



Energy

Le solaire photovoltaïque : marchés, technologies, politiques

Ruggero Schleicher-Tappeser, consultant, Berlin
AHK, Alger, 25 janvier 2011

Problèmes urgents mènent à un changement paradigmatique

- Le changement climatique qui s'accélère
- Les ressources de pétrole et de gaz qui se vident
- La demande d'énergie qui monte dans les économies émergentes et les pays en voie de développement

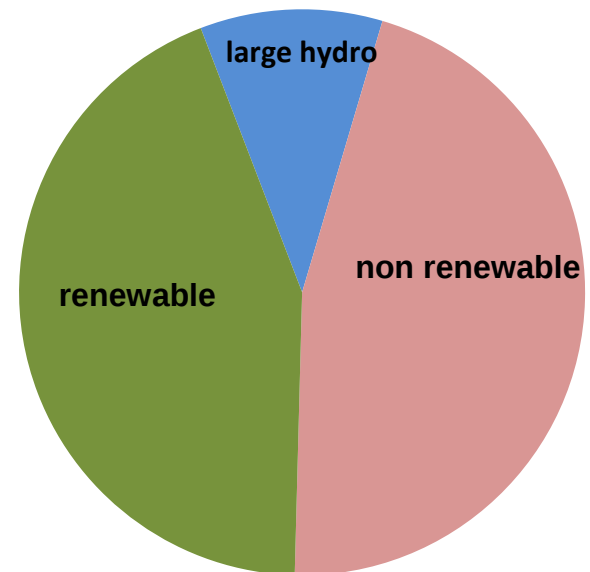
- ▶ Il faut une transformation rapide du système énergétique
- ▶ Gouvernements créent marchés pour technologies nouvelles
- ▶ Les nouvelles technologies changent les marchés de l'énergie

- L'éolien est devenu compétitif dans beaucoup de marchés
- La PV est la plus « disruptive » des technologies nouvelles, son décollage compétitif commence

Changement dramatique des perceptions: Energies renouvelables – la solution des problèmes

- Investissements importants dans la production d'électricité renouvelable
 - 2008: US\$ 155 milliards
 - Quadruplé depuis 2004
 - Solaire: croissance 49%
 - en Europe 49,7%
- Haute priorité dans les programmes de reprise économique
- En 2009 capacité éolienne en Chine: 12,0 → 25,8 GW
- 145 pays ont joint la nouvelle Agence Internationale pour les Energies Renouvelables IRENA

Global Investments for electricity generation 2008

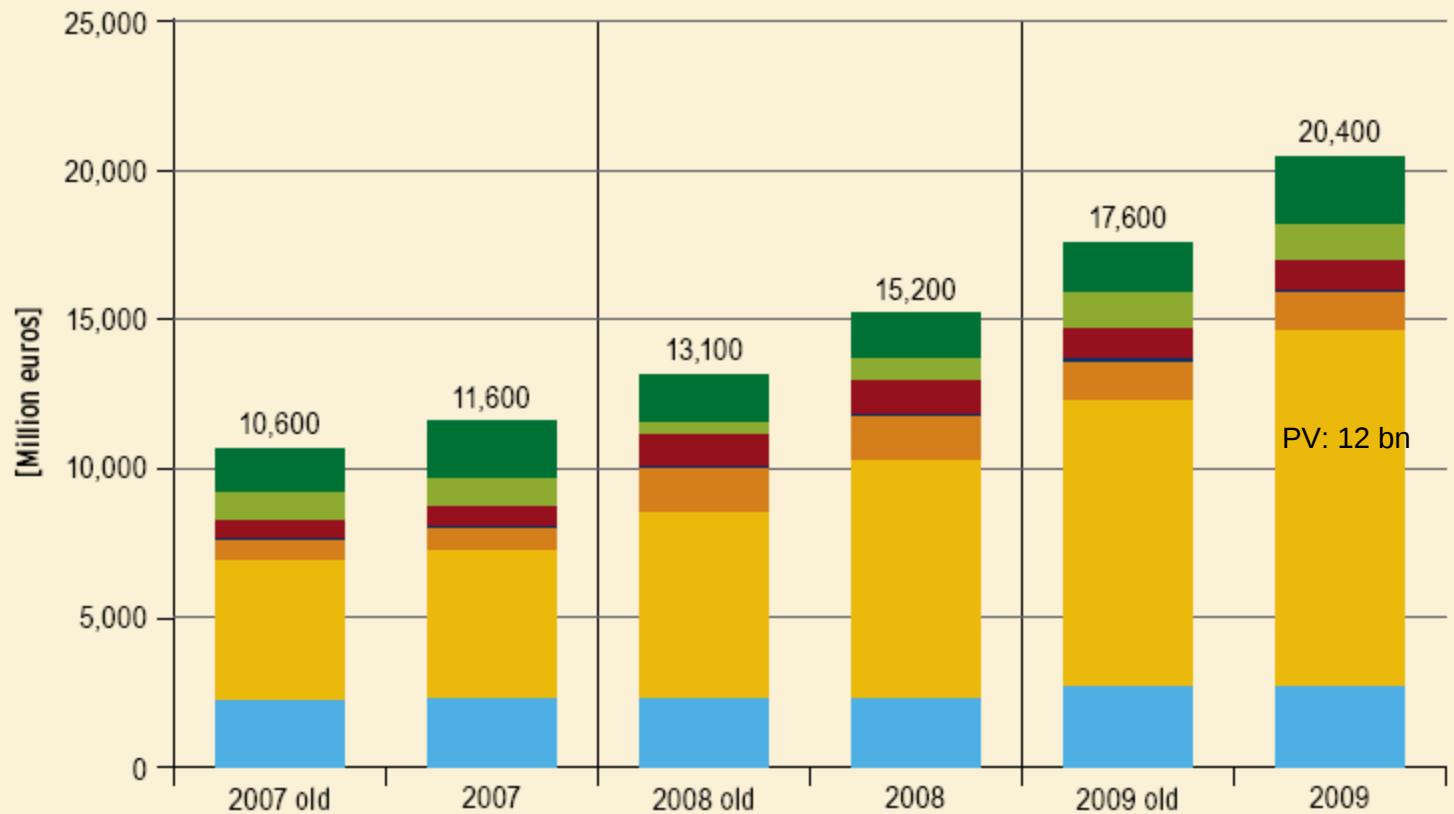


- 2009: les Energies Renouvelables sont devenus un thème central de la politique industrielle internationale

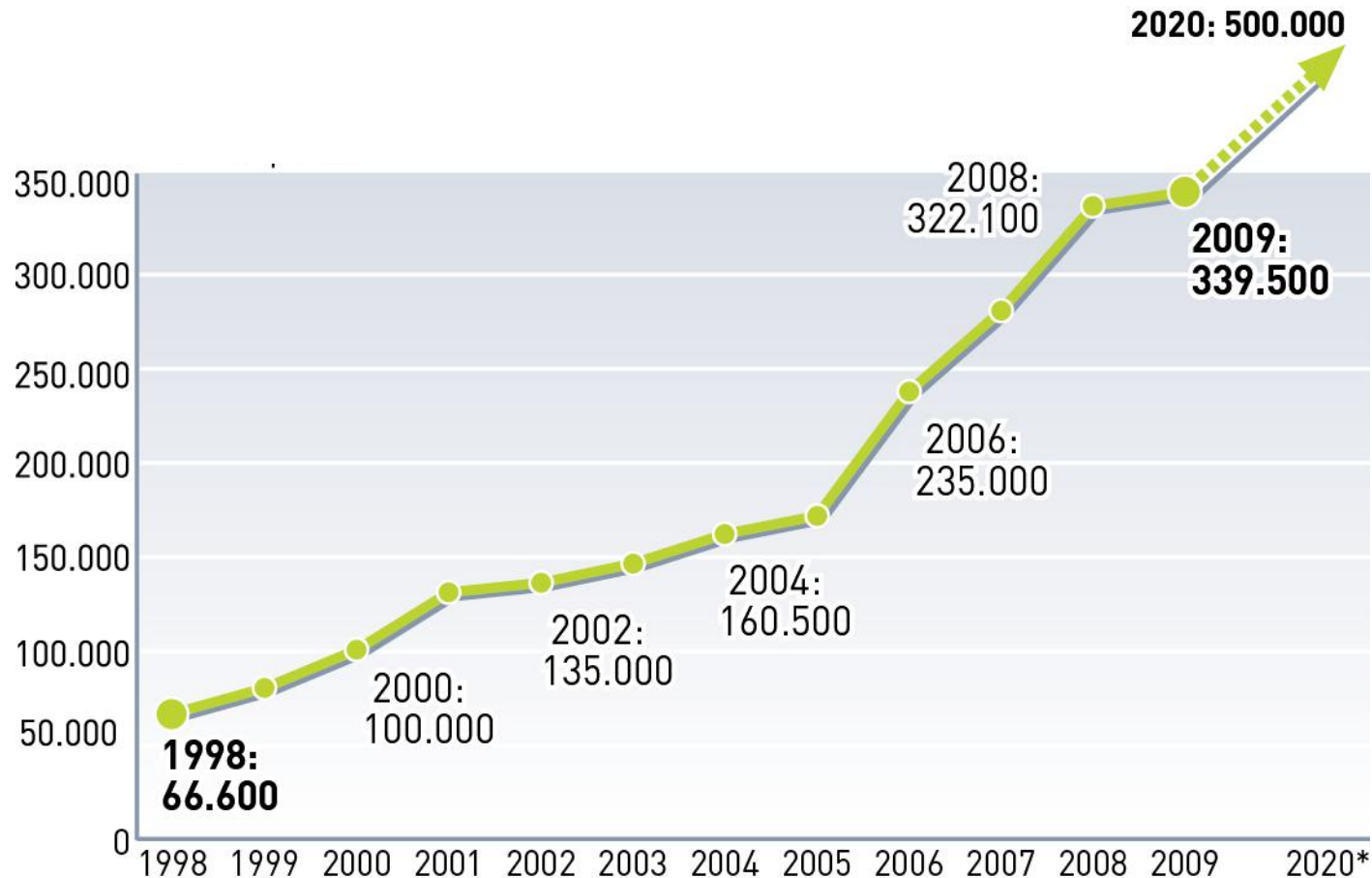
Les objectifs deviennent plus ambitieux

- Décision UE en 2009, contraignante:
20% énergie renouvelable en Europe 2020
- BEE (Association Allemande Industrie ER) 2008:
47% électricité renouvelable en Allemagne 2020
- Ministre de l'environnement Röttgen 2010: son
objectif: 100% électricité renouvelable en 2050
- EREC (Association Européenne Industrie ER) 2010:
100% énergie renouvelable en Europe 2050
- Scénarios de la Commission Européenne :
??? % in Europe 2050

Investissements dans les énergies renouvelables en Allemagne



Emplois dans les énergies renouvelables en Allemagne

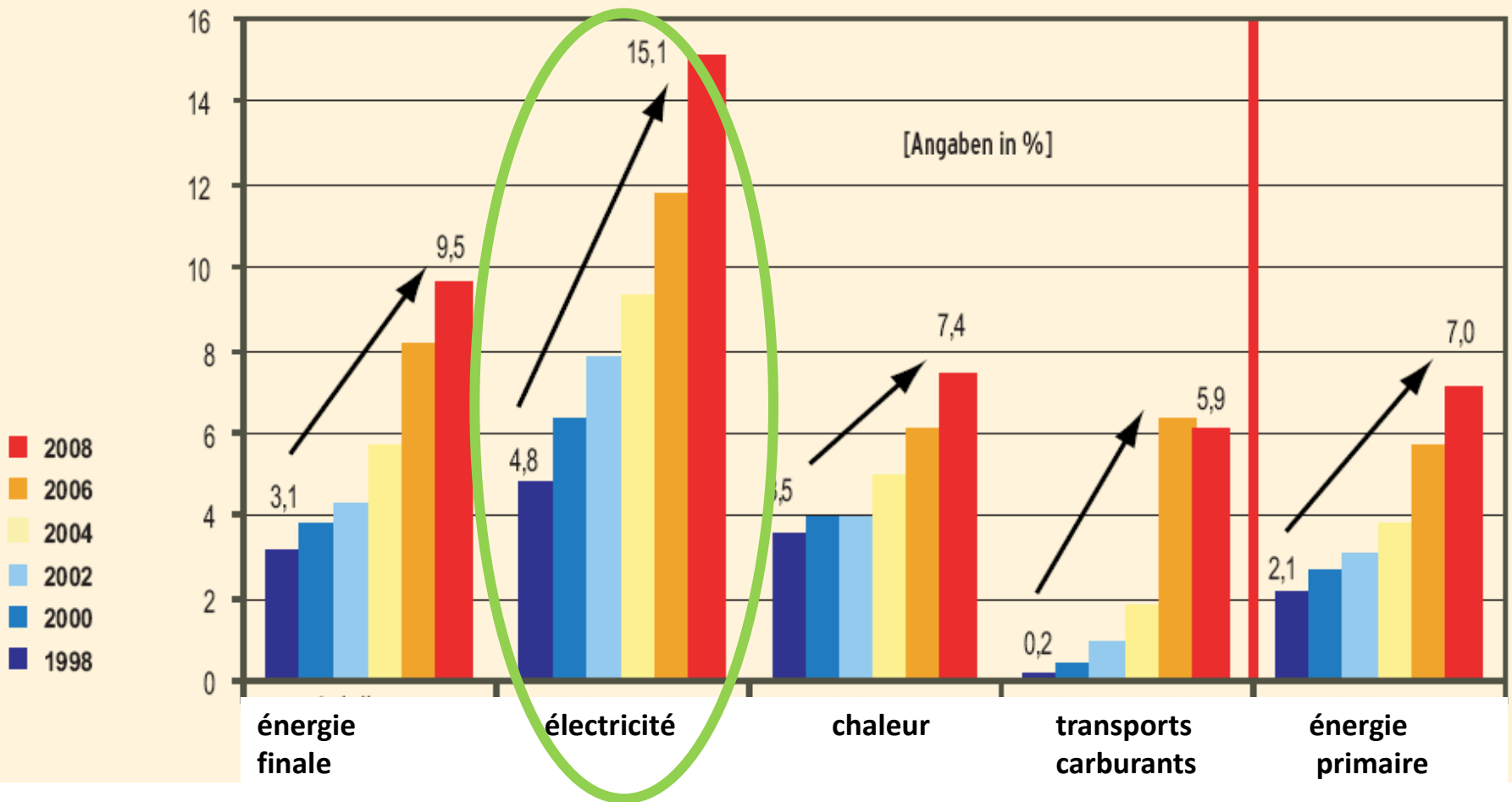


Quelle: BMU/AGEE-Stat, DLR/ZSW/DIW/GWS, UBA
Stand: 10/10

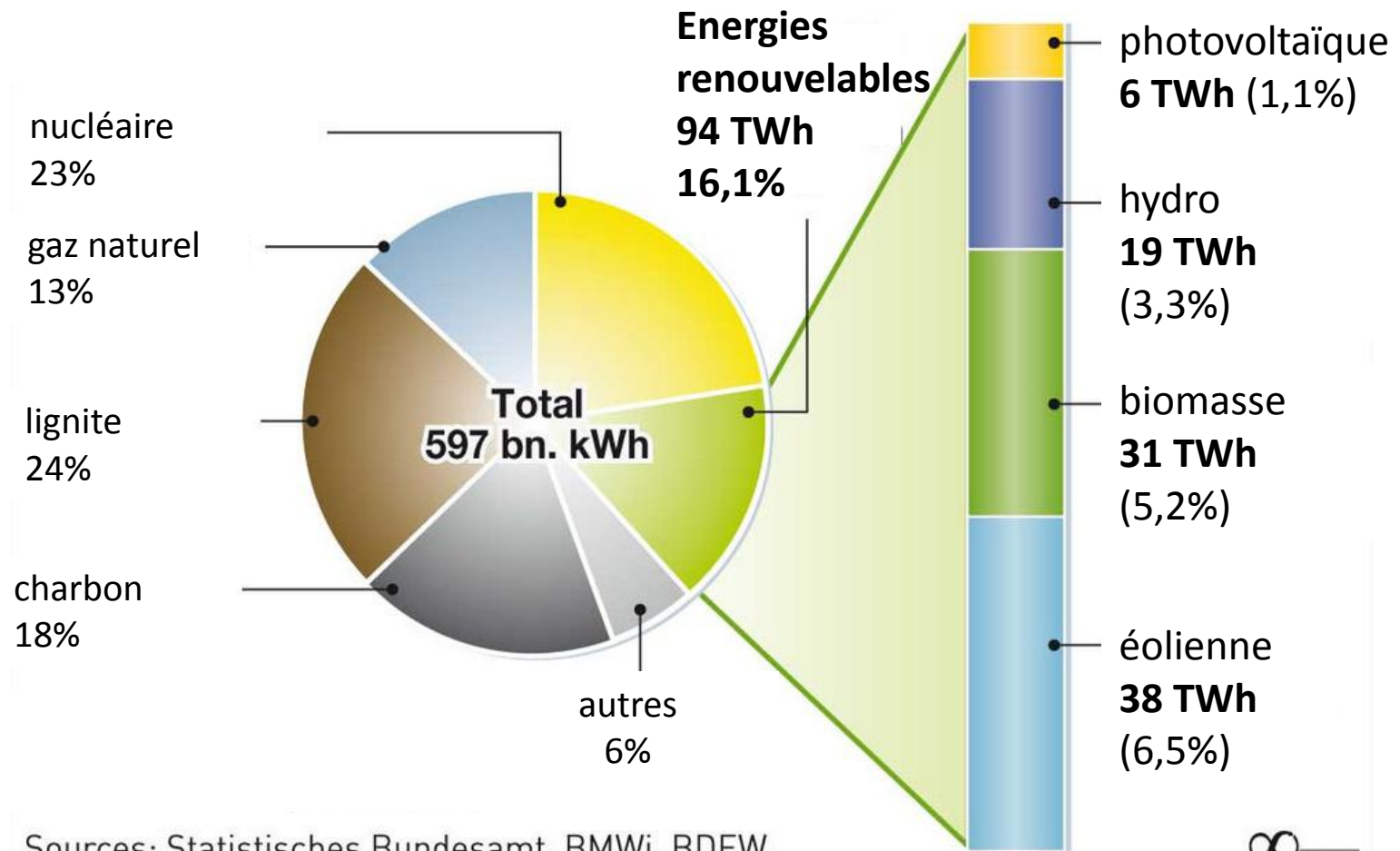

www.unendlich-viel-energie.de

DYNAMIQUE DE CROISSANCE DU MARCHÉ PHOTOVOLTAÏQUE

Part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale en Allemagne



Production d'électricité en Allemagne 2009



Sources: Statistisches Bundesamt, BMWi, BDEW, AGEb, AGEE-Stat, own calculations; Status: 04/2010

www.unendlich-viel-energie.de/en

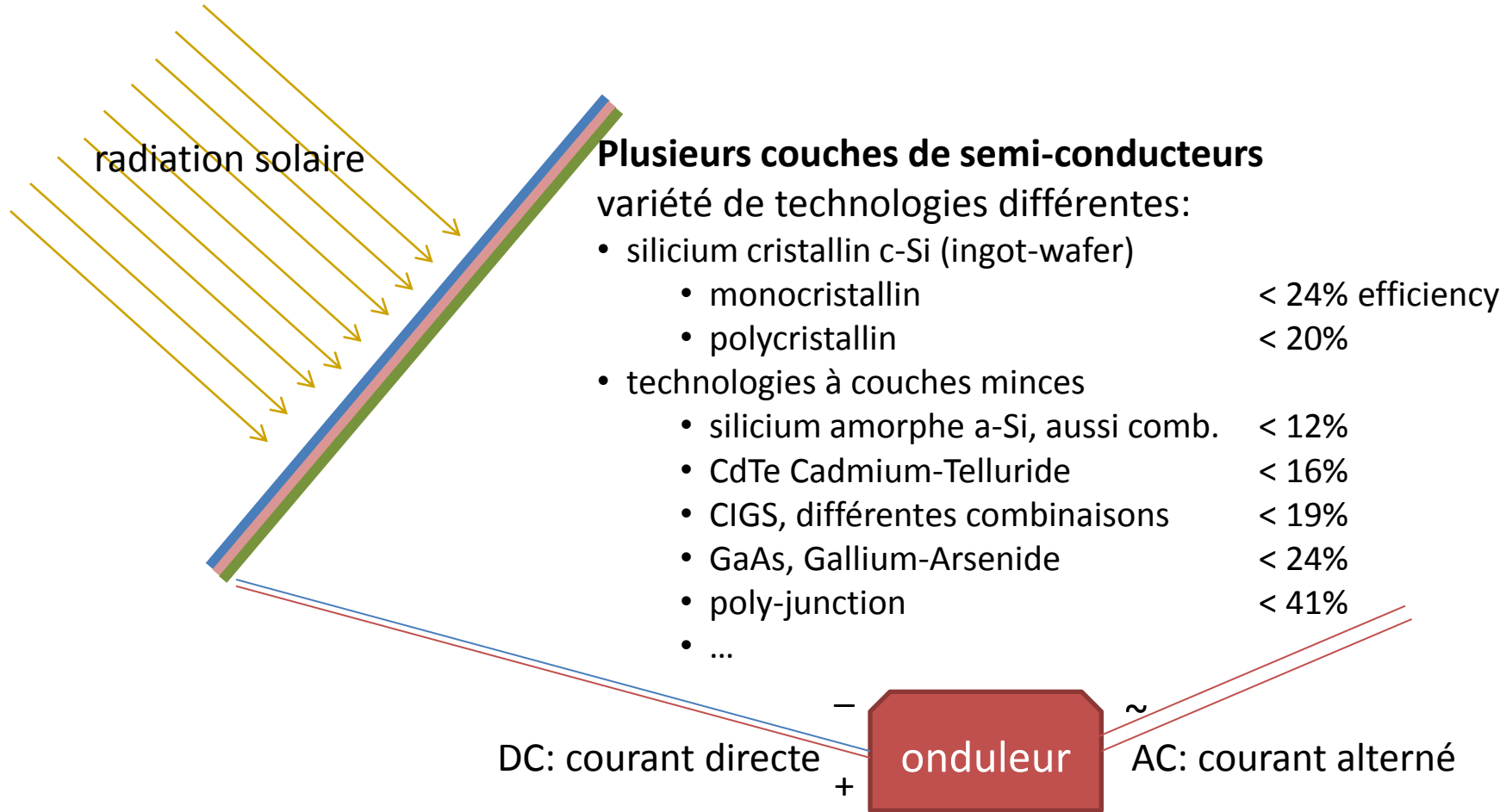


Pourquoi promouvoir le photovoltaïque ?

Une méthode pour la production d'électricité avec des avantages exceptionnels:

- Applicable n'importe où dans le monde
- Applicable à toutes les échelles, dans les réseaux et off-grid
- Pas de problèmes pour l'environnement
- Coûts en descente rapide, commencent à être compétitifs avec production traditionnelle de l'électricité
- Un potentiel pratiquement illimité

Le PV est une technologie de semi-conducteurs: transformation directe du soleil en électricité

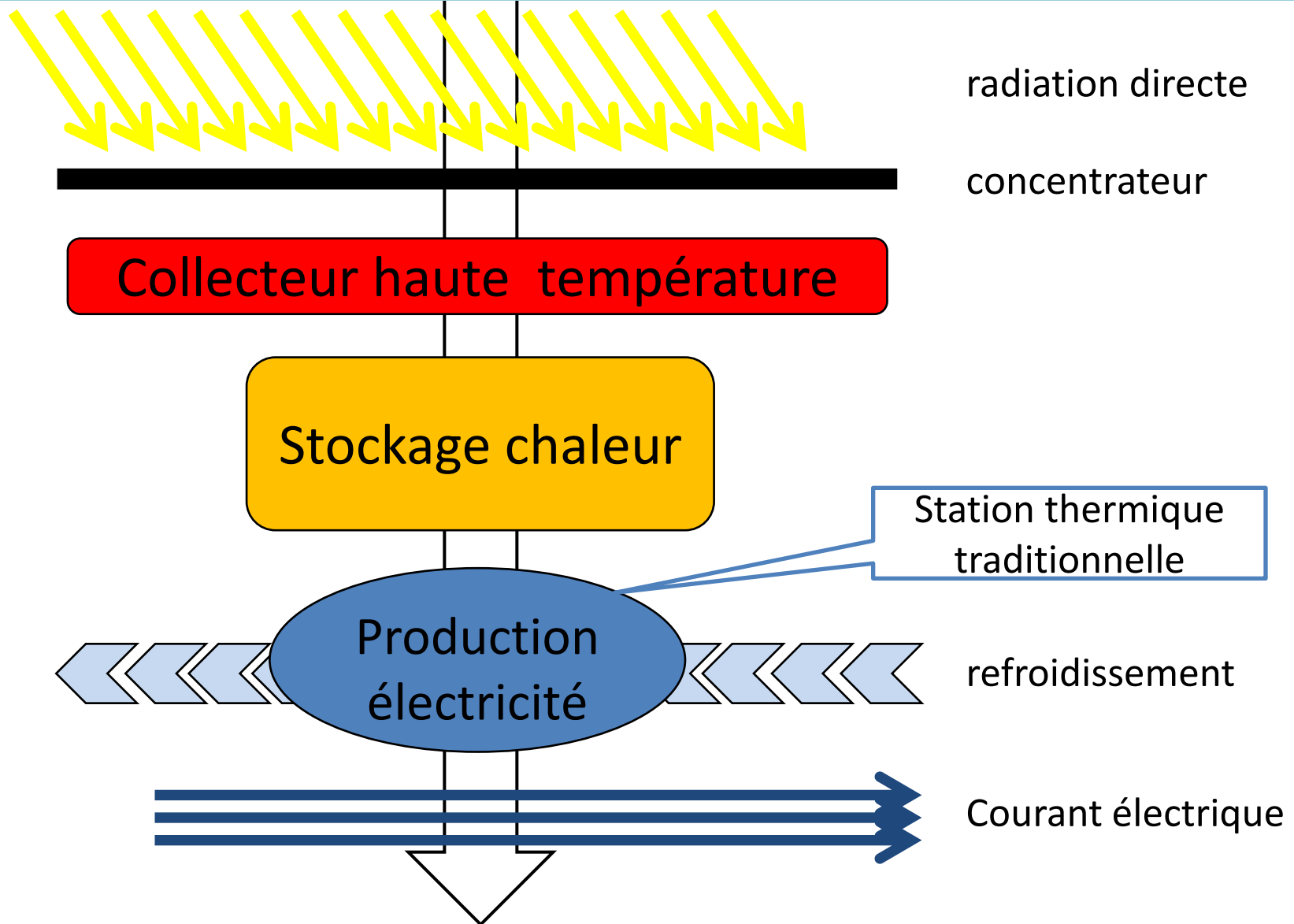


Systèmes photovoltaïques à toutes les échelles



CSP – le principe:

radiation → chaleur → électricité

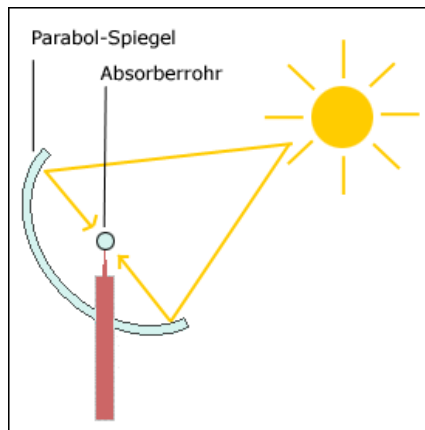


Concentrateurs paraboliques de grande dimension



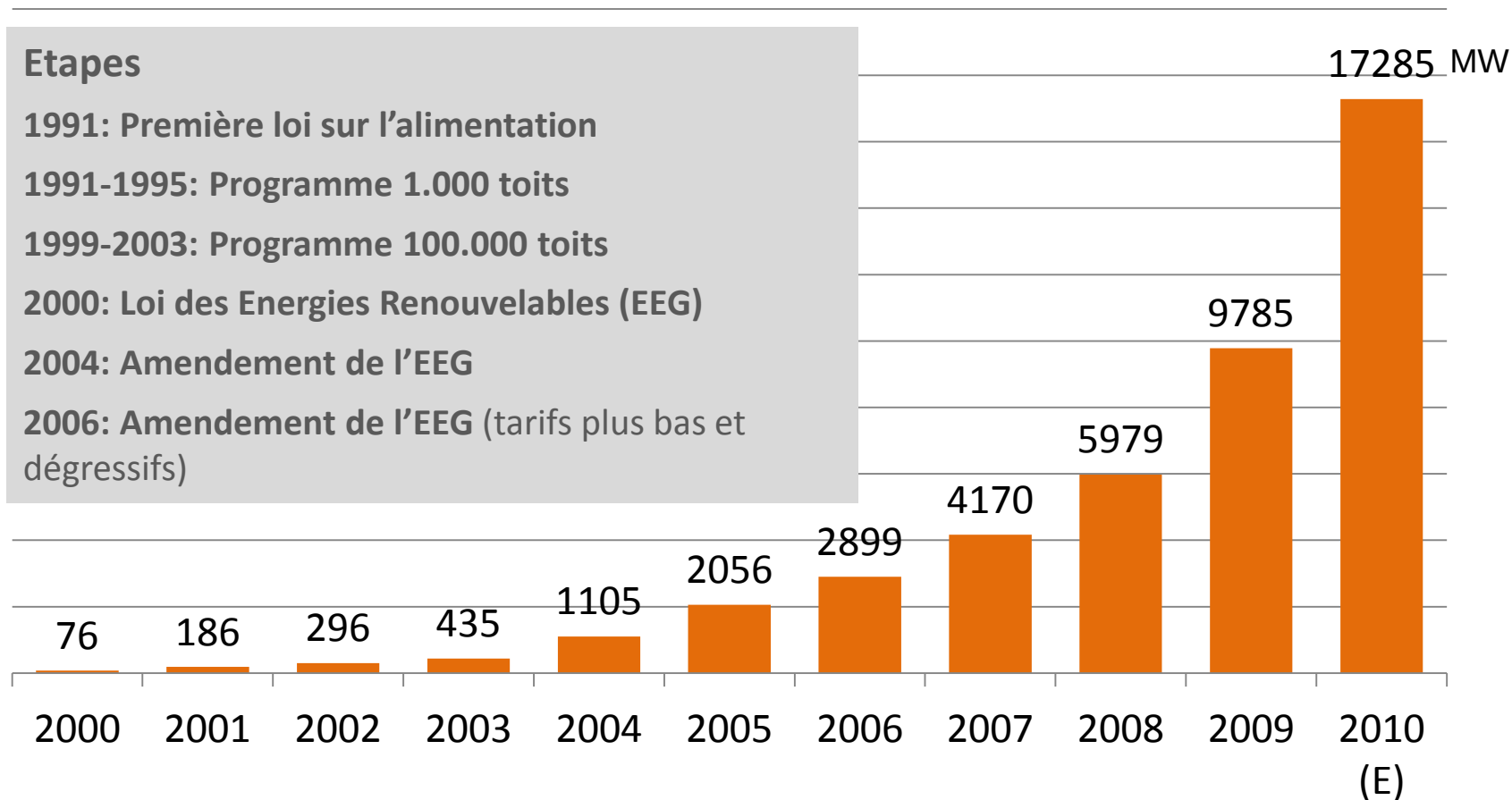
Tour solaire

Production électrique solaire thermique

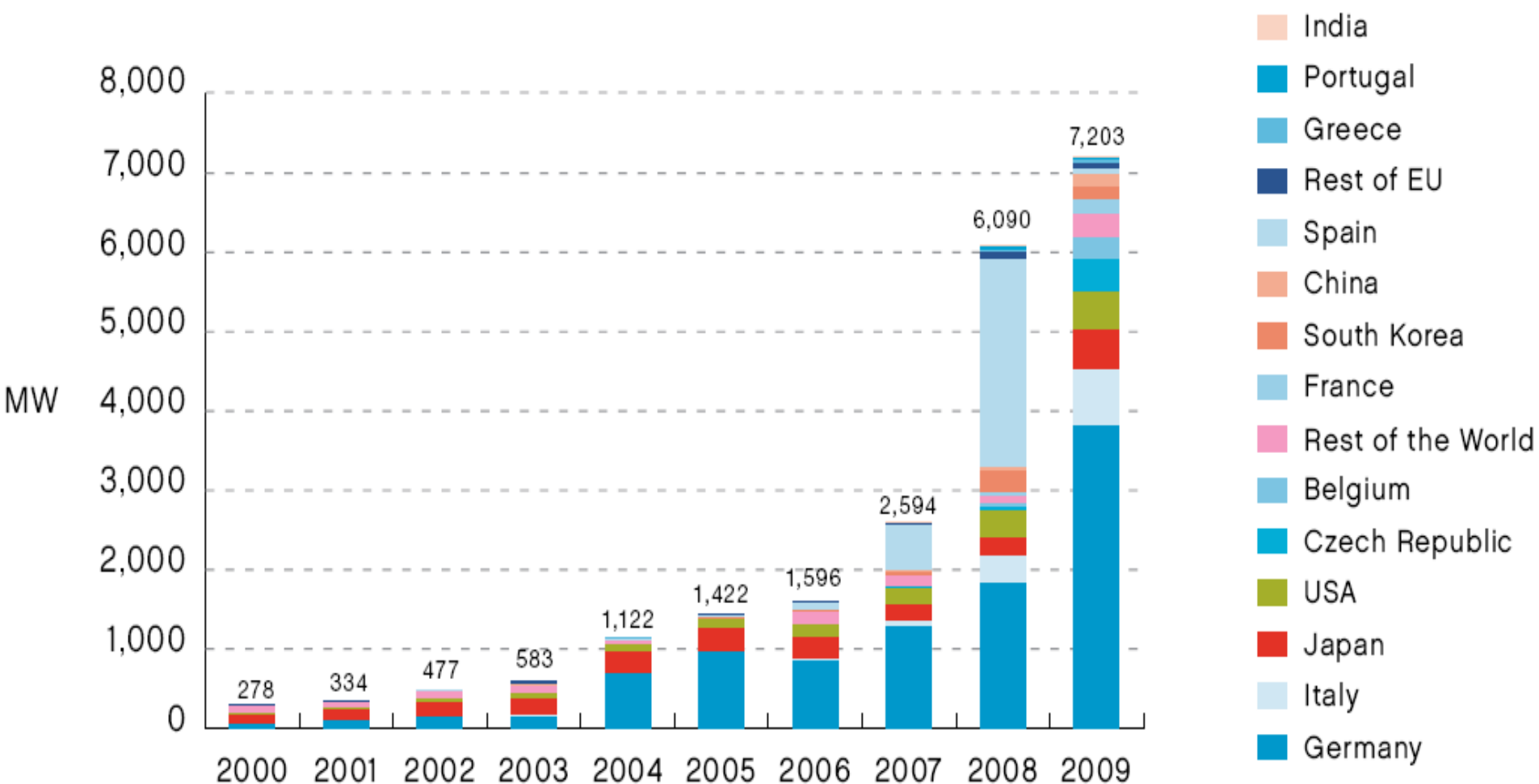


L'Allemagne a déclenché le décollage du marché photovoltaïque mondial

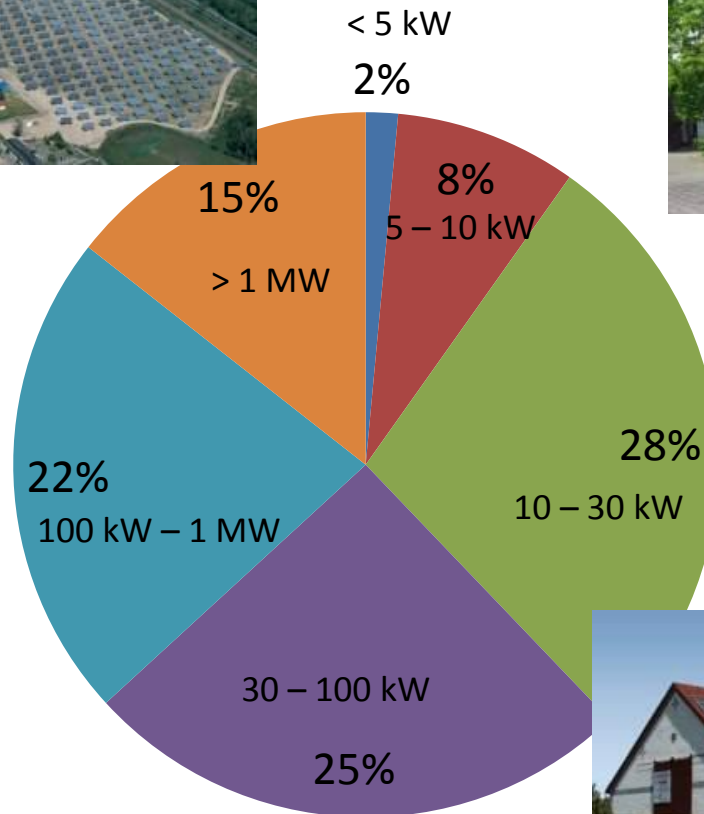
Capacité photovoltaïque installée en Allemagne



Développement du marché photovoltaïque mondial



Segments du marché allemand: dominance des tailles petites et moyennes



Installations
janvier – septembre 2010



Système typique en Espagne (Menorca, 3.2 MWp)



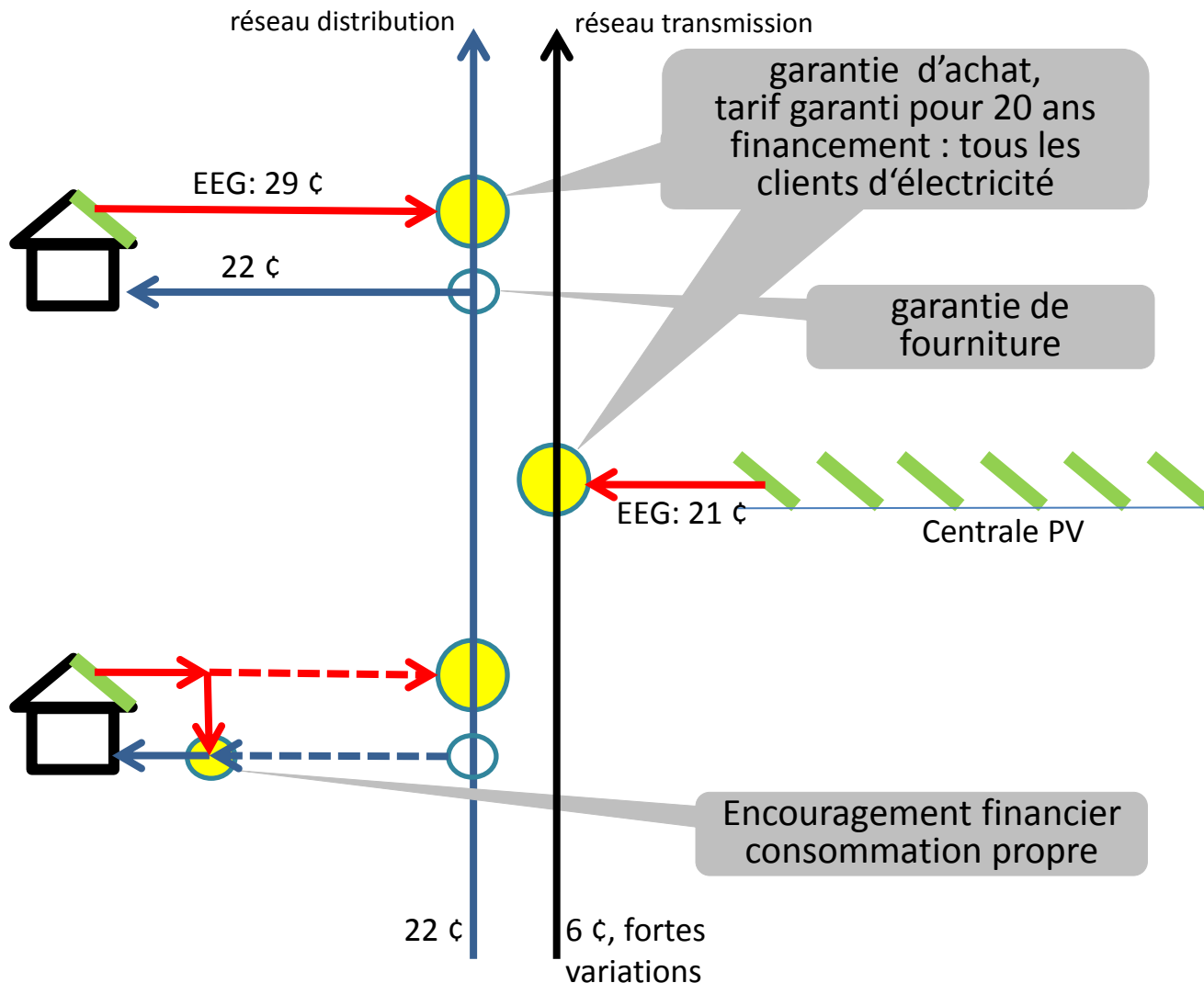
Image: Sunenergy

Le développement d'un marché équilibré et des compétences nécessaires dure une décennie

- Structure de marché équilibrée en Allemagne avec beaucoup d'investisseurs privés → stabilité pendant la crise
- Longue histoire du marché PV allemand → compétences établies tout au long de la chaîne de valeur ajoutée :
 - instituts de recherche
 - producteurs d'équipement
 - banques et investisseurs
 - producteurs de silicium, cellules et modules
 - intégrateurs de systèmes
 - grand nombre d'artisans spécialisésvaleur ajoutée et emplois à chaque étape
- La formation de groupes d'intérêts pour le renouvelables capables de faire face aux intérêts établis

**SUCCÈS INATTENDU
DU SYSTÈME DE PROMOTION
→ PARITÉ RÉSEAU IMMINENTE**

Le système des tarifs d'achat en Allemagne



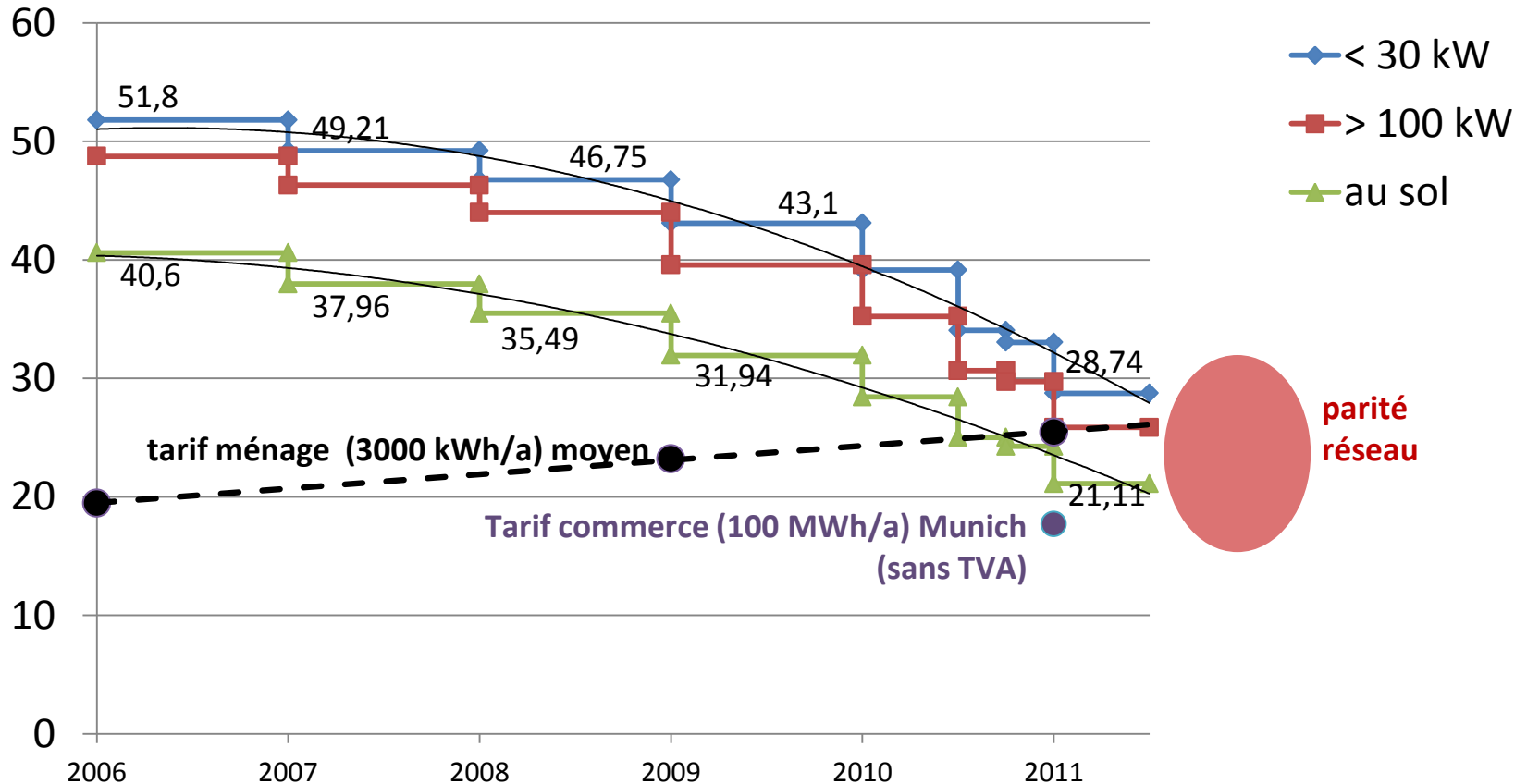
EEG / FIT aujourd'hui

Avantages:

- calcul simple
- risque limité
- gestion facile
- encourage à la maintenance
- encourage investisseurs de toute taille
- encourage l'innovation technique

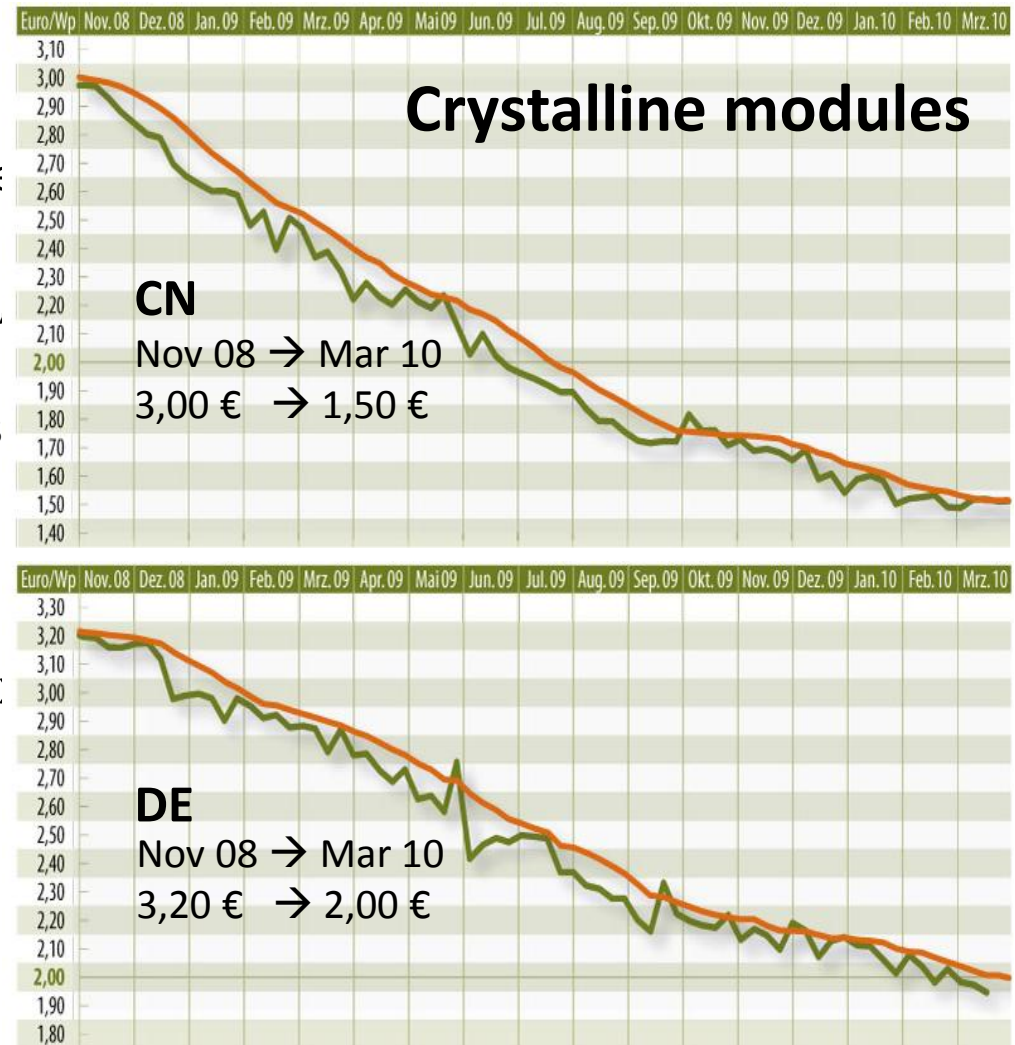
→ a été introduit dans beaucoup de pays

Tarifs d'achat allemands en descente rapide: parité réseau imminente



Baisse des prix soudaine et rapide a changé les marchés du photovoltaïque

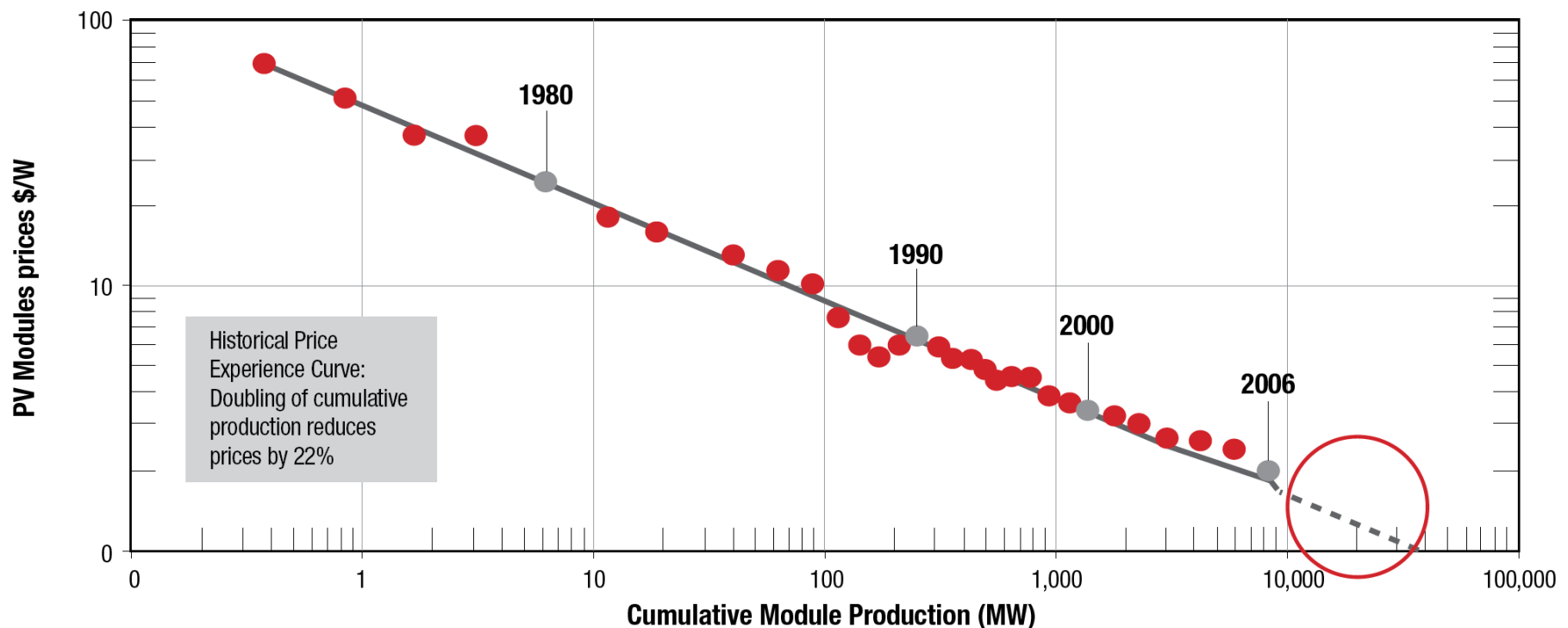
- Forte baisse des prix:
 - Offre suffisante de Si après construction d'installations de production nouvelles
 - Collapse du marché espagnol, crise des crédits
 - Expansion forte des capacités fabriques clé en main
 - Stratégie chinoise de conquête des marchés
- Prix ne correspondent pas aux coûts de production les plus bas.



Restructuration de l'industrie photovoltaïque

- Compétition forte et unités de production croissantes → concentration de l'industrie
- Grandes compagnies allemandes montent production en Asie (Q-Cells, Solon), révisent leur business model
- Importance croissante de grands acteurs industriels avec forte capacité de financement (Bosch, Schott, Sharp)
- Producteurs d'équipement européens offrent solutions intégrées et maintiennent leadership technologique
- Unités industrielles plus larges requièrent plus de coopération internationale

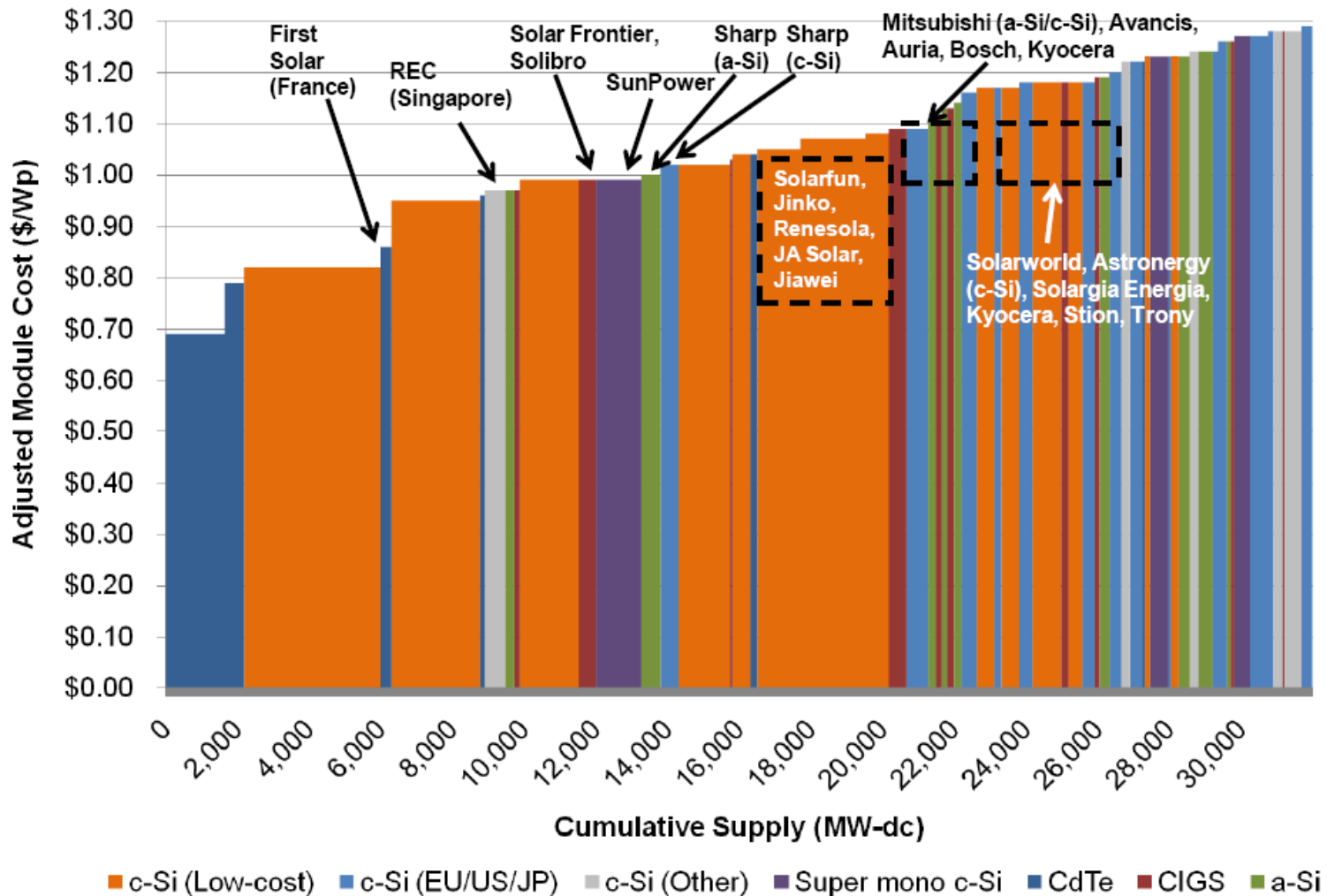
La courbe d'apprentissage du photovoltaïque



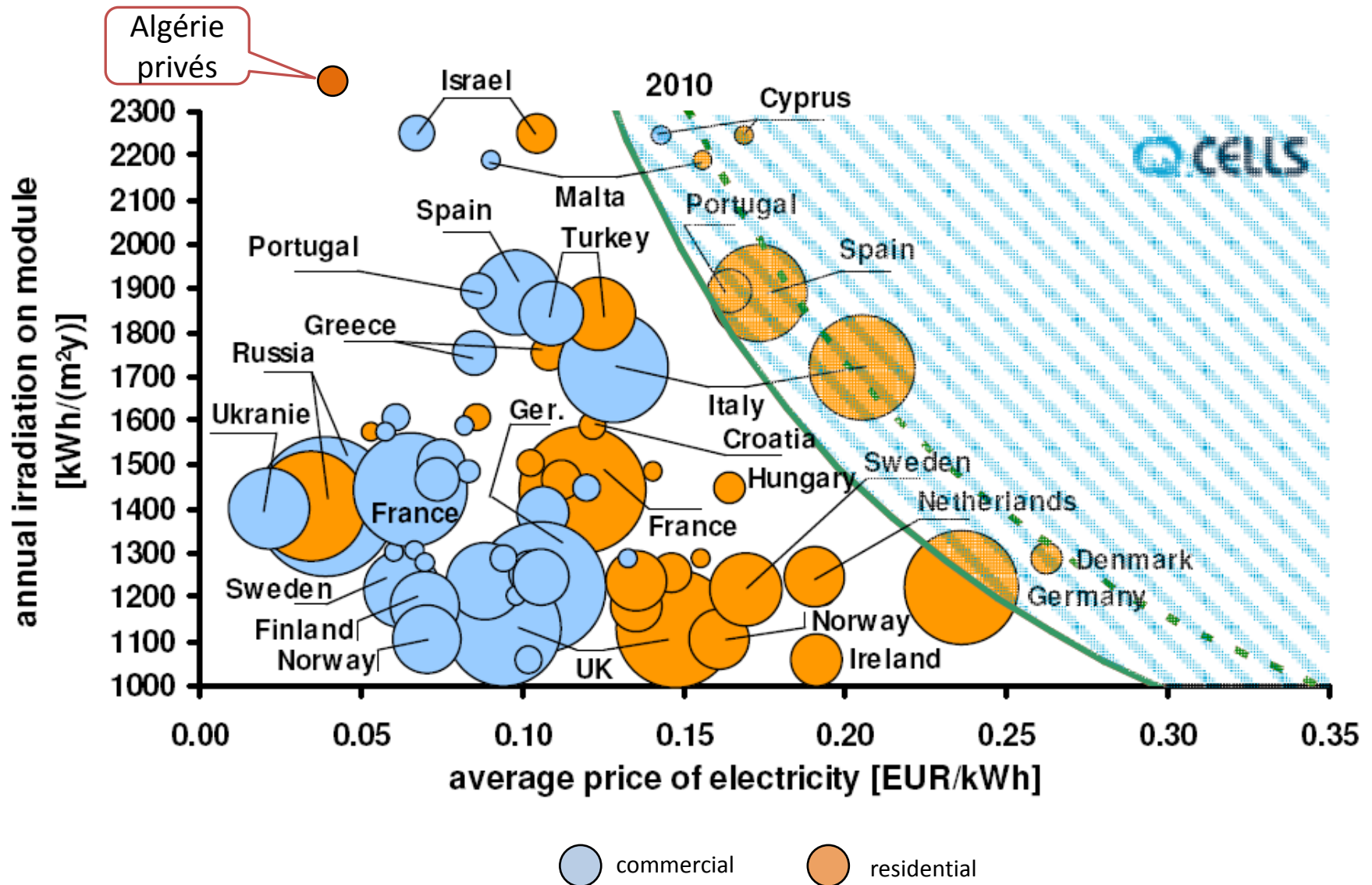
Sources: EU Joint Research Centre - EIA - National Renewable Energy Laboratory - A.T. Kearney analysis.

Offre 2013: coûts ajustés (efficacité, bancabilité)

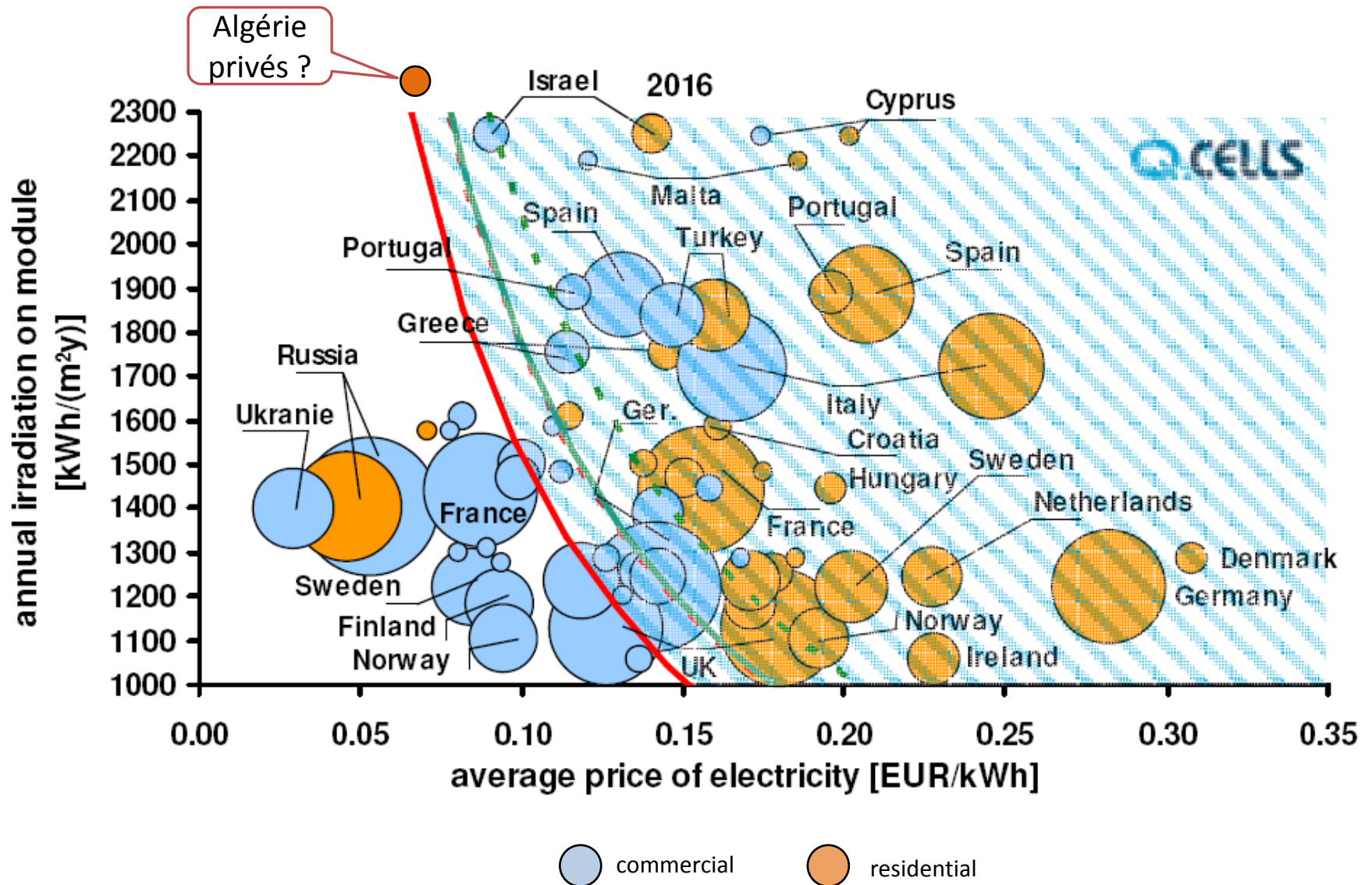
Efficiency/Bankability-adjusted Supply Stack, 2013



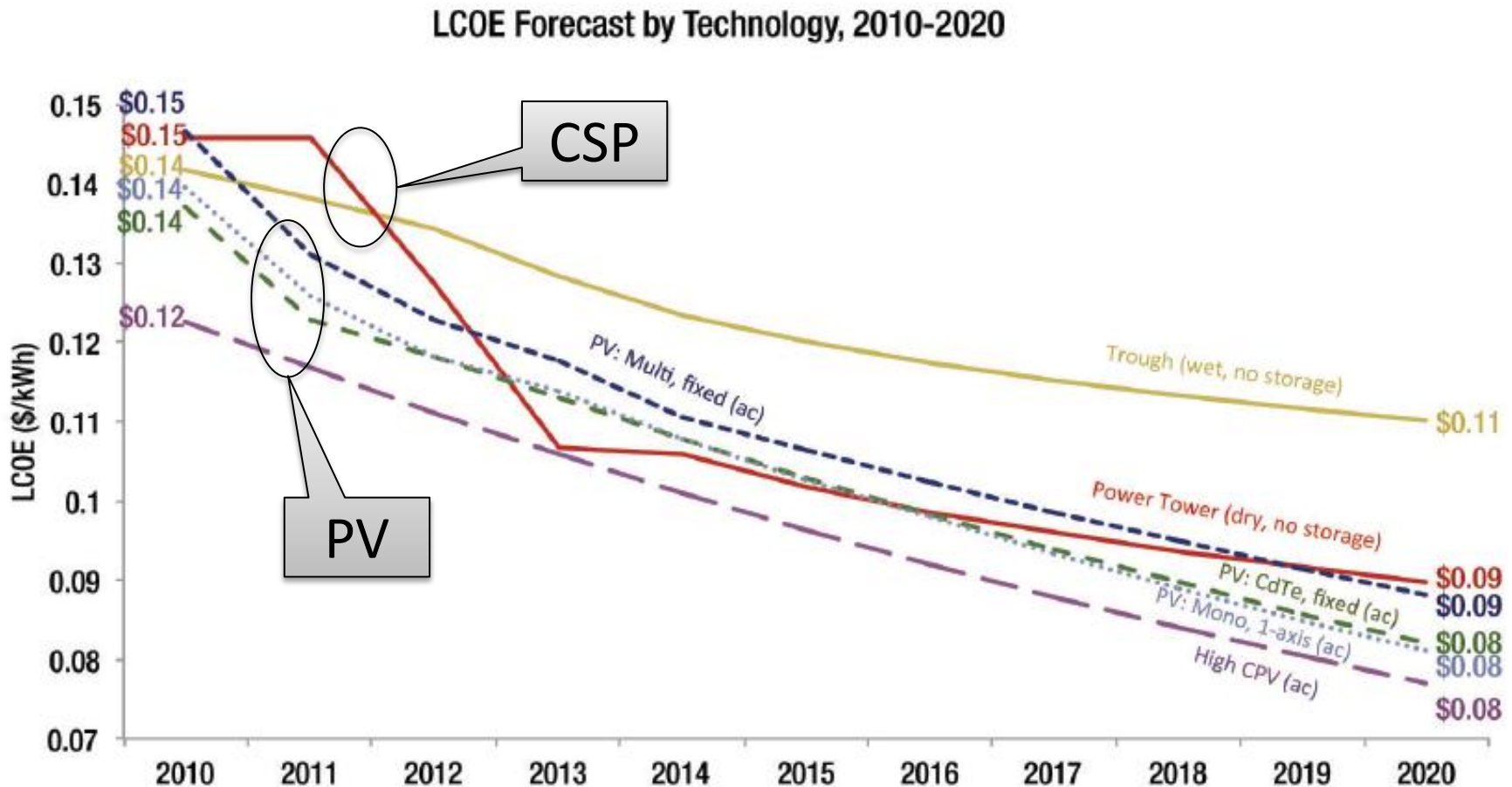
Parité réseau en Europe 2010



Parité réseau en Europe 2016



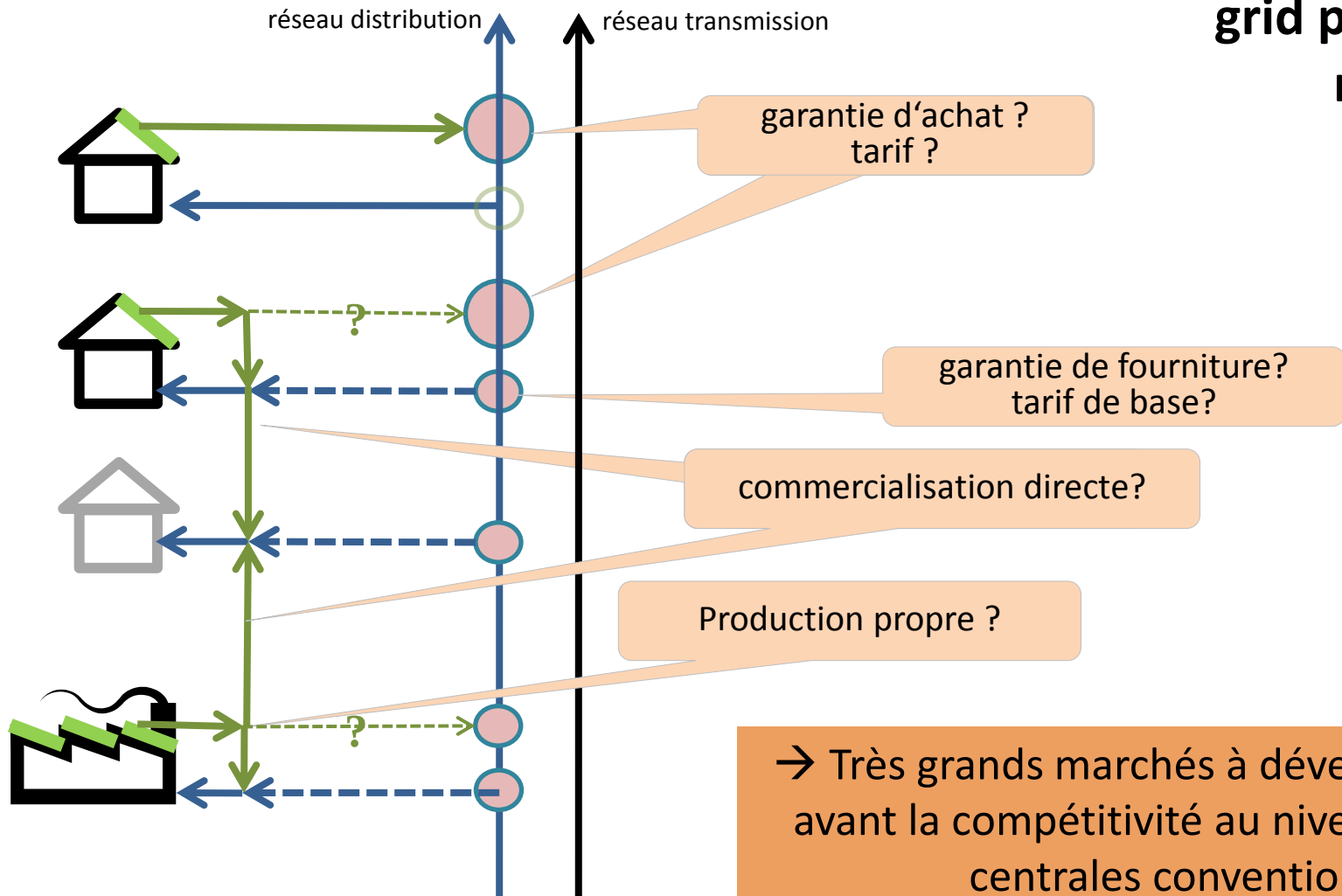
Développement des coûts moyens d'électricité (LCOE) pour différentes technologies



© GTM Research:
Concentrating Solar
Power 2011

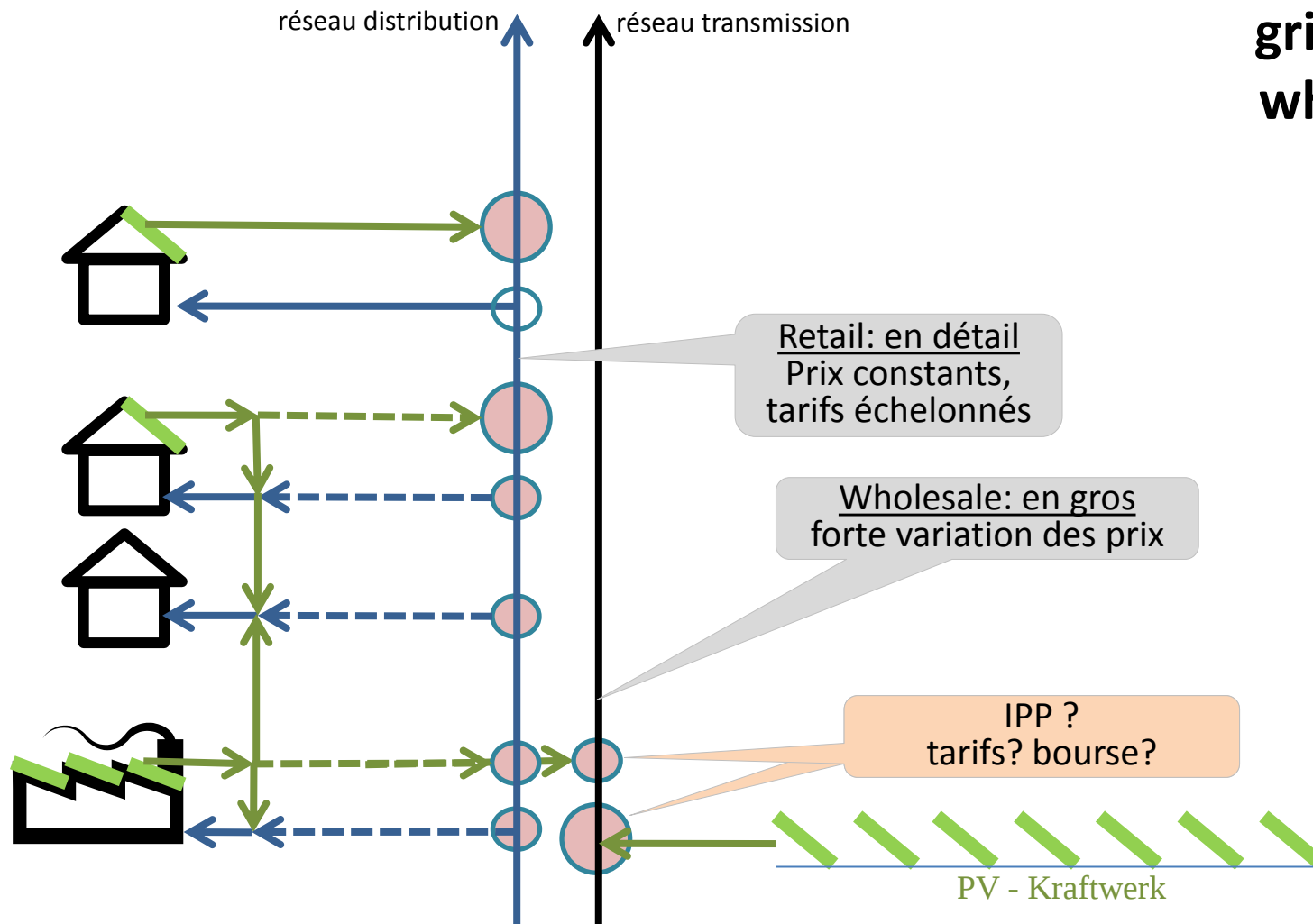
Parité réseau dans les marchés sans subventions: défis pour la régulation

**grid parity
retail**



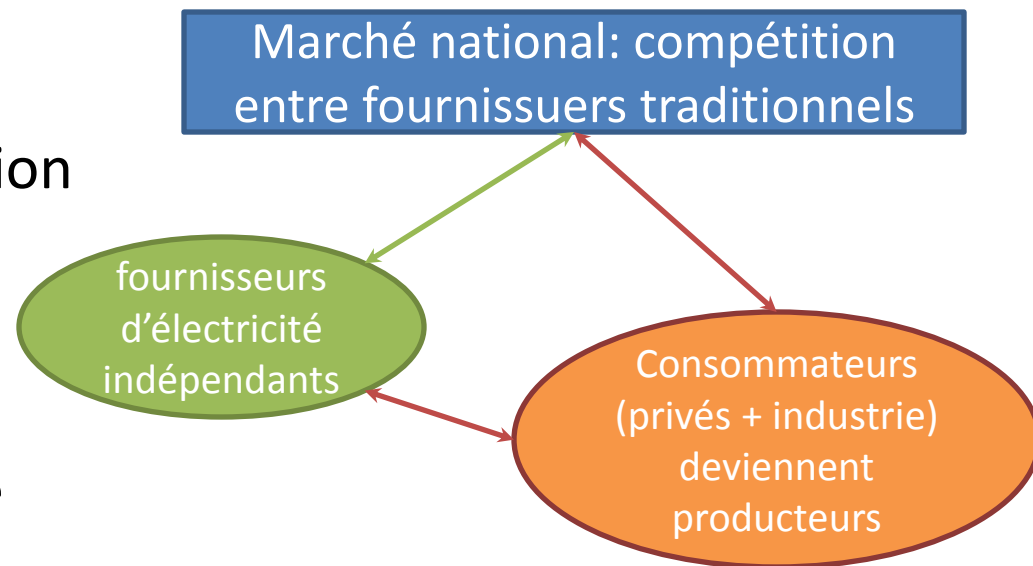
Grid parity wholesale : parité réseau marché de gros

**grid parity
wholesale**



La parité réseau pour les consommateurs va changer le jeu

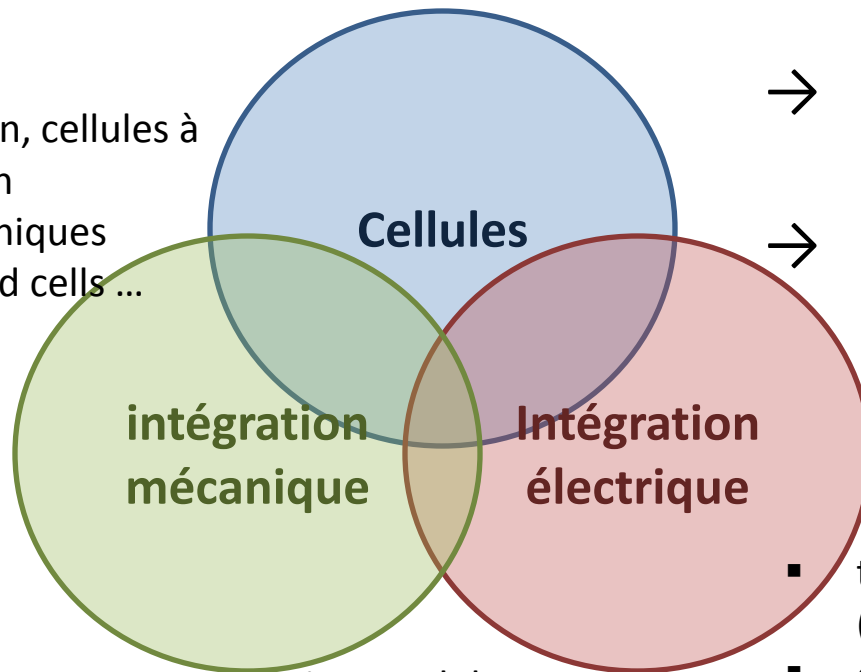
- Nouvelles technologies offrent une alternative au niveau de la prise de courant
- Un nouveau marché à ce niveau va affecter les fournisseurs d'électricité traditionnels et la régulation
- La production pour consommation propre va augmenter – la quantité d'électricité fournie par le réseau va baisser



**INNOVATION FORTE PERMET UNE
CROISSANCE PERSISTANTE**

Innovations dans le développement PV: large variété garantit forte réduction des coûts continue

- Silicium, amélioration cellules c-Si
- Couches minces:
 - Si,
 - CIGS,
 - CdS, ...
- Multi-jonction, cellules à concentration
- Cellules organiques
- Dye sensitised cells ...



- **Efficacité plus haute**
- **Coûts de production plus bas**
- **Nouveaux champs d'application**
- **INTEGRATION**

- Matériaux de support, conception modules
- Concentrateurs, systèmes de pistage et de support
- Intégration aux bâtiments, éléments de construction
- Intégration dans toute sorte d'appareils, véhicules
- Installation plein champ, surfaces de transport, toitures

- technologies de stockage (fixe, mobile, off-grid, grid)
- modules Intelligents
- conception des systèmes
- systèmes hybrides, mini-grids
- smart home, smart grid
- conception et commande réseaux
- régulation, marchés

PV intégré au bâtiment (BIPV)

- Première étape: toits entiers
- Autres composantes du bâtiment demandent des solutions plus sophistiquées, intégration avec:
 - éléments de construction standardisés
 - processus de planification et construction
 - Industrie de construction
- Très haut potentiel
- Succès commercial encore faible
- Nouvelles opportunités avec couches minces



© Sufurcell

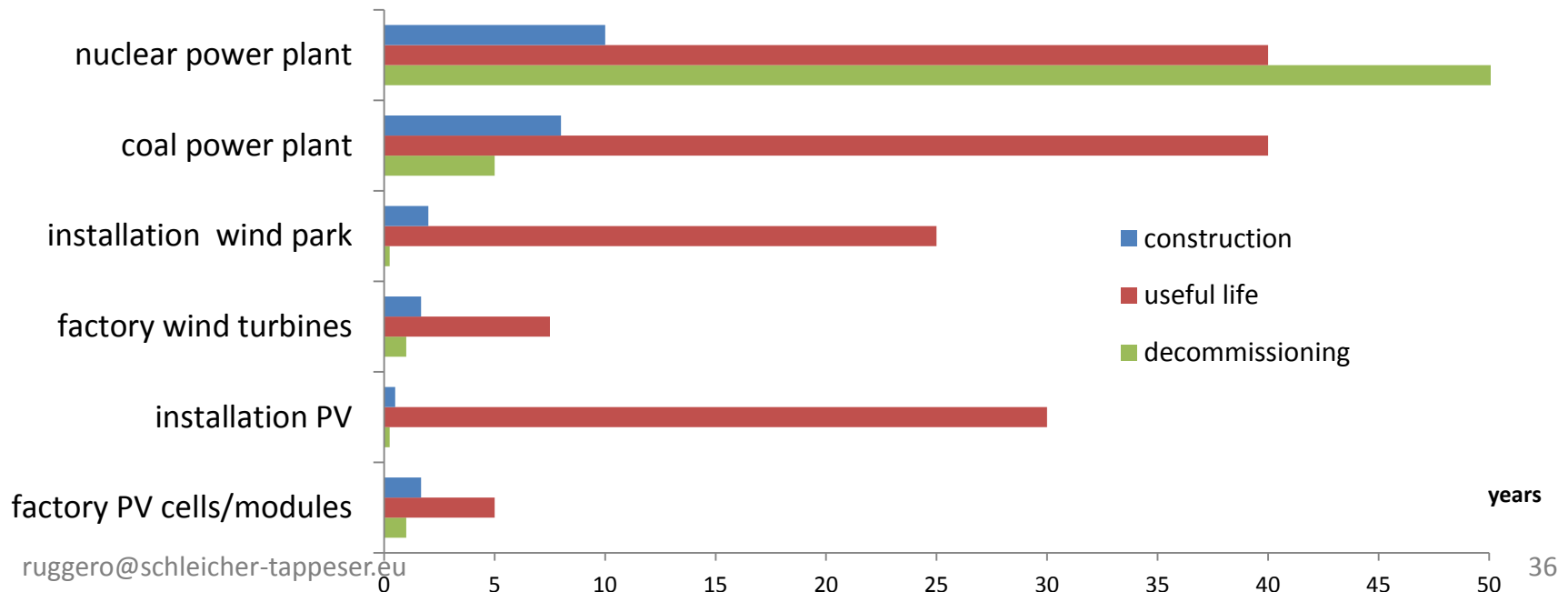
© Solarsiedlungs-GmbH



Temps de construction / Cycles d'innovation

Accélération radicale du rythme de changement par rapport aux technologies d'énergie traditionnelles:

- Temps de construction beaucoup plus brefs, établissements des capacités plus rapide
- Baisse des coûts rapide
- Transformation plus rapide du secteur de l'électricité

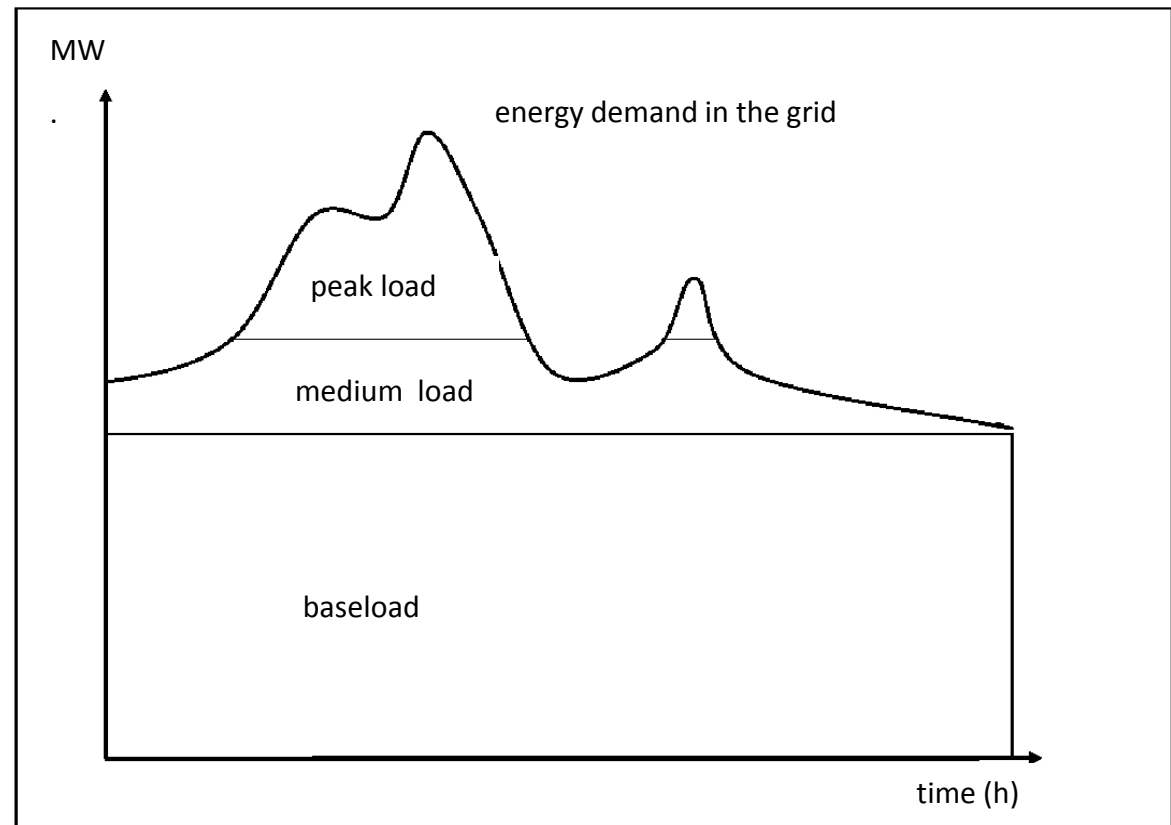


Electricité de ressources renouvelables: établissement très rapide

- L'industrie peut maintenir des rythmes des croissance de plus de 30%
- La croissance n'est pas limitée par les potentiels et les ressources naturelles
- Pourvoir le cadre nécessaire pour permettre une croissance rapide et continue est un défi considérable pour la politique et les régulateurs
- Essentiel: l'intégration rapide d'une grande partie de production d'électricité fluctuante dans les réseaux

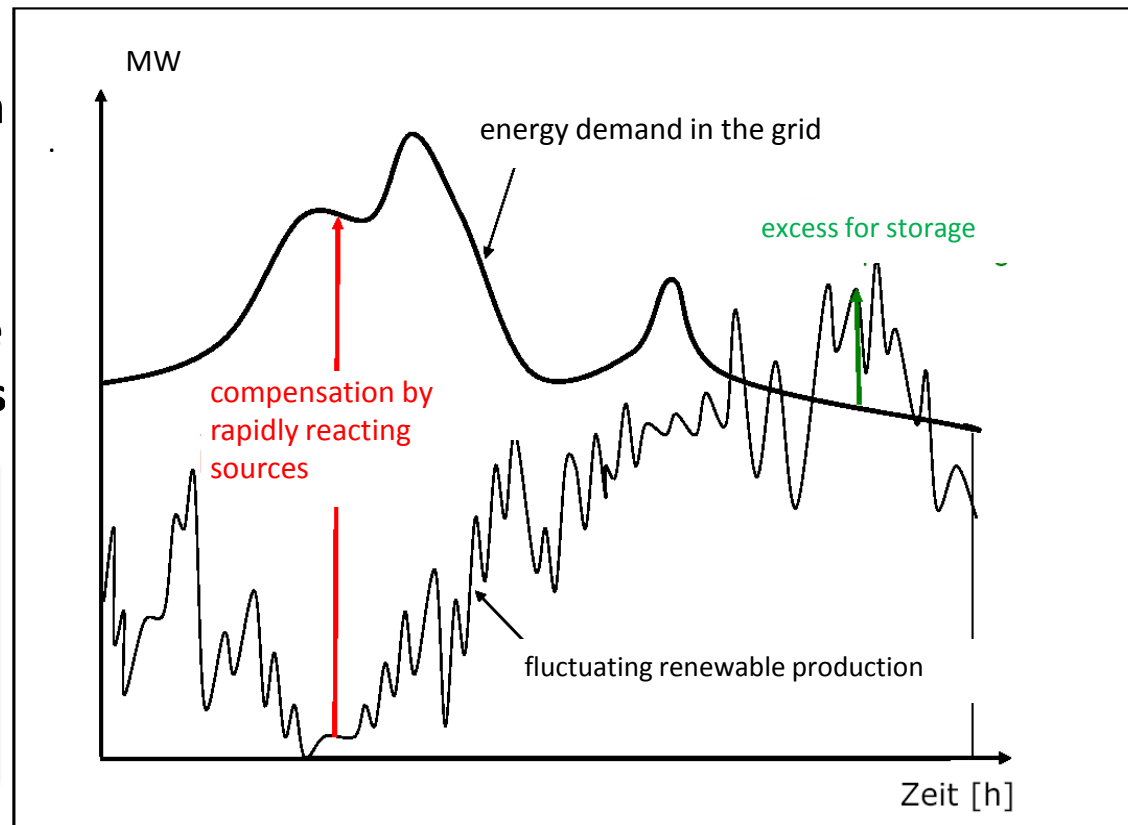
Le vieux concept de charge de base

- Centrales très grandes avec les coûts les plus bas (charbon, nucléaire) fournissent une charge de base continue
- Centrales plus variables à coûts plus élevés fournissent la charge de crête

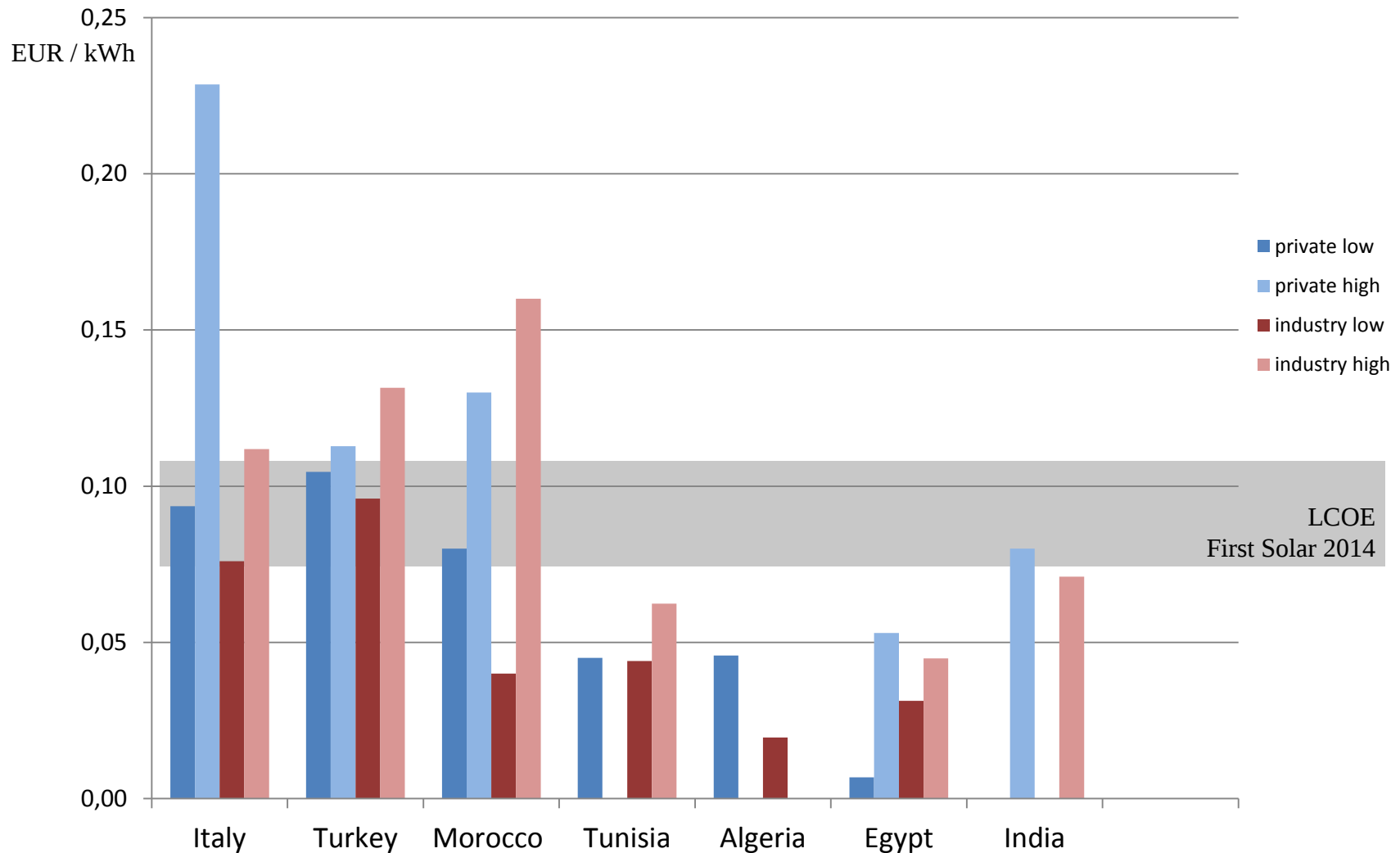


Le nouveau paradigme

- Production variable de sources renouvelables à coût marginal zéro
 - Compensation avec centrales à réaction rapide (hydro, **gaz**)
 - Stockage devient important
 - Gestion de la consommation devient importante (smart grid)
 - **Centrales de charge de base (nucléaire, charbon) inutiles**
- L'Algérie avec ses centrales à gaz ne connaît pas ces problèmes → grandes capacités photovoltaïques possibles sans délai

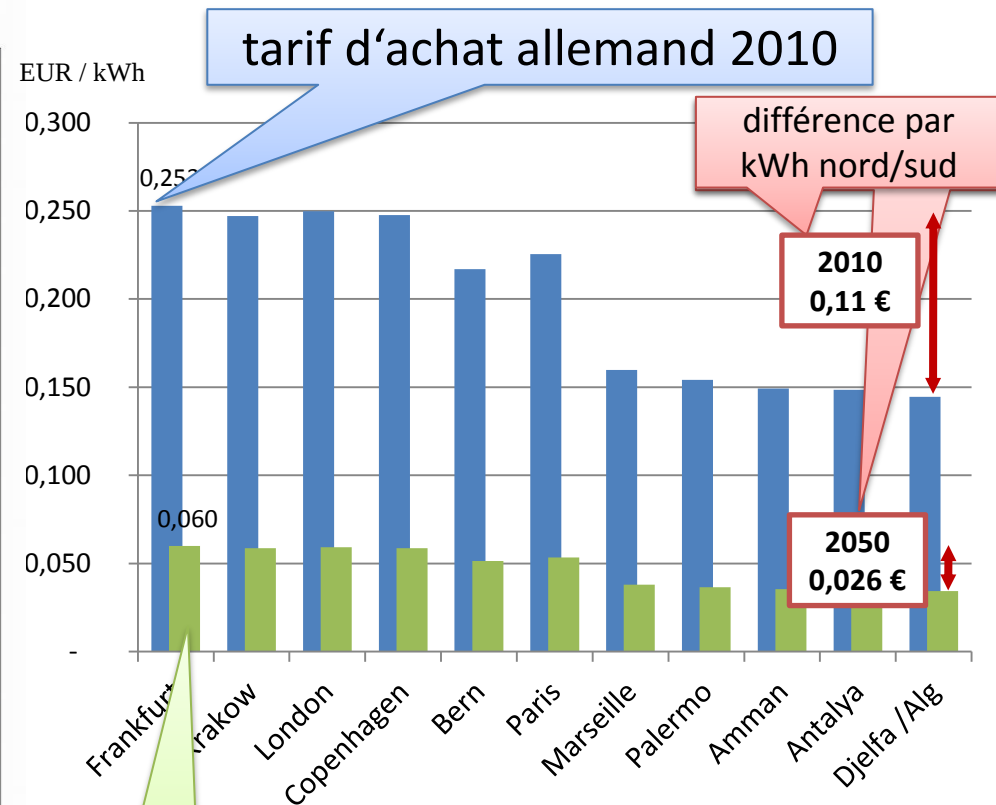
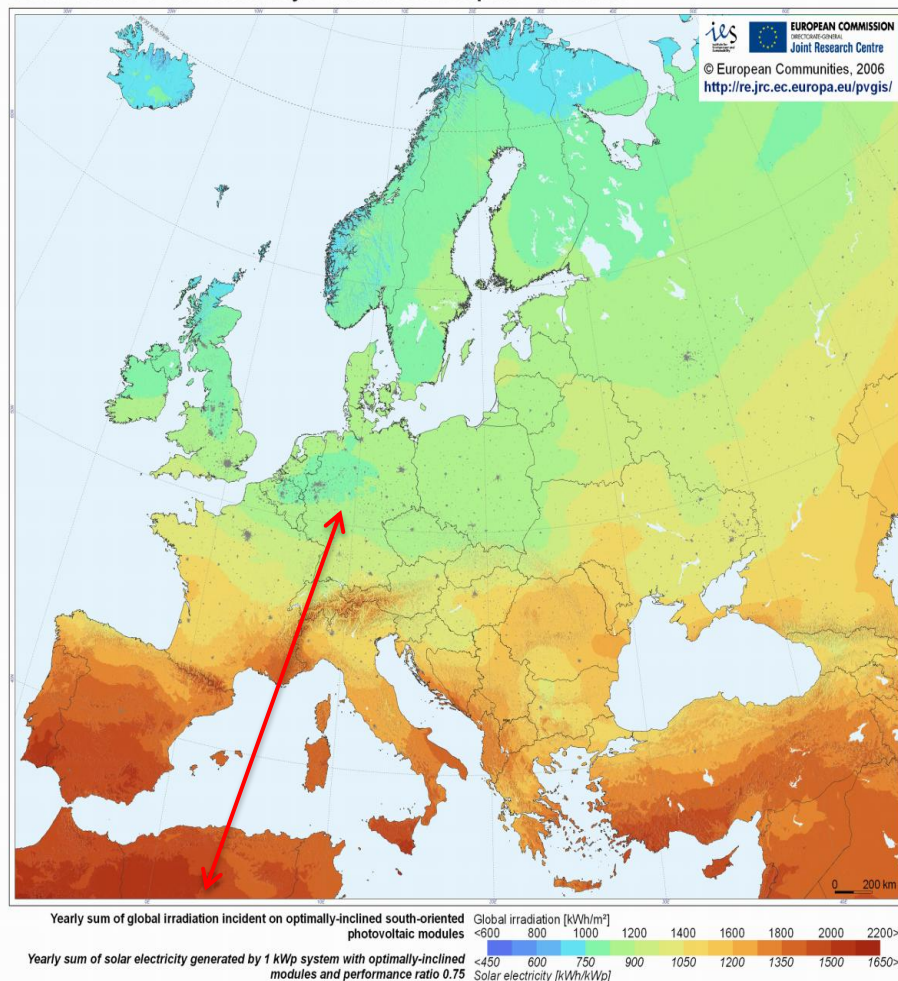


Tarifs électriques subventionnés → détorsion des marchés → désavantage pour le solaire privé



Influence des différences de radiation solaire

Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries



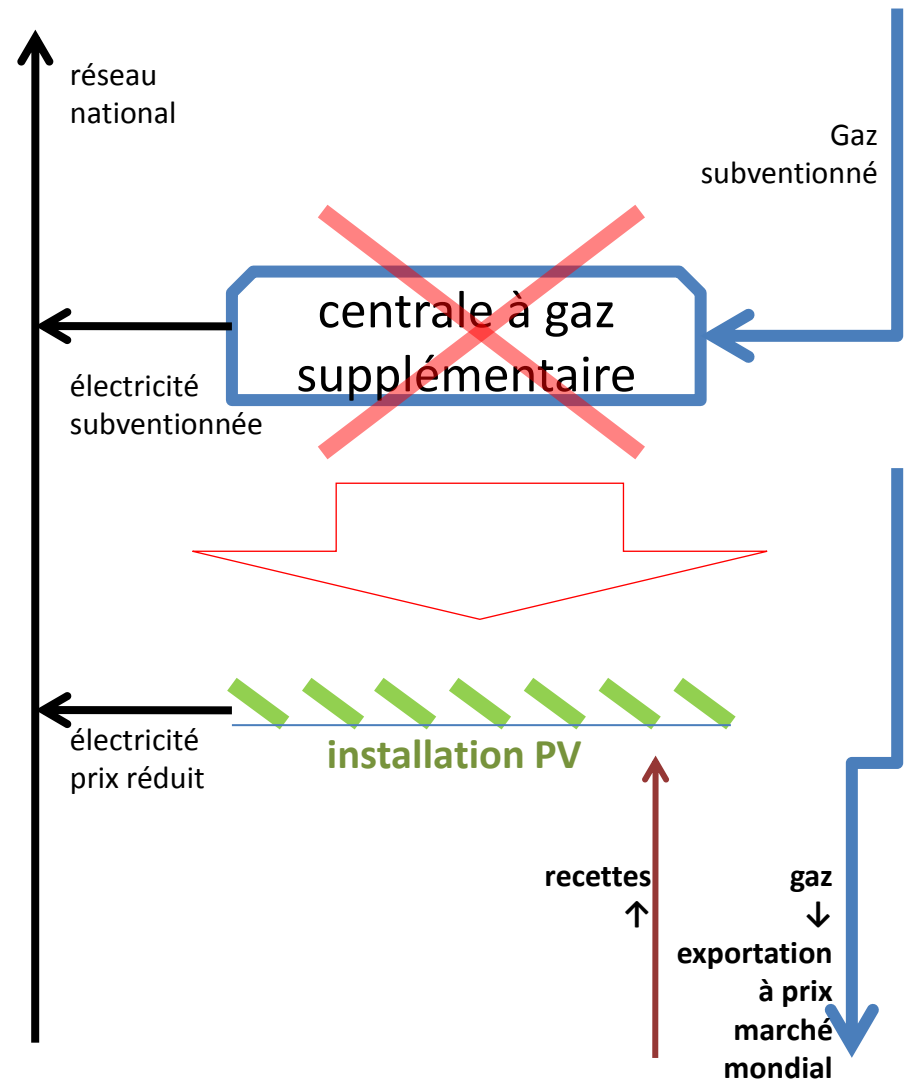
→ La différence de prix absolue nord/sud diminue rapidement

Algérie – option transformation rapide: Exporter le gaz économisé par l'électricité PV

Aussi dans des marchés électriques aux prix subventionnés, le courant PV peut être compétitif:

- Centrale PV au soleil gratuit au lieu de centrale à gaz qui brûle du gaz à prix réduit
- Exportation du gaz économisé à des prix internationaux
- Utilisation des recettes de l'exportation pour réduire le prix du courant PV
- Exportation avec pipelines existantes ou LNG

→ Développement très rapide est possible



**LE GRAND DÉFI:
TRANSFORMATION COMPLÈTE DU
SYSTÈME ÉNERGÉTIQUE**

Stratégies pour la transition

- 100% énergies renouvelables en Europe 2050 sont possibles – toute une série d'études (McKinsey, AT Kearney, SRU, Prognos etc.) confirment la viabilité économique pour le secteur électrique
- Après la création de marchés par la politique: les dynamiques industrielles et innovations techniques forcent le changement
- Après le succès de l'énergie éolienne, le décollage du PV est imminent avec la parité réseau qui progresse
- Nouveaux acteurs entrent dans le jeu, les niveaux local et européen deviennent plus importants
- Nouveaux modèles d'affaires et cadres de régulation adaptés sont nécessaires et urgents – résistances par structures traditionnelles risquent de finir dans pertes ou déclin
- Il faut un apprentissage collectif pour gérer la transition

Les défis

- **Pour les entreprises**

- Développer connaissances et capacités nouvelles
- Coopération le long de la chaîne de création de valeur: trouver des partenaires innovants et forts
- Coopérer avec les administrations pour faciliter les procédures
- Développer des compétences pour l'intégration des systèmes (intégration aux bâtiments, consommation propre, smart homes, couplage avec système chaleur. etc.)

- **Pour les fournisseurs d'électricité**

- Développer des nouveaux modèles commerciaux, coopérer avec les privés
- Aide à l'intégration des systèmes d'énergie complexes
- Smart grids, smart controls
- Transformation de la logique de commande du système

- **Pour la régulation**

- Créer des conditions d'investissement stables pour nouveaux acteurs
- Garantir une infrastructure au service de tous les acteurs
- Veiller à des prix aux consommateurs acceptables
- Encourager l'innovation



Energy

Merci

www.bsw-solar.de

www.schleicher-tappeser.eu