améliorer, Innover, créer et rendre le chauffe eau solaire accessible pour le logement social.

Développer un modèle de chauffe eau solaire à tubes sous vides dont 90% des constitutants seront fabriquées localement.

Concevoir un procédé industriel complet pour la réalisation des chauffe eaux solaires.



### RETOMBÉES DU PROJET

- Développement d'un chauffe eaux solaire low cost Made in Morocco.
- Concevoir un procédé industriel complet pour la réalisation des chauffe eaux solaires.

# APPLICATION URBAINE R&D: PROJET COLDSUN



Développement d'une solution de climatisation solaire innovante de 200KW, utilisant un champ solaire de type Fresnel.

## BUDGET DU PROJET

Financement IRESEN : 4 904 869 MAD

Investissement total : 6 880 130 MAD

## PARTENAIRES

Université Moulay Ismail Maroc

ENSAM Meknès, Maroc, INTERTRIDIM

Maroc, AQYLON France



## OBJECTIFS DU PROJET

Développement d'une solution de climatisation solaire efficace et compétitive et utilisation d'une combinaison innovante :

- Champs solaire Fresnel moyenne concentration développé au Maroc,
- Système frigorifique à deux temps avec un meilleur rendement,
- Stockage de chaleur pour une utilisation continue même en absence de rayonnement solaire.



## RETOMBÉES DU PROJET

- Production d'un Kilowatt heure de froid à 12 Dh (la moins chère des technologies renouvelables),
- Potentiel d'économie de 1 million de TEP et **3,7 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>** avec un taux de pénétration de **50%** (secteur tertiaire et particuliers)
- Grand Potentiel d'intégration locale.

# APPLICATION URBAINE R&D: PROJET HYBRID BATH



## Systèmes solaire/biomasse pour l'eau chaude et le chauffage dans les Hammams

### BUDGET DU PROJET

Financement IRESEN : 2 075 011 MAD

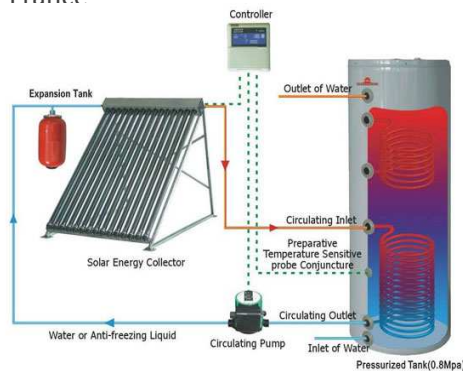
Investissement total : 5 346 300 MAD

### PARTENAIRES

Université Cadi Ayyad Maroc, CNEREE

Maroc, Water Sol Maroc, BUILDIT

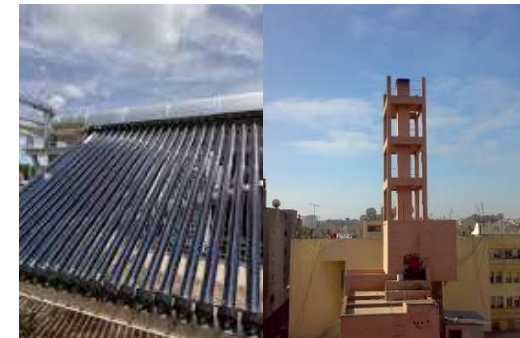
France



### OBJECTIFS DU PROJET

Ce projet s'intéresse au développement de techniques de production de fluides chauds. Ces derniers serviront à produire l'eau chaude sanitaire (ECS) et à chauffer ces bains traditionnels en s'appuyant sur les nouvelles techniques d'énergie solaire et de biomasse.

L'hybridation solaire-biomasse est réalisée pour la première fois au Maroc, dans un secteur où les chaudières traditionnelles sont encore utilisées.



### RETOMBÉES DU PROJET

- Potentiel d'économie de 5 Mt de bois-énergie par an et près de 20 Mt de CO<sub>2</sub>. Amélioration du rendement des hammams de 30% à 80% avec l'utilisation de chaudières efficaces et hybridation solaire.

# APPLICATION AGRICOLE PROJET SSH



## Conception d'un séchoir solaire hybride autonome et intelligent

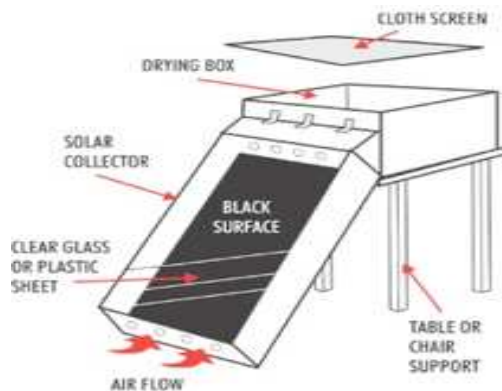
### BUDGET DU PROJET

Financement IRESEN : 1 980 983 MAD

Investissement total : 2 637 696 MAD

### PARTENAIRES

Université cadi Ayyad, CNEREE, RAMO Industrie, Pépinière Chaymae, CADVALORISATION, CNRS



### OBJECTIFS DU PROJET

Le but du projet est de réaliser un séchoir solaire adapté au contexte marocain avec de la matière première marocaine et équipé d'un système de contrôle et de régulation, à la fois, de la température, de l'humidité et de débit d'air asséchant.

La source principale de ce séchoir est le soleil, néanmoins il sera équipé d'une source de chaleur secondaire afin de palier à l'intermittence de la première source.



### RETOMBÉES DU PROJET

- Développement d'un **outil écologique** de valorisation des produits locaux en milieu rural,
- Avec quelques modifications, le système peut être adapté à d'autres produits.

# APPLICATION AGRICOLE R&D: PROJET CLIMSOL



## Lutte contre les vagues de chaleurs excessives par la climatisation solaire au service du secteur avicole

### BUDGET DU PROJET

Financement IRESEN : 2 413 238 MAD

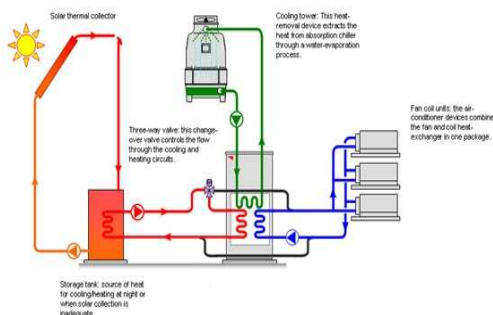
Investissement total : 3 009 836 MAD

### PARTENAIRES

Université Abdelmalek Essaadi,

Université du Travail Charleroi,

TURDEL, Sor Tech AG



### OBJECTIFS DU PROJET

Entre **2009 et 2010 les vagues de chaleur estivale excessive qu'a connu le Maroc ont affecté plus de 6000 aviculteurs et causés des pertes de plusieurs millions de dirhams** avec un impact tout aussi négatif pour le consommateur.

Le projet vise le développement d'un système de climatisation solaire étudié et adapté aux besoins de l'aviculture en utilisant des capteurs solaires sous vide et des systèmes à adsorption.



### RETOMBÉES DU PROJET

- Développer une climatisation solaire adaptée aux besoins locaux,
- Grâce à un investissement raisonnable, éviter des pertes pouvant aller jusqu'à 100 MDh.



# APPLICATION INDUSTRIELLE R&D: PROJET SFLASH



## Développement d'un procédé de séchage flash solaire des phosphates

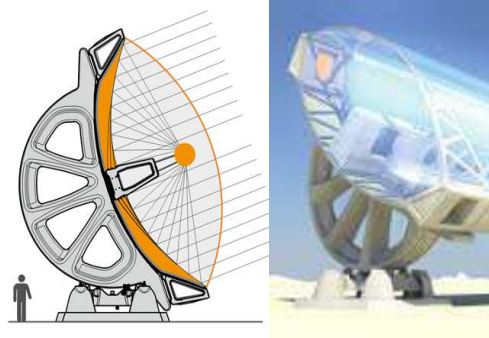
### BUDGET DU PROJET

Financement IRESEN : 3 768 241 MAD

Investissement total : 6 451 312 MAD

### PARTENAIRES

Université Euro-méditerranéenne de  
Fès, Le Centre Technique Avanzado des  
Energies Renouvelables, Groupe OCP



### OBJECTIFS DU PROJET

Une unité de séchage flash des phosphates est en cours d'acquisition par l'OCP pour le séchage des phosphates transportés par slurry-Pipeline destinés à l'exportation.

Le présent projet vise à munir le séchoir-Flash d'une unité pilote pour alimentation en énergie solaire. Les résultats du projet de recherche seront exploités par l'OCP pour mettre en place une installation industrielle pour le séchage des phosphates marocains.



### RETOMBÉES DU PROJET

- Pour l'unité de traitement de 8000t/jour, les économies estimées de fioul sont de 80000 Litres/jour,
- Les économies de carburant pourraient alléger la facture énergétique de 100M Dh par an.

# APPLICATION INDUSTRIELLE R&D: PROJET MCS BITUME



## Maintien en chauffe d'un stockage de bitume par des panneaux solaires à haute énergie

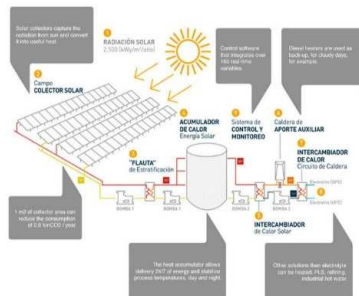
### BUDGET DU PROJET

Financement IRESEN : 2 635 796 MAD

Investissement total : 4 535 923 MAD

### PARTENAIRES

Université Internationale de Rabat,  
Université Abdelmalek Essaadi, Bituma  
Maroc, Trisolar France



### OBJECTIFS DU PROJET

Ce projet s'inscrit dans le cadre de l'amélioration du tissu industriel marocain via le développement d'une solution innovante dans le stockage thermique. L'objectif principal du projet consiste dans la réalisation d'un pilote industriel de maintien en chauffe d'un stockage de bitume de 80 tonnes à une température de 150 °C par des panneaux solaires. L'étude de faisabilité d'un transfert industriel à l'échelle réel sera faite par la suite.



### RETOMBÉES DU PROJET

- Développement d'une technologie écologique nouvelle,
- Potentiel de commercialisation du produit à l'étranger notamment en Afrique.

# APPLICATION DANS LE TRANSPORT

## R&D: PROJET ELEC SOCIAL SERVICES



### Implémentation des véhicules électriques dans le système du transport à Benguérir

#### BUDGET DU PROJET

Budget global : 1 726 519,12 MAD

#### PARTENAIRES

MEMEE, La Commune de la Ville de Benguérir, IRESEN and Green Energy Park, GIZ, Jet Alu Maroc, Petring energy GmbH, Renault Maroc, NGO à Bengérir



#### OBJECTIFS DU PROJET

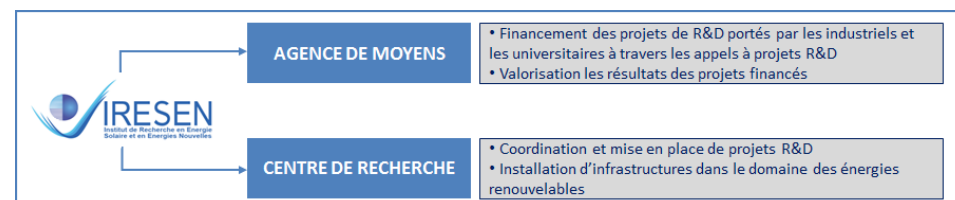
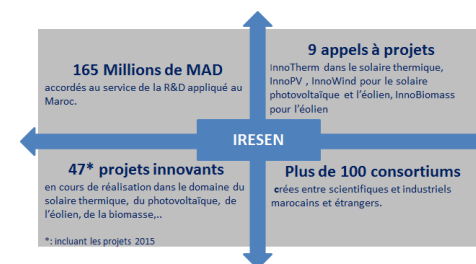
L'éco-mobilité est une alternative durable au transport conventionnel, en terme de consommation des combustibles fossiles et de pollution de l'atmosphère. En effet, le parc automobile marocain compte plus de 3 millions de véhicules dont 58% sont au diesel, Leur remplacement par des véhicules électriques permettrait d'éviter l'émission de plus de **458 tonnes équivalent CO2 par km**. La mise en œuvre de ce projet dans la ville de Benguérir permet d'étudier les différents aspects de la mise en œuvre du transport durable et des principaux freins technologique à son développement dont la durée de vie et l'autonomie des batteries.



#### RETOMBÉES DU PROJET

- Développement de la recherche dans la thématique du stockage et de la durée de vie des batteries par la création de nouvelles solutions,
- Développement de modèles d'impact social et économique de la mobilité verte sur le Maroc,

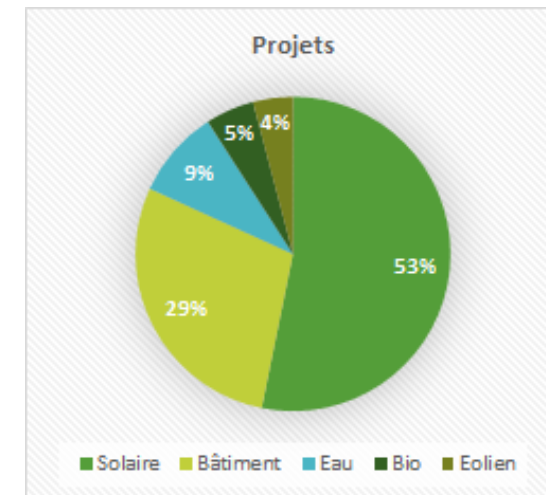
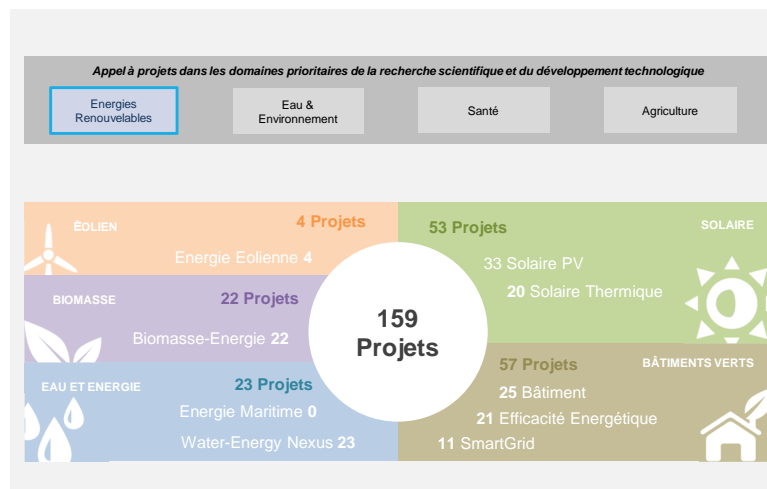
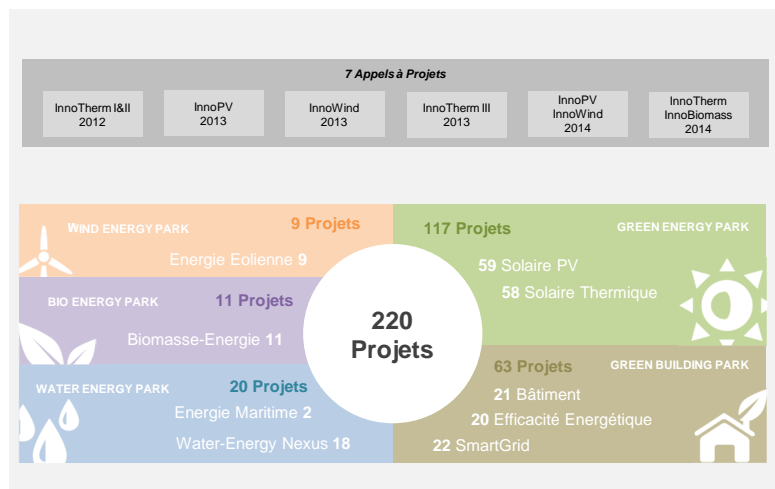
# Infrastructures de recherche appliquée



# ETUDE DE PRIORISATION

Dans le but d'encourager la recherche et développement dans les différents secteurs prioritaires identifiés par le Royaume et ayant attrait à l'énergie et afin de soutenir le Maroc dans la réussite de sa stratégie énergétique et le respect de ses engagements en termes d'énergies renouvelables, une étude a été menée par des experts de l'Université de Dresde en Allemagne dont l'objet est de:

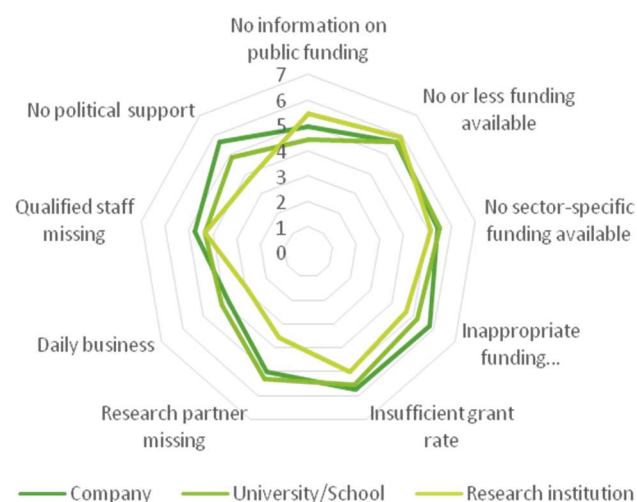
- Identifier et cartographier les compétences des différents acteurs du secteur
- Identifier les besoins et les thématiques de recherche futures
- Identifier et prioriser les thématiques de recherche stratégiques pour le Royaume
- Identifier les services à inclure dans les plateformes de recherche R2I



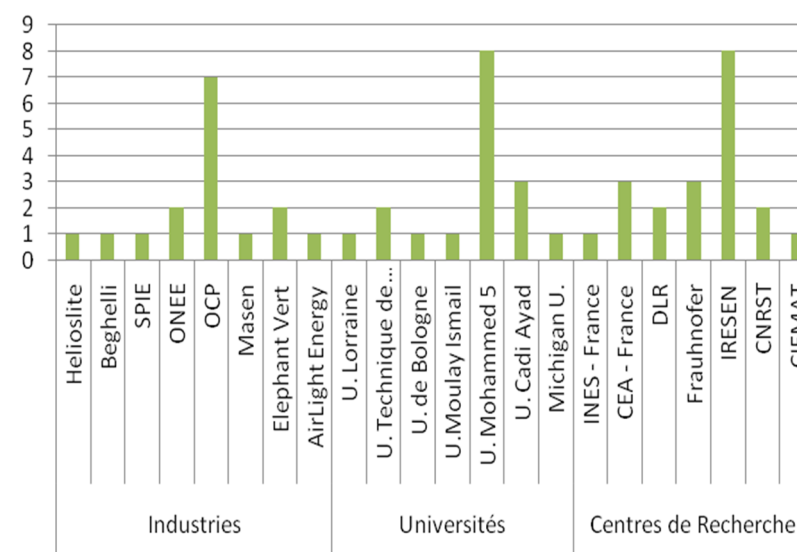


# Environnement de la recherche au Maroc dans le domaine des EnR

L'étude a inclus aussi bien dans le questionnaire que dans les entrevues des questions d'ordre général sur l'environnement de la recherche au Maroc.



Réponse à la question: **Quelles sont les contraintes à la recherche et l'innovation au Maroc?**



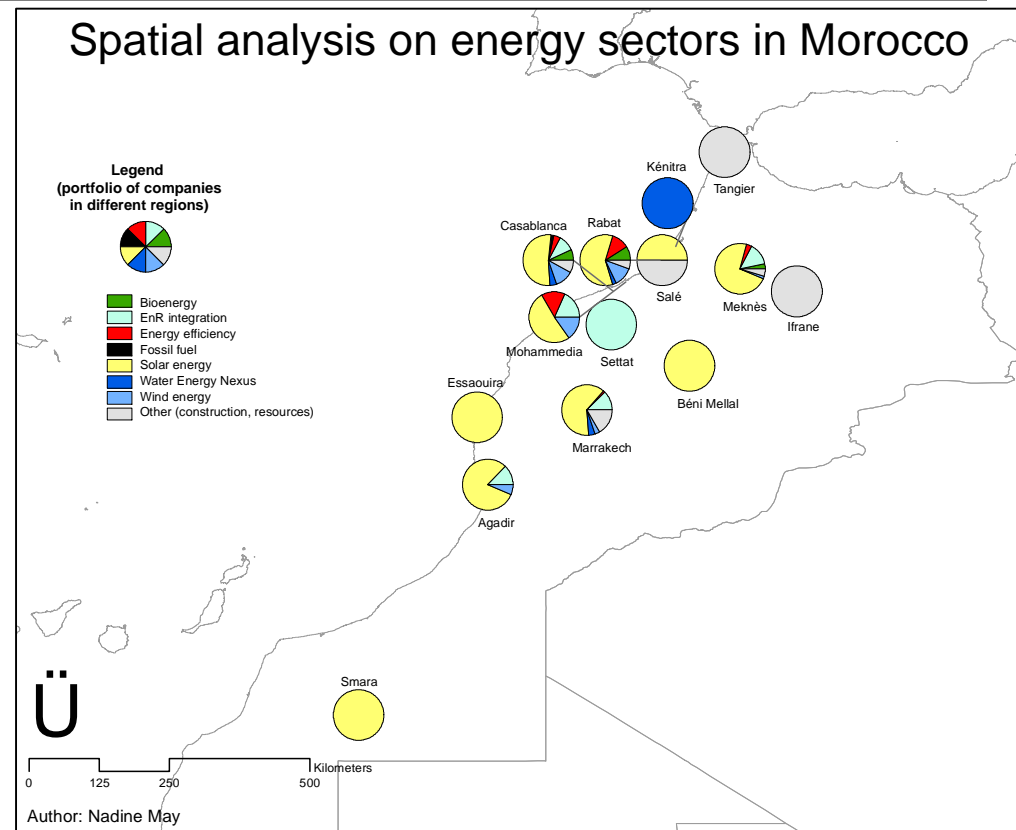
Réponse à la question: **Les partenaires de recherches avec lesquels vous avez les plus de collaborations?**

# ETUDE DE PRIORISATION

## Analyse Spaciale des entreprises marocaines selon leur domaine d'activité

L'analyse des domaines d'activité ayant porté sur les 129 entreprises figurant dans la base de données que nous avons établie a démontré :

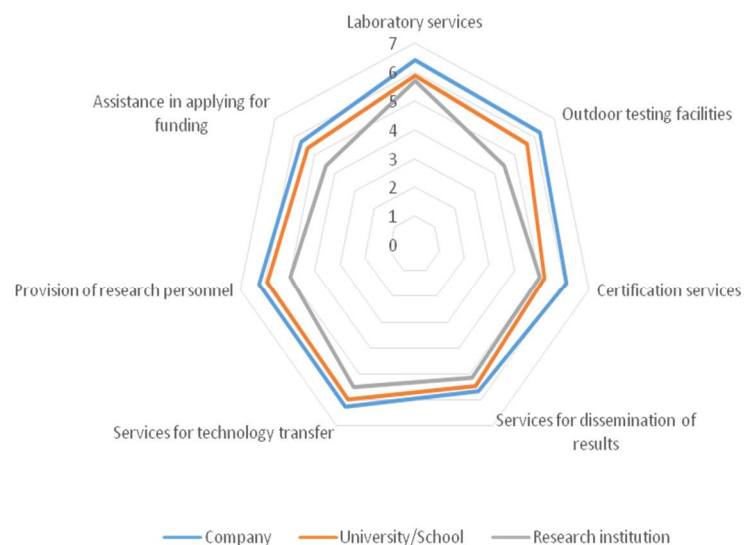
- Large prédominance des entreprises travaillant dans le secteur de l'énergie solaire.
- Sur les cotes atlantiques, le solaire est souvent combiné à la production d'eau et à l'éolienne.
- Sur l'axe Casablanca-Rabat-Meknès, nous notons un grand intérêt pour la biomasse.
- Dans la majorité des grandes villes, l'Efficacité énergétique et l'intégration des EnR sont très présents dans les activités des entreprises.



# ETUDE DE PRIORISATION: RESULTATS

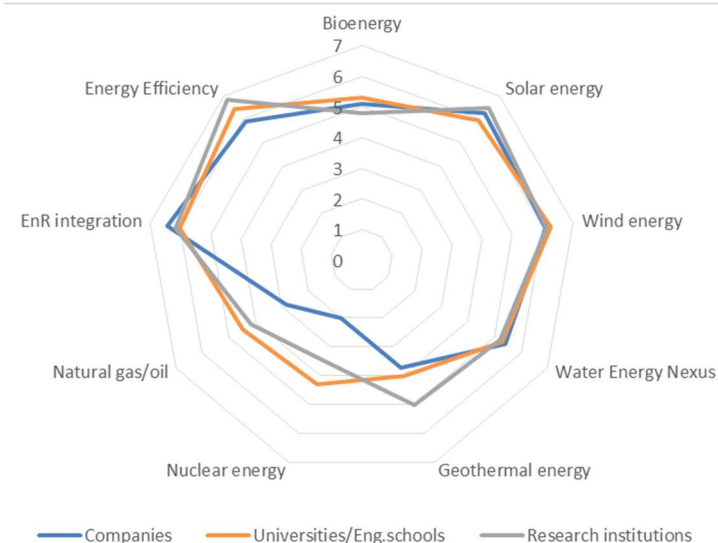
Les services qui intéressent les entreprises et/ou les universités au sein des plateformes de recherche:

- **Les laboratoires indoor**
- **La formation et le transfert de technologie**
- **La plateforme de test outdoor**
- **La certification**
- **L'appui aux start-ups et l'incubation**



Les résultats de l'étude démontrent que les thématiques les plus sollicitées sont:

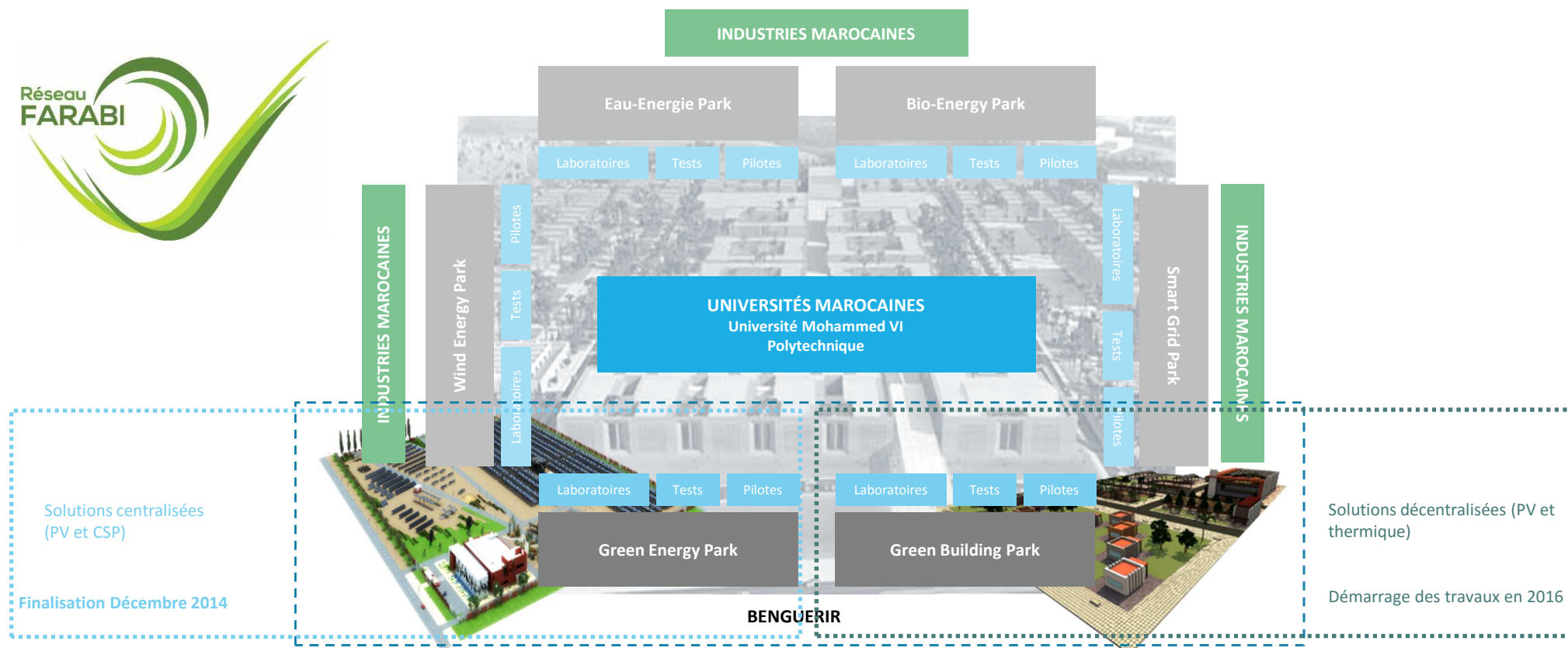
- **Le Solaire (Photovoltaïque, Solaire Thermique)**
- **L'efficacité Energétique et l'intégration des EnR dans les bâtiments**
- **L'éolien**
- **Le Nexus Eau Energie**
- **Biogaz, Biomasse**



# ETUDE DE PRIORISATION: RESULTATS



# RESEAU DE PLATEFORMES R2I





# PLATEFORMES R2I

## CONCEPT DU GREEN ENERGY PARK

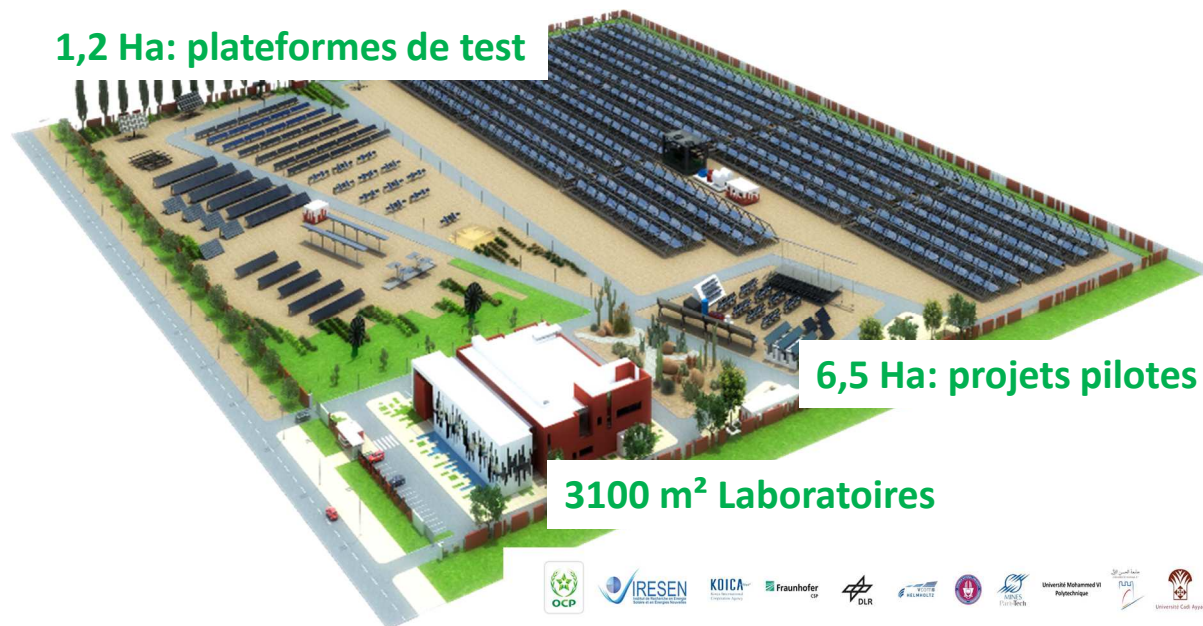


# GREEN ENERGY PARK



- Première plateforme en Afrique, modèle unique en son genre, permettra, d'une part, la création de synergies et la mutualisation des infrastructures de plusieurs institutions marocaines de recherche afin de créer une masse critique et arriver à l'excellence et d'autre part, l'acquisition du savoir et du savoir-faire par l'Université Mohammed VI Polytechnique et plusieurs universités partenaires ainsi que les industriels marocains.

1,2 Ha: plateformes de test

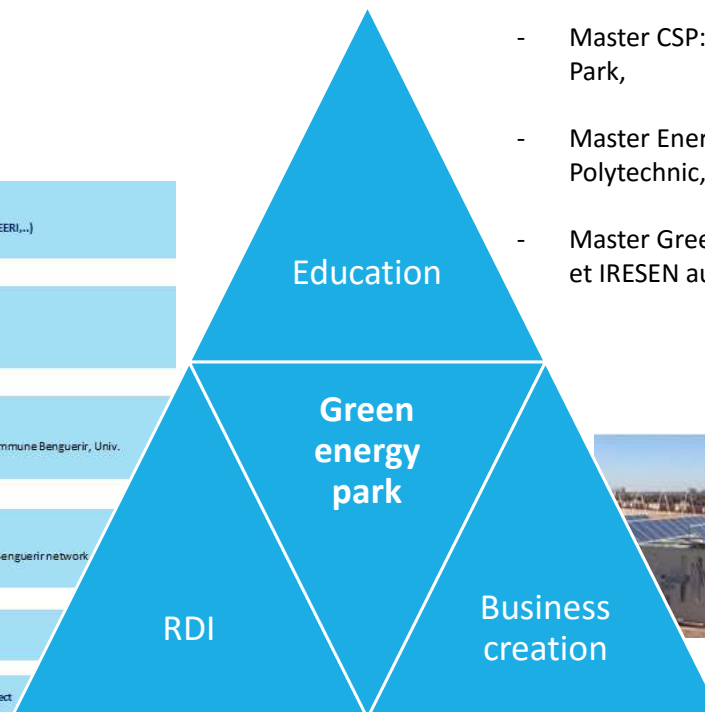
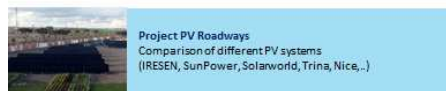
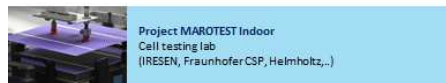
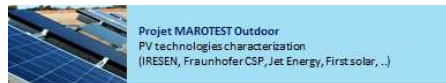


6,5 Ha: projets pilotes

3100 m² Laboratoires



# GREEN ENERGY PARK



- Master CSP: Cadi Ayyad University, Ciemat et IRESEN au Green Energy Park,
- Master Energies Renouvelables : Université Mohammed VI Polytechnic, Fraunhofer et IRESEN au Green Energy Park,
- Master Green buildings: Université Mohammed VI Polytechnic, ENTPE et IRESEN au Green Energy Park,...



Merci pour votre attention

[Ikken@iresen.org](mailto:Ikken@iresen.org)

