

Développement durable et entreprises – l'expérience allemande

**Ruggero Schleicher-Tappeser
consultant & auteur, Berlin**

**Premières Assises Nationales sur l'Entreprise
et le Développement Durable en Méditerranée
Alger, 1er décembre 2008**

Développement Durable en Allemagne: une discussion de longue date

- Concept de la durabilité né dans la sylviculture du 19^{ème} siècle
- Conflits sur les problèmes de l'environnement tout au long de l'industrialisation
- Mouvement populaire écologique et antinucléaire croissant depuis 1970
- Crise du pétrole 1973
- Commissions d'enquête parlementaires, commissions d'experts, ministères de l'environnement
- Conférence de Rio 1992

Les grands thèmes

- L'eau
- L'air
- Le nucléaire
- L'énergie
- Les transports
- L'intégration de l'environnement dans les autres politiques
- Le sol
- Les produits chimiques
- LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Développement Durable: Les nouveaux défis

- INTEGRATION
 - considérer les diverses dimensions du développement
 - chercher des solutions gagnant-gagnant
- OUVERTURE VERS L'AVENIR
 - préserver potentialités et ressources
 - encourager les innovations utiles

Développement Durable: approches défensive et constructive

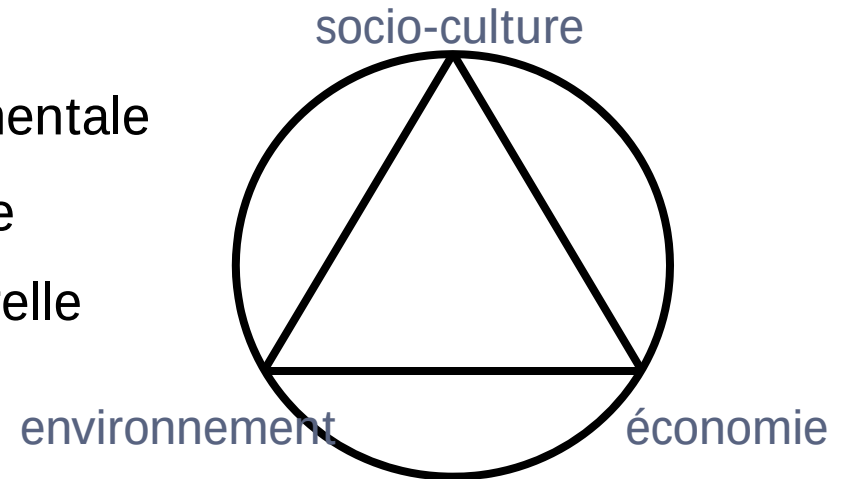
- approche défensive
 - met l'accent sur la conservation des ressources et des potentialités
 - s'appuie sur des conditions minimum
 - tend à une vue sectorielle et additive
- approche constructive
 - met l'accent sur la capacité d'apprendre et d'innover
 - met en relief l'importance de solutions gagnant-gagnant (win-win solutions)
 - recherche des solutions intégrées et des changements structurels

Les 10 éléments du développement durable (1): QUOI?

Que voulons-nous conserver / soutenir ?

Dimensions du développement

1. dimension environnementale
2. dimension économique
3. dimension socio-culturelle



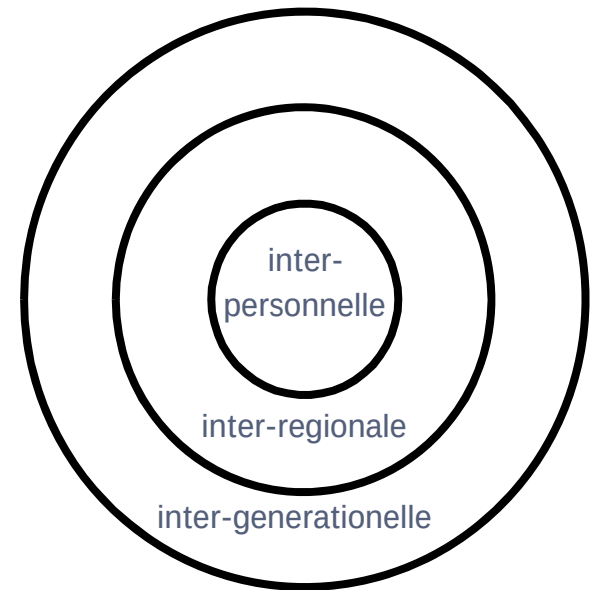
Système SQM

Les 10 éléments du développement durable (2): POURQUOI?

Quels conflits d'intérêt ?

Dimensions d'équité

- 4. Equité sociale et entre les sexes (inter-personnelle)
- 5. Equité entre territoires
- 6. Equité entre les générations



Système SQM

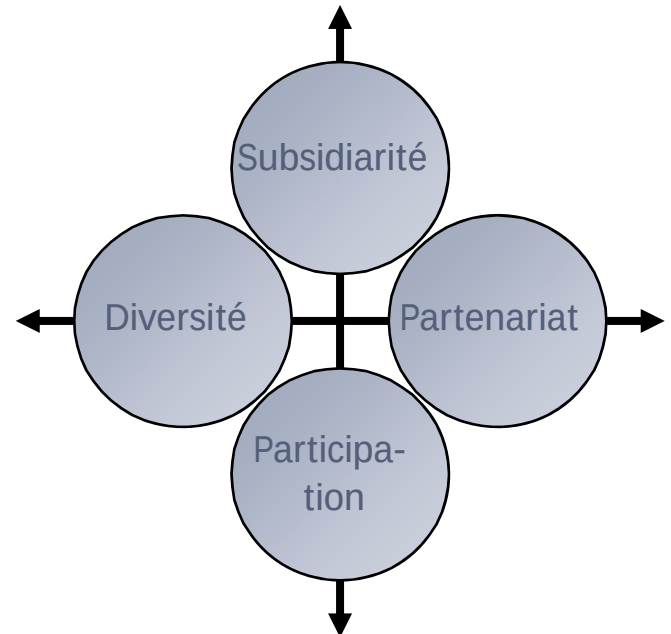
Les 10 éléments du développement durable (3): COMMENT?

Quelles approches de base peuvent nous aider dans cette tâche ?

Principes Systémiques

- 7. Diversité
- 8. Subsidiarité
- 9. Réseaux / Partenariat
- 10. Participation

Système SQM



LE DEFI MAJEUR – LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Un défi historique:

La transformation de notre économie

- Le développement de notre civilisation industrielle depuis 200 ans a été basé sur les combustibles fossiles: le charbon, le pétrole le gaz
- Pour éviter des changements de climat catastrophiques il faut changer la base énergétique de nos sociétés dans 40 ans
- Il faut une transformation profonde de l'industrie, des transports, de l'immobilier, du système électrique...
- Un défi pour les entreprises: il faut s'adapter en temps utile
- L'Allemagne est un des grands consommateurs de combustibles fossiles – mais aussi très avancée dans les technologies nécessaires ...

Face aux problèmes du changement climatique: Des objectifs ambitieux

- Décision du gouvernement allemand le 23.8.2007: programme intégré pour l'énergie et la protection climatique (**IKEP**): 29 mesures en faveur de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables
- Objectifs:
 - 40% de réduction des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2020 en comparaison à 1990
 - De 25 à 30% d'électricité issue des énergies renouvelables d'ici 2030
 - 14% de chaleur issue des énergies renouvelables en 2020 (aujourd'hui 6,6 %)

Principales mesures du nouveau programme intégré climat et énergie: IKEP

- Cogénération chaleur/ électricité
- Sources d'énergie renouvelables – électricité et chauffage
- Ordonnance sur l'accès au réseau de gaz
- Amendement des réglementations sur l'économie d'énergie
- Efficience énergétique dans la construction
- Déréglementation du comptage électrique
- Extension du réseau de transmission électrique
- R&D sur l'énergie

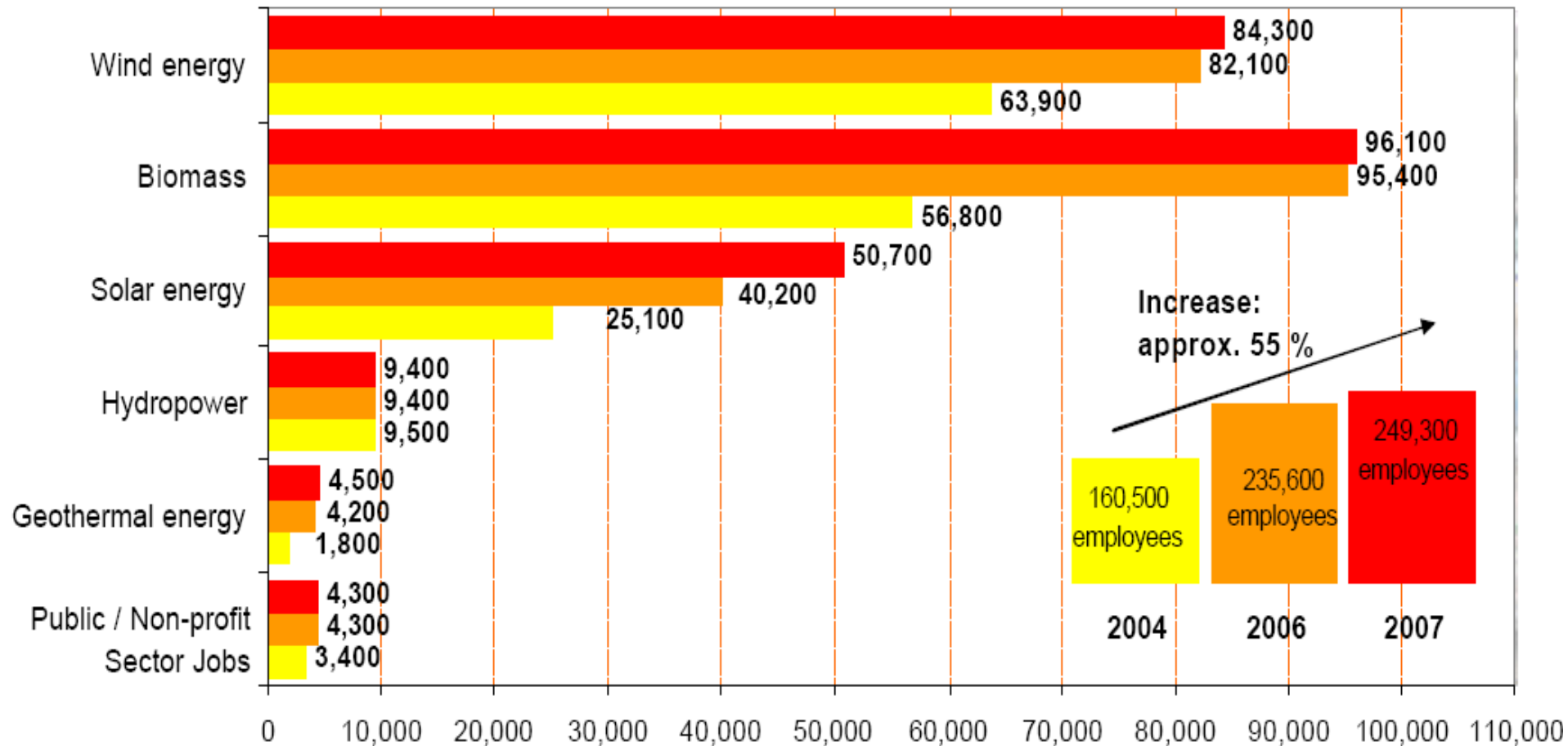
Kabinettsklausur Meseberg, Août 2007



Une histoire de succès: les énergies renouvelables

- Réduire l'émission de gaz de serre
- Assurer un approvisionnement en énergie qui durera
- Assurer des coûts d'énergie prévisibles et supportables
- Eviter des risques et conflits politiques internationaux
- Encourager les structures décentralisées
- Créer de l'emploi
- Créer une nouvelle industrie

Emplois dans le secteur des énergies renouvelables



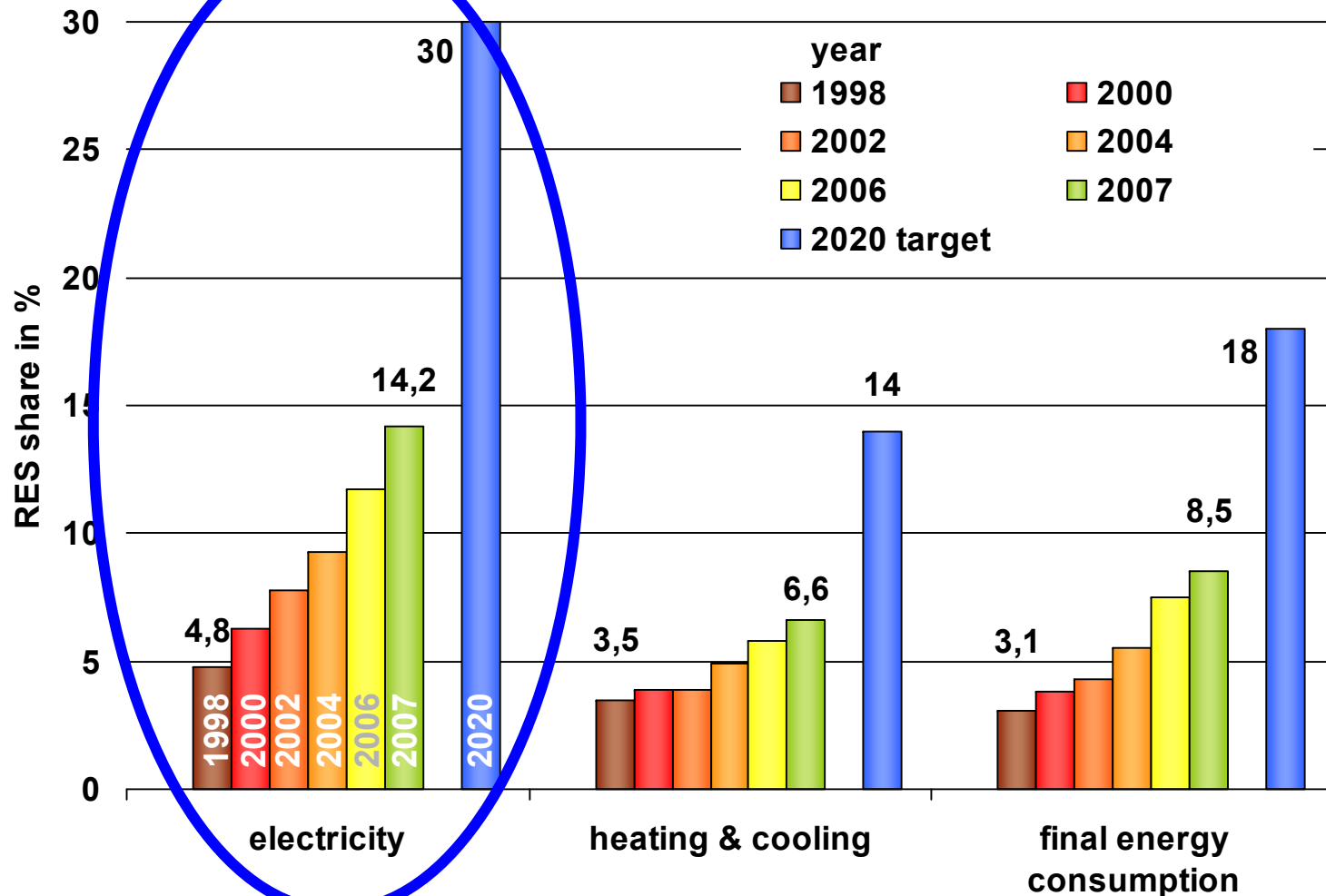
Source: BMU 2008

HISTOIRE DE SUCCES – CREATION DU PLUS GRAND MARCHE MONDIAL DU PV



Bases du succès allemand dans les sources d'énergies renouvelables : Une stratégie claire et continue pour augmenter la part des sources en ER

Développement de la part des sources d'ER dans la consommation énergétique finale



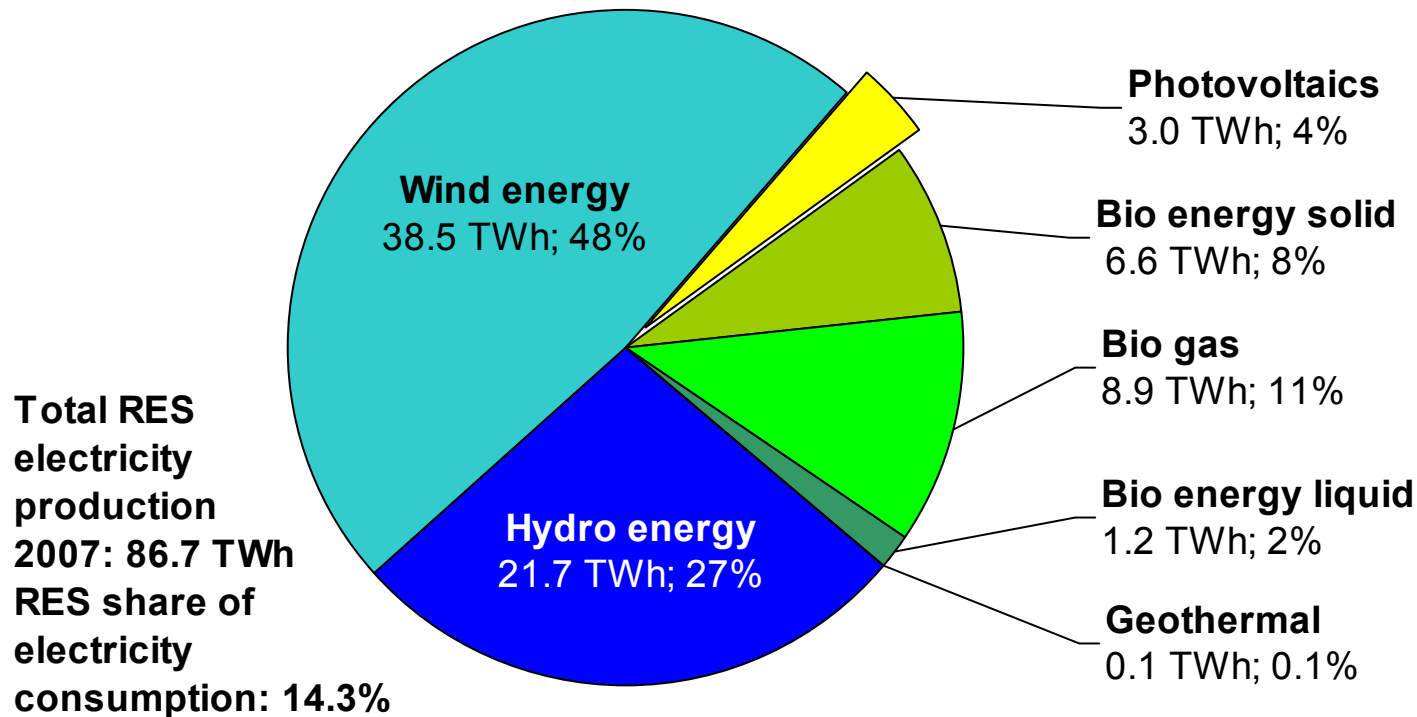
Source: German Federal Ministry for Environment, March 2008

Part de l'électricité solaire en Allemagne

Part de l'électricité PV

- de la consommation électrique 2007 : 0.6% (2006 : 0.44%)
- des énergies renouvelables 2007 : 3.5% (2006 : 3.1%)

Distribution of Renewable Energy Electricity Production in Germany 2007



Source: BEE, Jan 2008

Développement du marché PV allemand

Marché PV : données 2007

Puiss. nouv. installée	1 100 MWp
Total puiss. installée	3 834 MWp
Nb. de sys. nouv ^t installés	130 000
Nb. total de sys. installés	430 000
CA 2007	5 Mrd €/7.25 Mrd \$
Employés	40 000

Etapes

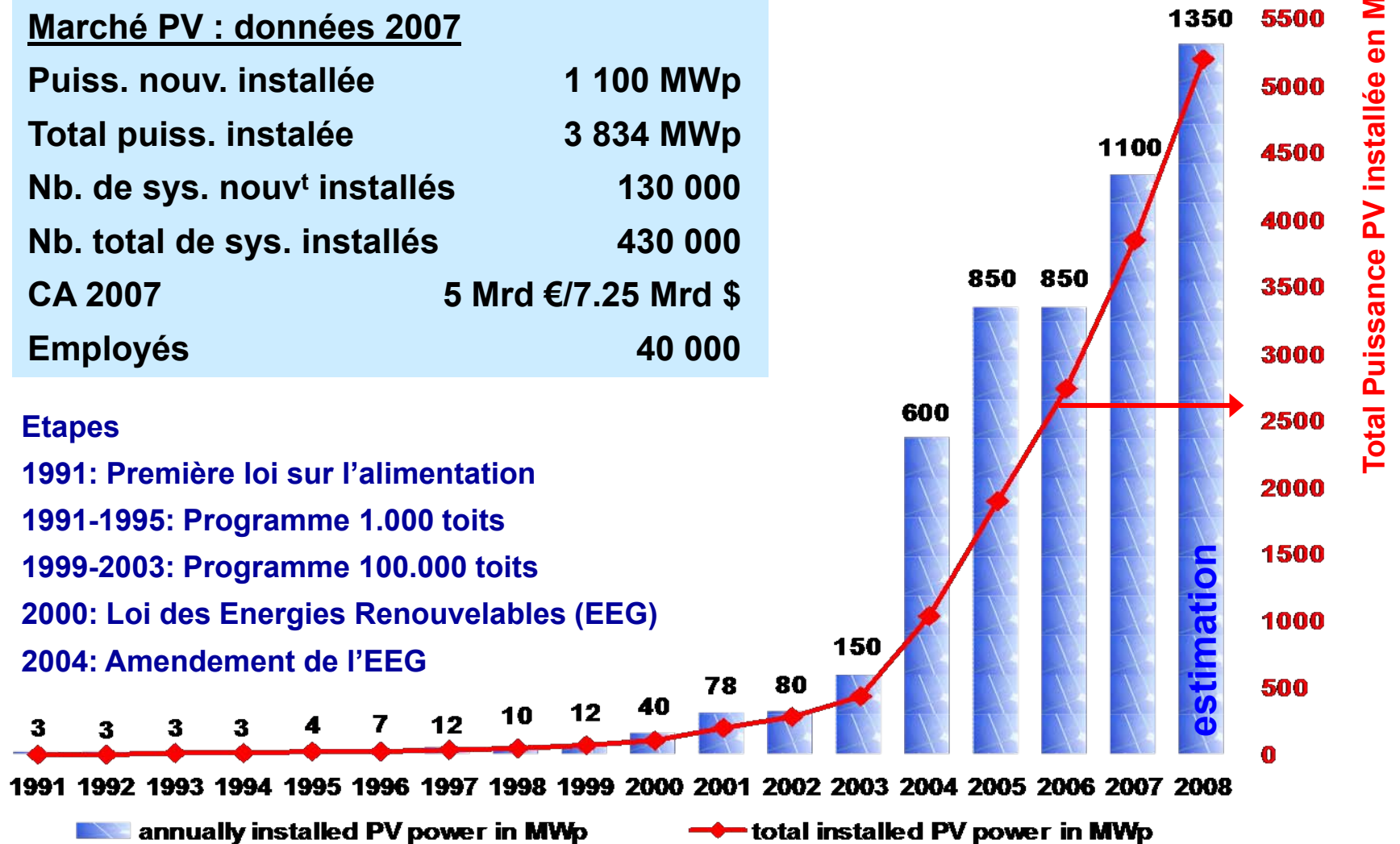
1991: Première loi sur l'alimentation

1991-1995: Programme 1.000 toits

1999-2003: Programme 100.000 toits

2000: Loi des Energies Renouvelables (EEG)

2004: Amendement de l'EEG

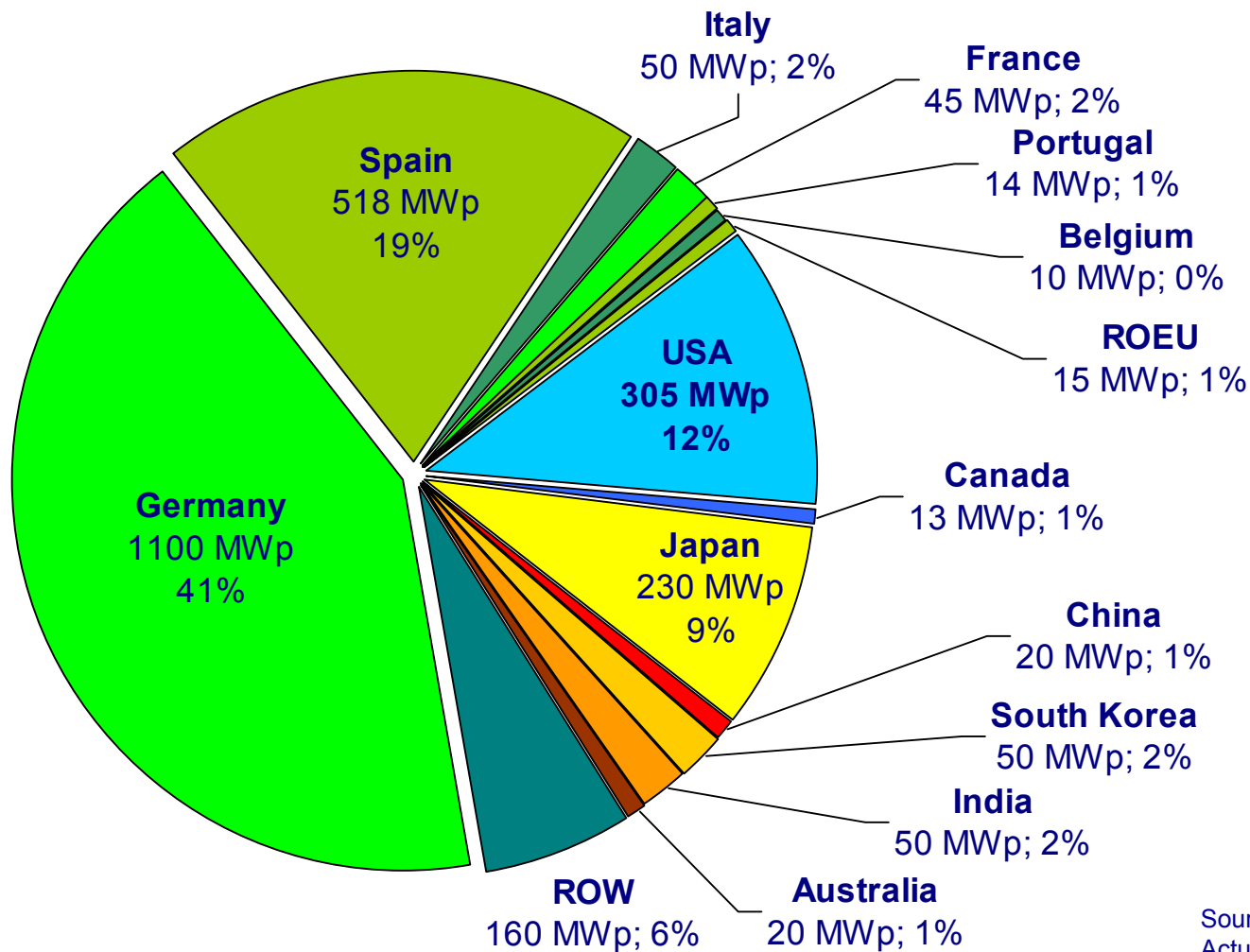


Total Puissance PV installée en MWp

estimation

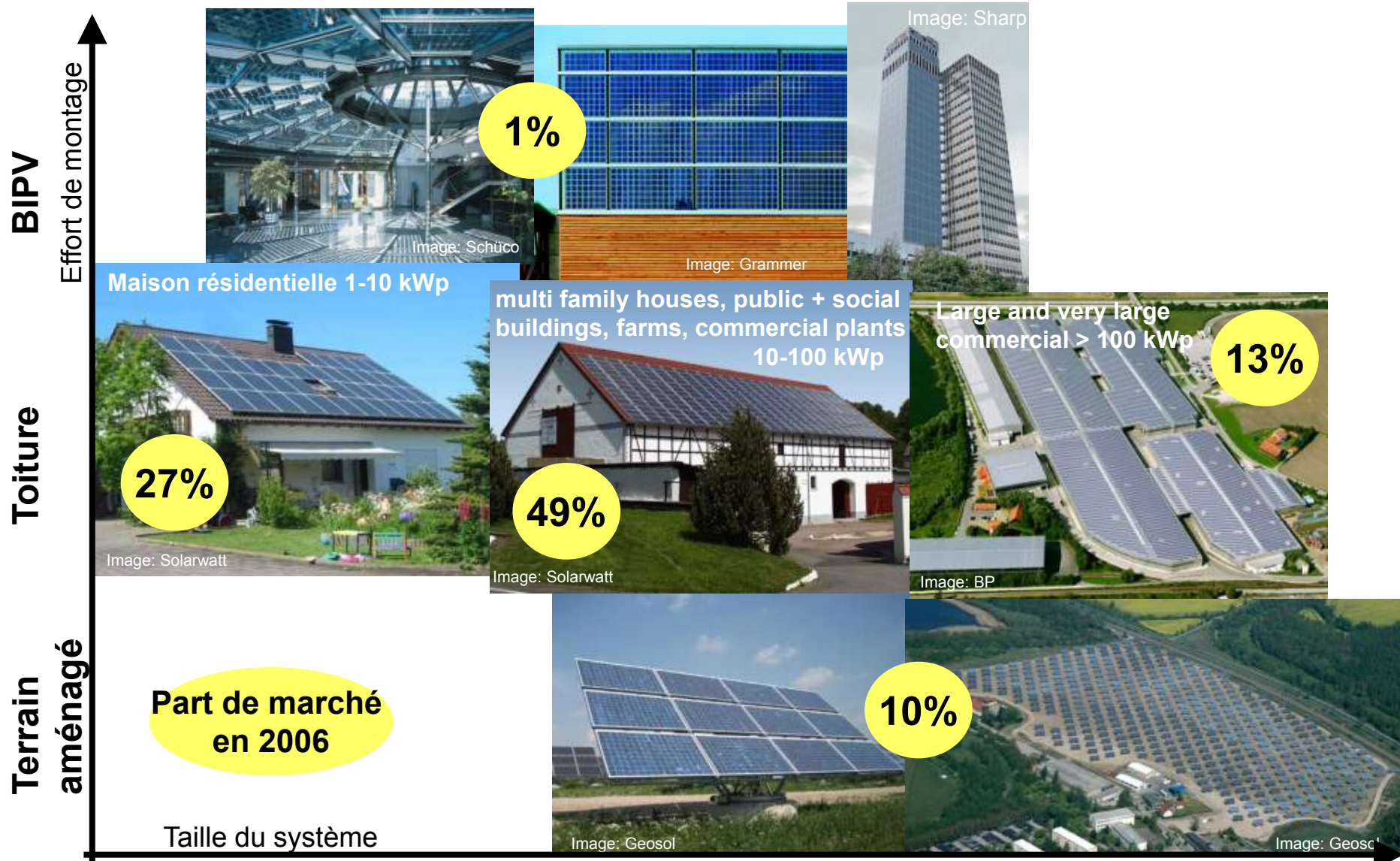
Marché mondial photovoltaïque

Puissance PV nouvellement installée en 2007 : 2.6 GWp



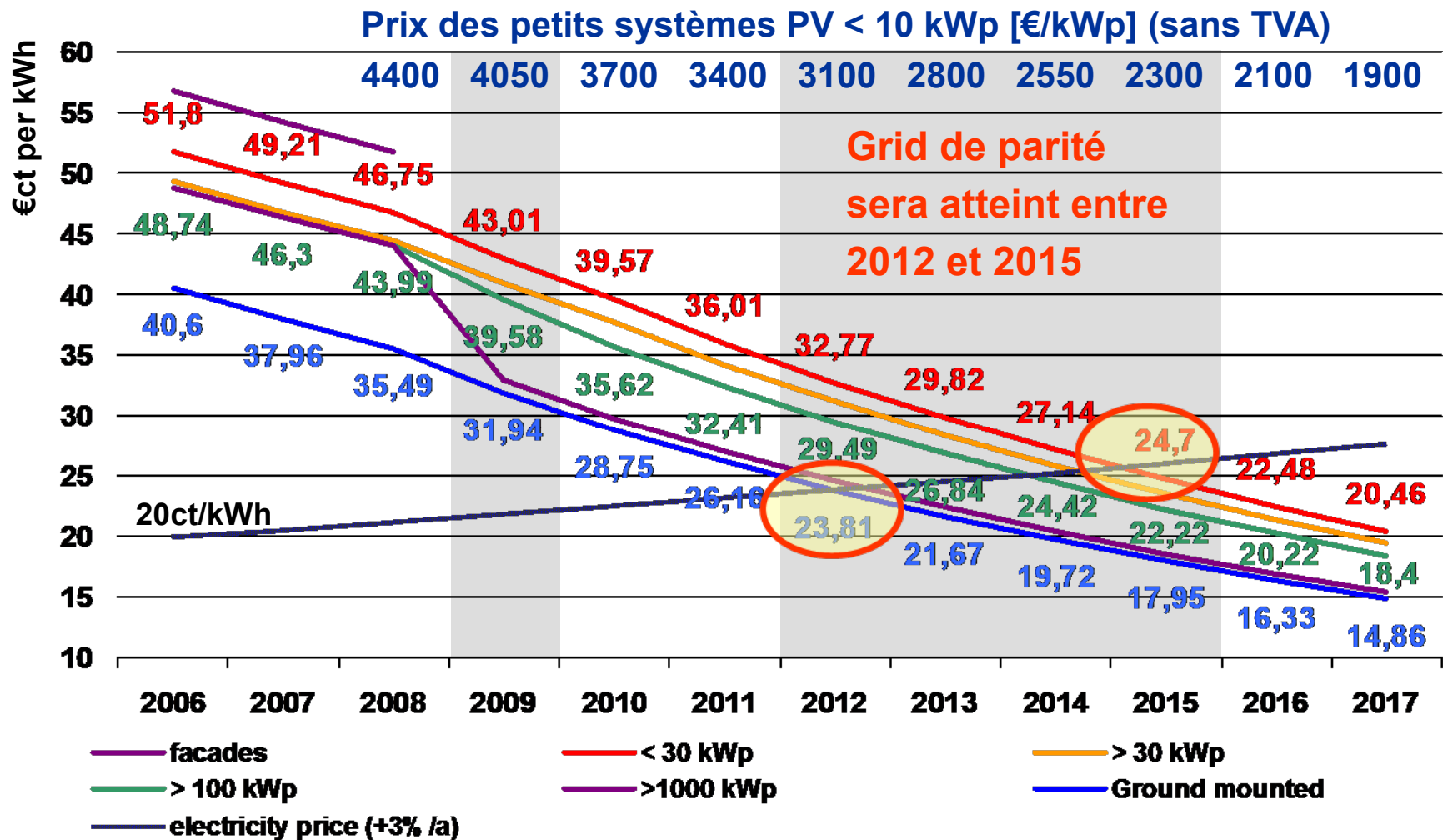
Source: BSW-Solar, EPIA, NNPVA
Actualisé : 5 Septembre 2008

Allemagne : Segments du marché des systèmes PV on-grid



Tarifs d'alimentation pour le PV dans la loi EEG

Basés sur des taux dégressifs décidés le 06 juin 2008



Stratégie d'entrée sur le marché photovoltaïque

1. Créer demande PV:

- Droit de production électricité solaire et de connexion au réseau
- Production d'électricité solaire financièrement intéressante

2. Développer :

- Marché PV
 - Production PV
 - Capacités d'installation
- Réduction des coûts**
Création d'emplois
 ↓ d'énergie importée

3. PV deviendra :

- **Compétitif (coûts)**
- **Pilier important d'un système d'énergie durable**

Premiers résultats

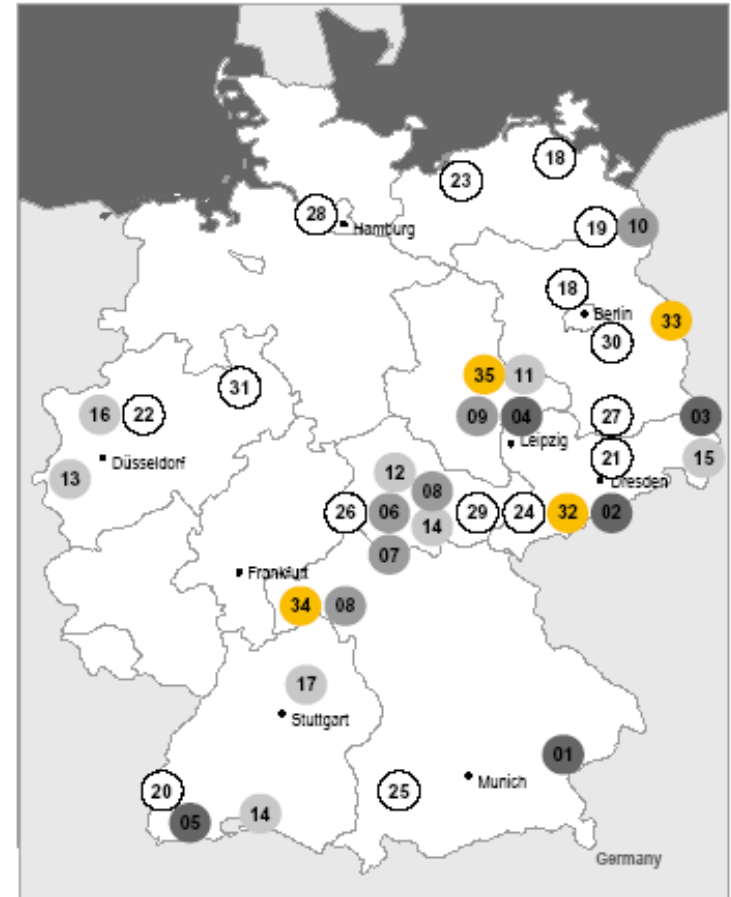
- > € 15 milliards investis depuis 2000 dans les installations PV
- > € 3 milliards investis depuis 2000 dans l'équipement pour la fabrication de systèmes PV
- Chute des coûts



Image: Aleo

Allemagne : Le cluster PV plus grand du monde producteurs avec technologies wafer Si

Value Chain	No.	Company	Location	Capacity 2008 [MWp]	Current Empl.
Silicon	1	Wacker Chemie	Burghausen	10,000t	960
	2	Scheuten Solar World Solizium	Freiberg ¹	1000t	n/a
	3	Sunways	Spreewitz ¹	1000t	n/a
	4	PV Silicon	Bitterfeld-Wolfen ¹	900t	20
	5	Joint Solar Silicon	Rheinfelden ¹	850t	10
Wafers	6	PV Silicon ²	Erfurt	290	160
	7	ASi Industries ³	Arnstadt	180	480
	8	Wacker Schott Solar	Alzenau, Jena ¹	120	300
	9	Q-Cells	Thalheim ¹	80	10
	10	Mola Solaire	Pasewalk ¹	n/a	n/a
Cells	11	Q-Cells	Thalheim	760	1900
	12	Ersol Solar Energy	Erfurt, Arnstadt	220	300
	13	Solland Solar Cells	Aachen	170	300
	14	Sunways	Konstanz, Arnstadt	120	290
	15	Arise Technologies	Bischofswerda	35	10
	16	Scheuten Solar Cells	Gelsenkirchen	35	80
	17	Solarwatt	Heilbronn	15	60
	18	Solon	Berlin, Greifswald	260	400
Modules	19	Aleo Solar	Prenzlau	170	425
	20	Solar-Fabrik	Freiburg	130	290
	21	Solarwatt	Dresden	120	430
	22	Scheuten Solar Technology	Gelsenkirchen	90	140
	23	Centrosolar / Solara	Wismar	80	160
	24	Heckert Solar	Chemnitz	60	120
	25	Webasto Solar	Landsberg/Lech	35	20
	26	Asola	Erfurt	30	100
	27	Algatec	Elsterwerda	15	65
	28	Solamova	Wedel	10	30
	29	GSS	Löbichau	10	30
	30	PVflex Solar	Fürstenwalde	5	30
	31	Schüco Solar	Bielefeld	5	450
	32	Solarworld ⁵	Freiburg	450/300/250	1200
Fully Integrated (Wafers/Cells/ Modules)	33	Conergy ²	Frankfurt (Oder) ¹	250/250/250	370
	34	Schott Solar ⁶	Alzenau	160/275/200	450
	35	EverQ	Thalheim	100/100/100	1000



- 1) Planned/under construction
- 2) Excluding ingots
- 3) Subsidiary of Ersol
- 4) Subsidiary of Q-Cells
- 5) Subsidiaries of Solarworld: Deutsche Solar, Deutsche Cell, Solar Factory
- 6) Wafer production by Wacker Schott Solar No. 8

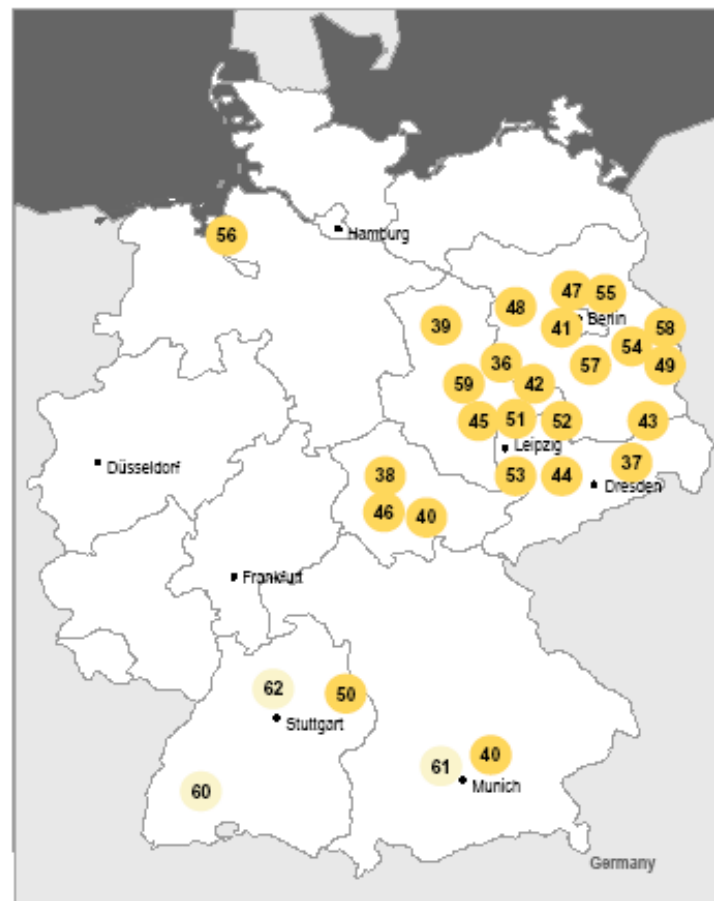
Source: Invest in Germany Research, Information provided by the respective company, July 2008

Allemagne : Le cluster PV plus grand du monde producteurs avec technologies couches minces

Value Chain	No.	Company	Location	Capacity 2008 [MWp]	Current Empl.
Thin Film					
Poly-Si	36	CSG Solar	Thalheim	20	150
a-Si	37	Sunfilm	Großröhrsdorf ¹	60	50
a-Si/μc-Si	38	Ersol Thin Film	Erfurt	40	180
	39	Malibu	Osterweddingen ¹	40	150
	40	Schott Solar Thin Film	Jena, Putzbrunn ¹	30	160
	41	Inventux	Berlin ¹	30	n/a
	42	Sontor ⁴	Thalheim	25	60
	43	EPV	Senftenberg ¹	25	n/a
	44	Signet Solar	Mochau	20	70
	45	Intico Solar	Halle ¹	n/a	n/a
	46	Masdar PV	Amstadt ¹	n/a	n/a
CIS	47	Global Solar Energy	Berlin ¹	35	n/a
CIGS	48	Johanna Solar Technology	Brandenburg	30	100
CIGSSe	49	Odersun	Frankfurt (Oder), Fürstenwalde ¹	30	90
	50	Würth Solar	Schwäbisch Hall	30	220
	51	Solibro ⁴	Thalheim ¹	25	150
	52	Avancis	Torgau ¹	20	60
	53	Solarion	Leipzig	10	35
	54	PVflex Solar	Fürstenwalde	Pilot	130
	55	Sulfurcell	Berlin	Pilot	120
	56	CIS-Solartechnik	Bremerhaven	Pilot	20
	57	Nanosolar	Luckenwalde ¹	n/a	n/a
CdTe	58	First Solar	Frankfurt (Oder)	175	500
	59	Calyxo ⁴	Thalheim	25	40

Companies in concentrator technologies

Value Chain	No.	Company	Location	Capacity 2008 [MWp]	Current Empl.
CPV	60	Concentrix Solar	Freiburg	25	70
	61	SolarTec	Munich	10	50
	62	Archimedes Solar	Stuttgart	n/a	n/a



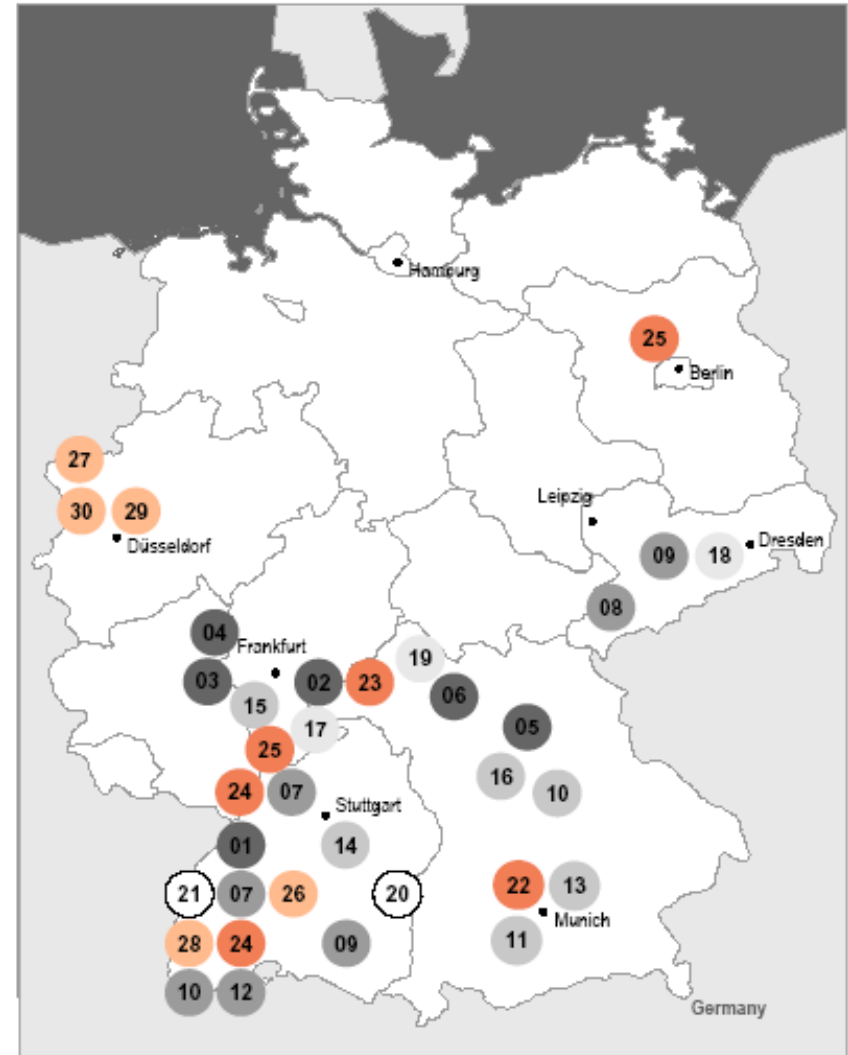
- 1) Planned /under construction
- 2) Excluding ingots
- 3) Subsidiary of Ersol
- 4) Subsidiary of Q-Cells
- 5) Subsidiaries of Solarworld: Deutsche Solar, Deutsche Cell, Solar Factory
- 6) Wafer production by Wacker Schott Solar No. 8

Source: Invest in Germany Research, Information provided by the respective company, July 2008

Allemagne : Le cluster PV plus grand du monde

producteurs équipement technologies wafer Si

Equipment	No.	Company	Location	Empl.
Ingots/Wafers - Equipment	1	Gebrüder Schmid	Freudenstadt	380
	2	ALD Vacuum Technologies	Hanau	360
	3	Herbert Arnold	Weilburg	130
	4	CGS / PVA Tepla	Asslar	50
	5	G&N	Erlangen	40
	6	Logomatic	Mainaschaff	20
Cells - Turnkey Lines	7	Gebrüder Schmid	Freudenstadt, Schwetzingen	430
	8	Roth & Rau	Hohenstein-Ernstthal	300
	9	Centrotherm Photovoltaics	Blaubeuren, Dresden	200
Cells - Wet Chemistry	10	Rena	Gütenbach, Berg	450
	11	Stangl Semiconductor	Eichenau, Puchheim	100
	12	Lotus Systems	Gutmadingen	70
	13	Ramgraber	Hofolding b. Braunthal	40
	14	HMS Höllmüller	Herrenberg	40
	15	M-O-T	Speyer	20
	16	Decker	Berching	30
Cells - Anti-reflective Coating	17	Applied Materials	Alzenau	500
	18	Von Ardenne Anlagentechnik	Dresden	400
	19	Singulus	Kahl	300
Cells - Screenprinters	20	Manz Automation	Reutlingen	400
	21	Thieme	Teningen	350
Modules - Turnkey Lines	22	Kuka Systems	Augsburg	1200
	22	Reis Robotics	Obernburg	720
	23	Gebrüder Schmid	Freudenstadt, Niedereesbach	530
	24	Teamtechnik	Freiburg am Neckar, Berlin	350
Modules - Tabbers, Stringers, Laminators	25	Robert Bürkle	Freudenstadt	350
	26	Meier Vakuumtechnik	Bocholt	170
	27	Somont	Umkirch	100
	28	Robust	Remscheid	50
	29	SunWare	Duisburg	20
	30	Solarwatt	Dresden	20

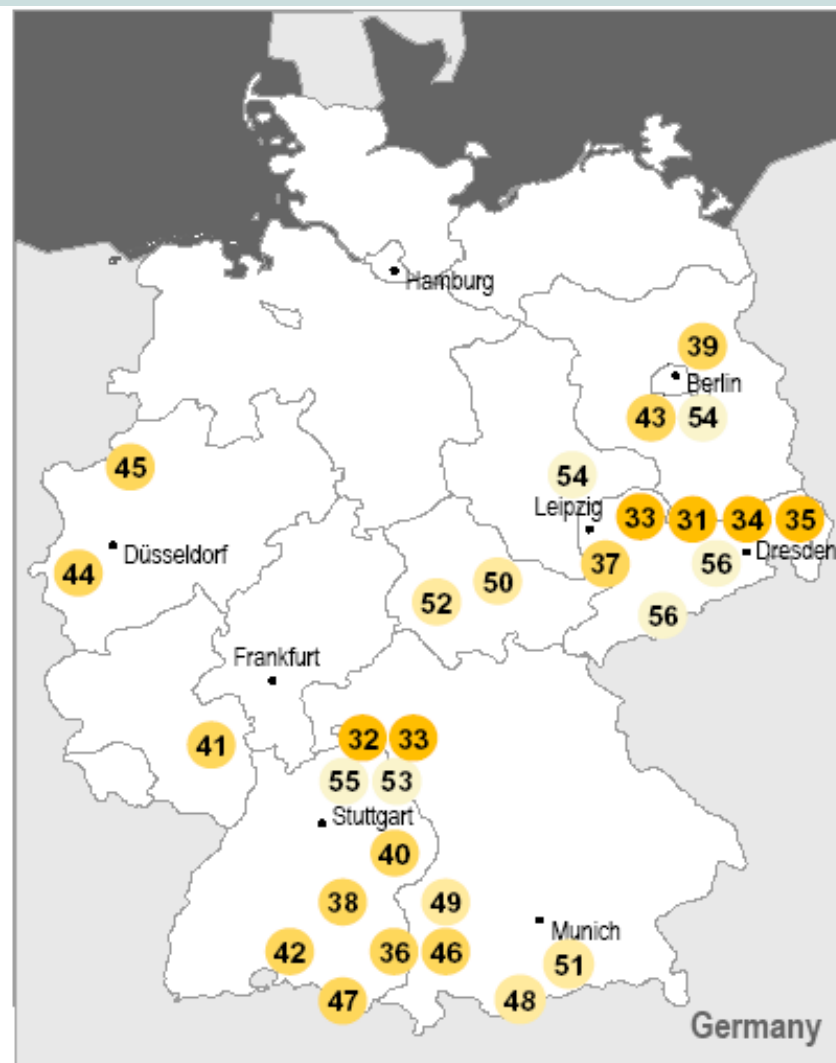


Source: Invest in Germany Research, Information provided by the respective company, March 2008

© 2008 | Invest in Germany

Allemagne : Le cluster PV plus grand du monde producteurs équipement couches minces

Equipment	No.	Company	Location	Empl.
Thin Film - Vacuum Deposition	31	Applied Materials	Alzenau	500
	32	Von Ardenne Anlagentechnik	Dresden	400
	33	Leybold Optics	Alzenau, Dresden	320
	34	FHR Anlagenbau	Ottendorf-Okrilla	90
Automation	36	ASYS Automatisierungssysteme	Domstadt	300
	37	USK Karl Utz Sondermaschinen	Limbach-Oberfrohna	260
	38	Manz Automation	Reutlingen	250
	39	Jonas & Redmann Photovoltaics	Berlin	240
	40	Schiller Automation	Sonnenbühl-Genkingen	200
	41	Minitec Maschinenbau	Waldmohr	140
	42	ACI-ecotec	St. Georgen	70
	43	Feintool Automation	Berlin	60
	44	Maschinenbau Gerold	Nettetal	50
	45	Olbricht	Hamminkeln-Brünen	30
Laser Processing	46	Amb bernhard brain	Gersthofen	20
	47	Mondragon Assembly	Stockach	20
	48	Carl Baasel	Stamberg	350
	49	Manz Automation	Reutlingen	300
	50	Jenoptik Automatisierungstechnik	Jena	170
	51	InnoLas	Krailling	80
	52	LPKF SolarQuipment	Suhl-Friedberg	40
Fab Engineering and Planning	53	M+W Zander FE	Stuttgart	400
	54	IB Vogt	Berlin, Thalheim	160
	55	Caverion	Stuttgart	160
	56	AiC	Chemnitz, Dresden	80



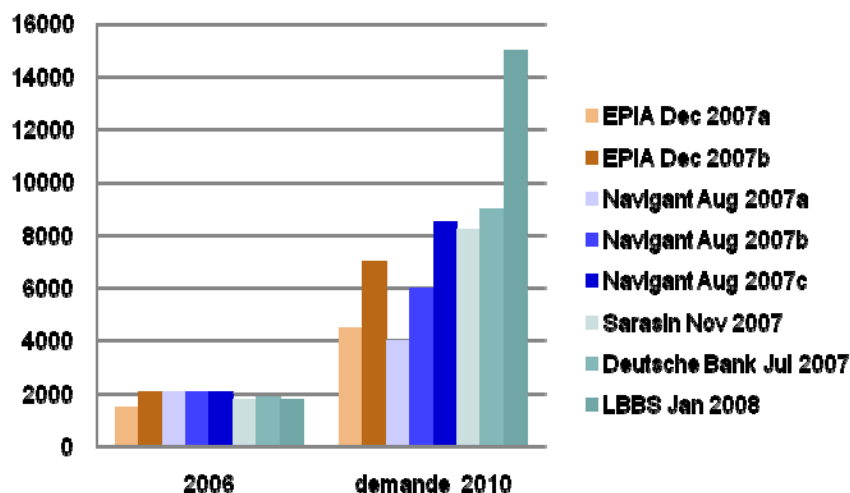
Source: Invest in Germany Research, Information provided by the respective company, March 2008

© 2008 | Invest in Germany

LES DEFIS DE LA TRANSFORMATION: L'EXEMPLE DU PHOTOVOLTAIQUE

Marché global du PV: Grandes variations des prévisions 2010

Incertitude concernant la demande

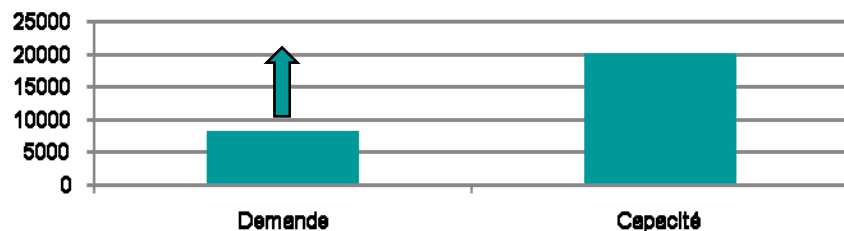


- Annonces pour 2010: production de 20 GWp environ
- Fourchette d'estimation de la demande entre 4 et 14 GWp

→ Grands efforts nécessaires pour développer les marchés

→ Seuls survivront les producteurs forts disposant de produits de bonne qualité

Marché déséquilibré en 2010



EPIA : Vers la compétitivité du PV dans l'UE

European Photovoltaic Industry Association EPIA:

- Courbe d'apprentissage réaliste:
100% augmentation du PV installé → 20% réduction de coûts

→ Parité-réseau sera atteinte sur tous les marchés importants dans les prochaines années, étape par étape

	2008	2012	2016	2020
Part du marché de l'électricité UE avec parité-réseau du PV	0%	10%	50%	90%

(Parité-réseau: parité du coût de l'électricité PV avec le prix au consommateur du réseau électrique)

EPIA propose comme objectif de la politique énergétique de l'UE :

- Cumul du PV installé en Europe en 2020 : 350 GWp
- Part du PV dans la production d'électricité en UE : 12%
- Croissance annuelle moyenne des installations PV : 40%

Boom de l'innovation dans le photovoltaïque

Les nouveaux marchés PV ouverts depuis 2003 avec le tarif de mise en réseau allemand, puis en Espagne et dans d'autres pays, ont boosté les activités d'innovation dans le secteur PV :

- Production de silicone augmentée à moindres coûts
- Coûts plus bas et gains en efficacité en cellules c-Si
- Technologies à couches minces : aSi, μ c-Si, micromorph Si, CIGS, CdTe ...
- Systèmes de concentration photovoltaïque CPV
- Nouveaux concepts PV
- Intégration du PV aux bâtiments (BIPV)
- Systèmes de pistage et de support
- Concepts d'intégration au réseau

→ Innovation et réduction de coûts s'accélèrent

PV intégré au bâtiment (BIPV)

Intégration du PV avec

- composants standards de bâtiment
- procéder de planification et de construction
- industrie de la construction



© Solarsiedlungs-GmbH

PV intégré au bâtiment (BIPV) 2

- Large gamme d'applications possibles
- Options esthétiques en augmentation
- Faibles ou aucun cout additionnel pour les structures de support
- Besoins de solutions systèmes

© Schott



PV intégré au bâtiment (BIPV) 3



© Saint Gobain



© www.solarnova.de

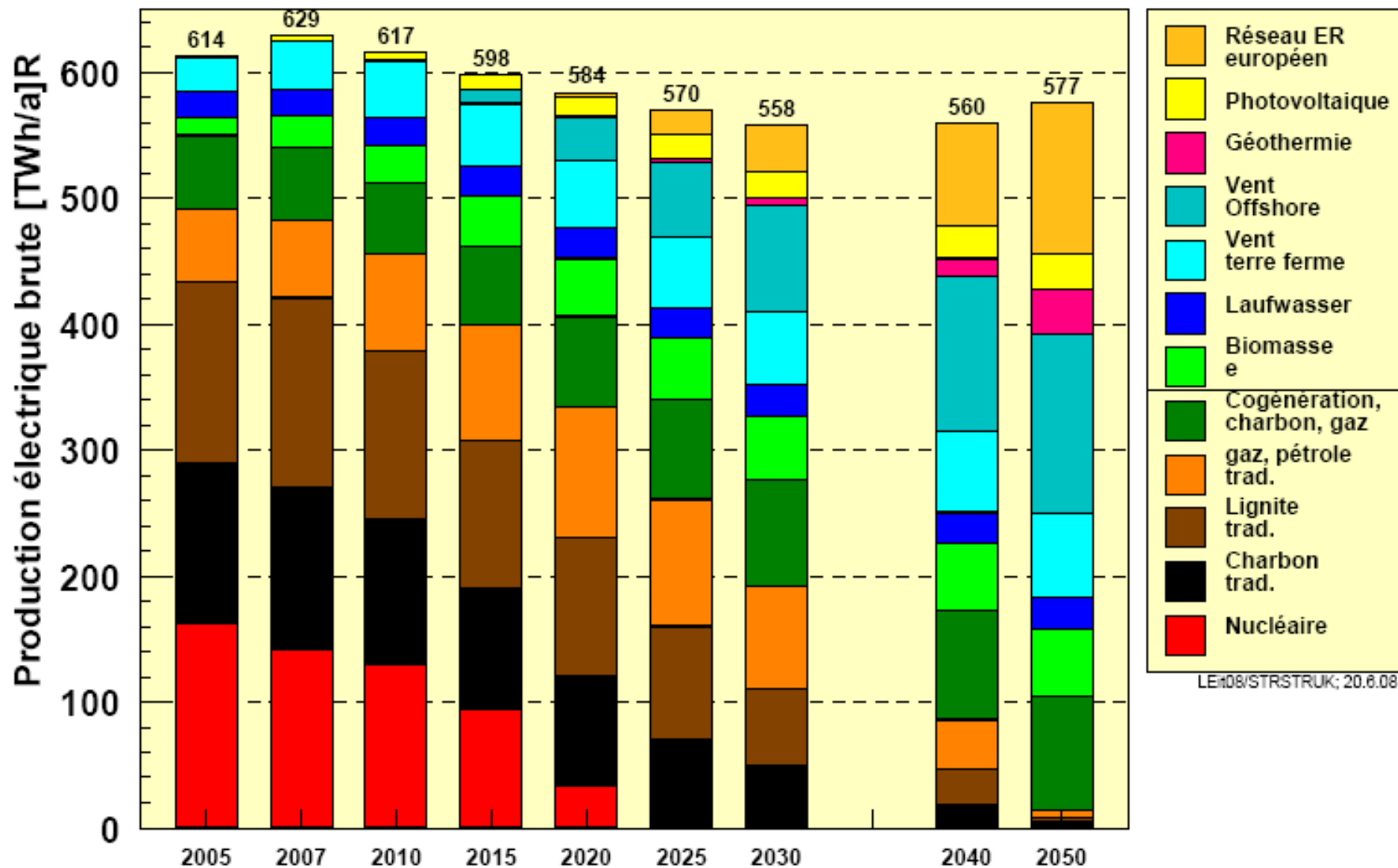


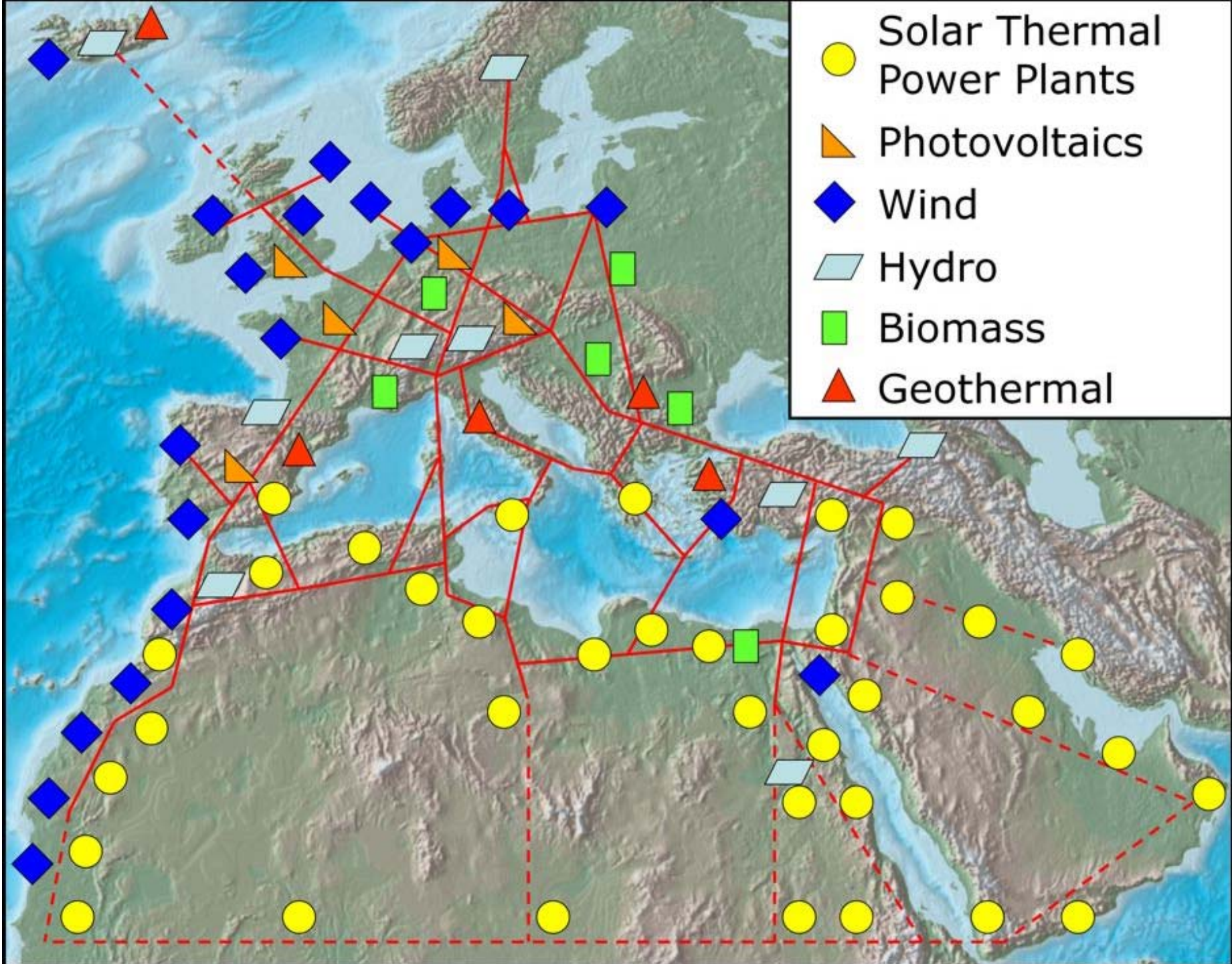
© bsw-solar

Intégration réseau

- Scepticisme réduit concernant la gestion de réseau :
Industrie de l'onduleur : pas de problème jusqu'à 50% d'électricité solaire sur le réseau allemand
- Centrales hybrides virtuelles combinant éolien, solaire, biogaz et hydro sont capables de s'adapter à la demande
- Les onduleurs nouveaux contribuent à la stabilisation des réseaux
- Progrès lents mais systématiques dans le « net metering » : adapter la demande à l'offre

Scénario guide du Ministère de l'environnement (et des énergies renouvelables)





UN PROCEDE COLLECTIF INTERNATIONAL D'APPRENTISSAGE

PV: Des défis fascinants

demandant des efforts conjoints

- PV pourra fournir une large part de l'électricité mondiale à des coûts compétitifs
- Nouvelles opportunités pour les régions avec peu ou pas de réseau
- Enormes opportunités de croissance de l'industrie PV

Défis

- Combler la différence entre les coûts jusqu'à la parité-réseau pour assurer une croissance continue du marché (► politiques)
- Réduire les barrières administratives pour le PV (► administration, politiques)
- Baisser les coûts par une innovation continue (► industrie, recherche)
- Assurer une haute qualité par du personnel qualifié (► industrie, instituts de formation)
- Créer de nouveaux marchés avec de nouvelles applications (► industrie)
- Soutenir la croissance du marché PV mondial (► industrie, politiques)

La nécessité d'un apprentissage rapide requiert de la coopération

- Coopération le long de la chaîne de création de valeur
- Coopération entre recherche et industrie
- Coopération entre associations industrielles nationales
- Coopération entre gouvernements pour assurer une croissance équilibrée du marché

IRENA : Agence Internationale pour les Énergies Renouvelables

La nouvelle **Agence Internationale des Energies Renouvelables IRENA** peut jouer un rôle important pour accroître la coopération et améliorer les conditions cadres

- négociations pour un traité international conclus à Madrid en octobre avec 60 pays
- Allemagne, Espagne & Danemark promoteurs principaux
- Ouverte à tous les pays de l'ONU
- Cérémonie de fondation le 26 janvier 2009



« Les énergies renouvelables sont un élément clé de l'approvisionnement en énergie durable. Avec la création de l'Agence Internationale pour les Energies Renouvelables, nous souhaitons développer de façon durable le large potentiel que représentent les énergies renouvelables à l'échelle mondiale. Ceci représentera aussi un avantage pour ceux qui n'ont pas accès à l'électricité et qui par conséquent, ne peuvent profiter pleinement des chances qu'offre le développement. »

Chancelière
Angela Merkel
Allemagne

« L'existence d'une Agence Internationale pour les Energies Renouvelables permettra de soutenir nos efforts en vue de réduire les émissions de gaz à effet de serre et d'accroître la sécurité en matière d'approvisionnement. Grâce à une telle agence, il sera plus facile pour les pays industrialisés comme pour les économies émergentes, d'opérer la transition du pétrole, du gaz et du charbon vers les énergies renouvelables. »

Premier Ministre
Anders Fogh Rasmussen
Danemark

« Les pays qui dans quelques années seront à la pointe dans le domaine des énergies renouvelables, ceux qui mèneront la lutte contre le changement climatique et parviendront à réduire leur dépendance vis-à-vis du carbone, contribueront à réduire la pollution atmosphérique, à enrayer le changement climatique et feront une plus value économique, politique et sociale. »... « L'Espagne ne peut laisser passer cette chance pour l'avenir. »

Premier Ministre
José Luis Rodríguez Zapatero
Espagne