

Energies renouvelables

De la recherche au marché ?

Jean-Christophe Hadorn

BASE consultants SA Geneva

Manager des programmes suisses de recherche OFEN « Solaire thermique et stockage de chaleur »

Operating Agent IEA solar Heating and Cooling Task 32 « advanced storage concepts »

Ex responsable INES France 2003-2005

Ancien président de la commission fédérale de géothermie suisse

CEO société industrielle énergie solaire



Nov 30, 2006

- Les renouvelables et le marché
- Pourquoi faire de la recherche ?
- Le processus d'innovation
- Les clés de la recherche
- De la recherche au marchéExemples
- Philosopher



Les énergies renouvelables

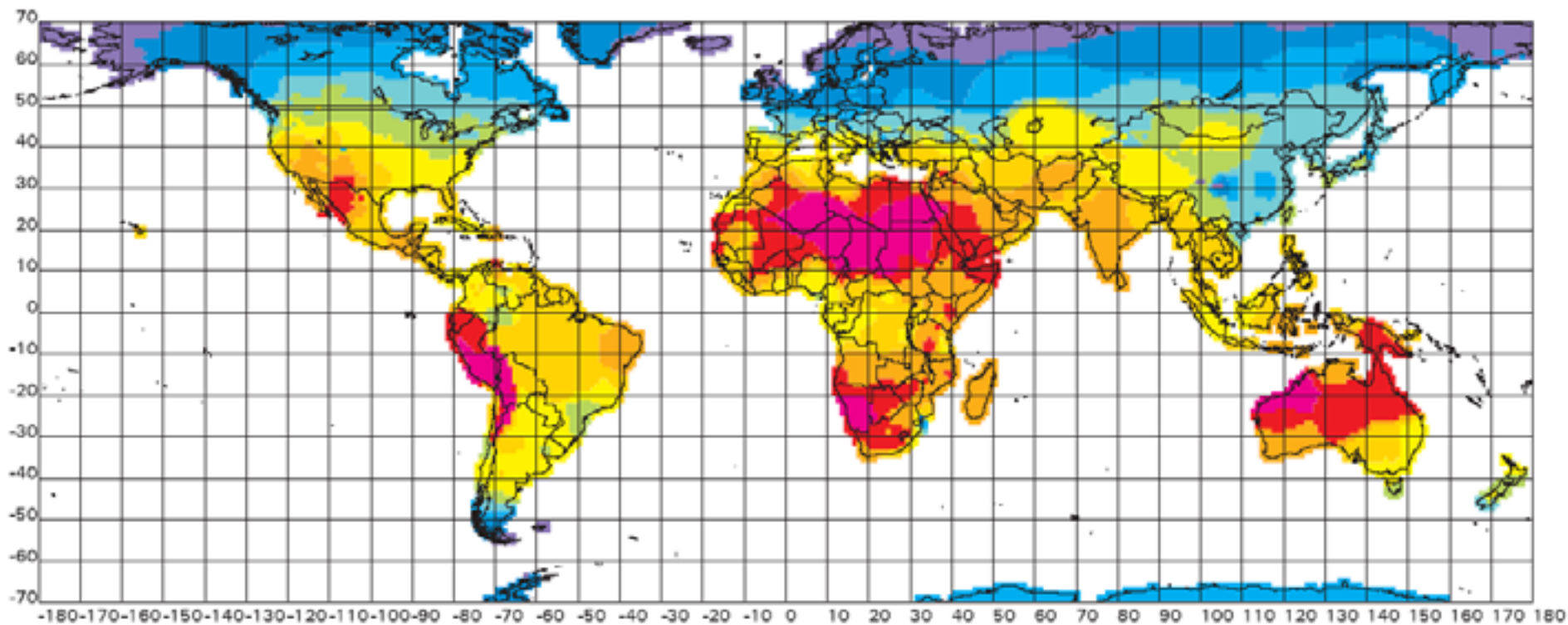
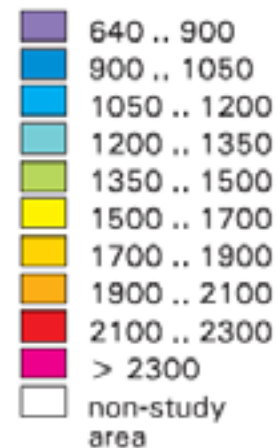
- Biomasse
 - Hydraulique
 - Géothermie
 - Eolienne
 - Océans
 - Solaire thermique
 - Solaire photovoltaïque
 - Gaz de décharge, gaz de STEP, Biogaz
-
- Hydrogène ? ... pile à combustibles
 - Pompe à chaleur ?

Bien assez de soleil !

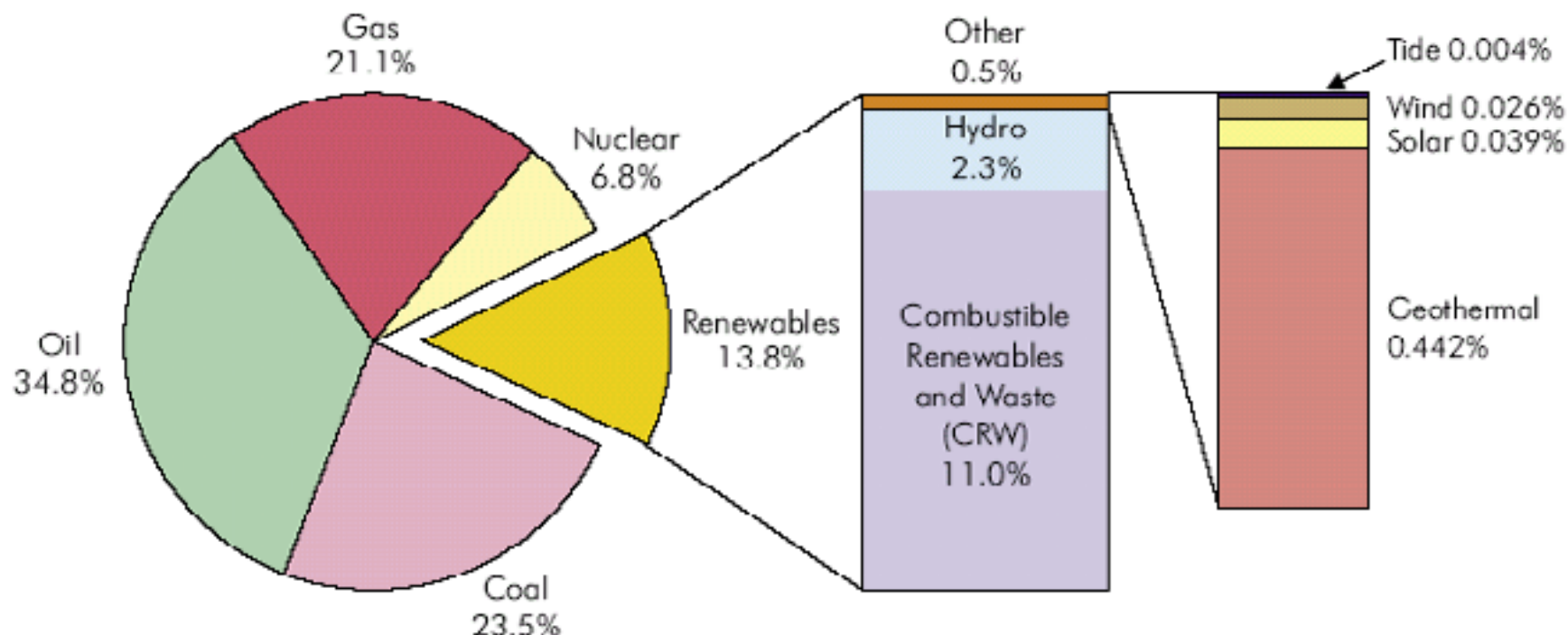
METEONORM 4.0



Global Irradiation: year [kWh/m²]



2000 Fuel Shares of World Total Primary Energy Supply*



* TPES is calculated using the IEA conventions (physical energy content methodology). It includes international marine bunkers and excludes electricity/heat trade. The figures include both commercial and non-commercial energy; this explains the small differences with the figures presented in the *World Energy Outlook 2002 Edition* (WEO) where non-commercial biomass in Non-OECD countries is treated separately. The chapter of the WEO on Energy and Poverty as well as tables at the end of the book include non-commercial energy together with commercial energy sources.

Source: IEA Energy Statistics

Pourquoi les fossiles ne sont pas chères ?

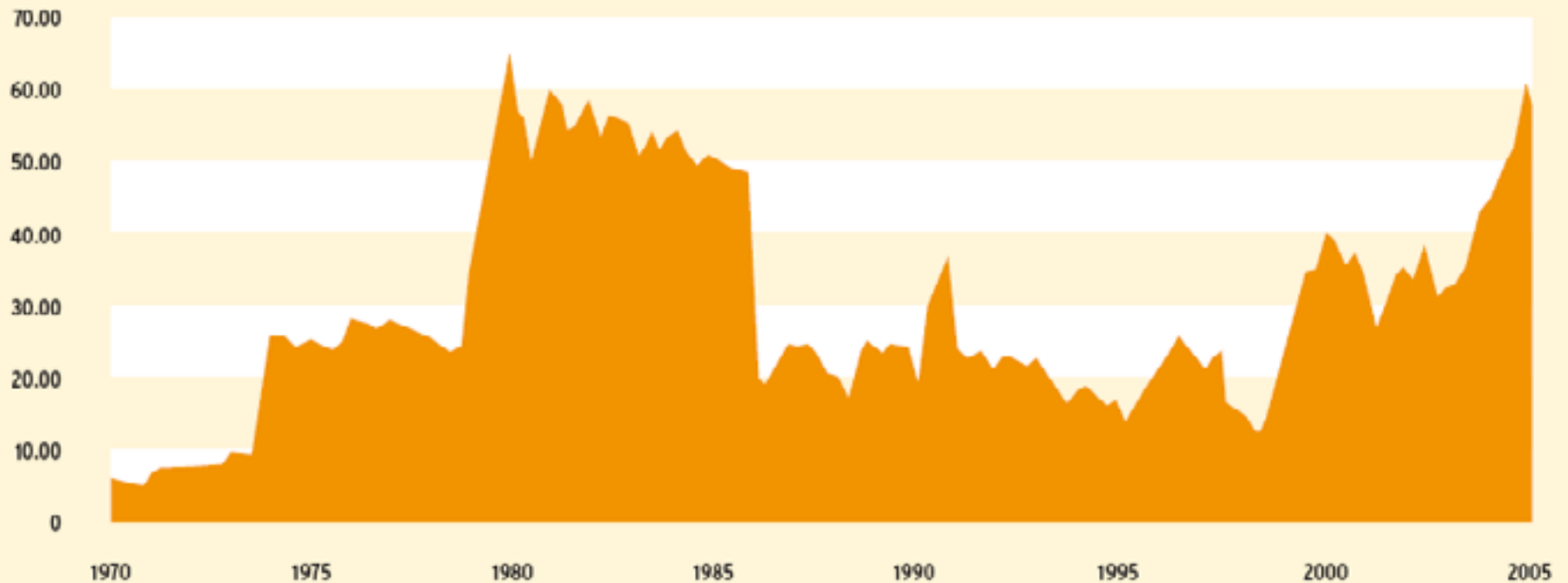
- 30 millions d'année en 300 ans ! = 100'000 fois plus vite
- Extraction ... facile
- Assez bonne répartition géographique.. ?
- Forte densité ! 10 MWh/l
- Très facile d'usage.. (une fois raffiné pour le pétrole !)
- Fort retour d'expérience disponible 150 ans
- Grandes économies d'échelle



Prix du pétrole... élevé ?

Prices in US dollars

Source: figures calculated by the Hamburg Institute of International Economics



Development of oil prices (Brent Crude, in 2005 prices)



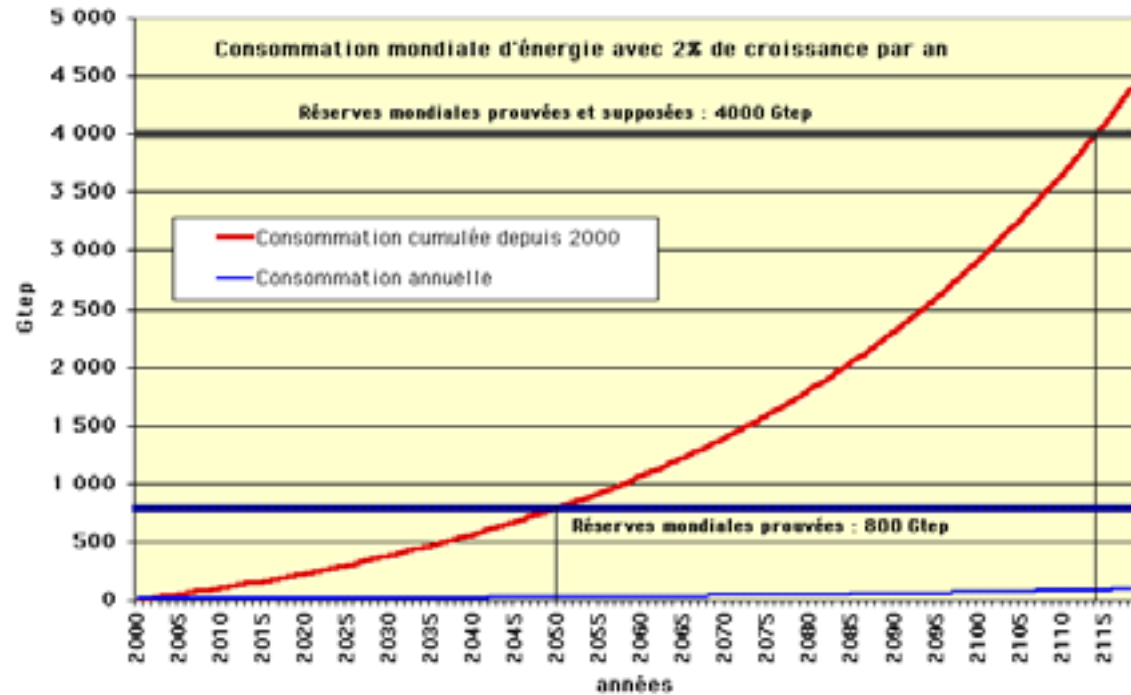
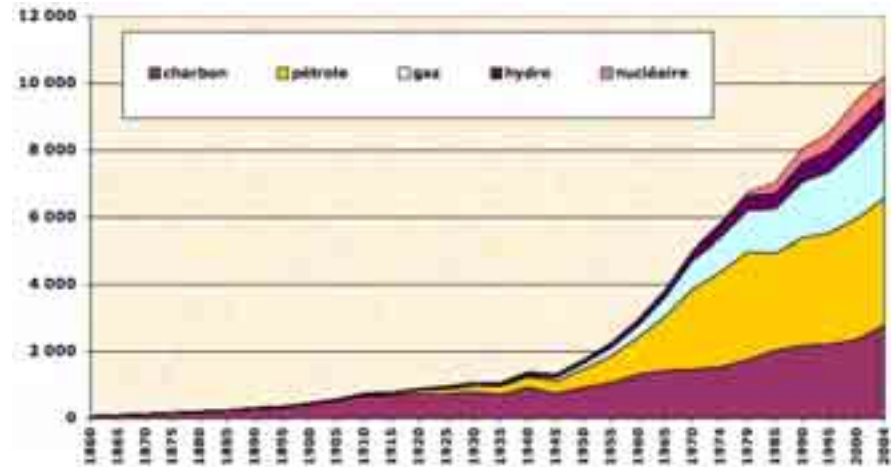
BASE CONSULTANTS
www.baseconsultants.com

Y-a-t-il pénurie ?

Consommation monde 2000: 9 Gtep/an

1 Mtep = 11.6 MWh

Type de ressource	Gtep en ressources prouvées	Années de consommation 2000
Charbon (sauf lignite)	500	200
Lignite	110	300
Pétrole	140	40
Gaz naturel	110	55
Total	860	100



Type de ressource	Gtep en réserves ultimes
Charbon et lignite	3000
Pétrole et gaz conventionnels	400
pétrole et gaz non conventionnels	600
Total	4000

Le marché de l'énergie ?

- Considérable
 - Libéral ?
 - Très stratégique donc en fait très contrôlé par les Etats !
 - Hyperconcentré
-
- Consommateur bien informé ?
 - Quel est son comportement d'achat ?
 - Est-ce un comportement mondialisé ?

Le marché de l'énergie ?

- **Orienté !**
- **EU:**
 - Livre blanc 1997: **12%** ENR de la consommation totale énergie en 2010
 - Directive 2001 : **21%** électricité renouvelable en 2010
 - (13.9% en 97, 15.2% en 2002)
 - Prévision pessimiste: 18% pour 2010 au rythme actuel
 - Débat pour 20% ... encore plus ambitieux en 2020 (Rapport Turmes 2005)
 - Chaque état membre doit générer de l'électricité renouvelable en 2010
 - Octobre 2002, 2007, 2012: chaque état doit publier un rapport
 - Objectifs nationaux variables pour 2010
 - ☞ Autriche: 78%
 - ☞ Belgique 6%
 - ☞ Allemagne, Danemark, Finlande, Espagne: les bons élèves de l'UE
 - Investissement de 15 milliards d'euros nécessaires pour les 12% ENR !

La recherche en énergies renouvelables ?

- Publique
 - Recherche fondamentale
 - Recherche orientée
- Privée
 - Grandes industries
 - PME
 - Bureaux d'études
- Partenariat Public-privé
 - EU
 - CTI en CH
 - Suisselectric
 - PSEL



Thèmes

SuisseEnergie

Documentation

Services

L'OFEN

Energies fossiles

Force hydraulique

Energies renouvelables

Energie nucléaire

Utilisation rationnelle de l'énergie

Recherche énergétique

Plan directeur de la recherche
énergétique de la Confédération

Organisation de la recherche
énergétique

Commission fédérale pour la
recherche énergétique (CORE)

Collaboration internationale

Liste des projets de recherche

Rapports de synthèse

Plateforme pour chefs de
programme

Statistiques de l'énergie

Approvisionnement en électricité

Politique énergétique

Législation sur l'énergie et sur
les eaux

Barrages

[Accueil](#) > [Thèmes](#) > [Recherche énergétique...](#) > [Organisation de la ...](#)

[envoyer l'article](#) | [version imprimable](#)

Organisation de la recherche énergétique

Vous trouverez, dans le fichier PDF suivant, des informations sur l'organisation de la recherche énergétique ainsi que les noms des responsables. En cas de questions spécifiques à un domaine, vous pouvez contacter les spécialistes de l'OFEN.

Programmes de recherche de l'OFEN

[Trafic routier et accumulateurs](#)

[Réseaux électriques](#)

[Energies fossiles](#)

[Pile à combustible](#)

[Biomasse](#)

[Techniques de procédés](#)

[Grande hydraulique \(> 10 MW\)](#)

[Fondements de l'économie énergétique](#)

[Utilisation rationnelle de l'énergie dans les bâtiments](#)

[Forschungsprogramm "Elektrizität"](#)

[Chaleur ambiante, CCF, froid](#)

[SolarCH](#)

[Géothermie - Utilisation pratique de la chaleur de la Terre](#)

[Suisse Eole](#)

[Petite hydraulique \(jusqu'à 10 MW\)](#)

[Nukleare Sicherheit und Entsorgung](#)

[Division principale de la Sécurité des Installations Nucléaires \(DSN\)](#)

[Fusion nucléaire](#)

recherche dans l'OFEN

[recherche avancée](#)

Informations
supplémentaires

■ [Base de données
Recherche Énergétique](#)

Utile la recherche ?



Utile la recherche ?

Combien de kms avec 1 l d'essence ?

Vitesse minimale 30 km/h

28 juin 2005 – Circuit de Michelin Ladoux F

25 kms avec 1,02 gramme d'hydrogène

Soit 1 l essence pour 5385 km ou 8 l pour un tour de la terre



PTU: 30 kg !

Dont PaC: 10 kg

EPFZ

OFEN

PSI

UVHC

RUAG

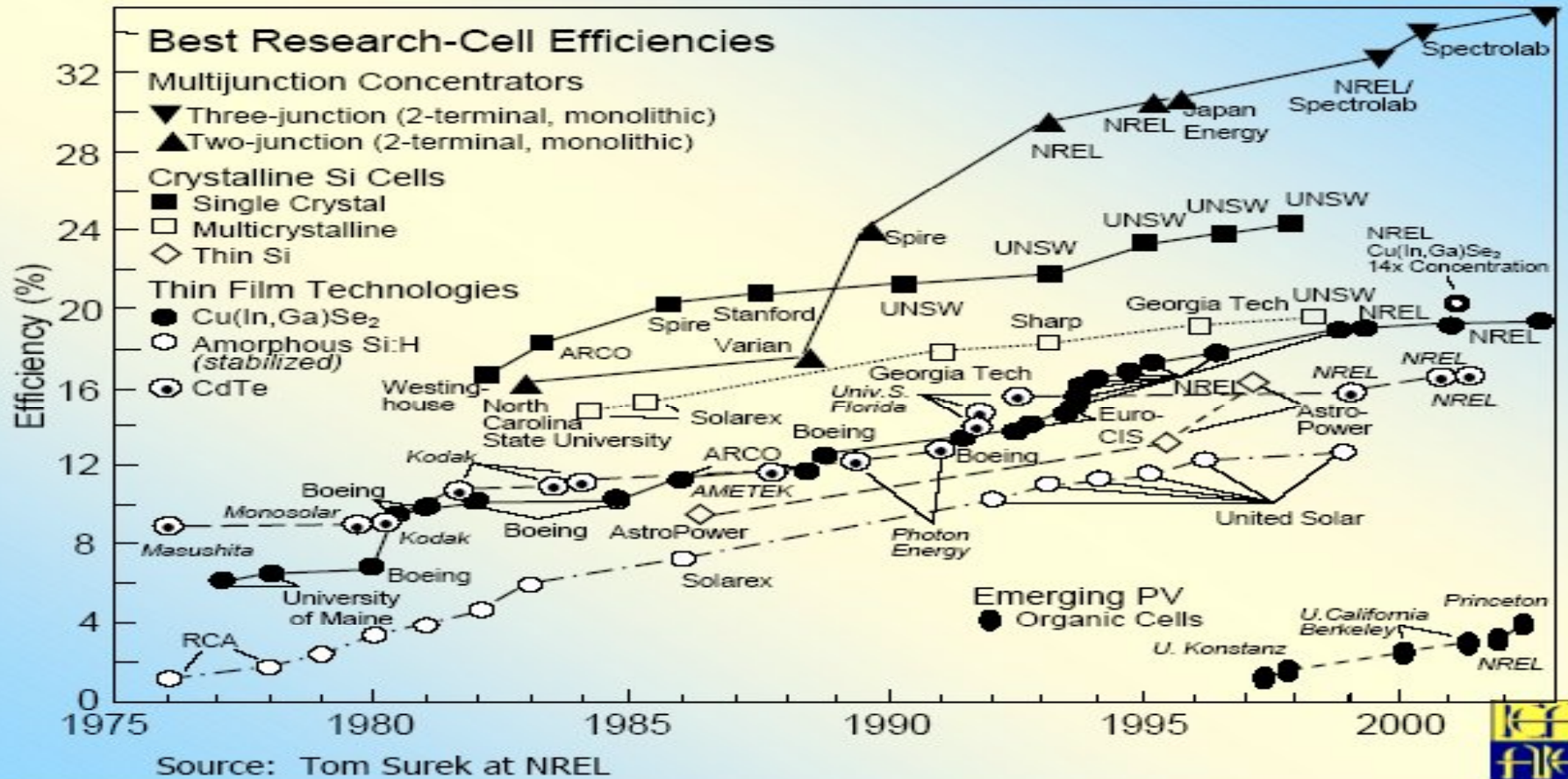
Tribecraft

Maxon motor

SNFA (SKF)

AIP Valenciennes

Utile la recherche en PV ?



Le processus d'innovation

Hasard ou nécessité ? 3M vs NASA

Quel est le plus important ?

1. L'argent... combien ?
2. Les chercheurs...combien ?
3. Les clients.... Combien ?
4. ?

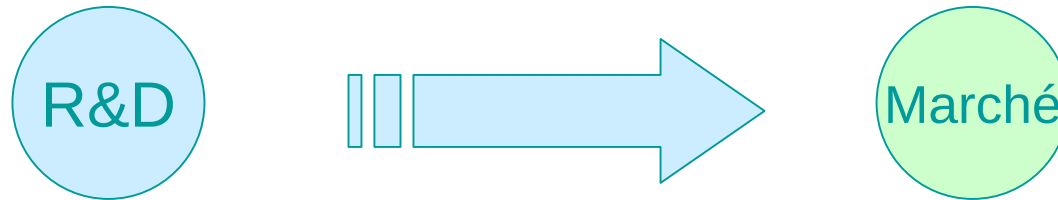


Un état d'esprit et un but.....la détermination

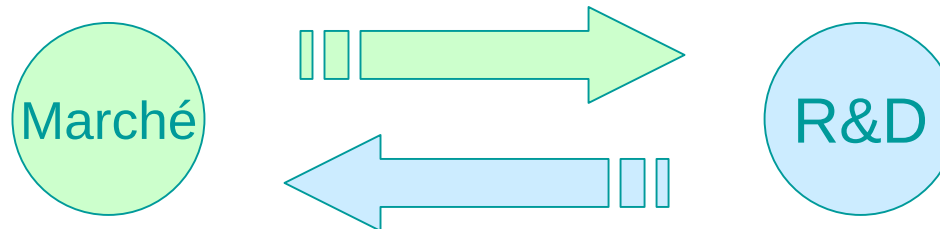
Thomas Edison

- 1847 – 1931
- 1097 brevets
- 1870: Stock ticker... 1 car/s
- 1878: phonograph (gramophone)
- 1880: lampe à incandescence industrialisable
- 1882: réseau 110 V, 59 clients, Manhattan
- 1891 (avec Dickson): Motion picture, Kinetoscope
- 1892: 2 way telegraph
- 1908: motion pictures patent company
- Menlo Park: 1er parc scientifique...
- Westinghouse
- Edison General Electric
- Financement...: JP Morgan, Vanderbilt
- Critique:
 - team invents, Edison patents...
 - AC is dangerous
 - Chaise électrique.
- Le plus souvent des améliorations.

De la recherche au marché ?



Le temps se réduit
L'espace se réduit



Le marché demande et la recherche trouve...

Analyse de Marché montre un fort potentiel pour un:

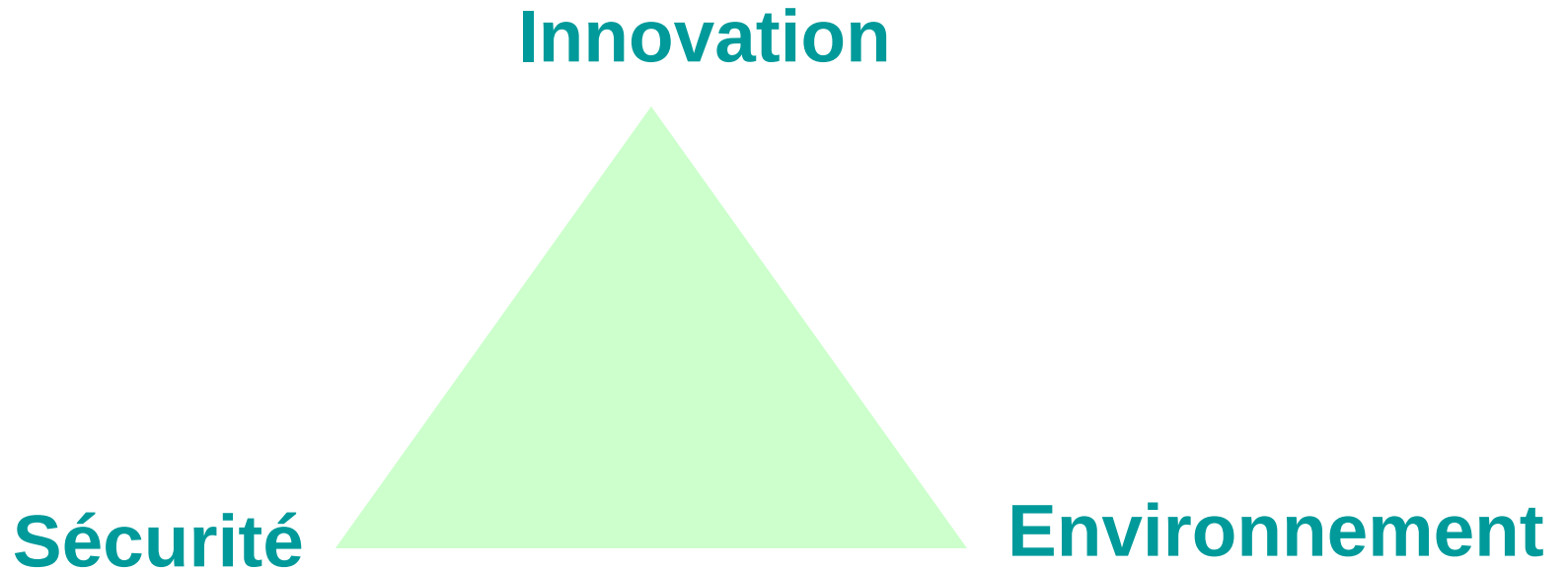
- Pèse-bébé photovoltaïque

Conditions:

- en fonction dès dépose du bébé
- dans une salle de bains même aveugle
- pas de surface supplémentaire que l'objet
- pas de batterie !

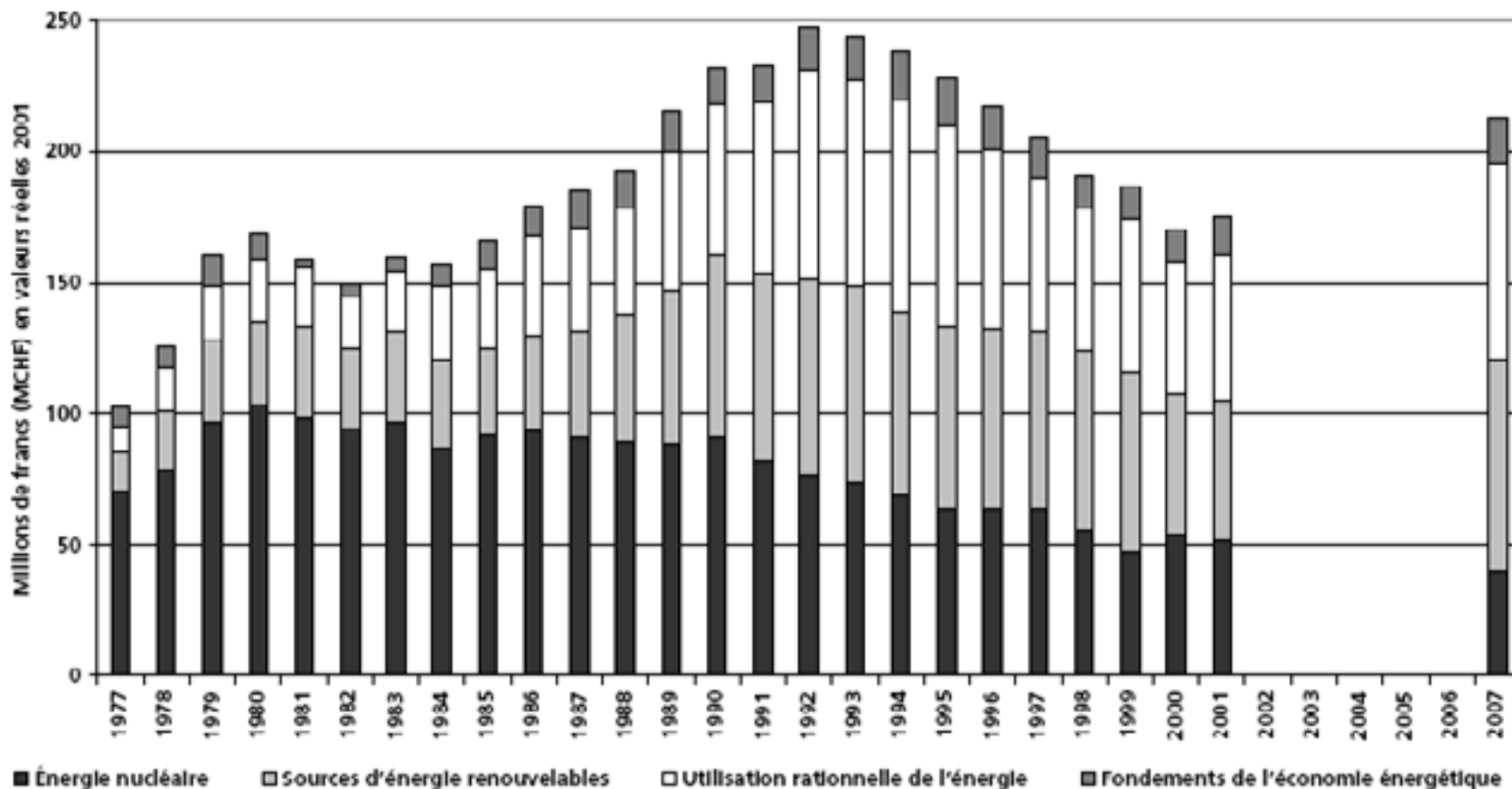
Résultat ?

Le progrès est-il révolutionnaire ?



L'innovation déstabilise **mais elle permet de durer !**

Moyens de R&D publique Suisse



Dépenses consacrées à la recherche énergétique depuis le début des relevés et objectifs 2007

Solaire PV et TH: 1 CHF/Suisse par an...

	Domaines de l'OFEN	Responsables de domaine à l'OFEN	Chefs de programme	
			R+D	P + D
I. Utilisation rationnelle de l'énergie (URE)	Bâtiments (et architecture solaire)	A. Eckmanns	M. Zimmermann	
	Transports	M. Pulfer	M. Pulfer	
	Accumulateurs et supercaps			
	Stockage et transport de l'électricité	F. Frey	R. Brüniger	
	Distribution et utilisation de l'électricité (appareils)			
	Couplage chaleur-force (sans piles à combustible)	F. Rognon	T. Kopp	M. Ehrbar
	Combustion	A. Hintermann	A. Hintermann	
	Piles à combustible			
	Procédés (dans l'industrie, les arts et métiers, l'agriculture) y compris les rejets de chaleur	M. Stettler	M. Stettler	
II. Sources d'énergie renouvelables (SER)	Stockage de la chaleur solaire	U. Wolfer	J.-C. Hadorn	
	Energie solaire thermique		J.-C. Hadorn	P. Renaud
	Energie solaire photovoltaïque		S. Nowak	
	Chimie solaire y compris hydrogène	A. Hintermann	A. Reller	
	Chaleur ambiante (pompes à chaleur)	F. Rognon	T. Kopp	M. Ehrbar
	Biomasse (sans le bois)	B. Guggisberg	B. Guggisberg	B. Guggisberg
	Force hydraulique			N.N.
	Bois	D. Ringgeli	D. Ringgeli	
	Géothermie	M. Geissmann	H. L. Gorhan	
	Energie éolienne		R. Horbaty	
III. Énergie nucléaire (ENu)	Technique et sécurité nucléaire	Chr. de Reyff ¹⁾	K. Foskolos (a.i.)	—
	Recherche réglementaire en sécurité nucléaire		S. Chakraborty	—
	Fusion nucléaire		J.-F. Conscience	—
IV. Fondements de l'économie énergétique (FEE)	Politique énergétique	L. Gutzwiller	L. Gutzwiller	
	Economie, société, environnement			
	Transferts technologiques	A. Gut, Chr. de Reyff, G. Schriber		

Investir dans R&D seulement ?

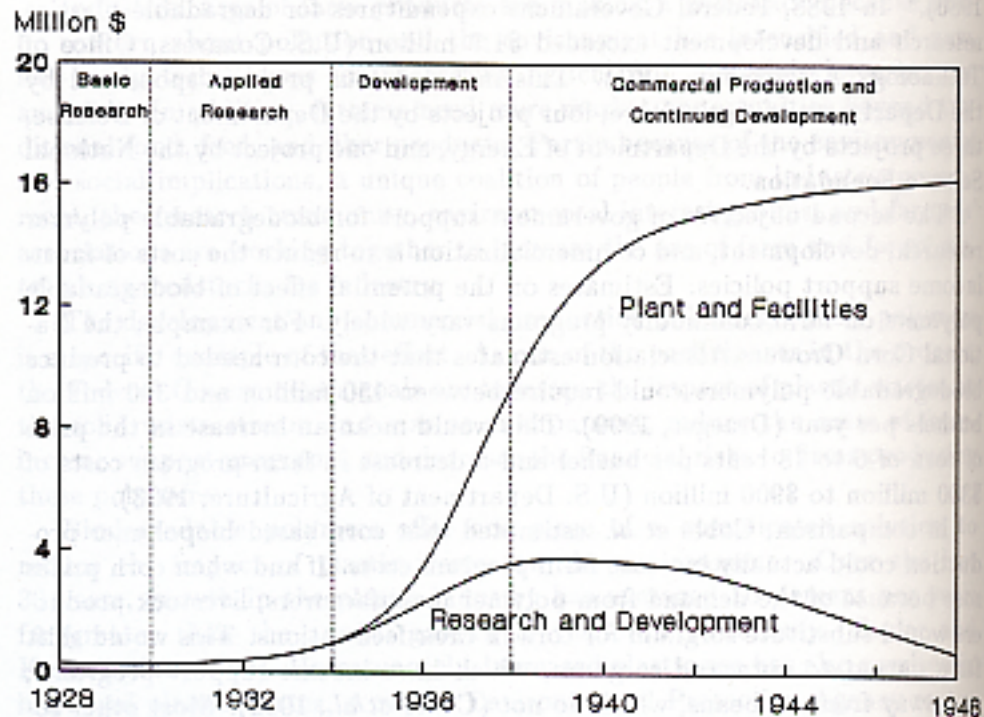
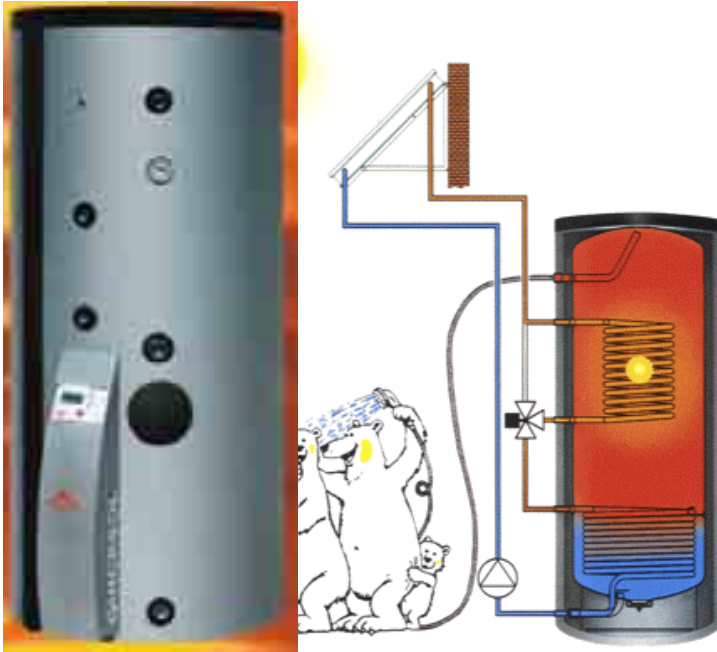


Figure 8.1: DuPont's annual expenditures to develop and produce nylon demonstrates the "funding gap"—the one to four fold increase in expenditures necessary to bring promising technologies out of the laboratory and into the marketplace. It is at the point when the technology has not been demonstrated commercially, but must be moved from one department or organization to another that technology transfer often fails. Here, DuPont's annual expenditures to market nylon increased dramatically from the basic and applied research stages through the development and commercial production stages. Source: Cohen and Noll, 1991.

De la recherche au marché ? 2 exemples



Les clés:

1. Un réel marché
2. L'intégration industrielle
3. Un coût à portée de sa valeur perçue
4. La facilité d'accès pour le client

Stockage saisonnier: 20 ans de recherche



Solar District Heating Plant – Kungälv

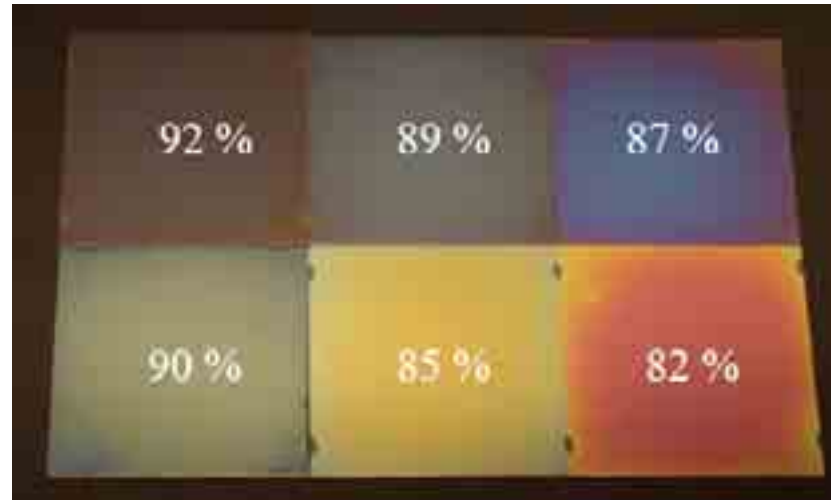
[Svensk version](#)



Photo: Kungälv Energi AB



En devenir....



Main terrestrial solar electricity market segments

Off-Grid Industrial



Consumer



Off-Grid Residential



On-Grid



70 MW / 15%

30 MW / 7%

30 MW / 7%

Economically viable

320 MW / 71%

Dependant on market support programs

Market in 2002



PV: de la R&D au marché

EU

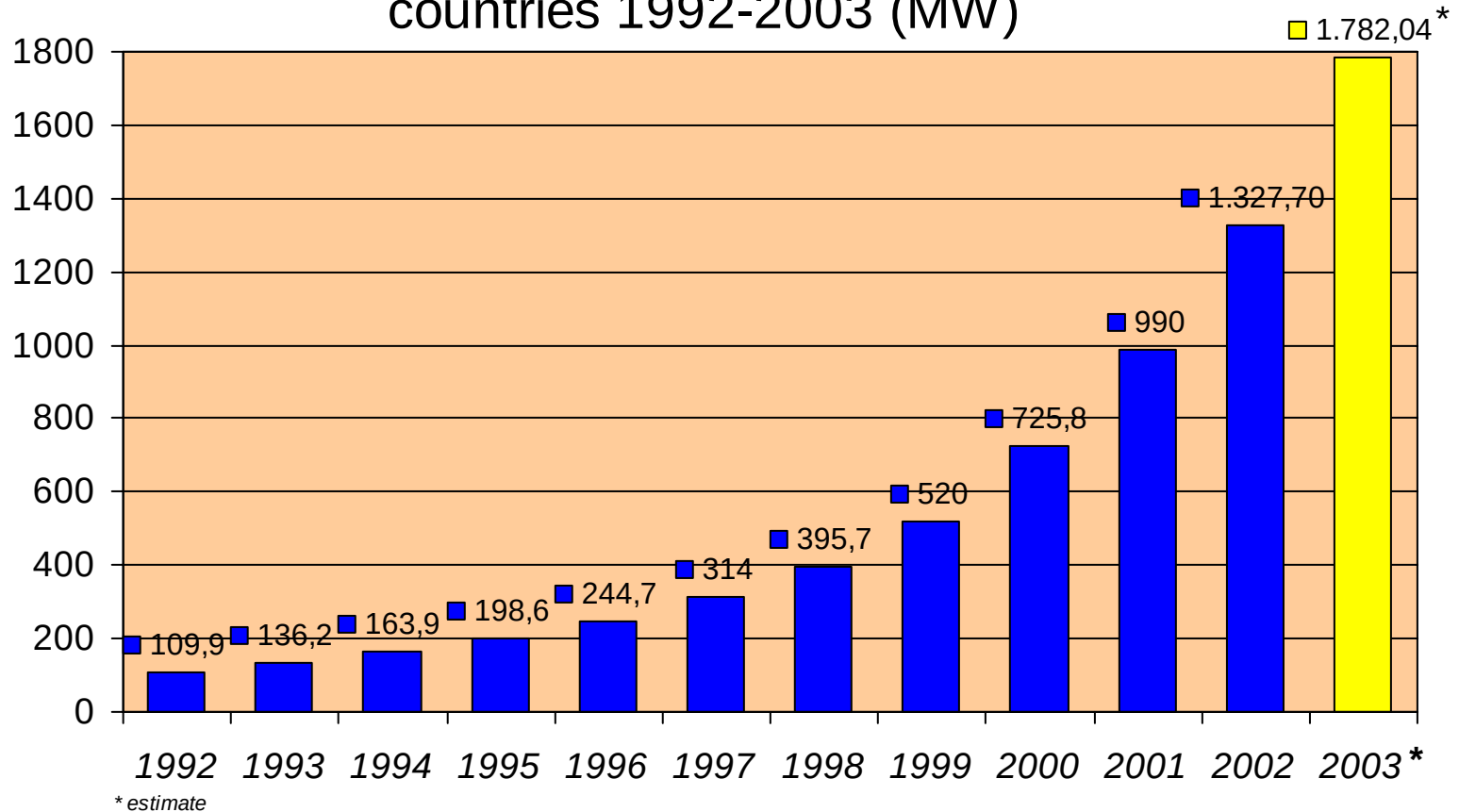
- Capacité production:
 - 1995: 100 MW/an2005: 1100 MW/an
- 1995: 10 €/W.....2005: 5 €/W

Y-a-t-il un marché ?

Exemple : le PV

Source: **IEA** Photovoltaic Power Systems Programme

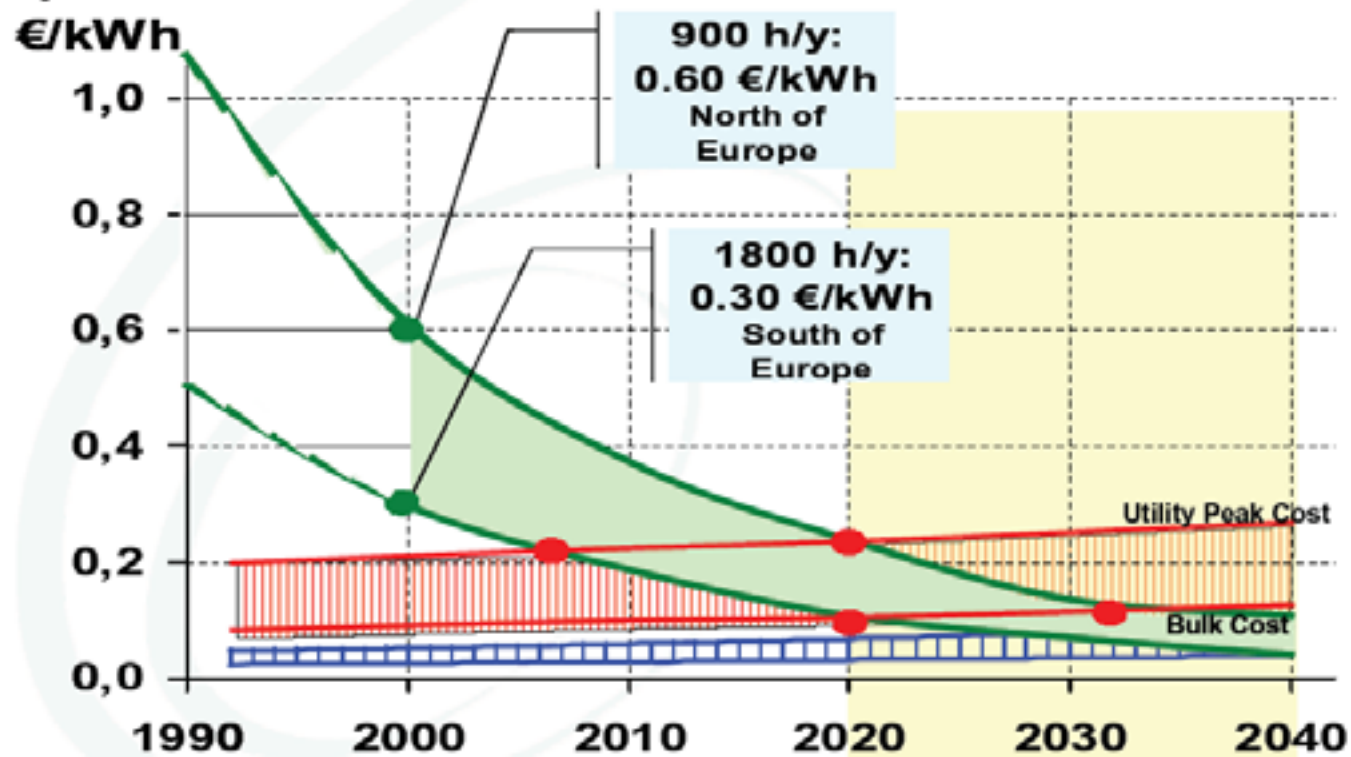
Cumulative installed PV Power in IEA-PVPS
countries 1992-2003 (MW)





A Vision for PV in 2030

Electricity costs



Marché de l'électricité ouvert ?

Conditions

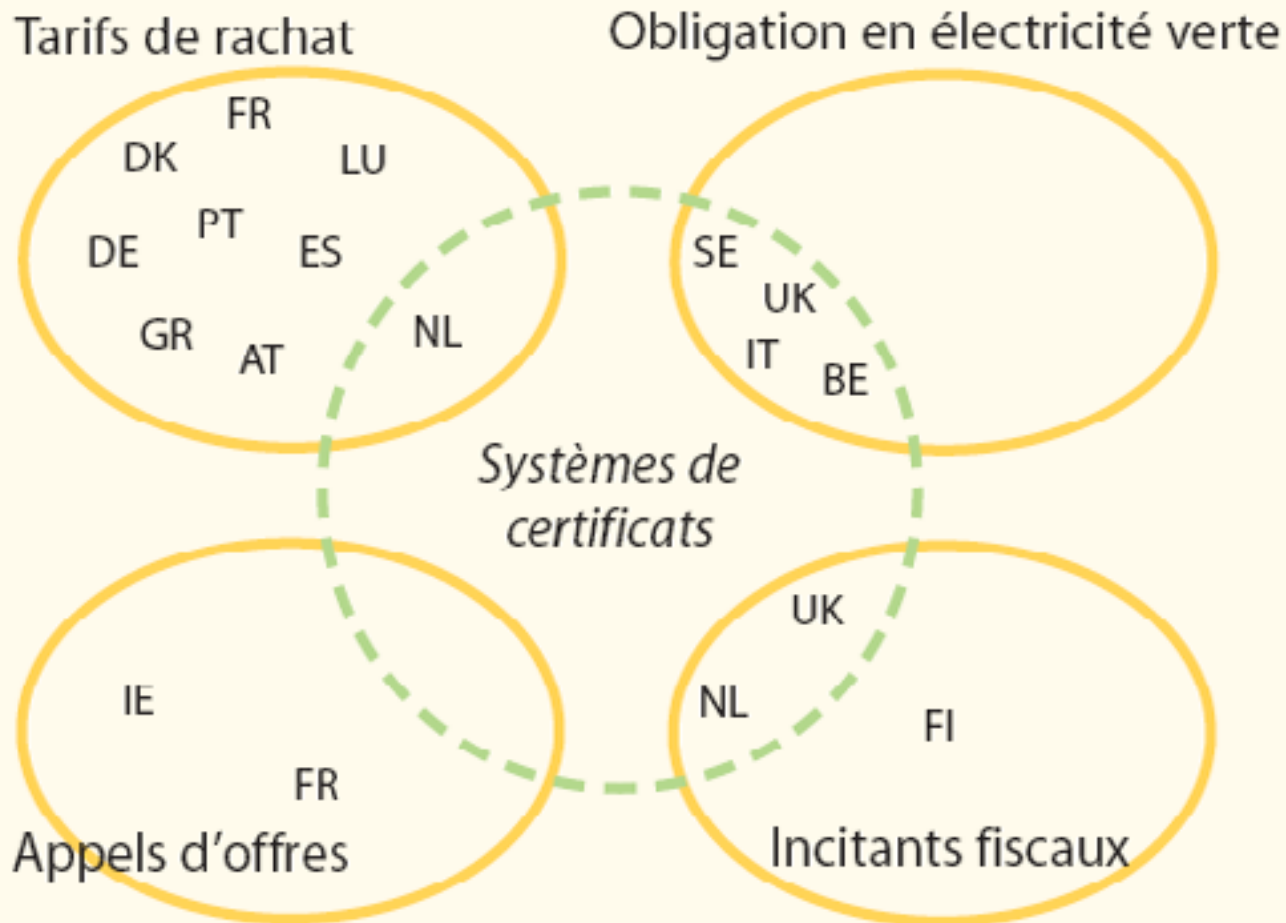
- Accès au réseau
 - Technique: compatibilité
 - ☞ Qualité et variabilité du courant vert ?
 - ☞ Stockage ? Foisonnement ? Prévisibilité
 - Légal (Directive EU garantit un « accès juste au marché », dans les faits: une obligation de reprise)
 - Obstacles administratifs !
 - Distorsions tarifaires...

Soutiens orientés

- Aides aux investissements
- Mesures fiscales
- Tarif d'achat ou de « rachat »
- Certificats verts négociables = systèmes de quotas
- Offres vertes (SIG)
- Quel est le plus efficace pour le PV par exemple ?

Sans aide, pas de marché ?

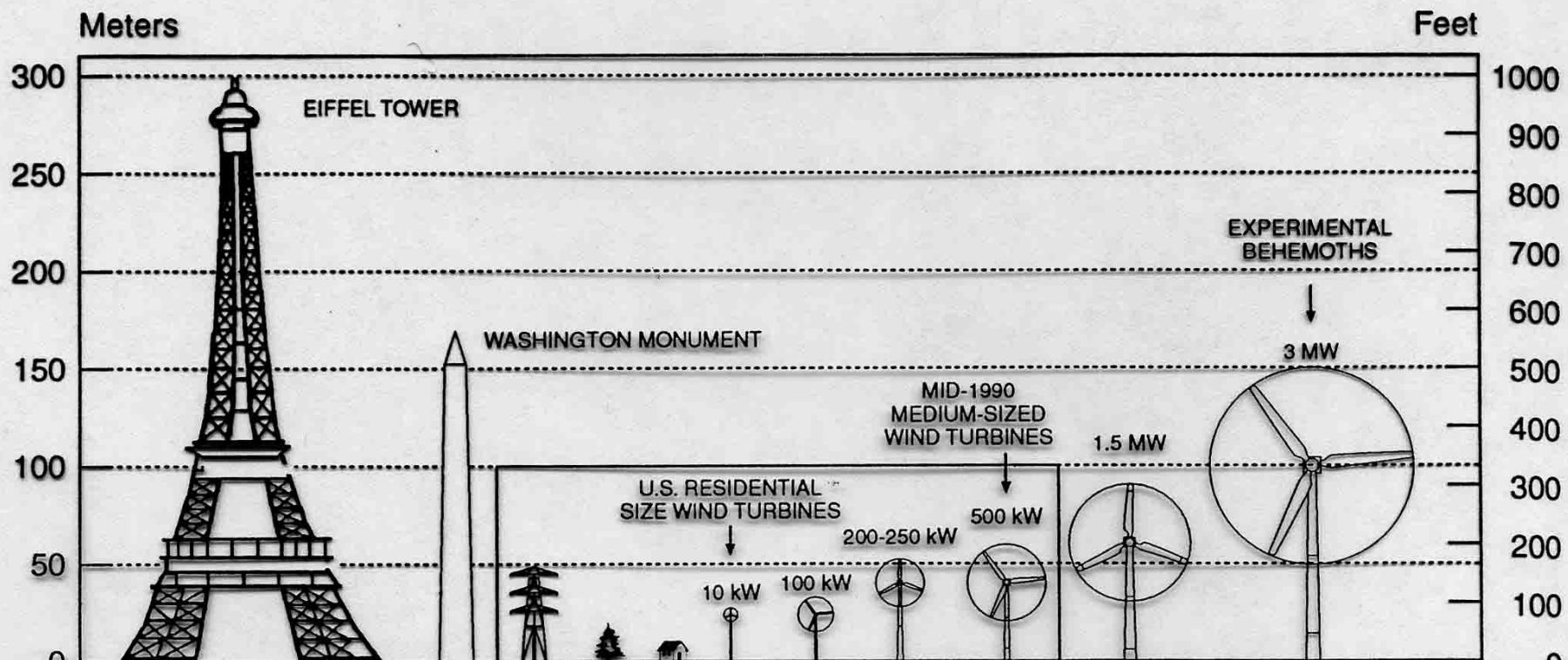
Régimes de soutien pour l'électricité verte dans l'EU-15



Eoliennes: de la R&D au marché

EU

- 1985: 50 kW2005: 5'000 kW
- Poids /2 en 5 ans
- Bruit /3 en 3 ans
- 1980: 35 €cts/kWh.....2005: 5 €cts/kWh
- 2003: 34'000 MW
- 2010: 70'000 MW dont 14'000 offshore
- 2020: 180'000 MW dont 70'000 offshore



EU25: De 0 à 34'000 MW en 20 ans....

Monde: 48'000 MW en 2005



BASE CONSULTANTS
www.baseconsultants.com



Technologies adaptées au marché de destination !



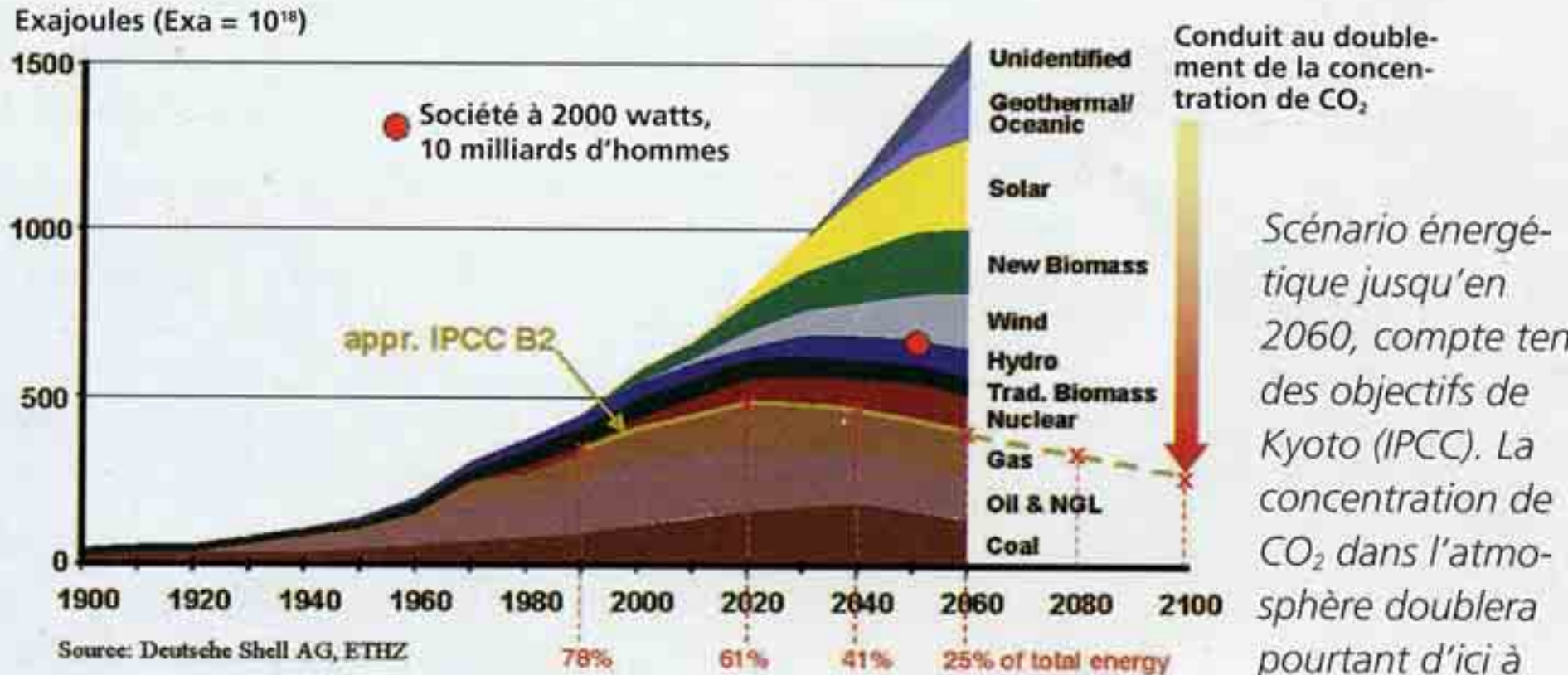
Cuiseur solaire pour le sac-à-dos



Cuisiner en voyage sans gaz ni essence ? Ceci est possible grâce au premier cuiseur solaire pour le sac-à-dos !

Philosophie ?

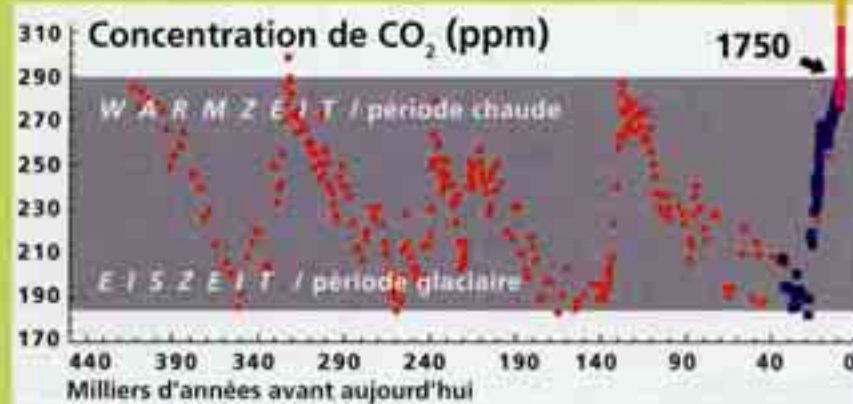
Un futur renouvelable ?



Y-a-t-il une atteinte en l'environnement ?

Les glaces de l'Antarctique confirment l'origine des changements climatiques

La tendance au réchauffement global se confirme, comme l'ont aussi montré le printemps et l'été 2003. De son côté, le professeur Thomas Stocker, de l'Institut de Physique du climat et de l'environnement de l'Université de Berne, a présenté des études, portant sur de longues périodes, qui confirment la corrélation entre le réchauffement climatique et l'augmentation de la concentration du gaz carbonique (CO_2) dans l'atmosphère. C'était à l'occasion d'une réunion d'information sur la géothermie,



Reconstruction de la concentration du CO_2 dans l'atmosphère au cours des 420'000 dernières années, sur la base de mesures effectuées sur des carottes de glace. Les variations naturelles indiquent quatre cycles de glaciation. (Université de Berne)

Question « populaire »: Et alors ?

En forme de conclusion

la chaleur solaire pour la CH ?

- Solaire thermique: 10% en 2030 ? = 20'000 GWh/an
- Hypothèse: productivité de 500 kWh/m² an ! Élevée !
- Résultats en 2030: 40'000'000 m² = 6 m² par personne
= poser 1'500'000 m² par an au lieu de 28'000 m²

Facteur 50 !!!!

- Alternatives:
 - Rester un petit pays du solaire
 - Si on ne le veut pas: il faut rendre le solaire obligatoire !