

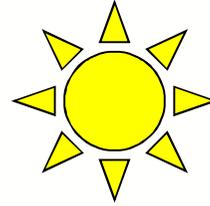
# COLLOQUE « SOLAIRE THERMIQUE ET HABITAT COLLECTIF »

La construction du modèle  
économique



Lyon, 20 février 2013

Daniel MUGNIER



# Approche économique du solaire thermique collectif

## Plan de la présentation

- le contexte
- la situation actuelle
- les ambitions
- le chemin pour y arriver
- les menaces
- conclusion

.. avec en filigrane : **comment rendre à terme le solaire thermique collectif rentable sans aides directes et avec un mécanisme incitatif vertueux ?**

# Le contexte : marché du solaire thermique

Evolution du marché métropole du solaire thermique

Période : 2005 à 2012



Le solaire collectif est devenu la technologie majoritaire en 2012

# Le contexte : rappels techniques sur solaire collectif

	<b>Solaire</b>	<b>Appoint</b>	<b>Distribution</b>
<b>CESC</b>	Capteurs + ballon stockage collectifs	Centralisé	ECS bouclée
<b>CESCAI</b>	Capteurs + ballon stockage collectif	Individuel à accumulation	ECS préchauffée bouclée
<b>CESCI</b>	Capteurs collectifs Ballon stockage individuel	Individuel instantané ou accumulation	Fluide caloporteur
<b>Réseaux, industrie, clim/chauffage</b>	Champ capteurs GRANDE TAILLE + ballon stockage ou pas	Centralisé	ECS bouclée ou non

## Le contexte : quelques ordres de grandeur en collectif

- 1 m<sup>2</sup> de capteur pour 50 litres d'ECS à Lyon
  - > Calcul en ligne sur [www.tecsol.fr](http://www.tecsol.fr)
- 1 m<sup>2</sup> de capteur en toiture → 3 m<sup>2</sup> de toiture terrasse
- Stockage solaire : 50 litres par m<sup>2</sup> installé en s'assurant que  $V_{\text{solaire}} < \text{conso journalière}$
- Taux de couverture mensuel maxi 85% (en été)
- Productivité annuelle entre 450 et 800 kWh / m<sup>2</sup> de capteur

# La situation actuelle : notion de coût des installations

Coût global des opérations (travaux HT + ingénierie) vu par TECSOL

## CESC

- 1200 € / m<sup>2</sup> (< 50 m<sup>2</sup>)
- 1000 à 1100 € / m<sup>2</sup> (< 100 m<sup>2</sup>)
- 800 à 1000 € / m<sup>2</sup> (> 100 m<sup>2</sup>)

=> Exemple Résidence à Villeurbanne en 2011 : 110m<sup>2</sup> => 990€/m<sup>2</sup>

CESCAI avec réseau distribution ECS en colonnes  
(sans ballons ni raccordement colonne aux ballons)

- 1350 à 1650 € / m<sup>2</sup> (< 50 m<sup>2</sup>)

CESCI électro-solaire (avec appoint individuel inclus)

- Technologie classique : 1600 à 2000 € / m<sup>2</sup> (< 50 m<sup>2</sup>)
- Technologie parapluie : 1200 €/m<sup>2</sup>

Réseaux chaleur solaire : 350 à 400 €/m<sup>2</sup> (grande taille : benchmark international)

Industrie : 400 à 500 €/m<sup>2</sup> (grande taille : benchmark international)

# La situation actuelle : coût des installations

Exemple Coût opération 2013 (travaux + ingénierie)  
 74m<sup>2</sup> - 4000 litres – Sud France – Autovidangeable  
 600 kWh/m<sup>2</sup>.an – 60% taux couv. – 45 000 kWh/an

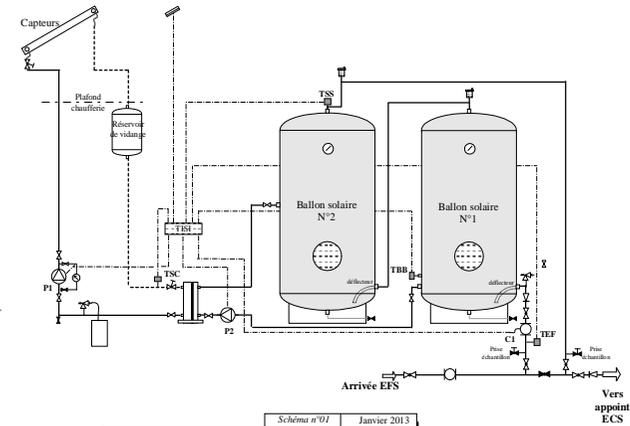
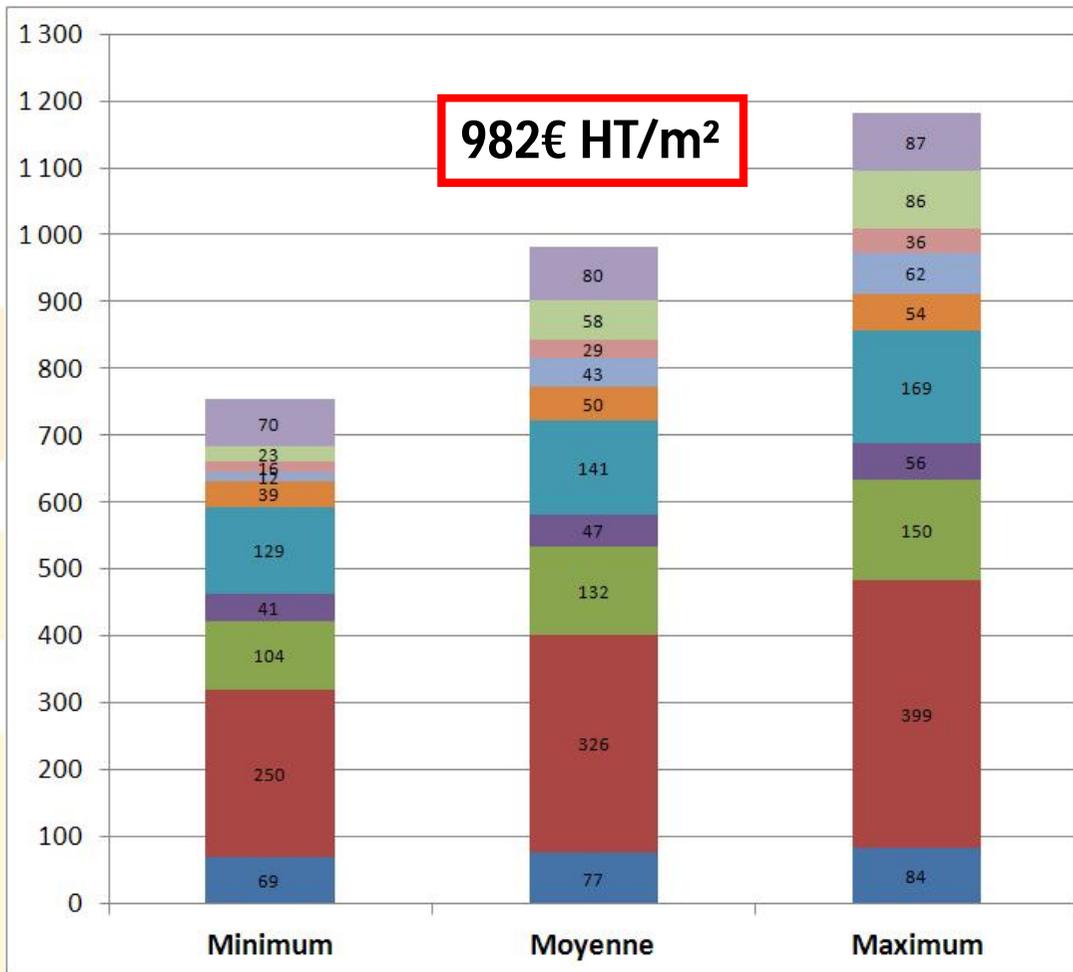


Schéma n°01		Janvier 2013
TECSOL	BP 434 - Tournon - PERPIGNAN Cédox Tél. : 04 68 68 16 40 ; Fax : 04 68 68 16 41	
DCE	Production solaire Principe général de la production ECS	



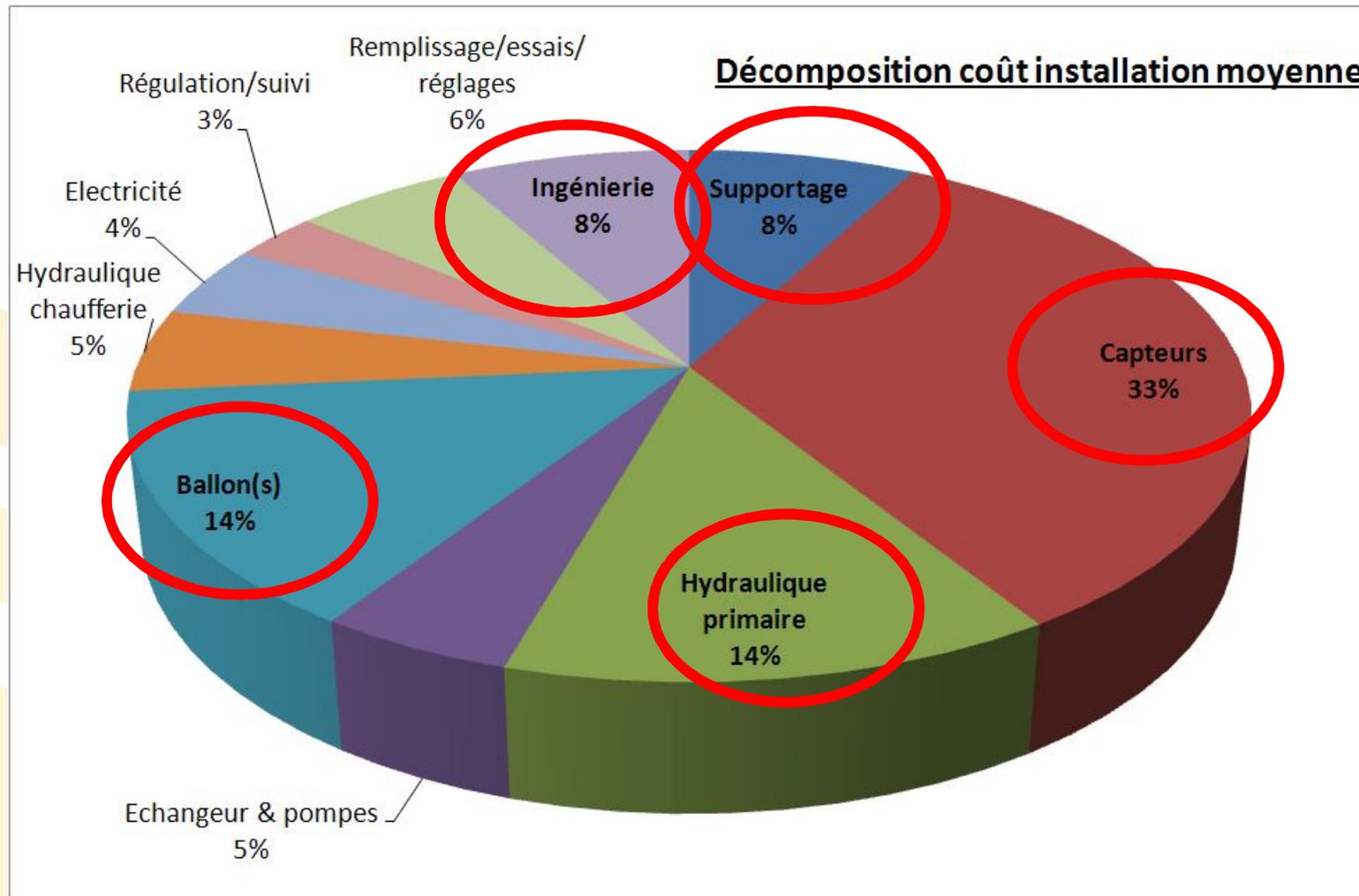
- Ingénierie
- Remplissage/essais/réglages
- Régulation/suivi
- Electricité
- Hydraulique chaufferie
- Ballon(s)
- Echangeur & pompes
- Hydraulique primaire
- Captteurs
- Supportage

# La situation actuelle : coût des installations

Exemple Coût opération 2013 (travaux + ingénierie)

74m<sup>2</sup> - 4000 litres – Sud France – Autovidangeable

600 kWh/m<sup>2</sup>.an – 60% taux couverture – 45 000 kWh/an



# La situation actuelle : coût moyen de la chaleur solaire

Coût estimé	matériel	pose	TOTAL
CESC / m <sup>2</sup> HT - 25-50 m <sup>2</sup>	900	300	1 200
CESC / m <sup>2</sup> HT - 50-100 m <sup>2</sup>	825	275	1 100
CESC / m <sup>2</sup> HT - > 100 m <sup>2</sup>	675	225	900
CESC / m <sup>2</sup> TTC - 25-50 m <sup>2</sup>	1 076	359	1 435
CESC / m <sup>2</sup> TTC - 50-100 m <sup>2</sup>	987	329	1 316
CESC / m <sup>2</sup> TTC - > 100 m <sup>2</sup>	807	269	1 076

**Approche type LCOE**

Source: Enerplan, 2012

Système 2012		CESC		
	Unité	25-50 m <sup>2</sup>	50-100 m <sup>2</sup>	> 100 m <sup>2</sup>
Coût client final matériel TTC	€/système	26 910	49 335	80 730
Coût client final pose TTC	€/système	8 970	16 445	26 910
Coût client final installé TTC	€/système	35 880	65 780	107 640
Maintenance sur durée de vie	€	7 176	10 525	10 764
Taille du système	m <sup>2</sup>	25	50	100
Coût du système avec maintenance	€/m <sup>2</sup>	1722,2	1526,1	1184,0
Durée de vie attendue du système	a	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
Taux d'actualisation	%	3%	3%	3%
Rente annuelle (Kar)	%	6,72%	6,72%	6,72%
Coût actualisé	€/m <sup>2</sup>	2 315	2 052	1 592
Productivité annuelle estimée	kWh/m <sup>2</sup>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>
Energie produite durant la vie du système	kWh/m <sup>2</sup>	10 000,00	10 000,00	10 000,00
Coût de l'énergie produite	€-cent/kWh	<b>23,2</b>	<b>20,5</b>	<b>15,9</b>

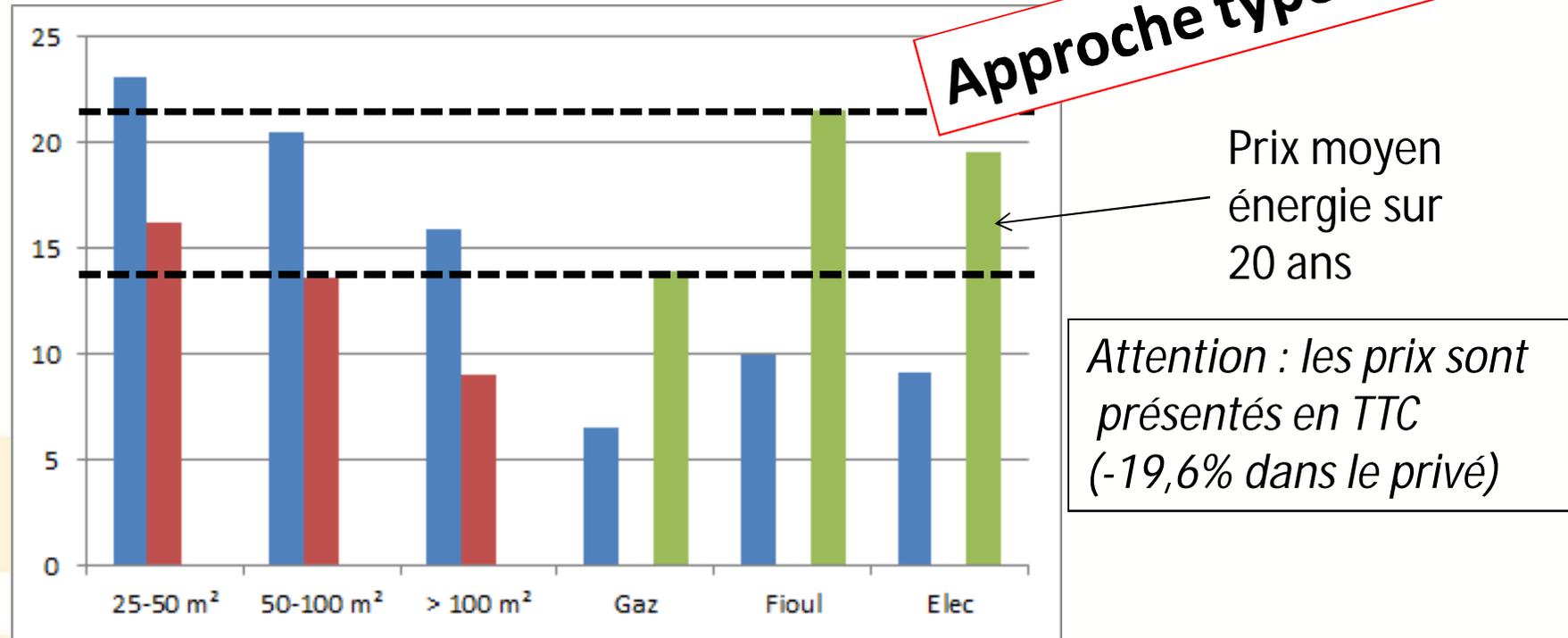
Maintenance entre 1% et 0,5% de l'investissement

**Analyse en TTC**

Source: TECSOL



# La situation actuelle : coût moyen de la chaleur solaire



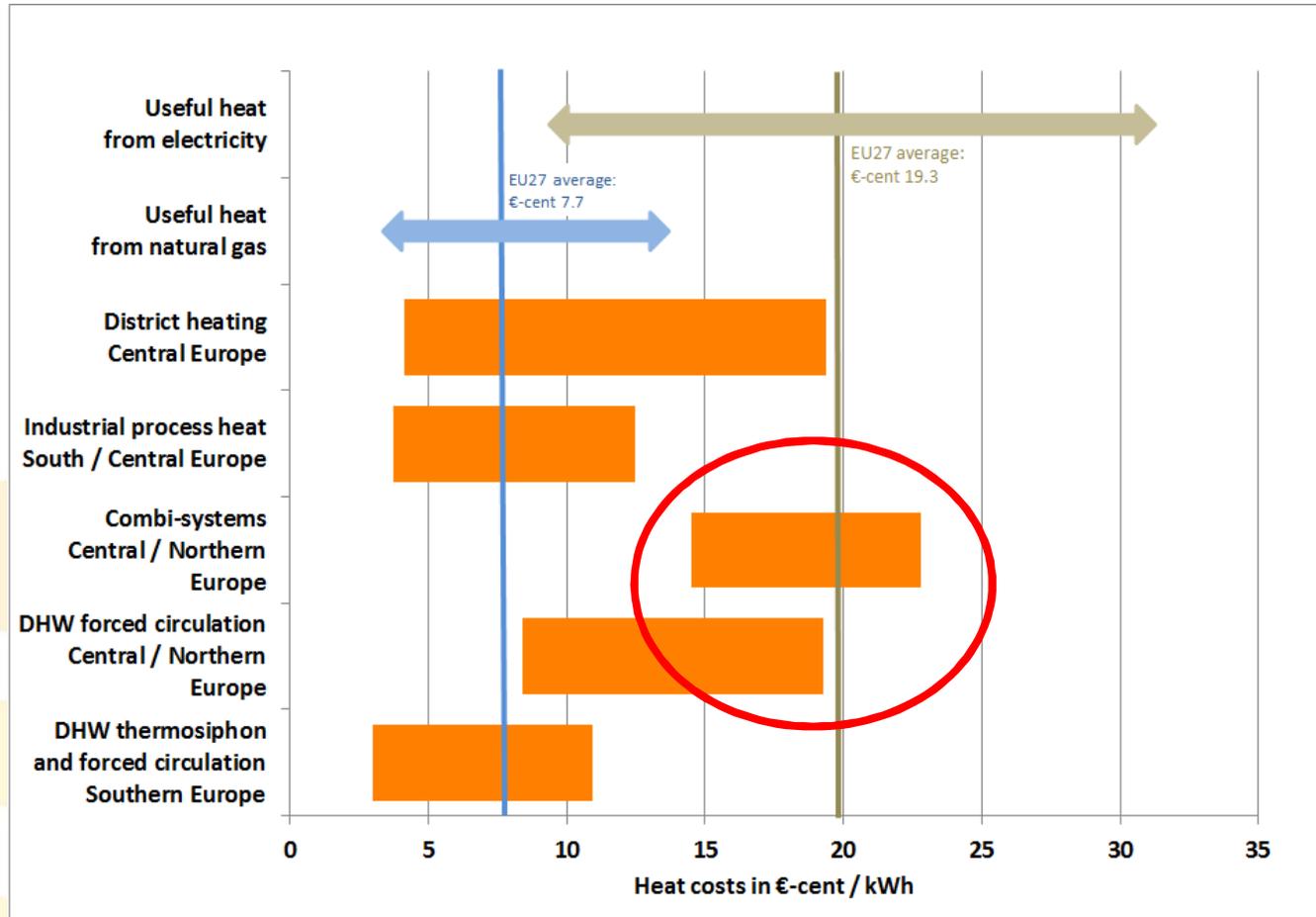
Le positionnement du solaire thermique collectif **en 2012...**

...sans aides

...et avec aides (Fonds Chaleur 2012 et 11 000€/TEP)

...et par rapport aux énergies conventionnelles avec +5%/an

# La situation actuelle : coût moyen de la chaleur solaire en Europe ...



Une situation assez similaire dans le reste de l'Europe pour le collectif...

Source: ESTTP, Eurostat (for natural gas and electricity).

Précision: Marché allemand du collectif en 2011 : 50 000 m<sup>2</sup> soit 3% du total

## La situation actuelle : bilan

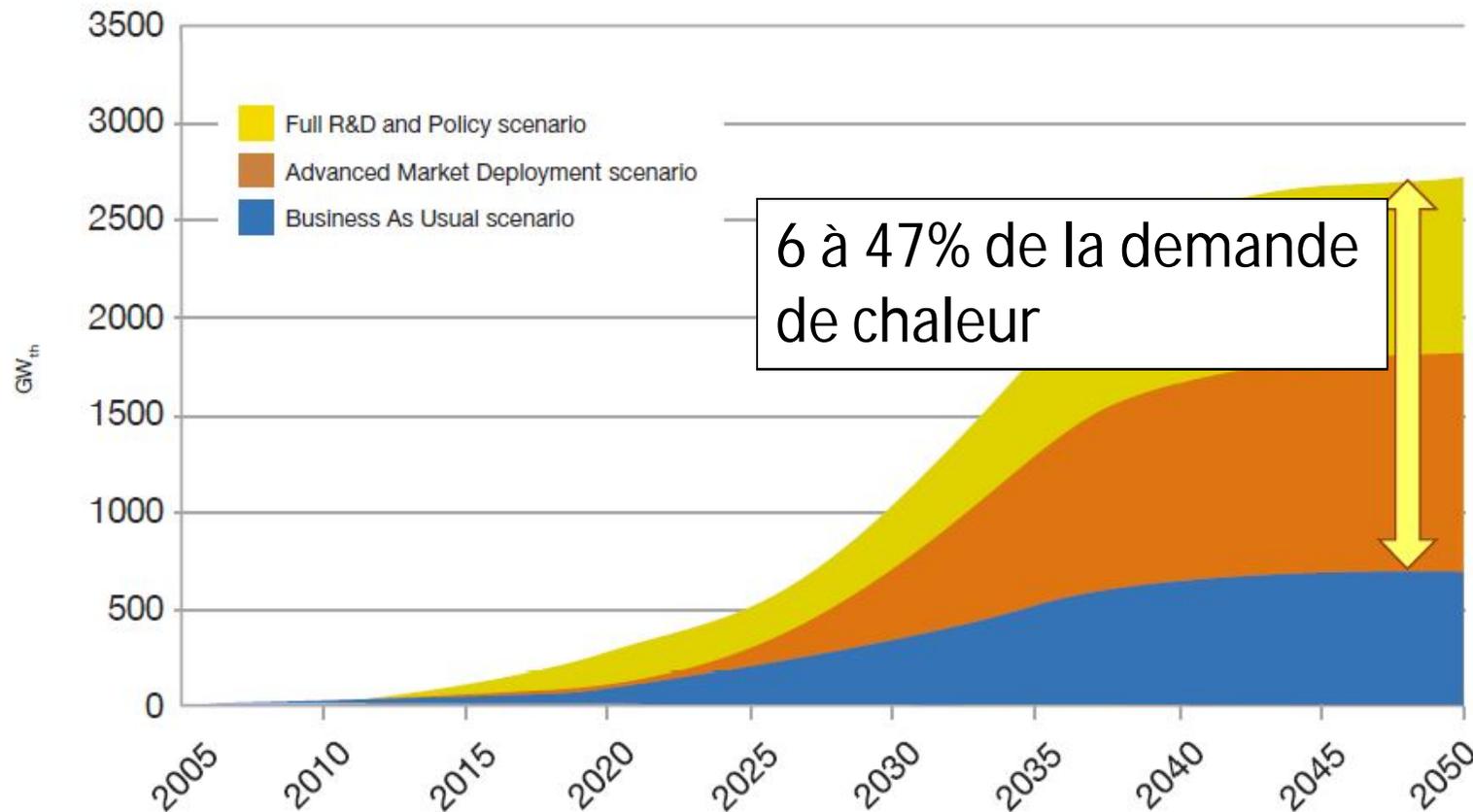
1) Le solaire collectif n'est pas rentable sans aides si l'on ne raisonne pas en coût global (LCOE)

2) Le solaire collectif est « rentable » avec des aides dans les cas :

- Approche globale
- Maître d'ouvrage motivé
- Maître d'ouvrage obligé (BBC/RT2005)
- Grandes installations (effets échelle)

**Que faut il faire pour faire évoluer la situation ?**

## Les ambitions : ce que nous dit l'Europe..



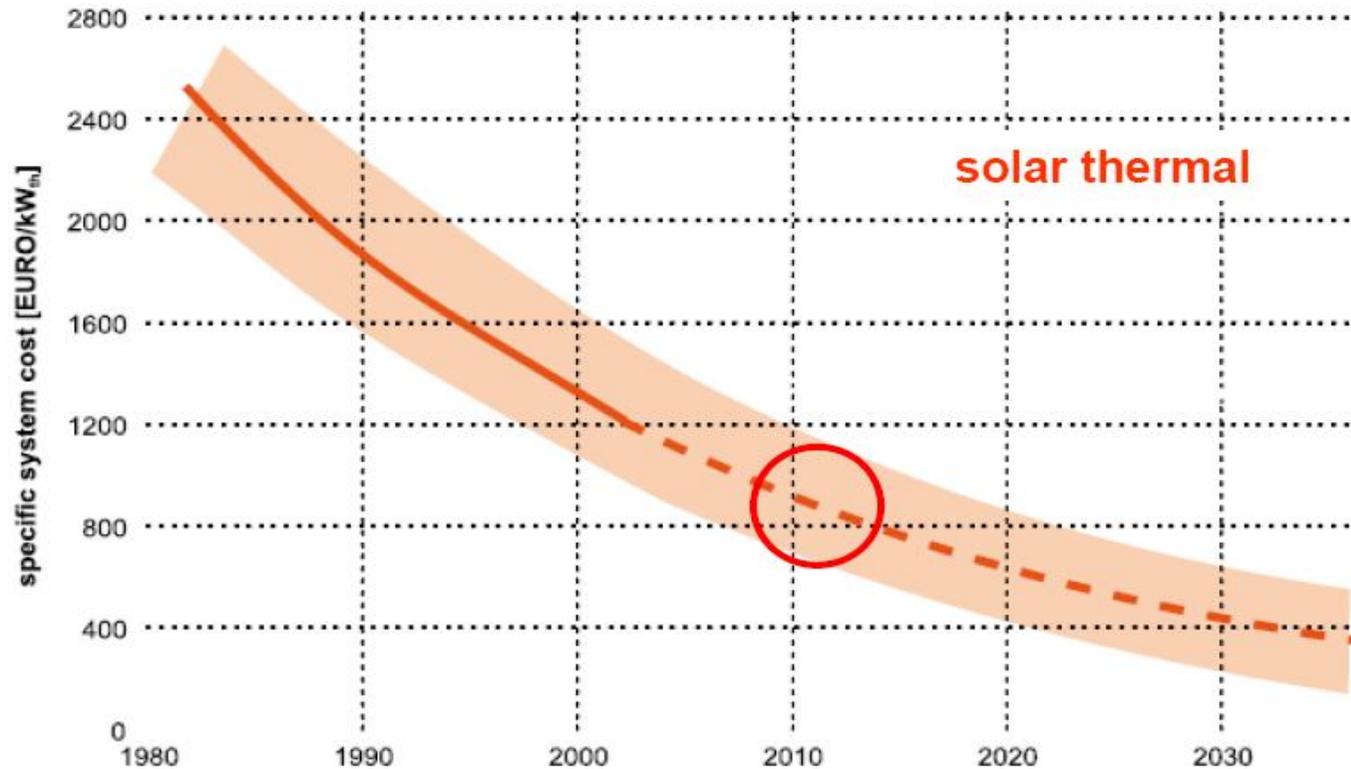
6 à 47% de la demande de chaleur

1 GW<sub>th</sub> = 1 400 000 m<sup>2</sup>

Source: Werner Weiss, AEE / Peter Biermayr, TU Wien  
Potenzial der Solarthermie in Europa, 2012

Nous avons un énorme potentiel technique dans l'absolu  
... en France également

# Les ambitions : ce que nous promettait l'Europe dans les années 2000..



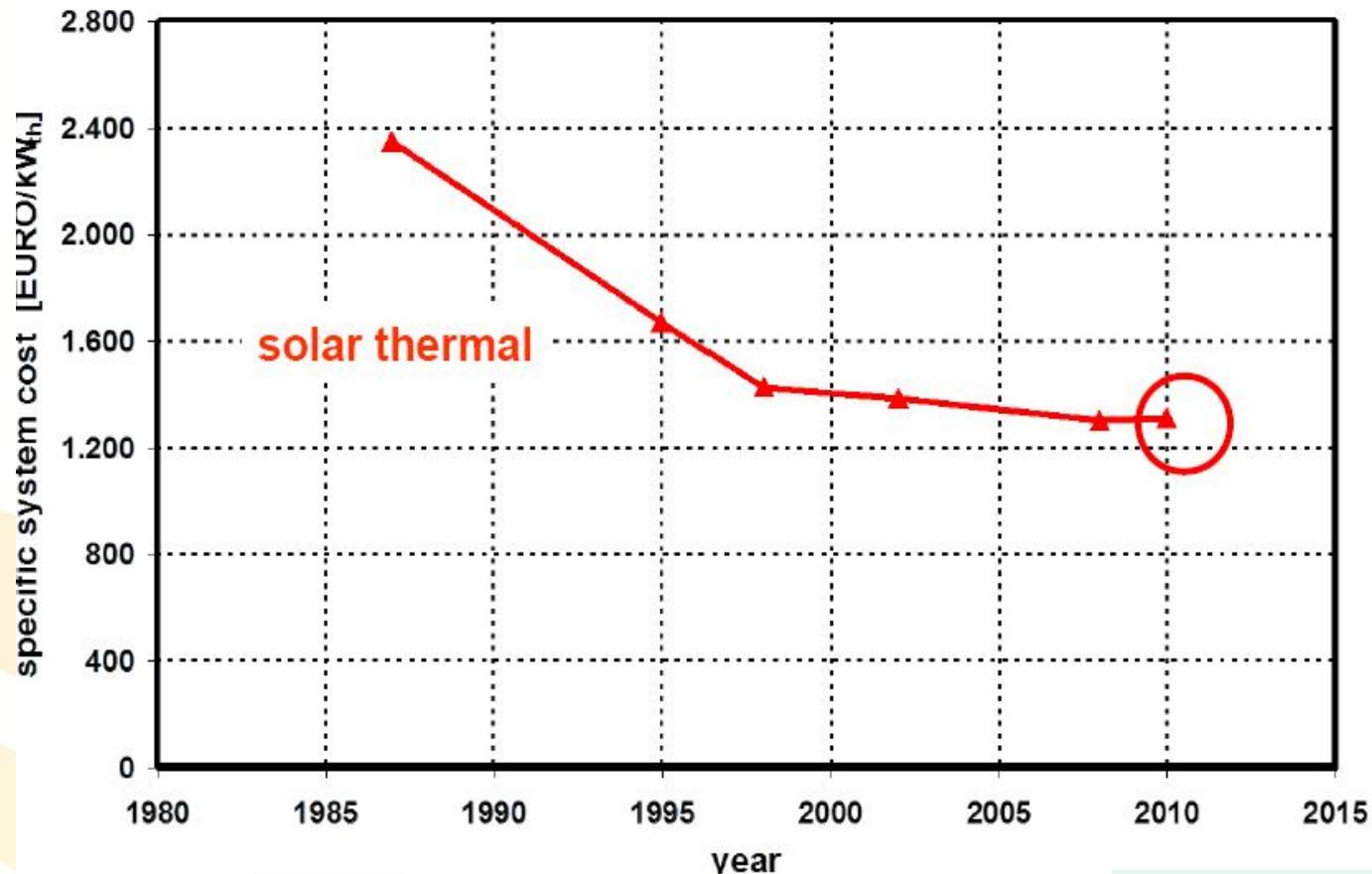
Source: ESTTP SRA

Note :

Facteur de conversion kW<sub>th</sub> ↔ m<sup>2</sup> : division par 1,42

Une **courbe d'apprentissage vertueuse** mais...

# Les ambitions : ce qui est arrivé en Europe dans les années 2000..



Source: 2011SYSCOST1.XLS

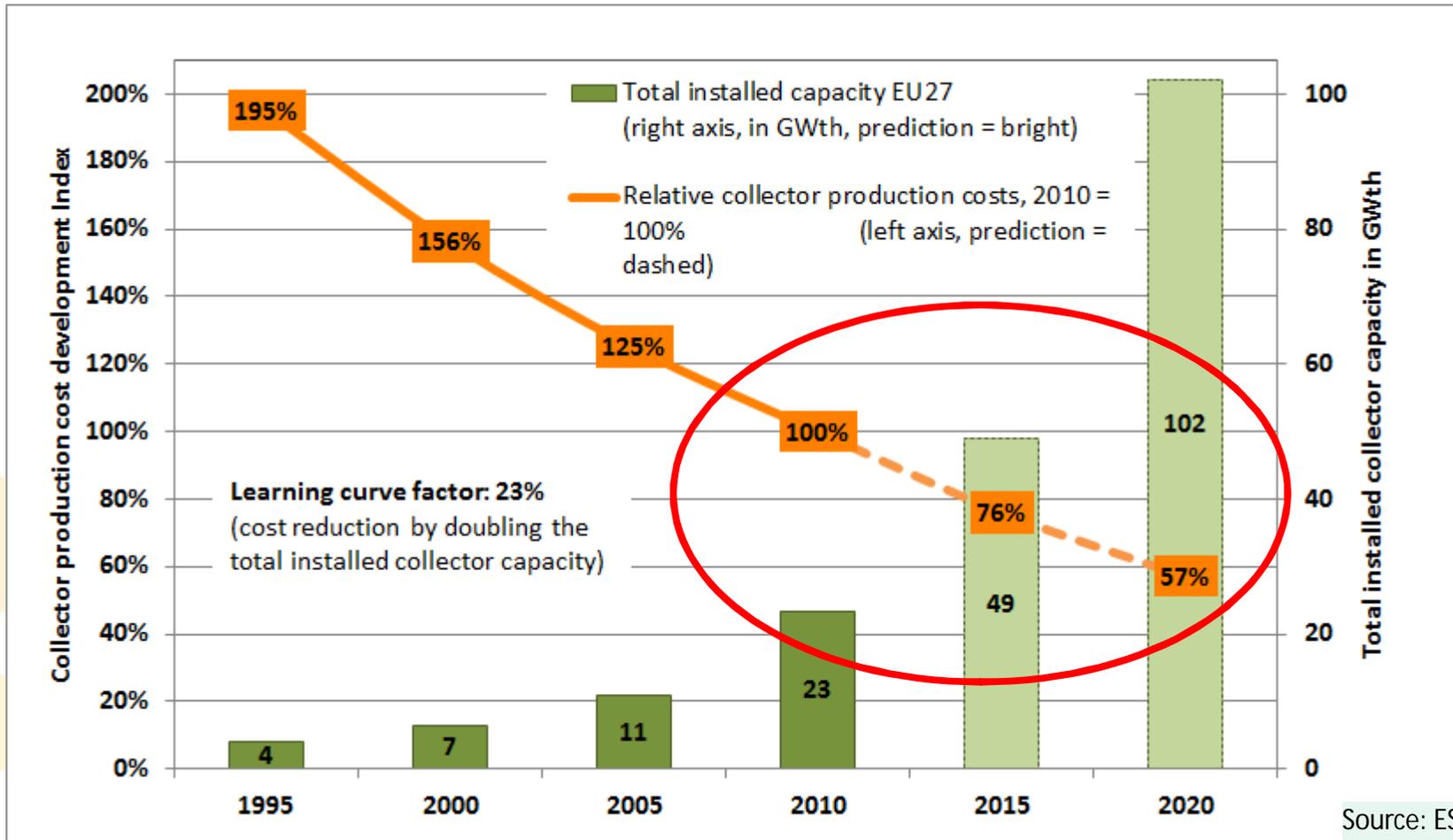
Source: ITW, 2011

Une **stabilisation des prix à environ 1000€/m<sup>2</sup>** :

+ => gains de productivité, progrès techniques

- => stagnation des volumes, augmentation des coûts des matières premières, carence dans les budgets de R&D

# Les ambitions : ce que nous dit l'Europe en 2012..



Collector production costs: high-efficient flat plate collector panel of about 1.54 to 1.75 kWth (2.2 to 2.5 m<sup>2</sup> gross collector area) manufactured in Europe, based on data from 'solrico' & 'trenkner consulting' and projections up to 2020 done by ESTTP.

EU solar thermal market: historical data based on ESTIF market statistics and evolution up to 2020 based on the National Renewable Energy Action Plans (NREAPs).

# Le chemin pour y arriver : les hypothèses

## 1) Une baisse des coûts dans la chaîne de valeur

- sur la captation solaire (matériel et pose)
  - Matériel (capteurs & structures **(-10%)**, hydraulique (-10 à 30%))
  - Pose (temps de pose en toiture, efficacité, expérience **(-15 à -50%)**)
- sur le stockage et dans le local technique (matériel et pose)
  - Matériel (ballons (-5 à -20%), hydraulique (-10 à 30%))
  - Pose (temps de pose en local, efficacité, expérience (-15 à -50%))
- sur les coûts commerciaux et divers
  - Approche commerciale, gestion du projet, coûts certification capteurs
  - Marges de sécurité aléas (-15 à -30%)
- sur l'ingénierie
  - BET spécialisés et efficaces (-10 à -20%)
  - Renforcement du partage de responsabilités, chartes qualité **(-15 à -30%)**
- sur l'entretien maintenance
  - Surveillance et non maintenance **(-20 à -50%)**
  - Télésuivi optimisé (CBF plutôt que GRS (-15 à -30%))

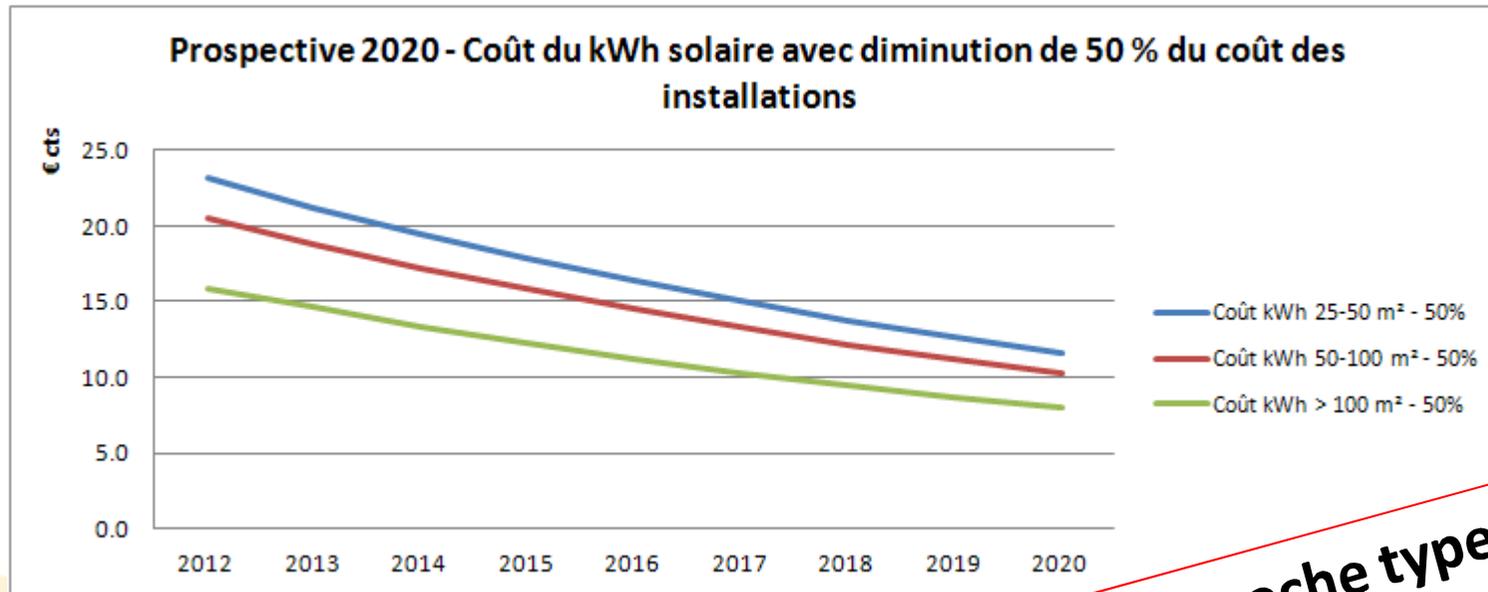
# Le chemin pour y arriver : les hypothèses

2) Une augmentation raisonnable de coûts des énergies conventionnelles : 5%/an (+50% d'ici 2020)

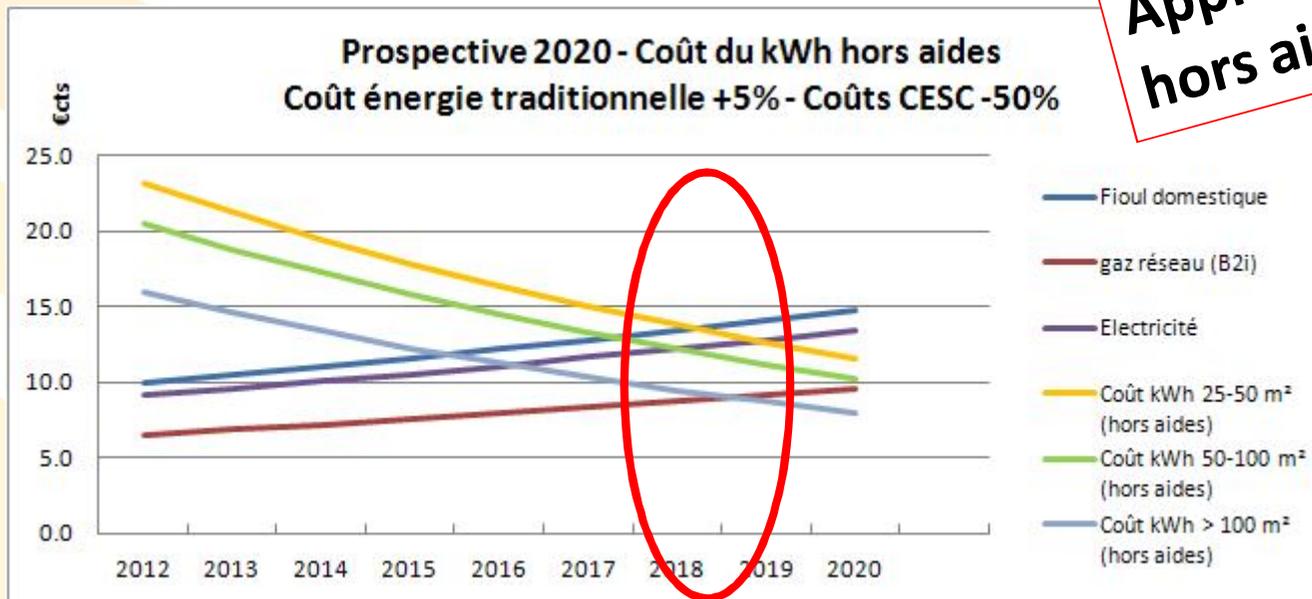
3) Professionnalisation et gestion pérenne des aides publiques :

- **Visibilité des aides publiques sur les 8 ans** à venir
- **Eco-conditionnalité des aides** (RGE, qualification Qualisol collectif)
- **Tableau de bord type Observatoire** pour mesurer les progrès de la filière
- Capitalisation des progrès et pbs techniques (**Observatoire des sinistres**)
- **Baisse annoncée des aides du Fonds Chaleur** (environ 12 k€/TEP en 2012) :
  - -3%/an sur les petits systèmes (25-50m<sup>2</sup>)
  - -5%/an sur les systèmes de moyenne taille (50-100m<sup>2</sup>)
  - -10%/an sur les grands systèmes (>100m<sup>2</sup>)*(mécanisme à affiner pour avoir une certaine progressivité)*

# Le chemin pour y arriver : -50% du prix final d'ici 2020



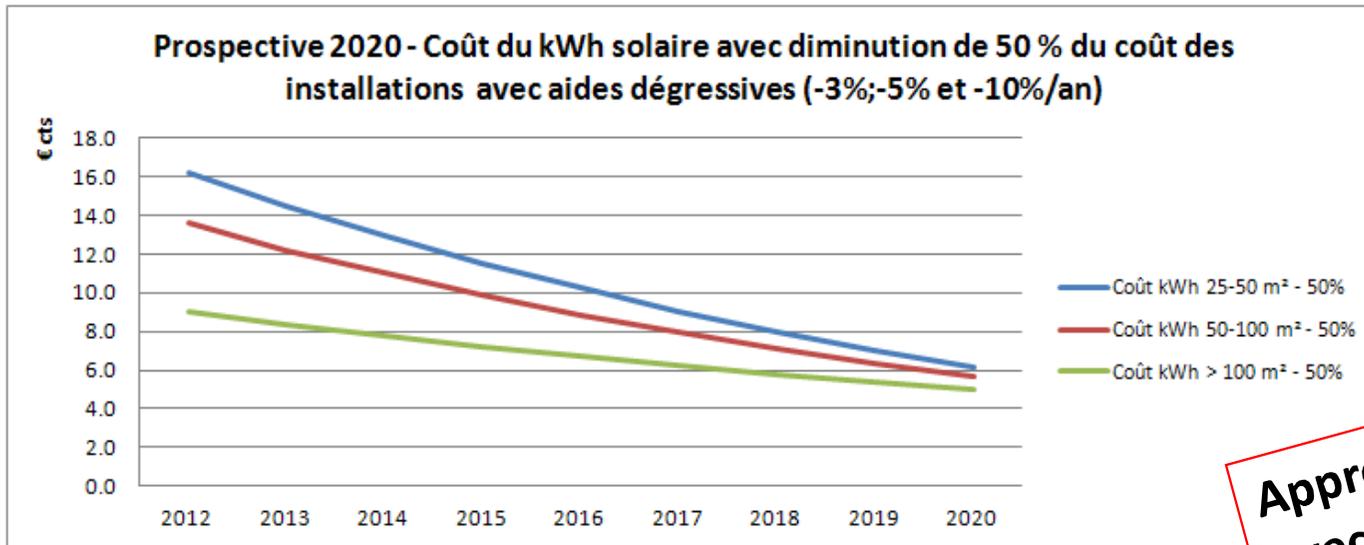
**Approche type LCOE hors aides**



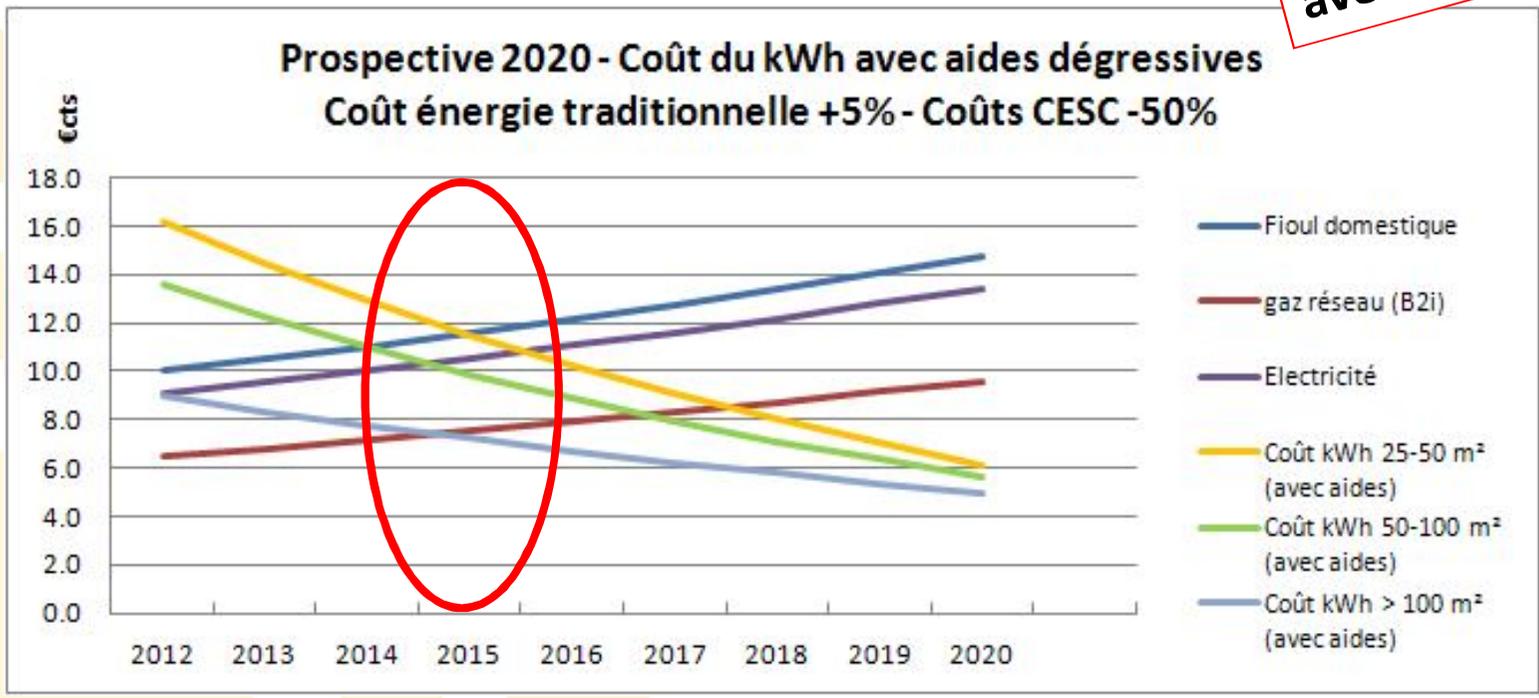
Parité  
chaleur en  
2018 -2019



# Le chemin pour y arriver : -50% du prix final d'ici 2020



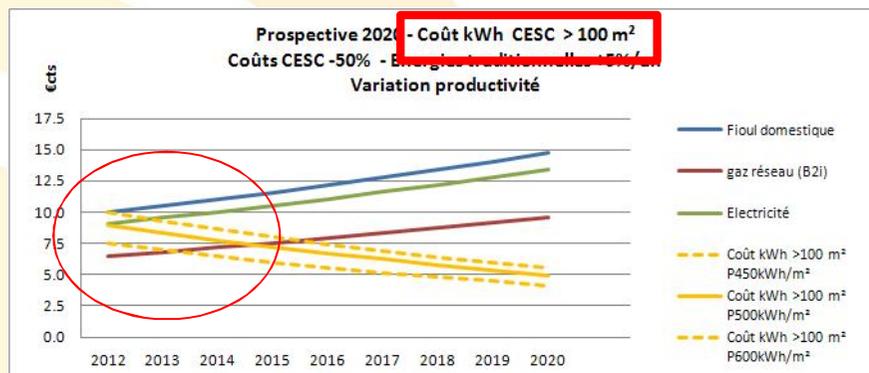
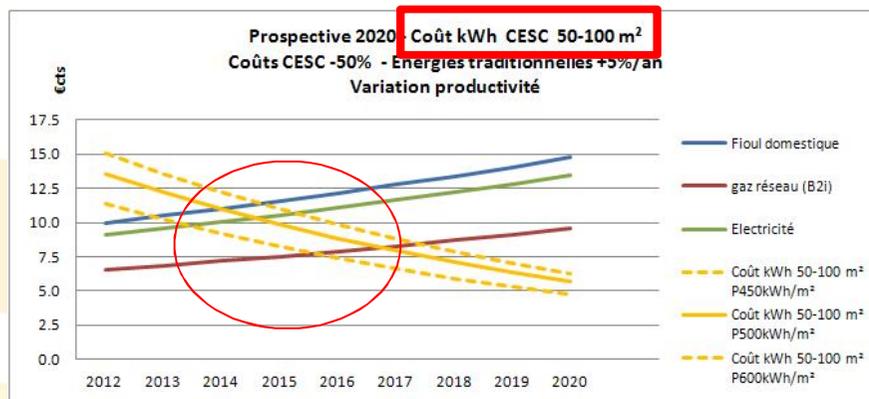
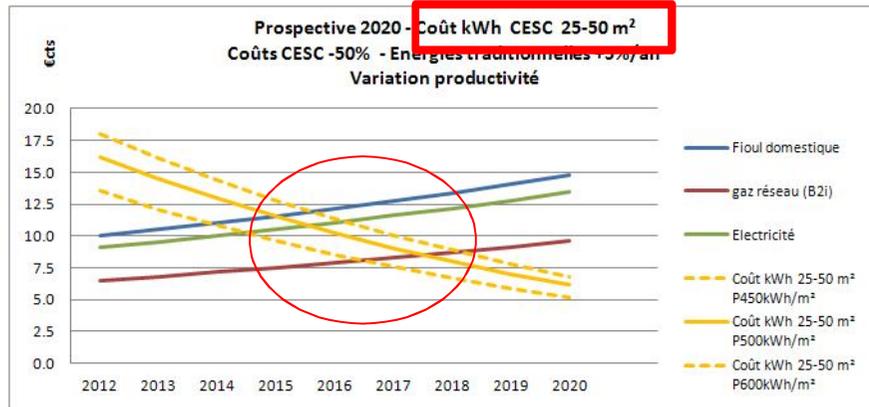
**Approche type LCOE avec aides dégressives**



Parité chaleur en 2015



# Le chemin pour y arriver : -50% du prix final d'ici 2020

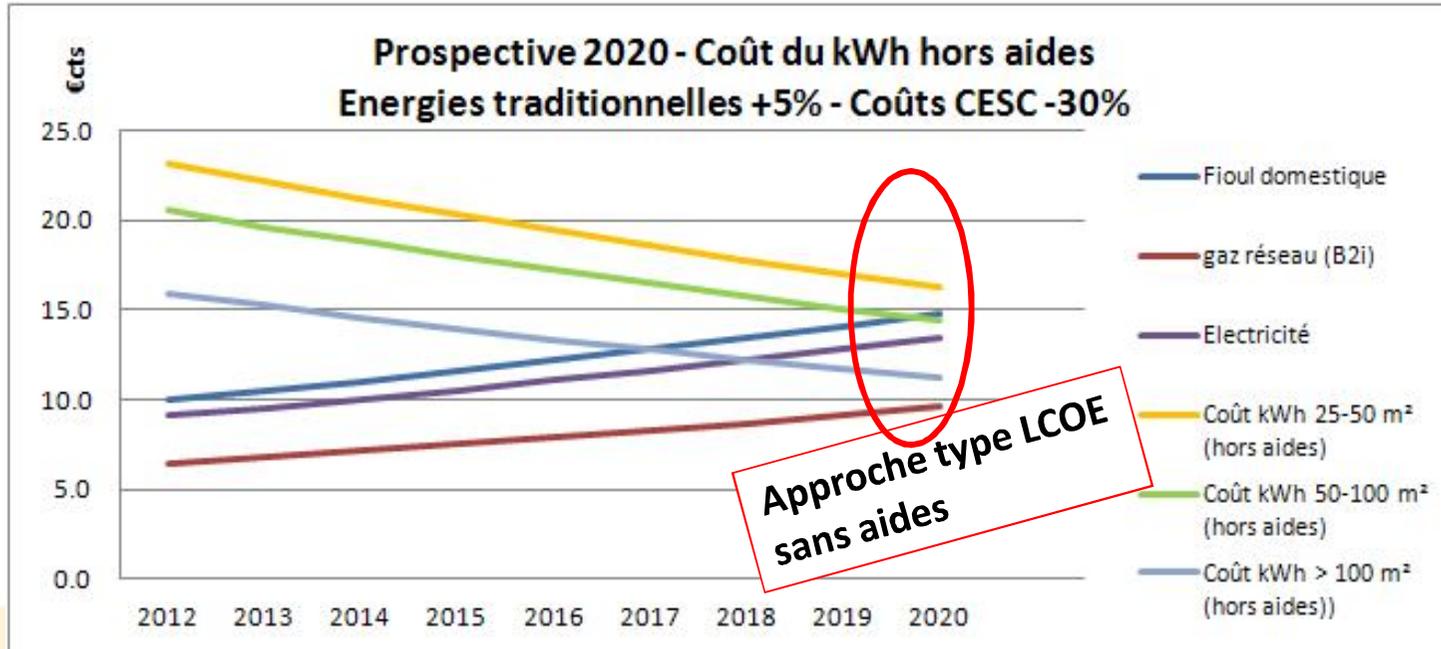


Approche type LCOE  
avec aides dégressives

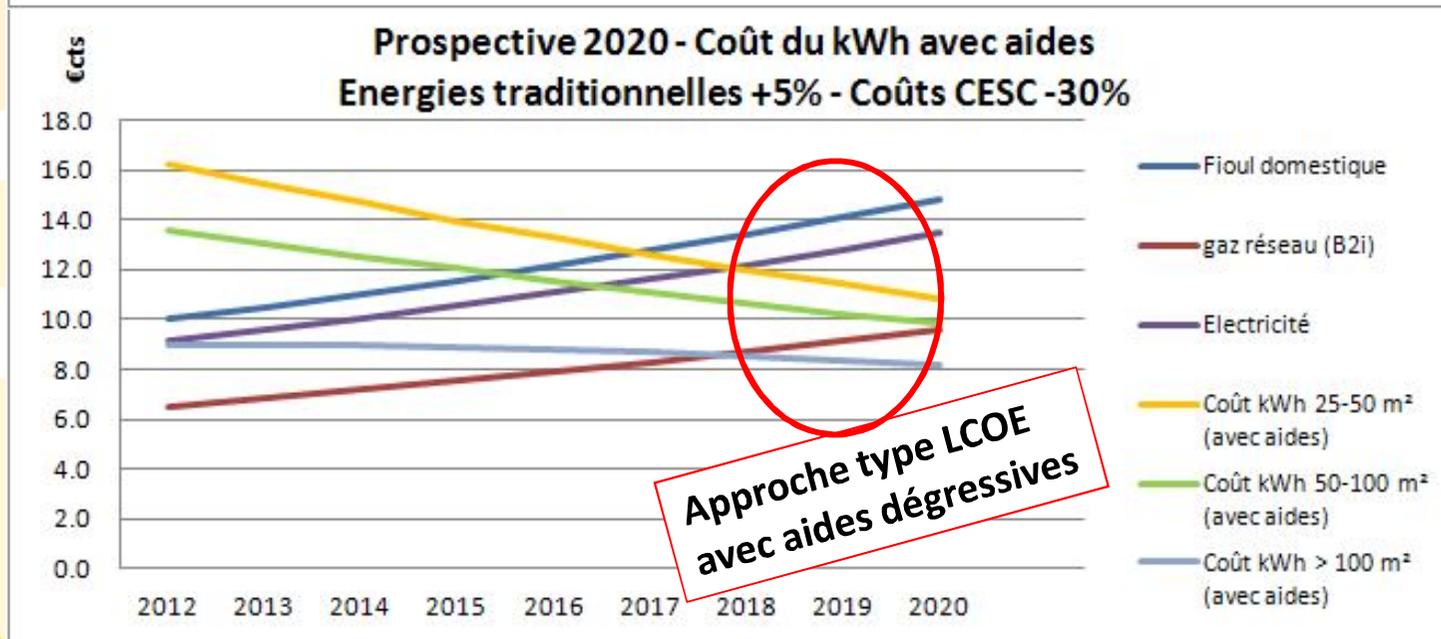
Avec une productivité de 600 kWh/m<sup>2</sup>.an, le gain est de 2 ans pour la parité chaleur avec le gaz naturel par rapport à 450 kWh/m<sup>2</sup>.an

Avec une productivité de 600 kWh/m<sup>2</sup>.an, la parité chaleur pour les installations de plus de 100 m<sup>2</sup> sera là cette année en 2013

# Autre chemin pour y arriver : -30% du prix final d'ici 2020



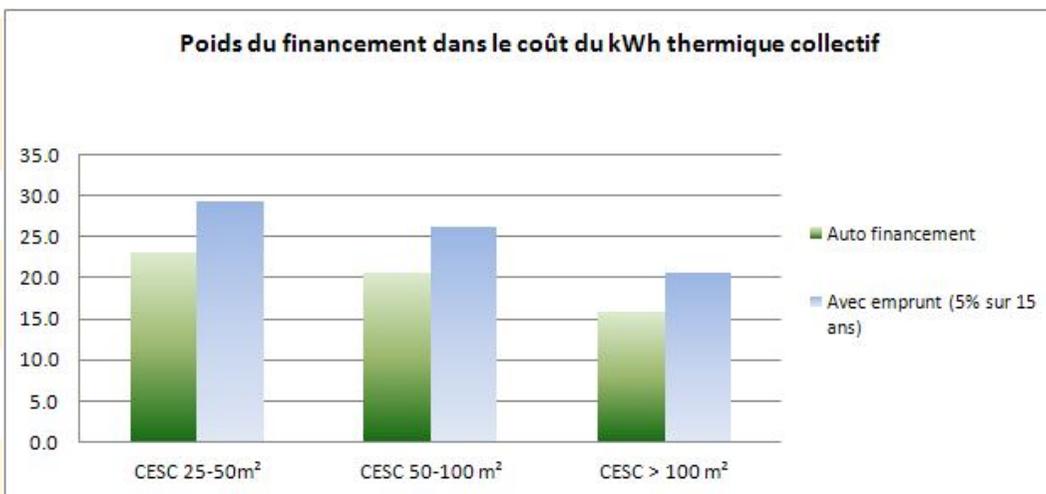
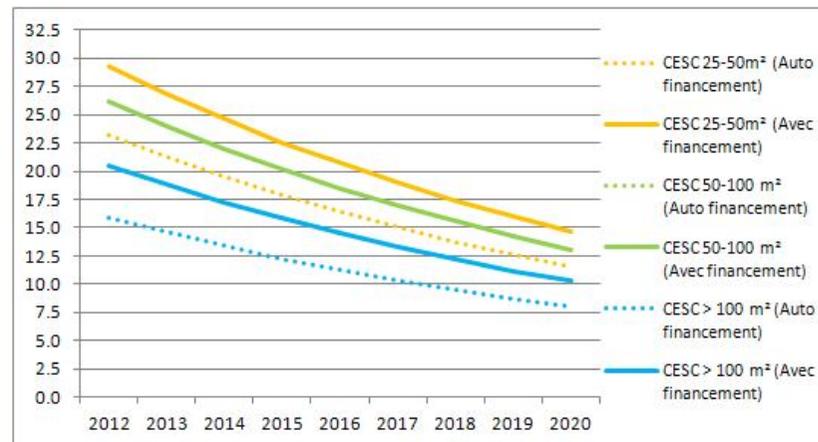
Parité  
chaleur en  
2020 au-  
delà de 50  
m²



Parité  
chaleur en  
2019-2020

# Le chemin pour y arriver : le PTZ solaire collectif ?

Système 2012		CESC		
	Unité	25-50 m <sup>2</sup>	50-100 m <sup>2</sup>	> 100 m <sup>2</sup>
Coût client final matériel TTC	€/système	26 910	49 335	80 730
Coût client final pose TTC	€/système	8 970	16 445	26 910
Coût client final installé TTC	€/système	35 880	65 780	107 640
Coût total (Autofinancement + emprunt)	€/système	47 274	86 670	141 823
Niveau d'aide équivalente	€/système	24%	24%	24%
Maintenance sur durée de vie	€	7 176	10 525	10 764
Taille du système	m <sup>2</sup>	25	50	100
Coût du système avec maintenance	€/m <sup>2</sup>	2178.0	1943.9	1525.9
Durée de vie attendue du système	a	20	20	20
Taux d'actualisation	%	3%	3%	3%
Rente annuelle (Kar)	%	6.72%	6.72%	6.72%
Coût actualisé	€/m <sup>2</sup>	2 928	2 613	2 051
Productivité annuelle estimée	kWh/m <sup>2</sup>	500	500	500
Energie produite durant la vie du système	kWh/m <sup>2</sup>	10 000.00	10 000.00	10 000.00
Coût de l'énergie produite	€-cent/kWh	29.3	26.1	20.5



## Exemple CESC > 100 m<sup>2</sup> en 2012

Financement : **107 640 €**

Part empruntée : **75.00%**

Montant emprunté: 80 730.00 €

Taux : **5.0%**

Coût financement 34 183.39 €

Montant total 114 913.39 €

Coût total final **141 823.39 €**

(Auto + emprunt)

Aide équivalente : **24%**

Une autre forme d'aide équivalente ?

.. mais difficulté de gestion financière !

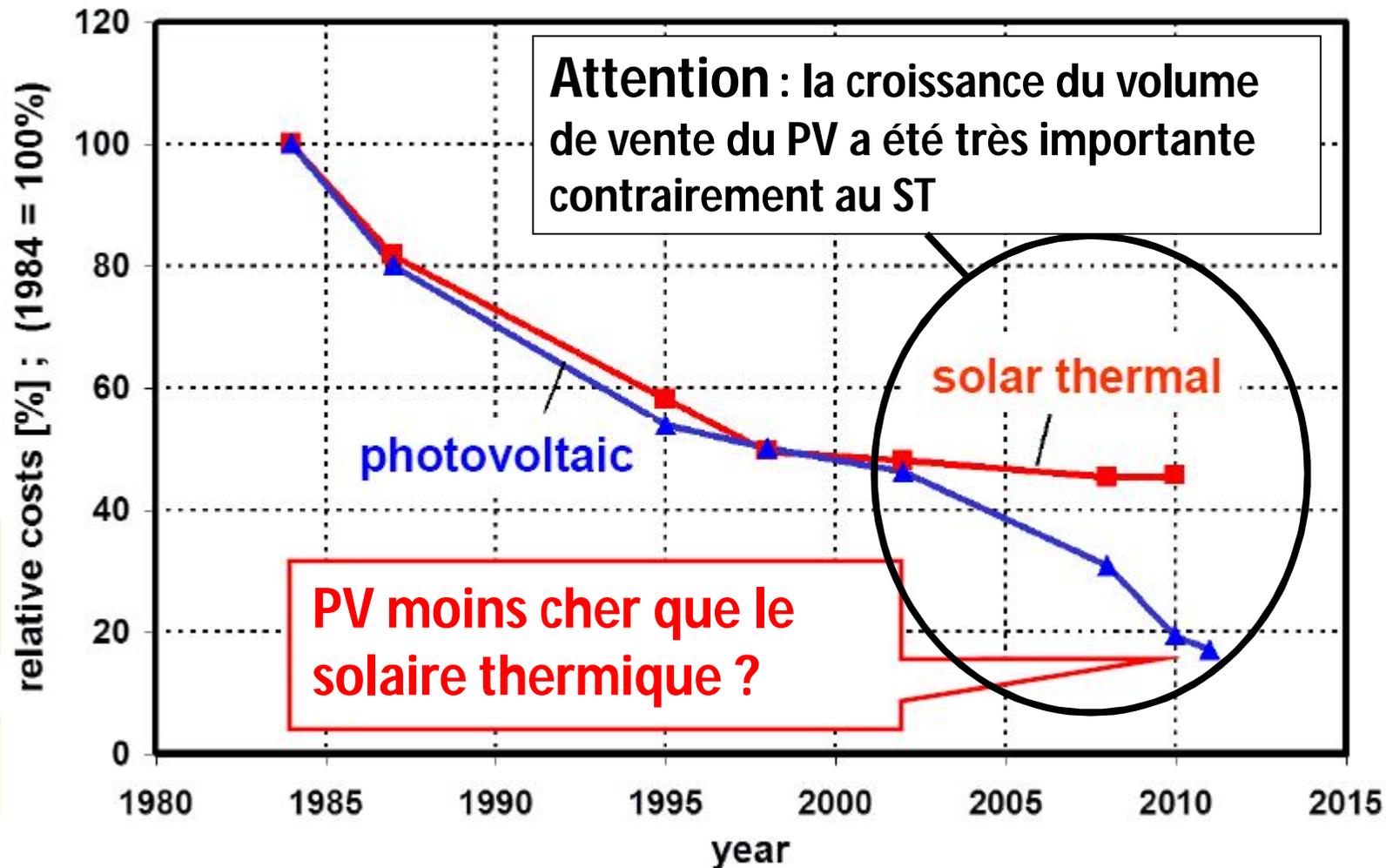


# Les menaces en France : technologies conventionnelles ou EnR ?

- La réglementation thermique n'est pas incitative en collectif pour le solaire thermique en 2013 : correction de la RT ?
- Si les EnR s'imposent dans le bâtiment collectif (BEPOS), le solaire thermique a 2 concurrents potentiels pour la chaleur EnR
  - La biomasse (granulé, plaquettes)
  - **mais aussi a priori le photovoltaïque** (couplé PAC /CET ou Effet Joule)

**Sera-ce toujours le cas si le solaire thermique fait sa mue ?**

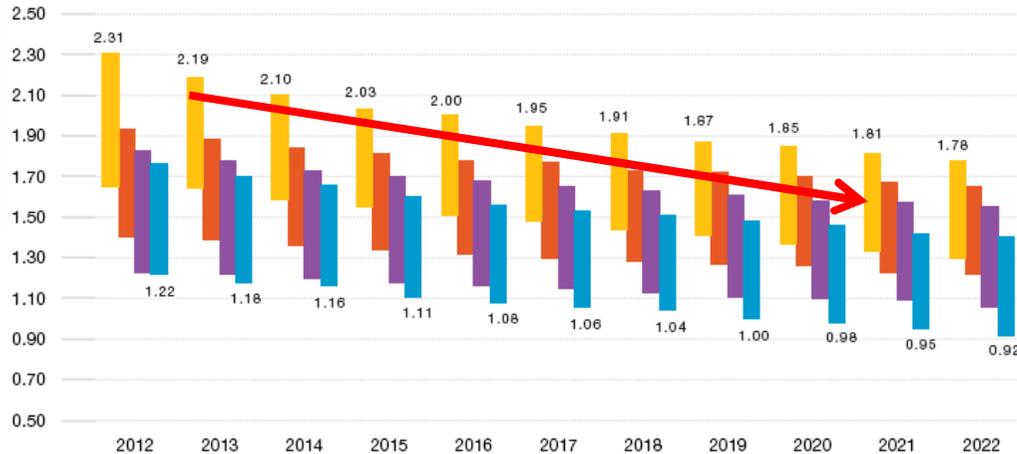
# Les menaces en France : Le PV ?



Nécessité d'observation des trajectoires prix d'ici 2020 pour affiner la comparaison...

=> PV+PAC /CET ou effet Joule avec stockage thermique

# Les menaces en France : Le PV ?



=> Baisse du PV d'ici 2020  
: -20% avec un prix actuel  
de 1,7€/Wc

- Utility segment (2.5 MW ground-mounted)
- Industrial segment (500 kW rooftop)
- Commercial segment (100 kW rooftop)
- Residential segment (3 kW rooftop)

source: EPIA, 2012

Si PV+PAC (Lyon) pour être équivalent à 100m<sup>2</sup> solaire thermique (50 000 kWh/an)

25 kWc soit 210 m<sup>2</sup> @ 1,35€/Wc

=> 34 000 €

+ PAC 50 kWth (-15% d'ici 2020)

=> 10 000 €

+ Stockage thermique

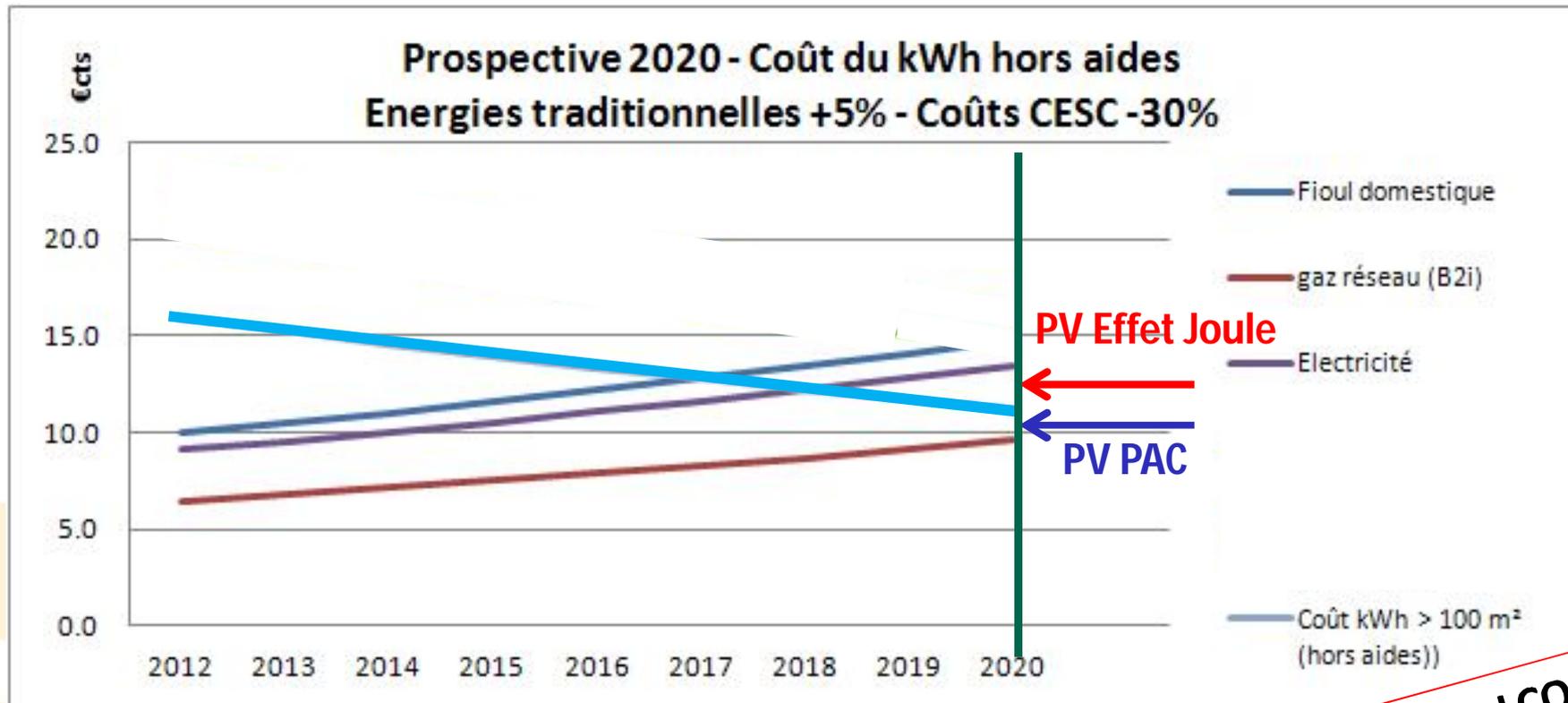
=> 12 000 €

TOTAL : 56 k€ HT soit 67k€ TTC

Le coût du kWh thermique PV+PAC serait à **10,7 ¢€ en 2020**

Sinon, le coût du kWh thermique PV Effet Joule serait à **13 ¢€ en 2020**

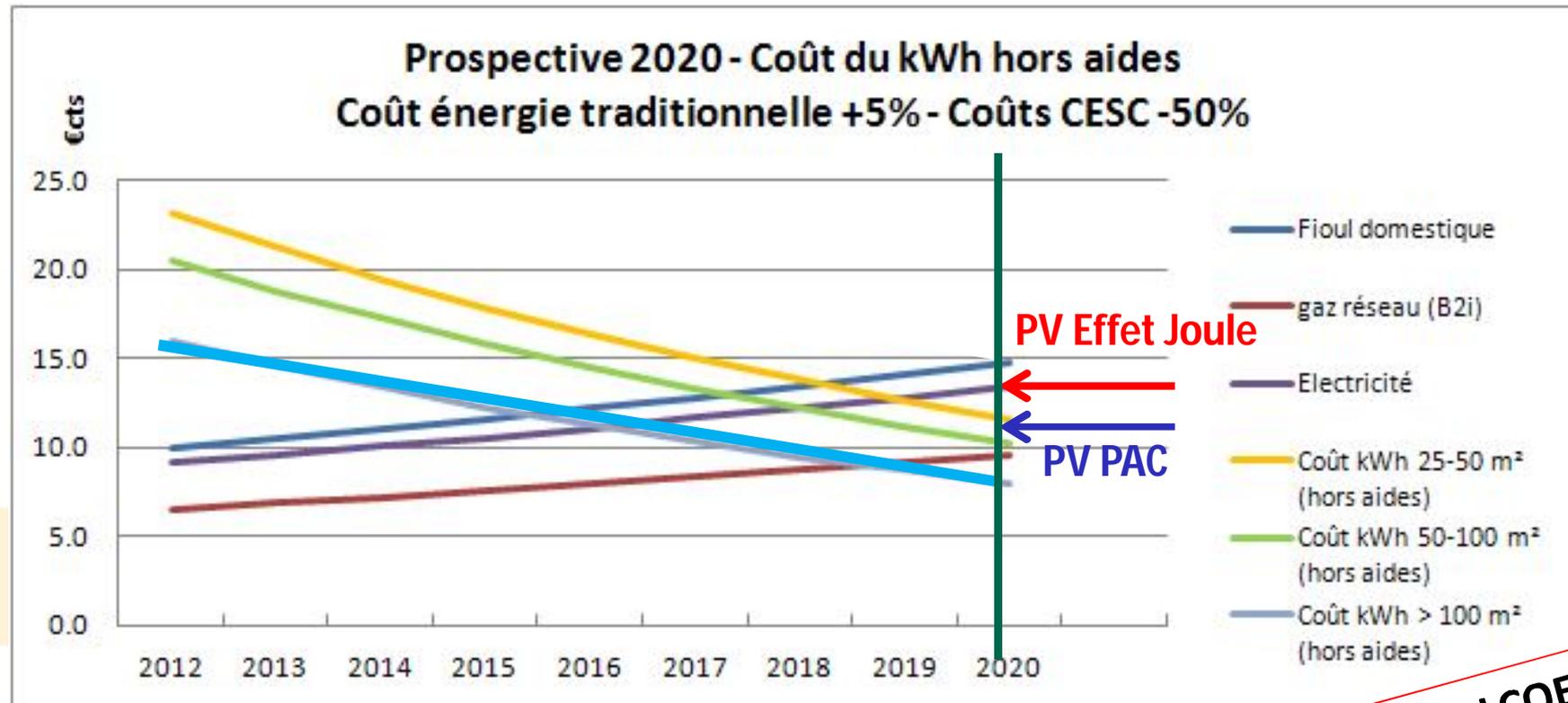
# Les menaces en France : Le PV ?



Même si le solaire thermique collectif ne **baisse que de 30% d'ici 2020**, il sera du niveau de coût du PV en usage thermique

Approche type LCOE hors aides

# Les menaces en France : Le PV ?



Si le solaire thermique collectif **baisse de 50% d'ici 2020**, il sera **clairement beaucoup plus compétitif** que le **PV en usage thermique**

Approche type LCOE hors aides

# Conclusion

**Le solaire thermique collectif a un avenir et un modèle économique viable**

**Mais il est nécessaire que :**

- les **volumes augmentent** (grâce à la réglementation et la communication)
- la **qualité des installations** augmente (qualification, REX)
- la filière se **professionnalise**
- les systèmes tendent à être **aussi simples et « rustiques »** que **le PV**
- la R&D ait des moyens pour être moteur d'innovation (densification du réseau)
- les dispositifs d'aide soit **pérennes et dégressifs**
- de **nouveaux mécanismes incitatifs** apparaissent (PTZ collectif ?? Bonne idée ?)
- les **grandes installations** (>100m<sup>2</sup>) et **les programmes** soient soutenus (micro marché avec forte stimulation)

**Le solaire thermique collectif n'est pas seul et il devra faire face à un environnement concurrentiel (énergies conventionnelles et EnR)**

# Conclusion

## La filière est entrain de se prendre en main

- publication d'une Feuille de route R&D par l'ADEME en 2012
- projet de création d'un forum collaboratif Chaleur Renouvelable (lobbying Débat Transition Energétique, organisation R&D)
- étude sur la compétitivité du solaire thermique pour l'ADEME en cours par Ernst & Young (approche fine des coûts, conclusions au milieu du printemps)
- organisation d'états généraux du solaire thermique avant l'été 2013 : la filière se donne RDV
- proposition d'un toilettage du Fonds Chaleur pour mieux aller vers une rémunération partielle et simple de la performance type (« Heat Incentive »)



**Merci de votre attention**

+ d'info: [www.tecsol.fr](http://www.tecsol.fr)

**contact : Daniel Mugnier**  
[daniel.mugnier@tecsol.fr](mailto:daniel.mugnier@tecsol.fr)