

Mis en œuvre par la:



En coopération avec:



En coopération avec:



# Projet DMS

## Développement du Marché Solaire en Tunisie

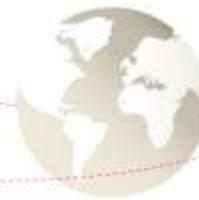
# Modes de Financement des projets solaires en Tunisie

### Session 1:

### Introduction dans le Photovoltaïque

Christopher Gross

Tunis, le 27 Octobre 2014



## La GIZ

- La GIZ intervient en Allemagne et dans plus de 130 pays.
- Volume d'affaires 2013 supérieur à 1,9 milliards d'euros
- Commettant principal : le Ministère Fédéral de la Coopération Economique et du Développement (BMZ) qui représente plus de 1,4 milliard d'euros des recettes du secteur d'utilité publique
- La GIZ intervient pour plus de 300 clients publics et privés en Allemagne et dans les autres pays.
- 16 510 salariés dans le monde



## Le Projet DMS

Le projet „Développement du Marché Solaire en Tunisie“ (DMS) lancé par la GIZ, en collaboration avec l'ANME, envisage l'amélioration des conditions cadre et le renforcement de structures durables du marché photovoltaïque et des Chauffe Eau Solaires en Tunisie.

Le projet est financé par le Ministère Fédéral Allemand de la Coopération Économique et du Développement (BMZ) et comporte trois axes d'intervention :

- Amélioration des conditions cadres pour le développement du marché solaire
- Sensibilisation des investisseurs et identification des segments prometteurs du marché
- Développement du marché dans la région pilote de Sfax



## Résultats prévus

DMS TUN

Impact  
indirect

**Augmentation du volume d'investissements  
(photovoltaïque + solaire thermique)**

Outcome  
(project)

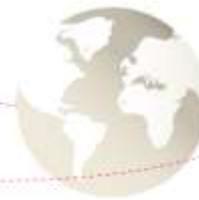
**Les conditions cadres & la prestation de services en  
bénéfice des investisseurs dans les énergies solaires  
sont améliorées**

Outputs  
(compo-  
santes)

**Encadrer le  
marché  
(C1)**

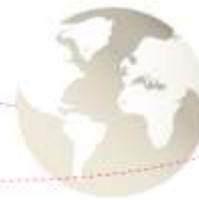
**Elargir le  
marché dans de  
nouvelles filières  
(C2)**

**Renforcer les  
capacités de  
promotion  
locales (C3)**



## Le programme de la formation

- **27.10.14 (demi-journée):** Introduction générale dans le photovoltaïque
  - Développement au niveau mondial et en Tunisie
  - Cadre réglementaire
  - Les aspects technique
  - Session INTERACTIVE!
- **28.10.14:** Application de l'outil de calcul de rentabilité économique des projets photovoltaïques développé par ECLAREON
  - Calculs de rentabilité
  - Critères pertinents pour évaluer la rentabilité des projets PV



# Les présentateurs d'aujourd'hui

## Christopher Gross

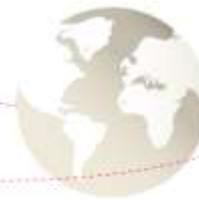
- Diplôme en ingénierie énergétique
- Postes de travail chez JUWI GmbH Allemagne, Banque Mondiale Etats-Unis, BMZ Allemagne, GIZ Nepal, GIZ Allemagne, GIZ Tunisie
- Basé à Tunis depuis 2012 (collaboration avec ANME, STEG, ... sur les sujets d'énergie)

## Amin Chtioui

- Diplôme d'ingénieur en Génie Electrique
- Postes de travail chez NSN, SIEMENS, STEG ER et GIZ Tunisie
- Projet DMS depuis 2014 (collaboration avec ANME, STEG...)

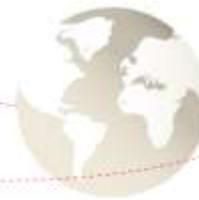
## Ghada Bel Hadj Ali

- Diplôme d'ingénieur en Génie Electrique ENIT
- Postes de travail chez STE Electromécanique, GPE & Maison de l'Energie, Shams Energy Access
- Depuis 2014 GIZ Tunisie / Projet DMS



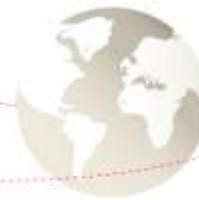
# Introduction dans les ER - Sommaire

- La transition énergétique globale
- L'énergie solaire photovoltaïque dans le monde
- Le Photovoltaïque en Tunisie



## Quelques questions au début

- Quelles sont vos attentes par rapport à la formation?
- Qui dispose déjà des connaissances de base sur les énergies renouvelables?
- Qui a déjà évalué un projet ER / PV?
- Est-ce qu'il y a des banques présentes qui offrent des programmes spécifiques pour les ER? Si oui, quel est votre approche?
- Considérez-vous le secteur d'énergie important pour votre « Daily Business »?



## Il existe plein de sources d'information

### Au niveau national:

- Contact direct avec l'ANME, la STEG, les Installateurs PV, etc.
- Les publications comme le Plan Solaire Tunisien, la strategie 30/30, le marché PV en Tunisie



### Au niveau international:

- Contact/Publications de l'IEA, IRENA, EPIA, Frankfurt School, Deutsche Bank, Bloomberg New Energy Finance, autres

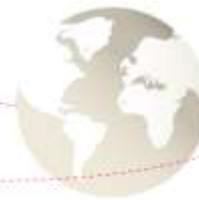
### Rapports en cours de finalisation (GIZ/ANME):

- Modes de Financement des projets solaires en Tunisie (LFS)
- Enabling PV in the MENA region (BSW)
- Le Guide du Photovoltaïque (DGS)
- Guide pour les installations dans les batiments publiques tunisiens (CAMI)

.....etc. etc.



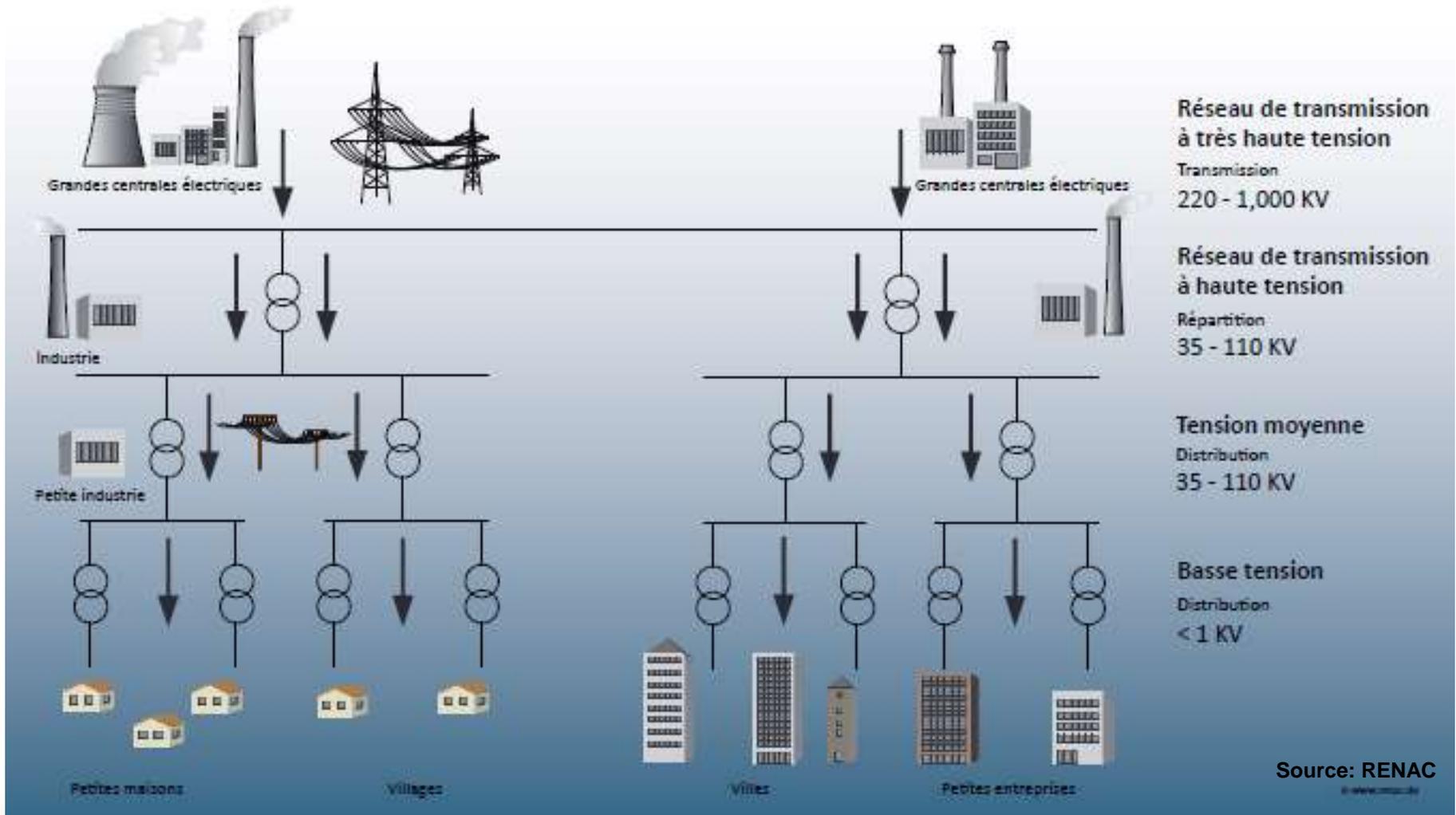
Enabling PV in the MENA Region  
The Emerging PV Market in Jordan



## La transition énergétique globale



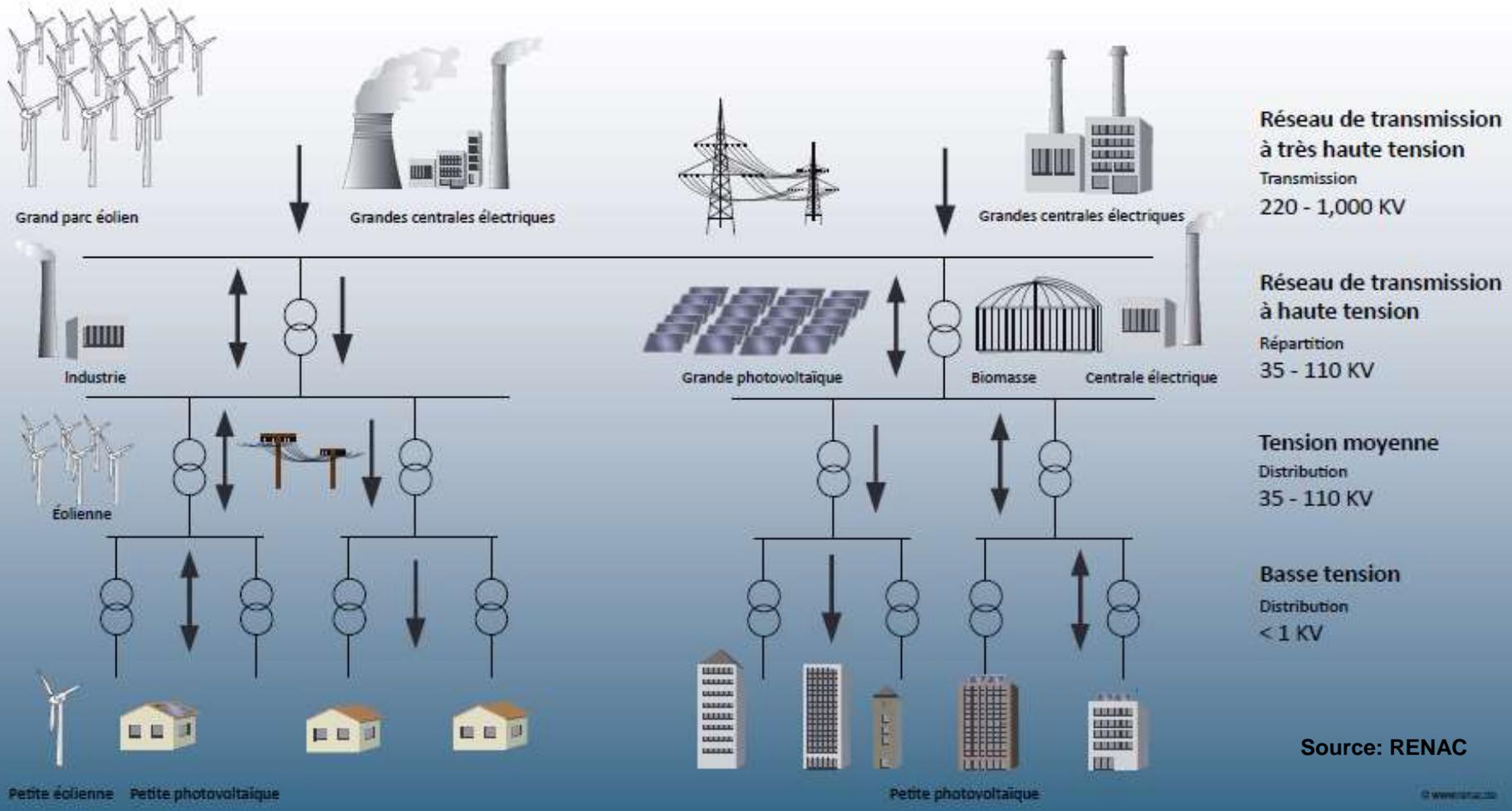
# Le réseau électrique conventionnel

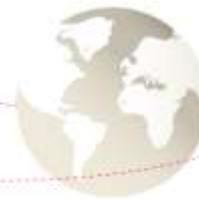


Source: RENAC



# Le réseau électrique moderne



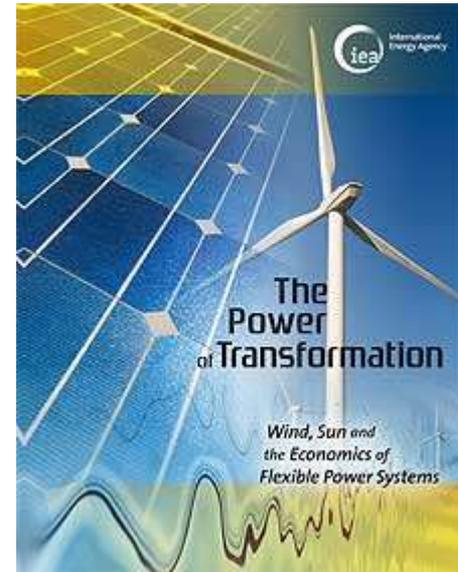


## L'intégration de l'énergie solaire au début ne signifie pas des coûts/actions additionnel nécessaire

**IEA 2014:** Pour tous les pays du monde  
l'intégration de la première 5-10 % des énergies renouvelables (ER)  
ne pose pas aucuns difficultés

(ni techniques, ni économiques) si trois conditions sont pris en compte:

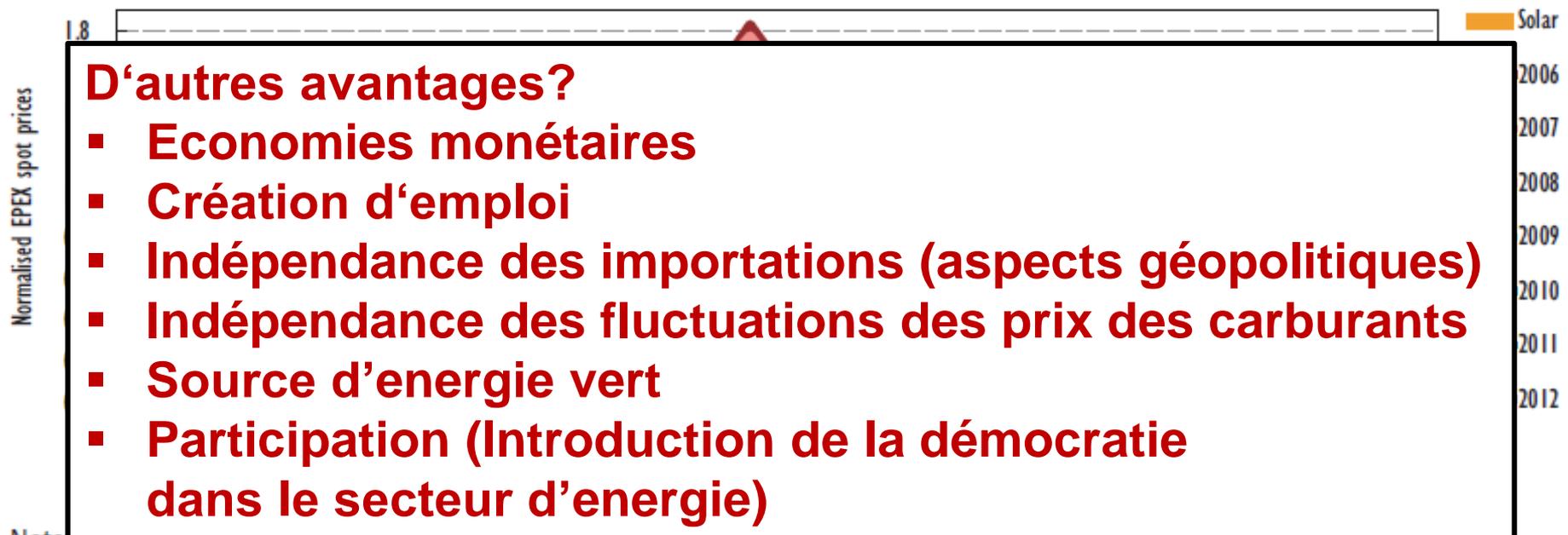
- L'évitement des "points chauds» incontrôlés (beaucoup de déploiement sur une site / point d'injection)
- Les ER doivent contribuer à la stabilisation du réseau en cas de besoin
- (Les prévisions ER doivent être utilisés de manière efficace)
- Ces niveaux de l'intégration sont possibles dans les systèmes existants, car les mêmes ressources flexibles (qui balance le système actuel) peuvent être utilisé pour faire face à la variabilité de l'énergie solaire.
- Ces ressources se compose (i) des centrales flexibles, (ii) de l'infrastructure de réseau, (iii) du stockage et (iv) de la réponse de la demande (Demand-Side Management).





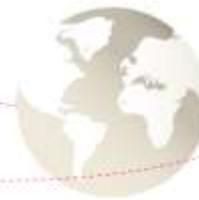
## L'énergie solaire baisse les couts de génération globaux du mix électrique

Figure 2.2 • Shift in German spot market price structure, 2006-12

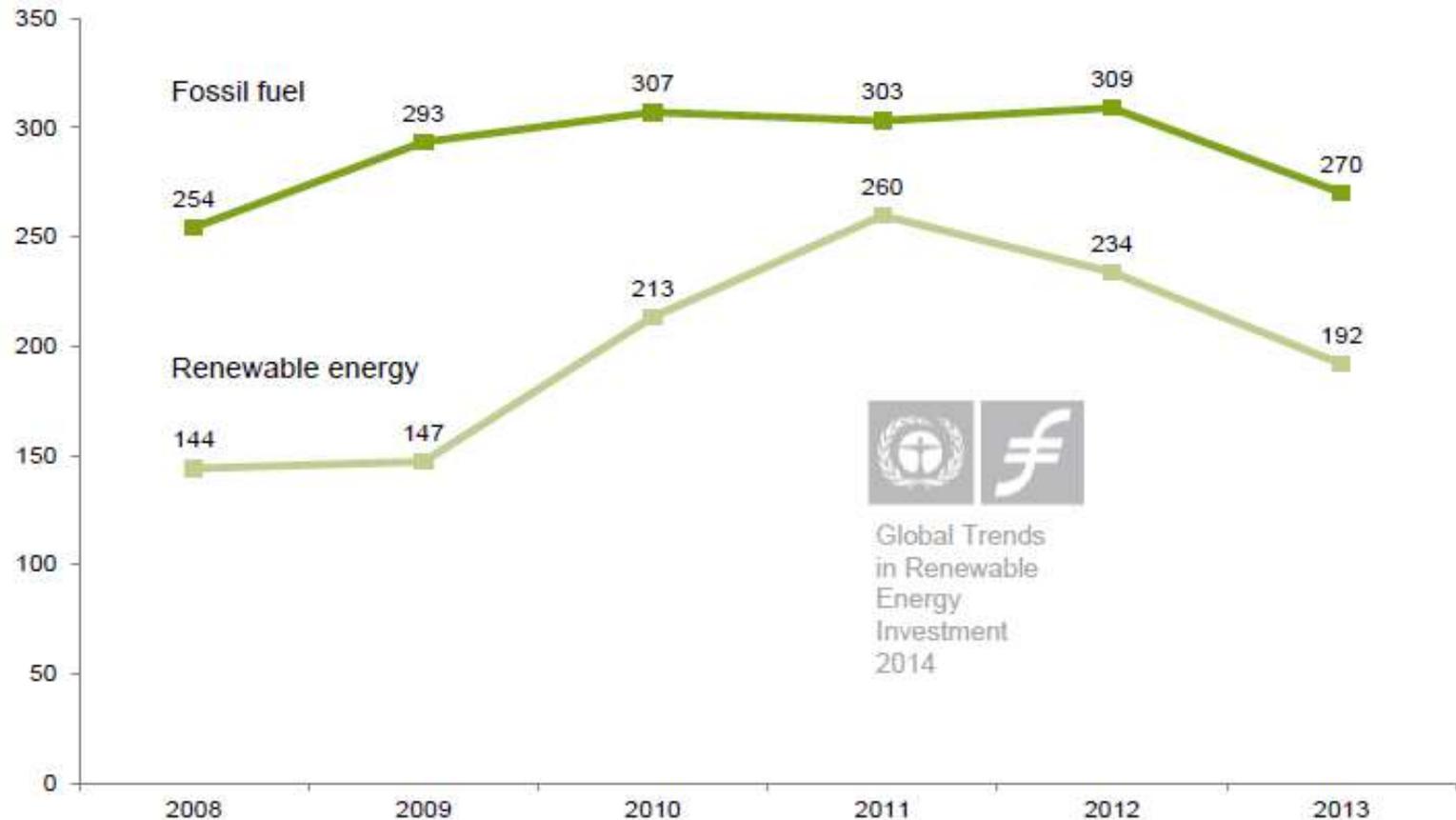


Notes: solar shows indicative average generation profile. Spot prices are normalised to average market prices and shown for summer months.

Source: International Energy Agency (IEA) analysis, based on data from the European Energy Exchange (EEX) data.

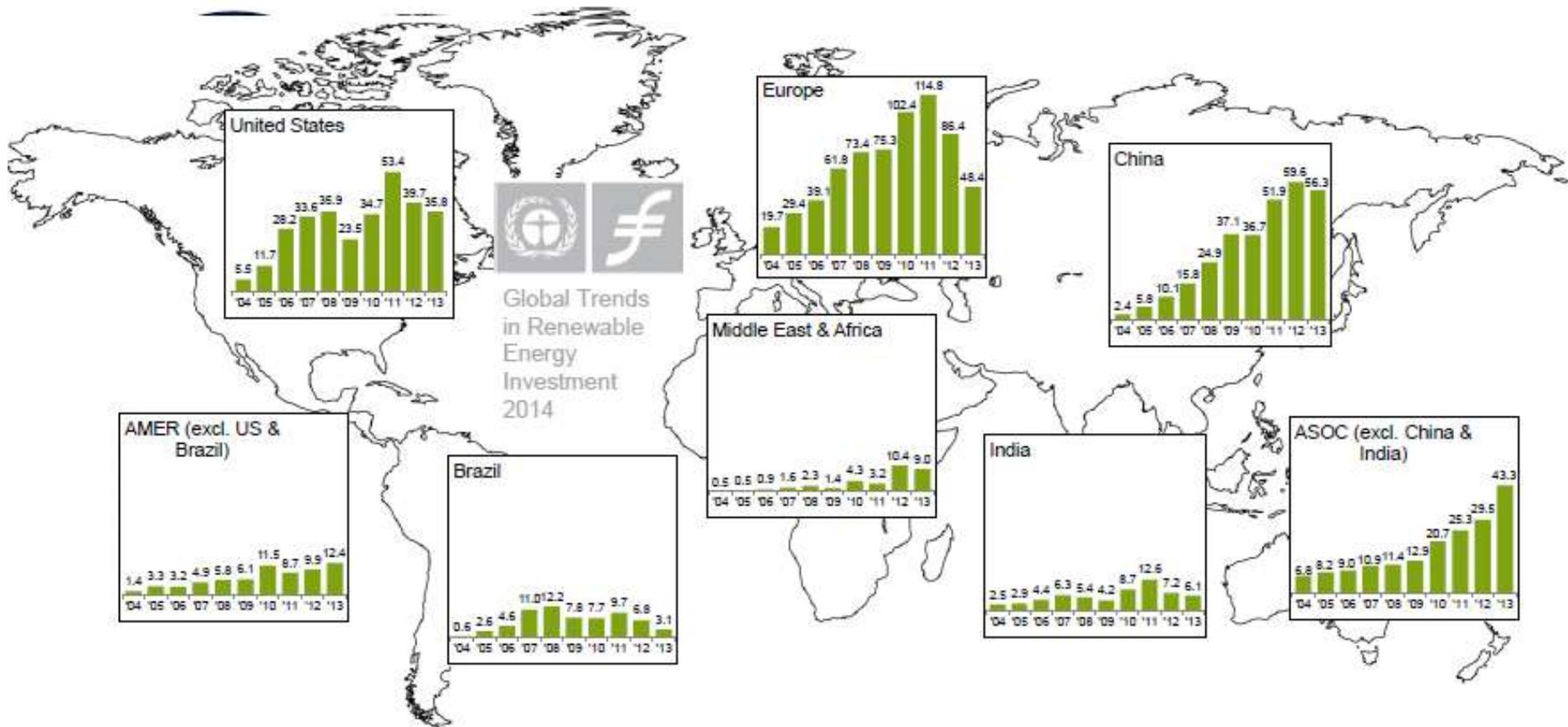


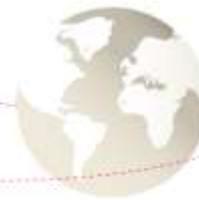
# RENEWABLE INVESTMENT COMPARED TO GROSS FOSSIL-FUEL INVESTMENT, 2008–2013 (\$BN)



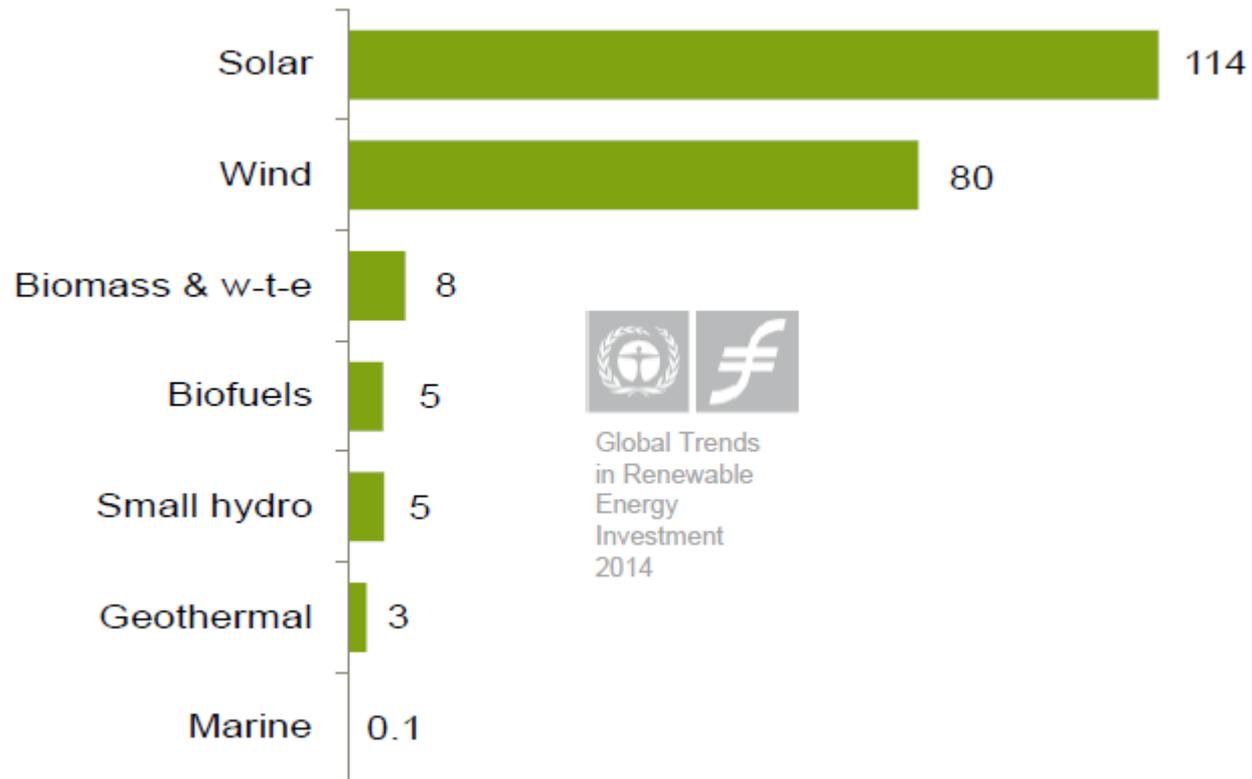


# GLOBAL NEW INVESTMENT IN RENEWABLE ENERGY BY REGION, 2004–13 (\$BN)





# GLOBAL NEW INVESTMENT IN RENEWABLE ENERGY BY SECTOR, 2013

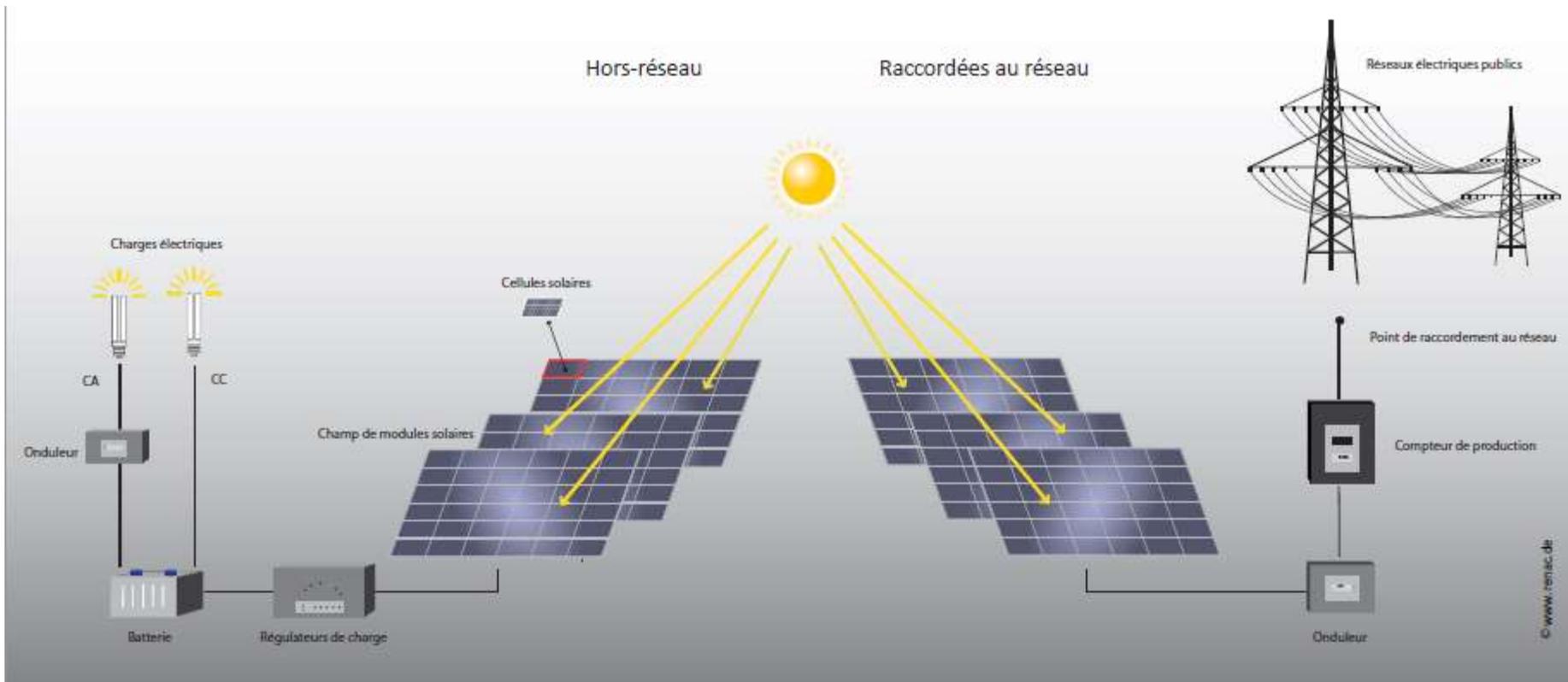




## L'énergie solaire photovoltaïque dans le monde

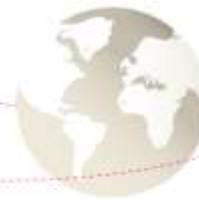


# Classification des systèmes



© www.renac.de

Source: RENAC



## Classement de la capacité des générateurs électriques

1 kW	Petite installation PV résidentiel
1 MW = 1000 kW	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Dans quel unité est-ce qu'on mesure le besoin en énergie?</li> <li>■ Quelle est la consommation moyenne d'un ménage tunisien?</li> </ul>
1 GW = 1000 MW	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Taille moyen d'une turbine éolien (couvre le besoin d'environ 1650 ménages)</li> <li>■ Quelle capacité PV doit-il installé?</li> </ul>
	Taille d'une grande centrale charbon/nucleaire

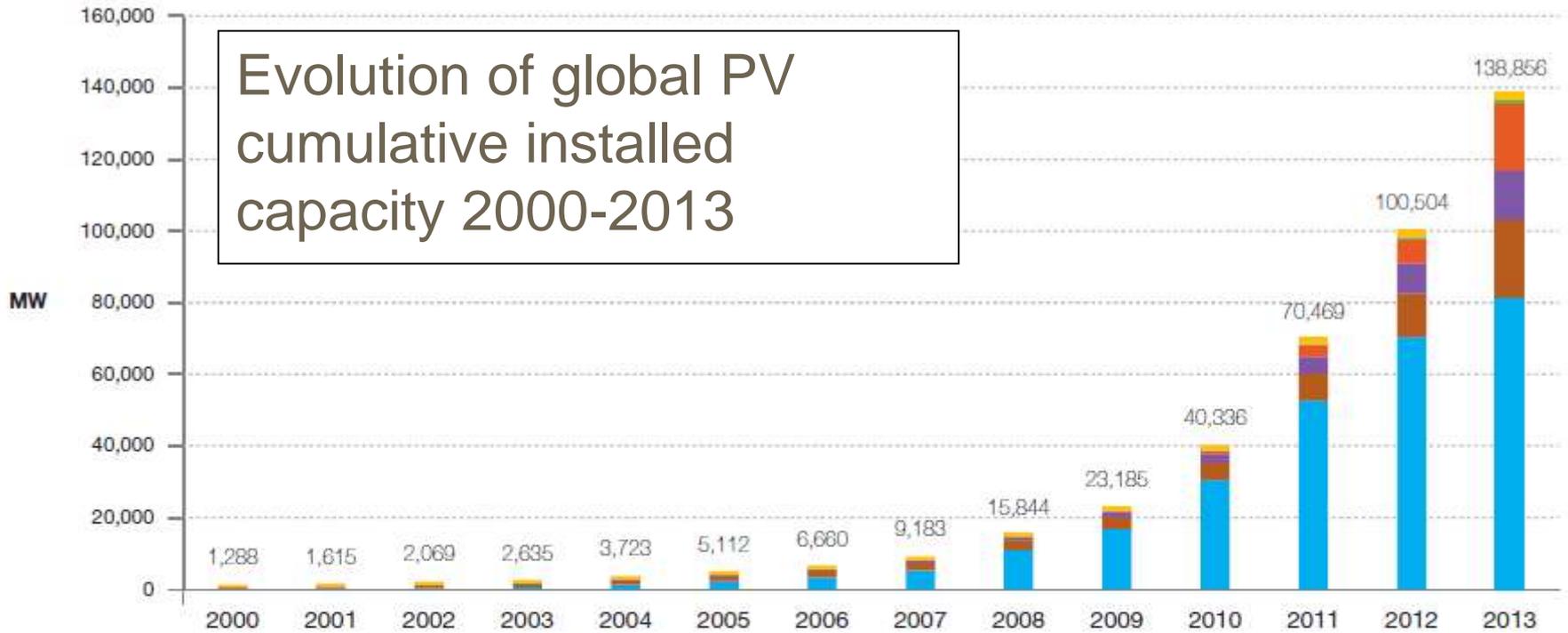
- Capacité du parc des centrales électriques en Tunisie: **4 GW PV ~ 8 MW**
- Capacité du parc en Allemagne: **183,6 GW PV ~ 38 GW**  
**ER ~ 81 GW**



## Global progress in solar PV markets and installation since 2009

	<i>End of 2009</i>	<i>End of 2013</i>
Total installed capacity	23 GW	135 GW
Annual installed capacity	7 GW	37 GW
Annual investment	USD 48 billion	USD 96 billion
Number of countries with >1 GW installed	5	17
Number of countries with >100 MW yearly market	9	23
PV electricity generated during the year	20 TWh	139 TWh
<b>PV penetration levels</b>	<b>% of yearly electricity consumption</b>	
Europe		2.6%
● Germany		5.3%
● Italy		7%

Source: IEA

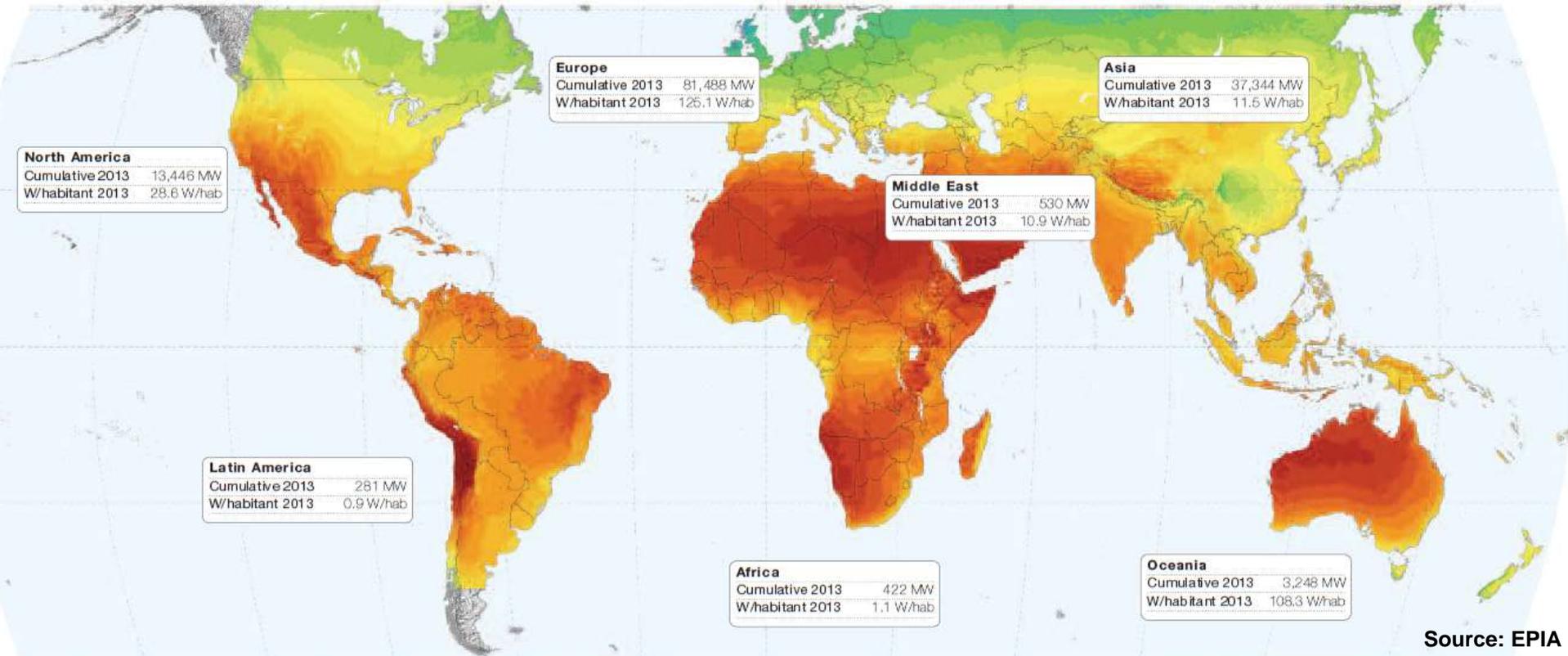


Source: EPIA

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
RoW	751	807	887	964	993	1,003	1,108	1,150	1,226	1,306	1,590	2,098	2,098	2,098
MEA	n/a	n/a	n/a	n/a	1	1	1	2	3	25	80	205	570	953
China	19	24	42	52	62	70	80	100	140	300	800	3,300	6,800	18,600
Americas	21	24	54	102	163	246	355	522	828	1,328	2,410	4,590	8,365	13,727
APAC	368	496	686	916	1,198	1,502	1,827	2,098	2,628	3,373	4,951	7,513	12,159	21,992
Europe	129	265	399	601	1,306	2,291	3,289	5,312	11,020	16,854	30,505	52,764	70,513	81,488
<b>Total</b>	<b>1,288</b>	<b>1,615</b>	<b>2,069</b>	<b>2,635</b>	<b>3,723</b>	<b>5,112</b>	<b>6,660</b>	<b>9,183</b>	<b>15,844</b>	<b>23,185</b>	<b>40,336</b>	<b>70,469</b>	<b>100,504</b>	<b>138,856</b>

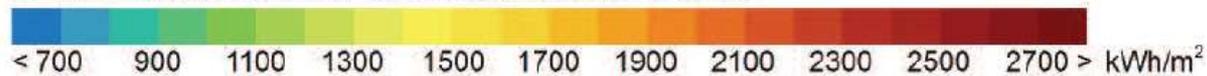


# Global PV regional installations per habitant



Source: EPIA

Long-term average of annual sum of global horizontal irradiation

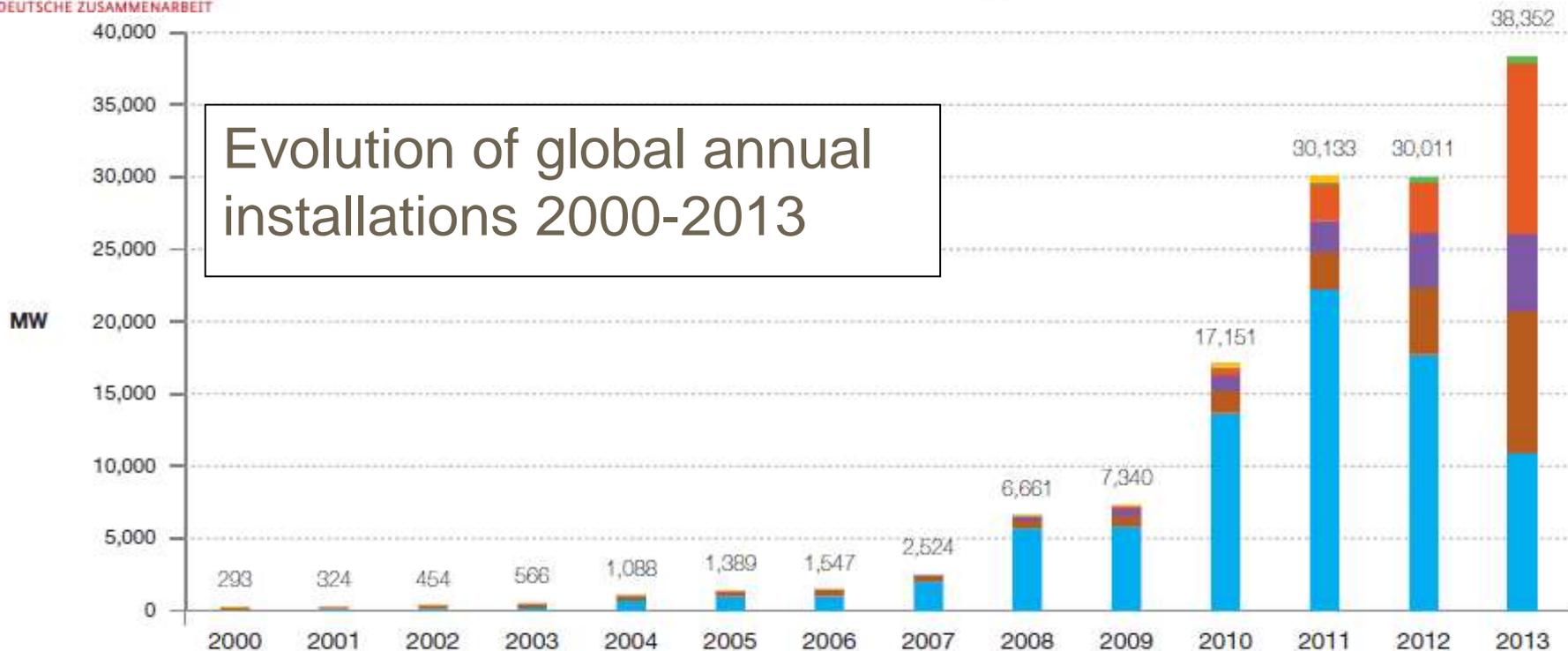


SolarGIS © 2013 GeoModel Solar

**GeoModel**  
SOLAR



## Evolution of global annual installations 2000-2013

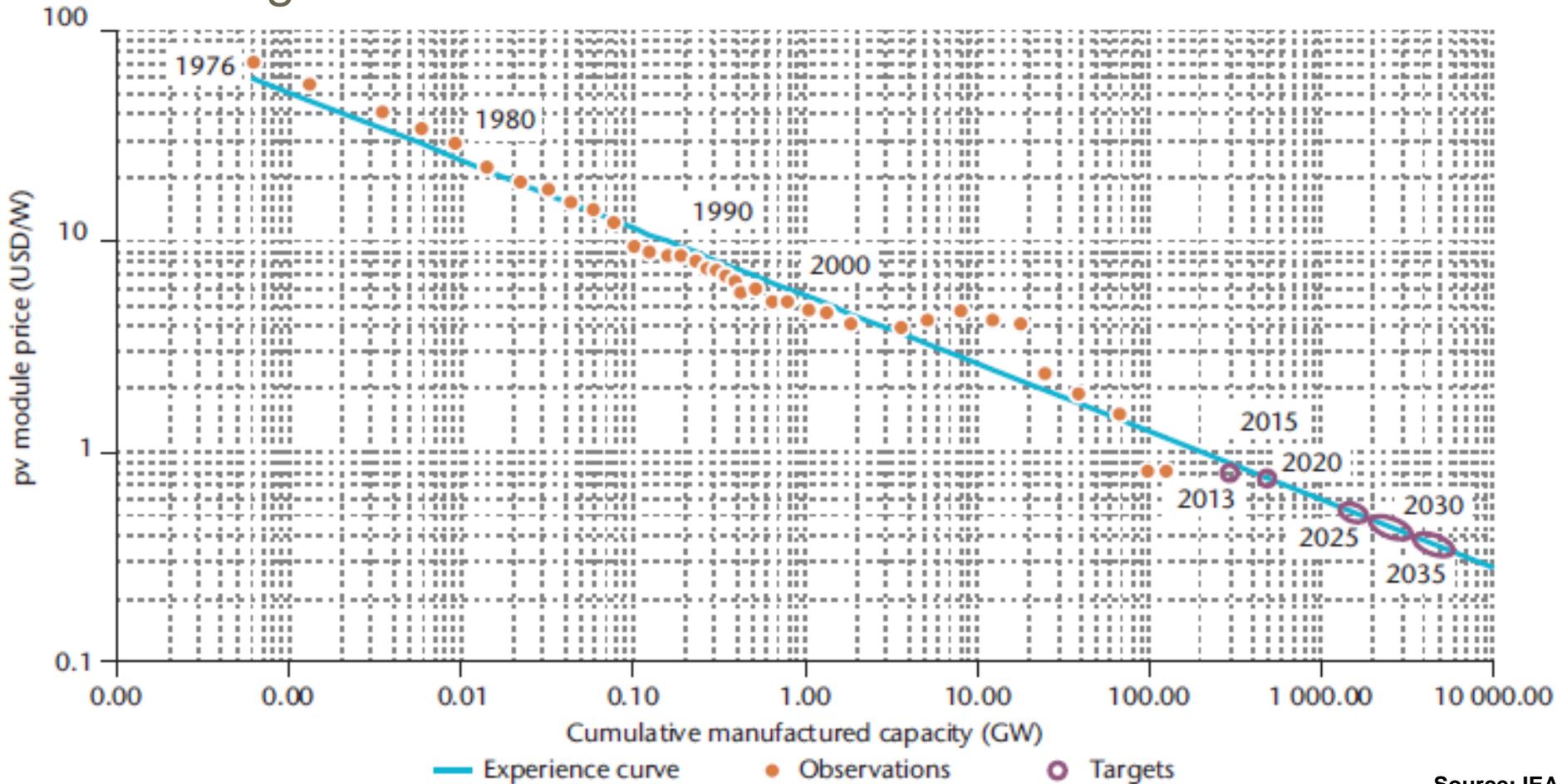


	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
RoW	88	56	80	77	29	10	105	42	76	80	284	508	n/a	n/a
MEA	n/a	n/a	n/a	n/a	1	0	0	1	1	22	55	125	365	383
China	19	5	19	10	10	8	10	20	40	160	500	2,500	3,500	11,800*
Americas	2	3	30	48	61	82	110	166	306	500	1,082	2,181	3,774	5,362
APAC	126	128	190	230	282	304	325	271	530	745	1,578	2,562	4,646	9,833
Europe	58	133	134	202	705	985	997	2,023	5,708	5,833	13,651	22,259	17,726	10,975
<b>Total</b>	<b>293</b>	<b>324</b>	<b>454</b>	<b>566</b>	<b>1,088</b>	<b>1,389</b>	<b>1,547</b>	<b>2,524</b>	<b>6,661</b>	<b>7,340</b>	<b>17,151</b>	<b>30,133</b>	<b>30,011</b>	<b>38,352</b>

Source: EPIA



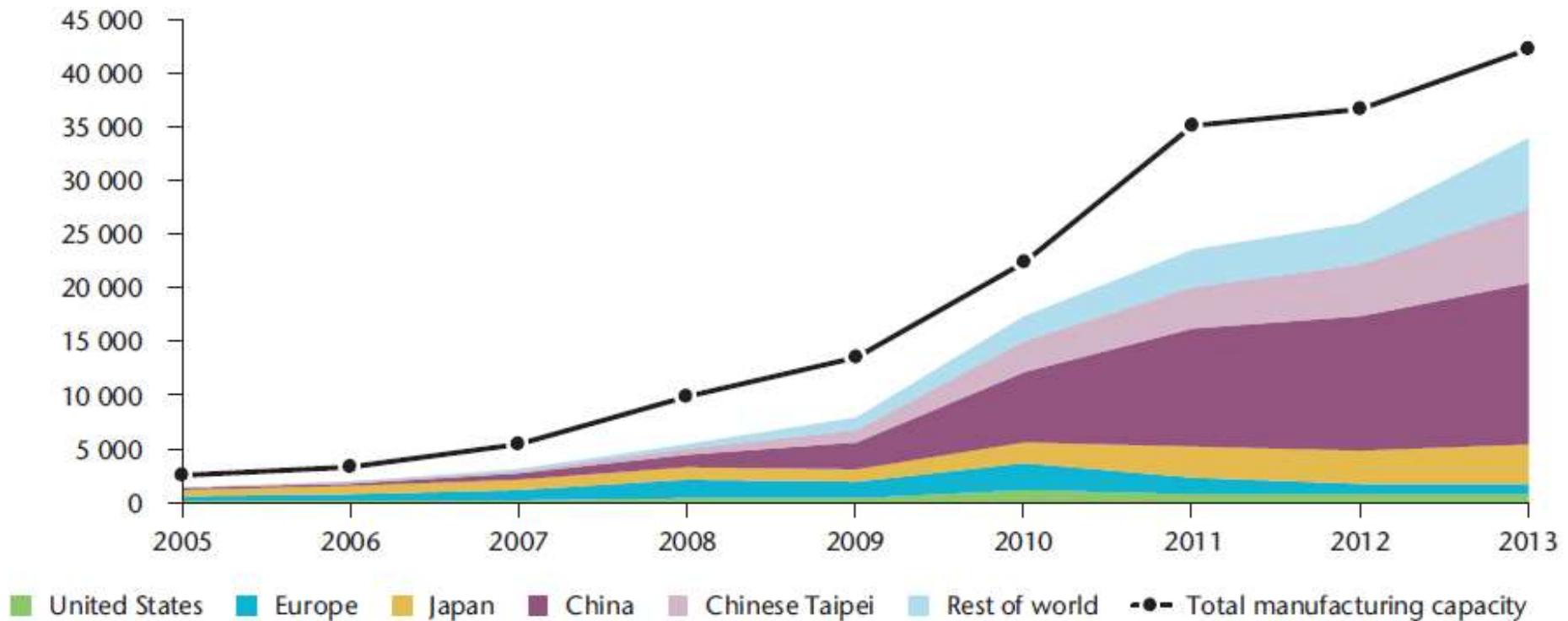
# Past modules prices and projection to 2035 based on learning curve



Source: IEA

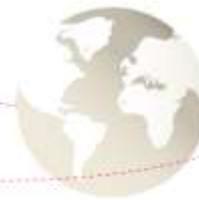


## PV manufacturing by countries



The manufacturing of PV modules shifted from OECD to non-OECD countries over just a few years.

Source: IEA

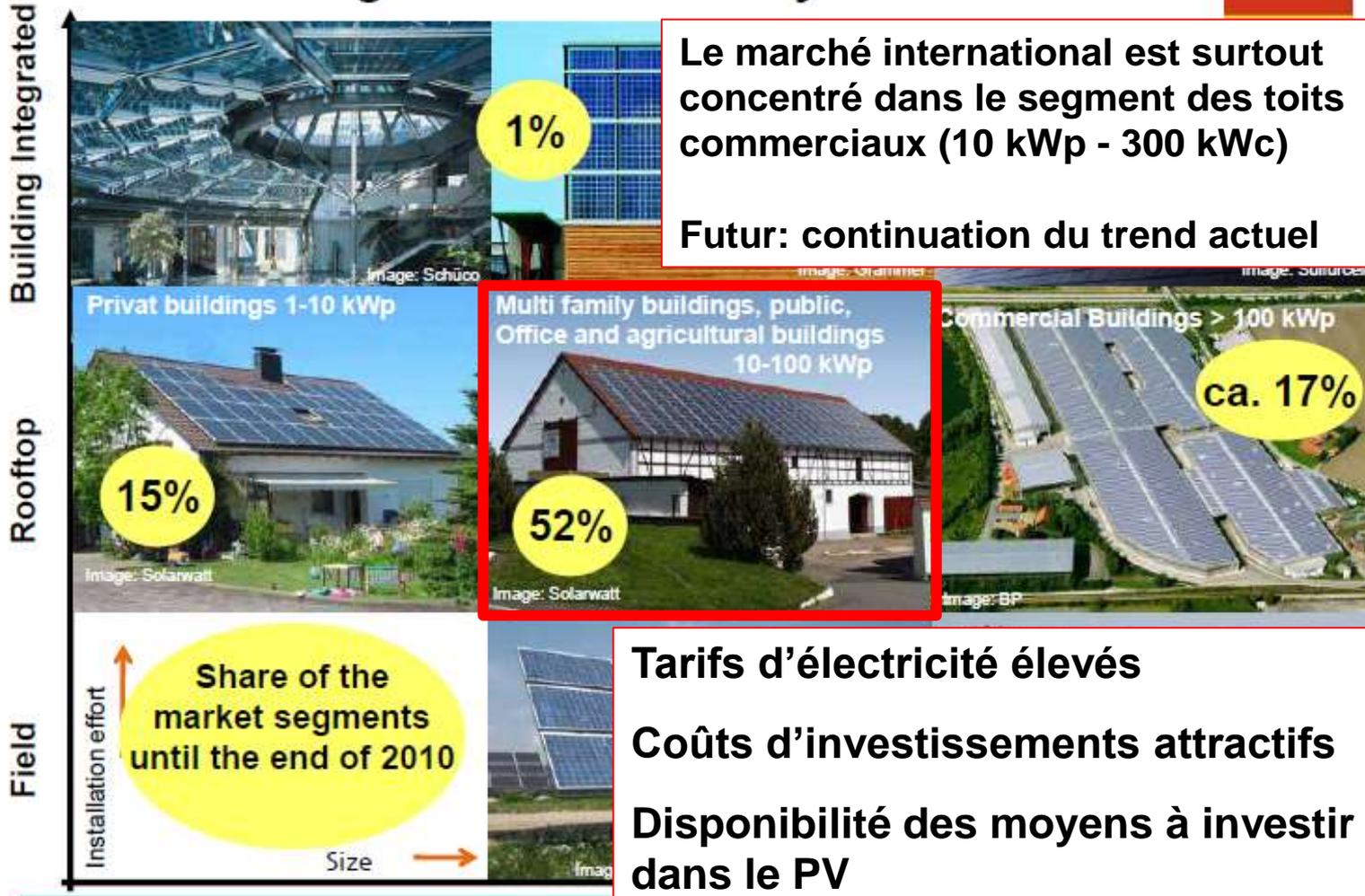


## Les segments du marché

Méthode de l'attachement	Segment de marché			
	Résidentiel < 10 kWp	Commercial 10 kWp -300 kWp	Industrie 100 kWp -1 MWp	Utility > 1MWp
Monté au sol			x	x
Sur le toit	x	x	x	
Intégré dans la fassade/toit	x	x		



# PV Market Segments in Germany



**Le marché international est surtout concentré dans le segment des toits commerciaux (10 kWp - 300 kWc)**

**Futur: continuation du trend actuel**

**Tarifs d'électricité élevés**

**Coûts d'investissements attractifs**

**Disponibilité des moyens à investir dans le PV**

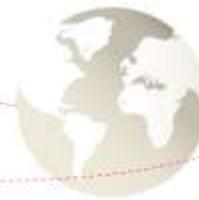
Source: Fraunhofer ISE



## European Market Segmentation



Source: EPIA

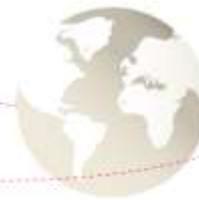


## Récapitulation

- Fin de l'année 2013 la capacité PV mondiale était de l'ordre de 140 GW (2008 ~ 15 GW).
- Le marché est dominé par certains pays, à savoir l'Allemagne, l'Italie, la Chine et les Etats-Unis (depuis 2013) qui, ensemble, représentent 60 pour cent de la demande mondiale.
- Les prix des systèmes PV ont été divisés par trois en six ans dans la plupart des marchés
- Aujourd'hui l'électricité solaire photovoltaïque représente une réalité économique dans de nombreux pays
- Les coûts de production d'électricité devenant équivalents/moins à ceux de l'électricité achetée sur le réseau (Parité de réseau)
- Le marché international est surtout concentré dans le segment des toits commerciaux (10 kWp - 300 kWc)



## Le Photovoltaïque en Tunisie



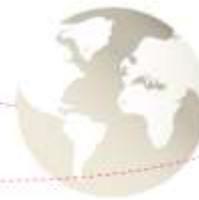
## Le cadre Tunsien

### **Instruments d'état du soutien existants**

- Soutien aux installations rurales, Schéma Autoproduction, PROSOL-Elec

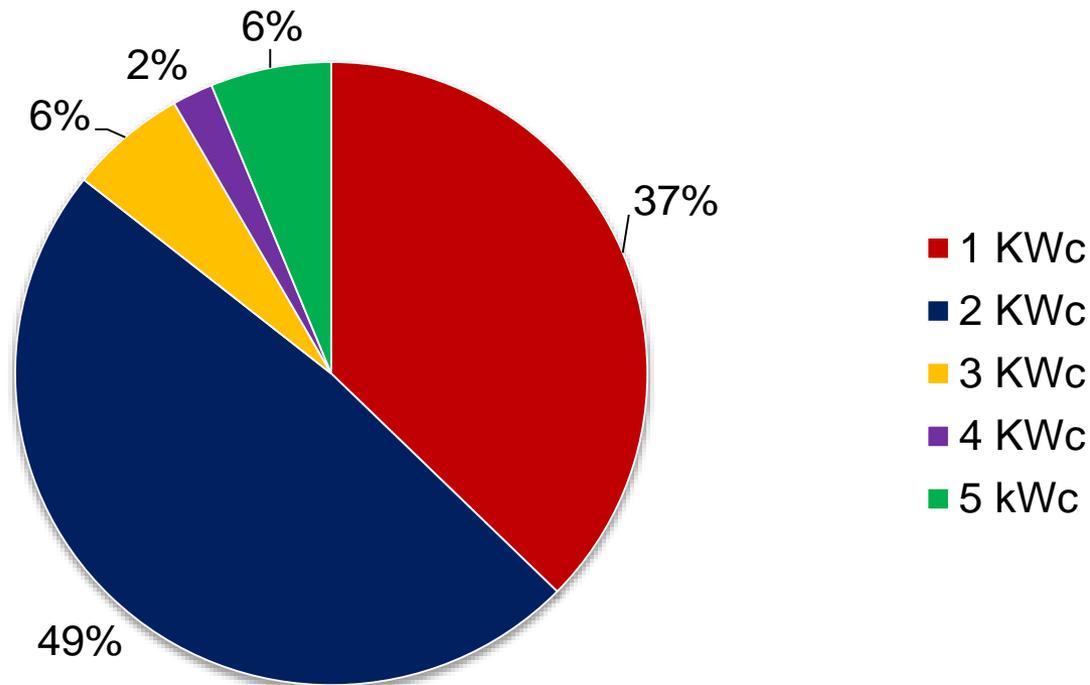
### **Résultats jusqu'à présent**

- Réalisations de 1,4 MWc des installations rurales,
- Quelques premiers projets dans le cadre autoproduction (~ 1 MW, partiellement dans le Pipeline)
- 8 MWc réalisés à travers le programme PROSOL-Elec



## Les installations à travers le programme PROSOL-Elec

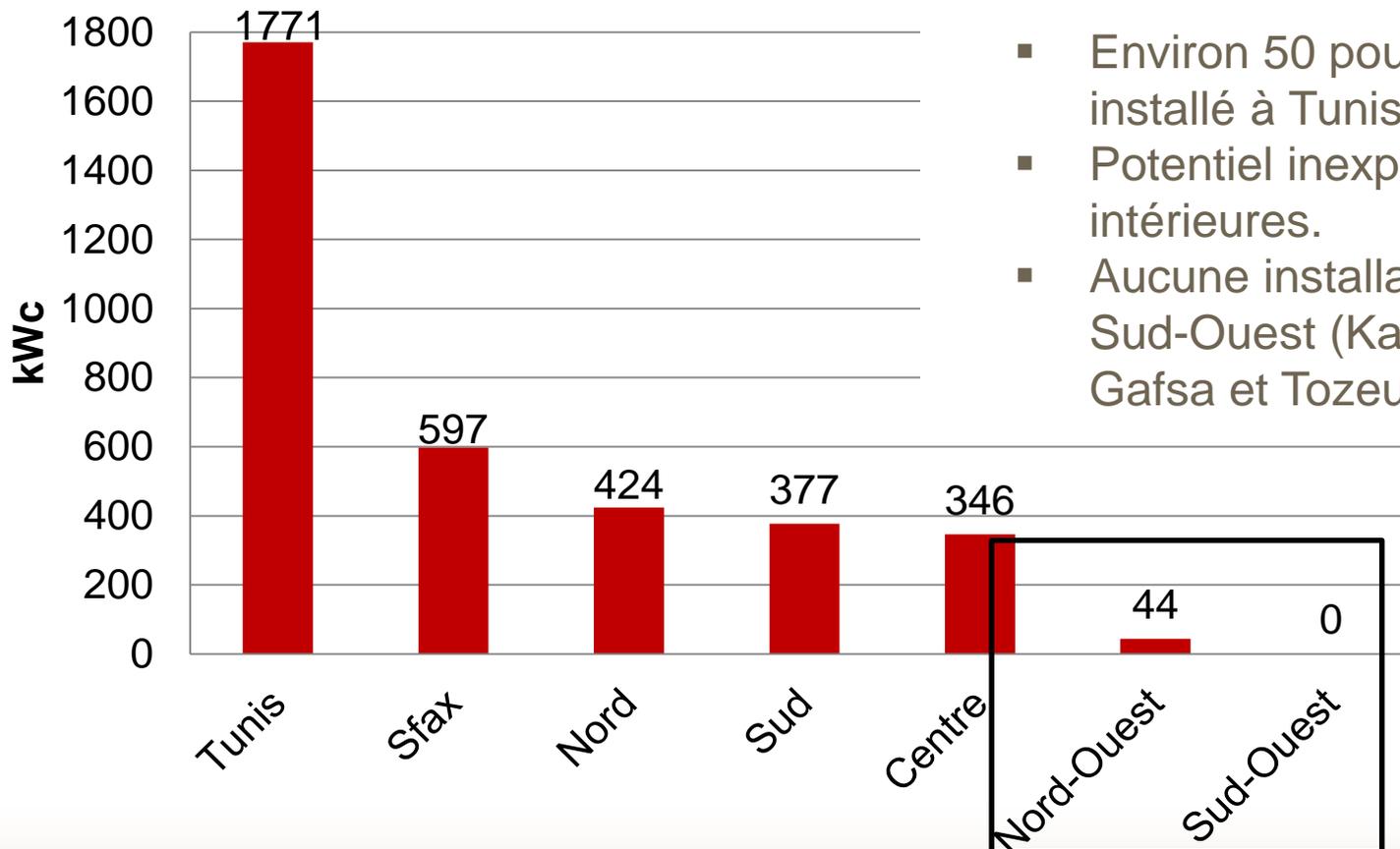
### Installations par puissance





# Les installations à travers du programme PROSOL-Elec

## Capacité cumulé par regions

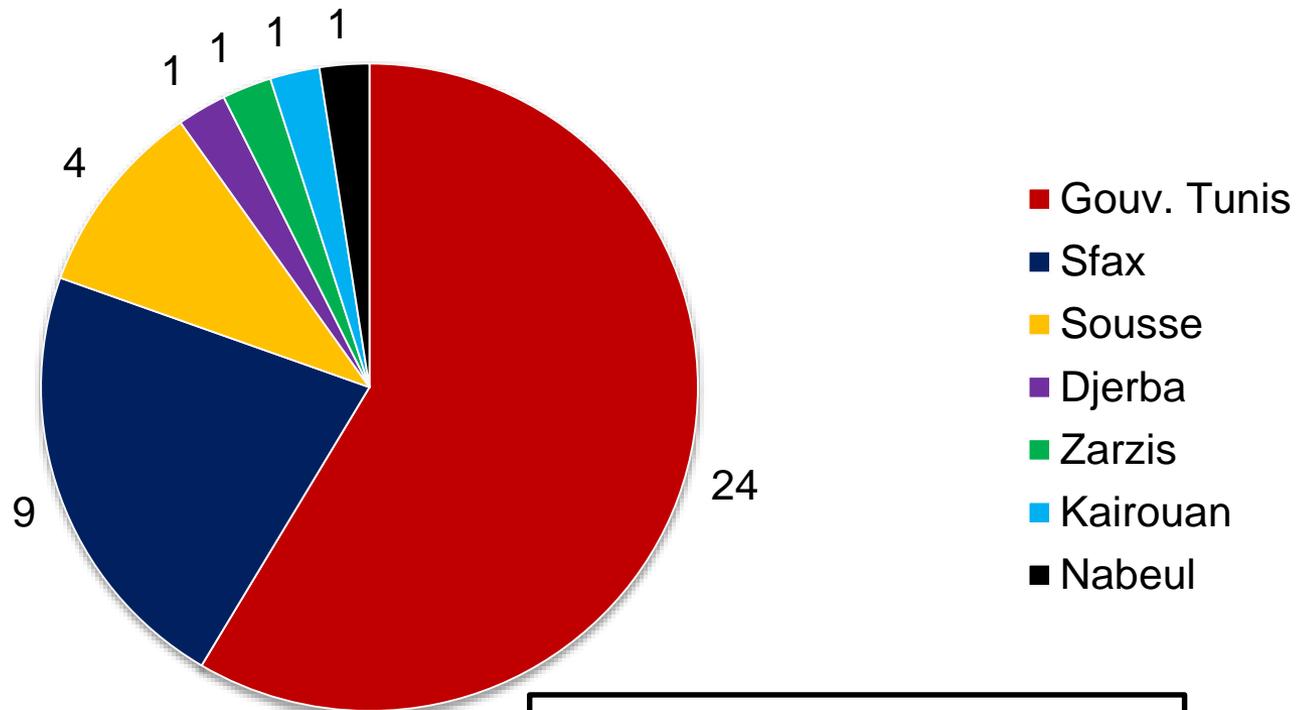


- Environ 50 pourcent des systèmes installé à Tunis
- Potentiel inexploité dans les régions intérieures.
- Aucune installation dans la région Sud-Ouest (Kasserine, Sidi Bouzid, Gafsa et Tozeur)



## Les entreprises actives dans le secteur

### Lieu du siege des installateurs actives en Tunisie

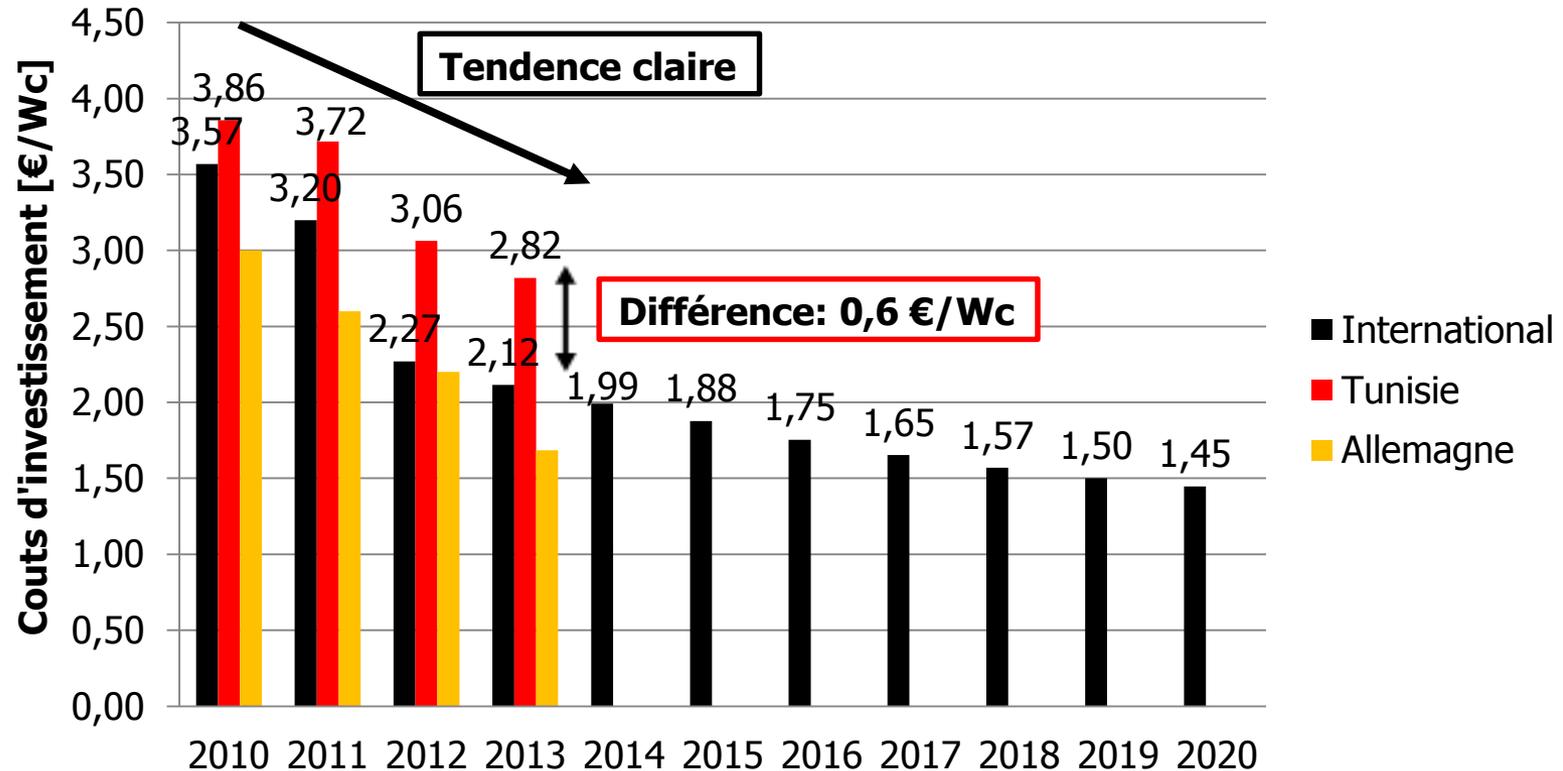


41 installateurs actives en 2012

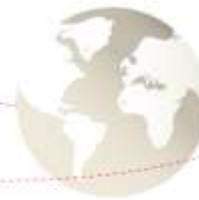


# Les couts d'investissements

## Evolution des prix PV résidentiel 2010-2020

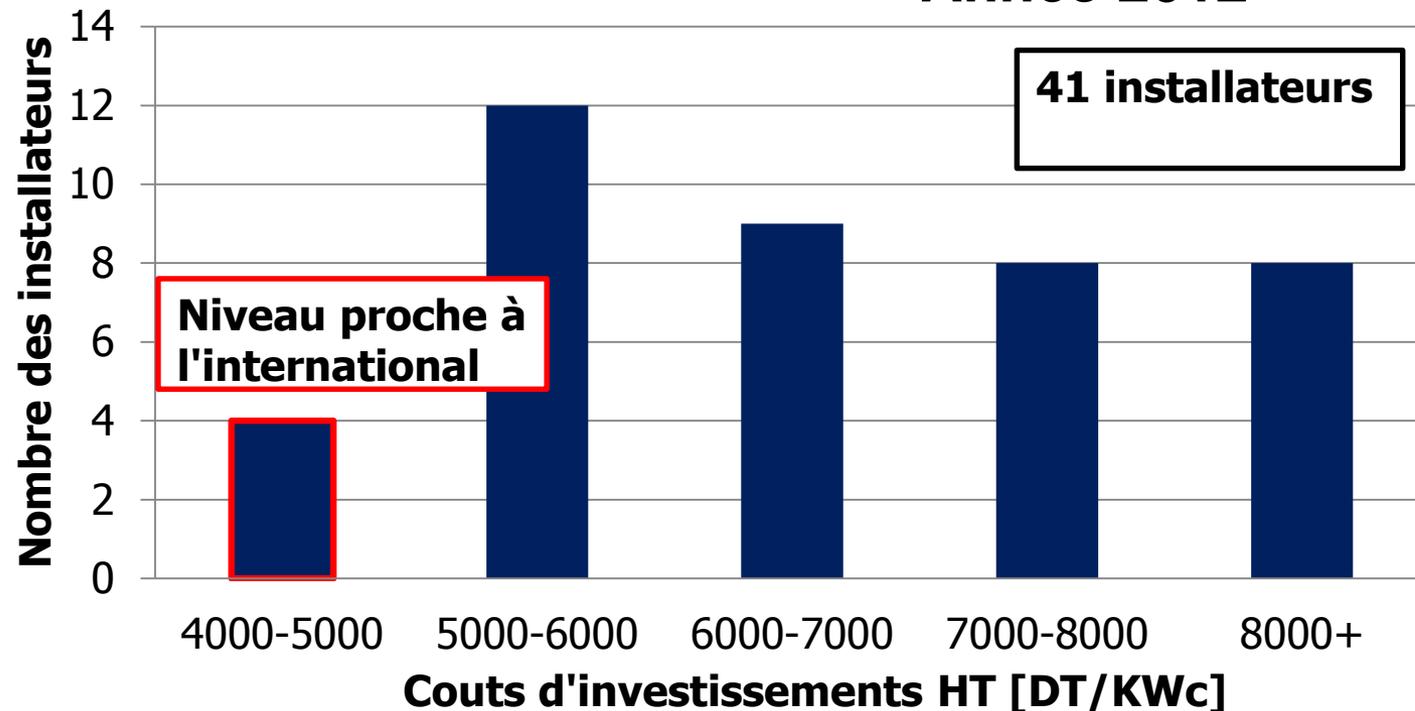


- Depuis 2010: prix ont baissés de 27 pourcent en Tunisie
- Niveau est 25 % / 40 % plus élevé par rapport à l'international / l'Allemagne
- BNEF: une réduction encore de 30 pourcent jusqu'à 2020

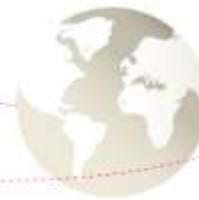


## Les couts d'investissements

Année 2012

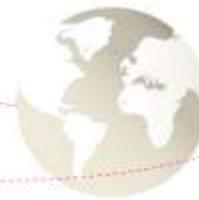


- La majorité des entreprises (50 %) installent pour 5000-7000 DT/kWc
- Grande différence entre les prix offerts par les fournisseurs
  - Absence de compétition et de la transparence pour les clients?



## Conclusion intérim

- Le marché en Tunisie est encore peu développé
  - focalisé presque seulement sur les systèmes résidentiels à petit-échelle
- Les systèmes photovoltaïques de moyenne taille (10 kWc - 1 MWc) commencent à être installés **[Observation: Boost dans le marché]**
- Les grands systèmes (plus que 1 MWc) n'ont pas encore été installés
- Manque de transparence du marché
- Grande variation entre les prix offerts par les fournisseurs
- Différence de la taux de déploiement par région



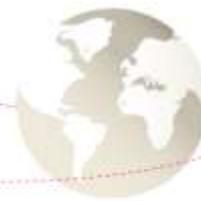
## Digression: LCOE & Grid Parity

### **Levelized Cost of Electricity (LCOE)**

Le « coût complet de production de l'électricité solaire » (ou LCOE pour « Levelized Cost Of Electricity » ) correspond au coût du système (investissement actualisé + coûts opérationnels) divisé par la production électrique (le nombre de kWh) qu'il produira sur toute sa durée de vie.

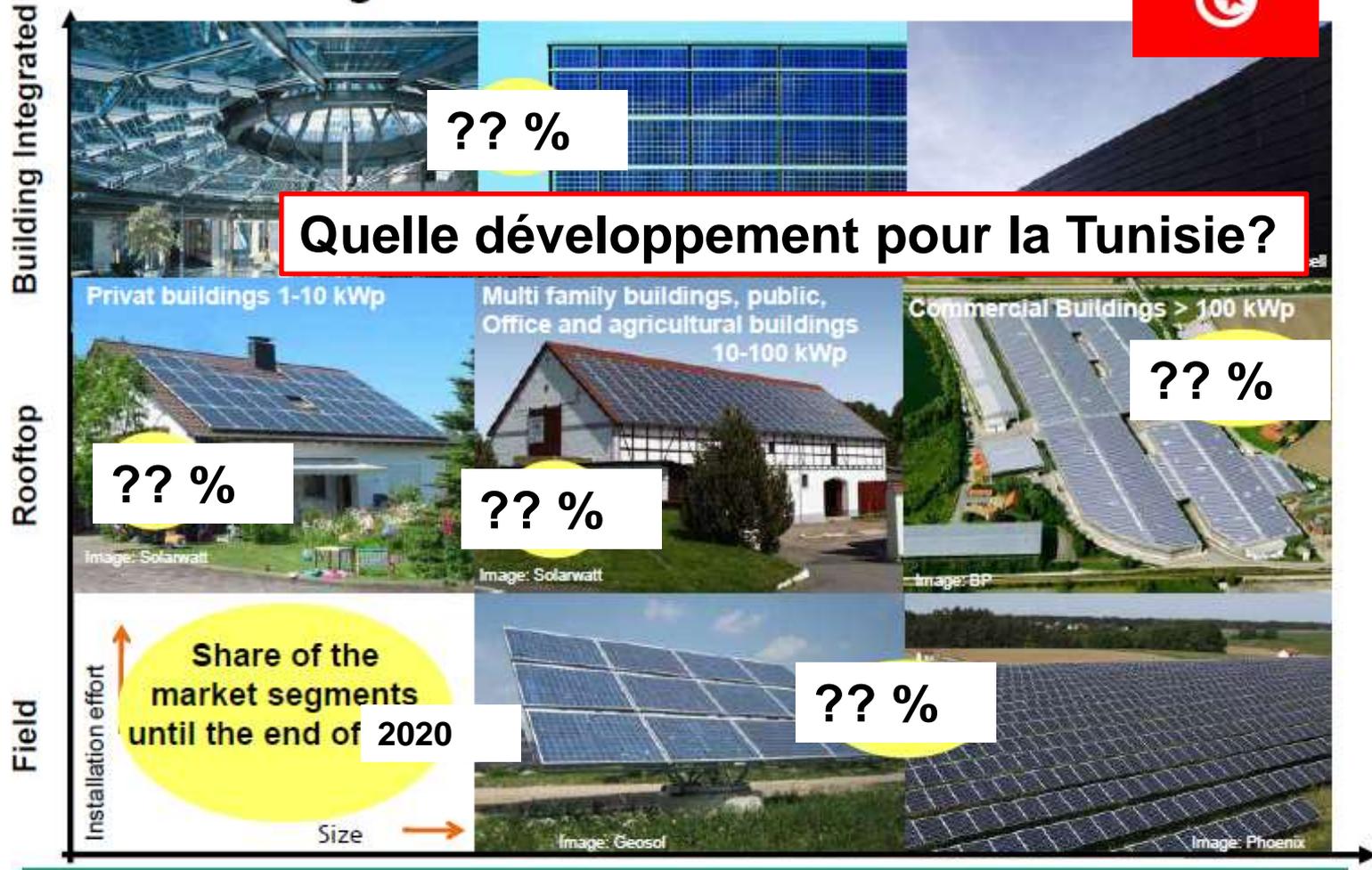
### **Grid Parity**

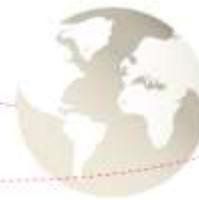
La « parité réseau » caractérise le moment à partir duquel le coût de l'électricité photovoltaïque devient compétitif avec le prix de vente de l'électricité conventionnelle délivrée par le réseau.



# Le Plan Solaire Tunisien

## PV Market Segments in Tunisia





## Le marchés prometteurs en Tunisie

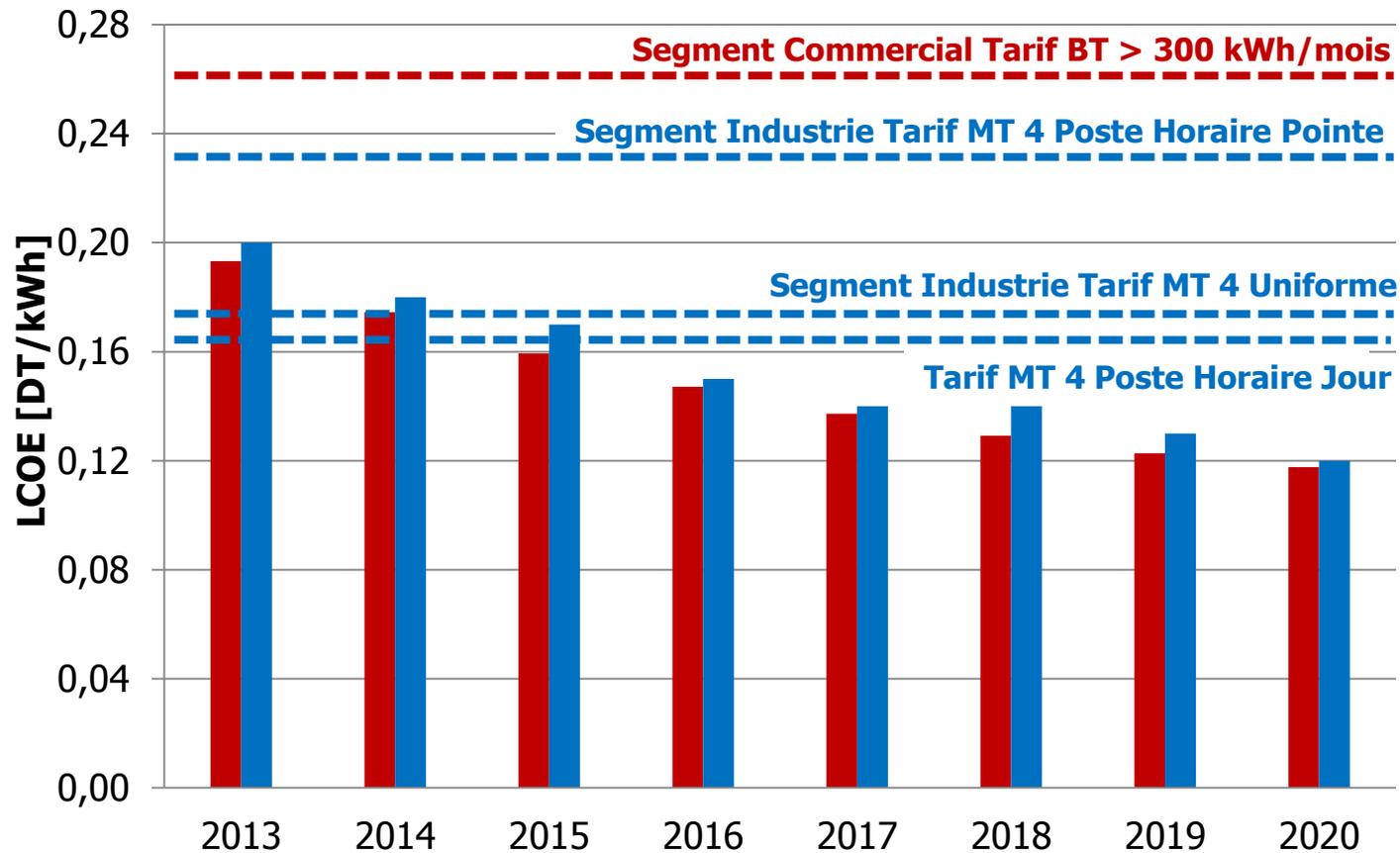
- 1 Résidentiel ; Basse Tension ; 1 kWc – 10 kWc
  - Demande total en 2012: 4142 GWh
- 2 Commercial ; Basse Tension ; 10 kWc – 300 kWc **PME**
  - Demande total en 2012: 3591 GWh
  - ~ environ 20.000 entreprises connectés à la BT (80 % Tarification 0,26 DT/kWh) – consommation totale: 450-500 GWh
  - Consommation secteur public?
- 3 Industriel ; Moyenne Tension ; 100 kWc – 1 MWc **PME**
  - Demande total en 2012: 7763 GWh (pas tous MT)

### **LCOE seront comparé avec la tarification STEG**

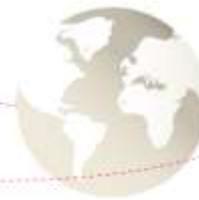
- 4 Les centrales PV (STEG/IPP) ; Haute Tension ; 1 MWc – > 10 MWc
  - **LCOE seront comparé avec les LCOE des nouvelles centrales à gaz naturel (STEG) ou des garanties directes (FIT)**



# La rentabilité pour le Commercial / l'Industrie [PME]

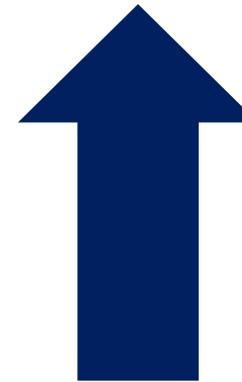


Commercial 10kW-300kW BT	2013: 3700 DT/kWc	Taux d'intérêt nominal 8%, Inflation 4%
Industrie 100kW-1MW MT	2013: 3455 DT/kWc	Taux d'intérêt nominal 10%, Inflation 4%

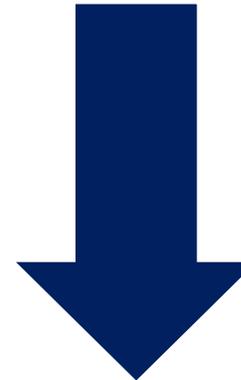


## Développements au niveau macro [Marché PME]

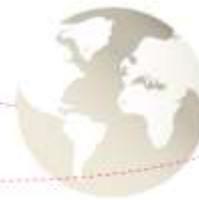
- Pareil aux marchés européens, le marché tunisien est arrivé à un stade où les systèmes photovoltaïques sont rentables **sans subventions**.
- Les facteurs qui contribuent à ce développement sont:
  - Réduction/Abandon des subventions de l'état Tunisien pour l'électricité/STEG
  - Une forte chute dans le coût des systèmes photovoltaïques, à cause de développements dans le marché international



Prix d'électricité  
de STEG

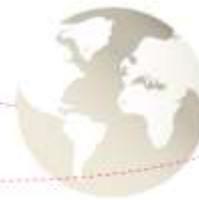


Prix des  
systèmes PV

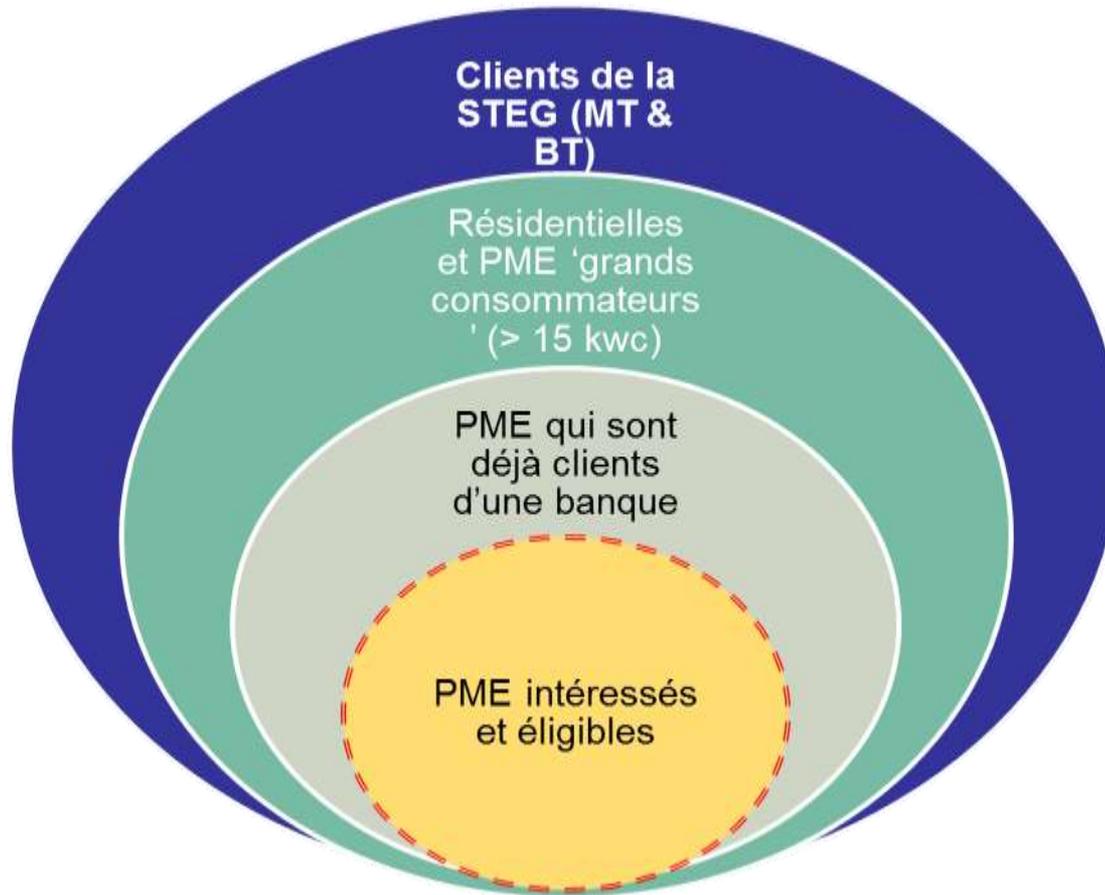


## Résumé (1/2) – Marché PME (Commercial/Industriel)

- Les augmentations des coûts de l'électricité ont un fort impact négatif sur les entreprises tunisiennes.
- Les systèmes PV deviennent rentables sans subventions (temps de retour 4-8 ans).
- Le PV est une technologie éprouvée et représente un marché de plusieurs milliards de dinars d'investissement.
- Il existe des projets de référence de taille moyenne en Tunisie (BT & MT)
- L'expérience avec le financement des énergies renouvelables est encore limitée en Tunisie.



## La taille du marché PME (Commercial/Industriel)



➔ Rapport GIZ/LFS (Décembre 2014)



## Exemples d'autoproduction commerciale existants en Tunisie



- 30 kWc Sfax
- Réalisé par SPECTRA
- Client: société de transformation des métaux
- 60 kWc Tunis
- Réalisé par VOLTA PV
- Client: Poulailier
- 150 kWc Sfax
- Réalisé par SATER Solar
- Client: Ferme Meher Mseddi



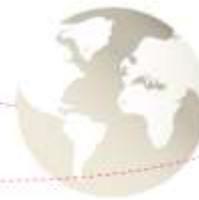
## Résumé (2/2) – Marché PME (Commercial/Industriel)

### **Recommandations pour le marché (Résultats du workshop 11/09)**

- Création de groupes de travail pour améliorer la communication dans le secteur (IF, fournisseurs, clients, administration)
- Sensibilisation du marché sur les avantages et la rentabilité du PV
- Amélioration de la transparence du marché (application des outils de calcul de rentabilité ; établissement d'un site web actualisé)
- Sensibilisation des employés des banques et institutions financières (formation sur les calculs de rentabilité des projets PV)



# MERCI POUR VOTRE ATTENTION



À son titre d'entreprise fédérale, la GIZ soutient le gouvernement allemand dans la réalisation de ses objectifs de coopération internationale pour le développement durable.

**Publié par la:**

Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sièges à Bonn et Eschborn, Allemagne

Développement du Marché Solaire

E [giz-tunesien@giz.de](mailto:giz-tunesien@giz.de)

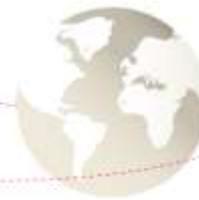
I [www.giz.de](http://www.giz.de) [www.facebook.com/GIZTunisie](https://www.facebook.com/GIZTunisie)

En coopération avec





# ANNEXES

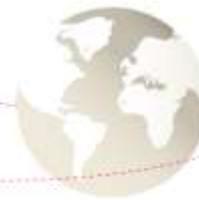


**Table 2: Typical PV system prices in 2013 in selected countries (USD)**

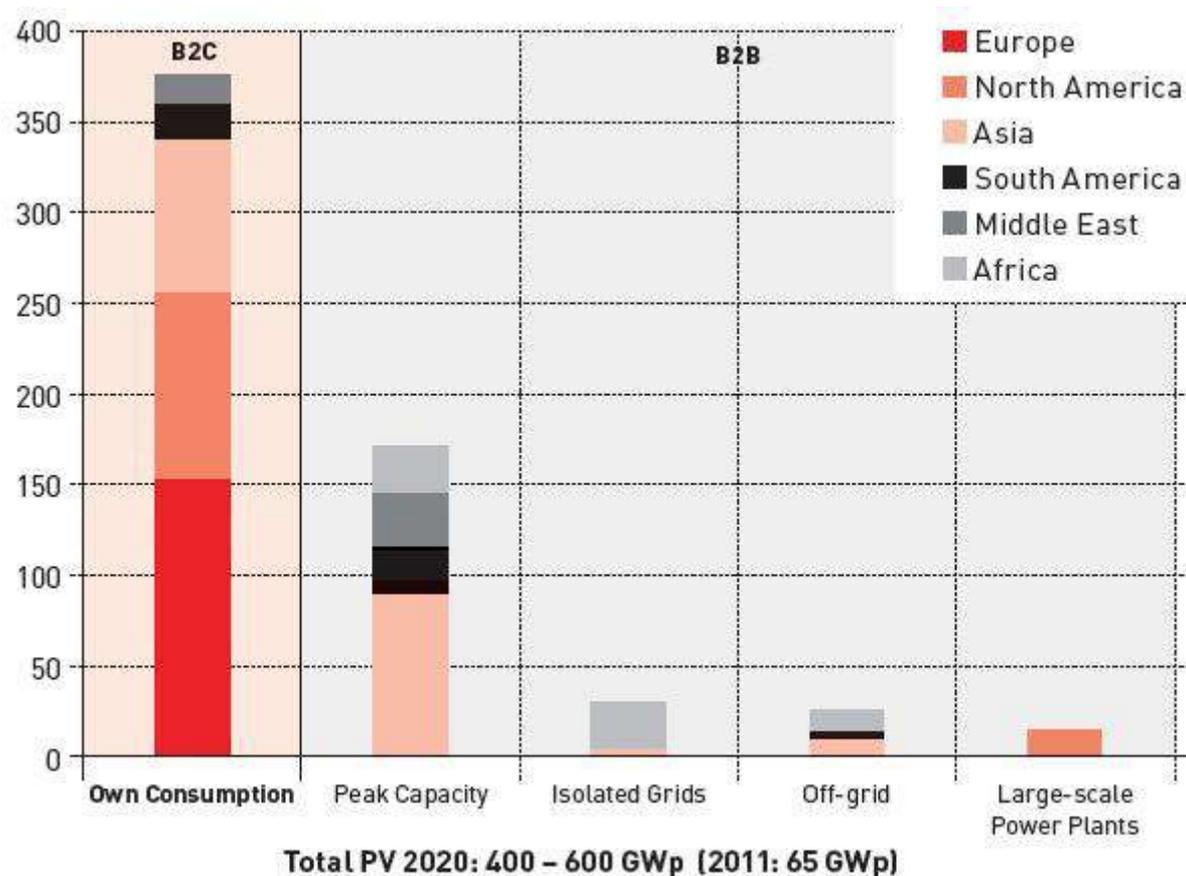
<i>USD/W</i>	<i>Australia</i>	<i>China</i>	<i>France</i>	<i>Germany</i>	<i>Italy</i>	<i>Japan</i>	<i>United Kingdom</i>	<i>United States</i>
Residential	1.8	1.5	4.1	2.4	2.8	4.2	2.8	4.9
Commercial	1.7	1.4	2.7	1.8	1.9	3.6	2.4	4.5
Utility-scale	2.0	1.4	2.2	1.4	1.5	2.9	1.9	3.3

Sources: Friedman et al. (2014), *Comparing PV Costs and Deployment Drivers in the Japanese and U.S. Residential and Commercial Markets*, February, NREL/TP-6A20-60360; PV-PS IA (2014a), *PV Cost Data for the IEA*, personal communication, January.

Source: IEA

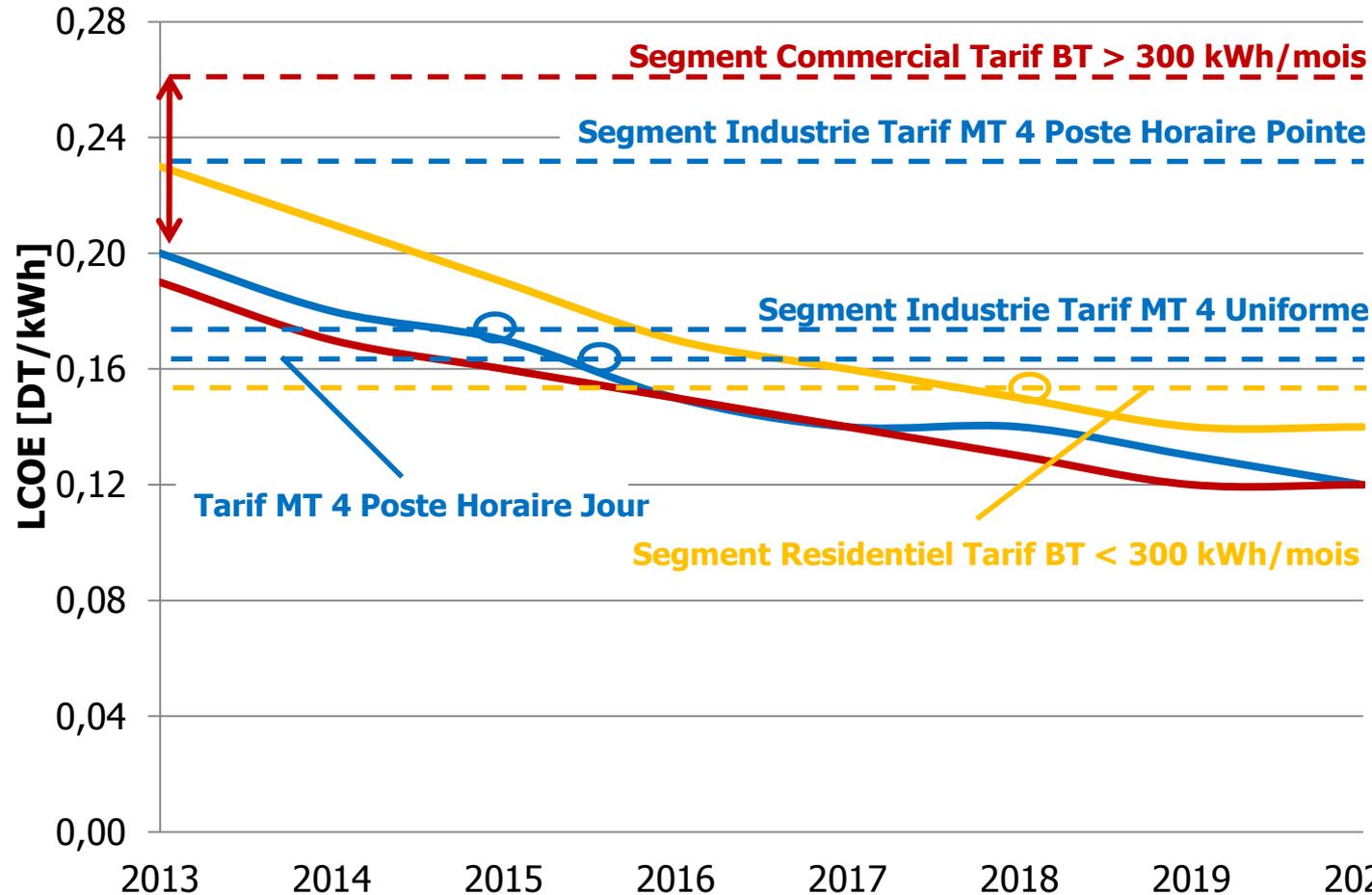


## Outlook – Modèles d'affaires globales





# Rentabilität für verschiedene Marktsegmente



Residential 1-10kW BT	2013: 2100 €/kWp	Nominalzins 8%, Inflation 4%
Commercial 10kW-300kW BT	2013: 1700 €/kWp	Nominalzins 8%, Inflation 4%
Industrie 100kW-1MW MT	2013: 1600 €/kWp	Nominalzins 10%, Inflation 4%